

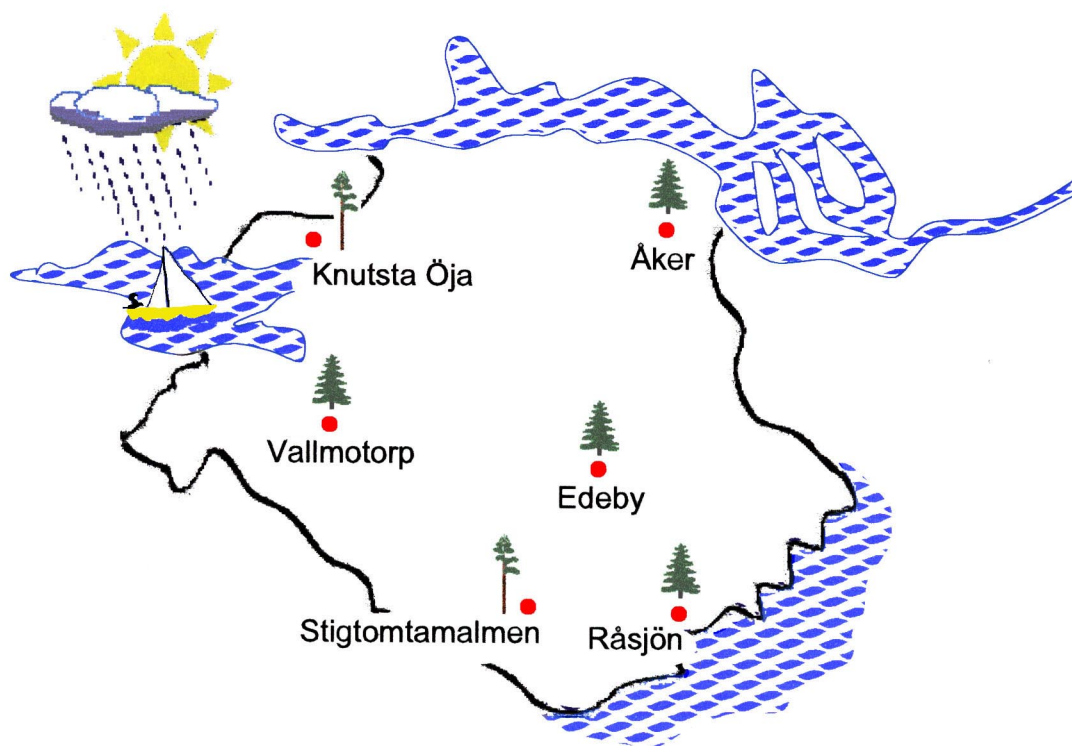


rappport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

För Södermanlands läns Luftvårdsförbund

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



Eva Hallgren Larsson, redaktör

B 1448

Aneboda, mars 2002

För Södermanlands läns Luftvårdsförbund

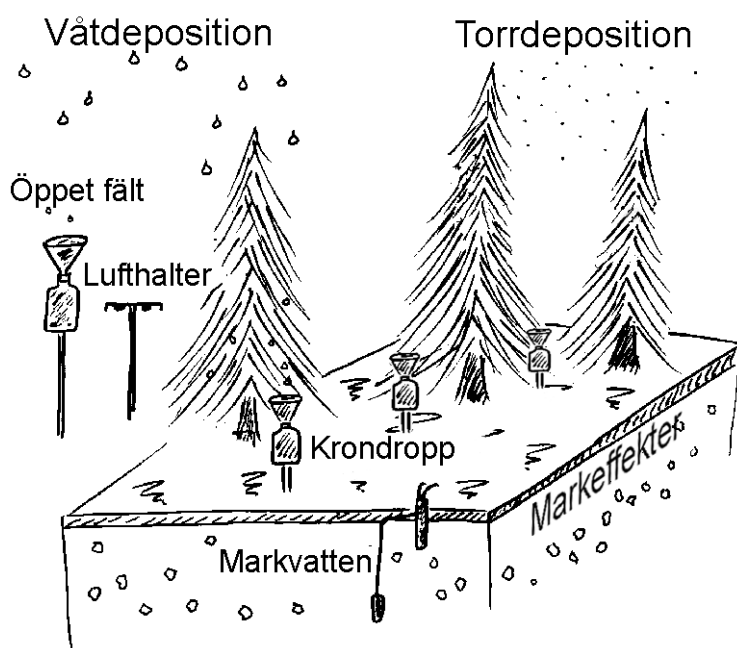
Övervakning av luftföroreningar i Södermanlands län

Resultat till och med september 2001

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 skogsytorna, 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.

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. Senaste årets data visar ungefär samma belastning i Södermanlands län jämfört med generella nivåer i angränsande Örebro, Östergötlands och Stockholms län. Sedan mätningarna startade har skillnaden mellan olika regioner och nedfallet av svavel minskat betydligt samtidigt som nederbörden blivit mindre sur. Minskat svavelnedfall förklaras till stor del 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 Råsjön.

Hydrologiska året från oktober 2000 till september 2001 utmärker sig genom mycket riklig nederbördsmängd samt större våtdeposition av kväve än något år tidigare sedan mätningarna startade 1991. Som genomsnitt från två lokaler med nederbördskemiska mätningar noterades 940 mm nederbörd med pH-värde 4,7. Nederbördens bidrag till nedfallet av oorganiskt kväve var i genomsnitt 7,8 kg/ha. Dessutom noterades förhållandevis stor torrdeposition av svavel, vilket gjorde att svavelnedfallet till marken i granytorna (5,6 kg/ha) var det största som noterats sedan 1994/95. Liknande resultat har erhållits i flera andra län där IVL mäter nedfallet av luftföroreningar. Liksom tidigare har markvatten från Råsjön varit mest försurningpåverkat; pH-värden oftast under 5. Markvattnets innehåll av kväve har varit lågt, vilket är normalt i brukad skog. Uppmätta lufthalter av svaveldioxid, kvävedioxid och ammoniak var på samma låga nivå som tidigare år, medan halterna av marknära ozon indikerar viss risk för vegetationsskador i området.



Figur 1. Principskiss för mätningarna.

Uppdragsgivare:

Södermanlands 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, Södermanlands län

IVL rapport B 1448

Beställs från:

Södermanlands läns Luftvårdsförbund
Lars Juhlin
c/o Länsstyrelsen i Södermanland
611 86 NYKÖPING
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 Södermanlands län	1
Innehållsförteckning.....	2
Inledning	3
Ord att förklara	4
Förklaring till stationsfigurer	4
Stationsvis redovisning	5
Tidsutveckling deposition	14
Tidsutveckling markvatten.....	15
Faktaruta: Ozonhalter.....	16
Tidsutveckling lufthalter	17
Data i tabellform, deposition, lufthalter, markvatten.....	18

Mer information finns på
Krondroppsnätets hemsida:

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

Där finns bland annat:

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

Inledning

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

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

Provtagning av nederbörd sker på öppna ytor. Analys av föroreningar ger mått på huvudsakligen det våta nedfallet. Provtagning av krondropp görs på 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. De samordnade undersökningarna startade i Blekinge 1985 och omfattar nu större delen av landet. Metoderna har i princip bibehållits sedan början av mätningarna och ingår nu i EUs manualer för miljöövervakning.

Denna redovisning är den första

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

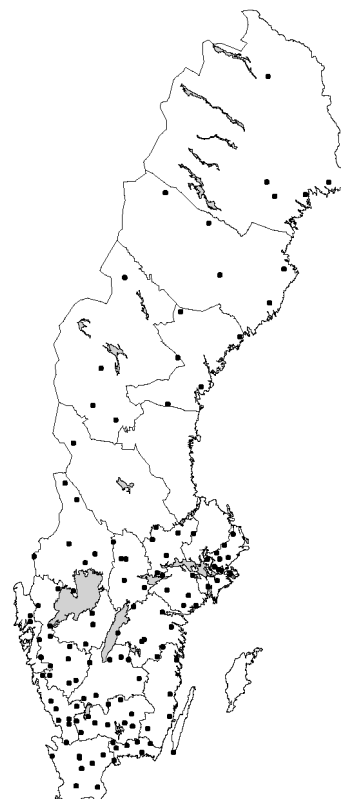
Konkret innebär det att antalet nederbördskemiska mätningar på öppet fält har reducerats och ersatts av beräkningar, vilket framgår av stationsfigurer och tabeller i årets rapport. Modellberäkningar av deposition utförs av SMHI och resultaten kommer i första hand att finnas tillgängliga via hemsida från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

De svenska metoderna att mäta nedfall till skog har jämförts med 19 andra länder i Europa. Sveriges deltagande finansierades till stor del av NV. Resultaten visade god överensstämmelse med genomsnittet för alla länder. Den största skillnaden var att de svenska mätningarna var billigast, och skillnaden var stor jämfört med många andra länder. Ytterligare information finns på hemsidan.

Föreslagna miljö kvalitetsmål i Sverige baseras på internationellt avtalade utsläppsminskningar. Minskningen kan räknas om till

deposition i olika delar av landet och jämföras med regionala mätningar. För 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 **Södermanlands län** är resultat av ett lagarbete. Personal från Länsstyrelsen och kommunerna har tagit prover: Ingemar Brunell, Torbjörn Lundahl, Peter Urstad, Ulla Hallin och Helena Zoergel. IVL har analyserat, utvärderat och redovisat data. G. Hedberg, K. Koos, I. Torbrink, S. Svensson, A. Danielsson, C. Larsson, K. Hommerberg och B. Dusan står för analysarbetet. Validering av data har utförts av G. Hedberg och E. Hallgren Larsson. J. Knulst, G. Malm och E. Ugglar har arbetat med databearbetning och figurframställning. E. Hallgren Larsson har varit projektledare och tillsammans med O. Westling och A. Svensson utvärderat och rapporterat.



Figur 2. Krondroppsnätet under 2000/01. Samordnade mätningar av luftföroreningar i skogliga observationsytor.

Ord att förklara

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

Antropogen: Orsakad av människan.

Baskatjoner: Positiva joner av alkalimetaller med ursprung i syraneutraliserande föreningar. Viktigast i detta sammanhang är kalcium, magnesium och kalium.

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

Deposition: Nedfall av luftföroreningar från atmosfären.

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

EU-yta: 223 skogliga observationsytor lades ut 1995-97. 100 ingår i ett Europeiskt nät och 50 av dessa används även för regionala mätningar av luftföroreningar.

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

Interncirkulation: 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 3-8, deposition och markvatten samt tabell 2-5.

Edeby (D 11): EU-yta med 70-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. Jordmånen är av övergångstyp utbildad på mjälilig lera. Mätning av deposition och markvatten startade 1996. Lokalen är en av elva Intensivtytor i landet, som sedan 2001 ingår i Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning av deposition till skog. Bland annat innebär det utökat mätprogram som bekostas av nationella anslag.

Hydrologiska året från oktober 2000 till september 2001 var nederbördsrikt. I Edeby noterades 1047 mm vilket är nästan 40 % mer än genomsnittet för fem års mätningar. Detta har bidragit till att våtdepositionen av så gott som samtliga ämnen var större under 2000/01 än något år tidigare. Exempelvis noterades nästan 6 kg svavel och så mycket som drygt 9 kg kväve per hektar öppet mark. Även till marken i skogen noterades mer svavel och kväve än vanligt. De uppmätta mängderna var dock mindre än på öppet fält. När det gäller oorganiskt kväve var skillnaden stor; till marken i skogen deponerades 4,4 kg/ha. Det innebär omfattande upptag eller omvandling av kväve i trädkronorna, vilket är normalt i brukad skog.

Figur 3 illustrerar att markvattnets sammansättning under senaste året varit ungefär densamma som tidigare år. Medianvärden för de provtagningar som har gett resultat är pH-värde 5,6, vilket är tämligen normalt för markvatten i länet. Halterna av totalt aluminium har oftast varit lägre än på övriga undersökta lokaler i länet; 0,2 mg/l, vilket är positivt. Halterna av kväve har oftast varit under detektionsgränsen. Det indikerar att tillgängligt kväve utnyttjas effek-

tivt i skogsekosystemet, vilket är normalt i brukad skog. Tre provtagningar under 1998-2000 visade dock förhöjda värden av både nitratkväve och ammoniumkväve. Möjligen orsakades det av att marken hade bearbetats av vildsvin. I övrigt kan nämnas att vildsvin och finkornig mark har gjort att det ofta har varit svårt att få markvatten vid provtagningarna i skogsytan. Bland annat har vildsvinen vandaliserat provtagarna, lysimetrarna. Nya lysimetrar har installerats vid ett antal tillfällen; senaste i september 2000 då tre nya installerats. Sedan lysimetrarna hägnades in i november 1999 har störningar orsakade av vildsvin uteblivit. Statistiska beräkningar visar att halterna av sulfatsvavel, organiskt kol (TOC) och spårämnet mangan har minskat sedan mätningarna startade.

Den hydrologiska årsmedelhalten av svaveldioxid (SO₂) i luft har sedan mätningarnas start, 1996/97, varit 0,7 µg/m³ samtliga år utom 1999/00 då den var 0,4 µg/m³. Även detta år, 2000/01, var genomsnittet 0,7 µg/m³. Månadsmedelhalterna av svaveldioxid har varit på jämförbar nivå med Höka i nordvästra Östergötlands län och något under halterna i Farstanäs i södra Stockholms län. Den hydrologiska årsmedelhalten av kvävedioxid (NO₂) var den lägsta sedan mätningarnas start och var samma som i Höka. Även de enskilda månaderna visade samma nivå som i Höka, medan halterna i Farstanäs var cirka tre gånger högre. Både den hydrologiska årsmedelhalten av svaveldioxid och den för kvävedioxid låg väl under de halter som angivits som delmål under Miljökvalitetsmålet 'Frisk luft', se "Ord att förklara". Lufthalterna av ammoniak var generellt relativt låga, dock var halterna något högre än föregående år. Halterna av marknära ozon var i genomsnitt 54 µg/m³, vilket är lägre än i Farstanäs och Höka i Stockholms respektive Östergötlands län. Ozonhalterna i Edeby var något lägre än de på EMEP-stationen Aspvreten i sydöstra delen av länet.

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.

Även om de nederbördskemiska mätningarna har avslutats visar krondroppsmätningarna att det varit betydligt mer nederbörd i området under senaste hydrologiska året jämfört med tidigare år då mätningar har utförts. Den totala mängden krondropp var 614 mm, vilket är så mycket som 80 % mer än genomsnittet för de fyra första åren. Detta bidrar till större nedfall till marken i skogen av samtliga ämnen jämfört med vad som noterats tidigare; 4 kg/ha av antropogent svavel och 4,1 kg kväve per hektar. Tidigare år, då även nederbördskemiska mätningar har genomförts, har visat omfattande upptag och omvandling av kväve i trädkronorna. Detta är normalt i brukad skog och gör att det totala nedfallet av kväve till beståndet har varit betydligt större än uppmätt deposition via krondropp.

Torr mark gör att det kan vara svårt att få markvatten från ytan. Även om senaste året var nederbördsrikt var provutbytet och uppmätta halter på samma nivå som tidigare. Markvatten från Stigtomtamalmen har inte visat några tecken på försurning; pH-värden runt 6, måttliga aluminiumhalter och en tillfredsställande kvot mellan baskatjoner och aluminium. Sedan mätningarna startade har markvattnets innehåll av kalcium och magnesium minskat.

Vallmotorp (D 13): Nationell observationsyta med 65-årig granskog på plan mark nordost 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.

På samma sätt som i Stigtomtalmalen indikerar mätningarna i Vallmotorp riklig nederbördsmängd under perioden oktober 2000 till september 2001. Mängden krondropp var betydligt större än tidigare år, vilket är den främsta orsaken till större deposition av svavel och kväve. Till marken i skogen noterades 5 kg svavel och 4,6 kg kväve per hektar. Tidigare års mätningar har visat förhållandevis liten skillnad mellan kvävenedfall på öppet fält och via krondropp i Vallmotorp. Detta är vanligast i områden med kraftig kvävebelastning eller om kväveomsättningen i beståndet är störd.

Markvattenprovtagningar i Vallmotorp har generellt kunnat genomföras utan problem. Medianvärden från 12 provtagningar, pH-värde 5,1 och 0,5 mg/l av aluminium totalt, indikerar måttlig försurningsgrad. Senaste årets provtagningar har visat relativt stora variationer. Till exempel varierade pH-värdet mellan 4,8 och 5,5 och kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium mellan 5 och 27, men orsaken är oklar. Halterna av kväve har regelmässigt varit mycket låga, vilket indikerar att tillgängligt kväve utnyttjas effektivt i ekosystemet. Signifikanta förändringar har endast noterats för kalium, där halterna har sjunkit.

Knutsta, Öja socken (D 14): EU-yta med snart 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. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält har genomförts i Knutsta under hela 2000/01.

Riklig nederbördsmängd noterades även i Knutsta under senaste året. Totalt noterades 836 mm, vilket är nästan 40 % mer än medelvärdet för de första fyra årens mätningar. Detta bidrar också till att neder-

bördens bidrag av så gott som samtliga ämnen var större än vanligt i Knutsta. Från oktober 2000 till september 2001 deponerades 3,6 kg svavel och 6,6 kg kväve per hektar via nederbörden. Mängden svavel och kväve via krondropp i denna tallyta har inte ökat i motsvarande grad, utan var på samma nivå som tidigare år; 2,6 kg svavel och 3,1 kg kväve per år. IVLs mätningar åt övriga luftvårdsförbund och länsstyrelser visar att det har blivit vanligare att svavel visar lägre värden via krondropp än på öppet fält under senare år, än när mätningarna startade i Blekinge 1985. Förklaringen är att torrdepositionen av svavel har minskat kraftigt (se avsnitt om tidsutveckling deposition). Det är också vanligare i tallskog än i granskog eftersom tallskog har mindre filtrerande yta än granskog.

Årets tre provtagningar av markvatten visar liknande bild som medianvärden från samtliga provtagningar; pH-värde 5,9 och drygt 0,5 mg/l av aluminium totalt. Halterna av kväve har så gott som alltid varit under detektionsgränsen, vilket är normalt i svensk skogsmark. Halterna av totalt organiskt kol och totalt aluminium var något högre än året innan. Den variation av markvattnets sammansättning som noterats mellan olika provtagningar i Knutsta beror troligtvis på inslag av rörligt markvatten som vid vissa tillfällen kan förekomma och transporteras i sidled i slutningen.

Åker (D 51): Snart 70-årig granskog sydost 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 var större under 2000/01 än något år tidigare i den nu tioåriga mätserien och 40 % större än genomsnittet för hela perioden. Trots det var nedfallet av svavel till marken i skogen på ungefär samma nivå som genomsnittet för hela perioden; 4,6 kg/ha under senaste året, se figur 7. Det innebär att koncentrationen av

svavel i krondroppet har sjunkit i krondropp från Åker och förklaras av generellt minskad torrdeposition av svavel. Mängden kväve via krondropp, 4,8 kg/ha, var dock något större än genomsnittet för alla tio år (4,2 kg/ha). Även för kväve har dock halterna i krondropp sjunkit.

Detta nederbördsrika år har markvattenprovtagningarna kunnat genomföras utan problem i Åker. Resultaten från senaste hydrologiska året skiljer sig inte nämnvärt från medianvärden från hela mätserien. Det innebär måttlig försurningsgrad med pH-värden runt 5,2 och måttliga halter av totalt aluminium runt 0,4 mg/l. Flertalet ämnen har visat högre halter än övriga lokaler i länet. Kväve har dock oftast visat låga halter, vilket är normalt i svensk skogsmark. Ett flertal ämnen har visat signifikant förändrade halter sedan den första provtagningen 1991. Det gäller sulfatsvavel, kalcium, magnesium och totalt organiskt kol som alla har sjunkit. Samtidigt har halten vätejoner och organiskt bundet aluminium ökat, vilket stämmer väl överens med övriga undersökningar IVL gjort i Svealand och Norrland.

Råsjön (D 52): Gammal självförynggrad 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.

På samma sätt som i Åker noterades 40 % mer krondropp än medelvärdet från tio års mätningar. Totala nedfallet av svavel och kväve till marken i skogen har också varit större än vanligt under dessa år. Från oktober 2000 till september 2001 noterades 7,4 kg svavel och 4,8 kg kväve per hektar. Siffrorna innebär att halterna av svavel i krondroppet har minskat, medan halterna av kväve har varit kvar på samma nivå som tidigare. Liksom tidigare är det i Råsjön som länets största belast-

ning av svavel och kväve har noterats, vilket delvis förklaras av stationens kustnära läge i södra delen av länet. Även om belastningen av både svavel och kväve var förhållandevis stor under senaste året har hela mätserien visat tydligt minskad svaveldeposition. I början av 1990-talet visade krondropp i genomsnitt 3,8 kg mer svavel per hektar än mätningarna på öppet fält. I slutet på 1990-talet hade skillnaden minskat till en tredjedel; 1,3 kg mer svavel via krondropp än på öppet fält. För-

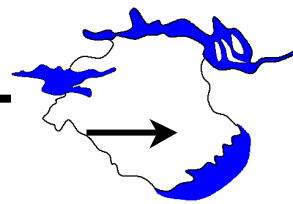
hållandet förklaras av en kraftigt minskad torrdeposition av svavel.

Markvattenprovtagningarna har gett dåligt utbyte på den hårda och kompakta marken i Råsjön. Provtagningen i maj gav endast 38 ml vatten, vilket inte räckte till alla analyser och provtagningen i augusti blev resultatlös. När det är väldigt torrt i markerna kan koncentrationseffekter göra att man får högre halter än vanligt. Majprovtagningen visar dock för området normala värden. Det

innebär länets suraste markvatten med pH-värde 4,9 och höga halter av totalt aluminium. Merparten har oftast varit i oorganisk form, vilket dock ej kan styrkas i maj 2001. Totalt ger det en relativt låg kvot mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium. Sedan den första provtagningen i maj 1991 har markvattnets halter av spårämnet mangan minskat signifikant och halterna av järn har ökat signifikant.

Edeby (D 11)

Gran, 71 år



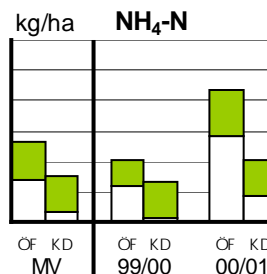
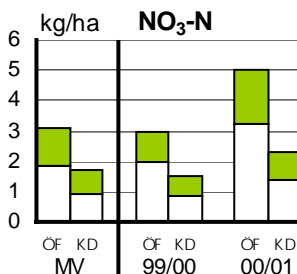
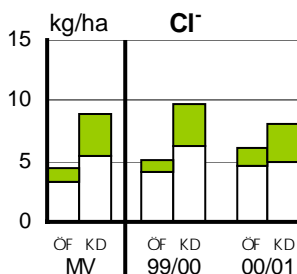
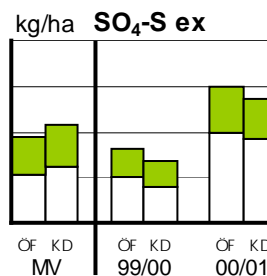
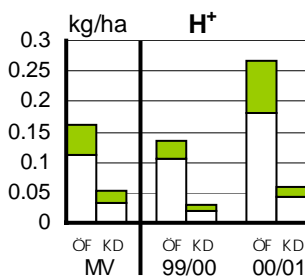
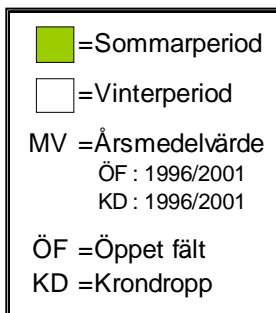
DEPOSITION

(D 11)

Nederbörd på ÖF (mm)

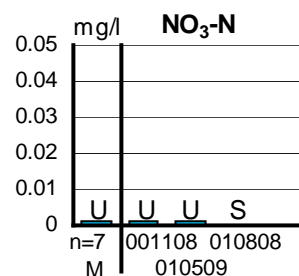
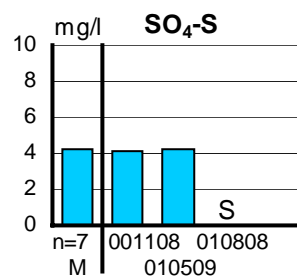
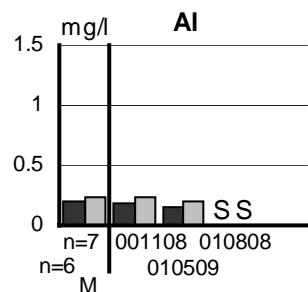
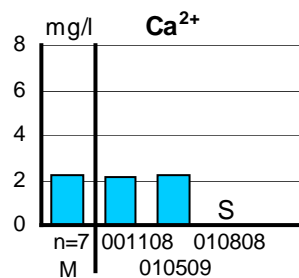
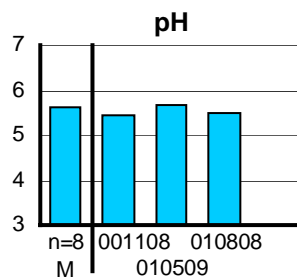
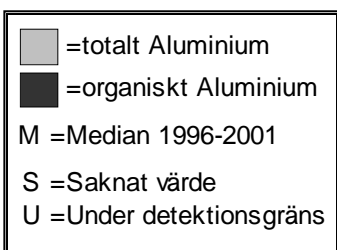
	MV	99/00	00/01
Sommar	378	320	435
Vinter	382	418	611

Sommar
Vinter



MARKVATTEN

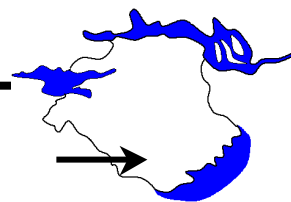
(D 11)



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

Stigtomtamalmen (D 12)

Tall, 53 år



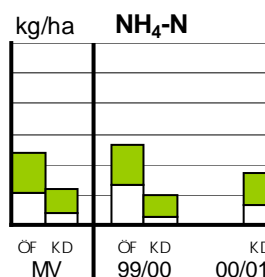
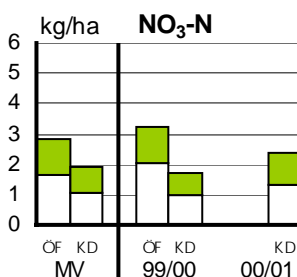
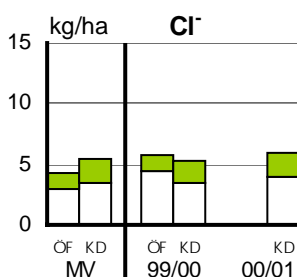
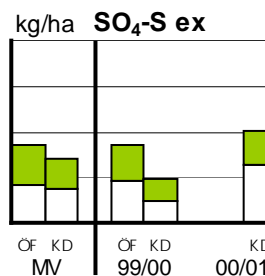
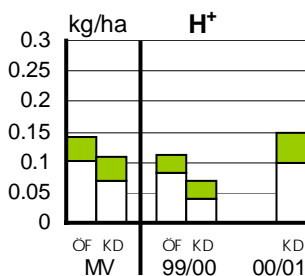
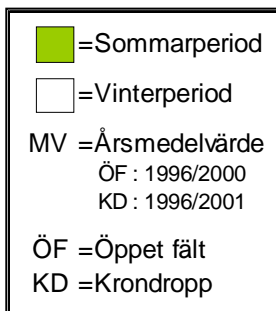
DEPOSITION

(D 12)

Nederbörd på ÖF (mm)

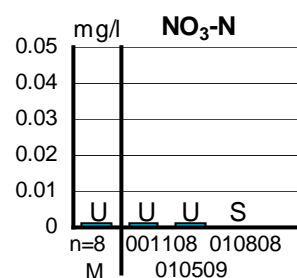
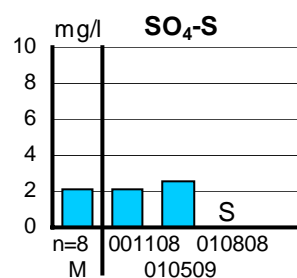
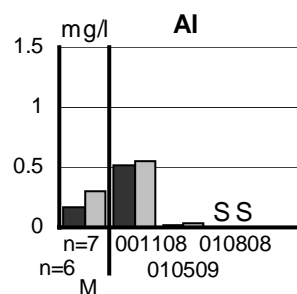
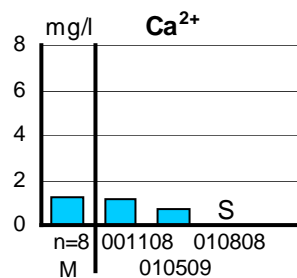
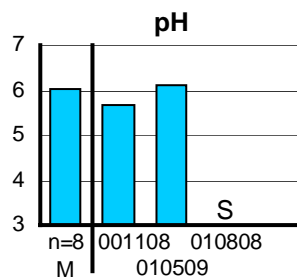
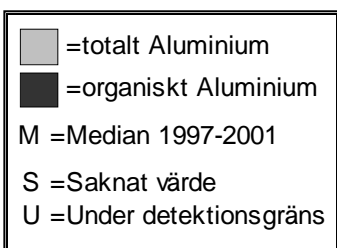
	MV	99/00
Sommar	349	337
Vinter	306	345

Sommar
Vinter



MARKVATTEN

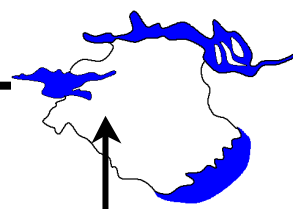
(D 12)



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

Vallmotorp (D 13)

Gran, 65 år



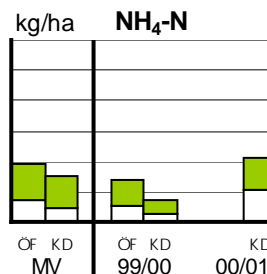
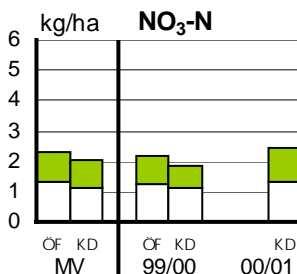
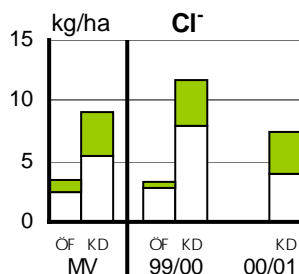
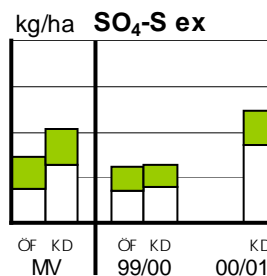
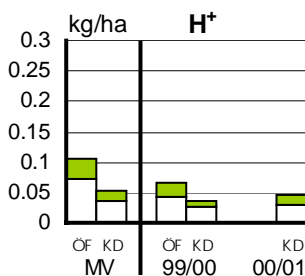
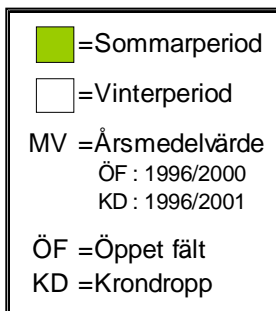
DEPOSITION

(D 13)

Nederbörd på ÖF (mm)

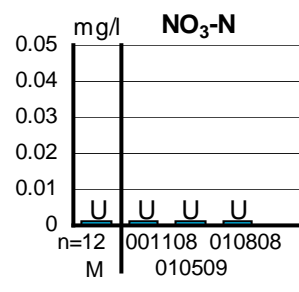
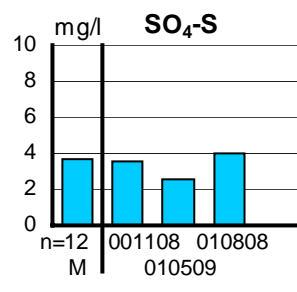
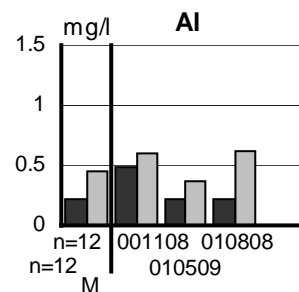
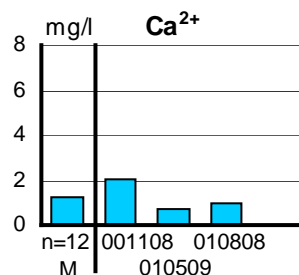
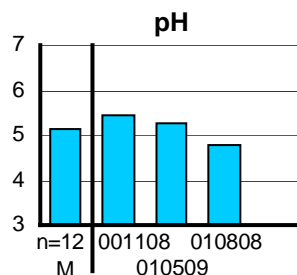
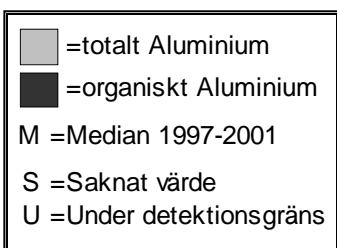
	MV	99/00
Sommar	366	335
Vinter	317	282

Sommar
Vinter



MARKVATTEN

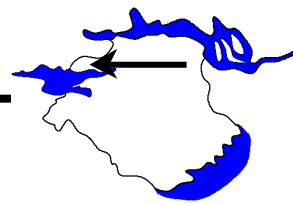
(D 13)



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

Knutsta (D 14)

Tall, 68 år



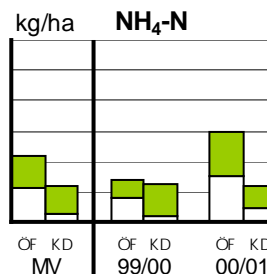
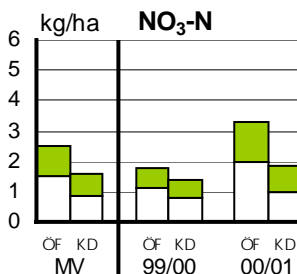
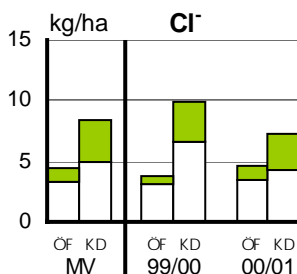
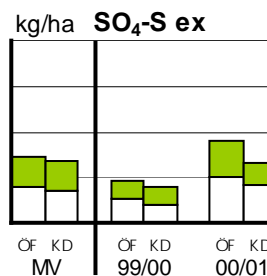
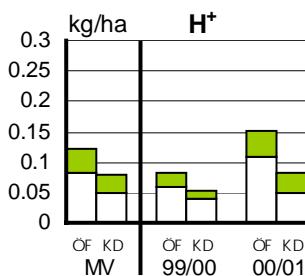
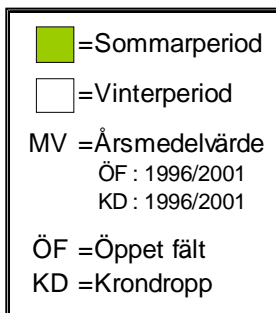
DEPOSITION

(D 14)

Nederbörd på ÖF (mm)

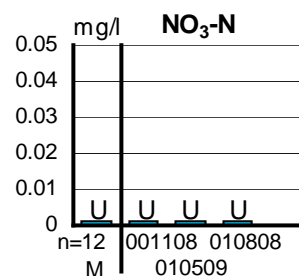
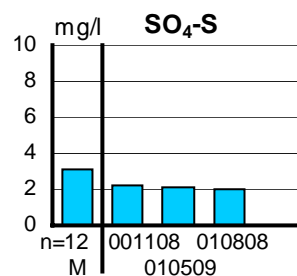
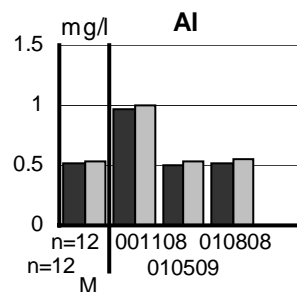
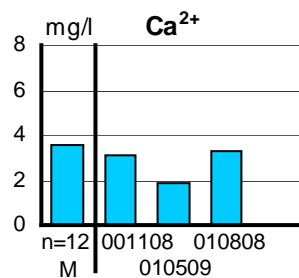
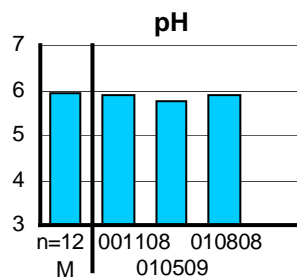
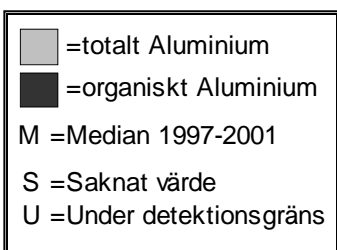
	MV	99/00	00/01
Sommar	289	205	285
Vinter	361	256	550

Sommar
Vinter



MARKVATTEN

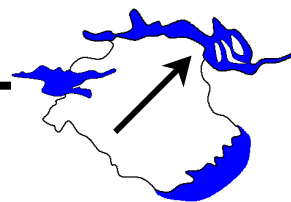
(D 14)



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

Åker (D 51)

Gran, 68 år



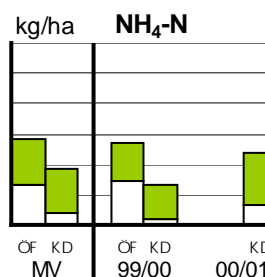
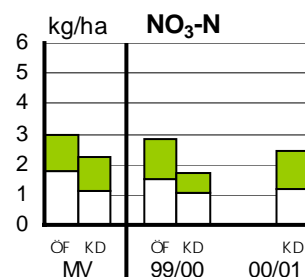
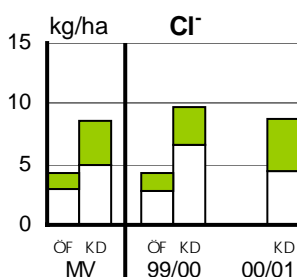
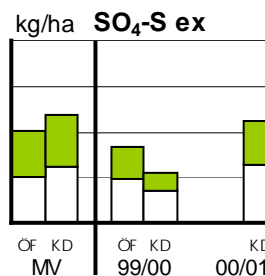
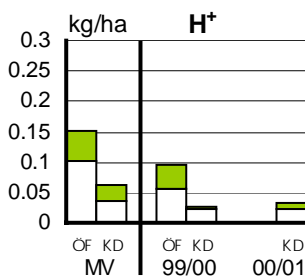
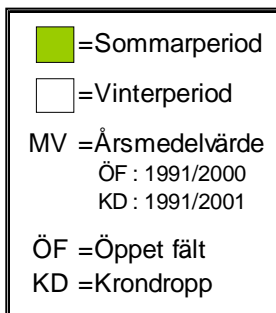
DEPOSITION

(D 51)

Nederbörd på ÖF (mm)

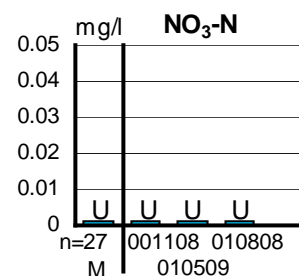
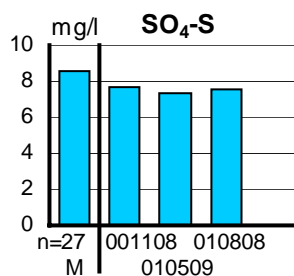
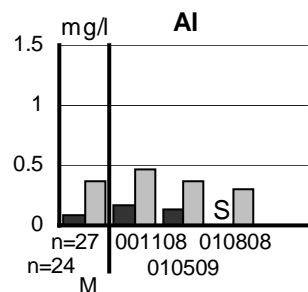
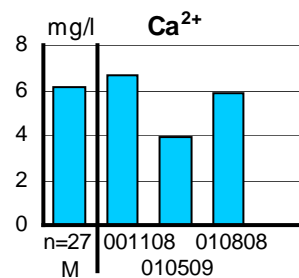
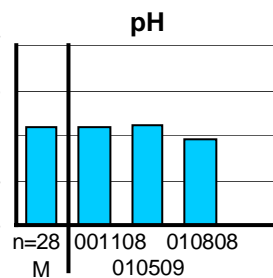
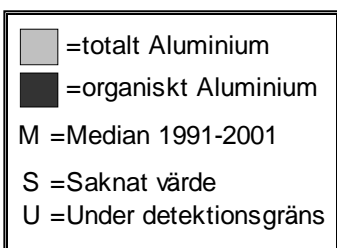
	MV	99/00
Sommar	323	332
Vinter	302	302

Sommar
Vinter



MARKVATTEN

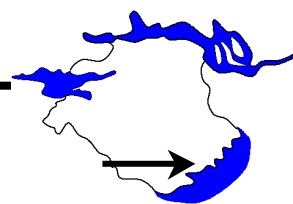
(D 51)



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

Råsjön (D 52)

Gran, 77 år



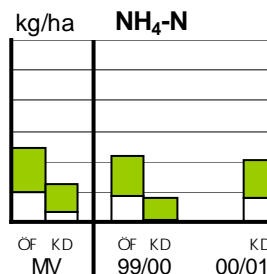
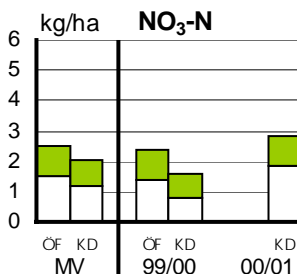
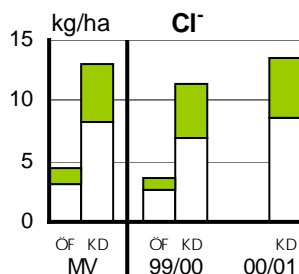
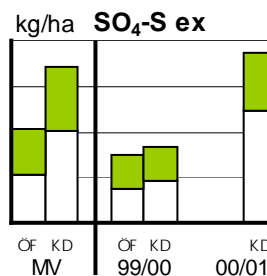
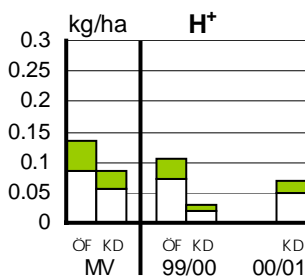
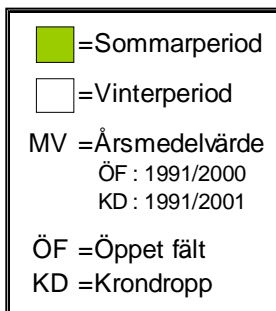
DEPOSITION

(D 52)

Nederbörd på ÖF (mm)

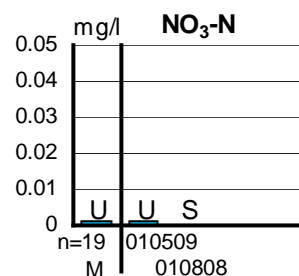
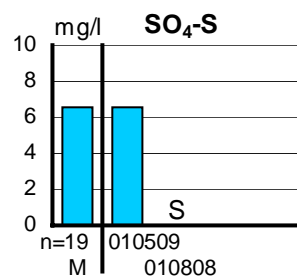
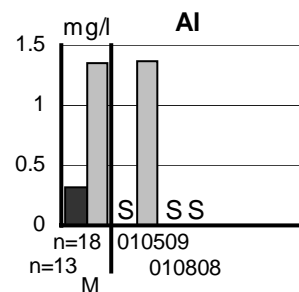
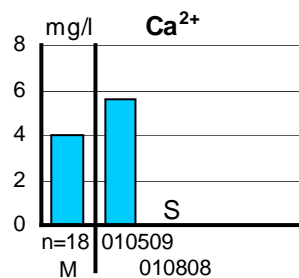
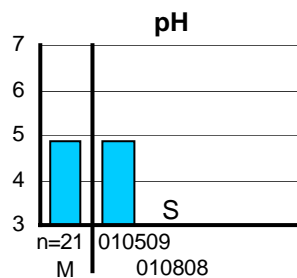
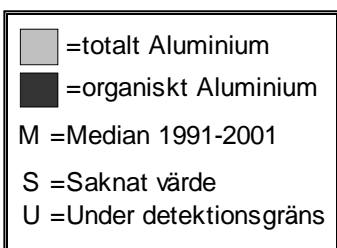
	MV	99/00
Sommar	312	335
Vinter	293	267

Sommar
Vinter



MARKVATTEN

(D 52)



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

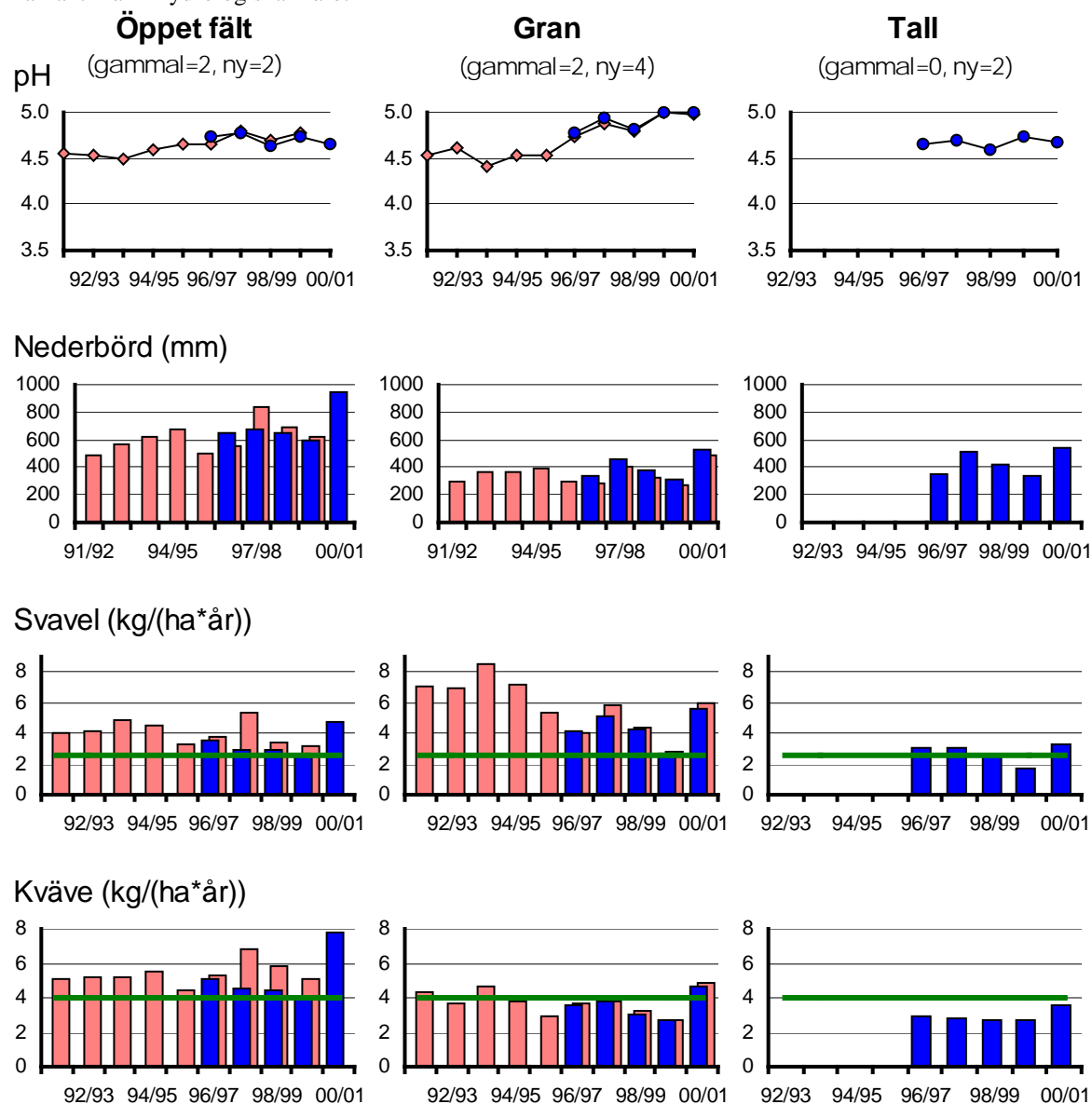
Tidsutveckling deposition

Figuren visar att nederbörden blivit mindre sur, vilket är positivt. Under de tre första åren var nederbördens pH-värde i genomsnitt 4,5, vilket ökat till 4,7 under senare år. Utvecklingen är tydligare i krondropp från granytorna, vilket förklaras av att krondropp också påverkas av torrdeposition. Krondropp från granskogen i Åker och Råsjön hade i genomsnitt pH-värde 4,5 under de fem första åren, vilket ökat till 4,9 under de fem senaste åren. Volymvägt pH-värde i nederbörd och krondropp visar god korrelation med svavelnedfall. Markant är hydrologiska året

1993/94 som präglades av sur nederbörd samt stort nedfall av svavel och kväve i hela södra och östra Sverige. Trolig orsak var meteorologiska förhållanden som påverkade intransporten av förorenad luft.

Det senaste hydrologiska året utmärker sig genom mycket större nederbördsmängder än tidigare år. I genomsnitt noterades 940 mm under 2000/01, vilket är hela 50 % mer än genomsnittet för tidigare års mätningar. Delvis till följd av detta noterades stor våtdeposition av svavel och kväve; 4,8 respektive 7,8 kg/ha. För kväve är det till

och med mer än något år tidigare i den nu tioåriga mätserien. När det gäller kväve finns ingen tydlig trend som visar att nedfallets omfattning har förändrats. Kvävenedfallet har varit relativt likartat under hela tidsperioden; i genomsnitt drygt 5 kg/ha på öppet fält och något mindre till marken i skogen. Däremot finns en tydlig trend när det gäller nedfallet av svavel. Generellt sett har det minskat i Södermanlands län, vilket även gäller övriga delar av Sverige. Främst är det torrdepositionen av svavel som har minskat.



Figur 10. Årsmedelvärden för Södermanlands län; öppet fält samt gran- och tallskog. Tidsserie "gammal" omfattar två lokaler (mätstart 1991/92) och serie "ny" (start 1996/97) omfattar sex lokaler. Tjock linje anger förväntad nivå i Svealand år 2010 om beslutade åtgärder genomförs (se sidan 3).

Dock visar senaste årets data snarare högre värde för svavelnedfall till marken i granytorna än genomsnittet från tio års mätningar. Under senaste året noterades 6,0 kg/ha, vilket är det högsta värdet sedan 1994/95. Liknande gäller flera andra län där IVL utfört undersökningar.

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. 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 Fju-

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

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

Det finns exempel på minskade halter av oorganiskt kväve i 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 nederbörds mängderna under perioden. I södra Sverige, där halterna inte förändrats så mycket, finns exempel på ökning av depositionen på öppet fält under senare år med hög nederbörd. Krondroppsmätningar i granskog visar i regel relativt konstanta nivåer på kvävedeposition, vilket indikerar att totaldepositionen till skog inte ökat kraftigt med de stigande nederbörds mängderna. Däremot har fördelningen mellan våt och torr deposition troligen förändrats. Ökat upptag och omvandling av kväve i trädkronan kan också minska kvävemängderna i krondroppet under år med riklig nederbörd och goda förhållanden för trädutväxt, samt tillväxt av alger och lavar på träden.

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

Län	Öppet fält			Granskog		
	Volymvägda halter, SO ₄ -S _{ex} , mg/l			Deposition, SO ₄ -S _{ex} , kg/ha*år		
	Beräknat 1991	Beräknat 2001	Minskning	Beräknat 1991	Beräknat 2001	Minskning
Skåne län	1,05	0,54	49%	17,8	6,7	62%
Blekinge län	1,01	0,52	48%	14,9	5,2	65%
Jönköpings län	0,86	0,42	52%	13,8	3,0	78%
Västra Götaland	0,86	0,41	52%	13,4	4,3	68%
Kronobergs län	0,81	0,39	52%	10,7	4,4	59%
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 kor-

ta. Lokaler med mindre än fem provtagningar (~2 år) ingår ej.

Figurerna 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.

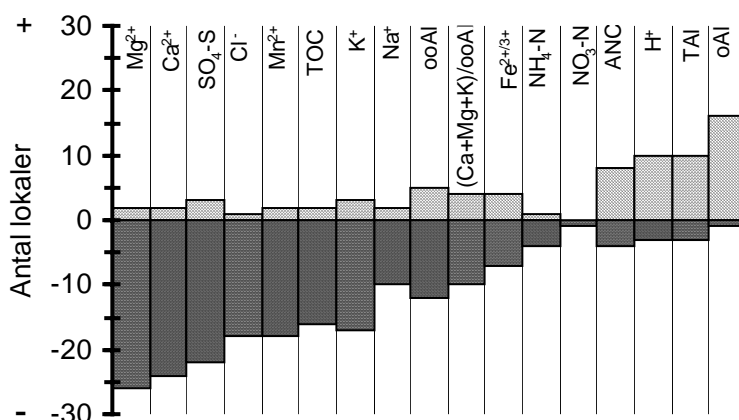
Förändringar av markvattnets surhetsgrad är inte lika tydliga, det finns exempel på både minskad

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 under-

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

Generellt har markvattnets ut-

veckling på skogsytorna i Södermanland inte varit lika tydlig som på övriga lokaler i Svealand och Norrland. Dock gäller samma allmänna mönster. På tre av lokalerna har halterna av magnesium sjunkit. Två lokaler visar sjunkande halter av sulfatsvavel, kalcium, mangan och totalt organiskt kol. Klorid, syraneutraliserande förmåga eller kvot mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium visar inga signifikanta förändringar.



Figur 11. 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 (-).

Faktaruta: Ozonhalter

Ett av 15 svenska Miljökvalitetsmål kallas Frisk luft. Där anges som delmål: "Halten marknära ozon ska inte överskrida 120 µg/m³ som åttatimmars medelvärde år 2010". Detta värde gäller främst skydd av människors hälsa. Inom övriga Europa har arbetet även omfattat ozons effekter på växter och första generationens kritiska nivåer baserades på halter, uttryckta som medelvärden över olika tidsperioder. Numera används ett dosrelaterat mått; AOT40 där AOT står för Accumulated exposure Over Threshold. AOT40 tillhör andra generationens ozonmått och innebär ackumulerat överskridande av halten 40 ppb under en viss tidsperiod, vanligen 3 månader. För jordbruksgrödor, vilda örter och gräs är den kritiska ozonnivån 3000 ppb-timmar under maj - juli.

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

Tidsutveckling lufthalter

Lufthalter av svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃) mäts i Edeby sedan 1997 (tabell 4).

Utvecklingen av svaveldioxidhalten i luft i Edeby redovisas i figur 12. Svaveldioxidpartiklar har lång livslängd i atmosfären och kan transporteras långa sträckor, 100-200 mil. Intransporten av förorenad luft från centrala Europa har stor betydelse för lufthalter 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. På sydsvenska bakgrundsstationer med dygnsmätningar av lufthalter (till exempel EMEP-stationen Vavihill) uppmättes några av vinterhalvårets högsta halter, 5-6 µg/m³, den 21-23 januari 2001 i samband med

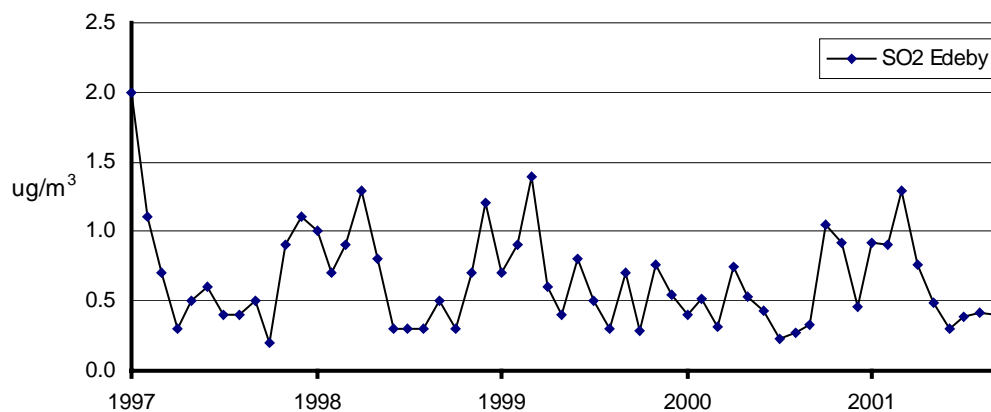
vindar från syd och sydost. De höga halterna under dessa tre dygn slog igenom på stationer med månadsprovtagning i bland annat Skåne och Kalmar län som uppvisade de högsta månadsmedelhalterna i januari 2001 sedan 1997. Den förorenade luftmassan verkar dock inte ha påverkat lufthalterna i Södermanlands län i samma utsträckning som längre söderut. Dock var halterna generellt högre vintern 2000/01 än närmast föregående vinter. Detta stämmer väl överens med att torrdepositionen av svavel var större under det senaste hydrologiska året (se tidsutveckling deposition).

Halterna av kvävedioxid är generellt högst under kalla vintermånader och lägst under sommarmånaderna. Så var fallet även under denna mätperiod då den högsta halten, 3,3 µg/m³ mättes upp under januari 2001. Medelvärdet för halterna under senaste hydrologiska året var den lägsta sedan mätningarnas början. Sedan 1997/98, då medelhalten var 2,5 µg/m³, har

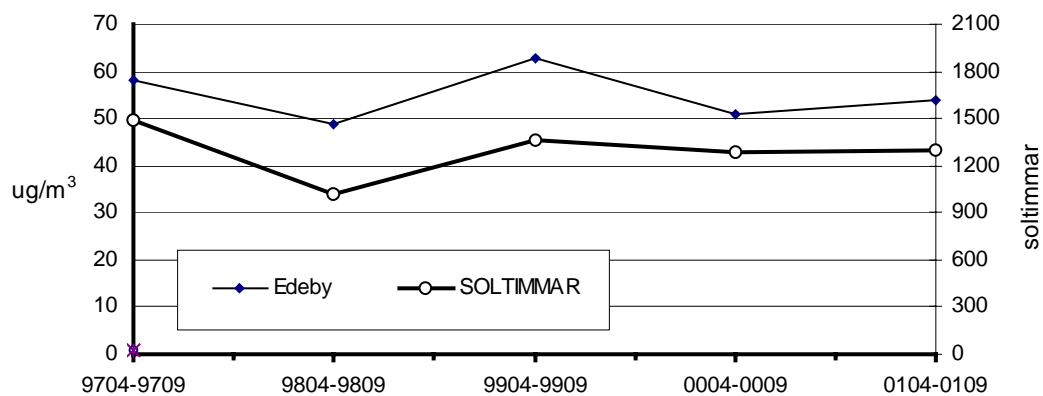
medelhalterna stadigt sjunkit ner till 1,9 µg/m³ under 2000/01.

Lufthalterna av ammoniak har generellt varit låga i Edeby. Flera månadshalter har varit under detektionsgränsen (0,3 µg/m³) sedan mätningarnas början, 1997. De högsta halterna under senaste året, 0,5-0,7 µg/m³, noterades under sommarmånaderna maj till juli.

Marknära ozon är en sekundär luftförorening som bildas genom kemiska reaktioner mellan kväveoxider (NO_x) och flyktiga organiska kolväteföreningar (VOC) under solljusets inverkan. Väder som gynnar ozonbildning är högtrycks-situationer då vädret är varmt och soligt med låga vindhastigheter. Meteorologiska faktorer orsakar stora naturliga variationer i ozonhalter mellan åren. En jämförelse mellan halten ozon i Edeby under sommarhalvåret och antalet uppmätta soltimmar i Norrköping (Väder och Vatten, SMHI) tydliggör sambandet mellan marknära ozon och solsken, figur 13.



Figur 12. Månadsmedelvärden av svaveldioxid (SO₂), i Edeby, januari 1997 till september 2001.



Figur 13. Medelvärden för halten marknära ozon (O₃) under april – september 1997 - 2001, samt antal soltimmar i Norrköping.

Data i tabellform, deposition, lufthalter, markvatten

Tabell 2a. Öppet fältdata från Södermanlands län, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. Observera! 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⁺
Edeby (D 11 A)	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
Stigtomtamalmen (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	2,6	0,7	2,4	1,9	0,06
	98/99	626	0,10	3,5	3,3	4,0	2,4	2,2					
	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 2b. Öppet fältdata från Södermanlands 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⁺
Stigtomtamalmen	440	0,09	2,6	2,4	2,9	1,7	1,6					
Vallmotorp	412	0,08	2,1	2,0	1,7	1,5	1,4					
Åker	408	0,12	2,9	2,7	2,6	2,1	2,2					
Råsjön	494	0,07	2,9	2,7	3,7	1,7	1,6					

Tabell 3. Krondroppsdata från Södermanlands län, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. Observera! 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⁺
Edeby (D 11 A)	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
Stigtomtama- men (D 12 A)	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)	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)	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)	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					
Råsjön (D 52 A)	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 4. Lufthalter i Edeby, Södermanlands län, diffusionsprovtagning.

Lokal	Period	SO ₂	NO ₂	NH ₃	O ₃
		ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³
Edeby (D 11 A)	0010	1,1	1,8	0,4	40
	0011	0,9	2,7	<0,3	17
	0012	0,5	2,1	<0,3	^U 19
	0101	0,9	3,3	^U <0,3	26
	0102	0,9	2,5	<0,3	50
	0103	1,3	2,3	<0,3	60
	0104	0,8	1,6	<0,3	63
	0105	0,5	1,4	0,5	63
	0106	0,3	1,0	0,6	61
	0107	0,4	1,2	0,7	53
	0108	0,4	1,2	<0,3	43
	0109	0,4	1,5	^U 0,4	39
	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	-	-
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

U) Uppskattat värde

Tabell 5. Markvattendata från Södermanlands län.

Lokal	Datum	pH	mekv/l →		mg/l →										mol/mol			
			Alk	ANC	SO ₄ -S	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺	Fe ^{2+/3+}	ooAl	tAl	TOC	BC/ooAl
Edeby (D 11 A)	2000-11-08	5,5	0,042	0,082	4,14	5,93	<0,002	<0,010	2,13	1,94	5,00	0,93	<0,020	0,013	0,055	0,238	9,0	77
	2001-05-09	5,7	0,016	0,062	4,17	3,37	<0,002	<0,010	2,27	1,44	3,88	0,69	<0,020	0,015	0,048	0,204	6,9	75
	2001-08-08	5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median	5,6	-	0,062	4,25	4,44	<0,002	<0,010	2,27	1,70	4,73	0,95	<0,020	0,029	0,065	0,238	9,7	71
	n=	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	6
Stigtomtälmen (D 12 A)	2000-11-08	5,7	-	0,055	2,07	2,34	<0,002	0,123	1,17	0,58	2,46	1,44	<0,020	0,075	0,036	0,548	16,0	67
	2001-05-09	6,1	0,018	0,032	2,50	0,83	<0,002	<0,010	0,71	0,71	1,81	1,51	<0,020	0,006	0,004	0,027	3,4	579
	2001-08-08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median	6,0	-	0,062	2,11	1,17	<0,002	0,029	1,22	0,57	1,98	1,96	<0,020	0,053	0,025	0,305	13,0	157
	n=	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	6	7	7	6
Vallmotorp (D 13 A)	2000-11-08	5,5	0,012	0,061	3,53	6,63	<0,002	<0,010	2,05	1,40	5,58	0,32	<0,020	0,074	0,117	0,600	14,0	27
	2001-05-09	5,3	-	0,040	2,60	2,30	<0,002	<0,010	0,76	0,79	3,69	0,16	<0,020	0,082	0,149	0,373	5,6	10
	2001-08-08	4,8	-	0,001	3,98	5,71	<0,002	<0,010	1,01	1,32	5,73	0,10	<0,020	0,068	0,404	0,613	6,9	5,5
	median	5,1	-	0,005	3,72	4,07	<0,002	<0,010	1,20	1,28	4,62	0,20	<0,020	0,064	0,250	0,456	6,9	9,3
	n=	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Knutsta (D 14 A)	2000-11-08	5,9	0,040	0,159	2,22	3,79	<0,002	<0,010	3,12	0,75	3,62	1,19	<0,020	0,227	0,024	0,993	22,0	156
	2001-05-09	5,8	0,015	0,081	2,10	1,96	<0,002	<0,010	1,90	0,56	2,48	0,70	<0,020	0,150	0,027	0,529	12,0	88
	2001-08-08	5,9	0,030	0,188	1,95	3,75	<0,002	<0,010	3,32	0,84	3,77	0,65	<0,020	0,119	0,032	0,550	21,0	113
	median	5,9	-	0,137	3,11	3,72	<0,002	<0,010	3,56	0,93	3,85	0,70	<0,020	0,142	0,033	0,540	17,0	116
	n=	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Åker (D 51 A)	2000-11-08	5,2	-	0,054	7,69	10,43	<0,002	<0,010	6,65	1,90	7,71	0,19	<0,020	0,015	0,303	0,473	6,9	22
	2001-05-09	5,2	-	-0,019	7,37	5,94	<0,002	<0,010	3,88	1,64	6,33	0,20	<0,020	0,018	0,237	0,369	5,1	19
	2001-08-08	4,9	-	0,077	7,52	8,02	<0,002	<0,010	5,88	1,59	7,83	0,32	<0,020	0,012	-	0,308	13,0	-
	median	5,2	-	0,036	8,52	8,13	<0,002	<0,010	6,09	2,02	6,93	0,25	<0,020	0,013	0,296	0,370	8,9	21
	n=	28	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	24	27	26	24

Tabell 5. Markvattendata föris.

Lokal	Datum	pH	Alk		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 →	ANC														
Råsjön (D 52 A)	2001-05-09	4,9	-	0,173	6,57	9,84	<0,002	0,015	5,57	2,65	6,09	3,92	<0,020	0,109	-	1,360	-	-
	2001-08-08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median	4,9	-	-0,012	6,57	8,91	<0,002	0,199	4,00	1,99	6,59	1,35	0,131	0,024	0,860	1,345	17,0	5,9
	<i>n</i> =	21		18	19	19	19	19	18	18	18	18	18	18	13	18	15	13

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