



rapport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

För Länsstyrelsen i Stockholms län och Luftfartsverket

Övervakning av luftföroreningar i Stockholms län

Resultat till och med september 2004



Anna Liljergren, redaktör
B 1627
Augusti 2005

För Länsstyrelsen i Stockholms län och Luftfartsverket

Övervakning av luftföroreningar i Stockholms län

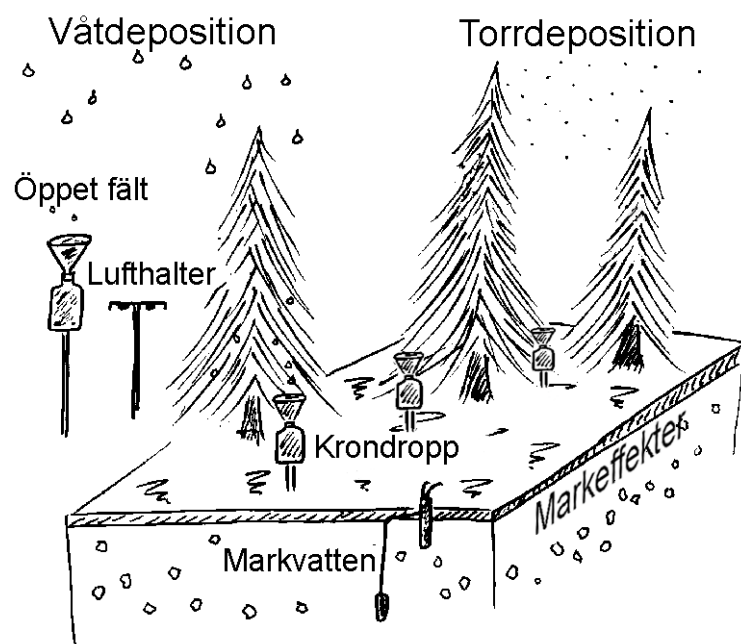
Resultat till och med september 2004

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 stötts ekonomiskt av Vägverket Region Stockholm, Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbund, Söde-energi 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 skogsvårdsorganisationens 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. Modellberäkningar av det genomsnittliga nedfallet av både svavel och kväve för året 2002/03 till alla typer av mark och sjötyper visar att variationen mellan länets kommuner är begränsad. Andelen av nedfallet med inhemskt ursprung är relativt liten, men större för kväve än för svavel.

Senaste årets resultat visar att nederbördens pH-värde var i genomsnitt 4,8. Till marken i granytorna Lidingö, 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 Stickslinge 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 överskrids det gränsvärde som skall gälla från 2020 vid en lokal (Bergby). Det svenska målvärdet $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som avser tillståndet 2020 överskrids 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 Liljergren, red.

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

IVL rapport B 1627

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	22
Kommunvis deposition	23
Tidsutveckling markvatten.....	25
Marknära ozon	25
Locksamlare i Ulriksdal.....	27
Faktaruta: Lufthalter och årsmedelvärden	28
Data i tabellform, deposition, lufthalter, markvatten	29

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, skogsvårdsstyrelser 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 Krondroppsnätets hemsida, under www.ivl.se. Vissa ord och begrepp förklaras i faktarutan på sidan 4. Där finns även en förklaring till innehållet i stationsfigurerna, som visar resultat från enskilda lokaler.

Provtagning av nederbörd sker på öppna ytor. Analys av föroreningar ger mått på huvudsakligen det våta nedfallet. Provtagning av krondropp görs på närbelägna skogsytor. Skogsmarkens reaktion på surt nedfall studeras framför allt genom markvattenstudier. Lufthalter mäts med diffusionsprovtagare som kvantitativt absorberar den gas som analyseras.

Huvuddelen av undersökningarna av luftföroreningar sker i Skogsvårdsorganisationens (SVO) skogliga observationsytor. SVO undersöker regelbundet skogens och skogsmarkens tillstånd, som tillväxt, kronutglesning samt barr- och markkemi. Det gör att luftföroreningarnas inverkan på skogens och markens tillstånd kan analyseras. De skogliga observationsytorna ingår i såväl ett nationellt som ett Europeiskt nät och är delvis EU-finansierade. De samordnade undersökningarna startade i Blekinge 1985 och omfattar nu större delen av landet. Metoderna har i princip bibehållits sedan början av mätningarna och ingår nu i EUs manualer för miljöövervakning.

Denna redovisning är den första enligt Program 2004-2006 för regional övervakning av luftföro-

reningar. 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 torr nedfall i skog samt ett program för kvalitetssäkring av mätningarna. Förutom hemsidans redovisning bestod årsrapporteringen 2004 av en samlad rapport över tidsutveckling, trendbrott och nationella miljömål (IVL Rapport B 1599), som grund för att studera utvecklingen över tiden och kunna följa upp delmålen för miljömålen "Bara naturlig försurning" och "Frisk luft". Resultat från Krondroppsnätets mätningar av deposition, tillsammans med liknande mätningar i andra länder, har utnyttjats flitigt under 2004 som underlag för att utveckla nya metoder för modellberäkningar av gränsöverskridande luftföroreningar i Europa. De nya metoderna kan med ökad precision beräkna nödvändiga utsläppsbegränsningar för nå en rad miljömål bland annat i Sverige.

Programmet 2004 till 2006, liknar i stora drag utförandet 2003, men nu finns minst en lokal per län med nederbörds-kemiska mätningar på öppet fält. Totalt antal skogslokaler är dock något mindre än förut. Denna rapport redovisar liksom förra året modellberäknad våtdeposition i figurer och tabeller, som jämförelse till krondroppsmätningar. Modellberäknad deposition med MATCH-Sverige, en spridningsmodell framtagen av SMHI, har också sammanställts kommunvis. Rapporten redovisar modellberäknad torr och våtdeposition, samt totaldeposition uppdelad på Sveriges eget bidrag och bidrag från andra länder.

Svenska miljö kvalitetsmål förutsätter att internationellt avtalade utsläppsminskningar genomförs. Minskningen kan räknas om till deposition i olika delar av landet

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

Undersökningarna i **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 G Hedberg, K Koos, I Torbrink, C Hållinder, S Honkala, V Andersson, N Nilsson, C Larsson, K Hommerberg och B Dusan analyserat proverna. Validering av data har huvudsakligen utförts av Olle Westling. G Malm och Anna Liljergren har arbetat med data-bearbetning och figurframställning. A Liljergren har utvärderat och rapporterat resultaten tillsammans med O Westling och A Svensson (lufthalter).



Figur 2. Krondroppsnätet under 2003/04. 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 syrorer 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 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 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.

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

Öppet fält: Öppet område där nederbördskemi och lufthalter mäts.

Förklaring till stationsfigurer

Figuren redovisar deposition av ett urval ämnen de två senaste åren och jämförs med ett medelvärde för hela perioden. Åren är indelade i sommar- (april-sep) och vinterperiod (okt-mars). Olika tidsperioder kan gälla uppmätt deposition på öppet fält eller via krondropp alternativt modellberäknad våtdeposition. Markvatten redovisar det senaste årets provtagningar (normalt tre), vilka jämförs med ett långtidsvärde. Medianvärde används för att undvika en kraftig inverkan

av enstaka höga halter som ibland uppträder under torra förhållanden. Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Al är uppdelat i total- och organisk halt. Skillnaden utgör oorganiskt Al som i höga halter medför risk för skador på känsliga organismer i mark och vatten. Kemiska beteckningar som används i figurerna är vätejoner (H^+), sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), kloridjoner (Cl^-), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), kalciumjoner (Ca^{2+}) och aluminium (Al).

Stationsvis redovisning

Figur 3-13, deposition och markvatten, figur 14, grundvatten, figur 20, halter i luft, samt tabell 1-6. 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 74-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.

Åtta 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 3,1 kg/ha. 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 tvättas av trädskronorna, stamavrinningens omfattning (oftast <5 %) samt att torrdeposition vid vissa tillfällen förekommer i insamlarna på öppet fält. Delvis på grund av kostnadsskäl 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.

Markvatten från Bergby har oftast visat likartade förhållanden vid olika provtagningar och värden som är tämligen normala för regionen. Under hydrologiska året 2003/04 var det endast provtagningen under våren som gav tillräckligt med vatten för analys. Som medianvärdet från 19 provtagningar gäller pH-värde 5,7 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. Årsmedelhalterna (hydrologiskt år) av SO₂ har under de senaste två åren varit 0,8 µg/m³ och på ungefär samma nivå som halterna i Farstanäs men lägre än halterna i Sticklinge. Årsmedelhalterna av NO₂ har varit ca 4 µg/m³ och därmed lägre än halterna i Ulriksdal, Sticklinge, Läms-haga och Farstanäs, men högre än halterna i Järinge. Halterna av

NH₃ har varit lägre än halterna i Farstanäs, medan halterna av O₃ varit på samma nivåer på de båda lokalerna.

Månadsmedelhalterna av SO₂ i Bergby har under den senaste mätperioden (2003/04) varierat mellan 0,5-1,5 µg/m³. Halterna av NO₂ har varierat mellan 2-8 µg/m³ med de högre halterna under vinterhalvåret. Månadshalterna av NH₃ har varit i nivå med tidigare års halter i Bergby. Uppmätta halter av O₃ har följt halterna i Farstanäs relativt väl, men varit något lägre jämfört med halterna på EMEP-stationen Aspveten söder om Stockholm i Södermanlands län.

Järinge (A04): Provyta med 67-årig granskog i nordligaste delen av länet. Ståndortsindex är G24 och liksom i Bergby är marktypen vanlig för länet (sandig-moig morän och brunjord). Till skillnad från Bergby är markvegetationen högväxt utan ris. Mätning av deposition och markvatten startade i oktober 1998 och ersätter tidigare mätningar i Bergboö. Från och med december 2001 mäts deposition enbart i skogsytan.

Under tre år gjordes mätningar både på öppet fält och via krondropp. Som genomsnitt visade krondroppsmätningarna något större svavelnedfall än på öppet fält, medan kväve visade lägre värden via krondropp än på öppet fält, vilket är normalt för regionen. Senaste årets krondroppsmätningar ligger i nivå med tidigare och visar att 2,5 kg antropogent svavel och något mindre 1,7 kg oorganiskt kväve deponerades per hektar mark i ytan. Inverkan från havet, mätt som kloridnedfall, var på samma nivå som tidigare års mätningar har visat; drygt 8 kg/ha och år.

Liksom den tidigare provytan i området (Bergboö) visar markvatten från Järinge inga försurningstecken. Generellt har höga värden för pH, syraneutraliserande förmåga (ANC) och kalcium noterats. Samtidigt har halterna av oorganiskt aluminium varit låga.

Under det senaste året har provutbytet varit gott, vilket dock inte alltid varit fallet för Järinge och även ett antal övriga lokaler i både Stockholms och Södermanlands län, med provtagningar som ofta gett litet utbyte av vatten. Medianvärden från 14 provtagningar i Järinge, då analyser har kunnat göras, är 7,2 för pH, 1,3 mekv/l för ANC, 28 mg/l av kalcium och 0,05 mg/l av oorganiskt aluminium. Något förhöjda halter av de båda kvävefraktionerna har förekommit vid ungefär hälften av provtagningarna, så även vid provtagningen i oktober 2003. Inga statistiskt säkerställda förändringar har noterats.

I Järinge avslutades mätningarna av svaveldioxid (SO₂) i januari 2003 och för närvarande mäts endast kvävedioxid (NO₂) på lokalen. Mätningarna av NO₂ har pågått sedan november 1998. Med undantag av Mjölsta, där mätningarna av NO₂ avslutades 2001, är Järinge den lokal inom Krondropps nätet i Stockholms län där de lägsta halterna av NO₂ generellt uppmätts. Årsmedelhalterna har sedan 1998/99 varit drygt 2 µg/m³.

Uppmätta månadsmedelhalter av NO₂ har under 2003/04 varierat mellan 1-4 µg/m³ och har varit på samma nivå som halterna på lokalen Edeby i Södermanlands län.

Sticklinge (A05): 98-årig granskog i relativt kuperat skogsområde på nordvästra Lidingö. Liksom på flertalet övriga ytor i länet startade mätning av deposition och markvatten 1992.

Senaste årets data visar att 2,4 kg antropogent svavel (exklusive bidrag från havssalt) och 3,8 kg oorganiskt kväve deponerades per hektar med 515 mm nederbörd. Resultaten från hela mätperioden visar att i genomsnitt 4,3 kg antropogent svavel och 5,5 kg oorganiskt kväve årligen har deponerats per hektar med 590 mm nederbörd. För svavel visar ett genomsnitt för den första och senaste femårsperioden i princip samma värde medan kvävened-

fallet snarast har ökat. Delvis förklaras det av mer nederbörd de senaste fem åren men också av att nederbördens genomsnittliga halter av kväve har varit 10 % större under den senaste perioden (1999/00-2003/04) jämfört med de första fem åren (1992/93-1996/97).

Krondropp har som regel visat högre värden av både svavel- och kvävedeposition än mätningarna på öppet fält. Under 2003/04 noterades 4,3 kg svavel per hektar, vilket är tydligt under årsgenomsnittet för hela perioden; 7,0 kg/ha. Depositionen av oorganiskt kväve till marken var 4,6 kg/ha, vilket är mindre 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). Framst 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 krondropp 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 även om nedfallet till marken i skogen varit mindre de senaste fem åren (5,8 kg/ha) än de första fem åren (7,5 kg/ha).

Markvatten från Sticklinge har varit surare än från övriga lokaler i länet, förutom Ulriksdal. Medianvärden från 31 provtagningar är pH-värde 4,9 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 höga pH-värden runt 7, högre baskatjonhalter än

tidigare, samt markant ökad halt av sulfatsvavel och klorid under de senaste två åren. Utbytet av markvatten har varit förhållandevis gott vid vårprovtagningen men under sommaren gav endast en lysimeter vatten. Om de höga pH-värdena är något som håller i sig får kommande mätningar utvisa. Ett ämne har visat signifikant minskande halter sedan mätningarna startade 1992. Det gäller spårelementet mangan. Övriga signifikanta förändringar är syraneutraliserande förmåga (ANC), halten sulfatsvavel och magnesium som ökat.

Halter i luft av svaveldioxid (SO₂) och kvävedioxid (NO₂) har mätts i Sticklinge sedan oktober 1993. Av de sammanlagt tio lokaler inom Krondropps nätet i Stockholms län där halter av SO₂ mätts vid något tillfälle under 1993-2004, har de högsta årsmedelhalterna uppmätts i Sticklinge. Årsmedelhalterna av SO₂ har dock minskat från 2-2,5 µg/m³ till 1-1,5 µg/m³ under perioden. Även årsmedelhalterna av NO₂ har under hela perioden varit relativt höga jämfört med övriga lokaler och högre halter har endast uppmätts i Ulriksdal.

Månadsmedelhalterna av SO₂ har under den senaste mätperioden varierat mellan 0,5-2,5 µg/m³ med den högsta halten i februari 2004. Halterna av NO₂ har varierat mellan 4-14 µg/m³ med de högre halterna under vinterhalvårets månader och de lägre under sommarhalvåret.

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 jordmånen 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. I figur 6 redovisas dock tidigare års deposition via krondropp, och modellberäknad våtdeposition, som jäm-

förelse till markvattenmätningarna.

Nio års depositions­mätningar 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 träd­kronorna har krondroppsmätningarna 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 30 provtagningar under 1992-2004, 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, mangan, totalt organiskt kol (TOC) och oorganiskt aluminium. Samtidigt har halterna av organiskt bundet aluminium ökat (dock ej signifikant).

Säbysjön (A 24): Drygt 100-årig tallskog i nordvästra delen av Sollentuna kommun. Lokalen ingår i Skogsvårdsorganisationens nät av skogliga observationsytor. Marktypen är sediment med jordmänen brunjord och fältskikt av gräs. Från starten i oktober 1993 till och med oktober 1998 gjordes depositions­mätningarna i en grandominerad del av beståndet (utanför provytan). Skillnaden i deposition mellan de olika delarna av beståndet bedöms vara relativt liten. Markvatten har alltid provtagits inom själva provytan. Från och med hydrologiska året

2003/04 ingår inte depositions­mätningar i Säbysjön utan utvecklingen följs med hjälp av markvattenundersökningarna.

Hela mätperioden från 1993 (10 år) har visat att i genomsnitt 591 mm nederbörd har bidragit till 3,5 kg antropogent svavel och 5,3 kg oorganiskt kväve per hektar och år. Till skillnad från i Sticklinge har koncentrationen av kväve varit lägre i nederbörden de sista fem åren än de första fem. Svavelnedfallets utveckling i tiden speglas bättre genom krondroppsmätningarna. Som genomsnitt från 1993 har 5,3 kg antropogent svavel årligen deponerats per hektar mark i skogen. Medelvärde från de fem sista åren, 4,5 kg/ha och år, är endast 65 % av medelvärdet från de fem första åren, 6,9 kg/ha och år. Även nedfallet av oorganiskt kväve till marken i skogen har varit mindre under de sista fem åren, än de första fem, 2,8 respektive 3,5 kg/ha och år. Detta kan bero på minskad torrdeposition av kväve till beståndet, men kan också orsakas av ökat upptag eller omvandling av kväve i träd­kronorna.

I Säbysjön har provutbytet avseende markvatten varit magert under 2003/04. Resultaten skiljer sig något från tidigare års data och är sannolikt påverkade av torka. Precis som i andra provytor med brunjord har Säbysjön uppvisat god motståndskraft mot försurning. I allmänhet har pH-värdet varit runt 6,7, halterna av kalcium höga, drygt 8 mg/l, halterna av aluminium låga, 0,2 mg/l. Vid de tillfällen som speciering av aluminium har kunnat utföras har halterna av oorganiskt aluminium varit låga; 0,04 mg/l. Markvattnets beräknade syraneutraliserande förmåga (ANC) har varit bland de högsta i länet, 0,24 mekv/l. Endast två parametrar har visat signifikanta förändringar sedan mätningarna startade. Det gäller halterna av spårelementet mangan som har minskat medan halterna av organiskt bundet aluminium har ökat. Under de tre första åren visade analys av mangan cirka 0,03 mg/l medan de senaste årens analyser

oftast visat halter under detektions­gränsen på 0,02 mg/l. Brist på mangan kan få negativa konsekvenser för bildningen av klorofyll.

Farstanäs (A 35): 104-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-yta. Generellt sett har depositionen i Farstanäs varit lägre än på övriga lokaler i länet vilket delvis kan bero på att ytan har ett skyddat läge i en nordsluttning. På samma sätt som i Alby analyseras grundvatten från cirka 3 m djup sedan våren 2000.

På samma sätt som i Sticklinge visar mätningarna i Farstanäs markant minskat svavelnedfall via krondropp, främst beroende på minskad torrdeposition (mätt som krondropp 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 krondropp 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 krondropp än på öppet fält, 4,9 respektive 4,8 kg/ha, men under de fem senaste åren har krondropp i genomsnitt visat tydligt lägre värden än på öppet fält; 3,4 kg/ha via krondropp jämfört med 5,0 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 träd­kronorna. Tre 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 1,5 kg/ha på öppet fält och 2,5 kg/ha via kron dropp.

Resultaten från senaste året visar inget anmärkningsvärt utan ligger i linje med tidigare års mätningar i Farstanäs. Under den senaste mätperioden 2003/04 har 2,5 kg antropogent svavel och 4,2 kg oorganiskt kväve deponerats per hektar med 626 mm nederbörd. Motsvarande för kron dropp är 2,6 kg svavel och 2,1 kg oorganiskt kväve per hektar och år. Mängden kron dropp var 439 mm, vilket innebär att 70 % av nederbörden har passerat krontaket. Resten har avdunstat direkt från träd kronorna eller möjligtvis runnit längs stammen som stamavrinning. Inverkan av saltförande vindar, mätt som kloridnedfall, var 8,5 kg/ha, vilket är normalt för lokalen.

Senaste årets markvattenprovtagningar i Farstanäs visar liknande resultat som tidigare år. Som medianvärden från 33 provtagningar sedan 1992 redovisas pH-värde 5,8, kalcium 3,8 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 sulfatsvavel, klorid, kalcium, magnesium och oorganiskt aluminium har minskat.

Figur 14 och tabell 6 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), magnesium (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 uppvisar de sista två mätningarna kraftigt förhöjda kvävehalter uppemot 0,6 mg/l. Kommande mätningar får utvisa om det är en utveckling som håller i sig. Låga halter av nitratkväve (<0,5 mg/l) är normalt för svensk skogsmark. Halterna av sulfatsvavel, ammoniumkväve och totalt aluminium har oftast varit högre i markvattnet än i grundvattnet. Dock uppvisar grundvattnet i Farstanäs förhöjda halter av aluminium i slutet på 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, ammoniak (NH₃) sedan januari 2002 och marknära ozon (O₃) sedan april 1996. Jämfört med de åtta lokaler där lufthalter av SO₂ mätts under 1993-2004 har halterna i Farstanäs varit på medelnivå. Årsmedelhalterna av NO₂ har varit på jämförbara nivåer med halterna i Lämshaga, högre än halterna i Bergby och Järinge och lägre än halterna i Ulriksdal och Sticklinge. Sommarhalvårshalterna av NH₃ har varit ca 1 µg/m³ och av O₃ ca 60 µg/m³.

Under den senaste mätperioden (2003/04) har månadsmedelhalterna av SO₂ varierat mellan 0,5-1,5 µg/m³ och har generellt varit på samma nivåer som halterna i Bergby. Månadsmedelhalterna av

NO₂ var 6-7 µg/m³ under vinterhalvåret och ca 2-5 µg/m³ under sommarhalvåret. Månadshalterna av NH₃ har varit i nivå med tidigare års halter på lokalen. Uppmätta månadsmedelhalter av O₃ har följt halterna i Bergby relativt väl, men varit något lägre än halterna på EMEP-stationen Aspvreten söder om Stockholm i Södermanlands län.

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 tolv års mätningar av kron dropp är 6,8 kg antropogent svavel och 4,0 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 mark i skogen, vilket kan jämföras med 4,9 under de fem senaste åren. Även kväve visar mindre årligt nedfall till marken i skogen under den senaste femårsperioden (5,1 kg/ha) jämfört med den första (6,2 kg/ha), även om skillnaden inte är lika stor. 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, dock med en tendens till något högre aluminiumhalter och TOC halter (totalt organiskt kol) än tidigare. Medianvärden från 27 provtagningar är pH-värde 5,3, kvävehalter under detektionsgränsen 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.

Mätningarna av svaveldioxid (SO₂) och marknära ozon (O₃) avslutades i januari 2003 i Läms-haga. Halter av kvävedioxid (NO₂) har mätts sedan oktober 1993 och mättes även under hela perioden 2003/04. Årsmedelhalterna av NO₂ har minskat något från ca 8 µg/m³ till ca 6 µg/m³ under perioden 1993-2004.

Uppmätta månadshalter av NO₂ under den senaste mätperioden (2003/04) varierade mellan 2-9 µg/m³ med de högre halterna under vinterhalvåret. Månadshalterna har varit på samma nivå som halterna i Farstanäs.

Gladö (A 44): Gammal granskog (111 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, och modellberäknad våtdeposition, som jämförelse till markvattenmätningarna.

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 2003/04, vilket resulterat i endast en lyckad provtagning på våren. Den visade generellt lägre 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 Läms-haga 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.

Mjölsta (A 54): Såvitt känt är detta länets äldsta granskog där mätningar utförs. Beståndet är 115-120 år och ligger en mil nordväst Rimbo i Norrtälje kommun. Provytan är något fuktig i ena kanten och ligger på plan moränmark av övergångstyp. Samtliga nedfallsmätningar avslutades i december 2001. Tidigare års krondropsdata och modellberäknad våtdeposition redovisas dock som jämförelse till uppmätta halter i markvattnet (figur 11).

Nio års depositions-mätningar visar i genomsnitt 658 mm nederbörd och att nedfallet av antropogent svavel och oorganiskt kväve på öppet fält var 3,8 respektive 5 kg/ha och år. Via krondropp deponerades under samma tid i genomsnitt 5,2 kg antropogent svavel och 2,3 kg oorganiskt kväve per hektar och år. Påverkan av havssalt, mätt som kloridnedfall via krondropp, var drygt 9 kg/ha och år.

Markvatten från Mjölsta har generellt visat relativt höga pH-värden. Senaste årets data utgör inget undantag och de två provtagningar som gett resultat visar pH-värde 6,3-6,5 samtidigt som halterna av oorganiskt aluminium har varit mycket låga, 0,03-0,05 mg/l. Fyra parametrar har visat statistiskt signifikant sjunkande halter. Det gäller sulfatsvavel (vilket är förväntat med tanke på minskat svavelnedfall), kalium, mangan och oorganiskt aluminium. En statistiskt signifikant ökning har uppmätts för pH-värdet och syraneutraliserande förmåga (ANC). En tidigare visad ökning av kalciumhalterna (vilket är ovanligt) har brutits. Senaste årens kalciumhalter har snarare varit lägre än vanligt.

Arlanda (A 92): 69-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.

Senaste årets depositionsdata från Arlanda visar något mindre svavel, och kväve, än genomsnittet för de senaste fem åren. Både svavel och kväve visade större deposition på öppet fält än via krondropp; på öppet fält noterades under hydrologiska året 2003/04, 3,0 kg antropogent svavel och 4,9 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. Sammantaget indikerar data från Arlanda att lokalen är tämligen lågbelastad när det gäller nedfall av svavel och kväve.

Markvattenprovtagningarna har fungerat utan anmärkning under senaste hydrologiska året. Markvattenprovtagningarna har i allmänhet visat pH-värden runt 5,5 och måttliga halter av oorganiskt aluminium, 0,2 mg/l. Dock uppvisar provtagningen under hösten 2003 högre halt av totalt aluminium (1,4 mg/l) och lägre pH (4,7) än normalt, vilken kan ha påverkats av att erhållen provvolym var relativt liten, 72 ml. 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 och natrium som ökat signifikant sedan mätningarna startade. Den tidigare signifikant minskande trenden för kalium har brutits under året.

Ulriksdal (A 94): Gammal granskog 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 på öppet fält.

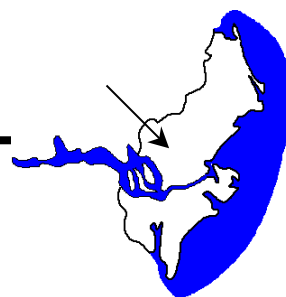
På grund av läget nära en stor stad är det ofta i Ulriksdal den största torrdepositionen av svavel har noterats. Som genomsnitt från sju års mätningar har svavelnedfallet på öppet fält varit 3,8 kg/ha och 6,8 kg/ha via krondropp, vilket innebär att torrdepositionen i genomsnitt varit 3 kg/ha. Nedfallet av oorganiskt kväve har i medeltal varit 5,6 kg/ha och nederbördsmängden 606 mm. Kvävenedfallet har oftast varit större via krondropp från Ulriksdal än på öppet fält. Högre värden för kvävenedfall via krondropp 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 2003/04 noterades en deposition av 4,9 kg/ha oorganiskt kväve och 4,2 kg/ha svavel från krondroppet i granytan, vilket är de lägsta uppmätta värdena hittills. På samma sätt som för övriga lokaler i länet har inverkan av saltförande vindar, varit normal under senaste året, drygt 12 kg/ha mätt som kloridnedfall i Ulriksdal.

Det har ofta varit svårt att få markvatten i den branta sluttningen i Ulriksdal. Senaste året har samtliga försök varit resultatlösa, liksom året innan. Tidigare års provtagningar har generellt visat sura markförhållanden med pH-värden runt 4,7 och mycket höga halter av totalt aluminium (3,7 mg/l). Även halterna av totalt organiskt kol har varit mycket höga (88 mg/l) och bidragit till att merparten aluminium varit organiskt bundet. En mindre andel har därigenom varit oorganiskt aluminium, 0,74 mg/l, vilket dock är på samma höga nivå som i Sticklinge. Halterna av baskatjoner har varit bland de högre i länet, vilket ger, för området, normal kvot mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium.

Mätningarna av svaveldioxid (SO₂) och marknära ozon (O₃) i Ulriksdal avslutades i januari 2003. Halter av kvävedioxid (NO₂) har mätts sedan oktober 1997 och mättes även under hela perioden 2003/04. Av länets lokaler med lufthaltsmätningar inom Krondropsnätet har de högsta halterna av NO₂ uppmätts i Ulriksdal från 1997/98 till 2003/04. Årsmedelhalterna av NO₂ var drygt 14 µg/m³ under de första tre åren och något lägre, drygt 12 µg/m³, under de tre senaste. Månadsmedelhalterna av NO₂ har under perioden 2003/04 varierat mellan 8-18 µg/m³ och var högre än halterna på övriga lokaler i länet.

Bergby (A 01)

Tall, 74 år



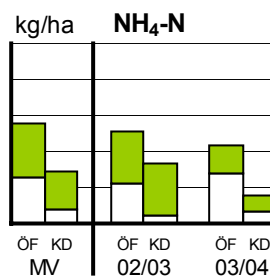
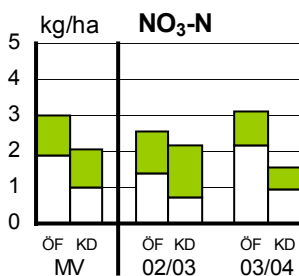
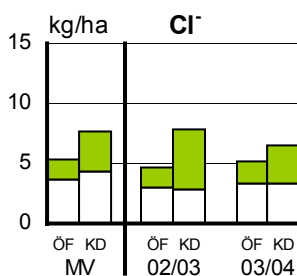
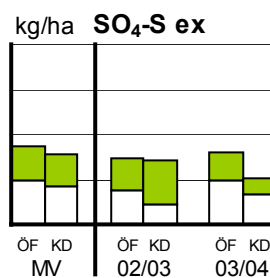
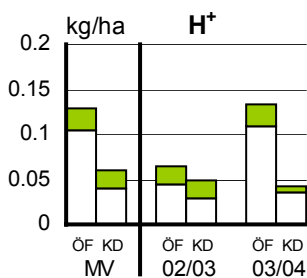
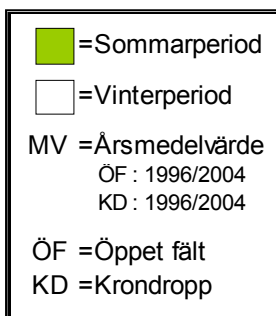
DEPOSITION

(A 01)

Nederbörd på ÖF (mm)

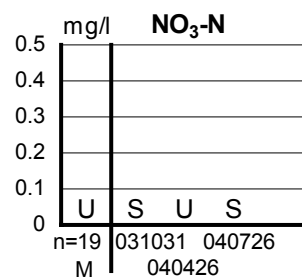
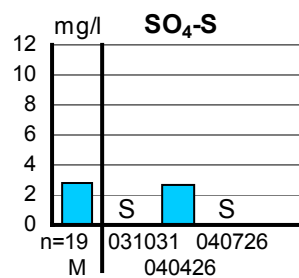
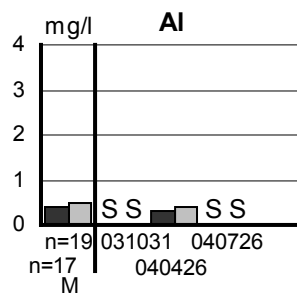
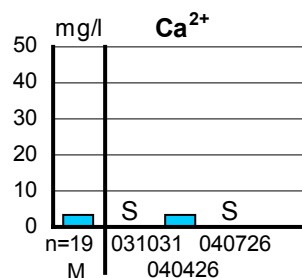
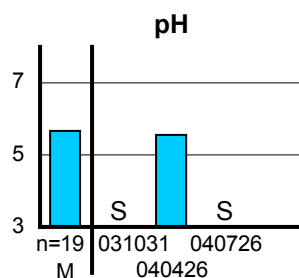
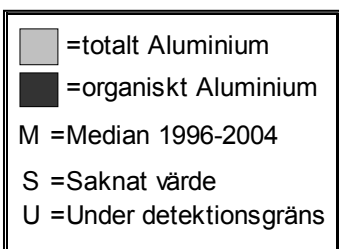
	MV	02/03	03/04
Sommar	317	324	314
Vinter	332	166	382

Sommar
Vinter



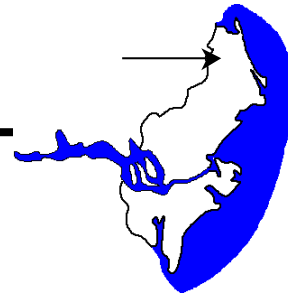
MARKVATTEN

(A 01)



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

Järinge (A 04)
Gran, 67 år



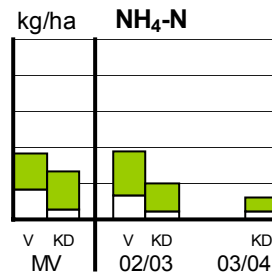
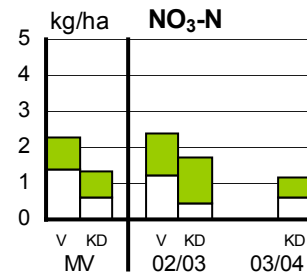
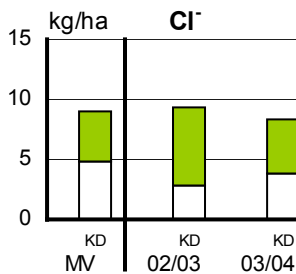
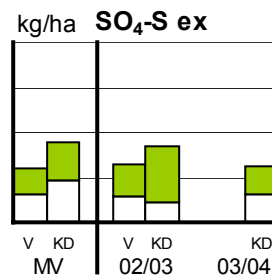
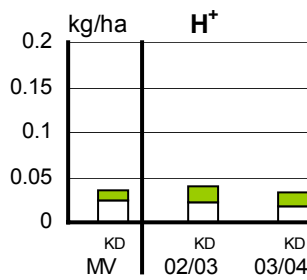
DEPOSITION

(A 04)

Nederbörd på V (mm)

	MV	02/03	
Sommar	334	390	
Vinter	355	281	

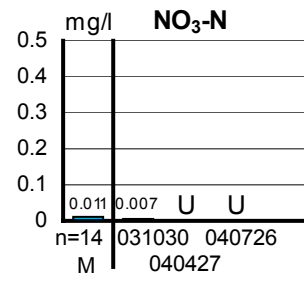
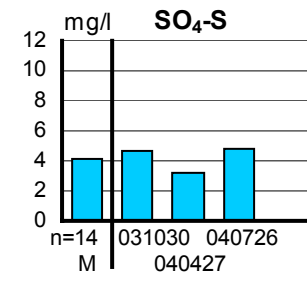
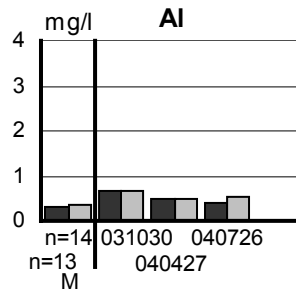
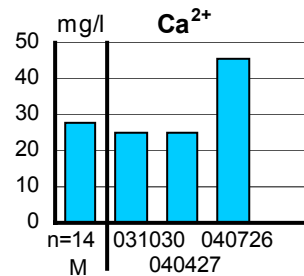
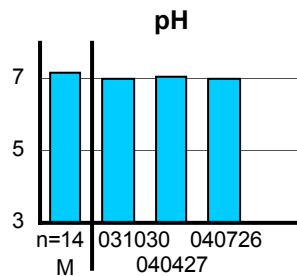
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2003
 KD : 1998/2004
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

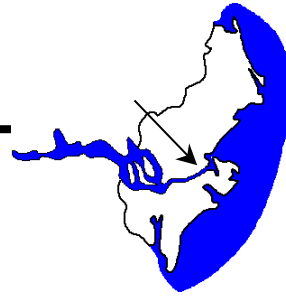
(A 04)

=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1998-2004
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



Figur 4. Depositions- och markvattendata från Järinge, A 04.

Sticklinge (A 05) Gran, 98 år



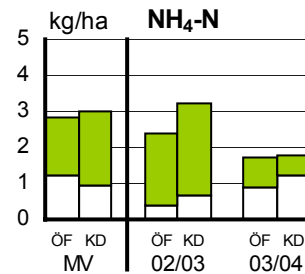
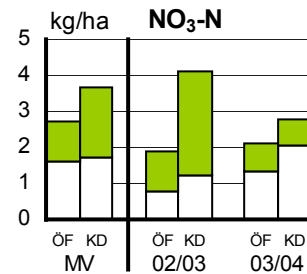
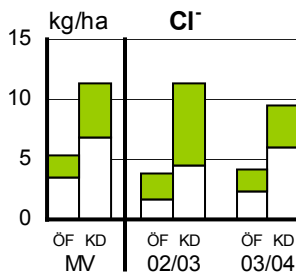
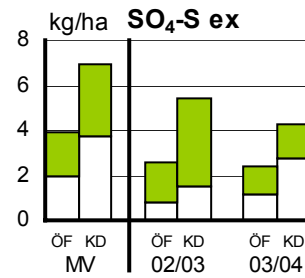
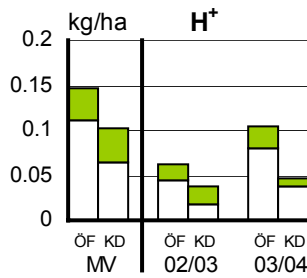
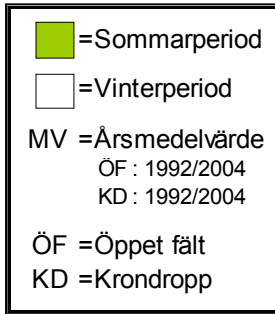
DEPOSITION

(A 05)

Nederbörd på ÖF (mm)

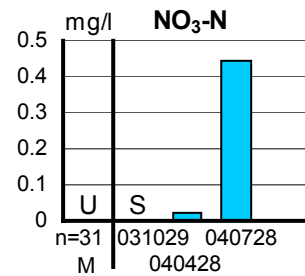
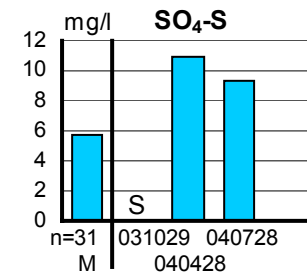
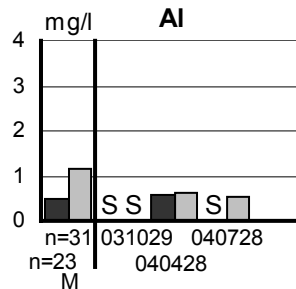
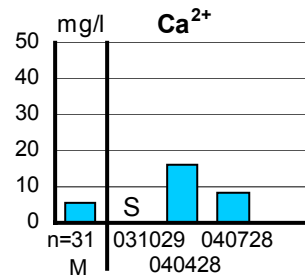
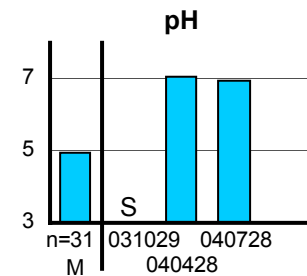
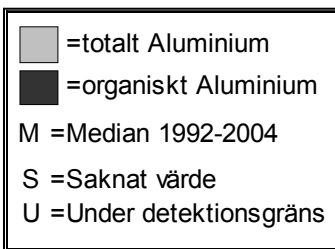
	MV	02/03	03/04
Sommar	311	295	278
Vinter	278	121	236

Sommar
Vinter



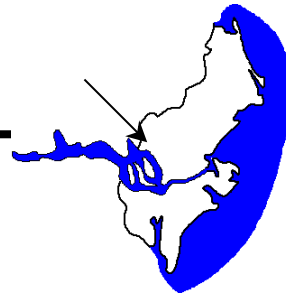
MARKVATTEN

(A 05)



Figur 5. Depositions- och markvattendata från Sticklinge, A 05.

Alby (A 21)
Gran, 69 år



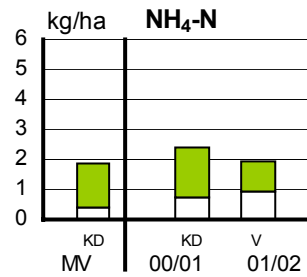
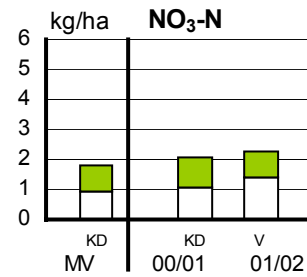
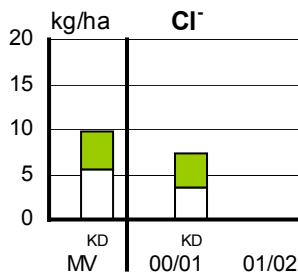
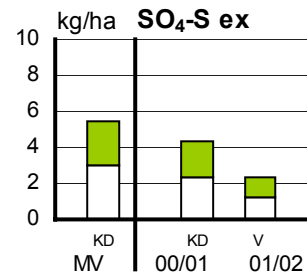
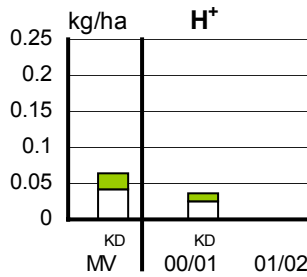
DEPOSITION

(A 21)

Nederbörd på V (mm)

		01/02
Sommar		324
Vinter		368

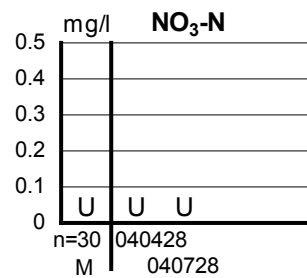
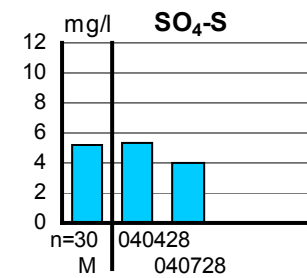
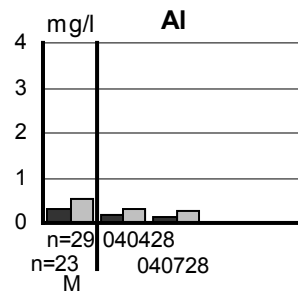
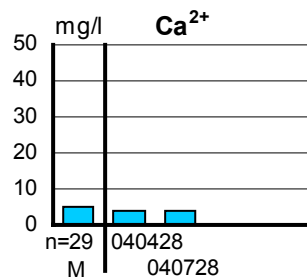
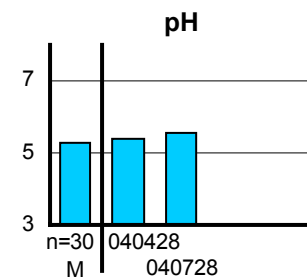
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2002
 KD : 1992/2001
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

(A 21)

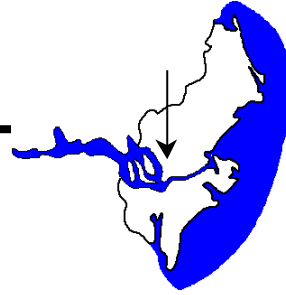
=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1992-2004
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



Figur 6. Depositions- och markvattendata från Alby, A 21. Observera att depositions- och markvattendata avslutades 2001.

Säbysjön (A 24)

Tall, 101 år



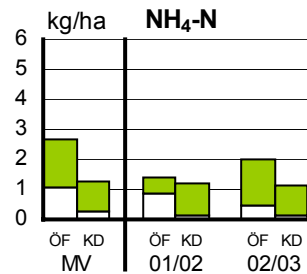
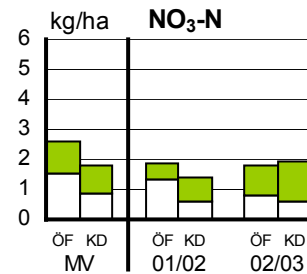
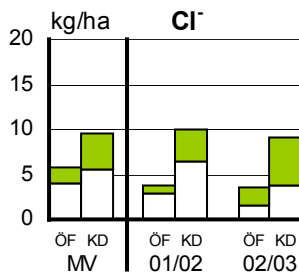
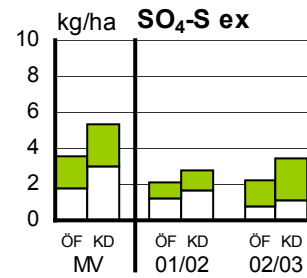
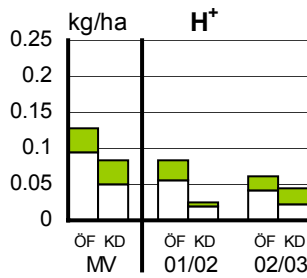
DEPOSITION

(A 24)

Nederbörd på ÖF (mm)

MV	01/02	02/03	
Sommar	306	226	285
Vinter	287	325	136

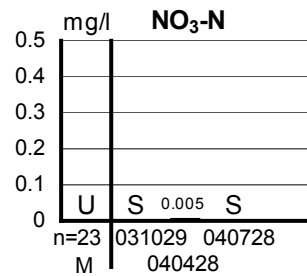
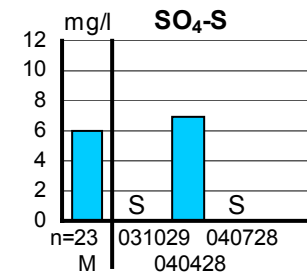
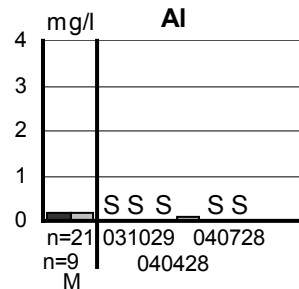
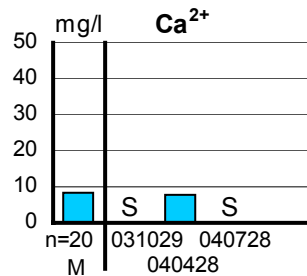
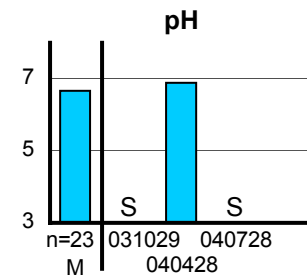
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 ÖF : 1993/2003
 KD : 1993/2003
 ÖF =Öppet fält
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

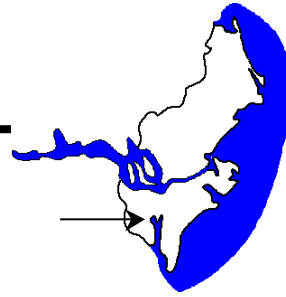
(A 24)

=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1993-2004
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



Figur 7. Depositions- och markvattendata från Säbysjön, A 24

Farstanäs (A 35) Gran, 104 år



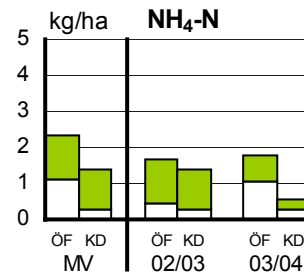
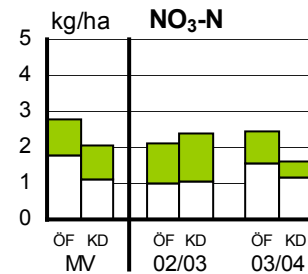
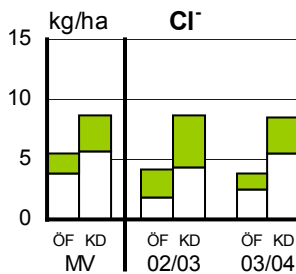
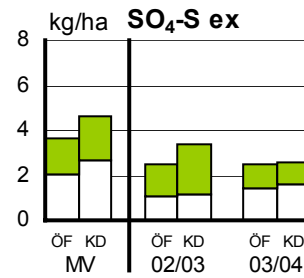
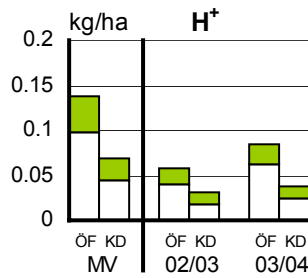
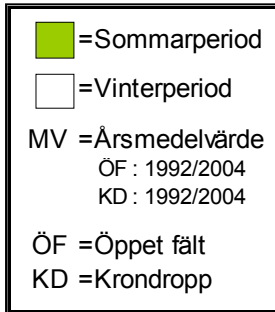
DEPOSITION

(A 35)

Nederbörd på ÖF (mm)

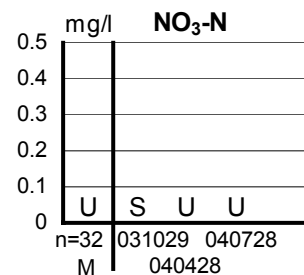
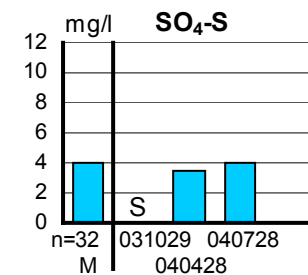
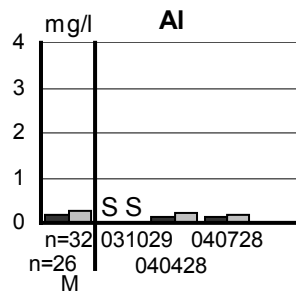
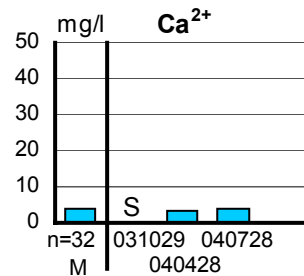
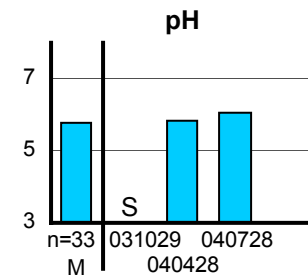
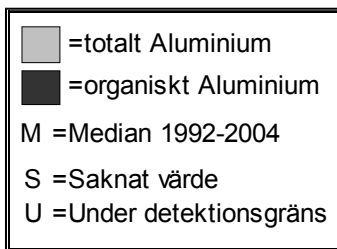
	MV	02/03	03/04
Sommar	311	289	364
Vinter	295	139	262

Sommar
Vinter



MARKVATTEN

(A 35)



Figur 8. Depositions- och markvattendata från Farstanäs, A 35.

Lämshaga (A 40)

Gran, 106 år

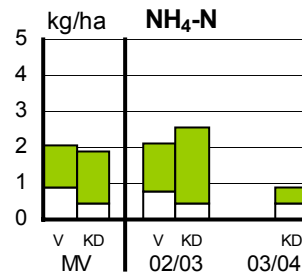
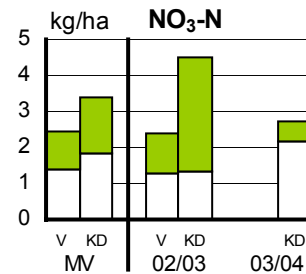
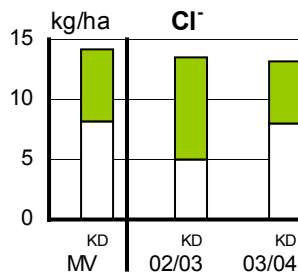
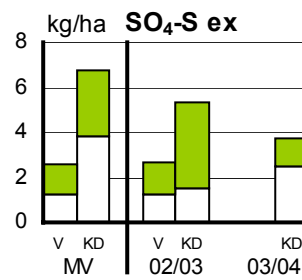
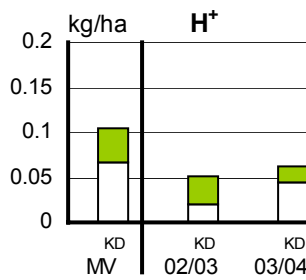
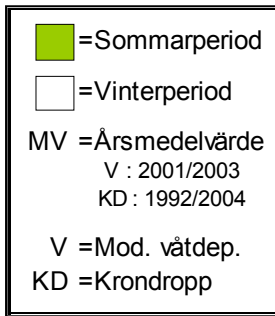


DEPOSITION

(A 40)

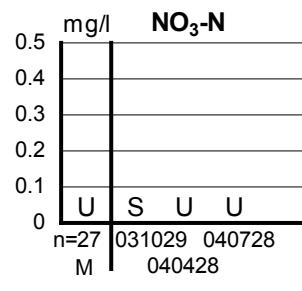
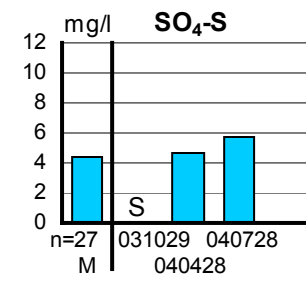
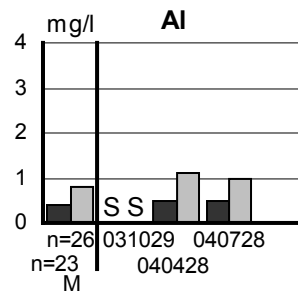
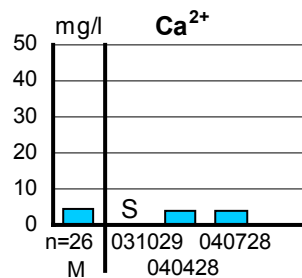
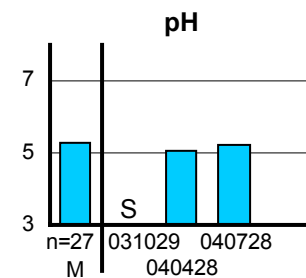
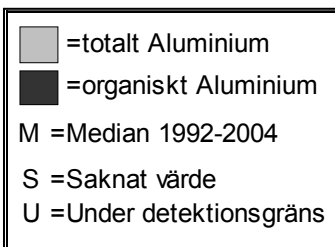
Nederbörd på V (mm)

	MV	02/03	
Sommar	317	320	
Vinter	341	294	



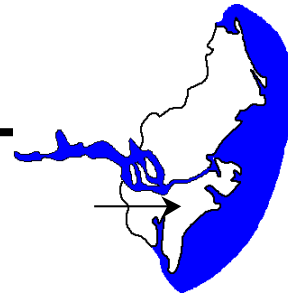
MARKVATTEN

(A 40)



Figur 9. Depositions- och markvattendata från Lämshaga, A 40.

Gladö (A 44)
Gran, 110 år



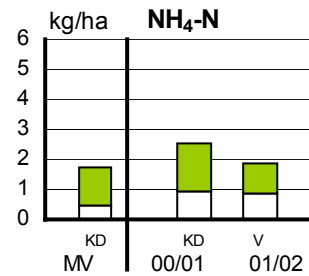
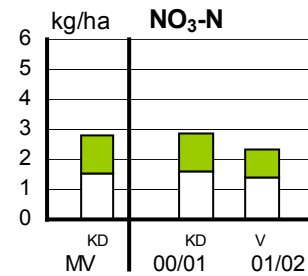
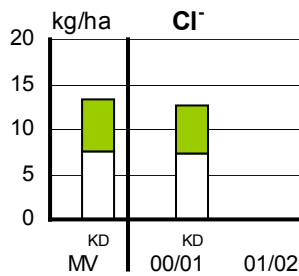
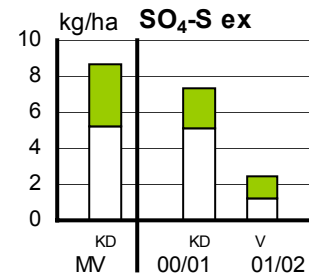
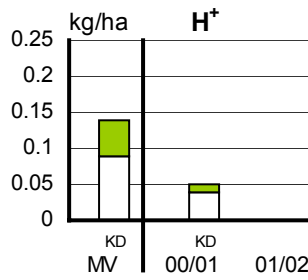
DEPOSITION

(A 44)

Nederbörd på V (mm)

		01/02
Sommar		309
Vinter		367

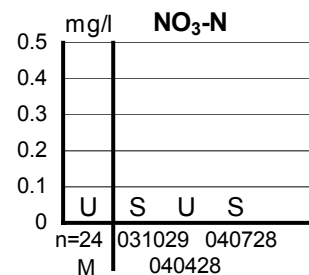
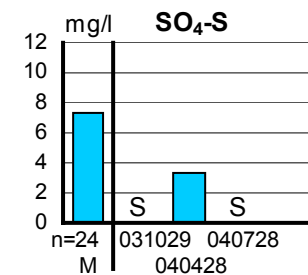
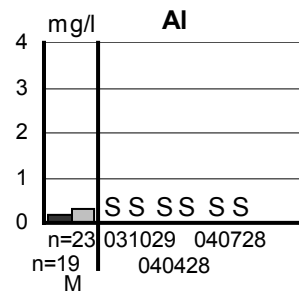
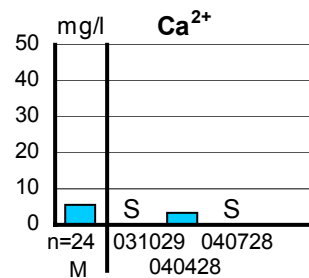
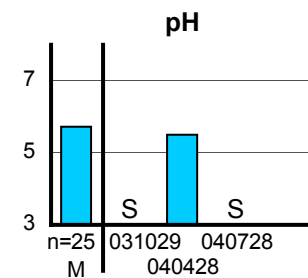
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2002
 KD : 1992/2001
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

(A 44)

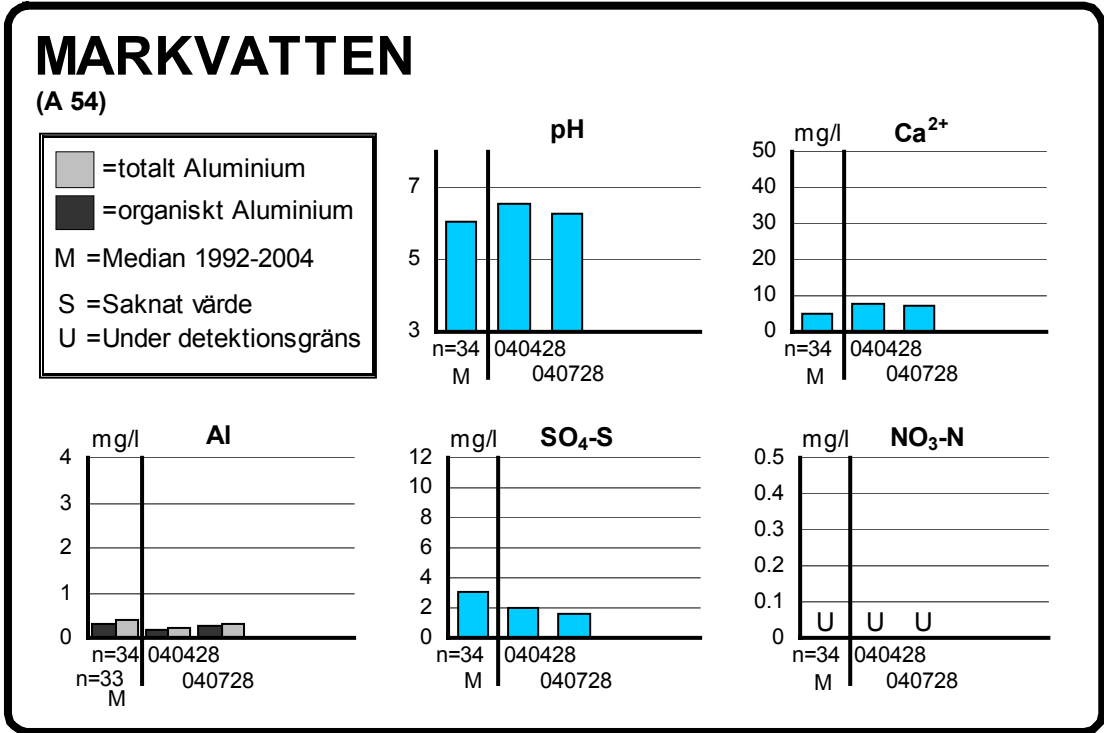
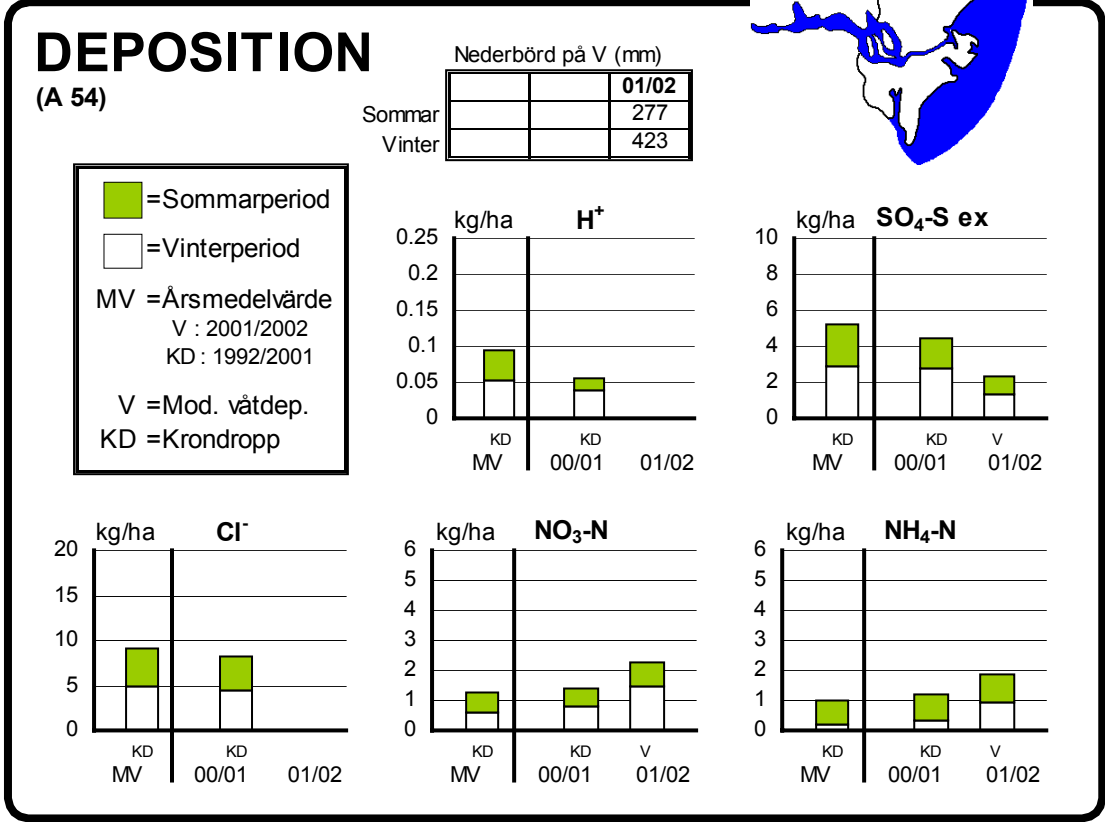
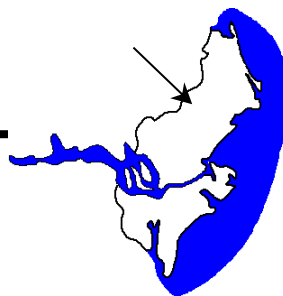
=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1992-2004
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



Figur 10. Depositions- och markvattendata från Gladö, A 44. Observera att depositions- och markvattendata avslutades 2001.

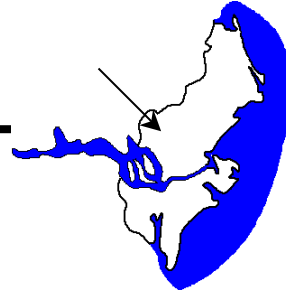
Mjölsta (A 54)

Gran, 117 år



Figur 11. Depositions- och markvattendata från Mjölsta, A 54. Observera att depositions- och markvattendata avslutades 2001.

Arlanda (A 92)
Tall Och Gran, 69 år



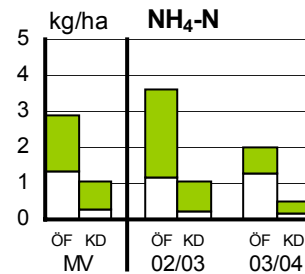
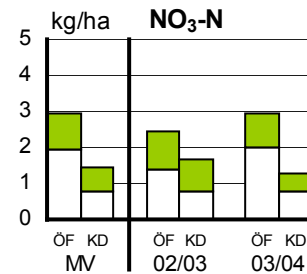
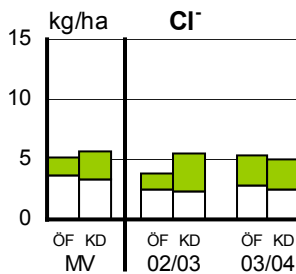
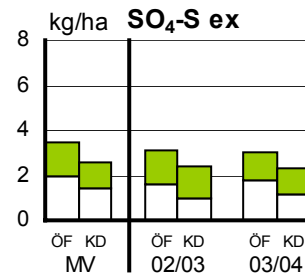
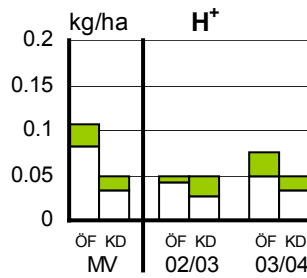
DEPOSITION

(A 92)

Nederbörd på ÖF (mm)

	MV	02/03	03/04
Sommar	297	307	332
Vinter	360	174	329

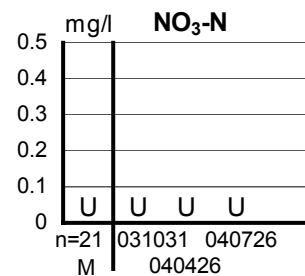
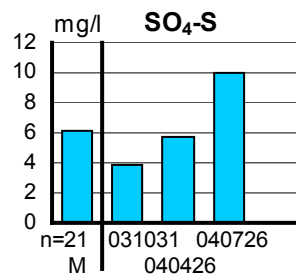
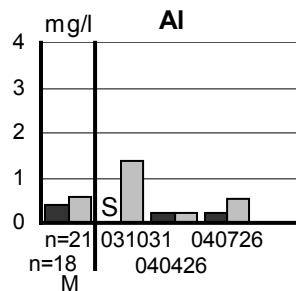
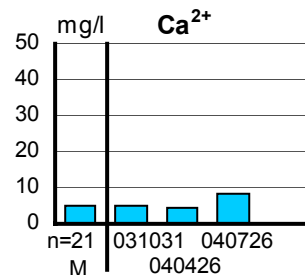
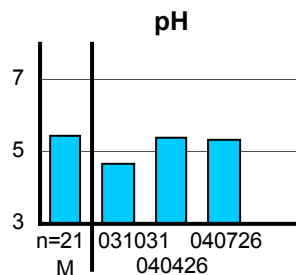
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 ÖF : 1998/2004
 KD : 1998/2004
 ÖF =Öppet fält
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

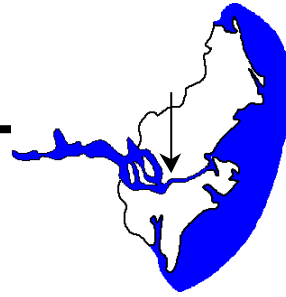
(A 92)

=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1994-2004
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



Figur 12. Depositions- och markvattendata från Arlanda, A 92.

Ulriksdal (A 94) Gran, 115 år



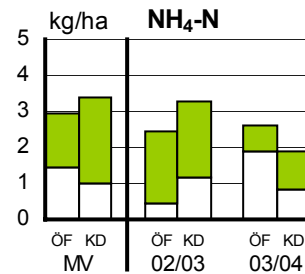
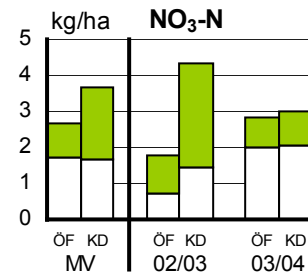
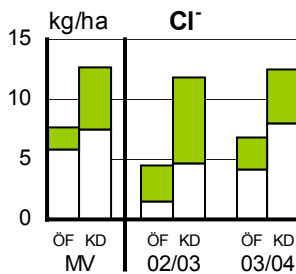
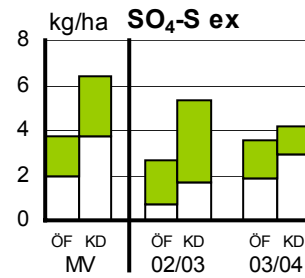
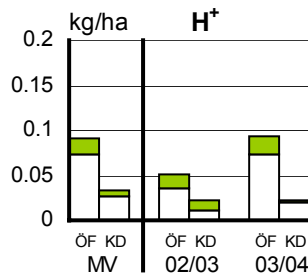
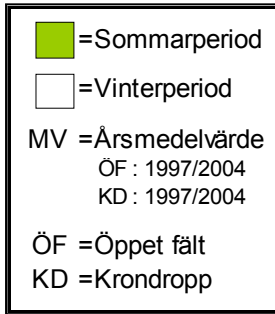
DEPOSITION

(A 94)

Nederbörd på ÖF (mm)

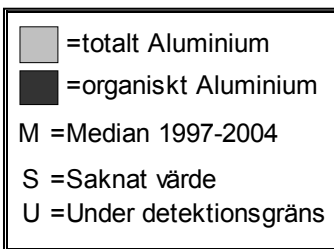
	MV	02/03	03/04
Sommar	287	296	297
Vinter	323	111	338

Sommar
Vinter

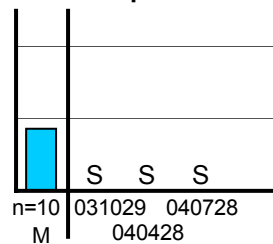


MARKVATTEN

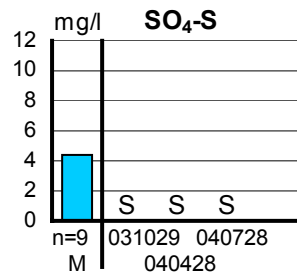
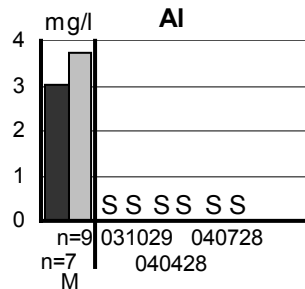
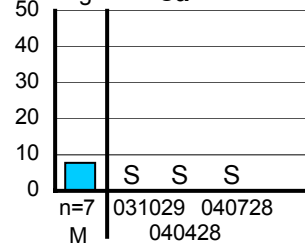
(A 94)



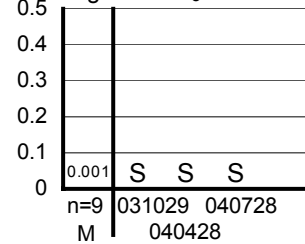
pH



mg/l **Ca²⁺**

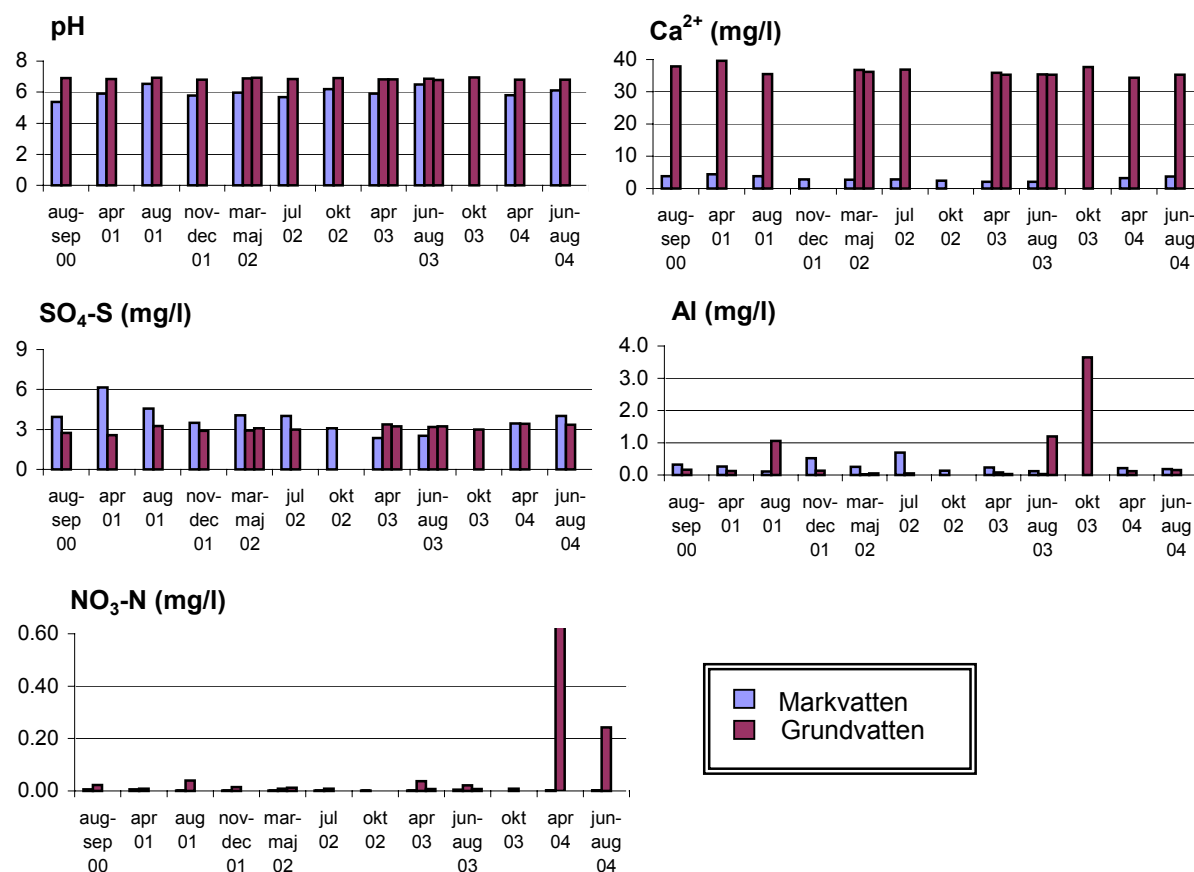


mg/l **NO₃-N**



Figur 13. Depositions- och markvattendata från Ulriksdal, A 94.

Farstanäs 3, (A 35 A)



Figur 14. 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 15.

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

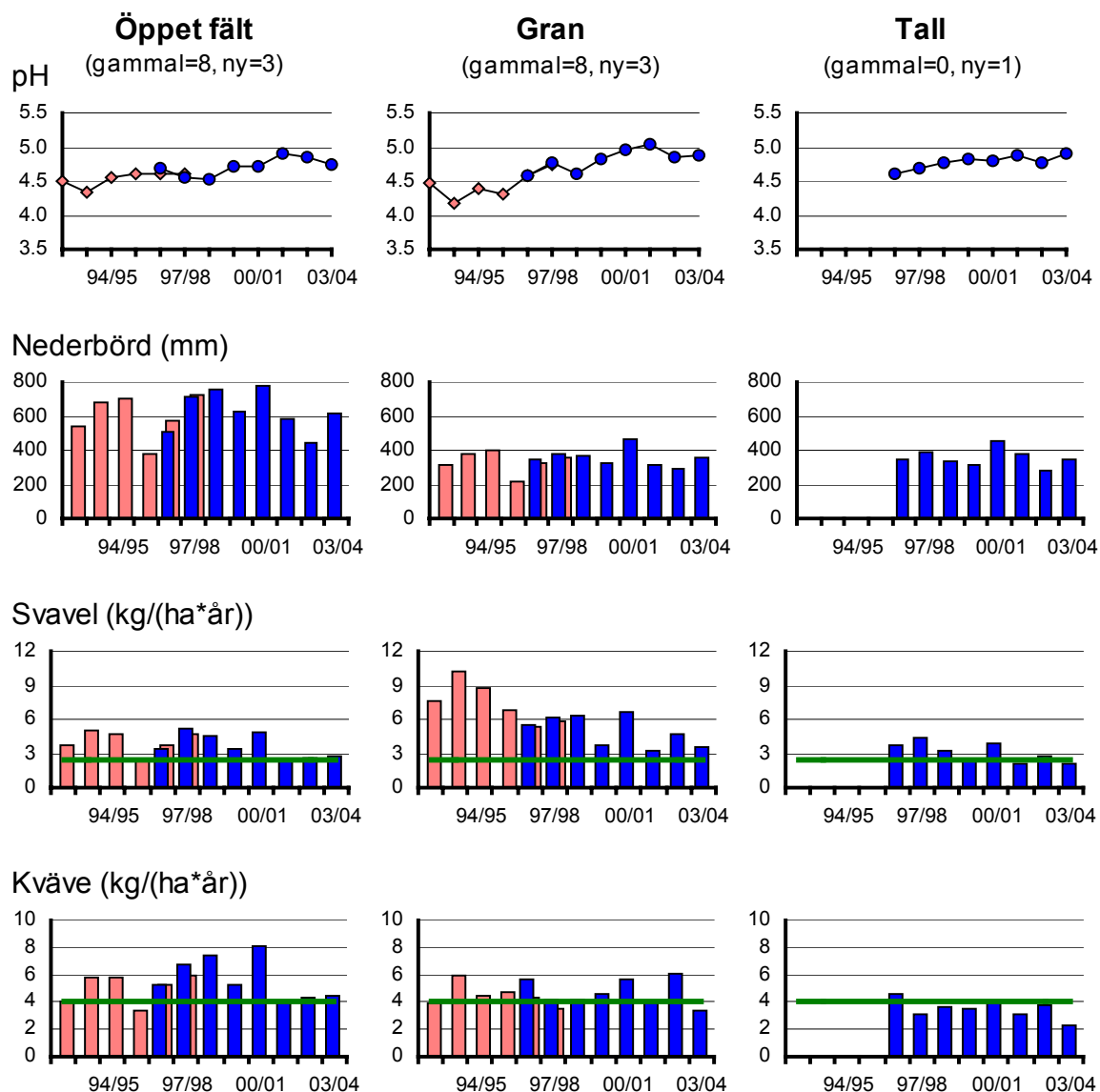
Utvecklingen har varit ännu tydligare i kronddropp än på öppet fält, vilket förklaras med att det är framför allt torrdepositionen som minskat. Depositionen av antropogent svavel till marken i gra-

nytorerna var i genomsnitt 8,9 kg/ha och år under de tre första åren och 4,9 kg/ha och år under de senaste tre åren. Depositionen av oorganiskt kväve via kronddropp i granytorerna har varit relativt stabil sedan början av 1990-talet, mellan cirka 4-6 kg/ha och år.

Tallytorerna i länet visar samma nedfallsmönster under mätperioden som granytorerna 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 2,7 kg antropogent svavel per hektar på öppet fält och

3,6 kg/ha via kronddropp i granytorerna, räknat som genomsnitt för ingående lokaler. För oorganiskt kväve noterades 4,4 kg/ha på öppet fält och 3,4 kg/ha via kronddropp i granskog. Nedfallet av antropogent svavel i skogsytorerna under de senaste åren överstiger fortfarande den förväntade belastningen 2010 (2,5 kg/ha). Även för kväve är det 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 SMHIs modellberäkningar för 2002/03) blir total deposition till skogen 6,4-9,4 kg/ha under 2003/04.



Figur 15. Årsmedelvärden 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).

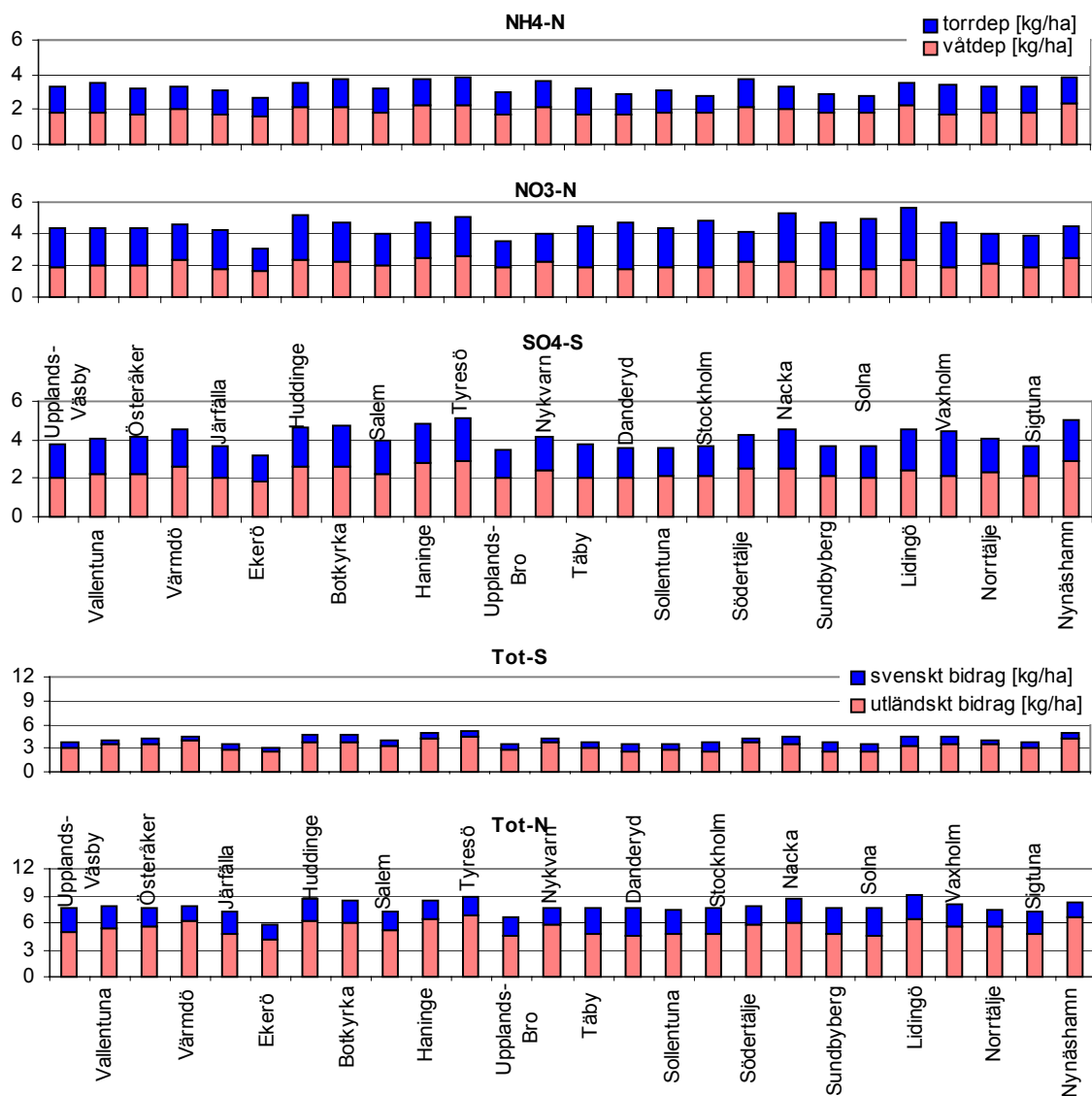
Kommunvis deposition

Figur 16 visar modellberäknade data för kommunvis deposition av svavel och kväve inom länet under 2002/03, uttryckt som genomsnitt i kg per ha i respektive kommun. Beräkningarna har genomförts av SMHI med MATCH-Sverige modellen (Mesoscale Atmospheric Transport and Chemistry model). Modellen är framtagen för kartläggning av total föroreningsdeposition och regional fördelning av lufthalter av svavel- och kväveföreningar över Sverige, samt för kvantifiering av Sveriges föroreningsbudget.

Ett rutnät på 5*5 km har använts för beräkningarna. Det beräknade nedfallet omfattar både våt och torr deposition där hänsyn tagits till fördelningen mellan skog, öppna fält och sjötytor som finns i respektive ruta. Depositionen anger därför ett genomsnitt för rutans alla markanvändningsklasser. Det modellberäknade totala nedfallet (våt + torr deposition) av svavel är jämförbart med kronroppsmätningarna och båda måtten kan jämföras med till exempel kritisk belastning för försurning. Modellberäknat totalt nedfall av kväve uppskattar den atmosfäriska tillförseln och är inte direkt jämförbart med mätningar-

na. På öppet fält provtas huvudsakligen våtdeposition och nedfall av kväve i form av kronropp är påverkat av trädets interna cirkulation. Modellberäknad deposition av kväve är bäst lämpad att jämföra med kritiska belastningsgränser för försurning och övergödning.

Resultaten visar att variationerna mellan kommunerna inom Stockholms län är relativt måttliga. Högst deposition av svavel noteras i den södra delen av länet. Kvävenedfallet är i regel högst i och runt Stockholm. Högre deposition i vissa kommuner kan även förklaras av en högre nederbörds mängd inom den kommunen.

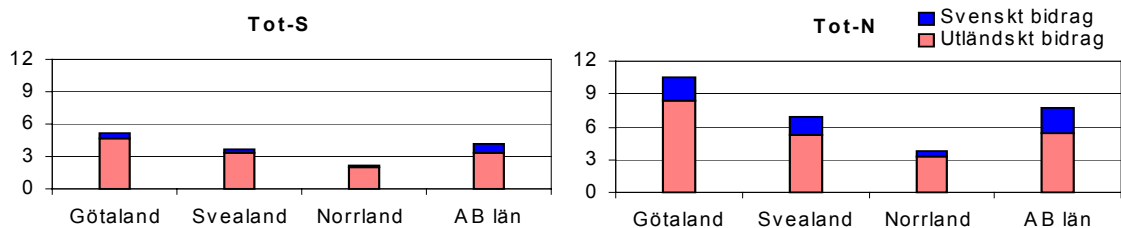


Figur 16. Modellberäknade data för kommunvis deposition av svavel och kväve i kg/ha och år under 2002/03. De tre översta diagrammen visar deposition av NH4-N, NO3-N och SO4-S uppdelat på torr och våt-deposition för respektive kommun. De två nedre diagrammen visar total deposition, både våt och torr, för svavel respektive kväve, uppdelad på Sveriges eget bidrag och den andel som kommer från andra länder. Observera att skalan skiljer sig för de två nedre diagrammen.

För både svavel och kväve ligger den totala depositionen högre än den förväntade deposition år 2010 på 2,5 kg/ha respektive 4 kg/ha och år. Även utan Sveriges bidrag nås inte den nivån för närvarande i flertalet kommuner. För svavel kan konstateras att endast en liten

del av depositionen har sitt ursprung i Sverige, medan motsvarande andel för kväve är mer betydande. För kväve är därför potentialen för ytterligare utsläppsminskningar inom landet större. I jämförelse med landet som helhet (figur 17) är depositionen i

Stockholms län, som i övriga Mellansverige, högre än i Norrland och lägre än i södra Sverige. För svavel och kväve ligger nedfallet högre än genomsnittet för Svealand.



Figur 17. Modellberäknade data för deposition av svavel och kväve i kg/ha och år i olika delar av landet.

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.

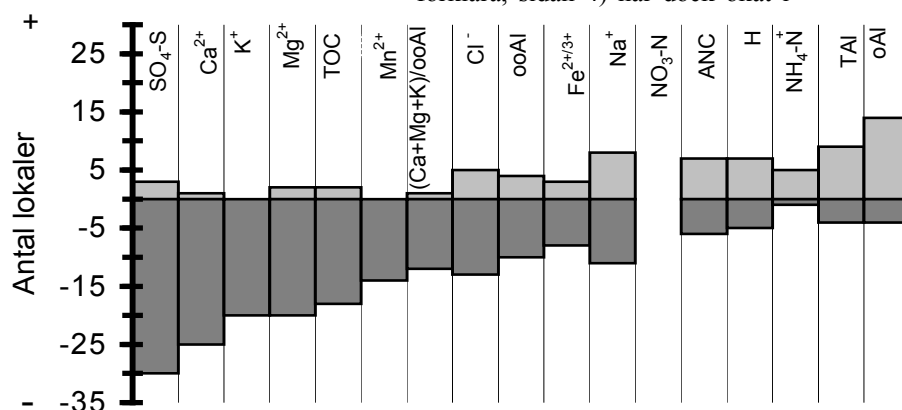
Figur 18 visar att markvattnets innehåll av kalcium och kalium har minskat signifikant på mer än hälften av lokalerna i Svealand och Norrland. På nästan lika

många lokaler har halterna av magnesium minskat. En tydlig trend är sjunkande halter av sulfatsvavel. Det har noterats 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.

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 18. 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 antal lokaler med signifikant minskade värden (-).

Marknära ozon

Marknära (troposfäriskt) ozon är den gasformiga luftförorening som tillmäts störst betydelse vad gäller direkt inverkan på vegetationen i Europa. Även i Sverige står marknära ozon, tillsammans med markförsurande ämnen samt kvävenedfall ifrån luften, för den största negativa inverkan på vegetation såsom jordbruksgrödor och skog.

Mätningar av ozon med diffusionsprovtagare (passiva mätningar) sker på flera platser i Sverige. Fördelen med passiva mätningar är att de är billiga och enkla, nackdelen är att de inte är helt tillräckliga för att bedöma utvecklingen mot olika målvärden för luftkvalitet i Sverige, EU samt inom Luftkonventionen, LRTAP.

IVL har på uppdrag av Naturvårdsverket utrett möjligheterna att utveckla en metod för att med hjälp av månadsmedelvärden för ozon kunna ge en uppfattning om

ozonhalter i relation till de olika målvärdena (Pihl Karlsson & Karlsson, 2005). Statistiska samband (enkel eller polynom regression) mellan månadsmedelvärden för ozonkoncentration och olika målvärden har sökts utifrån timvisa ozonkoncentrationer ifrån platser av relevans för svenska förhållanden där ozon mäts kontinuerligt.

Då ozonhalternas variation över dygnets timmar varierar kraftigt mellan olika platser har lokalerna där ozon mäts med hjälp av passiva provtagare klassificerats i tre kategorier i relation till geografi och lokal topografi. Två av kategorierna berör lokaler inom Krondroppsnetet:

Kategori 1: Lokaler som antas ha hög ozonbildning under dagen samt en hög frekvens av nattliga inversioner.

Kategori 2: Lokaler som antas ha hög ozonbildning under dagen

samt en låg frekvens av nattliga inversioner.

Den statistiska analysen representerar "medelförhållande" och tar inte hänsyn till extrema, ej vanligen förekommande, korta ozonepisoder. Relativt god korrelation (r^2 mellan 0,78 - 0,86) erhöles mellan AOT40¹⁾ och månadsmedel för ozonkoncentration. AOT40 beräknas utifrån ozonkoncentrationer som råder under dygnets ljusa timmar. Analysen åt Naturvårdsverket gjordes med utgångspunkt på Svenska och Europeiska målvärden varvid ljusa timmar definierades, enligt deras definition, mellan 08-20 Central-europeisk tid (CET). Inom LRTAP definieras ljusa timmar som den period då ljuset överstiger 50 W/m², eller perioden mellan solens upp- och nedgång. En beräkning med CET kan resultera i en underskattning av AOT40 på ca 10 % i södra och mellersta Sverige.

Olika målvärden som analyserats:

	Maj-Juli	April-Sept	Gäller från:
LRTAP	6000 µg/m ³ h ^{1), 2), 6)}	10000 µg/m ³ h ^{1), 3), 6)}	Nu
EU-direktiv	18000 µg/m ³ h ^{1), 4)} < 6000 µg/m ³ h ^{1), 5)}		2010 2020
Svenskt Miljömål	Saknas	< 50 µg/m ³ säsongsmedel	2010 2020
Svensk miljö kvalitetsnorm	18000 µg/m ³ h ^{1), 4)} 6000 µg/m ³ h ^{1), 5)}		2010 2020

¹⁾ ”Accumulated exposure Over a Threshold 40 ppb. Från varje timvärde subtraheras 40 ppb. Om resultatet är >0 så ackumuleras detta värde. AOT40 uttrycks antingen som ppb timmar eller som µg/m³ timmar 1 ppb motsvarar ca 2 µg/m³.

²⁾ gäller jordbruksgrödor, ljusa timmar definieras som den period då ljuset överstiger 50 W/m², eller perioden mellan solens upp- och nedgång

³⁾ gäller skog, ljusa timmar definieras som den period då ljuset överstiger 50 W/m², eller perioden mellan solens upp- och nedgång

⁴⁾ gäller som medelvärde under 5 år, ljusa timmar definieras som tiden mellan kl 8 och kl 20 mellaneuropeisk tid

⁵⁾ värdet får ej överskridas, ljusa timmar definieras som tiden mellan kl 8 och kl 20 mellaneuropeisk tid

⁶⁾ Kan beräknas på årsbasis eller som medelvärde under 5 år

Referens:

Pihl Karlsson, G. & Karlsson, P.E. (2005). Metod för kartläggning av överskridande av EU-direktiv och miljömål för marknära ozon. *IVL-Rapport till Naturvårdsverket, Miljöanalysavdelningen, Miljöövervakningsenheten.*

Beräknade resultat för 2004:

Namn	Kategori	AOT40 Maj-Jul	AOT40 Apr-Sept	Medelvärde Apr-Sept
		µg/m ³ *h	µg/m ³ *h	µg/m ³
Bergby (A 01 A)	II	6 995	8 403	57
Farstanäs (A 35 A)	II	5 371	6 877	57
Aspvreten (EMEP-station)	II	6 621*	13 761*	66

* Ljusa timmar beräknat mellan 08-20 CET.

Beräknade medelvärde under de fem/tre senaste åren:

Namn	AOT40 Maj-Jul	AOT40 Apr-Sept
	µg/m ³ *h	µg/m ³ *h
Bergby (A 01 A)	5 573 *	8 162*
Farstanäs (A 35 A)	4 687	7 443

* Medelvärde under 3 år.

När det gäller LRTAP så överskrider ozonhalterna 2004 vid Bergby det kritiska gränsvärdet för jordbruksgrödor (6 000 µg/m³*h, maj-juli) medan halterna vid Bergby underskrider det kritiska gränsvärdet för skog (10 000 µg/m³*h, april-september). När det gäller tre-årsmedelvärdet vid Bergby så underskrider halterna både det kritiska gränsvärdet för jordbruksgrödor (6 000 µg/m³*h, maj-juli) och det kritiska gränsvärdet för skog (10 000 µg/m³*h, april-september). Vid Farstanäs underskrider både ozonhalterna 2004 och halterna som fem-årsmedelvärde både det kritiska gränsvärdet för jordbruksgrödor (6 000 µg/m³*h, maj-juli) och det kritiska gränsvärdet för skog (10 000 µg/m³*h, april-september). Vid en jämförelse med LRTAP

kan som tidigare nämnts det beräknade AOT40 värdet vara underskattat med upp till ca 10%.

När det gäller EU-direktivet och den svenska miljö kvalitetsnormen så underskrider halterna både vid Bergby och Farstanäs det gränsvärde som skall gälla från 2010 (18 000 µg/m³*h, maj-juli). De beräknade halterna vid Bergby för 2004 överskrider det gränsvärde som skall gälla från 2020 (6 000 µg/m³*h, maj-juli), medan de beräknade halterna vid Farstanäs för 2004 underskrider det gränsvärde som skall gälla från 2020 (6 000 µg/m³*h, maj-juli).

När det gäller det svenska miljömålet som skall gälla från 2020, att halvårsmedelhalten under sommaren skall understiga 50

µg/m³, så överstiger halterna vid de båda lokalerna målvärdet.

Den mest närliggande EMEP-station där man mäter ozon kontinuerligt är Aspvreten. Halterna vid Bergby låg under perioden maj-juli på samma nivå som Aspvreten, medan de beräknade halterna för hela sommarhalvåret låg något lägre än halterna vid Aspvreten. När det gäller halterna vid lokalen Farstanäs så låg de generellt lägre än halterna vid Aspvreten. Att ozonhalterna är högre vid Aspvreten än vid Bergby och Farstanäs kan förklaras med att lokalen ligger kustnära. De högre halterna vid Bergby i förhållande till Farstanäs kan bero på lokal påverkan från Stockholm.

Locksamlare i Ulriksdal

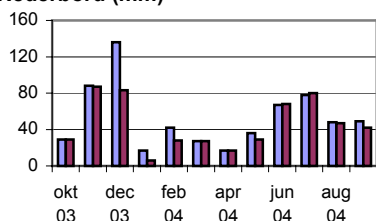
I Ulriksdal har jämförelser gjorts mellan ordinarie insamlare på öppet fält, bulksamlare som är ständigt öppna, och locksamlare som ska vara stängd vid torr väderlek och öppna när det regnar. Syftet med locksamlare är att undvika påverkan av torrdeposition och enbart få mått på ämnen som är lösta i nederbörden.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

indikerar att torrdepositionen i de ständigt öppna bulksamlarna varit 5-10 % för svavel och kväve och 10-20 % för havssaltsrelaterade ämnen. Nackdelen med locksamlare är priset, de kräver elektricitet och att driftsäkerheten varierar.

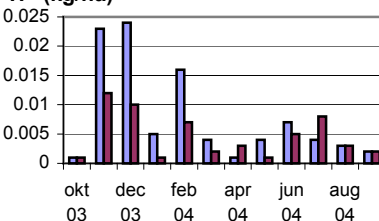
Jämförelsen i Ulriksdal påverkas av lokalens tätortsnära läge, vilket sannolikt gör skillnaden mellan metoderna större än normalt för bakgrundsmiljö. Figur 19 visar jämförbara värden för deposition under oktober 2003-september 2004. Summerad deposition under

året visar i princip dubbelt så höga värden via ordinarie 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 nederbörds-mängder var helt olika (figur 19) utan att halterna var högre i bulksamlarna. Värt att notera är att nederbörden varit hög under november-december, vilket inneburit en hög deposition jämfört med andra månader.

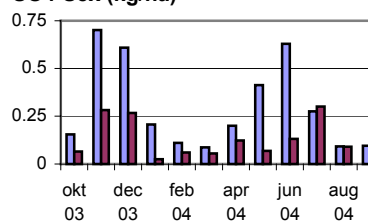
Nederbörd (mm)



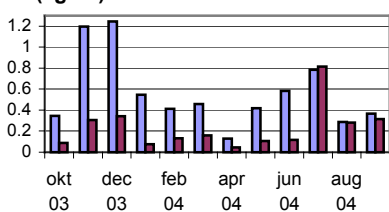
H+ (kg/ha)



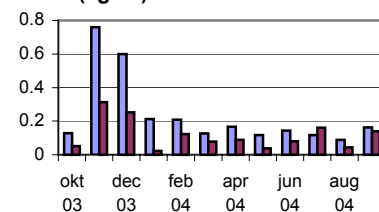
SO4-Sex (kg/ha)



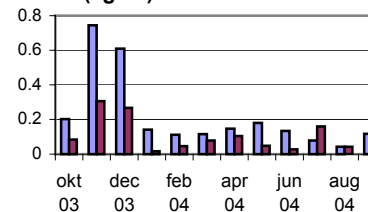
Cl (kg/ha)



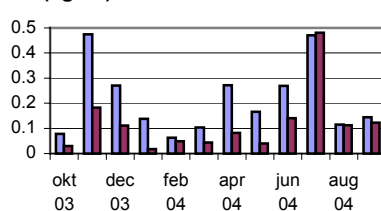
NO3-N (kg/ha)



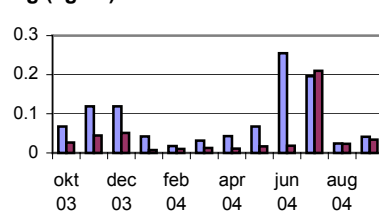
NH4-N (kg/ha)



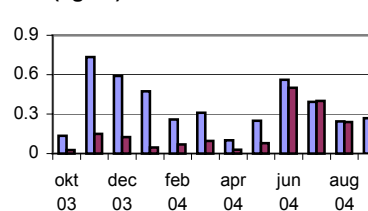
Ca (kg/ha)



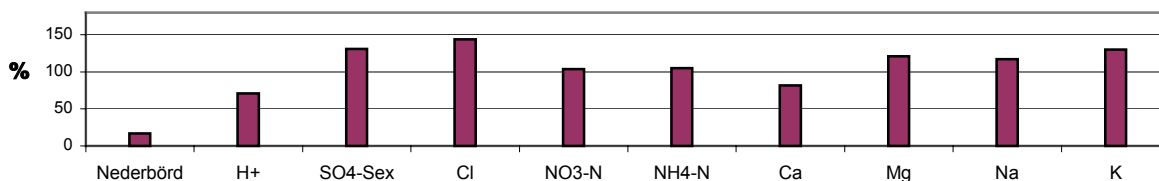
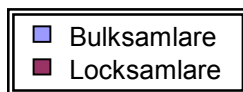
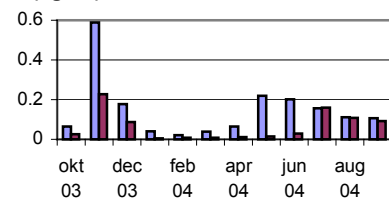
Mg (kg/ha)



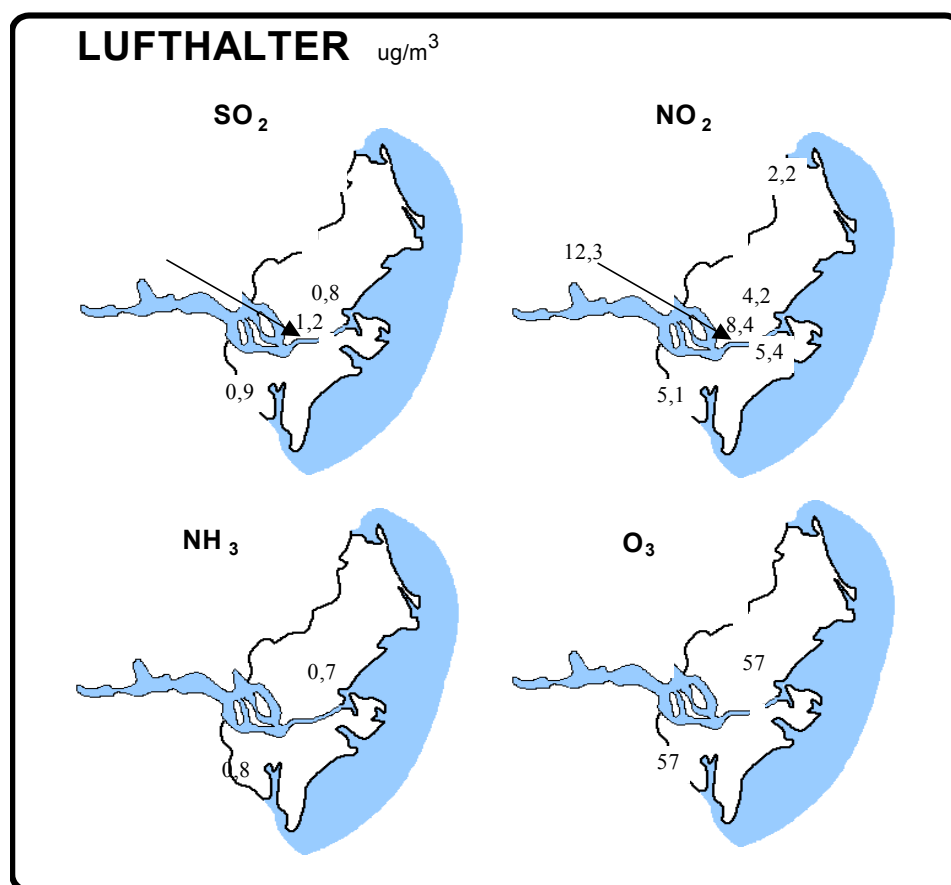
Na (kg/ha)



K (kg/ha)



Figur 19. Jämförelse mellan uppmätt deposition i ordinarie insamlare på öppet fält (bulksamlare) med locksamlare i Ulriksdal, A 94. Nedersta figuren redovisar hur många procent mer deposition som har noterats i bulksamlare än i locksamlaren under det hydrologiska året 2003/04.



Figur 20. Periodmedelvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) av halter i luft på öppet fält. För svaveldioxid (SO₂) och kvävedioxid (NO₂) gäller perioden oktober 2003 till september 2004. För marknära ozon (O₃) och ammoniak (NH₃) perioden april - september 2004.

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 mm	kg/ha →		Cl	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺	
			H ⁺	SO ₄ -S									
Bergby (A 01 A)	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
Sticklinge (A 05 A)	03/04	515	0,10	2,6	2,4	4,2	2,1	1,7	1,7	0,6	2,3	1,4	0,05
	02/03	416	0,06	2,7	2,6	3,8	1,9	2,4	1,2	0,7	2,0	1,0	0,04
	01/02	483	0,06	2,3	2,1	3,5	1,6	1,9	1,3	0,4	2,0	1,1	0,05
	00/01	859	0,20	6,4	6,1	6,7	4,3	5,4	2,4	0,8	4,0	1,8	0,18
	99/00	600	0,12	3,8	3,4	7,5	2,8	2,5	2,0	0,8	4,0	1,6	0,11
	98/99	764	0,28	5,4	5,0	8,2	4,8	4,4	2,7	0,8	4,2	1,6	0,08
	97/98	713	0,22	6,3	6,0	5,2	3,5	3,5	3,0	0,7	3,3	1,7	0,11
	96/97	504	0,15	4,3	4,0	6,2	3,0	2,6	2,2	0,6	3,5	1,2	0,05
	95/96	379	0,07	2,5	2,4	2,6	1,8	2,1	1,2	0,3	1,8	0,9	0,03
	94/95	620	0,17	5,0	4,8	4,4	2,6	3,2	2,7	0,5	2,8	2,0	0,03
	93/94	685	0,23	5,2	4,9	6,9	2,7	3,0	1,8	0,9	3,5	3,2	0,10
92/93	526	0,10	3,6	3,4	4,4	1,7	1,5	1,2	0,7	2,3	5,6	0,13	
Farstanäs (A 35 A)	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)	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

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 mm	kg/ha →	
			oorg N	org N
Bergby (A 01 A)	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)	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 mm	kg/ha →										
			H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
Bergby (A 01 A)	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
Järinge (A 04 A)	03/04	345	0,03	2,9	2,5	8,3	1,1	0,6	3,5	1,0	4,3	14,8	0,09
	02/03	290	0,04	3,8	3,4	9,3	1,7	1,0	3,7	1,3	4,4	13,9	0,14
	01/02	345	0,03	3,1	2,6	10,9	1,3	1,2	3,3	1,0	5,0	16,9	0,05
	00/01	406	0,04	5,6	5,2	9,3	1,8	2,5	5,2	1,3	4,7	22,0	0,32
	99/00	270	0,02	2,3	2,0	8,2	0,9	1,5	2,8	0,8	3,6	17,4	0,15
	98/99	318	0,07	6,0	5,6	8,4	1,3	1,1	3,8	1,1	4,1	15,7	0,13
Sticklinge (A 05 A)	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
	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
Farstanäs (A 35 A)	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
	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
Lämshaga (A 40 A)	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

Tabell 2a. Krondroppsdata forts.

Lokal	Period	Nedb mm	kg/ha →										
			H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
Arlanda (A 92 A)	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
Ulriksdal (A 94 A)	03/04	275	0,02	4,7	4,2	12,5	3,0	1,9	5,7	2,1	5,9	16,9	0,29
	02/03	211	0,02	5,9	5,4	11,8	4,3	3,3	5,3	1,9	5,9	14,5	0,34
	01/02	284	0,02	5,3	4,7	11,9	3,4	2,6	5,4	1,9	5,1	16,2	0,24
	00/01	364	0,03	8,8	8,3	11,6	4,4	5,5	7,7	2,2	5,6	21,6	0,61
	99/00	281	0,03	5,3	4,7	12,8	2,9	2,8	4,9	1,8	6,0	17,9	0,57
	98/99	313	0,07	9,8	9,0	15,4	3,8	3,5	7,1	2,2	7,4	20,9	0,53
	97/98	315	0,05	9,2	8,6	12,9	4,0	4,1	8,0	2,4	5,7	20,5	0,76

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 mm	kg/ha →	
			oorg N	org N
Bergby (A 01 A)	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)	03/04	439	2,1	2,3
	02/03	325	3,8	2,4
	01/02	349	2,9	2,8

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

Lokal	Period	Nedb mm	kg/ha →										
			H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
Järinge (A 04 A)	02/03	671			2,5		2,4	1,9					
	01/02	708			2,3		2,2	1,8					
Alby (A 21 A)	02/03	566			2,1		1,9	1,8					
	01/02	693			2,3		2,3	1,9					
Säbysjön (A 24 A)	02/03	531			2,0		1,8	1,8					
	01/02	633			2,2		2,1	1,8					
Lämshaga (A 40 A)	02/03	614			2,7		2,4	2,1					
	01/02	702			2,5		2,4	2,0					
Gladö (A 44 A)	02/03	626			2,6		2,3	2,1					
	01/02	676			2,4		2,4	1,9					
Mjölsta (A 54 A)	02/03	641			2,3		2,1	1,9					
	01/02	701			2,3		2,3	1,9					
Ulriksdal (A 94 A)	02/03	512			2,1		1,8	1,8					
	01/02	594			2,2		2,0	1,8					

Tabell 4a. Lufthalter av svaveldioxid i Stockholms län, diffusionsprovtagning.

År mån	Svaveldioxid, SO ₂ µg/m ³					
	A 01 A Bergby	A 04 A Järinge	A 05 A Stick- linge	A 35 A Farstanäs	A 40 A Läms- haga	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	-	⁽¹¹⁾ 0,8	1,5	0,9	1,1	1,3
Mv 9910-0009	-	0,5	1,1	0,6	0,8	0,9
Mv 0010-0109	-	0,7	1,2	0,8	0,9	1,0
Mv 0110-0209	-	0,6	1,0	0,6	0,8	0,9
Mv 0210-0309	0,8	-	1,2	0,9	-	-
0310	0,5	-	0,7	0,5	-	-
0311	0,6	-	1,2	0,6	-	-
0312	0,8	-	1,1	0,7	-	-
0401	1,4	-	1,9	1,2	-	-
0402	1,1	-	2,6	1,1	-	-
0403	0,8	-	1,1	1,6	-	-
0404	0,8	-	1,2	0,8	-	-
0405	1,2	-	0,8	^U 0,8	-	-
0406	0,6	-	^U 0,8	0,7	-	-
0407	0,7	-	1,1	0,8	-	-
0408	0,8	-	0,9	0,9	-	-
0409	0,6	-	0,6	0,6	-	-
Mv 0310-0409	0,8	-	1,2	0,9	-	-

Siffror inom parentes anger antal månadsvärden.

Tabell 4b. Lufthalter av kvävedioxid i Stockholms län, diffusionsprovtagning

År mån	Kvävedioxid, NO ₂ µg/m ³					
	A 01 A Bergby	A 04 A Järinge	A 05 A Stick- linge	A 35 A Farstanäs	A 40 A Läms- haga	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	-	⁽¹¹⁾ 2,5	10,1	6,0	6,2	14,4
Mv 9910-0009	-	2,4	9,6	5,2	6,4	14,1
Mv 0010-0109	-	2,1	8,7	5,0	5,2	12,5
Mv 0110-0209	4,0	2,3	8,7	5,4	5,6	13,0
Mv 0210-0309	4,0	2,0	8,4	5,3	5,9	12,4
0310	4,5	1,9	9,2	7,0	6,7	12,4
0311	5,9	^U 3,1	11,4	6,7	6,7	15,4
0312	5,9	3,4	11,3	6,2	7,6	16,1
0401	7,8	3,9	13,7	6,2	7,1	16,6
0402	6,3	2,8	11,4	6,4	8,7	18,4
0403	4,4	2,3	9,5	6,0	6,2	14,6
0404	2,6	2,1	5,9	5,1	4,3	10,2
0405	2,8	1,6	4,8	^U 3,5	3,5	8,3
0406	2,2	0,9	^U 4,7	3,2	3,1	9,3
0407	2,2	1,1	5,1	2,7	2,8	7,4
0408	2,4	1,4	5,8	4,0	3,4	7,7
0409	3,4	2,2	7,6	3,9	4,8	11,2
Mv 0310-0409	4,2	2,2	8,4	5,1	5,4	12,3

Siffror inom parentes anger antal månadsvärden.

^U uppskattat värde

Tabell 4c. Lufthalter av ammoniak i Stockholms län, diffusionsprovtagning.

År mån	Ammoniak, NH ₃ µg/m ³					
	A 01 A Bergby	A 04 A Järinge	A 05 A Stick- linge	A 35 A Farstanäs	A 40 A Läms- haga	A 94 Ulriksdal
Mv 0204-0209	0,5	-	-	0,9	-	-
Mv 0304-0309	0,6	-	-	1,1	-	-
0310	1,2	-	-	0,4	-	-
0311	<0,3	-	-	0,4	-	-
0312	<0,3	-	-	^U 0,4	-	-
0401	<0,3	-	-	0,9	-	-
0402	<0,3	-	-	0,3	-	-
0403	0,4	-	-	0,3	-	-
0404	<0,3	-	-	0,4	-	-
0405	2,2	-	-	1,4	-	-
0406	0,9	-	-	1,3	-	-
0407	<0,3	-	-	0,9	-	-
0408	0,6	-	-	0,4	-	-
0409	<0,3	-	-	<0,3	-	-
Mv 0404-0409	0,7			0,8		

Tabell 4d. Lufthalter av marknära ozon i Stockholms län, diffusionsprovtagning.

År mån	Ozon, O ₃ µg/m ³					
	A 01 A Bergby	A 04 A Järinge	A 05 A Stick- linge	A 35 A Farstanäs	A 40 A Läms- haga	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	-	-
0310	33	-	-	35		-
0311	26	-	-	26		-
0312	47	-	-	39		-
0401	43	-	-	50		-
0402	51	-	-	55		-
0403	65	-	-	63	-	-
0404	61	-	-	61	-	-
0405	85	-	-	78	-	-
0406	54	-	-	56	-	-
0407	54	-	-	53	-	-
0408	43	-	-	46	-	-
0409	47	-	-	45	-	-
Mv 0404-0409	57			57		

Siffror inom parantes anger antal månadsvärden.

U uppskattat värde

Tabell 5. 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)	2003-10-31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2004-04-26	5,5	0,039	0,144	2,71	3,39	<0,002	0,029	3,42	0,91	3,61	0,24	<0,020	0,029	0,102	0,419	8,9	34
	2004-07-26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median	5,7	0,087	2,83	3,3	<0,002	<0,01	3,3	0,91	3,34	0,29	<0,02	0,029	0,105	0,484	12,5	29	
	<i>n=</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>17</i>	<i>19</i>	<i>18</i>	<i>17</i>
Järinge (A 04 A)	2003-10-30	7,0	-	0,250	4,70	9,33	0,007	0,244	25,00	1,56	5,94	0,66	<0,020	0,153	0,016	0,663	22,6	477
	2004-04-27	7,0	1,334	1,213	3,26	3,58	<0,002	0,060	24,77	1,31	3,94	0,13	<0,020	0,081	0,023	0,495	16,7	792
	2004-07-26	7,0	1,743	2,193	4,78	5,04	<0,002	0,049	45,44	1,57	5,37	0,16	<0,020	0,092	0,109	0,515	18,4	298
	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>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>12</i>	<i>14</i>	<i>13</i>	<i>12</i>
Sticklinge (A 05 A)	2003-10-29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2004-04-28	7,1	0,460	0,407	10,99	8,75	0,025	0,270	15,84	3,11	6,50	0,49	<0,020	0,018	0,058	0,619	13,3	249
	2004-07-28	7,0	1,155	0,145	9,34	13,78	0,445	15,770	8,51	2,89	8,89	3,89	<0,002	0,025	-	0,548	15,1	-
	median	4,9	0,011	5,68	7,76	<0,002	0,015	5,28	1,79	5,6	0,24	0,045	0,054	0,715	1,145	13	8,3	
	<i>n=</i>	<i>31</i>	<i>31</i>	<i>31</i>	<i>31</i>	<i>31</i>	<i>31</i>	<i>31</i>	<i>31</i>	<i>31</i>	<i>31</i>	<i>31</i>	<i>31</i>	<i>31</i>	<i>23</i>	<i>31</i>	<i>28</i>	<i>23</i>
Alby (A 21 A)	2004-04-28	5,4	-	-0,030	5,27	9,29	<0,002	0,027	4,05	2,05	4,00	0,63	<0,020	0,009	0,117	0,308	8,7	46
	2004-07-28	5,5	-	0,058	4,02	4,45	<0,002	0,065	3,98	1,02	3,12	0,63	<0,002	0,044	0,139	0,277	7,1	31
	median	5,3	0,060	5,24	5,01	<0,002	0,016	5,04	1,45	3,21	1,02	<0,02	0,021	0,196	0,546	13	28	
	<i>n=</i>	<i>30</i>	<i>29</i>	<i>30</i>	<i>30</i>	<i>30</i>	<i>30</i>	<i>29</i>	<i>30</i>	<i>29</i>	<i>29</i>	<i>30</i>	<i>29</i>	<i>23</i>	<i>29</i>	<i>27</i>	<i>22</i>	
Säbysjön (A 24 A)	2003-10-29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2004-04-28	6,9	0,198	0,246	7,00	7,57	0,005	0,313	8,04	3,23	4,84	0,71	<0,020	0,014	-	0,067	14,5	-
	2004-07-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median	6,7	0,244	5,94	5,76	<0,002	0,059	8,07	2,55	4,72	0,57	<0,02	0,062	0,038	0,183	16	230	
	<i>n=</i>	<i>23</i>	<i>20</i>	<i>23</i>	<i>23</i>	<i>23</i>	<i>22</i>	<i>20</i>	<i>22</i>	<i>21</i>	<i>21</i>	<i>22</i>	<i>21</i>	<i>8</i>	<i>21</i>	<i>18</i>	<i>8</i>	
Farstanäs (A 35 A)	2003-10-29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2004-04-28	5,8	0,015	0,052	3,44	4,61	<0,002	0,270	3,23	1,00	3,38	0,25	<0,020	0,009	0,094	0,219	10,4	37
	2004-07-28	6,1	0,038	0,099	4,02	3,01	<0,002	0,096	3,71	0,93	3,79	0,32	<0,002	0,035	0,038	0,190	7,4	99
	median	5,8	0,051	4,04	3,74	<0,002	0,207	3,84	1,09	3,19	0,75	<0,02	0,011	0,061	0,28	10	59	
	<i>n=</i>	<i>33</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>26</i>	<i>32</i>	<i>29</i>	<i>26</i>	

Tabell 5. Markvattendata forts.

Lokal	Datum	pH	Alk	ANC	SO ₄ -S	Cl	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺	Fe ^{2+/3+}	ooAl	tAl	TOC	BC/ooAl
			mekv/l →		mg/l →												mol/mol	
Lämshaga (A 40 A)	2003-10-29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2004-04-28	5,0	-	-0,020	4,73	7,98	<0,002	0,118	3,79	1,27	4,30	0,74	<0,020	0,041	0,642	1,129	17,9	7,0
	2004-07-28	5,2	-	0,017	5,75	9,22	<0,002	0,145	4,11	1,55	6,44	0,90	<0,002	0,046	0,479	0,958	13,4	11
	median <i>n</i> = 27	5,3		0,046	4,45	6,43	<0,002	<0,01	4,33	1,31	3,9	0,82	<0,018	0,024	0,378	0,786	11	13
Gladö (A 44 A)	2003-10-29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2004-04-28	5,5	-	0,163	3,28	5,84	<0,002	-	3,49	2,23	3,77	0,39	<0,020	-	-	-	-	-
	2004-07-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median <i>n</i> = 25	5,7		0,095	7,32	7,23	<0,002	0,025	5,81	2,99	4,7	0,92	<0,02	0,025	0,091	0,301	14	87
Mjölsta (A 54 A)	2004-04-28	6,5	0,337	0,400	2,01	2,31	<0,002	0,027	7,86	0,75	3,06	0,16	<0,020	0,010	0,052	0,238	6,4	120
	2004-07-28	6,3	0,239	0,394	1,63	2,50	<0,002	0,024	7,21	0,67	3,37	0,20	<0,002	0,024	0,032	0,295	6,5	179
	median <i>n</i> = 34	6,1		0,145	3,1	4,82	<0,002	0,008	5,22	0,75	3,31	0,4	<0,02	0,012	0,065	0,401	8,2	68
Arlanda (A 92 A)	2003-10-31	4,7	-	-0,021	3,89	25,16	<0,002	0,039	5,26	2,33	10,60	0,64	<0,020	0,077	-	1,400	12,9	-
	2004-04-26	5,4	-	0,059	5,73	9,87	<0,002	0,030	4,19	2,38	6,59	0,14	<0,020	0,832	-	0,210	9,3	-
	2004-07-26	5,3	-	0,181	9,98	21,29	<0,002	<0,020	8,20	3,41	16,27	0,25	<0,020	0,093	0,271	0,513	10,4	35
	median <i>n</i> = 21	5,4		0,086	6,14	9,41	<0,002	<0,01	4,88	2,11	7,88	0,16	<0,02	0,083	0,208	0,592	10,2	31
Ulriksdal (A 94 A)	2003-10-29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2004-04-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2004-07-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median <i>n</i> = 10	4,7		0,392	4,34	7,51	<0,002	<0,01	7,62	2,22	4,49	4,21	<0,02	1,428	0,74	3,745	88	24

Tabell 6. Grundvattensdata från Stockholms län.

Lokal	Datum	Temp °C	pH	Alk mekv/l	Kond mS/m	SO ₄ -S mg/l	Cl ⁻	N ¹⁾	NH ₄ -N	PO ₄ -P	Ca	Mg	Na	K	Mn	Fe	Al ²⁾	TOC	F ⁻	Si	Cu µg/l	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
median		8.5	6.8	2.913	30.2	3.19	5.00	0.012	0.009	0.007	36.00	9.51	15.83	0.86	0.010	0.110	0.075	1.7	0.500	6.40	4	8	0.02	0.6

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.

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
Valhallavägen 81, Stockholm

Tel: +46 (0)8 598 563 00

Fax: +46 (0) 8 598 563 90

Säte: Stockholm

Org.nr: 556116-2446.

P.O. Box 5302, SE-400 14 Göteborg
Aschebergsgatan 44

Tel: +46 (0)31 725 62 00

Fax: +46 (0)31 725 62 90

VAT no: SE556116244601

www.ivl.se