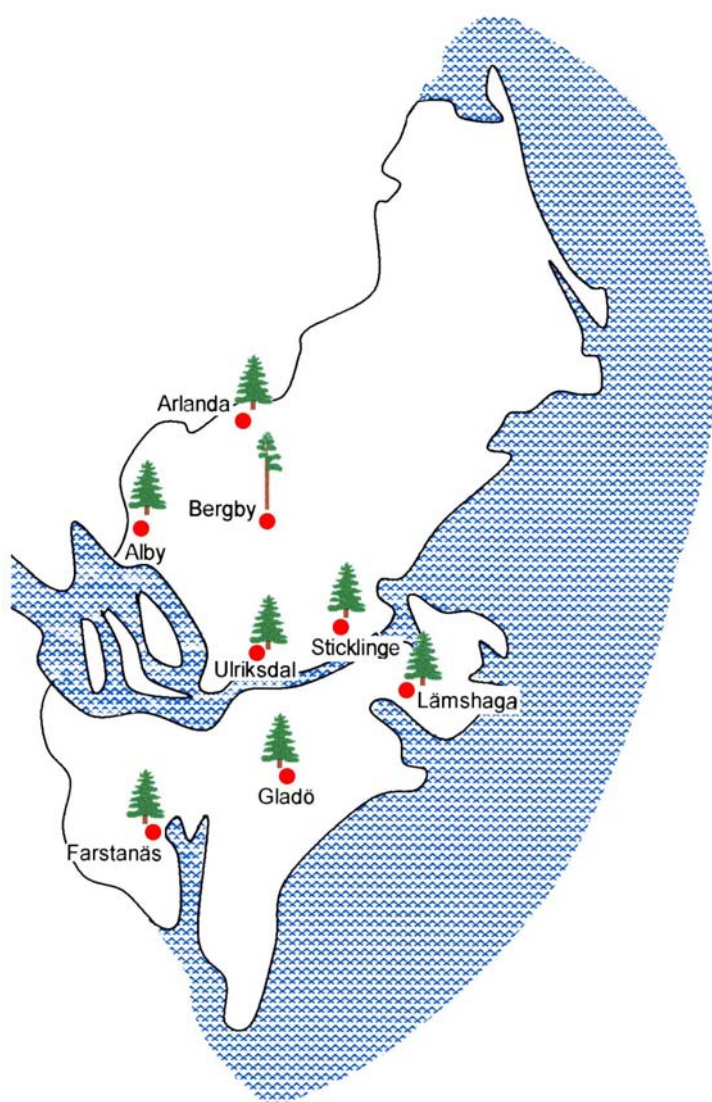


För Länsstyrelsen i Stockholms län och Luftfartsverket

Övervakning av luftföroreningar i Stockholms län

Resultat till och med september 2006



Anna Nettelbladt, redaktör
B 1733
Juli 2007

För Länsstyrelsen i Stockholms län och Luftfartsverket

Övervakning av luftföroreningar i Stockholms län

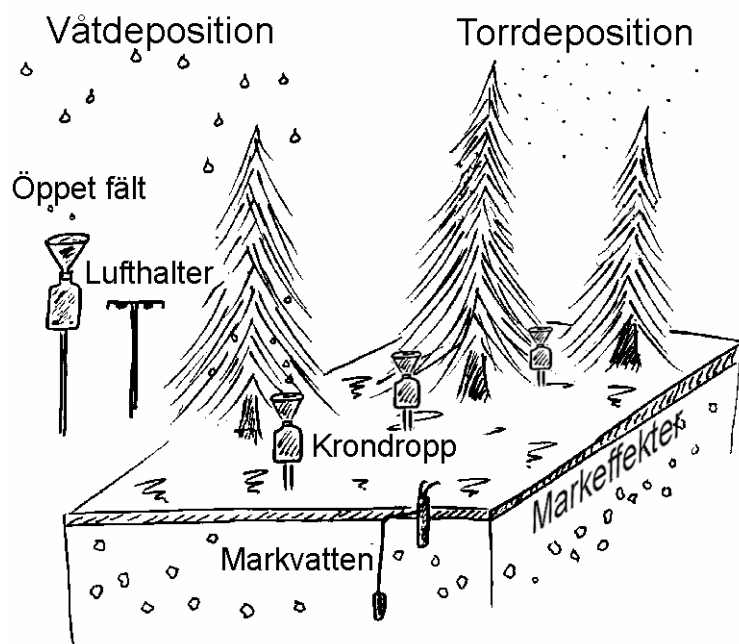
Resultat till och med september 2006

På uppdrag av Länsstyrelsen i Stockholms län och Luftfartsverket har IVL sedan 1992 mätt nedfall av luftföroreningar, markvattnets kvalitet och lufthalter i Stockholms län. Länsstyrelsens mätningar stöttas ekonomiskt av Vägverket Region Stockholm, Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbund, Söderenergi AB, AB Fortum Värme samägt med Stockholms stad samt Sollentuna kommun (Säbysjön). Syftet är att beskriva nedfallets storlek och markvattnets sammansättning i skogsytorna, men även visa skillnader mellan olika regioner och förändringar i tiden. Grundvattnets sammansättning på två lokaler ingår sedan år 2000. De flesta provytorna ligger i skogsvårdsstyrelsens observationsytor, vilket gör att 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. Sedan mätningarna startade har skillnaden mellan olika regioner i Sverige minskat betydligt samtidigt som nederbörden blivit mindre sur. Nederbördens halter av försurande svavel har halverats under 1990-talet samtidigt som nedfallet till marken i skogen har minskat kraftigt. Till stor del förklaras det av minskade utsläpp av svavel i Europa. När det gäller kväve är det svårare att se trender, även om vissa tecken på minskad deposition finns.

Senaste årets resultat visar att nederbördens pH-värde var i genomsnitt 4,8. Till marken i granytorna Lidängö, Farstanäs och Lämshaga deponerades 3,6 kg antropogent svavel och 3,4 kg oorganiskt kväve per hektar. Det är större än acceptabla nivåer. De centralt belägna provytorna i Stickleby och Ulriksdal har haft det suraste markvattnet och tydliga tecken på återhämtning saknas.

Luftens innehåll av kvävedioxid var högre än i angränsande län. När det gäller EU-direktivet och den svenska miljökvalitetsnormen för marknära ozon så understiger halterna det gränsvärde som skall gälla från 2010, dock överskrider det gränsvärde som skall gälla från 2020 vid en lokal (Bergby). Det svenska målvärdet 50 µg/m³ som avser tillståndet 2020 överskrider vid båda lokalerna.



Figur 1. Principskiss för mätningarna.

Uppdragsgivare:

Länsstyrelsen i Stockholms län och Luftfartsverket.

Utförande organ:

IVL Svenska Miljöinstitutet AB
Box 5302, SE-400 14 GÖTEBORG

Författare: Anna Nettelbladt, red.

Nyckelord: Deposition, svavel, kväve, skogsytorna, försurning, markvattnet, lufthalter, Stockholms län

IVL rapport B 1733

Beställs från:

Länsstyrelsen i Stockholms län
Lennart Ljungqvist
Box 22 067

104 22 STOCKHOLM

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 Stockholms län	1
Innehållsförteckning	2
Inledning	3
Ord att förklara	4
Förklaring till stationsfigurer	4
Stationsvis redovisning	5
Tidsutveckling deposition	19
Kommunvis deposition	Error! Bookmark not defined.
Tidsutveckling markvatten	20
Marknära ozon	Error! Bookmark not defined.
Locksamlare i Ulriksdal	20
Faktaruta: Lufthalter och årsmedelvärden	22
Data i tabellform, deposition, lufthalter, markvatten	23

Rapporten godkänd
2007-07-03



John Munthe
Avdelningschef

Mer information finns på
Krondroppsnätets hemsida:
www.ivl.se/miljo/projekt/kron/

Där finns bland annat:

- bakgrund och metodbeskrivning
- information om provytorna
- länk till modellberäknade data
- databas och kartor för hela Sverige
- notiser och aktuell information

Inledning

På uppdrag av luftvårdsförbund, länsstyrelser, skogsstyrelsen och kommuner mäter IVL deposition och markvatten på över 100 lokaler i Sverige (figur 2). Syftet är att kvantifiera belastning och beskriva effekter i marken. På vissa lokaler mäts lufthalter av olika föroreningar.

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

Provtagning av nederbörd sker på öppna ytor. Analys av föroreningar ger mått på huvudsakligen det våta nedfallet. Provtagning av kron-dropp görs på närbelägna skogs-ytor. 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 Skogsstyrelsens skogliga observations-ytor. Skogsstyrelsen 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 2004-2006 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 kvalitetsssäkring av mätningarna. Resultat från Kron-droppsnätets mätningar av deposition, tillsammans med liknande mätningar i andra länder, har fort-löpande under program-perioden utnyttjats som underlag för att utveckla nya metoder för modellberäkningar av gränsöverskridande luftföroreningar i Europa. De nya metoderna kan med ökad precision beräkna nödvändiga utsläpps-begränsningar för nå en rad miljömål bland annat i Sverige. Programmet har även varit grund i det styrgruppsarbete och diskussioner som mynnat i ett nytt omarbetat program för 2007-2010.

Programmet 2004 till 2006, liknar i stora drag utförandet 2003, men nu finns minst en lokal per län med nederbördskemiska mätningar på öppet fält. Totalt antal skogslokaler är dock något mindre än förut. Liksom 2004 var avsikten att denna rapport skulle redovisa modellberäknad våtdeposition i figurer och tabeller, som jämförelse till kron-droppsmätningarna. Försening i leverans av data har dock gjort att denna redovisning istället kommer ske på Kron-droppsnätets hemsida (www.IVL.se) under hösten. Modellberäknad deposition bygger på MATCH-Sverige, en spridningsmodell framtagen av SMHI.

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 **Stockholms län** är resultat av ett lagarbete. Provtagning har utförts av Lennart Ljungqvist, Britta Höglund och Ingrid Olsson på Länsstyrelsen, Åke Söderlind på Hallsta Pappersbruk samt Staffan Dackman på Skogsvårdsstyrelsen Mälardalen. På IVL har K Koos, I Torbrink, I Wählström, C Hällinder, S Honkala, V Andersson, N Nilsson och C Larsson, analyserat proverna. Validering av data har huvudsakligen utförts av A Nettelblatt och I Wählström. W. G Malm och A Nettelblatt har arbetat med databearbetning och figurframställning. A Nettelblatt har utvärderat och rapporterat resultaten tillsammans med A Svensson och Gunilla Pihl-Karlsson (lufthalter).



Figur 2. Kron-droppsnätet under 2005/06. Samordnade mätningar av luftföroreningar i skogliga observations-ytor.

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 nedfallet

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 omätta 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: Mätt på surhetsgrad. Ju lägre pH-värde, desto mer vätejoner och surare förhållanden.

SO₄-S_{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 figuren 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 3-10, deposition och markvatten, figur 11, grundvatten, figur 15, halter i luft, samt tabell 1-5. Notera att nederbördskemiska mätningar på öppet fält har avslutats på flera lokaler. För dessa redovisas istället modellberäknad våtdeposition i respektive stationsfigur. Resultat från tidigare års mätningar som inte redovisas i rapporten, finns utlagda på Krondroppsnätets hemsida www.ivl.se/miljo/projekt/kron/

Bergby (A 01): EU-yta med 76-årig tallskog med inslag av gran i Vallentuna kommun. Ståndortsindex är T24, vilket innebär att träden beräknas vara 24 m höga vid 100 års ålder. Marktypen, med sandig-moig morän och jordmån av övergångstyp, tillhör den näst vanligaste kategorin i länet. Markvegetationen utgörs mestadels av låga örter utan ris. Mätning av deposition och markvatten startade i oktober 1996.

Tio års mätningar i Bergby visar att i genomsnitt 3,5 kg antropogent svavel årligen har deponerats per hektar med nederbörden. För krondropp visar mätningarna till och med något lägre svavelnedfall; i genomsnitt 3,0 kg/ha. Det senaste året uppmättes 2,2 kg/ha, men då var också nederbörden lägre än normalt. Att krondroppsmätningarna visar mindre svavelnedfall än mätningarna på öppet fält har blivit vanligare på senare år. Tidigare (slutet av 1980-talet och början av 1990-talet) har detta bara noterats i tallytor i områden med låg till måttlig svavelbelastning, exempelvis mellersta och norra Sverige. På senare tid har det blivit vanligare och även noterats i granytor i södra Sverige. Trolig orsak är liten torrdeposition av svavel. Detta gör att faktorer som ligger inom felmarginalen märks på ett annat sätt än när torrdepositionen är stor. Påverkande faktorer är exempelvis hur effektivt nederbörden tvättar av trädskronorna, stamavrinningens omfattning (oftast <5 %) samt att torrdeposition vid vissa tillfällen förekommer i insamlarna på öppet fält. Delvis på grund av kostnads-skäl ingår inte stamavrinning i dessa undersökningar. När det gäller kväve är det normalt med större nedfall på öppet fält än via krondropp, eftersom kväve är ett eftertraktat näringsämne som kan tas

upp eller omvandlas i trädskronorna. Genomsnittet för åtta års mätningar i Bergby är 5,7 kg oorganiskt kväve (summa nitratkväve och ammoniumkväve) per hektar och år på öppet fält och 3,8 kg/ha via krondropp. Sedan 2001 analyseras nedfallet även med avseende på organiskt kväve i Bergby. Resultaten visar i genomsnitt 1,9 kg/ha på öppet fält och 2,5 kg/ha via krondropp. Motsvarande värden för det senaste mätåret 05/06 är 7,9 kg/ha (oorganiskt) och 3,4 kg/ha (organiskt) kväve på öppet fält och 4,6 kg/ha (oorganiskt) respektive 2,3 kg/ha (organiskt) kväve i krondroppet. Det är något högre än föregående år.

Markvatten från Bergby har oftast visat likartade förhållanden vid olika provtagningar och värden som är tämligen normala för regionen. Som medianvärden från 24 provtagningar gäller pH-värde 5,8 och 0,5 mg/l av aluminium totalt. Merparten har varit bundet i organisk form som anses mindre giftigt än oorganiskt bundet aluminium. Kvävehalterna har i princip alltid varit under detektionsgränserna. Detta är normalt för produktiv skogsmark, där vegetationen på ett effektivt sätt kan tillgodogöra sig tillgängligt kväve. Några signifikanta förändringar har noterats avseende markvattnets sammansättning sedan mätningarna startade. Det gäller pH-värdet som har ökat medan halterna av sulfatsvavel, kalium, järn och oorganiskt aluminium har minskat.

Mätningarna av svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och marknära ozon (O₃) i Bergby startade i januari 2002. Under åren har årsmedelhalterna (hydrologiskt år) av SO₂ varierat mellan 0,7 - 0,9 µg/m³ med det högsta medelvärdet under den senaste mätperioden. Årsmedelhalterna av NO₂ har under åren varierat mellan 3,9-4,4 µg/m³ även det med det högsta medelvärdet under den senaste mätperioden. Sommarmedelhalten av NH₃ har varit mycket jämn under de fem somrar som mätningarna pågått, medelhalten har varierat mellan 0,5-0,7 µg/m³ och under sommaren 2006 var medelhalten 0,7 µg/m³. Även sommarhalvsårsmedelhalterna för

ozon har varit mycket lika mellan somrarna. Under åren har medelhalterna endast varierat mellan 57-60 µg/m³ och under sommaren 2006 var halten 60 µg/m³.

Halterna av både SO₂ och NO₂ har varierat som tidigare år med de högre halterna under vinterhalvåret och de lägre under sommarhalvåret. SO₂-halterna vid Bergby var något lägre än medelhalterna vid Farstanäs och Sticklinge. Halterna av NO₂ vid Bergby 2005/06 har, precis som under tidigare mätperioder, varit lägre än vid alla de övriga lokalerna i Stockholms län som mäter kvävedioxid: Ulriksdal, Sticklinge, Lämshaga samt Farstanäs. När det gäller NH₃ så varierar halterna relativt kraftigt under mätperioden men medelhalterna är på samma nivå vid Bergby som vid Farstanäs. Det enda undantaget var under november 2005 då halten vid Bergby var avsevärt högre än motsvarande halt vid Farstanäs. Halterna av O₃ var under mätperioden på samma nivå som halterna vid Farstanäs. Halterna vid Bergby var dock lägre än uppmätta halter vid Aspvreten, den EMEP-station som ligger närmast. Medelhalten för ozon vid Aspvreten under sommaren 2006 var 77 µg/m³, vilket är mycket högre än motsvarande halt vid Bergby, som var, 60 µg/m³.

Sticklinge (A05): 100-årig granskog i relativt kuperat skogsområde på nordvästra Lidingö. Liksom på flertalet övriga ytor i länet startade mätning av deposition och markvatten 1992. De nederbördskemiska mätningarna på öppet fält avslutades i september 2004

Krondroppsmätningarna har som regel visat högre värden av både svavel- och kvävedeposition än mätningarna som tidigare skett på öppet fält. Under 2005/06 noterades 4,7 kg svavel per hektar, vilket är tydligt under årsgenomsnittet för hela perioden; 7,0 kg/ha. Depositionen av oorganiskt kväve till marken var 7,6 kg/ha, vilket är något mer än genomsnittet för tolv års mätningar; 6,6 kg/ha. Krondroppsmätningarna har visat en mycket tydligare tidsutveckling av svavelnedfall än mätningarna på öppet fält. Nedfallet till marken i

skogen var drygt 40 % lägre under de fem senaste åren jämfört med de fem första åren (4,9 jämfört med 8,7 kg/ha och år). Främst är det torrdepositionen av svavel som har minskat, från 4,8 till 1,6 kg per hektar och år, räknat som skillnad mellan nedfall via kron dropp och nedfall på öppet fält och medelvärden för den första respektive senaste femårsperioden. När det gäller kväve kan torrdepositionen inte beräknas på samma sätt, eftersom kväve i stor utsträckning påverkas av upptag eller omvandlingsprocesser i träd kronorna. För oorganiskt kväve har utvecklingen inte varit lika tydlig, nedfallet till marken i skogen varit mindre de senaste fem åren (6,5 kg/ha) än de första fem åren (7,5 kg/ha). Men de senaste två åren finns en tendens till ökad deposition. Nederbörden har under samma år varit måttligt normal, vilket indikerar att depositionsökningen inte beror på en ökad mängd nederbörd. Markvatten från Stickle linge har varit surare än från övriga lokaler i länet, förutom Ulriksdal. Medianvärdet från 35 provtagningar är pH-värde 5,0 och höga halter av aluminium (totalt 1,1 mg/l varav 0,7 i oorganisk form). Kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium har också varit lägre än på övriga lokaler i länet, vilket indikerar surare markförhållanden. Under senaste året har dock markvattnet uppvisat högre pH-värden runt 6, högre baskatjonhalter än tidigare (magnesium, kalium och kalcium), samt markant ökad halt av sulfatsvavel, dessa ökning är signifikanta sett över hela mätperioden. Utbytet av markvatten har varit förhållandevis gott vid vårprovtagningen men under sommaren gav endast en lysimeter vatten. Ett ämne har visat signifikant minskande halter sedan mätningarna startade 1992, spår-elementet mangan. Övriga signifikanta förändringar är syraneutraliserande förmåga (ANC), organiskt aluminium och natrium som ökat.

Halter i luft av svaveldioxid (SO₂) och kvävedioxid (NO₂) har mätts i Stickle linge sedan oktober 1993. Under åren har årsmedelhalterna av SO₂ varierat mellan 1,0 - 2,7 µg/m³, sedan 1997/98 har medelhalten inte överskridit 1,5 µg/m³. Under mätperioden 2005/06 var årsmedelhal-

ten 1,2 µg/m³. Årsmedelhalterna av NO₂ har under åren varierat mellan 8,4-12,0 µg/m³, sedan 1999/00 har medelhalten inte överskridit 10 µg/m³. Under mätperioden 2005/2006 var årsmedelhalten 8,7 µg/m³.

Halterna av både SO₂ och NO₂ har varierat som tidigare år med de högre halterna under vinterhalvåret och de lägre under sommarhalvåret. Generellt har SO₂-halterna vid Stickle linge minskat genom åren men under hela tiden har halterna varit högst bland länets lokaler. Detta var även fallet under årets mätperiod. Halterna av NO₂ vid Stickle linge 2005/06 var, liksom tidigare år, lägre än uppmätta halter vid Ulriksdal med högre än uppmätta halter vid övriga lokaler i länet: Bergby, Lämshaga samt Farstanäs.

Alby (A 21): Snart 70-årig granskog på plan, delvis blockig, mark en mil från länsgränsen mot Uppsala. Ytan har fältskikt av gräs, jordarten är sandig-moig morän och jordmänen brunjord. Sedan 2000 tar Länsstyrelsen prov på grundvatten från cirka 3 m djup som sedan analyseras av SLU. Från och med hydrologiska året 2001/02 ingår inte depositions mätningar i Alby utan utvecklingen följs med hjälp av markvattenundersökningarna. Nio års depositions mätningar har visat att i genomsnitt 3,4 kg antropogent svavel och 4,8 kg oorganiskt kväve har deponerats per hektar på öppet fält med 559 mm nederbörd. Till marken i skogen har svavelnedfallet varit större, 5,5 kg/ha. På grund av upptag och omvandling av kväve i träd kronorna har kron droppsmätningarna visat lägre värden för nedfallet av oorganiskt kväve; 3,7 kg/ha.

Resultaten från markvattenmätningarna i Alby visar inget anmärkningsvärt jämfört med tidigare års data. Generellt har surhetsgraden varit måttlig i Alby. Aktuella medianvärden, baserat på 33 provtagningar under 1992-2006, är pH-värde 5,3 och måttliga halter av oorganiskt aluminium, 0,2 mg/l. Halterna av nitratkväve har i allmänhet varit under detektionsgränsen medan förhöjda halter av ammoniumkväve har förekommit vid vissa tillfällen. Övriga mätningar som IVL har gjort indikerar att

detta är vanligare när jordmänen är brunjord än podsol. Alby är en av de lokaler i länet med flest signifikanta förändringar av markvattnets sammansättning sedan mätningarna startade. Det gäller sjunkande värden för svavel, kalcium, kalium, totalt organiskt kol (TOC) och oorganiskt aluminium. Samtidigt har halterna av organiskt bundet aluminium ökat (dock ej signifikant).

Farstanäs (A 35): 106-årig granskog med fältskikt av ris i Södertälje kommun. Provytan ligger i sluttning mot norr, jordarten är svallsand och jordmänen brunjord av övergångstyp. Jämfört med övriga granytor i länet har beståndet hög bonitet, ståndortsindex G28. Som flertalet övriga ytor i Stockholms län startade mätning av deposition och markvatten 1992. Sedan dess har den fått internationell status, EU-nya. Generellt sett har de positionen i Farstanäs varit lägre än på övriga lokaler i länet vilket delvis kan bero på att ytan har ett skyddat läge i en nordsluttning. I Farstanäs analyseras grundvatten från cirka 3 m djup sedan våren 2000.

På samma sätt som i Stickle linge visar mätningarna i Farstanäs markant minskat svavelnedfall via kron dropp, främst beroende på minskad torrdeposition (mätt som kron dropp minus öppet fält). Som genomsnitt från de fem första åren noterades 6,4 kg antropogent svavel per hektar och år, varav 2,4 kg som torrdeposition (beräknat enligt ovan). Motsvarande för de fem senaste åren är 3,4 kg/ha via kron dropp och 0,3 kg/ha som torrdeposition. Även när det gäller kväve kan resultaten tolkas som att det totala nedfallet har minskat. De fem första åren visade mätningarna som årsgenomsnitt mer kväve via kron dropp än på öppet fält, 4,9 respektive 4,8 kg/ha, men under de fem senaste åren har kron dropp i genomsnitt visat lägre värden än på öppet fält; 3,4 kg/ha via kron dropp jämfört med 4,0 kg/ha på öppet fält. Detta kan bero på att det totala nedfallet av kväve till beståndet har minskat, men kan också vara påverkat av förändrade förutsättningar för upptag och omvandling av kväve i träd kronorna. Fem års data finns avseende organiskt bundet

kväve i deposition. Organiskt kväve bidrar till den totala kvävebelastningen men det är osäkert i vilken mån det är tillgängligt för vegetationen. Resultaten visar i genomsnitt 1,4 kg/ha på öppet fält och 2,5 kg/ha via krondropp.

Resultaten från senaste året visar något högre svavel och kvävedeposition i krondropp än närmast föregående års mätningar i Farstanäs. Depositionen på öppet fält ligger något lägre än tidigare på grund av en lägre nederbörd. Under den senaste mätperioden 2005/06 har 1,9 kg antropogent svavel och 3,0 kg oorganiskt kväve deponerats per hektar med 474 mm nederbörd. Motsvarande för krondropp är 3,5 kg svavel och 4,6 kg oorganiskt kväve per hektar och år. Mängden krondropp var 348 mm, vilket innebär att 70 % av nederbörden har passerat krontaket. Resten har avdunstat direkt från trädkronorna eller möjligtvis runnit längs stammen som stamavrinning. Inverkan av saltförande vindar, mätt som kloridnedfall, var 8,2 kg/ha, vilket är normalt för lokalen.

Senaste årets markvattenprovtagningar i Farstanäs visar liknande resultat som tidigare år. Som medianvärden från 38 provtagningar sedan 1992 redovisas pH-värde 5,8, kalcium något ökat medianvärde, 4,9 mg/l och låga värden för oorganiskt aluminium, 0,06 mg/l. Halterna av nitratkväve har oftast varit under detektionsgränsen, medan halterna av ammoniumkväve tidvis visat höga värden, speciellt under senare år (se Alby). Farstanäs är den yta i Stockholms län där flest signifikanta förändringar har noterats avseende markvattnets sammansättning. Det gäller ökande värden för pH, ammoniumkväve och järn, medan halterna av sulfat-svavel, klorid, kalcium, magnesium och oorganiskt aluminium har minskat.

Figur 14 och tabell 5 redovisar grundvattendata från cirka 3 m djup i Farstanäs. Tidigare provtogs även grundvatten i Alby, men dessa mätningar avslutades i juli 2002. Resultaten från Farstanäs redovisar liksom tidigare år högre värden i grundvattnet än i markvatten (0,5 m djup) framförallt för pH (6,8-7,0), kalcium (35-40 mg/l), magne-

sium (9-10 mg/l), natrium (15-17 mg/l) och järn (oftast 0,1 mg/l). Alkaliniteten har varit hög (2,9 mekv/l) och indikerar tillfredsställande buffertförmåga. Halterna av nitrit- och nitratkväve i grundvattnet har normalt varit mycket låga (0,01-0,04 mg/l), även om de var högre än i markvattnet. Dock uppvisade mätningar under 2004 kraftigt förhöjda kvävehalter uppemot 0,6 mg/l. Dessa har dock sjunkit till mer normala nivåer igen i efterföljande mätningar, med undantag av april 2006, då kvävehalterna i både grundvattnet och markvattnet var något förhöjda. Låga halter av nitratkväve (<0,5 mg/l) är normalt för svensk skogsmark. Halterna av sulfat-svavel, ammoniumkväve och totalt aluminium har oftast varit högre i markvattnet än i grundvattnet. Dock uppvisar grundvattnet i Farstanäs förhöjda halter av aluminium i slutet av 2003, vilket kan bero på att 2003 var förhållandevis torrt. Halterna har sedan klingat av och återgått till normala nivåer. Mängden organiskt material (mätt som TOC) varit betydligt högre i markvattnet än i grundvattnet. Vid de tillfällen (2000) som jämförelser har kunnat göras har halterna av koppar (Cu), zink (Zn), kadmium (Cd) och bly (Pb) visat tydligt lägre halter i Farstanäs än i Alby och halterna får betraktas som låga enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för grundvatten.

Halter i luft av svaveldioxid (SO₂) och kvävedioxid (NO₂) har mätts i Farstanäs sedan oktober 1993, marknära ozon (O₃) sedan april 1996 och ammoniak (NH₃) sedan januari 2002. Under åren har årsmedelhalterna av SO₂ varierat mellan 0,6 - 2,3 µg/m³, sedan 1996/97 har medelhalten inte överskridit 1,0 µg/m³. Under mätperioden 2005/06 var årsmedelhalten 1,0 µg/m³. Årsmedelhalterna av NO₂ har under åren varierat mellan 5,0-7,7 µg/m³, sedan 1999/00 har medelhalten inte överskridit 5,4 µg/m³. Under mätperioden 2005/2006 var årsmedelhalten 5,4 µg/m³. Sommarmedelvärdet av NH₃ har under de fem somrar mätningarna pågått varierat mellan 0,6-1,1 µg/m³. Under sommaren 2006 var medelhalten 0,8 µg/m³. Sommarhalvsmedelhalterna för ozon har under åren varierat mellan

51-66 µg/m³ och under sommaren 2006 var medelhalten 62 µg/m³. Sommarhalvs-medelhalten för ozon vid Aspvreten, den EMEP-station som ligger närmast, var under samma period 77 µg/m³.

Halterna av både SO₂ och NO₂ har varierat som tidigare år med de högre halterna under vinterhalvåret och de lägre under sommarhalvåret. SO₂-halterna vid Farstanäs var något lägre än medelhalterna vid Sticklinge och något högre än uppmätta halter vid Bergby. Halterna av NO₂ vid Farstanäs 2005/06 har, precis som under tidigare mätperioder, varit på samma nivå som halterna i Lämshaga och lägre än uppmätta halter i Sticklinge och Ulriksdal och högre än halterna vid Bergby. Det enda undantaget var under mars 2006 då halten vid Farstanäs var avsevärt högre än övriga månader vid lokalen. Halten uppgick till 10,3 µg/m³, en halt som inte överskridits sedan januari 1997. När det gäller NH₃ så varierar halterna under mätperioden men sommar-halvsmedelhalten är på samma nivå som medelhalten vid Bergby. Månadshalterna av O₃ var under mätperioden på samma nivå som halterna vid Bergby. Halterna vid Farstanäs var dock lägre än uppmätta halter vid Aspvreten, den EMEP-station som ligger närmast. Medelhalten för ozon vid Aspvreten under sommaren 2006 var 77 µg/m³ och under samma period var medelhalten vid Farstanäs, som nämnts ovan, 62 µg/m³.

Lämshaga (A 40): Drygt 100-årig granskog i skärgårdsmiljö i Värmdö kommun. Ytan ligger i en relativt brant sluttning mot norr och är därigenom starkt utsatt för nordliga vindar. Marken är morän av övergångstyp och jorddjupet tämligen grunt. Från och med december 2001 mäts deposition enbart i skogsytan.

Nio års mätningar (1992/93-2000/01) har som genomsnitt visat 666 mm nederbörd och att 4,9 kg antropogent svavel och 6,8 kg oorganiskt kväve årligen har deponerats per hektar på öppet fält. Motsvarande för fjorton års mätningar av krondropp är 6,5 kg antropogent svavel och 4,5 kg oorganiskt kväve per hektar. På samma sätt som i Farstanäs kan resultaten

tolkas som att det totala nedfallet av både svavel och kväve har minskat; under den första femårsperioden deponerades i genomsnitt 8,7 kg antropogent svavel per hektar i skogen, vilket kan jämföras med 4,5 under de fem senaste åren. Även kväve visar mindre årligt nedfall till marken i skogen under den senaste femårsperioden (6,0 kg/ha) jämfört med den första (6,2 kg/ha), även om skillnaden inte är lika stor. Under det senaste mätåret var kvävedepositionen högre än normalt, 9,2 kg/ha, trots en relativt låg nederbörd. Förutom naturliga meteorologiska aspekter kan lokalt även högre pollenhalter än normalt under sommarmånaderna 2006 bidra, vilket avspeglar sig i en hög ammonium- och kaliumdeposition. På samma sätt som övriga lokaler i länet var inverkan av saltförande vindar normal för beståndet.

Senaste årets markvattenprovtagningar visar resultat i nivå med tidigare år, dock med en tendens till något högre aluminiumhalter och TOC halter (totalt organiskt kol) än tidigare. Medianvärden från 31 provtagningar är pH-värde 5,3, låga kvävehalter och måttliga halter av oorganiskt aluminium, 0,4 mg/l. De senaste provtagningarna har dock visat förhöjda halter av ammoniumkväve, vilket bidrar till att dessa halter har ökat signifikant sedan mätningarna startade 1992. Övriga signifikanta förändringar som har noterats är sjunkande pH-värden, syraneutraliserande förmåga (ANC) och kalium och ökande värden för totalt och organiskt bundet aluminium. Att antalet signifikanta förändringar varit liten kan bero på att markvattnets sammansättning har varierat en hel del mellan olika provtagningsomgångar. Sannolikt beror det på relativt grunt jorddjup och att rörligt markvatten kan förekomma i slutningen där ytan ligger.

I dagsläget är det bara kvävedioxid (NO₂) som mäts vid lokalen Lämshaga. NO₂-mätningarna startades i oktober 1993. Mätningarna av svaveldioxid (SO₂) och marknära ozon (O₃) avslutades i januari 2003. Under åren har årsmedelhalterna av NO₂ varierat mellan 5,2 - 9,0 µg/m³, sedan 1997/98 har medel-

halten inte överskridit 6,7 µg/m³. Under mätperioden 2005/06 var årsmedelhalten 5,8 µg/m³.

Halterna av NO₂ vid Lämshaga 2005/06 har, precis som under tidigare mätperioder, varit på samma nivå som halterna i Farstanäs och lägre än uppmätta halter i Stickleby och Ulriksdal och högre än halterna vid Bergby. De enda undantagen var under december – februari då halten vid Lämshaga var högre än motsvarande halt vid Farstanäs.

Gladö (A 44): Gammal granskog (113 år) i småkuperad, något blockig terräng i Huddinge kommun. Ytan har ett exponerat läge i en sydsluttning. Marken, som har fältskikt av gräs, utgörs av sediment med jordmån av övergångstyp. Gladö tillhör på grund av sitt utsatta läge de lokaler i länet med störst svaveldeposition. Under första halvan av 1990-talet noterades länets största svaveldeposition i granytan i Gladö. Mätning av lufthalter avslutades i och med december 2001. Från och med hydrologiska året 2001/02 ingår inte depositions-mätningar i Gladö utan utvecklingen följs med hjälp av markvattenundersökningar. I figur 10 redovisas dock tidigare års deposition via krondropp, som jämförelse till markvatten-mätningarna.

Delvis på grund av sitt utsatta läge illustrerar mätningarna på ett tydligt sätt att torrdepositionen av svavel har minskat kraftigt i regionen. Under de första fem åren noterades i genomsnitt 7 kg mer svavel via krondropp än på öppet fält (11,4 respektive 4,4 kg/ha). Motsvarande för de fem senaste åren med mätningar (1996/97-2000/01) var 2,1 kg mer svavel via krondropp än på öppet fält. Som genomsnitt under dessa år var svavelnedfallet via krondropp 6,5 kg/ha och 4,3 kg/ha på öppet fält. För kväve har det inte varit lika lätt att se positiva tendenser, delvis på grund av att senaste mätåret (2000/01) visade större kvävenedfall än något år tidigare; 7,1 kg/ha, räknat som summa nitratkväve och ammoniumkväve.

I Gladö har torr väderlek gjort det svårt att få markvatten under 2005/06, vilket resulterat i endast en lyckad provtagning på våren.

Den visade generellt högre halter än aktuellt medianvärde för de parametrar som kunde analyseras. Generellt sett har markvatten från Gladö haft relativt höga pH-värden, 5,7 som medianvärde, med låga halter av nitratkväve, vilket är normalt i växande bestånd där kväve utnyttjas effektivt av vegetationen. På samma sätt som i Lämshaga har halterna av ammoniumkväve varit påtagligt högre under senare år, vilket också är statistiskt signifikant. Övriga statistiskt säkerställda förändringar är att halterna av organiskt bundet aluminium har ökat samtidigt som kalium, mangan och oorganiskt bundet aluminium har minskat.

Arlanda (A 92): 71-årig skog där tall dominerar över gran. Provytan är belägen på plan mark i Sigtuna kommun nordost om flygplatsen. Mätningarna ingår i Luftfartsverkets omgivningskontroll och har inkluderats i Skogsvårdsorganisationens nät av skogliga observationsytor. Efter några års uppehåll har IVL ansvar för mätningarna från och med juni 1998.

De två senaste årets depositionsdata från Arlanda normala nivåer svavel, men något högre kvävedeposition. Både svavel och kväve visade större deposition på öppet fält än via krondropp; på öppet fält noterades under hydrologiska året 2005/06, 2,9 kg antropogent svavel och 7,3 kg oorganiskt kväve per hektar. När det gäller svavel är det vanligare med lägre värden via krondropp från tallskog, än från granskog, jämfört med mätningarna på öppet fält. Det beror på att tallskog är glesare och har mindre biomassa barr och grenar än granskog. Därigenom utgör tallskog generellt sett ett mindre effektivt filter för torrdeposition (gaser och partiklar) än granskog. Sammantalet indikerar data från Arlanda att lokalen är tämligen lågbelastad när det gäller nedfall av svavel och kväve.

Senaste årets markvattenprovtagningar har på grund av torka inte kunnat genomföras fullt ut, endast vårprovtagningen gav tillräckligt med vatten för fullständiga analyser. Markvattenprovtagningarna har i allmänhet visat pH-värden runt 5,4 och mått-

liga halter av oorganiskt aluminium, 0,2 mg/l. Halterna av de båda kvävefraktionerna har så gott som alltid varit under detektionsgränsen, vilket är normalt i växande bestånd. Statistiskt förändrade halter har endast noterats för klorid, magnesium och natrium som ökat signifikant sedan mätningarna startade.

Ulriksdal (A 94): Gammal gran-skog i brant sluttning mot öster. Ytan är tänkt att representera ett centralt, högt belastat område i länet. Läget i en östsluttning innebär att ytan inte direkt exponeras för de sydvästliga vindarna. Provytan startades i oktober 1997 som ersättning för ytan i Fiskartorpet, som utsatts för flera sabotage. Under 2002/03 har mätningarna kompletterats med en locksamlare, vilket redovisas i separat avsnitt. Från och med hydrologiska året 2003/04 mäts inte längre deposition i skogen utan enbart på öppet fält.

På grund av läget nära en stor stad

är det ofta i Ulriksdal den största torrdepositionen av svavel har noterats. Som genomsnitt från de första sju årens mätningar då både kronddropp och öppet fält mättes i ytan, har svavelnedfallet på öppet fält varit 3,8 kg/ha och 6,8 kg/ha via kronddropp, vilket innebär att torrdepositionen i genomsnitt varit 3 kg/ha. Nedfallet av oorganiskt kväve har i medeltal varit 5,6 kg/ha och nederbördsmängden 606 mm. Kvävenedfallet har oftast varit större via kronddropp från Ulriksdal än på öppet fält. Högre värden för kvävenedfall via kronddropp än på öppet fält är normalt i områden med förhöjd kvävebelastning. Det kan även förekomma i måttligt belastade områden men brukar då vara ett tecken på störd kväveomsättning i beståndet. Under 2005/06 noterades en deposition av 7,6 kg/ha oorganiskt kväve och 4,3 kg/ha svavel på öppet fält, vilket är normalt för svavel, men något högre för kväve. För kväves kan sannolikt en del av skillnaden gent-

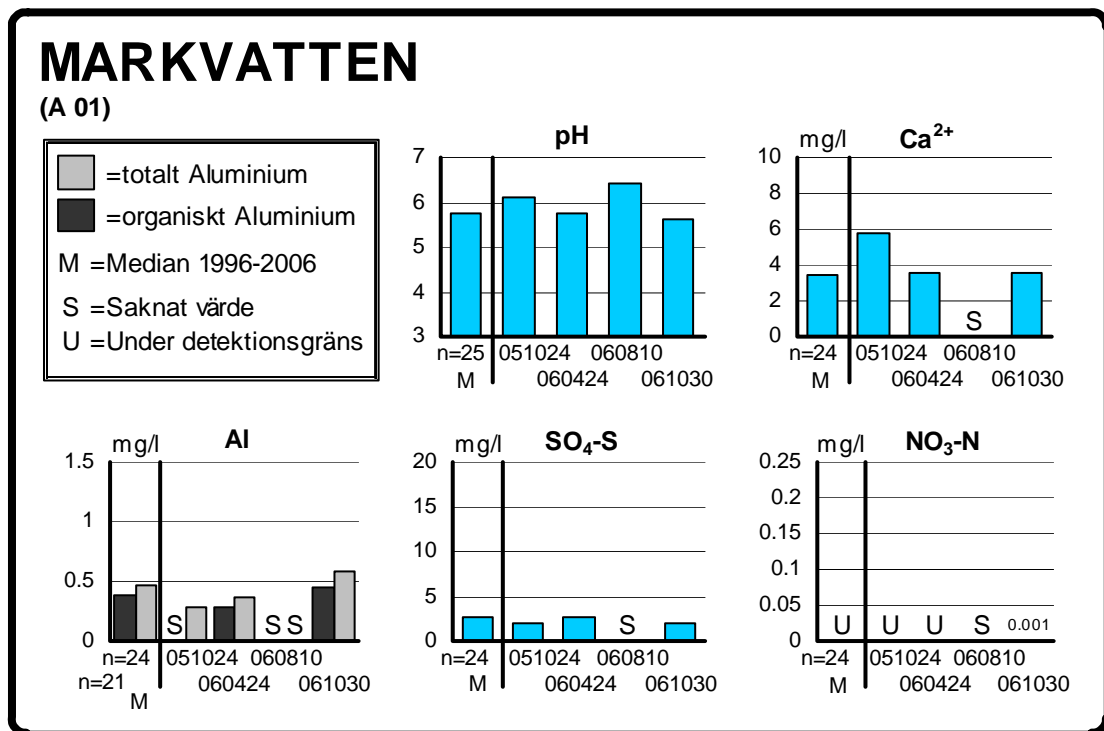
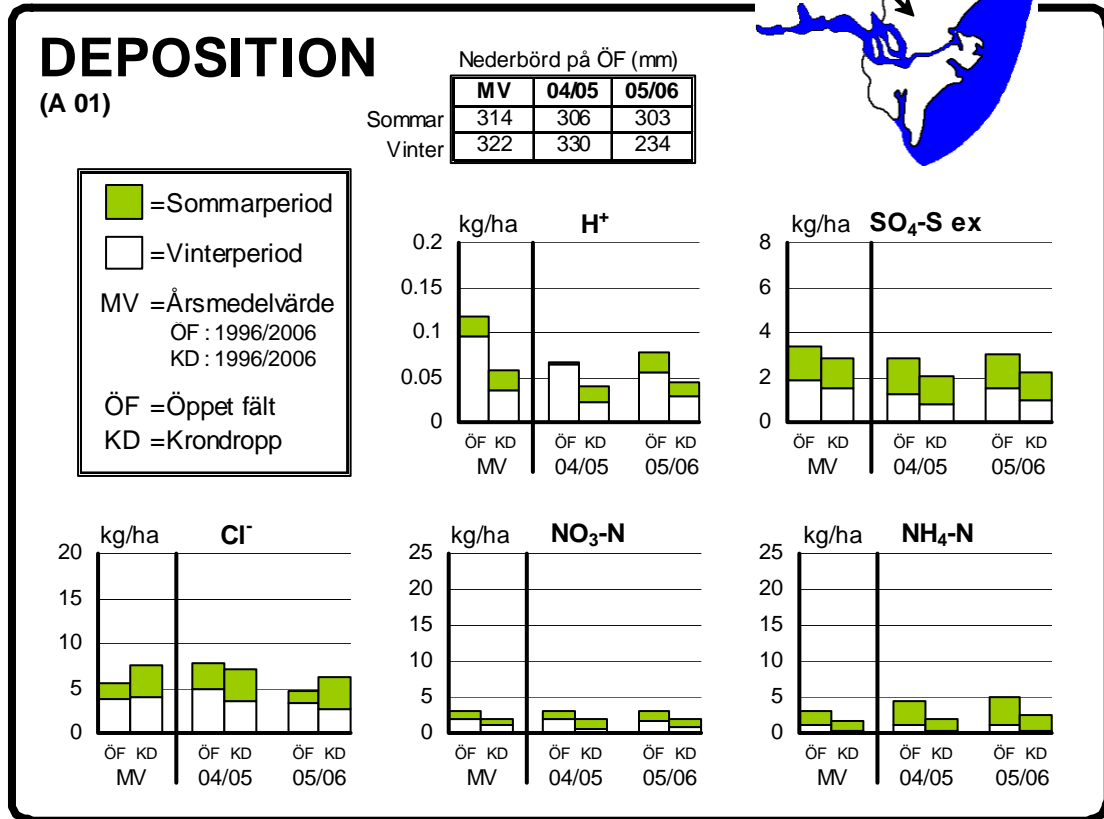
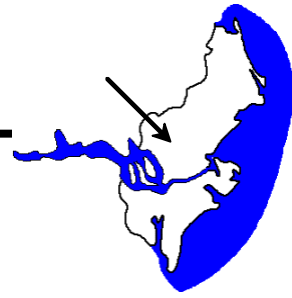
emot tidigare år förklaras av påverkan från pollen, se vidare under Lämshaga. På samma sätt som för övriga lokaler i länet har inverkan av saltförande vindar, varit normal under senaste året, drygt 4,9 kg/ha mätt som kloridnedfall i Ulriksdal.

Vid Ulriksdal mäts det i dagsläget bara kvävedioxid (NO₂). NO₂-mätningarna startades i oktober 1997. Mätningarna av svaveldioxid (SO₂) och marknära ozon (O₃) avslutades i januari 2003. Under åren har årsmedelhalterna av NO₂ varierat mellan 12,3 – 14,9 µg/m³. Under mätperioden 2005/06 var årsmedelhalten 12,4 µg/m³.

Halterna av NO₂ vid Ulriksdal 2005/06 har, precis som under tidigare mätperioder, varit högre än uppmätta halter vid alla övriga lokaler i Stockholms län som mäter kvävedioxid: Bergby, Sticklinge, Lämshaga samt Farstanäs. En svag nedåtgående trend kan ses för medelhalterna vid stationen sedan mätningarnas start.

Bergby (A 01)

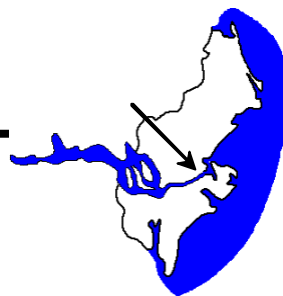
Tall, 76 år



Figur 3. Depositions- och markvattendata från Bergby, A 01.

Sticklinge (A 05)

Gran, 100 år



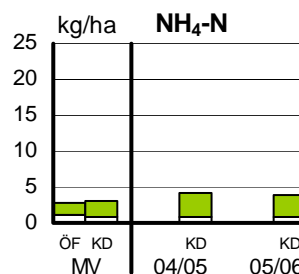
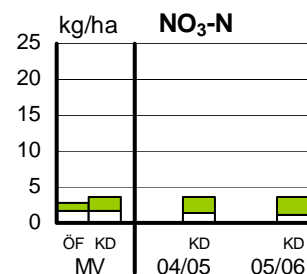
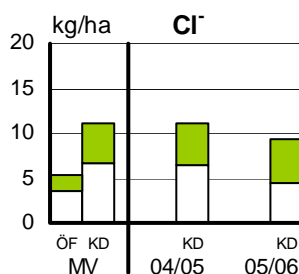
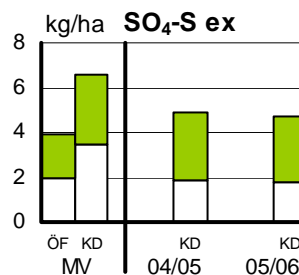
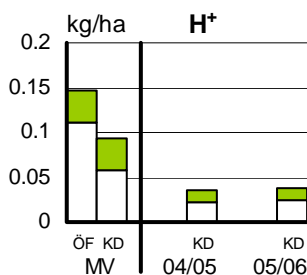
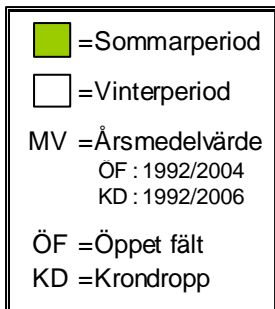
DEPOSITION

(A 05)

Nederbörd på ÖF (mm)

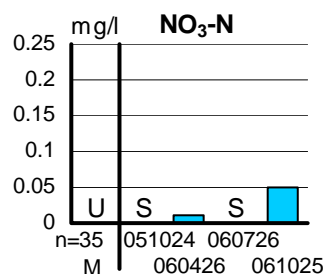
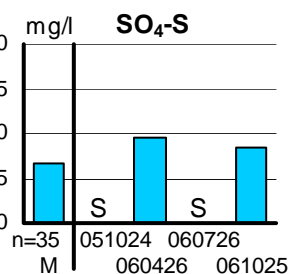
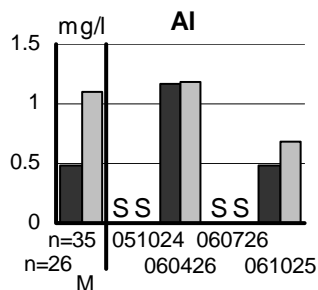
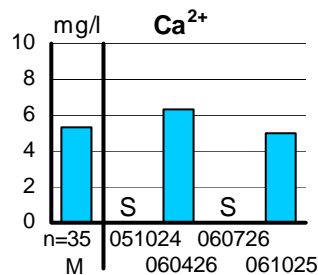
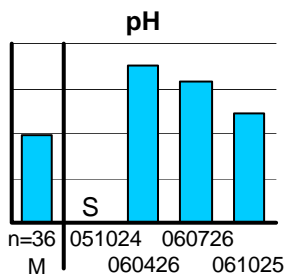
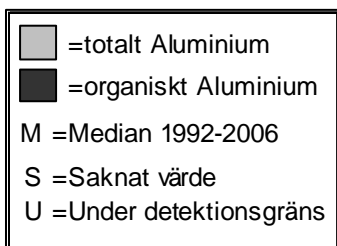
MV		
Sommar	311	
Vinter	278	

Sommar
Vinter



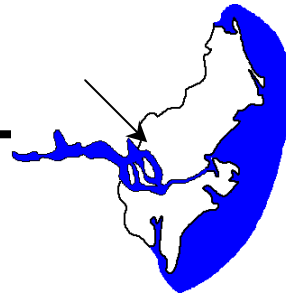
MARKVATTEN

(A 05)



Figur 4. Depositions- och markvattendata från Sticklinge, A 05.

Alby (A 21)
Gran, 69 år



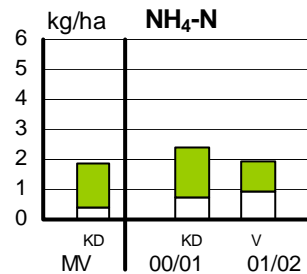
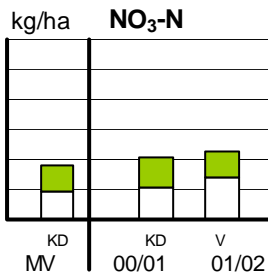
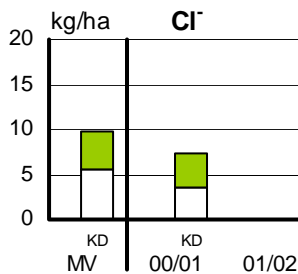
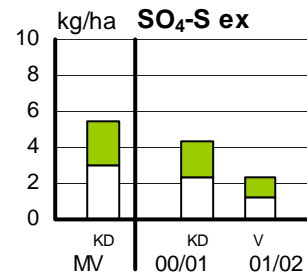
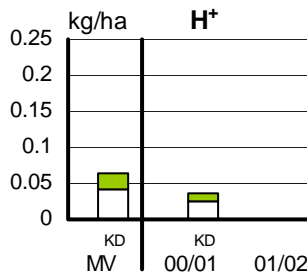
DEPOSITION

(A 21)

Nederbörd på V (mm)

		01/02
Sommar		324
Vinter		368

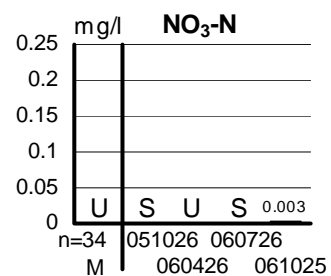
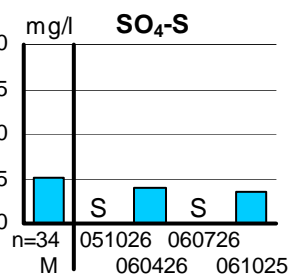
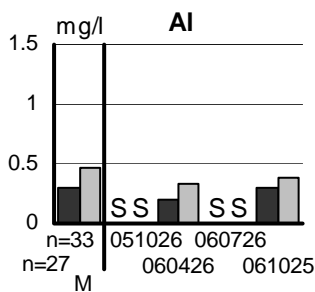
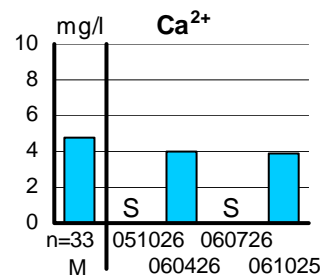
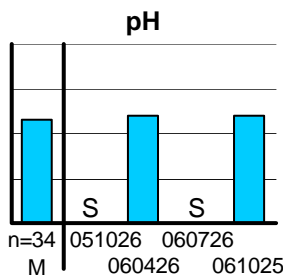
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2002
 KD : 1992/2001
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

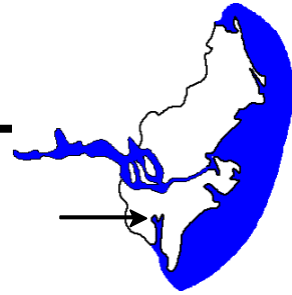
(A 21)

=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1992-2006
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



Figur 5. Depositions- och markvattendata från Alby, A 21. Observera att depositions- och markvattendata från Alby, A 21 avslutades 2001.

Farstanäs (A 35) Gran, 106 år



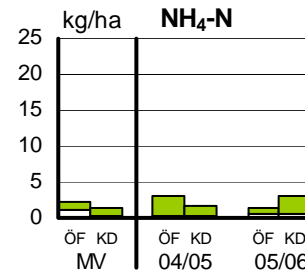
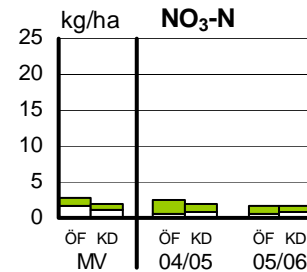
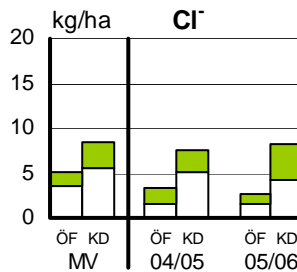
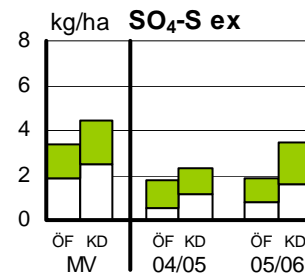
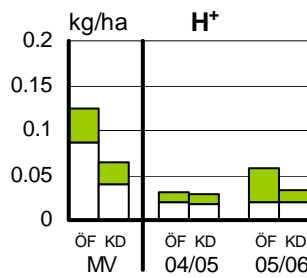
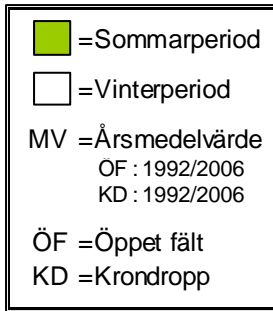
DEPOSITION

(A 35)

Nederbörd på ÖF (mm)

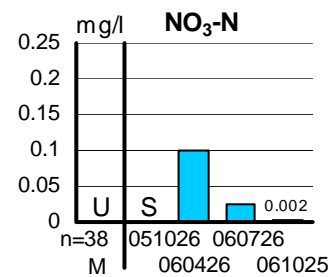
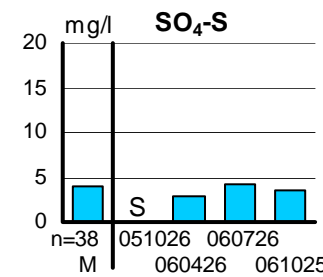
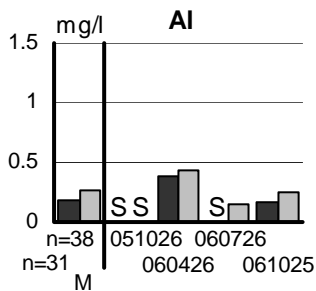
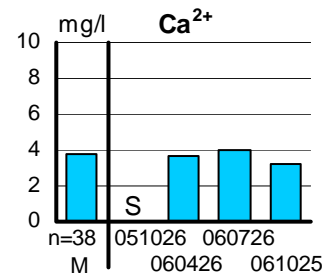
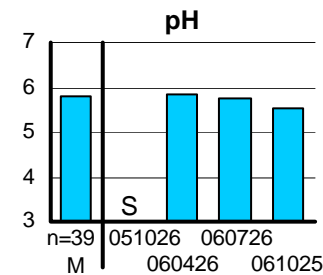
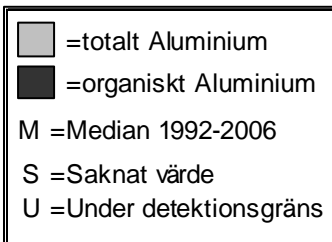
MV	04/05	05/06	
Sommar	316	335	357
Vinter	272	147	117

Sommar
Vinter



MARKVATTEN

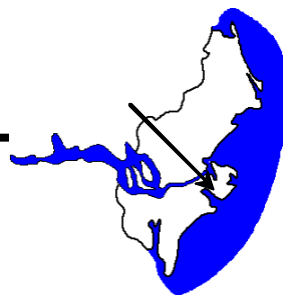
(A 35)



Figur 6. Depositions- och markvattendata från Farstanäs, A 35.

Lämshaga (A 40)

Gran, 108 år



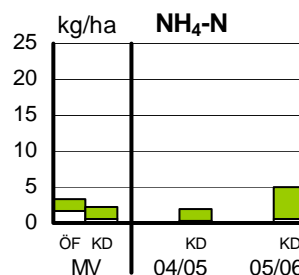
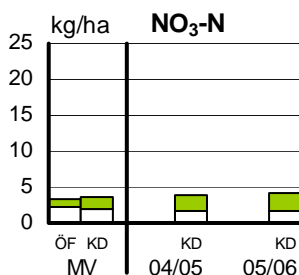
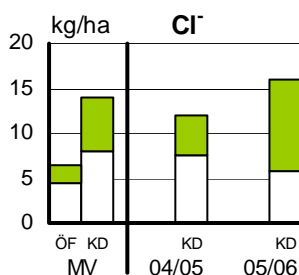
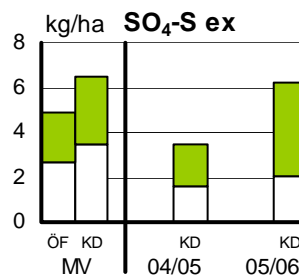
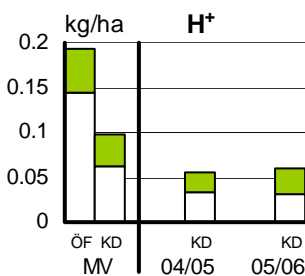
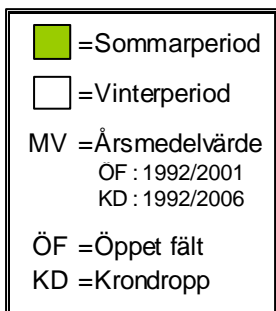
DEPOSITION

(A 40)

Nederbörd på ÖF (mm)

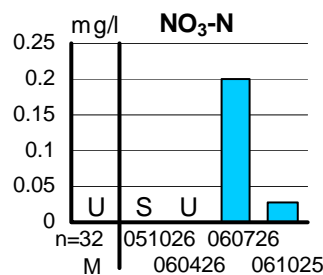
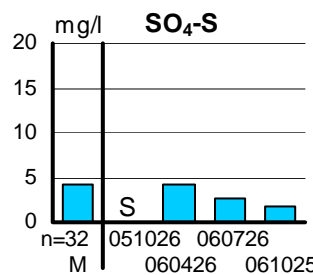
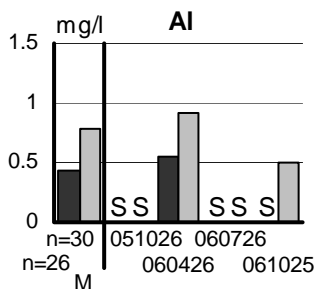
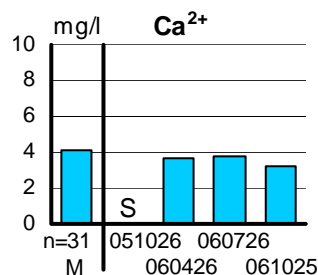
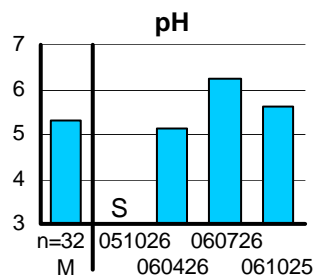
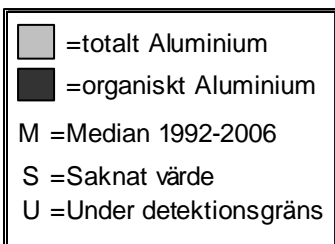
MV		
Sommar	318	
Vinter	348	

Sommar
Vinter



MARKVATTEN

(A 40)



Figur 7. Depositions- och markvattendata från Lämshaga, A 40.

Gladö (A 44)
Gran, 110 år



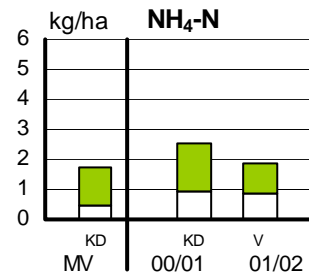
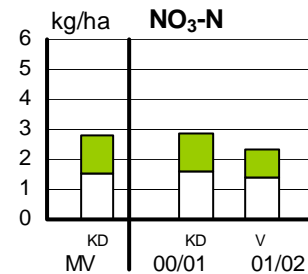
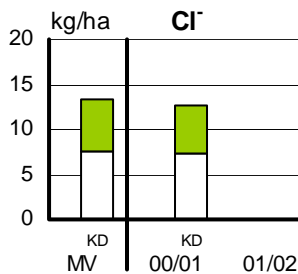
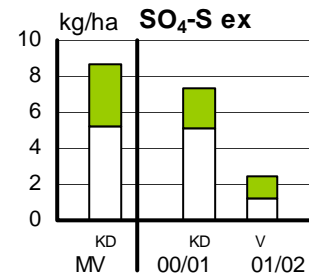
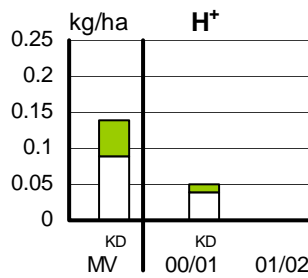
DEPOSITION

(A 44)

Nederbörd på V (mm)

		01/02
Sommar		309
Vinter		367

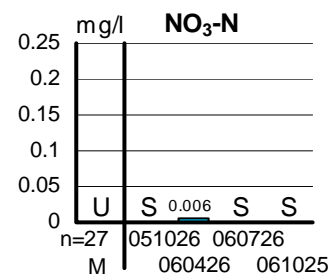
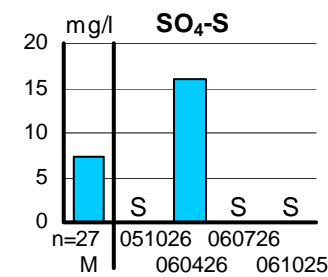
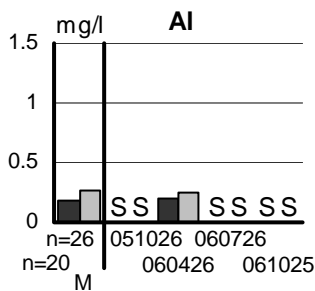
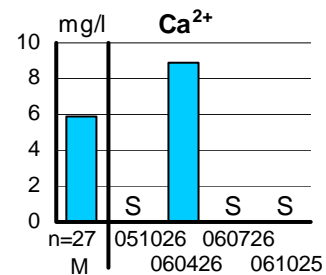
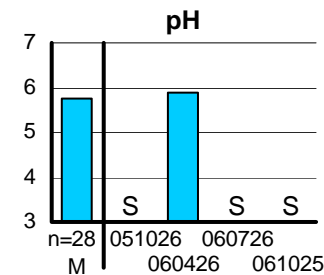
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2002
 KD : 1992/2001
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

(A 44)

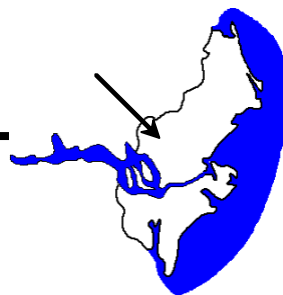
=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1992-2006
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



Figur 8. Depositions- och markvattendata från Gladö, A 44. Observera att depositions-mätningarna avslutades 2001.

Arlanda (A 92)

Tall Och Gran, 71 år



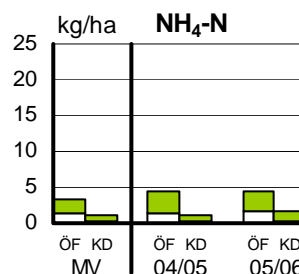
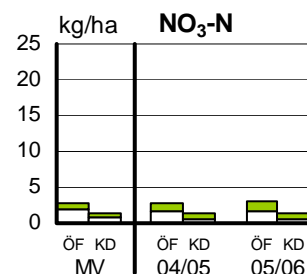
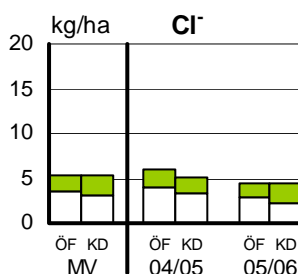
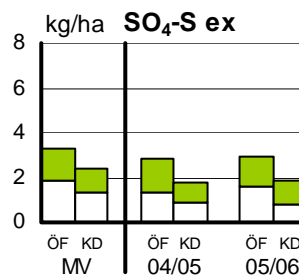
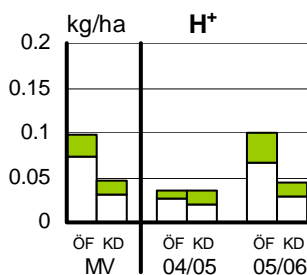
DEPOSITION

(A 92)

Nederbörd på ÖF (mm)

MV	04/05	05/06
Sommar	295	336
Vinter	345	275

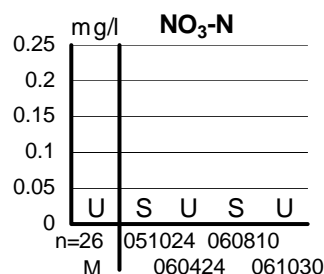
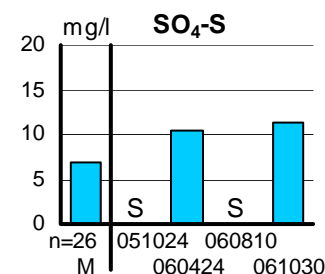
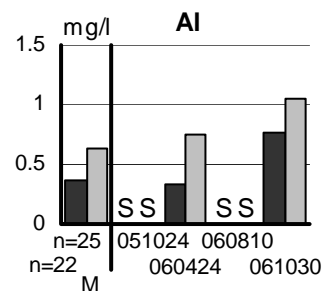
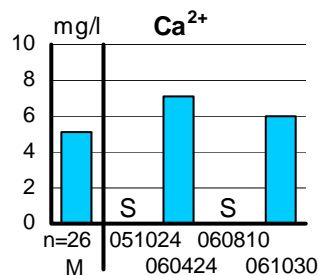
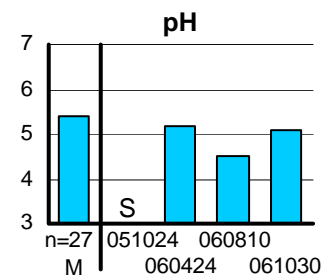
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 OF : 1998/2006
 KD : 1998/2006
 ÖF =Öppet fält
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

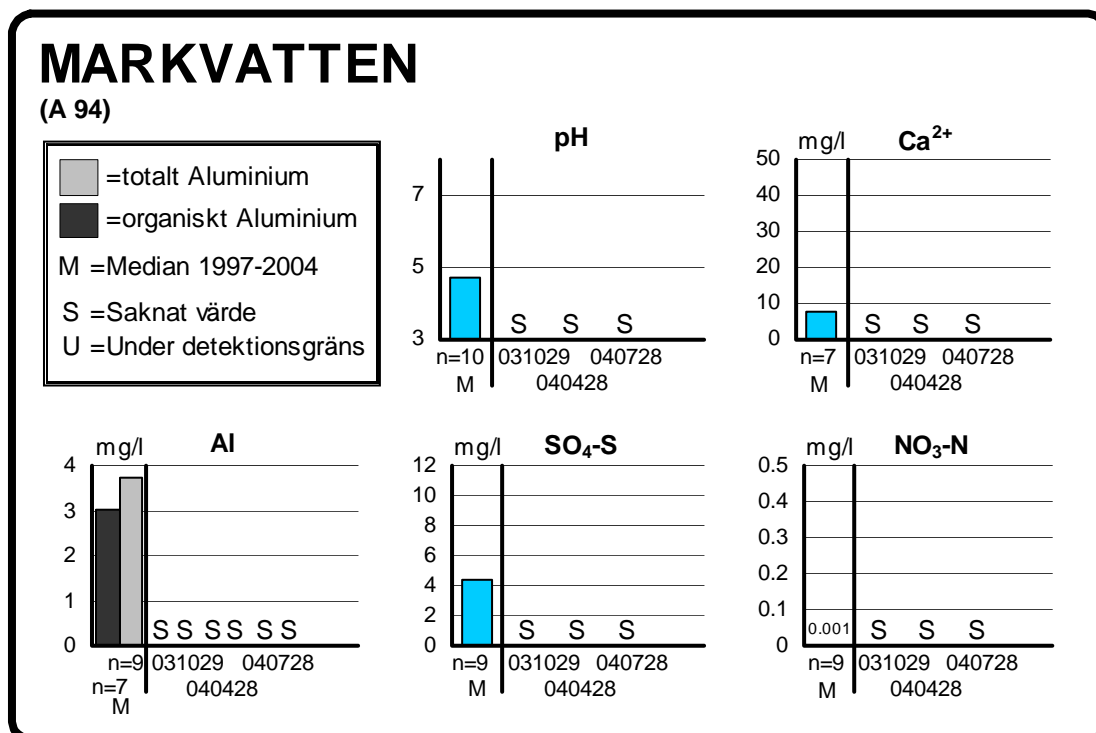
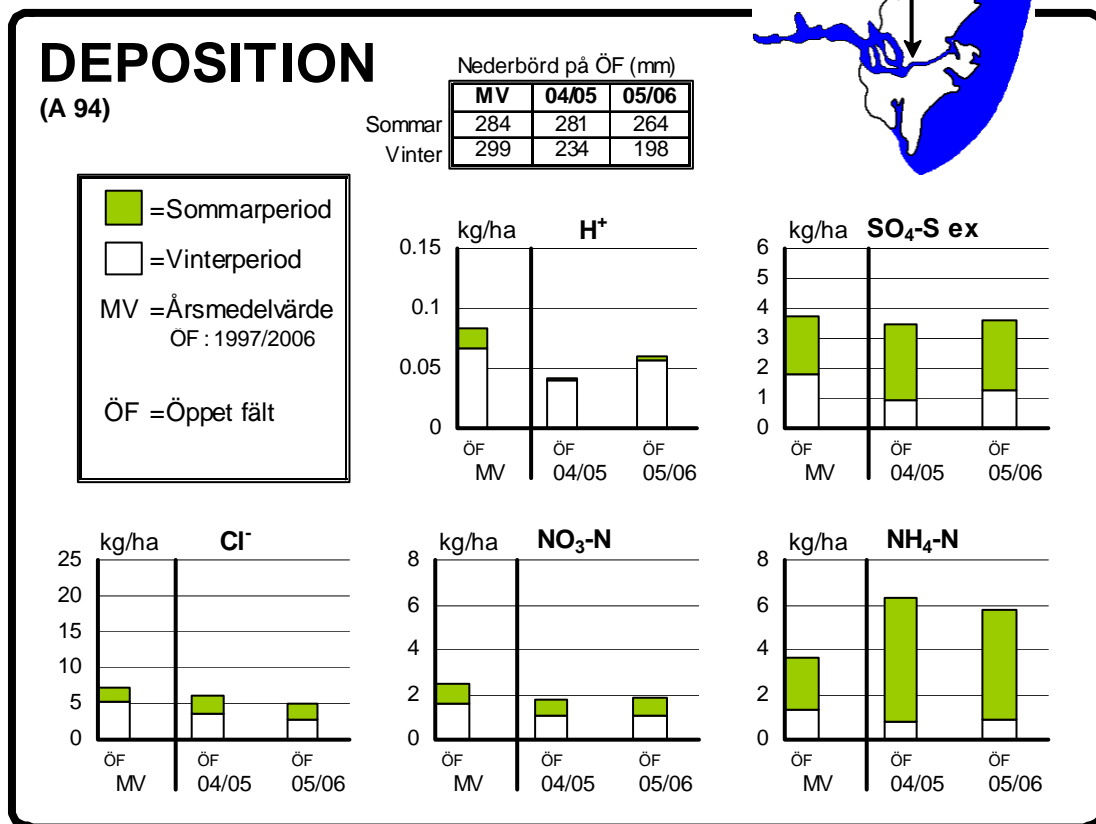
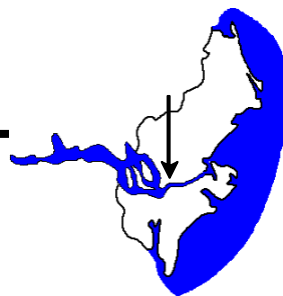
(A 92)

=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1994-2006
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



Figur 9. Depositions- och markvattendata från Arlanda, A 92.

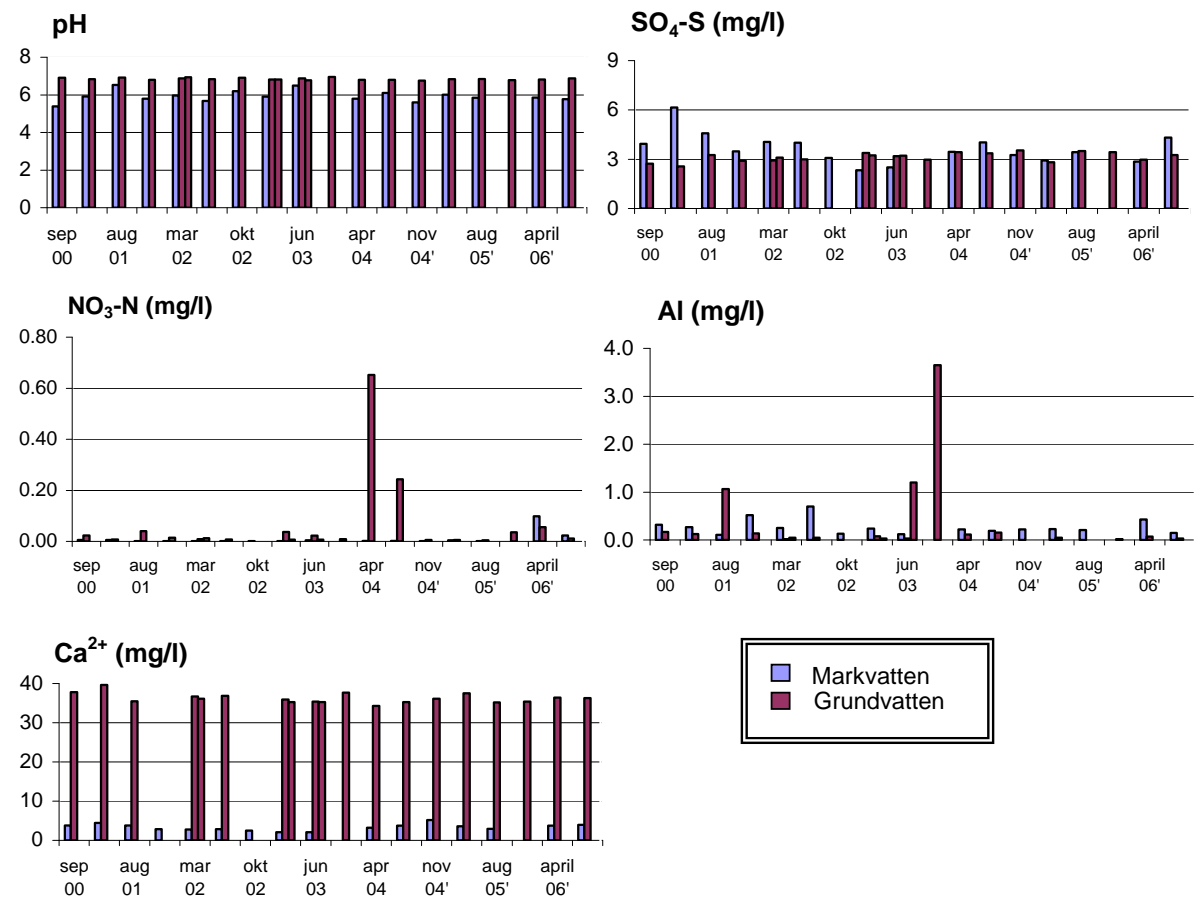
Ulriksdal (A 94)



Figur 10. Depositions- och markvattendata från Ulriksdal, A 94.

Farstanäs 3, (A 35 A)

Farstanäs



Figur 11. Uppmätta halter i grundvatten (cirka 3 m djup) och markvatten (0,5 m djup) i Farstanäs.

Tidsutveckling deposition

Tidsutvecklingen i Stockholms län, beräknat som medelvärden för länets lokaler, visas i figur 12.

Sedan början av 1990-talet har försurningsbelastningen i länet minskat mätt som svavelnedfall. Någon liknande trend har inte noterats för nedfallet av oorganiskt kväve utan snarare har depositionsökat de senaste två åren. Nederbördens pH-värde har ökat från omkring 4,5 de första tre åren till omkring 4,8 de senaste tre åren.

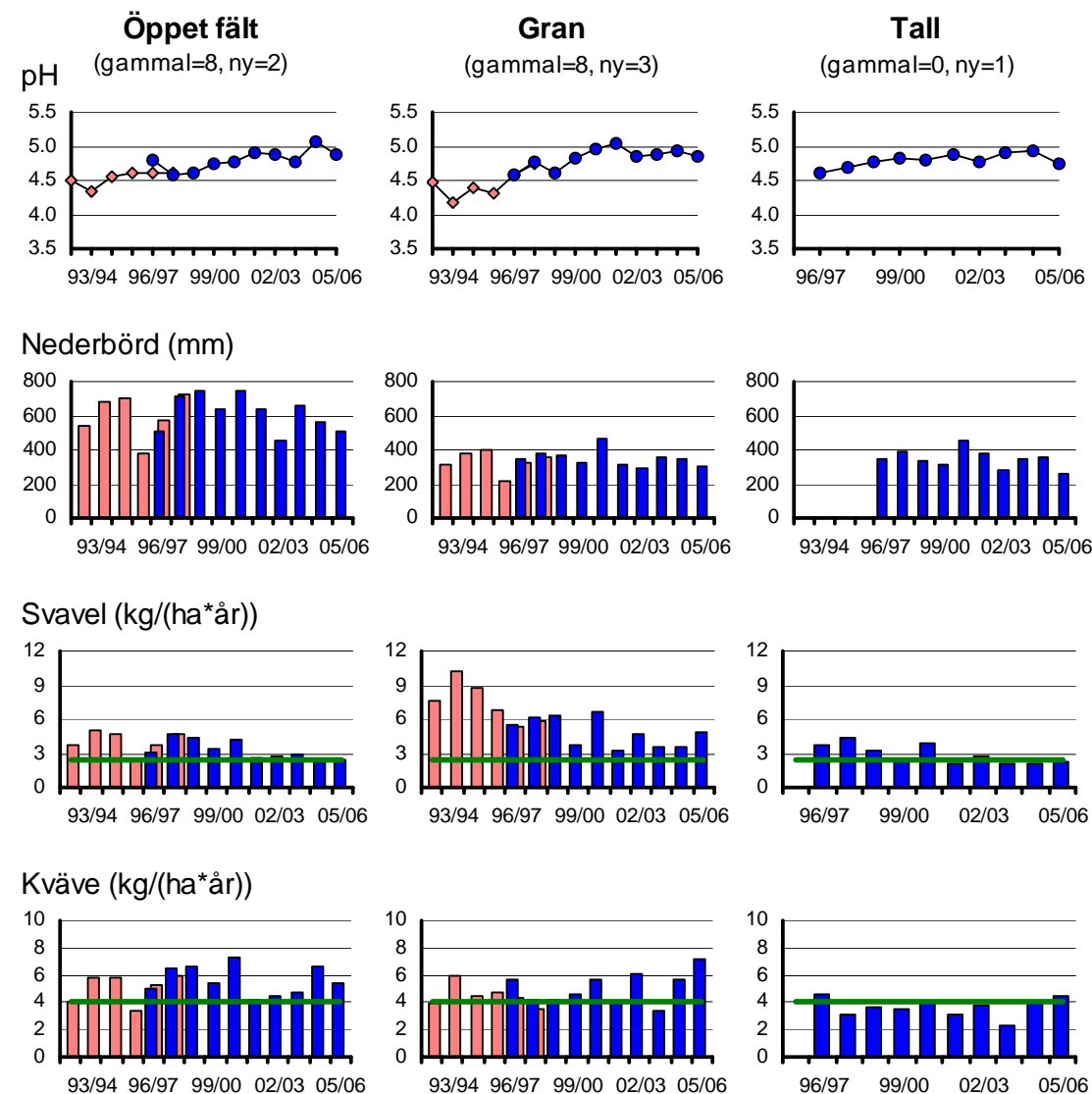
Utvecklingen har varit ännu tydligare i krondropp än på öppet fält, vilket förklaras med att det är framför allt torrdepositionen som minskat. Depositionen av antropogent

svavel till marken i granytorna var i genomsnitt 8,9 kg/ha och år under de tre första åren och 5,0 kg/ha och år under de senaste tre åren. Depositionen av oorganiskt kväve via krondropp i granytorna har varit relativt stabil sedan början av 1990-talet, mellan cirka 4-6 kg/ha och år.

Tallytorna i länet visar samma nedfallsmönster under mätperioden som granytorna men har generellt något mindre deposition. Detta förklaras med att tallskog "filtrerar" luften sämre än granskog, vilket ger en mindre torrdeposition till marken.

Under det senaste hydrologiska året noterades 2,5 kg antropogent svavel per hektar på öppet fält och 4,8

kg/ha via krondropp i granytorna, räknat som genomsnitt för ingående lokaler. För oorganiskt kväve noterades 5,4 kg/ha på öppet fält och 7,1 kg/ha via krondropp i granskog. Nedfallet av antropogent svavel i skogsytorna under de senaste åren överstiger fortfarande den förväntade belastningen 2010 (2,5 kg/ha). För kväve är det ytterligare en bit kvar innan den förväntade belastningen nås (4,0 kg/ha). Om torrdepositionen av oorganiskt kväve uppskattas till 2-5 kg/ha (baserat på SMHI:s modellberäkningar för 2002/03) blir total deposition till skogen 9,6-12,1 kg/ha under 2005/06.



Figur 12. Årsmedelvärdet för valda parametrar i tre miljöer i Stockholms län; öppet fält och gran- och tallskog, uppdelat på två delvis överlappande tidsserier. Serie "gammal" omfattar åtta lokaler där mätningarna startade 1992/93 och serie "ny" fem lokaler som började 1996/97. Markerad linje anger förväntad genomsnittlig belastning i Svealand år 2010 om beslutade åtgärder genomförs (se sid. 3).

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.

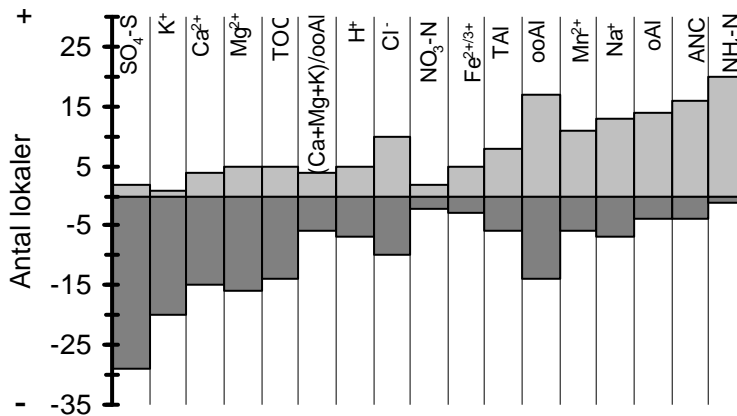
Figur 13 visar att markvattnets innehåll av kalcium, magnesium och kalium har minskat signifikant på omkring en tredjedel av lokaler-

na i Svealand och Norrland. En tydlig trend är sjunkande halter av sulfatsvavel. Det har noterats på nästan 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 surhetsgrad är inte lika tydliga, utan det finns exempel på både ökning och minskning. Markens förmåga att buffra mot syror, uttryckt som ANC (se ord att förklara, sidan 4) har dock ökat i flera fall, i synnerhet

i Stockholms län. Oorganiskt aluminium har minskat i flera skogsytor i länet, vilket är högst önskvärt. Samtidigt har den också ökat på något fler lokaler.

Undersökningarna av markvatten i Stockholms län har utvärderats i en särskild studie under 2005 som kan laddas ner från IVLs hemsida (referens: Westling O. & Zetterberg T. 2005. Uppföljning av miljömål för försurning och näringstillstånd i skogsmark i Stockholms län. IVL Rapport B 1632).



Figur 13. Trendberäkningar för markvatten på 52 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 antalet lokaler med signifikant minskade värden (-).

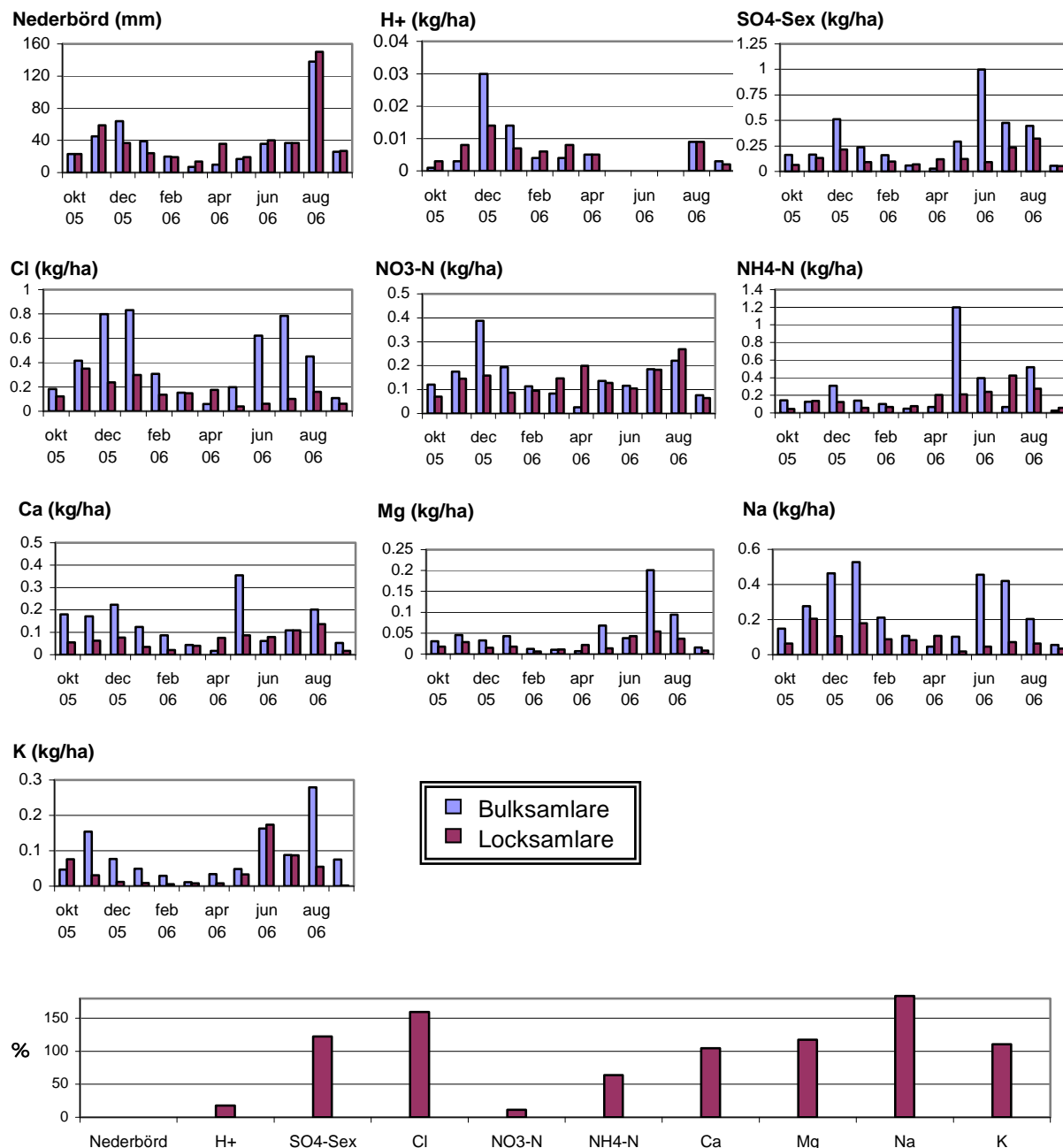
Locksamlare i Ulriksdal

I Ulriksdal har jämförelser gjorts mellan ordinarie insamlare på öppet fält, bulksamlare som är ständigt öppen, och locksamlare som ska vara stängd vid torr väderlek och öppen när det regnar. Syftet med locksamlare är att undvika påverkan av torrdeposition och enbart få mått på ämnen som är lösta i nederbörden. Beräkningar som IVL gjort på 11 Intensivytor inom Krondroppsnätet (bakgrundslokaler i hela Sverige, bekostas av Naturvårdsverket) indikerar att torrdepositionen i de ständigt öppna bulk-

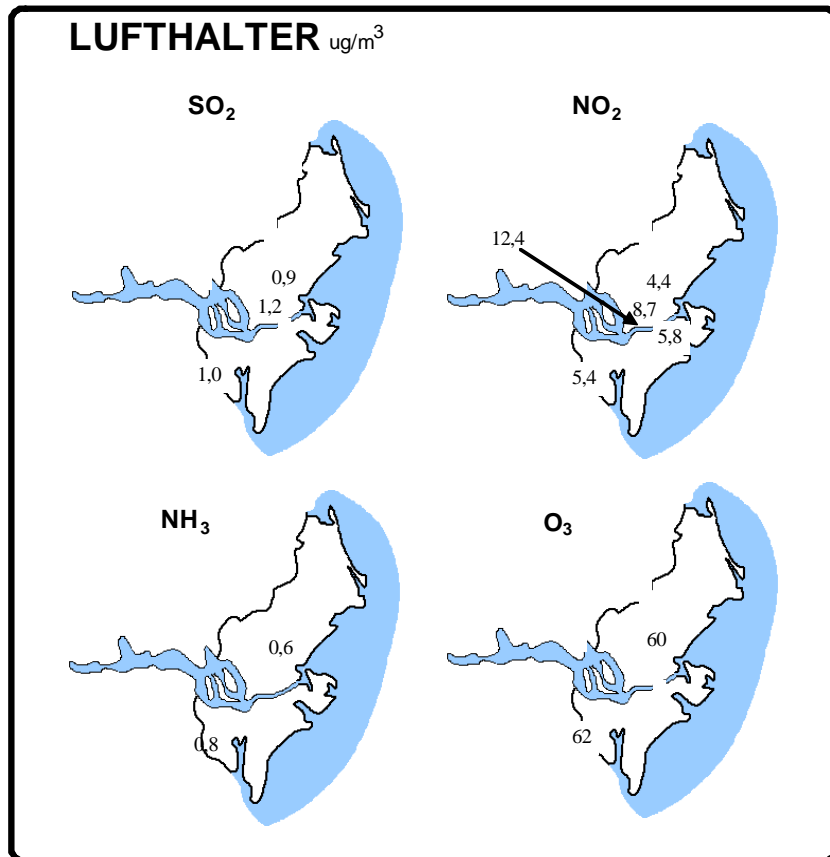
samlarna varit 5-10 % för svavel och kväve och 10-20 % för havssaltsrelaterade ämnen. Nackdelen med locksamlare är priset, de kräver elektricitet och att driftssäkerheten varierar.

Jämförelsen i Ulriksdal påverkas av lokalens tätortsnära läge, vilket sannolikt gör skillnaden mellan metoderna större än normalt för bakgrundsmiljö. Figur 14 visar jämförbara värden för deposition under oktober 2005-september 2006. Summerad deposition under året visar liksom tidigare år i princip dubbelt så höga värden via ordina-

rie bulksamlare än via locksamlaren för svavel och havssalter. Det är betydligt mer än vad som tidigare uppmätts i landsbygdsmiljö. Skillnaden beror inte på att uppmätta nederbördsmängder var helt olika (figur 14) utan att halterna var högre i bulksamlarna. Värt att notera är att fler parametrar, främst ammonium och kalium uppvisar högre halter under somarmånaderna, detta kan delvis bero på en högre pollendeposition än normalt under dessa månader, vilket påverkat resultaten.



Figur 14. Jämförelse mellan uppmätt deposition i ordinäre insamlare på öppet fält (bulksamlare) med locksamlare i Utriksdal, A 94. Nedersta figuren redovisar hur många procent mer deposition som har noterats i bulksamlare än i locksamlaren under det hydrologiska året 2005/06.



Figur 15. Periodmedelvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) av halter i luft på öppet fält. För svaveldioxid (SO_2) och kvävedioxid (NO_2) gäller perioden oktober 2005 till september 2006. För marknära ozon (O_3) och ammoniak (NH_3) perioden april - september 2006.

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.

Kväveoxider

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 för NO_x . Naturvårdsverkets förslag till delmål gällande miljömålet "Frisk luft" innebär bland annat att årsmedelhalten av kvävedioxid 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 kvävedioxid 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 Stockholms län. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. Obs! Senaste årets data överst!

Lokal	Period	Nedb	H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
		mm	kg/ha →										
Bergby (A 01 A)	05/06	537	0,08	3,2	3,0	4,7	3,0	4,9	2,0	0,5	3,4	2,4	0,15
	04/05	635	0,07	3,2	2,8	7,8	3,1	4,6	2,4	1,1	4,7	2,9	0,14
	03/04	696	0,13	3,5	3,2	5,2	3,1	2,1	1,9	0,6	3,8	2,1	0,07
	02/03	490	0,06	3,1	2,9	4,6	2,6	2,5	1,7	0,6	3,5	2,1	0,05
	01/02	608	0,09	2,9	2,7	4,0	2,5	2,3	1,3	0,4	2,9	1,2	0,06
	00/01	739	0,15	4,1	3,9	4,5	3,3	4,2	1,7	0,5	2,9	2,2	0,15
	99/00	593	0,13	3,4	3,1	5,3	2,6	2,3	1,4	0,5	3,4	1,5	0,14
	98/99	801	0,20	4,9	4,5	9,1	4,1	3,1	2,4	0,8	5,6	2,4	0,08
	97/98	720	0,20	4,8	4,5	5,4	3,7	2,8	2,5	0,6	3,8	1,9	0,13
	96/97	542	0,09	3,2	3,0	4,4	2,0	2,8	1,8	0,7	2,6	1,4	0,05
Farstanäs (A 35 A)	05/06	474	0,06	2,0	1,9	2,7	1,7	1,3	2,0	0,4	1,7	1,5	0,16
	04/05	482	0,03	1,9	1,8	3,4	2,5	3,0	2,4	0,4	2,0	2,2	0,07
	03/04	626	0,09	2,7	2,5	3,9	2,4	1,8	1,9	0,6	2,8	1,9	0,06
	02/03	428	0,06	2,7	2,5	4,2	2,1	1,6	1,7	0,8	2,1	1,1	0,04
	01/02	670	0,08	2,9	2,6	6,1	2,3	1,4	2,2	0,6	3,8	1,4	0,07
	00/01	750	0,10	4,7	4,5	6,0	3,5	3,5	2,4	0,9	3,8	2,4	0,11
	99/00	679	0,11	4,0	3,6	8,6	3,3	2,5	2,2	1,0	4,9	2,6	0,11
	98/99	702	0,18	4,6	4,3	6,5	3,5	2,4	2,6	0,7	4,7	2,2	0,08
	97/98	710	0,18	5,0	4,8	4,4	3,6	3,0	2,7	0,6	2,8	2,5	0,09
	96/97	484	0,08	3,5	3,2	7,0	2,4	2,9	1,9	0,7	4,0	2,5	0,05
	95/96	342	0,10	2,1	2,0	3,8	1,6	1,4	1,1	0,7	1,3	0,9	0,03
	94/95	651	0,18	4,6	4,3	5,5	3,0	2,8	2,7	0,7	3,2	1,6	0,02
	93/94	722	0,33	5,9	5,6	6,5	3,5	2,7	2,0	1,0	3,0	2,1	0,04
92/93	504	0,19	3,7	3,6	3,5	2,0	1,7	0,9	0,4	1,8	1,5	0,02	
Arlanda (A 92 A)	05/06	612	0,10	3,1	2,9	4,5	3,0	4,3	2,1	0,4	3,1	2,9	0,16
	04/05	566	0,04	3,1	2,8	6,1	2,8	4,5	3,3	0,9	4,1	2,8	0,12
	03/04	661	0,08	3,2	3,0	5,4	2,9	2,0	3,1	0,8	3,4	3,3	0,06
	02/03	481	0,05	3,2	3,1	3,8	2,5	3,6	1,9	0,7	2,7	1,9	0,05
	01/02	627	0,08	3,3	3,0	5,0	2,6	2,7	1,3	0,4	3,1	2,0	0,06
	00/01	783	0,20	4,0	3,7	5,6	3,6	3,1	1,7	0,8	2,8	1,6	0,16
	99/00	577	0,06	3,7	3,4	5,2	2,6	2,7	2,6	0,6	4,1	2,6	0,15
	98/99	814	0,18	4,6	4,3	6,3	3,4	3,1	1,8	0,7	4,3	3,7	0,11
Ulriksdal (A 94 A)	05/06	462	0,06	4,6	4,3	4,9	1,8	5,8	1,8	0,6	3,5	11,3	0,09
	04/05	515	0,04	3,8	3,5	6,0	1,8	6,3	3,4	0,6	4,4	6,8	0,09
	03/04	635	0,09	3,9	3,6	6,8	2,8	2,6	2,6	1,0	4,3	1,8	0,06
	02/03	407	0,05	2,9	2,7	4,5	1,8	2,5	1,2	0,7	2,4	1,1	0,04
	01/02	468	0,04	2,2	2,0	3,5	1,4	2,0	1,1	0,3	2,2	1,0	0,05
	00/01	782	0,13	5,2	4,9	6,8	3,5	4,7	2,2	0,7	4,4	1,4	0,17
	99/00	681	0,08	4,3	4,0	6,0	2,7	2,5	2,4	0,8	4,4	1,8	0,14
	98/99	625	0,11	4,5	3,6	19,4	3,1	2,8	2,5	1,4	11,3	1,8	0,06
	97/98	673	0,14	5,8	5,5	6,5	3,2	3,6	3,2	0,8	4,3	2,0	0,08
	05/06	483	0,06	1,7	1,6	1,9	1,6	1,9	0,8	0,3	1,1	0,5	0,07
	04/05	423	0,03	1,5	1,4	1,7	1,0	2,3	1,0	0,3	1,2	0,8	0,06
	03/04	543	0,05	2,4	2,3	2,8	1,4	1,3	1,4	0,5	2,1	0,8	0,05

Tabell 1b. Öppet fältdata från Stockholms län för ytor där organiskt kväve analyserats, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/ hektar och år. (oorgN = NO₃-N + NH₄-N) och (orgN = Kj-N - NH₄-N)

Lokal	Period	Nedb	oorg N	org N
		mm	kg/ha →	
Bergby (A 01 A)	05/06	537	7,9	3,4
	04/05	635	7,7	2,8
	03/04	696	5,3	2,2
	02/03	490	5,1	2,1
	01/02	608	4,8	1,3
Farstanäs (A 35 A)	05/06	474	2,9	1,2
	04/05	482	5,5	1,2
	03/04	626	4,2	2,1
	02/03	428	3,8	1,2
	01/02	670	3,6	1,2

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

Lokal	Period	Nedb	H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
		mm	kg/ha →										
Bergby (A 01 A)	05/06	259	0,05	2,5	2,2	6,2	1,9	2,6	3,0	1,2	2,7	13,2	0,44
	04/05	352	0,04	2,4	2,0	7,0	2,0	2,0	3,7	1,4	3,7	12,9	0,41
	03/04	345	0,04	2,4	2,1	6,5	1,5	0,8	3,3	1,3	3,3	11,9	0,27
	02/03	283	0,05	3,2	2,8	7,9	2,2	1,6	2,7	1,5	3,8	11,4	0,17
	01/02	381	0,05	2,4	2,1	7,6	1,9	1,2	2,9	1,3	3,5	12,3	0,31
	00/01	452	0,07	4,3	4,0	7,9	2,3	1,6	4,8	1,7	3,9	15,0	0,82
	99/00	315	0,05	2,7	2,4	8,0	2,0	1,6	3,0	1,2	4,1	11,4	0,47
	98/99	339	0,06	3,6	3,2	8,1	1,9	1,7	3,4	1,3	3,8	11,1	0,41
	97/98	390	0,08	4,7	4,4	7,8	2,1	1,0	4,9	1,7	4,0	12,6	0,67
	96/97	345	0,08	4,1	3,7	8,2	2,5	2,2	3,9	1,3	4,4	10,8	0,54
Sticklinge (A 05 A)	05/06	284	0,04	5,2	4,7	9,4	3,6	4,0	7,1	2,2	3,8	17,7	0,57
	04/05	344	0,04	5,4	4,9	11,1	3,6	4,1	7,5	2,2	5,4	18,2	0,50
	03/04	316	0,05	4,7	4,3	9,5	2,8	1,8	5,5	1,8	4,0	15,0	0,32
	02/03	271	0,04	5,9	5,4	11,4	4,1	3,2	5,3	2,1	4,6	18,8	0,23
	01/02	302	0,03	3,9	3,5	8,9	2,5	2,5	3,9	1,6	3,4	13,7	0,32
	00/01	369	0,04	7,1	6,7	10,1	3,2	3,0	7,2	1,9	4,1	19,5	0,60
	99/00	314	0,05	5,0	4,5	12,5	3,0	3,1	5,9	1,8	4,4	15,3	0,74
	98/99	358	0,11	7,9	7,3	12,3	3,3	3,0	6,1	2,0	5,0	18,9	0,44
	97/98	382	0,08	8,3	7,8	10,9	3,4	2,7	7,4	2,4	4,0	20,3	0,68
	96/97	336	0,10	7,5	6,9	12,8	4,6	4,0	6,9	2,1	4,8	15,4	0,89
Farstanäs (A 35 A)	95/96	233	0,10	7,8	7,4	8,9	3,8	3,0	7,4	1,9	3,4	14,1	0,62
	94/95	402	0,21	10,2	9,6	13,4	4,3	2,9	8,9	2,4	5,1	15,1	0,96
	93/94	424	0,29	11,6	11,0	11,9	5,0	3,9	8,1	2,3	5,1	15,9	0,83
	92/93	353	0,14	9,3	8,6	13,8	3,6	2,6	7,1	2,3	5,1	19,6	0,81
	05/06	348	0,03	3,8	3,5	8,2	1,6	3,0	4,6	1,7	3,4	17,7	0,34
	04/05	357	0,03	2,7	2,3	7,5	1,9	1,6	4,7	1,7	3,4	13,6	0,24
	03/04	439	0,04	3,0	2,6	8,5	1,6	0,5	4,0	1,6	3,4	15,6	0,12
Farstanäs (A 35 A)	02/03	325	0,03	3,8	3,4	8,6	2,4	1,4	3,5	1,7	3,3	13,4	0,25
	01/02	349	0,02	3,1	2,7	8,7	1,6	1,3	3,3	1,5	3,2	17,2	0,06
	00/01	517	0,04	6,0	5,6	8,5	2,6	2,4	4,9	1,9	3,8	19,4	0,33
	99/00	337	0,04	3,2	2,8	9,6	1,6	1,4	3,6	1,6	4,0	16,7	0,27
	98/99	380	0,06	4,7	4,3	8,5	1,5	1,1	3,8	1,7	3,7	15,6	0,13
	97/98	433	0,04	4,8	4,4	7,4	1,1	1,8	4,3	1,9	2,6	18,2	0,30
	96/97	366	0,07	4,2	3,8	8,4	2,1	0,8	3,9	1,6	3,5	12,2	0,31
	95/96	264	0,08	5,4	5,1	6,3	2,0	1,4	4,4	1,5	2,4	13,0	0,33
	94/95	448	0,12	7,2	6,8	10,0	2,4	1,8	5,5	1,8	3,7	14,2	0,39
	93/94	450	0,22	8,7	8,3	8,5	3,6	1,9	5,8	1,9	3,8	12,5	0,42
92/93	356	0,09	6,7	6,2	10,8	1,8	0,9	4,7	2,0	4,2	15,3	0,35	

Tabell 2a. Krondroppsdata forts.

Lokal	Period	Nedb	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⁺
Lämshaga (A 40 A)	05/06	290	0,06	7,0	6,3	16,0	4,1	5,1	7,0	2,6	12,9	29,4	0,42
	04/05	351	0,06	4,0	3,5	11,9	3,9	2,0	6,4	2,3	6,2	15,9	0,36
	03/04	328	0,06	4,3	3,7	13,2	2,7	0,9	5,6	2,1	6,4	18,4	0,20
	02/03	285	0,05	6,0	5,4	13,4	4,5	2,6	5,4	2,3	6,2	15,1	0,29
	01/02	305	0,04	4,3	3,7	13,4	2,6	1,4	5,0	1,9	5,9	17,4	0,07
	00/01	501	0,06	8,4	7,7	15,0	3,7	2,3	8,5	2,8	7,0	26,7	0,48
	99/00	314	0,06	4,5	3,8	14,2	2,6	2,1	5,7	2,3	6,6	18,7	0,40
	98/99	353	0,11	8,0	7,4	13,5	2,5	1,3	5,9	2,1	5,7	23,6	0,29
	97/98	305	0,07	7,0	6,4	12,7	2,7	1,0	6,3	2,3	5,7	21,7	0,38
	96/97	322	0,10	6,5	5,9	13,1	3,9	1,7	6,1	2,1	6,0	15,7	0,48
	95/96	239	0,10	7,7	7,2	11,8	3,7	3,8	6,5	1,9	5,4	17,1	0,41
	94/95	446	0,20	10,4	9,7	15,2	3,7	1,6	8,4	2,4	6,6	17,5	0,65
93/94	407	0,30	12,3	11,6	15,0	5,3	2,5	8,4	2,7	7,3	16,8	0,60	
92/93	362	0,12	9,8	8,9	18,7	3,1	1,6	6,7	2,6	8,1	23,7	0,61	
Arlanda (A 92 A)	05/06	306	0,05	2,1	1,9	4,5	1,4	1,7	2,3	1,1	2,0	10,1	0,35
	04/05	353	0,04	2,1	1,8	5,2	1,3	1,0	2,6	1,1	3,0	8,8	0,29
	03/04	398	0,05	2,6	2,3	5,1	1,3	0,5	2,5	1,1	2,6	8,2	0,18
	02/03	323	0,05	2,7	2,4	5,4	1,7	1,0	2,0	1,1	2,8	7,8	0,13
	01/02	367	0,04	2,1	1,8	5,5	1,3	1,2	2,0	1,1	2,6	9,5	0,10
	00/01	467	0,07	3,3	3,0	5,3	1,7	1,6	2,8	1,2	2,6	11,6	0,49
	99/00	341	0,04	2,2	2,0	6,0	1,4	0,8	2,6	1,2	3,1	9,0	0,29
	98/99	385	0,05	4,0	3,7	6,3	1,4	1,1	3,3	1,2	3,6	8,5	0,31

Tabell 2b. Krondroppsdata från Stockholms län för ytor där organiskt kväve 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	kg/ha →	
			oorg N	org N
Bergby (A 01 A)	05/06	259	4,5	2,3
	04/05	352	4,0	2,1
	03/04	345	2,3	2,4
	02/03	283	3,8	2,4
	01/02	381	3,1	2,6
Farstanäs (A 35 A)	05/06	348	4,5	3,1
	04/05	357	3,5	1,8
	03/04	439	2,1	2,3
	02/03	325	3,8	2,4
01/02	349	2,9	2,8	

Tabell 3a. Lufthalter av svaveldioxid i Stockholms län, diffusionsprovtagning.

År mån	Svaveldioxid, SO ₂ µg/m ³				
	A 01 A Bergby	A 05 A Sticklinge	A 35 A Farstanäs	A 40 A Lämshaga	A 94 Ulriksdal
Mv 9310-9409	-	2,7	2,3	2,5	-
Mv 9410-9509	-	2,0	1,3	1,7	-
Mv 9510-9609	-	2,2	1,6	1,9	-
Mv 9610-9709	-	1,6	0,9	1,3	-
Mv 9710-9809	-	1,3	0,8	1,1	1,2
Mv 9810-9909	-	1,5	0,9	1,1	1,3
Mv 9910-0009	-	1,1	0,6	0,8	0,9
Mv 0010-0109	-	1,2	0,8	0,9	1,0
Mv 0110-0209	-	1,0	0,6	0,8	0,9
Mv 0210-0309	0,8	1,2	0,9	-	-
Mv 0310-0409	0,8	1,2	0,9	-	-
Mv 0410-0509	0,7	1,0	0,7	-	-
0510	1,1	1,0	0,7	-	-
0511	1,0	1,4	0,9	-	-
0512	0,8	0,9	0,6	-	-
0601	1,1	1,7	1,7	-	-
0602	1,7	2,2	2,0	-	-
0603	0,9	1,8	1,8	-	-
0604	0,5	0,8	0,5	-	-
0605	0,7	1,1	1,0	-	-
0606	^U 0,4	0,6	0,5	-	-
0607	0,7	1,0	0,7	-	-
0608	1,1	1,0	0,8	-	-
0609	0,7	0,9	0,8	-	-
Mv 0510-0609	0,9	1,2	1,0		

Siffror inom parantes anger antal månadsvärden.

Tabell 3b. Lufthalter av kvävedioxid i Stockholms län, diffusionsprovtagning.

År mån	Kvävedioxid, NO ₂ µg/m ³				
	A 01 A Bergby	A 05 A Sticklinge	A 35 A Farstanäs	A 40 A Lämshaga	A 94 Ulriksdal
Mv 9310-9409	-	11,0	7,5	7,6	-
Mv 9410-9509	-	10,7	6,0	7,0	-
Mv 9510-9609	-	12,0	7,7	9,0	-
Mv 9610-9709	-	11,8	7,2	8,1	-
Mv 9710-9809	-	10,9	5,8	6,7	14,9
Mv 9810-9909	-	10,1	6,0	6,2	14,4
Mv 9910-0009	-	9,6	5,2	6,4	14,1
Mv 0010-0109	-	8,7	5,0	5,2	12,5
Mv 0110-0209	4,0	8,7	5,4	5,6	13,0
Mv 0210-0309	4,0	8,4	5,3	5,9	12,4
Mv 0310-0409	4,2	8,4	5,1	5,4	12,3
Mv 0410-0509	3,9	8,9	5,0	5,4	12,7
0510	5,9	10,4	4,9	5,1	14,0
0511	6,6	11,5	5,7	5,9	13,9
0512	6,0	10,4	6,5	9,0	15,8
0501	7,0	12,0	7,5	10,5	16,0
0502	5,4	10,3	6,3	8,0	14,6
0503	4,1	8,5	10,3	9,0	14,5
0504	4,0	8,0	3,6	4,2	11,9
0505	3,5	8,2	4,8	4,1	11,6
0506	^U 2,4	5,7	3,5	3,0	8,5
0507	2,3	5,6	2,8	2,5	7,2
0508	2,2	6,4	5,1	4,1	8,9
0509	3,2	7,5	4,3	4,4	11,5
Mv 0510-0609	4,4	8,7	5,4	5,8	12,4

Siffror inom parantes anger antal månadsvärden.

^U uppskattat värde

Tabell 3c. Lufthalter av ammoniak i Stockholms län, diffusionsprovtagning.

År mån	Ammoniak, NH ₃ µg/m ³				
	A 01 A Bergby	A 05 A Sticklinge	A 35 A Farstanäs	A 40 A Lämshaga	A 94 Ulriksdal
Mv 0204-0209	0,5	-	0,9	-	-
Mv 0304-0309	0,6	-	1,1	-	-
Mv 0404-0409	0,7	-	0,8	-	-
Mv 0504-0509	0,5	-	0,6	-	-
0510	0,3	-	0,4	-	-
0511	2,1	-	0,4	-	-
0512	<0,3	-	0,3	-	-
0601	0,5	-	<0,3	-	-
0602	0,3	-	<0,3	-	-
0603	<0,3	-	0,3	-	-
0604	<0,3	-	<0,3	-	-
0605	0,4	-	0,7	-	-
0606	^U 0,3	-	0,6	-	-
0607	0,6	-	1,1	-	-
0608	1,1	-	1,2	-	-
0609	1,3	-	0,9	-	-
Mv 0604-0609	0,6	-	0,8	-	-

Tabell 3d. Lufthalter av marknära ozon i Stockholms län, diffusionsprovtagning.

År mån	Ozon, O ₃ µg/m ³				
	A 01 A Bergby	A 05 A Sticklinge	A 35 A Farstanäs	A 40 A Lämshaga	A 94 Ulriksdal
Mv 9604-09	-	-	59	62	-
Mv 9704-09	-	-	62	65	-
Mv 9804-09	-	-	51	56	42
Mv 9904-09	-	-	66	70	59
Mv 0004-09	-	-	56	57	49
Mv 0104-09	-	-	56	61	51
Mv 0204-0209	59	-	61	64	54
Mv 0304-0309	60	-	60	-	-
Mv 0404-0409	57	-	57	-	-
Mv 0504-0509	57	-	58	-	-
0510	42	-	49	-	-
0511	37	-	38	-	-
0512	32	-	39	-	-
0501	45	-	46	-	-
0502	51	-	59	-	-
0503	67	-	55	-	-
0504	65	-	64	-	-
0505	80	-	84	-	-
0506	^U 61	-	63	-	-
0507	62	-	63	-	-
0508	52	-	55	-	-
0509	39	-	41	-	-
Mv 0604-0609	60	-	62	-	-

Siffror inom parantes anger antal månadsvärden.

U uppskattat värde

Tabell 4. Markvattendata från Stockholms 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 →													
Bergby (A 01 A)	2005-10-24	6,1	-	0,190	2,05	9,44	<0,002	-	5,82	1,22	4,24	0,38	<0,02	0,015	-	0,289	14,0	-
	2006-04-24	5,8	0,048	0,107	2,71	5,44	<0,002	0,010	3,52	0,95	3,93	0,22	<0,03	0,019	0,094	0,370	9,2	38
	2006-08-10	6,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median	5,8		0,089	2,75	3,39	<0,002	<0,01	3,38	0,94	3,49	0,28	<0,02	0,029	0,1	0,466	11,8	34
	<i>n</i> =	24		23	23	23	23	21	23	23	23	23	23	23	20	23	22	20
Järinge (A 04 A)	median	7,2		1,339	4,08	3,84	0,011	0,049	27,89	1,21	4,28	0,19	<0,02	0,076	0,048	0,338	18	394
	<i>n</i> =	14		14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	12	14	13	12
Sticklinge (A 05 A)	2005-10-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2006-04-26	6,5	0,254	0,097	9,47	7,25	0,012	5,401	6,31	3,29	6,57	0,88	0,179	0,043	0,020	1,190	14,6	425
	2006-07-26	6,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median	5,0		0,012	6,24	7,88	<0,002	0,02	5,35	1,86	5,84	0,25	0,05	0,05	0,711	1,126	13	8,3
	<i>n</i> =	35		34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	24	34	31	24
Alby (A 21 A)	2005-10-26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2006-04-26	5,4	-	0,070	4,01	3,36	<0,002	0,005	4,03	1,01	2,71	0,50	0,076	0,011	0,130	0,336	8,8	32
	2006-07-26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median	5,3		0,061	5,17	4,93	<0,002	0,017	4,92	1,34	3,13	0,83	<0,02	0,02	0,184	0,486	12,4	29
	<i>n</i> =	33		32	33	33	33	32	33	32	32	32	33	32	26	32	30	25
Farstanäs (A 35 A)	2005-10-26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2006-04-26	5,9	0,031	0,091	2,85	5,75	0,099	0,720	3,71	1,00	3,53	0,67	<0,03	0,029	0,049	0,431	12,2	83
	2006-07-26	5,8	-	0,046	4,31	8,16	0,024	-	3,96	1,24	5,26	0,73	0,096	0,014	-	0,147	-	-
	median	5,8		0,052	4,01	4,16	<0,002	0,202	3,81	1,09	3,35	0,69	<0,02	0,013	0,06	0,267	10,2	67
	<i>n</i> =	38		37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	30	37	32	30	
Lämshaga (A 40 A)	2005-10-26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2006-04-26	5,1	-	0,050	4,16	6,10	<0,002	0,038	3,68	1,10	4,50	0,46	0,071	0,028	0,374	0,923	13,8	11
	2006-07-26	6,2	-	0,190	2,77	6,19	0,199	-	3,73	1,02	3,67	4,78	0,097	-	-	-	-	-
	median	5,3		0,048	4,27	6,39	<0,002	<0,01	4,19	1,29	3,91	0,77	<0,02	0,026	0,367	0,791	12	13
	<i>n</i> =	31		30	31	31	31	30	30	30	30	30	30	29	26	29	29	26
Gladö (A 44 A)	2005-10-26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2006-04-26	5,9	-	0,148	15,93	10,52	0,006	0,084	8,88	7,25	8,93	0,42	<0,03	0,026	0,046	0,248	13,6	311
	2006-07-26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median	5,8		0,096	7,39	7,34	<0,002	0,026	5,85	3	4,73	0,86	<0,02	0,026	0,08	0,274	14	99
	<i>n</i> =	28		27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	26	20	26	25	20
Arlanda (A 92 A)	2005-10-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2006-04-24	5,2	-	0,074	10,45	16,56	<0,002	0,016	7,09	3,35	12,92	0,09	<0,03	0,047	0,428	0,755	9,1	20
	2006-08-10	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median	5,4		0,089	6,65	10,5	<0,002	<0,01	5,01	2,23	8,19	0,16	<0,02	0,08	0,223	0,61	9,9	29
	<i>n</i> =	26		25	25	25	25	24	25	25	25	25	25	24	20	24	23	20

Tabell 5. Grundvattendata från Stockholms län.

Lokal	Datum	Tem p °C	pH	Alk mekv/l	Kond mS/m	SO4-S mg/l	Cl-	N 1)	NH4-N	PO4-P	Ca	Mg	Na	K	Mn	Fe	Al 2)	TO C	F-	Si	Cu	Zn	Cd	Pb
Alby	2000-05-29	8.7	6.7	1.425	27.3	14.52	6.13	0.037	0.037	0.05	39.42	5.71	5.33	1.68	0.063	1.890	2.050	2.2	0.020	14.14	13	64	0.29	2.6
Alby	2000-09-06	10.2	6.9	1.409	27.7	14.64	8.69	0.037	0.045	0.035	37.25	5.35	6.16	3.71	0.250	26.300	20.500	2.8	0.120	9.30	54	100	0.14	17.0
Alby	2002-03-25	3.6	6.5	1.218	25.5	16.7	9.29	0.012	0.002	0.004	36.67	5.25	5.75	1.72			0.215	3.1	0.100	7.25				
Alby	2002-05-28	12.6	6.5	1.123	24.3	16.32	8.37	0.009	0.016	0.019	34.35	4.87	5.49	1.64			1.750	2.6	0.100	7.01				
Alby	2002-07-31	15.5	6.5	1.228	25.8	16.46	7.41	0.04	0.097	0.133	37.23	5.24	6	1.84			12.800	9.5	0.120	12.07				
	median	10.2	6.5	1.228	25.8	16.32	8.37	0.037	0.037	0.035	37.23	5.25	5.75	1.72			2.050	2.8	0.100	9.30				
Farstanäs 2	2000-05-22	8.9	5.9	0.141	7.9	5.29	4.96	0.029	0.066	0.092	4.81	2.43	4.92	0.31	0.064	6.800	8.000	5.9	0.080	11.57	10	28	0.06	6.6
Farstanäs 2	2001-12-01	6.3	5.7	0.277	8.2	4.06	5.99	0.007	0.036	0.035							1.420	0.150	8.49					
Farstanäs 3	2000-09-06	12.2	6.9	3.028	33.1	2.73	4.43	0.023	0.016	0.003	37.82	9.67	17.29	0.86	0.010	0.250	0.170	1.4	0.540	6.28	6	8	0.02	0.3
Farstanäs 3	2001-04-26	5.5	6.8	3.205	31.5	2.56	4.61	0.008	0.008	0.003	39.62	9.45	16.51	0.98	0.018	0.145	0.125	2.8	0.510	6.25	7	26	0.06	1.6
Farstanäs 3	2001-08-01	11.3	6.9	2.869	30.2	3.25	4.71	0.040	0.021	0.021	35.45	8.77	16.69	0.78			1.060	1.5	0.500	7.45				
Farstanäs 3	2001-12-01	5.6	6.8	2.972	31.1	2.90	6.27	0.015	0.004	0.005							0.135	0.530	7.05					
Farstanäs 3	2002-03-25	2.6	6.9	2.908	30.5	2.92	6.81	0.009	0.009	0.004	36.73	8.71	15.50	1.06			0.015	1.7	0.430	7.01				
Farstanäs 3	2002-05-28	9.9	6.9	2.913	30.7	3.09	6.45	0.012	0.004	0.007	36.13	8.86	15.70	0.86			0.045	1.4	0.470	6.03				
Farstanäs 3	2002-07-31	18	6.8	2.933	30.9	3.00	4.68	0.008	0.004	0.006	36.83	9.46	16.30	0.74			0.045	8.5	0.480	6.96				
Farstanäs 3	2002-10-30	8	6.9		28.9				0.006	0.014														
Farstanäs 3	2003-04-02	2.6	6.8	2.843	29.4	3.37	6.52	0.037	0.004		35.89	9.56	15.89	0.82	0.001	0.029	0.075	1.2	0.510	6.62	3	6	0.01	0.8
Farstanäs 3	2003-04-28	4.8	6.8	2.863	28.9	3.24	4.71	0.007	0.003	0.006	35.25	9.61	15.66	0.74	0.001	0.009	0.030	1.8	0.470	5.04	4	7	0.01	0.2
Farstanäs 3	2003-06-25	13.8	6.9	2.877	29.4	3.19	6.74	0.022	0.010	0.011	35.41	9.59	15.75	0.86	0.006	0.020	0.030	0.8	0.460	4.93	5	25	0.08	0.1
Farstanäs 3	2003-08-27	11.4	6.8	2.936	29.3	3.22	6.88	0.007	0.017	0.007	35.25	9.59	15.77	0.78	0.021	1.115	1.200	1.3	0.460	9.28	4	10	0.03	1.6
Farstanäs 3	2003-10-29	8.5	7.0	3.064	31.0	2.98	4.71	0.009	0.054	0.048	37.70	9.84	16.39	1.17	0.130	3.600	3.650	1.8	0.540	11.22	11	28	0.05	2.3
Farstanäs 3	2004-04-28	7.2	6.8	2.734	28.6	3.43	5	0.65	0.01		34.3	8.9	15	1	0.01	0.09	0.115	2.7	0.5	5.09	2.9	5	0	0.1
Farstanäs 3	2004-06-22	12	6.8	2.78	29	3.35	4.6	0.31	0.007	0.006	35.7	9.3	15.2	0.9	0.01	0.4	0.29	1.8	0.48	6.64	5.4	16	0	2.8
Farstanäs 3	2004-08-31	13	6.8	2.822	29.4	3.37	5.6	0.18	0.012	0.008	34.9	9.4	15.3	0.9	0.05	0.018	0.019	1.9	0.49	5.08	3.5	9	0	1.6
Farstanäs 3	2004-10-27		6.8	2.948	30.2	3.53	4.8	0.01	0.009	0.008	36.1	9.7	16.2	0.7	0	0	0	1.4	0.5	6.4	0	0	0	0
Farstanäs 3	2004-12-28	3.8	6.8	3.169	31.6	2.93	7.7	0	0.015	0.008	39.6	10	16.4	0.9	0.04	0.13	0.009	1.6	0.53	4.63	2.5	4	0	0.1
Farstanäs 3	2005-04-27	4.8	6.8	3.101	30.2	0.176	0.15	6	7	11	1.872	0.81	0.67	0.02	125	685	50	5.23	0.45	1.6	3.1	7.3	0	0.6
Farstanäs 3	2005-06-21	12	6.9	3.032	30.2	0.182	0.16	10	16	9	1.834	0.82	0.67	0.02	60	315	15	5.55	0.49	3.6	2	3.7	0	0.2
Farstanäs 3	2005-08-30	12	6.8	2.949	29.5	0.218	0.15	5	7	8	1.757	0.8	0.68	0.02			5.4	0.43	2.1					
Farstanäs 3	2005-10-26	8.5	6.8	2.956	29.6	0.214	0.17	36	5	8	1.766	0.82	0.7	0.02	20	155	15	6.92	0.44	2.2	2	4.7	0	1.2
Farstanäs 3	2005-12-28	1	6.9	3.065	30.5	0.186	0.17	5	7	10	1.863	0.82	0.7	0.02	5	72	22	6.16	0.5	1.7	6.7	15	0	1.3
Farstanäs 3	2006-03-01	0.8	6.8	1.903	22.3	0.24	0.16	39	66	13	1.285	0.61	0.53	0.02	14	360	418	5.46	0.41	8.7	6.7	20	0	0.9
Farstanäs 3	2006-04-26	4.2	6.8	3.025	30	0.186	0.17	56	25	10	1.818	0.77	0.68	0.02	160	420	70	7.29	0.51	1.4	2.5	8.9	0	1.2
Farstanäs 3	2006-06-20	12.7	6.9	2.785	28.4	0.197	0.16	27	26	5	1.677	0.76	0.66	0.02	40	96	74	4.88	0.51	3.3	5	15	0	1.4
Farstanäs 3	2006-08-29	14.5	6.9	2.934	30	0.203	0.19	11	27	10	1.81	0.77	0.71	0.03	25	43	28	4.51	0.48	6.6	11	59	0.1	0.1

Farstanäs 3	2006-10-25	9.1	6.8	2.928	29.7	0.206	0.15	18	6	5	1.769	0.77	0.7	0.02	64	150	29	7.53	0.52	4.9	2.4	15	0	0.9
Farstanäs 3	2006-12-31	5.5	6.8	3.057	31.4	0.198	0.14	26	1		1.979	0.81	0.7	0.02	2.1	13	10	7.08	0.55	3	2.6	6.3	0	0.1
median		8.5	6.8	2.935	30	2.91	4.65	0.109	0.016	0.013	35.25	8.86	15.3	0.74	0.09	2.358	0.29	2.7	0.5	5.56	3.5	8.8	0	0.9

¹⁾ NO₂-N + NO₃-N

²⁾ Syralösligt aluminium

³⁾ I tabellen redovisas data från ”Farstanäs 2”, som ligger i en slänt, och ”Farstanäs 3” som ligger närmare krondroppsytan (ej i slänt), Vatten från ”Farstanäs 2” är sannolikt påverkat av vattenströmningar i sidled i större utsträckning och sammansättningen mer lik markvatten, I fortsättningen används därför ”Farstanäs 3”, som bör ge en bättre bild av grundvattnets sammansättning och därmed vara bättre, för jämförelse med nedfalls- och markvattendata.