

För Länsstyrelsen i Stockholms län och
Luftfartsverket

Övervakning av luftföroreningar i Stockholms län – mätningar och modellering

Hydrologiskt år: resultat t.o.m. september 2008
Kalenderår: resultat t.o.m. 2007



Gunilla Pihl Karlsson, Cecilia Akselsson¹⁾, Sofie
Hellsten, Per Erik Karlsson & Gunnar Malm

B 1846

Juni 2009

¹⁾ Lunds universitet

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	2
Inledning.....	3
Ord att förklara.....	4
Stationsvis redovisning.....	5
Trendanalys med Mann-Kendall och Seasonal-Kendall-metodik.....	5
Bergby (A 01).....	5
Sticklinge (A05).....	7
Alby (A 21).....	9
Farstanäs (A 35).....	10
Lämshaga (A 40).....	12
Gladö (A 44).....	14
Arlanda (A 92).....	15
Ulriksdal (A 94).....	17
Locksamlare i Ulriksdal.....	18
Sammanfattande bedömning av luftföroreningssituationen i Stockholms län 2007/08.....	19
Modellberäknad deposition av svavel och kväve på kommun- och länsnivå.....	21
Jämförelse med miljö kvalitetsmål på kalenderår.....	23
Temainriktad rapport.....	25
Ny webbplats.....	25
Nytt från Naturvårdsverket.....	25
Referenser.....	26
Bilaga 1. Data i tabellform - deposition, lufthalter, markvatten.....	27
Bilaga 2. Beskrivning av trendanalys med Mann-Kendall och Seasonal-Kendall-metodik.....	44

Rapporten godkänd
2009-06-09

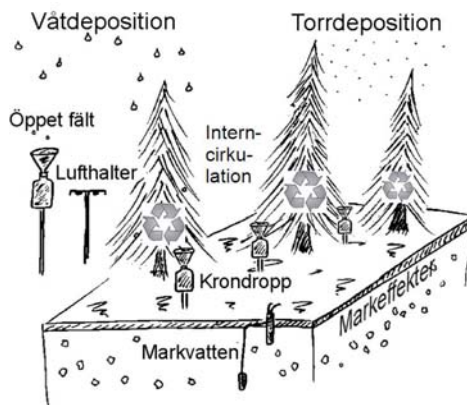
John Munthe
Avdelningschef

Sammanfattning

På uppdrag av Länsstyrelsen i Stockholms län och Luftfartsverket mäter IVL nedfall av luftföroreningar och markvattenkvalitet på åtta platser i länet. Krondroppsnetet har sedan starten 1985 löpt i perioder och 2007 initierades ett nytt fyraårigt samarbetsprojekt. Grundtanken med Program 2007 är att utifrån depositions-, markvatten- samt lufthaltsmätningar ge kunskap om belastningen av luftföroreningar och dess effekter på vegetation, mark och vatten. Mätningarna kompletteras med fördjupade modellberäkningar på regional nivå som baseras på nationella modellberäkningar med hög geografisk upplösning. Denna rapport fokuserar på redovisning av mätresultat. Den modellansats som ingår rör kommunvis deposition.

Nederbördsmängden på ytorna i Stockholms län var förhållandevis stor under det hydrologiska året 2007/08. Trots detta var nedfallet av svavel till skogsytorna via krondropp lågt i jämförelse med vad det har brukat vara under tidserien. Svavelnedfallet under 2007/08 varierade mellan 1,4 kg per hektar på tallytan i Bergby och 3,7 kg per hektar på granytan i Lämshaga i Stockholms skärgård. Nedfallet i skogsytorna har minskat signifikant under mätserien. Kvävenedfallet på öppet fält var liksom tidigare år högst på ytorna i Arlanda och Ulriksdal. Det högre nedfallet av kväve på dessa ytor kan eventuellt förklaras av bil- och flygtrafik. Inga signifikanta trender har påvisats för kvävenedfall.

Markvattnet i skogsytorna i Stockholms län har vanligtvis pH-värden mellan 5 och 6, höga halter av kalcium och låga halter av oorganiskt kväve, vilket tyder på relativt liten påverkan av försurande nedfall. Det senaste året uppvisade markvattenhalter på ungefär samma nivåer, förutom i Alby som uppvisade kraftigt förhöjd nitrathalt, upp till 8,7 mg/l, lägre pH än normalt samt förhöjda halter av kalcium och oorganiskt aluminium. Detta kan bero på att ytan stormskadades under 2007.



Figur 1. Principskiss för mätningarna. Nedfallet till skogsytorna består av våtdeposition och torrdeposition. Vissa ämnen intercirkuleras i trädkronorna vilket innebär att det som uppmäts i krondroppet är våtdeposition + torrdeposition ± intercirkulation.

Uppdragsgivare:

Länsstyrelsen i Stockholms län och Luftfartsverket

Utförande organ:

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

Författare: G. Pihl Karlsson, C. Akselsson, S. Hellsten, P.E. Karlsson & G. Malm

Nyckelord: Deposition, svavel, kväve, skogsytor, Stockholms län

IVL rapport B 1846

Beställes från någon av nedanstående:

Länsstyrelsen i Stockholms län
Lennart Ljungqvist
Box 22 067
104 22 Stockholm
Åsa Sahlqvist
Division Stockholm LFV
190 45 Stockholm-Arlanda

IVL, Publikationsservice
Box 21060
SE-100 31 Stockholm
Tel: 08-598 563 00
Fax: 08: 598 563 90
publikationsservice@ivl.se

Inledning

På uppdrag av främst luftvårdsförbund och länsstyrelser genomför IVL Svenska Miljöinstitutet AB sedan 1985 länsbaserade undersökningar med regional upplösning av luftföroreningar och dess effekter med avseende bland annat på försurning, övergödning och marknära ozon. Grundtanken med nuvarande samarbetsprogram, ”Program 2007”, är att utifrån depositions-, markvatten- samt lufthaltsmätningar ge kunskap om belastning av luftföroreningar och dess effekter på vegetation, mark och vatten. Mätningarna kompletteras med modellberäkningar för att kunna ta ett samlat grepp främst på miljömålen *Bara naturlig försurning*, *Ingen övergödning* och *Frisk luft* på regional nivå. Förutom ovan nämnda miljömål berör aktiviteterna inom **Krondroppsnetet** även miljömålen: *Levande sjöar och vattendrag*, *Grundvatten av god kvalitet*, *Levande skogar* samt *Storslagen fjällmiljö*.

Ett mätår är ett hydrologiskt år som motsvarar perioden 1 oktober till 30 september. Resultaten redovisas årligen i rapporter samt på Krondroppsnetets nya webbplats, www.krondroppsnetet.ivl.se. Mätningarna av deposition används för att beräkna den årliga depositionen vid mätplatsen, men bidrar även till att visa i vilken utsträckning de nationella modellberäkningarna av depositionen ger rimliga resultat. **Deposition av luftföroreningar** mäts månadsvis inom Krondroppsnetet, dels på öppet fält, dels i skogen (krondropp). Mätningarna på **öppet fält**, som sker vid 23 lokaler 2007/08, speglar huvudsakligen våtdeposition, det vill säga föroreningarna som följer med nederbörden ner. **Krondroppsmätningarna**, som sker vid 62 lokaler, speglar utöver våtdepositionen även torrdepositionen, det vill säga luftföroreningar som transporteras med vinden och fastnar i trädskronorna. För vissa ämnen finns en betydande interncirkulation i trädskronorna, vilket gör att det som mäts upp via krondropp skiljer sig från den totala depositionen. **Lufthaltsmätningar** av svaveldioxid, kvävedioxid, ammoniak och ozon sker vid 22 lokaler med hjälp av diffusionsprovtagare som kvantitativt absorberar den gas som skall mätas. Lufthaltsmätningarna ger bl.a. underlag för effektbedömningar, trendanalyser och jämförelser med miljömålet *Frisk Luft*. **Markvattenmätningar** sker vid 64 lokaler med undertryckslysimetrar som suger vatten från 50 cm djup via ett fint, keramiskt filter. Markvattenprovtagning utförs tre gånger per år för att representera förhållandena före, under samt efter vegetationsperioden. Olika parametrar i markvattnet används som indikatorer för markens tillstånd, vegetationens inverkan, samt utlakning till grund- och ytvatten, för att se i vilken utsträckning utsläppsminskningar av luftföroreningar leder till förbättringar i miljötillståndet.

Nytt i årets rapportering är att två typer av rapporter görs, dels dessa länsvisa mer direkt resultatriktade rapporter och dels en nationell mer temainriktad rapport om trender, senare i år. I denna rapport redovisas även nya figurer med tidstrender för deposition och markvattenkemi samt förbättrade rutiner för statistisk trendanalys. Modellresultat presenterades mycket ingående i förra årets rapport och den modellering som ingår i denna rapport gäller kommunvis deposition. Nytt är även att resultaten presenteras på kalenderår i tabeller samt vid jämförelser med miljö kvalitetsmål och normer. Temarapporten kommer att bli klar i slutet av 2009 och finnas tillgänglig på webbplatsen samt skickas ut till alla kunder som pdf-fil.

Undersökningarna i **Stockholms län** är resultat av ett lagarbete där provtagning utförts av Britta Höglund (Länsstyrelsen) samt Staffan Dackman (Skogsstyrelsen). K Koos har skött kontakter med provtagare medan I Torbrink, S Weidolf, P Bengtsson, S Honkala, V Andersson och M Lidqvist har analyserat proverna. Granskning av data har huvudsakligen utförts av P Bengtsson, G Malm, P E Karlsson, S Hellsten, G Pihl Karlsson. Databehandling och rapportering av resultaten har utförts av C Akselsson, S Hellsten, P E Karlsson, G Malm samt G Pihl Karlsson.



Figur 2. Krondroppsnetet under 2007/08. Samordnade mätningar av luftföroreningar i skogliga observationsytor.

Ord att förklara

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

Antropogent: 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.

CLE: Basscenario för depositionsminskning till 2020 enligt "Current legislation", d.v.s. de beslut om minskade utsläpp som finns inom Europa.

Deposition: Nedfall av luftföroreningar från atmosfären.

EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme): Europeiskt samarbete avseende gränsöverskridande luftföroreningar för kontroll av luftens och nederbördens sammansättning samt beräkningar av transport av luftföroreningar.

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

Interncirkulation i trädkronan: Vissa ämnen intern-cirkuleras i trädkronan, vilket innebär att det som uppmäts i krondropp inte överensstämmer med totaldepositionen. Exempel på ämnen som interncirkuleras är kväve som främst tas upp till barr/blad och kalcium, magnesium och kalium som främst utsöndras via barr/blad.

Jordart: Sönderkrossade och vittrade bergarter bildar jordarter med olika kornstorlekar och sorteringsgrad. De vanligaste jordarterna är morän, olika sediment och torv.

Jordmån: Övre delen av marken som påverkas av markorganismer, klimat och vegetation. Vanligaste jordmåner i skog på fastmark är podsoler, övergångsjordar och brunjordar.

Kritisk belastning: Den högsta deposition som inte bedöms förorsaka långsiktiga skadliga effekter på strukturen och funktionen i ett ekosystem. Kritisk belastning beräknas bland annat för aciditet (försurande ämnen – svavel och kväve) och för övergödande kväve.

Krondropp: Nederbörd som passerat trädkronorna. Ger ofta bra mått på totaldeposition i skog av ämnen

som inte påverkas av interncirkulation, såsom svavel och klorid, men är ett sämre mått för t.ex. kväve, som 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.

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.

Mann-Kendall: statistisk metod för att beskriva trender, se Bilaga 2.

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).

MATCH-Sverige: Spridningsmodellsystem utvecklat på SMHI, för modellering av deposition av luftföroreningar.

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 miljö kvalitetsmål.

Ståndortsindex: För att uppskatta ståndortens virkesproducerande förmåga används ett ståndortsindex (H100) som uttrycker den övre höjden vid totalåldern 100 år för ett givet trädslag. G = gran och T = tall.

Torrdeposition: Gaser och partiklar som deponeras. Dessa fastnar exempelvis på träd-kronor 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.

Totaldeposition: Summan av våt- och torrdeposition, se "Krondropp".

Våtdeposition: Deposition via nederbörd. Mäts i dessa undersökningar genom nederbördskemiska mätningar på öppet fält eller modellberäknas genom samarbete med SMHI (MATCH-Sverige-modellen).

Öppet fält: Öppet område där nederbördskemi och/eller lufthalter mäts.

Stationsvis redovisning

Här presenteras årets mätningar vid de olika lokalerna. I första stycket beskrivs en för Krondroppsnätet ny metod för statistisk analys av trender. För deposition redovisas data som medelvärde för hydrologiskt år. I depositionsfigurerna finns även modellerad våtdeposition från SMHI (för de år vi hittills erhållit data), med avseende på nederbördsmängd, svavel och kväve. För markvattendata, visas alla mätningarna som genomförts. De tre markvattenprovtagningarna som genomförs varje kalenderår avses representera förhållandena före, under samt efter vegetationsperioden. Lufthaltsdata redovisas stationsvis i texten. I Bilaga 1 återfinns data i tabellform både som medelvärde över hydrologiskt år samt som medelvärde över kalenderår. De data som presenteras i Bilaga 1 är depositionsdata, lufthalter samt markvattendata.

Trendanalys med Mann-Kendall och Seasonal-Kendall-metodik

Mann-Kendall är en utvärderingsmetod för att påvisa signifikanta linjära trender (Mann, 1945). Förenklat kan man säga att metoden jämför alla värden parvis och summerar hur ofta det senare värdet är större respektive mindre än det tidigare värdet. Detta gör att eventuella kraftigt avvikande värden inte påverkar resultatet i någon större utsträckning. Saknade värden är inte heller något problem. Allt detta gör Mann-Kendall till en robust metod. Mann-Kendall är i allmänhet mindre känslig än linjär regression, vilket innebär att det kan vara svårare att få statistisk signifikans för en trend. Mann-Kendall kan användas på så små dataset som fyra värden.

Mann-Kendall ska inte användas på data med säsongvariation, utan då skall istället Seasonal Kendall användas. Seasonal Kendall är en vidareutveckling av Mann-Kendall-metoden. I våra analyser har vi använt Mann-Kendall för årsvisa värden för deposition och Seasonal Kendall för markvattendata. Signifikans anges i tre olika nivåer; $p < 0.05 = *$ signifikans; $p < 0.01 = **$ signifikans; $p < 0.001 = ***$ signifikans. En mer detaljerad beskrivning ges i Bilaga 2.

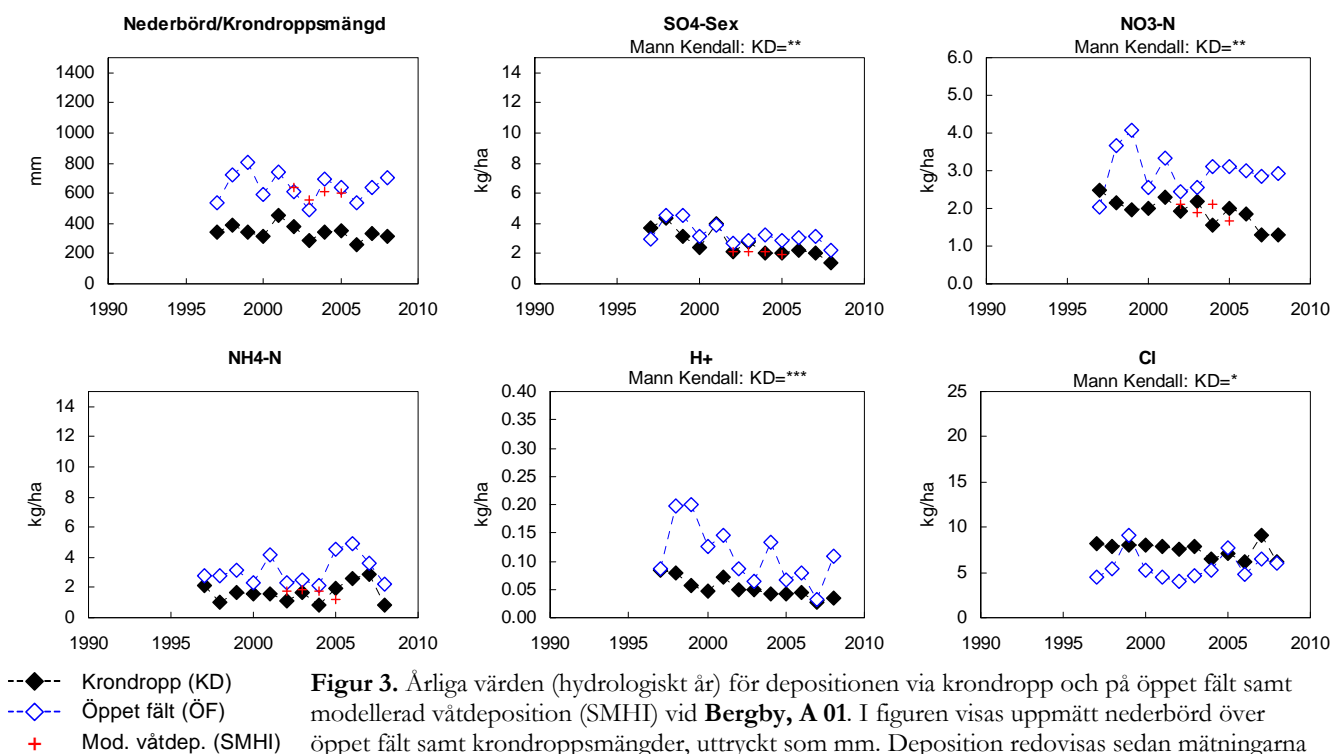
Bergby (A 01): Provyta med 78-årig tallskog med inslag av gran i Vallentuna kommun. Ståndortsindex är T24, vilket innebär att träden beräknas vara 24 m höga vid 100 års ålder. Marktypen, med sandig-moig morän och jordmån av övergångstyp, tillhör den näst vanligaste kategorin i länet. Markvegetationen utgörs mestadels av låga örter utan ris. Mätningar av deposition och markvatten i skogsytan samt deposition i en närliggande yta på öppet fält startade i oktober 1996. Mätningar av lufthalter startade 2002. Därmed görs alla typer av mätningar som innefattas i Krondroppsnätet i Bergby, nedfall till skog och på öppet fält, markvattenkemiska mätningar samt lufthalter.

Nederbörden i Bergby uppgick till 707 mm under det hydrologiska året 2007/08, vilket var relativt högt jämfört med nederbörden som uppmätts tidigare under 2000-talet (Figur 3). Nedfallet av svavel på öppet fält-ytan var mätseriens lägsta, 2,2 kg (exklusive havssaltsbidrag). Mycket låga koncentrationer av svavel i nederbörd var en generell trend i mätningar över hela Sverige under 2007/08. Även kvävenedfallet var förhållandevis lågt, 5,1 kg oorganiskt kväve uppmättes under 2007/08. Kloriddepositionen har legat på en jämn låg nivå under mätserien, 4-9 kg per hektar och år.

I tallytan uppmättes 1,4 kg svavel och 2,1 kg kväve per hektar under 2007/08, lägre än något av de tidigare åren i mätserien. Svavelnedfallet har, liksom depositionen av vätejoner, minskat signifikant under mätperioden. Under hela mätserien har svavelnedfallet i krondroppsytan varit lägre än i ytan på öppet fält. Vanligtvis är förhållandet det omvända på grund av högre torrdeposition i skogsytan. En trolig orsak till högre deposition på öppet fält är att torrdepositionen av svavel är liten, vilket

gör att andra påverkande faktorer märks på ett annat sätt än när torrdepositionen är stor. Påverkande faktorer är exempelvis hur effektivt nederbörden tvättar av trädkronorna, stamavrinningens omfattning (oftast <5 %) samt att torrdeposition vid vissa tillfällen förekommer i insamlarna på öppet fält.

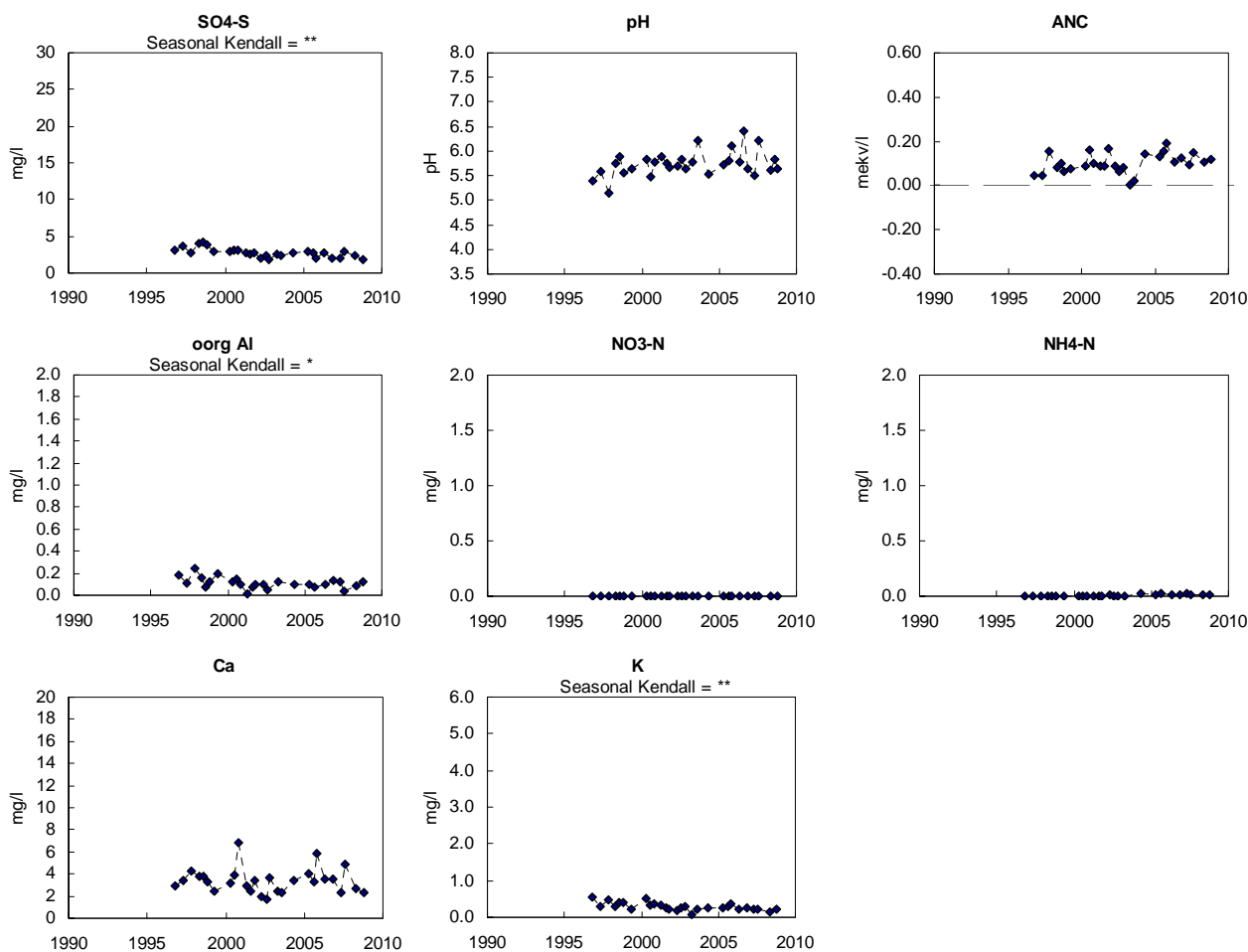
När det gäller kväve är det normalt med större nedfall på öppet fält än via krondropp, eftersom kväve är ett eftertraktat näringsämne som kan tas upp eller omvandlas i trädkronorna, och detta är tydligt i Bergby där nedfallet på öppet fält var mer än dubbelt så stort som nedfallet via krondropp under 2007/08. Nitratkvävenedfallet via krondropp har minskat signifikant under mätperioden, medan ingen liknande trend finns för ammoniumkväve. Det är dock svårt att visa om detta beror på minskad totaldeposition av kväve eller om det beror på förändringar av upptaget i trädkronorna. Modellerad nederbörd (MATCH-Sverige-modellen, Persson m.fl. 2004) stämde väl överens med uppmätt nederbörd under de hydrologiska åren 2001/02-2004/05 då modellresultat finns tillgängliga, medan modellerad våtdeposition var något lägre än vad som uppmätts.



Figur 3. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och på öppet fält samt modellerad våtdeposition (SMHI) vid **Bergby, A 01**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); den summerade syrabelastningen uttryckt som vätejoner (H⁺); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Modellerad nederbörd samt våtdeposition av svavel och kväve (MATCH-Sverige-modellen, Persson m.fl. 2004) visas som plustecken för de hydrologiska åren 2001/02-2004/05. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Bergby är en av de lokaler i länet som haft högst pH under mätserien, med pH-värden som oftast varit mellan 5,5 och 6 (Figur 4). Vid de två mätningar som utfördes under det hydrologiska året 2007/08 var pH 5,6 och 5,8. Halten sulfatsvavel har uppvisat en svag men signifikant minskning till följd av minskningen i svaveldeposition, men för pH och ANC (syranutraliserande förmåga) finns

ingen signifikant trend. Halten av oorganiskt aluminium, som är en giftig form av aluminium, har varit mycket låg under hela mätserien. Kalciumhalten har varit relativt hög precis som på övriga ytor i länet, 2,7 mg/l vid den enda mätning under 2007/08 som gav tillräckligt med vatten för mätning, medan kaliumhalten var låg, 0,2 mg/l, och har minskat signifikant under mätserien. Halten av oorganiskt kväve i form av nitratkväve och ammoniumkväve har varit mycket låg under hela mätserien, vilket visar att träden tar upp allt tillgängligt kväve på ett effektivt sätt.

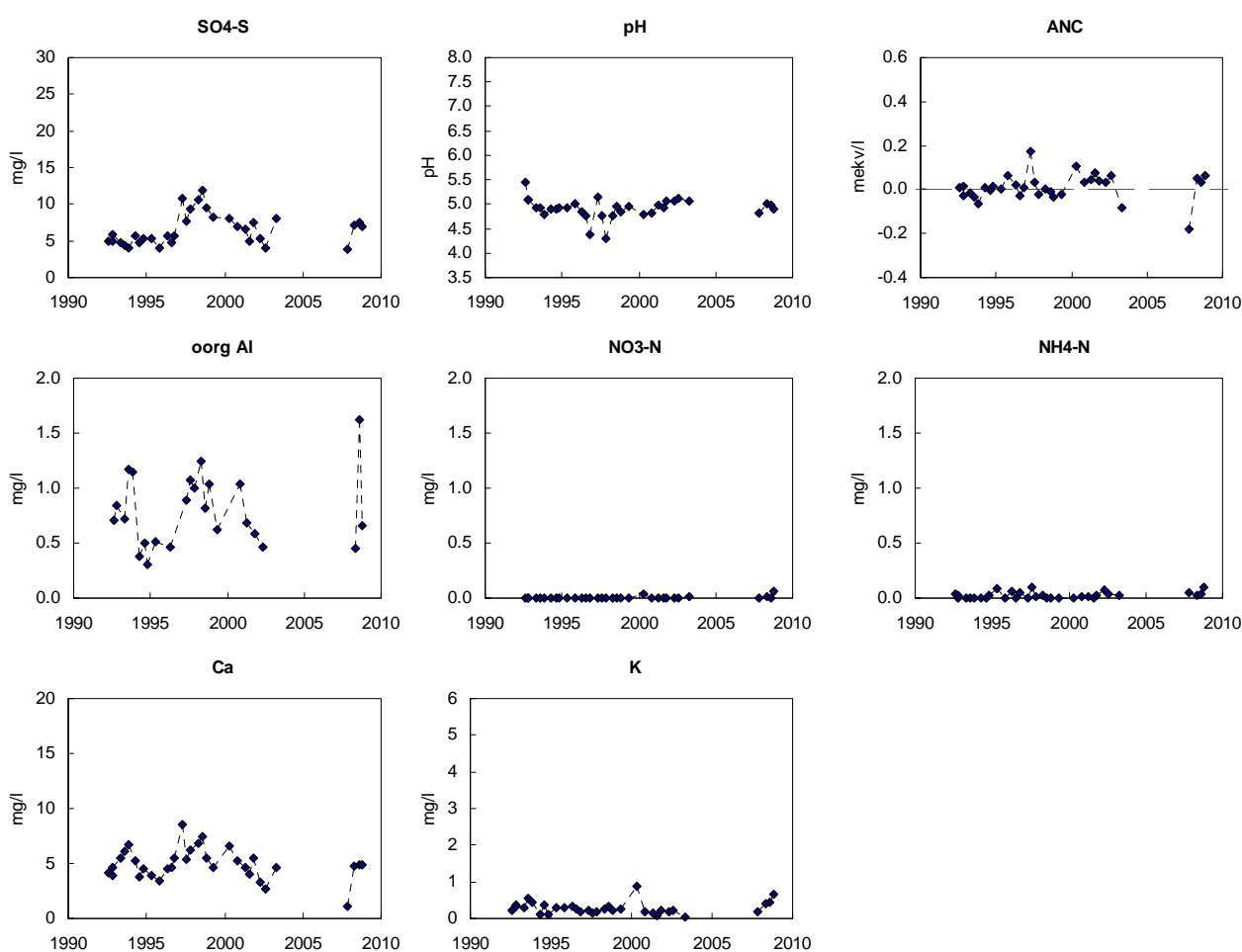


Figur 4. Markvattenkemi vid **Bergby, A 01**: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$); pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC); oorganiskt aluminium (oorg Al); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$); kalciumhalt (Ca^{2+}) och kaliumhalt (K^+). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Sticklinge (A05): Drygt 100-årig granskog i relativt kuperat skogsområde på nordvästra Lidingö. Liksom på flertalet övriga ytor i länet startade mätning av deposition och markvatten 1992. Mätningar av lufthalter startade i oktober 1993. Depositionsmätningarna avslutades på öppet fält i september 2004 och i skogsytorna i december 2006, medan mätningar av lufthalter och markvattenkemi fortfarande pågår. Under våren 2004 till våren 2007 var halten av flera ämnen i markvattnet, bland annat ammoniumkväve och kalium, kraftigt förändrad. Mycket tyder på att dessa förändrade värden, i ytan som är belägen nära bebyggelse, är orsakat av kontamination i

någon form. I Figur 5 visas inte data under denna period på grund av de starka misstankarna om kontamination. Alla data finns dock med i databaserna tills vidare, men data under denna period måste tolkas med stor försiktighet.

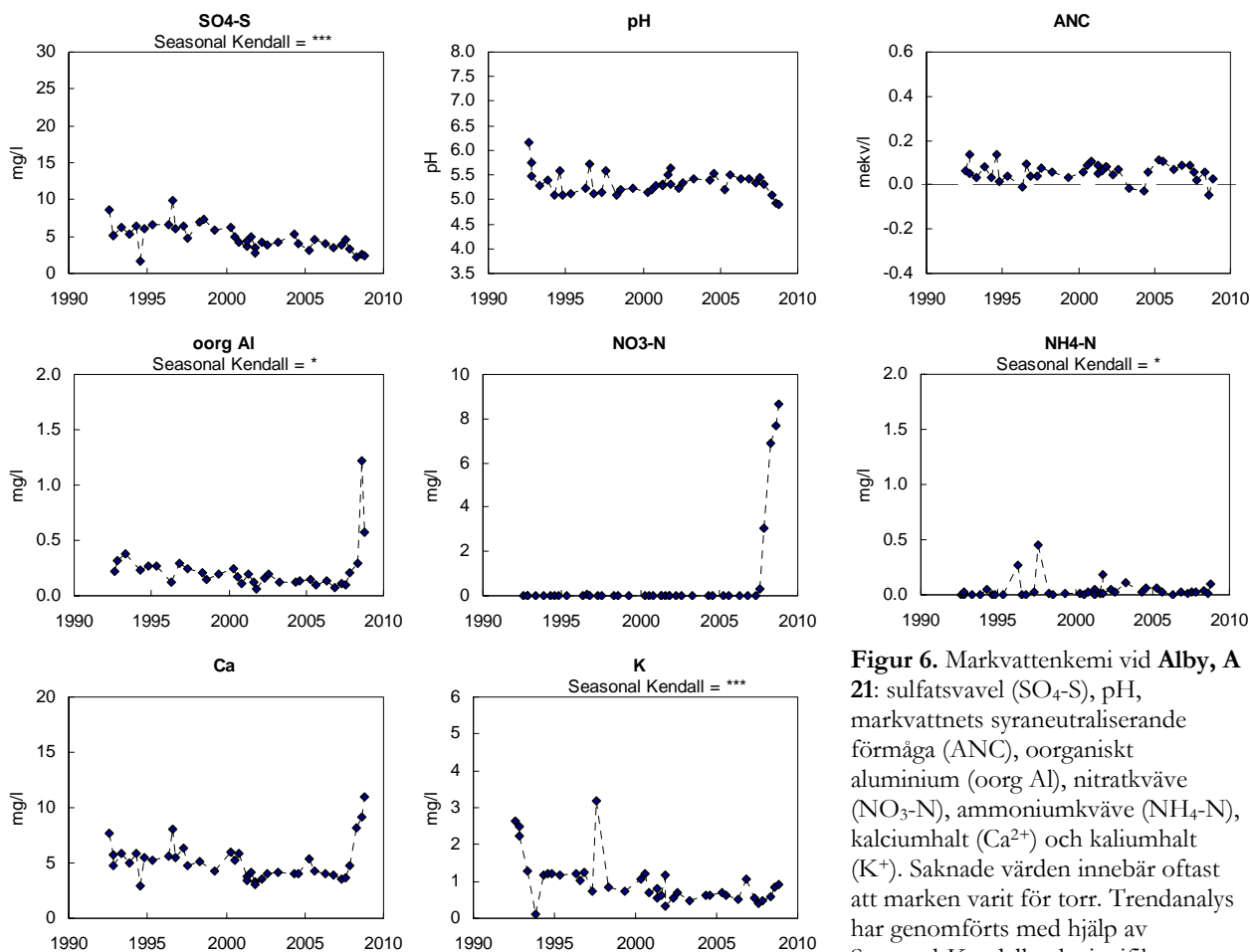
Sticklinge är den lokal i länet som generellt visat upp surast förhållanden under mätperioden, med medianvärde för pH på 5,0, ANC (syraneutraliserande förmåga) på 0,01 mekv/l och en halt av oorganiskt aluminium på 0,7 mg/l (Figur 5). Även halterna av sulfatsvavel har varit höga. Mätningarna under det hydrologiska året 2007/08 uppvisade ungefär samma nivåer på försurningsparametrarna, med pH på 4,8 - 5,0 och ANC på -0,18 - 0,05. Halten oorganiskt aluminium var 0,45 mg/l vid aprilmätningen och 1,6 mg/l vid augustimätningen. Kvävehalten var låg, både vad gäller nitratkväve och ammoniumkväve.



Figur 5. Markvattenkemi vid **Sticklinge, A 05:** sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalciumhalt (Ca²⁺) och kaliumhalt (K⁺). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats. Provtagningarna från och med våren 2004 till och med våren 2007 visas inte i diagrammen på grund av starka misstankar om kontamination.

Alby (A 21): 75-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. Från och med det hydrologiska året 2001/02 ingår inte depositionsmätningar i Alby utan utvecklingen följs med hjälp av markvattenundersökningarna. Under 2007 blåste bland annat en stor gran ner, och i augusti 2008 rensades ytan upp vilket innebar att skogsmaskiner körde i ytan.

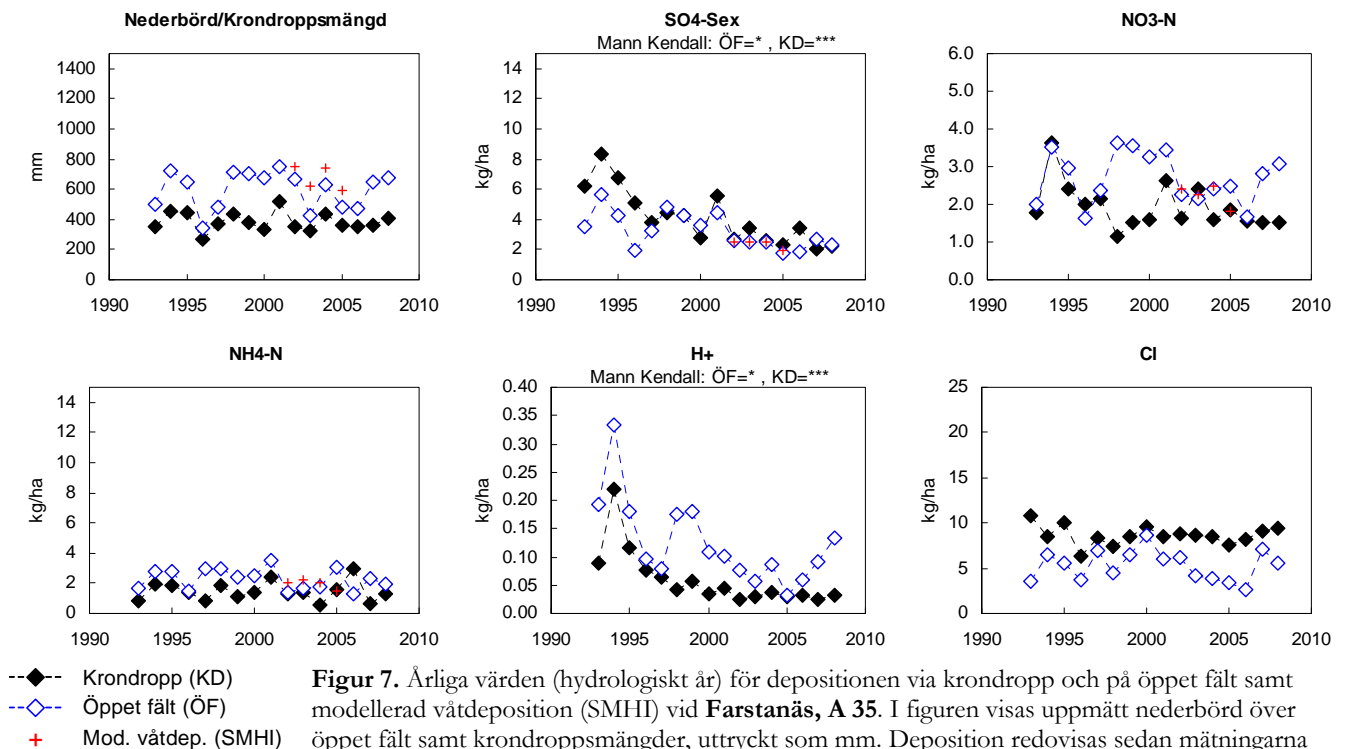
Markvattnets pH har oftast varit mellan 5 och 5,5 i Alby, medianvärdet för mätperioden är 5,3 (Figur 6). ANC, den syraneutraliserande förmågan, har oftast varit svagt positiv, med ett medianvärde på 0,06 mekv/l och medianvärdet för halten oorganiskt aluminium är relativt låg, 0,19 mg/l. Markvattenmätningarna i Alby visar på en signifikant minskad halt av sulfatsvavel under den 16-åriga mätserien, vilket kan förklaras av den minskade svavelbelastningen. Även andra parametrar har förändrats under mätperioden, till exempel halten oorganiskt aluminium samt halterna av baskationerna kalcium och kalium som minskat fram till 2007. Det hydrologiska året 2007/08 präglades av en kraftig ökning av nitrathalten, halten var 8,7 mg/l i oktober 2008. Andra förändringar som skett samtidigt är en ökning av kalcium- och kaliumhalten och halten oorganiskt aluminium samt en minskning av pH. Detta är effekter som är vanliga vid stormskador, och stormskadorna från 2007 skulle kunna förklara utvecklingen. Detta kommer att utredas vidare.



Figur 6. Markvattenkemi vid Alby, A 21: sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalciumhalt (Ca²⁺) och kaliumhalt (K⁺). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats. Notera att skalan för NO₃-N går upp till 10 mg/l.

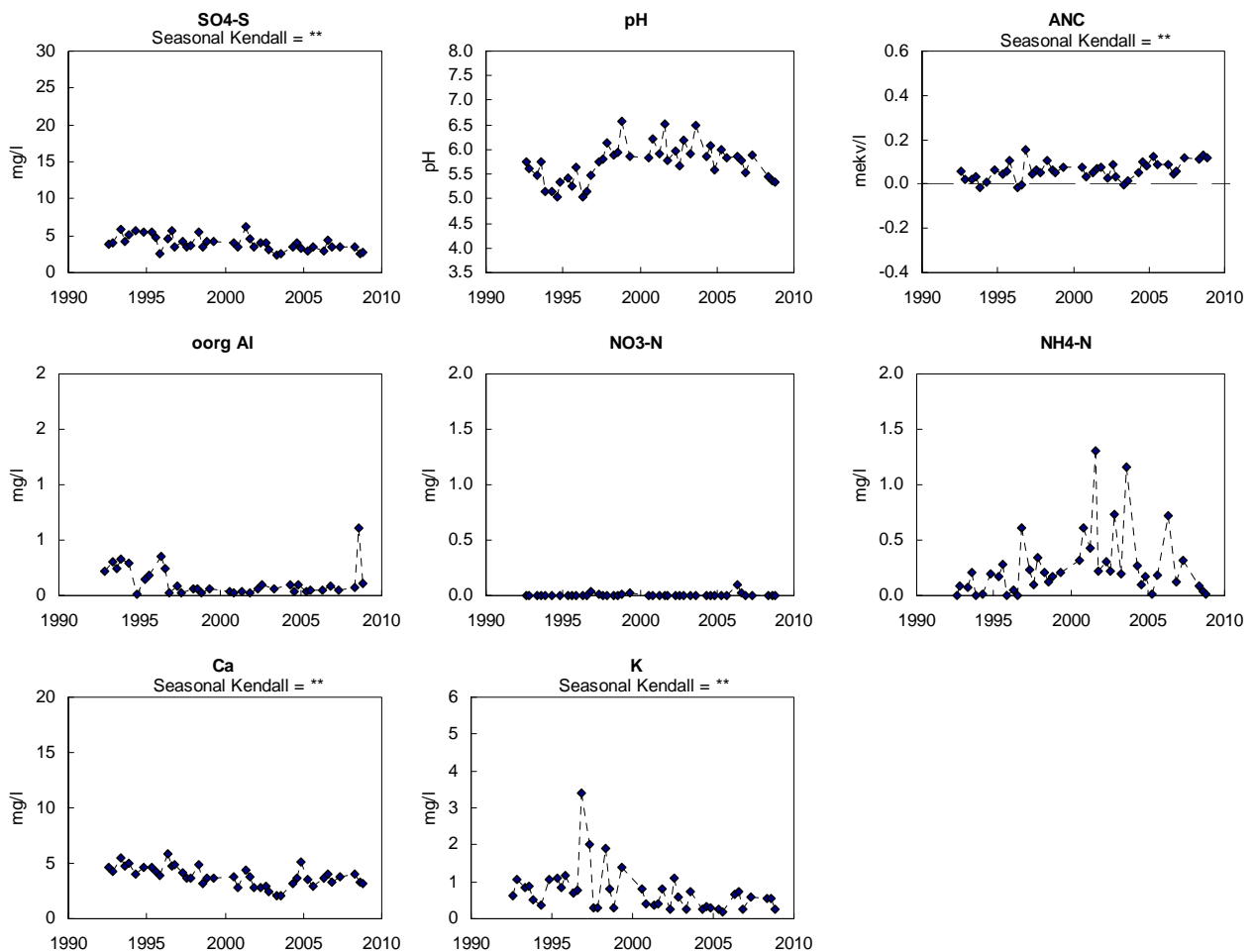
Farstanäs (A 35): 108-årig granskog med fältskikt av ris i Södertälje kommun. Provytan ligger i sluttning mot norr, jordarten är svallsand och jordmånen brunjord av övergångstyp. Jämfört med övriga granytor i länet har beståndet hög bonitet, ståndortsindex G28. Som flertalet övriga ytor i Stockholms län startade mätning av deposition och markvatten 1992. Mätningar av lufthalter startade i oktober 1993. 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. Farstanäs är en av de ytor i länet där alla typer av mätningar som innefattas i Krondroppsnetet ingår, nedfall till skog och på öppet fält, markvattenkemiska mätningar samt lufthalter.

Nederbörden till ytan på öppet fält i Farstanäs uppmättes till 680 mm under 2007/08, vilket är normalt för ytan. Svavelnedfallet via nederbörden uppgick till 2,3 kg per hektar (exklusive havssaltsbidrag), samma nivå som i krondroppsytan där 2,2 kg uppmättes (Figur 7). Svavelnedfallet har minskat signifikant under den 16-åriga mätserien både på öppet fält och i skogsytan. Minskningen är störst i skogsytan, där nedfallet i början av mätserien var högre i skogsytan än på öppet fält på grund av torrdeposition. I takt med att svavelhalten i luften minskat har betydelsen av torrdepositionen minskat och sedan den andra halvan av 1990-talet har nedfallet på öppet fält och nedfallet i skogsytan varit ungefär av samma storlek. Minskat svavelnedfall återspeglas även i en minskning av nedfallet av försurande ämnen, beräknat som vätejondepositionen. Nedfallet av oorganiskt kväve uppmättes till 5,1 kg på öppet fält och 2,8 kg via krondropp till skogsytan. Denna skillnad är vanligt förekommande eftersom trädkronorna tar upp en del av det kväve som deponeras. För kväve finns ingen motsvarande trend som för svavel. Kloriddepositionen till ytan på öppet fält har varierat mellan 3 och 9 kg per hektar och år under mätserien, och har styrts mycket av vindarnas styrka och riktning. Under 2007/08 deponerades 5,6 kg klorid per hektar. Modellerad nederbörd (MATCH-Sverige-modellen, Persson m.fl. 2004) samt modellerad våtdeposition av svavel och kväve, var på samma nivå som mätningarna på öppet fält under 2001/02 – 2004/05 då modelleringar utfördes.



Figur 7. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och på öppet fält samt modellerad våtdeposition (SMHI) vid **Farstanäs, A 35**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ($\text{SO}_4\text{-S ex}$); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$); vätejoner (H^+); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Modellerad nederbörd samt våtdeposition av svavel och kväve (MATCH-Sverige-modellen, Persson m.fl. 2004) visas som plustecken för de hydrologiska åren 2001/02-2004/05. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Markvattnets pH uppmättes till 5,4 under det hydrologiska året 2007/08. ANC, den syraneutraliserande förmågan, var 0,11-0,13 (Figur 8). Halten oorganiskt aluminium var i nivå med tidigare mätningar i april, 0,08 mg/l, medan augustimätningen visade på en något förhöjd halt, 0,6 mg/l. Halten av nitratkväve var liksom tidigare mycket låg. Även halten ammoniumkväve, som tidigare under mätperioden varit kraftigt förhöjd, var låg under året. Sulfatsvavelhalten har minskat signifikant under mätperioden, vilket kan kopplas till den minskade svaveldepositionen. Minskningen åtföljs även av en signifikant ökning i ANC samt minskade halter av baskatjoner som kalcium och kalium.

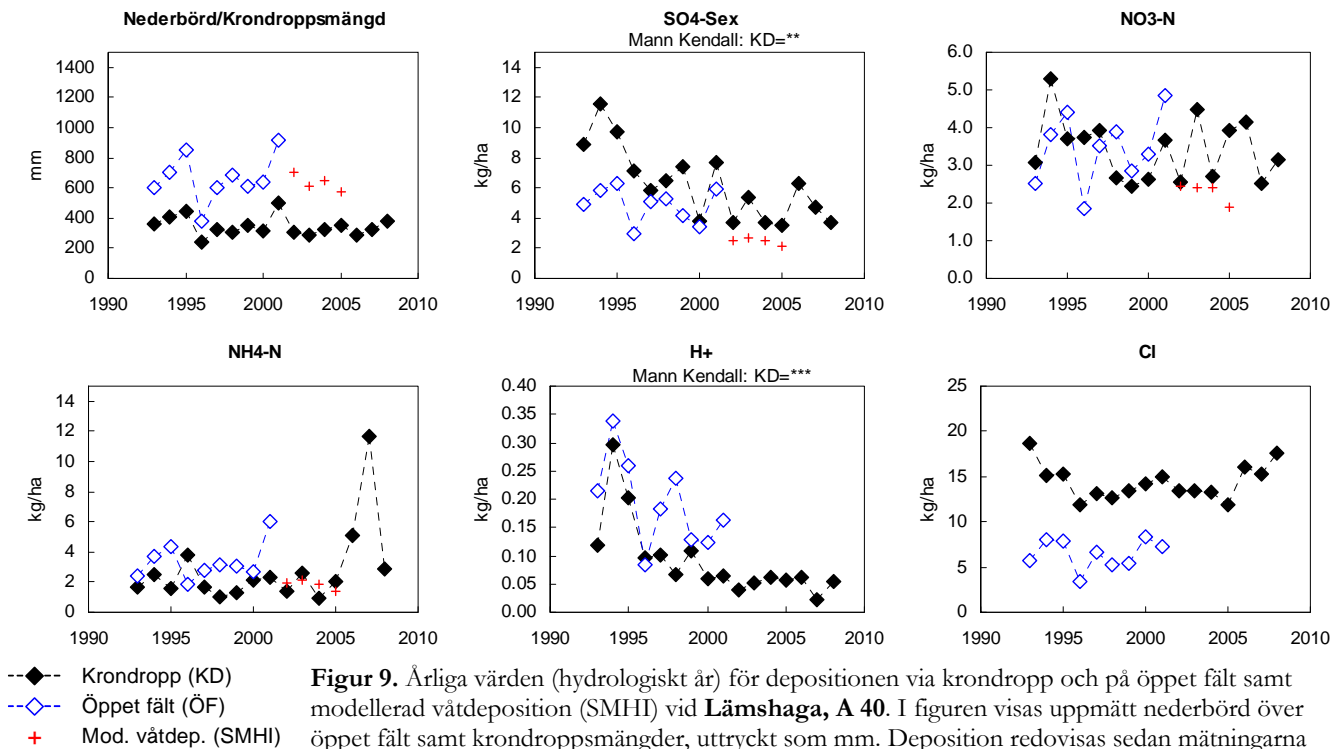


Figur 8. Markvattenkemi vid **Farstanäs, A 35**: sulfatsvavel (SO₄-S); pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC); oorganiskt aluminium (oorg Al); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kalciumhalt (Ca²⁺) och kaliumhalt (K⁺). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Lämshaga (A 40): 110-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. Mätningar av deposition och markvattenkemi startades 1992. Från och med december 2001 mäts inte deposition på öppet fält. Tidigare har även lufthaltsmätningar gjorts, men dessa mätningar avslutades i december 2006. I Lämshaga mäts därmed i nuläget nedfall (krondropp) i skog samt markvattenkemi.

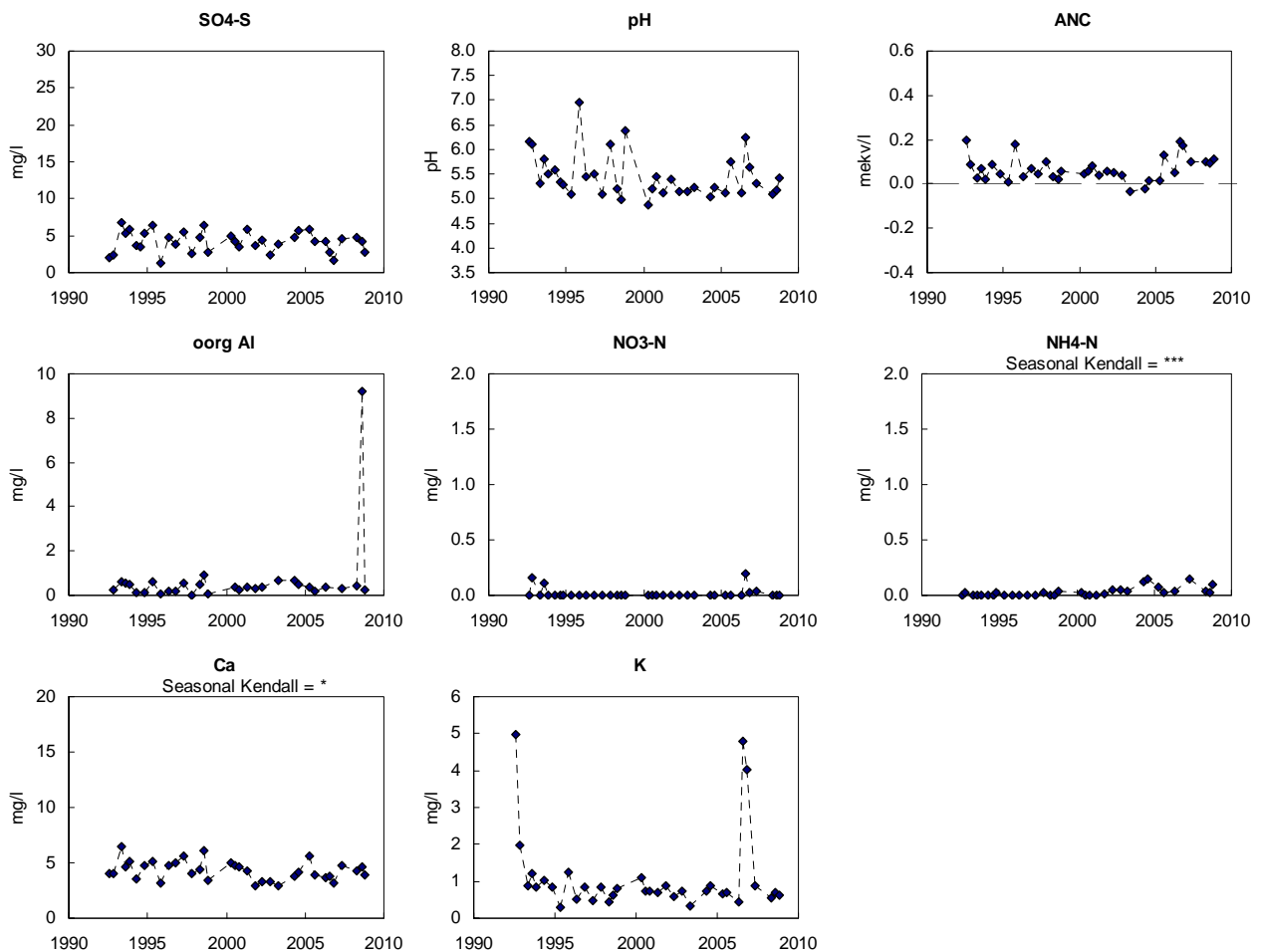
Under 2007/08 deponerades 3,7 kg antropogent svavel till granytan i Lämshaga, vilket är en av de lägsta noteringarna i den sextonåriga tidsserien (Figur 9). Tidsserien visar att nedfallet har mer än halverats under mätserien, de första åren var nedfallet kring 10 kg per hektar och år. Minskningen i svavelnedfall återspeglas även i en signifikant minskande vätejondeposition. Liksom tidigare år är Lämshaga den yta i länet med störst nedfall, vilket kan förklaras med det utsatta läget i skärgården. Kvävenedfallet via krondropp uppvisar inga signifikanta trender. Ammoniumkvävenedfallet, som

de två senaste åren varit kraftigt förhöjt, var under 2007/08 nere på en för ytan normal nivå igen. Under 2007/08 deponerades 3,2 kg nitratkväve och 2,9 kg ammoniumkväve per hektar och år vilket liksom för svavel är högre än på övriga ytor i länet. Även havssaltsdepositionen, mätt som kloriddeposition, var avsevärt högre än på övriga ytor vilket är väntat med tanke på läget i skärgården. Under 2007/08 deponerades 17,6 kg klorid, vilket är den näst högsta noteringen i mätserien.



Figur 9. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och på öppet fält samt modellerad våtdeposition (SMHI) vid **Lämshaga, A 40**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ($\text{SO}_4\text{-S ex}$); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$); vätejoner (H^+); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Modellerad nederbörd samt våtdeposition av svavel och kväve (MATCH-Sverige-modellen, Persson m.fl. 2004) visas som plustecken för de hydrologiska åren 2001/02-2004/05. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

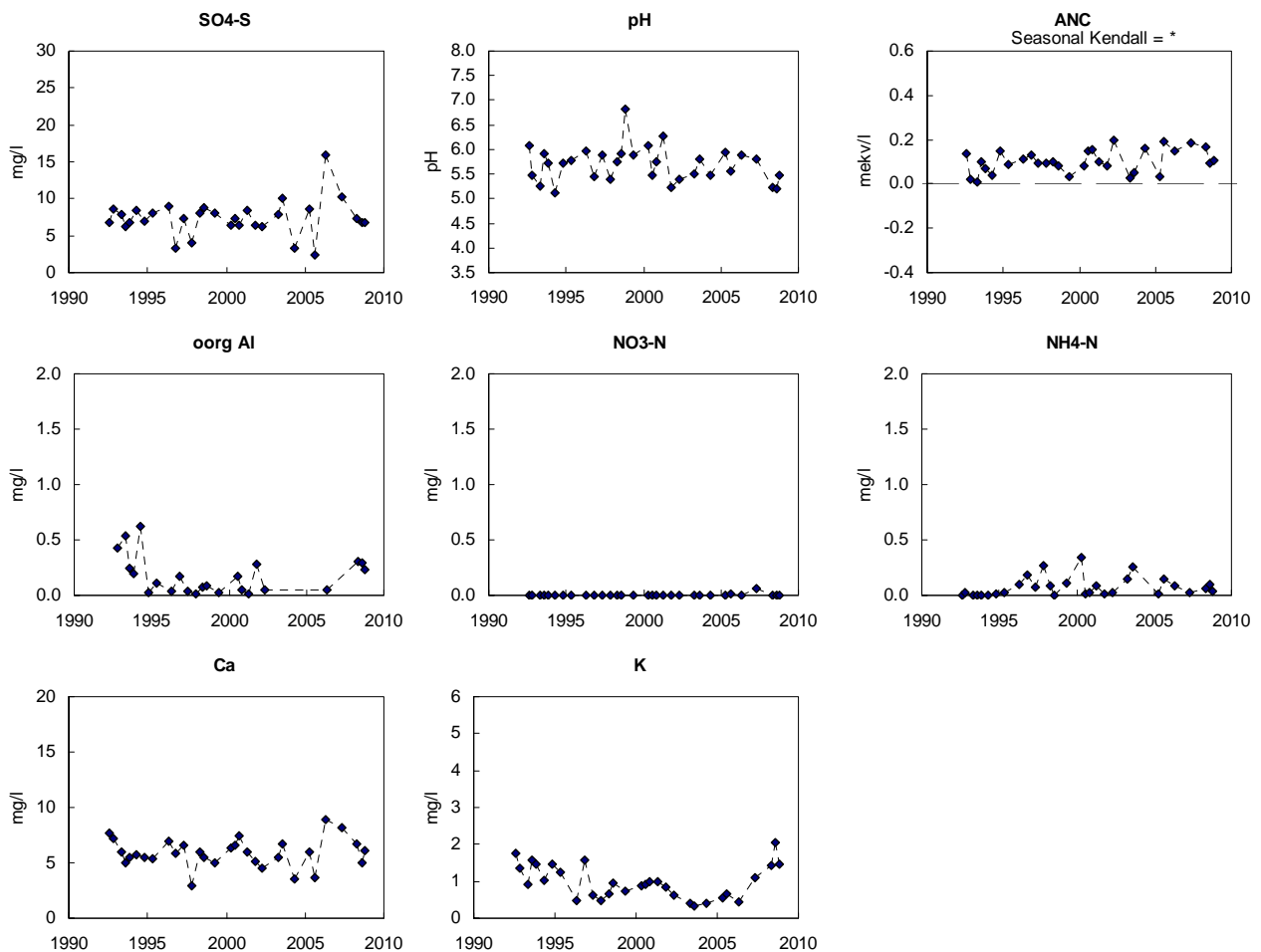
Vid de tre mätningar som finns för 2008 uppmättes pH-värden mellan 5,1-5,4, vilket är nivå med tidigare år (Figur 10). Halten oorganiskt aluminium i april och oktober var 0,4 respektive 0,2 mg/l, vilket även det är i nivå med tidigare mätningar, medan augusti-mätningen var kraftigt förhöjd, 9,2 mg/l. Kaliumhalten som var kraftigt förhöjd under föregående mätperiod, var tillbaka på normala nivåer igen under 2008. Trots att svavelnedfallet minskat kraftigt under mätserien finns inga signifikanta förändringar av svavelhalt i markvattnet, pH eller ANC. En svag, men signifikant minskning av kalciumhalten kan bero på den minskade syrelastningen. Halten ammoniumkväve har ökat signifikant men halterna är fortfarande mycket låga. Antalet signifikanta förändringar under mätperioden har varit få och markvattnets sammansättning har varierat en hel del mellan olika provtagningsomgångar. Sannolikt beror det på relativt grunt jorddjup och att rörligt markvattnet kan förekomma i slutningen där ytan ligger.



Figur 10. Markvattenkemi vid **Lämshaga, A 40**: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$); pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC); oorganiskt aluminium (oorg Al); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$); kalciumhalt (Ca^{2+}) och kaliumhalt (K^+). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats. Notera att skalan för oorg. Al går upp till 10 mg/l.

Gladö (A 44): Gammal granskog (116 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. Från och med hydrologiska året 2001/02 ingår inte depositions-mätningar i Gladö utan utvecklingen följs med hjälp av markvattenundersökningar.

I Gladö har det ofta varit svårt att få tillräckligt markvatten för analys vid provtagningarna, men under 2008 finns tre provtagningar med rikligt med vatten. Dessa tre mätningar visar på nivåer som är normala för ytan för pH (5,2 och 5,5), ANC (0,09-0,17), oorganiskt aluminium (0,23-0,30 mg/l) samt oorganiskt kväve (Figur 11). Kaliumhalterna har varit något högre än vanligt, mellan 1,4 och 2,0 mg/l. ANC uppvisar en svag men signifikant ökning under mätperioden. Däremot finns inga signifikanta förändringar för svavelhalt, pH och baskatjoner, i motsats till många andra ytor inom Krondroppsnätet där syrabelastningen minskat under denna period.

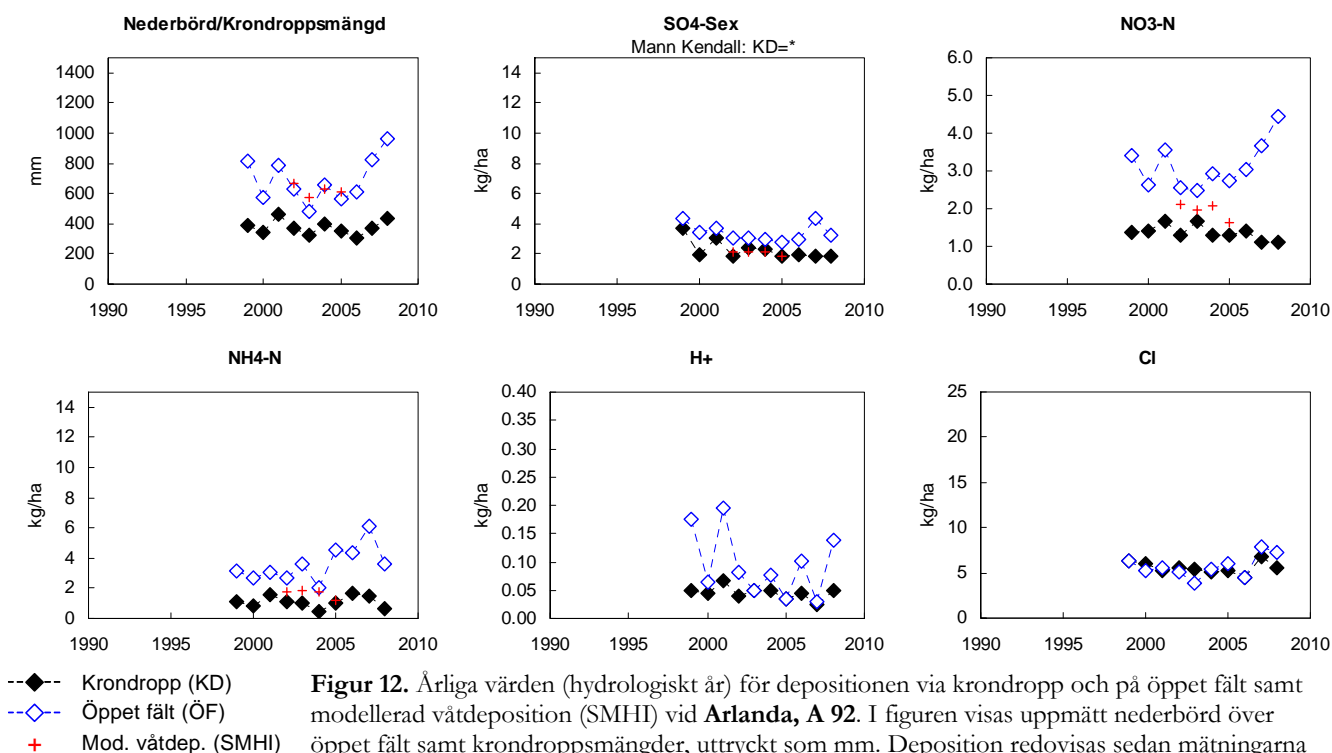


Figur 11. Markvattenkemi vid Gladö, A 44: sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalciumhalt (Ca²⁺) och kaliumhalt (K⁺). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Arlanda (A 92): 73-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. Både deposition och markvattenkemi mäts i ytan och deposition mäts även i en närliggande yta på öppet fält.

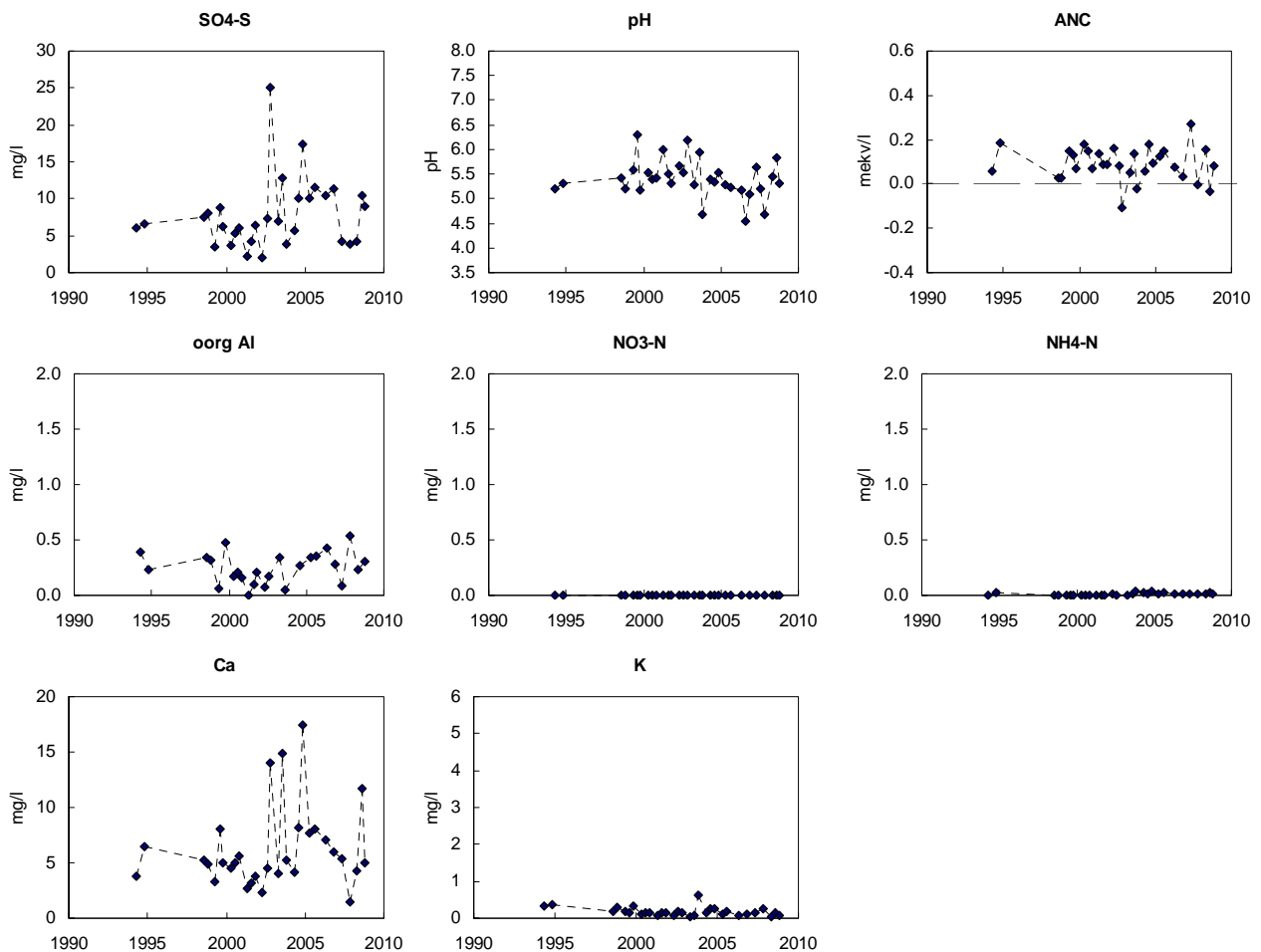
Nederbörden på ytan på öppet fält uppgick till 960 mm under 2007/08, vilket är mer än tidigare i mätserien (Figur 12). Svavelnedfallet (exklusive havssalt) uppmättes till 3,3 kg per hektar på ytan på öppet fält och 1,8 kg på skogsytan. Svavelnedfallet via krondropp har minskat signifikant under den 10-åriga mätserien. Att nedfallet är större på öppet fält än via krondropp, trots att torrdepositionen borde vara högre i skogsytan, kan till viss del bero på mätosäkerheter, till exempel till följd av att även tratten på öppet fält samlar in en del torrdeposition. Kvävenedfallet på öppet fält uppgick till 4,4 kg nitratkväve och 3,6 kg ammoniumkväve per hektar och år, vilket innebär sammanlagt 8 kg oorganiskt kväve. Tillsammans med Ulriksdal är Arlanda den yta som tar emot mest kvävenedfall på öppet fält. Kvävenedfallet kan eventuellt förklaras av utsläpp från biltrafik och i Arlanda även

flygtrafik. Variationerna i nitratkvävedeposition under de 10 åren kan i hög grad förklaras av variationer i nederbörd. För ammoniumkväve finns ingen motsvarande samvariation. Det finns inga signifikanta förändringar av nitratkväve eller ammoniumkväve, men det finns tendenser till högre ammoniumkvävedeposition precis som på flera andra ytor i regionen. Till skogsytan deponerades endast 1,8 kg oorganiskt kväve via krondropp, vilket tyder på att trädskronorna tar upp kväve. Kloriddepositionen har varit på en jämn nivå, normal för länet, och uppmättes under 2007/08 till 7,2 kg per hektar på öppet fält. Modellerad nederbörd (MATCH-Sverige-modellen, Persson m.fl. 2004) var på samma nivå som uppmätta värden på öppet fält i Arlanda, medan våtdepositionen av svavel och kväve var lägre i modelleringen än vid mätningarna på öppet fält.



Figur 12. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och på öppet fält samt modellerad våtdeposition (SMHI) vid **Arlanda, A 92**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ($\text{SO}_4\text{-S ex}$); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$); vätejoner (H^+); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Modellerad nederbörd samt våtdeposition av svavel och kväve (MATCH-Sverige-modellen, Persson m.fl. 2004) visas som plustecken för de hydrologiska åren 2001/02-2004/05. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

De tre markvattenmätningarna 2008 uppvisade halter i nivå med tidigare års mätningar, med pH mellan 5,3 och 5,8, ett ANC kring noll eller svagt positivt, samt halter av oorganiskt aluminium mellan 0,2 och 0,3 mg/l (Figur 13). Oktobermätningen 2007 avvek något, med lägre pH (4,7) och högre halt oorganiskt aluminium (0,5 mg/l). Halten oorganiskt kväve har under hela mätperioden varit mycket låg, och så var fallet även vid de senaste mätningarna. Kalciumhalten har, liksom på övriga ytor i länet varit relativt hög och variationen har varit stor, medan kaliumhalten varit låg.

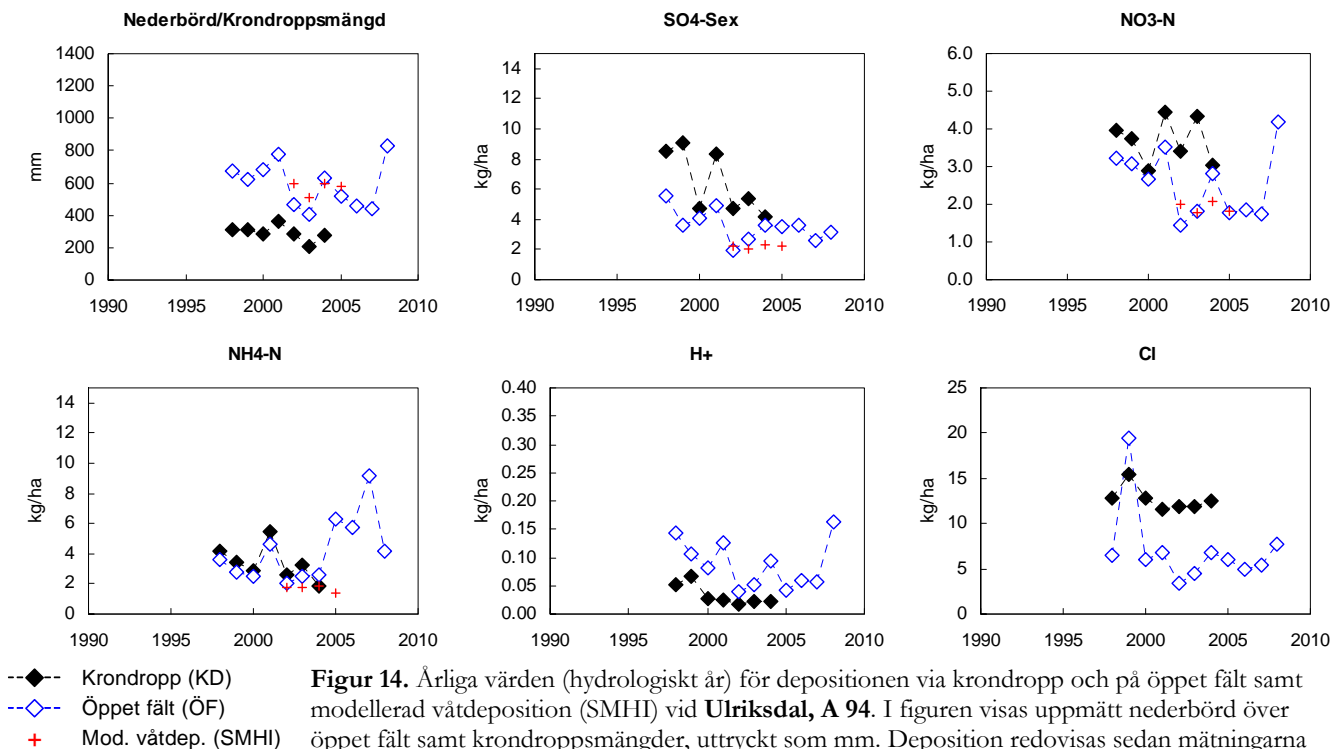


Figur 13. Markvattenkemi vid **Arlanda, A 92**: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$); pH; markvattnets syranneutraliserande förmåga (ANC); oorganiskt aluminium (oorg Al); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$); kalciumhalt (Ca^{2+}) och kaliumhalt (K^+). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Ulriksdal (A 94): Provytan startades i oktober 1997. Från och med det hydrologiska året 2003/04 mäts endast deposition över öppet fält vid Ulriksdal. Lufthaltsmätningarna vid lokalen startade i januari 2004. Öppet fält-ytan är en stor gräsmatta med skogen i riktning SO-NW som ligger ca. 550 m från E4. Under 2002/03 har mätningarna kompletterats med en locksamlare, vilket redovisas i separat avsnitt.

Under 2007/08 uppmättes en nederbördsmängd på 833 mm i Ulriksdal, vilket är högre än tidigare i tidsserien precis som i Arlanda (Figur 14). Svavelnedfallet exklusive havsaltsbidrag till ytan på öppet fält uppgick till 3,2 kg per hektar, och en signifikant minskning kan påvisas för den 11-åriga mätserien. För kväve finns inga motsvarande trender. Under 2007/08 deponerades 4,2 kg nitratkväve och 4,1 kg ammoniumkväve per hektar. Det relativt höga nedfallet kan eventuellt förklaras av påverkan från trafiken i och kring Stockholm. Kloriddepositionen uppgick till 7,8 kg per hektar vilket är något högre än normalt. Modellerad nederbörd och våtdeposition av svavel och

kväve (MATCH-Sverige-modellen, Persson m.fl. 2004) var på samma nivå som uppmätta värden på öppet fält i Ulriksdal.



Figur 14. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och på öppet fält samt modellerad våtdeposition (SMHI) vid **Ulriksdal, A 94**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); vätejoner (H⁺); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Modellerad nederbörd samt våtdeposition av svavel och kväve (MATCH-Sverige-modellen, Persson m.fl. 2004) visas som plustecken för de hydrologiska åren 2001/02-2004/05. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Locksamlare i Ulriksdal

I Ulriksdal har jämförelser gjorts mellan ordinarie insamlare på öppet fält, bulksamlare som är ständigt öppen, och locksamlare som ska vara stängd vid torr väderlek och öppen när det regnar. Syftet med locksamlare är att undvika påverkan av torrdeposition och enbart få mått på ämnen som är lösta i nederbörden. En noggrann redovisning av resultaten från locksamlaren gjordes i årsrapporten från 2008 (Pihl Karlsson et al, 2008). I samband med detta konstaterades att en del av resultaten för lock-samlaren var orealistiska, vilket troligen beror på problem med utrustningen. I denna rapport presenteras resultaten från årets mätningar i Bilaga 1. En utredning av problemen vid provtagning kommer att göras, och inga slutsatser dras av mätningarna förrän detta är gjort.

Sammanfattande bedömning av luftförorenings-situationen i Stockholms län 2007/08



I Stockholms län finns åtta aktiva lokaler inom Krondroppsnätet (Tabell 1). Farstanäs och Lämshaga är de ytor som har längst mätserie, 16 år, och i Farstanäs är mätningarna kompletta med nedfall i skog och på öppet fält samt markvattenkemi och lufthalter.

Den bästa uppskattningen av det totala svavelnedfallet erhålls genom mätningar av krondropp eftersom dessa mätningar inkluderar både våt- och torrdeposition och det inte sker något betydande upptag av svavel i trädskronorna. Vad gäller kvävenedfallet finns som redan nämnts flera problem vad gäller upptag och omsättning av kväve i trädskronorna. Därför ger för närvarande mätningarna över öppet fält den bästa uppskattningen av det totala kvävenedfallet till skogen, även om dessa mätningar inte inkluderar torrdepositionen i någon större utsträckning.

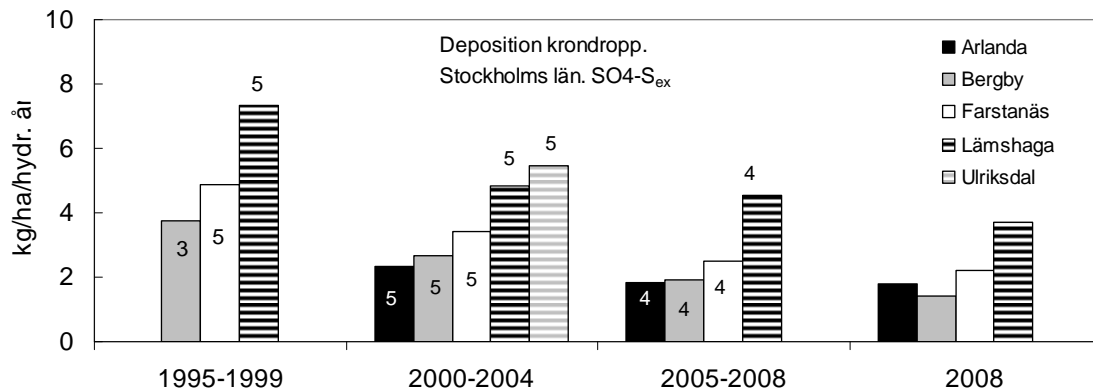
I **skogsytorna** var nedfallet av svavel mellan 1,4 och 3,7 kg per hektar under det hydrologiska året 2007/08. Högst nedfall, 3,7 kg per hektar, uppmättes

i ytan i skärgården i Lämshaga. Nedfallet har minskat kraftigt under mätserien (Figur 15). Det hydrologiska året 2007/08 kännetecknades av låga svavelhalter i nederbörden och låg svaveldeposition i hela Sverige, och även på ytorna i Stockholms län tillhörde årets mätningar de lägsta noteringarna i mätserien, trots att nederbördsmängderna var förhållandevis stora.

Tabell 1. Aktiva ytor i Stockholms län.

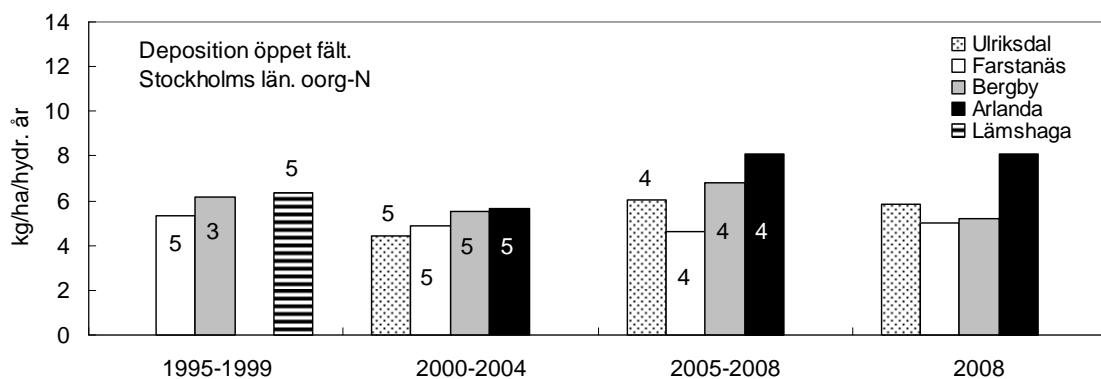
Lokal	Öppet fält	Krondropp	Markvatten	Lufthalter
Bergby (A 01)	X	X	X	X*
Sticklinge (A 05)			X	X*
Alby (A 21)			X	
Farstanäs (A 35)	X	X	X	X*
Lämshaga (A 40)		X	X	
Gladö (A 44)			X	
Arlanda (A 92)	X	X	X	
Ulriksdal (A 94)	X			X*

*Ingår inte i redovisningen i denna rapport.



Figur 15. En översikt över nedfallet av antropogent sulfatsvavel (SO₄-S_{ex}) mätt som krondropp vid olika platser inom länet och för olika tidsperioder. Tidsangivelserna gäller hydrologiska år, d.v.s. från 1 oktober till 30 september. Exempelvis motsvarar tidsintervallet 1995-1999 de hydrologiska åren 1994/95 – 1998/99 (siffrorna i staplarna anger antal år data finns tillgängligt).

Kvävenedfall på **öppet fält** uppvisar inga tydliga tidstrender (Figur 16). I Arlanda finns tendenser till både ökade nitratkväve- och ammoniumkvävehalter under senare år, och i Ulriksdal finns tendenser till högre ammoniumkvävenedfall, men inga signifikanta förändringar har påvisats. Tendenser till ökad deposition av ammoniumkväve finns även på andra ytor i regionen.



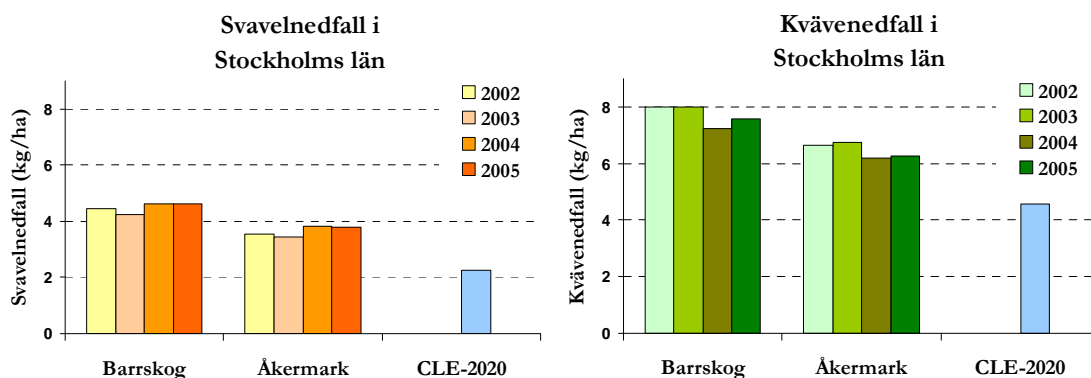
Figur 16. En översikt över nedfallet av kväve (nitratkväve+ammoniumkväve) på öppet fält vid olika platser inom länet och för olika tidsperioder. Tidsangivelserna gäller hydrologiska år, d.v.s. från 1 oktober till 30 september. Exempelvis motsvarar tidsintervallet 1995-1999 de hydrologiska åren 1994/95 – 1998/99 (siffrorna i staplarna anger antal år data finns tillgängligt).

Markvattnet i Stockholms län uppvisar varierande surhetsgrad, med medianvärden för pH mellan 5,0 och 5,7. Kalciumhalten i länet är förhållandevis hög, med medianvärden mellan 3,3 och 5,9 mg/l. Kvävehalterna i markvattnet har generellt varit låga. Det senaste årets mätningar uppvisar halter i nivå med tidigare år, med undantag av Alby, där nitratkvävehalten är kraftigt förhöjd, som mest 8,7 mg/l i oktober 2008. Samtidigt har pH minskat och halten av oorganiskt aluminium och kalcium ökat. En förklaring skulle kunna vara att ytan stormskadades under 2007.

Modellberäknad deposition av svavel och kväve på kommun- och länsnivå

I detta kapitel presenteras modellberäknat nedfall av svavel och kväve baserat på beräkningar med det s.k. ”MATCH-Sverige”-modellsystemet som SMHI driver på uppdrag av Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning (Persson m.fl., 2004). I detta spridningsmodellsystem anpassas de modellberäknade halterna av föroreningar i luft och nederbörd till atmosfärskemiska mätdata från de svenska och norska EMEP-stationerna samt Luft- och nederbördskemiska nätet med hjälp av s.k. Optimal Interpolation. Beräkningarna görs i rutor med en upplösning av 20 x 20 km.

Länsviss och kommunviss deposition har tagits fram genom att beräkna medelvärdet för de rutor som ingår i respektive län/kommun. Detta har gjorts för svavel och kväve i barrskog och på åkermark för år 2002, 2003, 2004 och 2005. Beräkningar har även gjorts för år 2020 enligt depositionsscenario CLE, Current legislation, som är ett slags basscenario som utgår från dagens beslut om minskade utsläpp inom Europa. För CLE-scenariot har ett medelvärde beräknats för de markanvändningsslag som ingår i länet/kommunen, och det finns därmed ingen uppdelning på barrskog och åkermark, som det gör för årsberäkningarna. Nedfallet redovisas på länsnivå i Figur 17 och på kommunnivå i Tabell 2 och Tabell 3.



Figur 17. Nedfall av svavel och kväve (kg per hektar och kalenderår) i Stockholms län under 2002-2005 och år 2020 enligt CLE-scenariot, modellerat med MATCH-Sverige-modellen.

Svavelnedfallet (utan havssalt) i Stockholms län beräknades till omkring 4,2-4,6 kg per hektar och år i barrskog och 3,4-3,8 kg på åkermark under 2002-2005. Kvävednedfallet (våt- och torrdeposition) beräknades till omkring 7,2-8,0 kg per hektar och år i barrskog och 6,2-6,8 kg på åkermark under motsvarande period. Enligt CLE-scenariot ska nedfallet minska till omkring 2,3 kg svavel och 4,6 kg kväve per hektar till år 2020.

Det modellerade svavelnedfallet i barrskog är i nivå med det uppmätta krondroppet vid Lämshaga och Ulriksdal under den aktuella tidsperioden 2002-2005. Vid Bergby, Farstanäs och Arlanda uppmättes ett lägre krondropp jämfört med modellvärdet. Det modellerade nedfallet går dock inte att direkt jämföra med uppmätt nedfall i Krondropsytorna, eftersom det modellerade nedfallet är ett medelvärde för hela länet/kommunen medan Krondropsmätningarna gäller en specifik yta, med specifika exponeringsegenskaper.

För kväve är det svårt att jämföra modellvärdet med krondropsmätningen eftersom modelleringen ger totaldepositionen av kväve medan krondropsmätningarna visar på totaldepositionen minus det som interncirkuleras i trädkronan. Inte heller det modellerade nedfallet till åkermark kan jämföras direkt med mätningarna på öppet fält då nedfallet till åkermark innefattar våtdeposition och torr-

deposition till jordbruksgrödor, medan mätningarna på öppet fält representerar våtdeposition samt ett visst mått av torrdeposition till insamlingstratten.

Modellberäkningar på regional nivå är ett bra komplement till mätningarna för att ge större geografisk täckning än vad mätningarna ger. Dessutom ger modellberäkningar möjlighet att utvärdera andra parametrar än de som mäts, till exempel är det svårt att mäta kvävedepositionen till skog på grund av intercirculationen av kväve i trädkronorna. Ytterligare en fördel är att modeller kan användas för att beräkna framtida trender vid olika utsläppsscenarioer.

Tabell 2. Svavelnedfall (utan havssalt) på kommunnivå i Stockholms län under 2002-2005 och år 2020 enligt CLE-scenariet, modellerat med MATCH-Sverige-modellen.

	Svavelnedfall i barrskog (kg/ha)				Svavelnedfall på åkermark (kg/ha)				CLE- scenariet*
	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005	2020
Botkyrka	4.9	4.8	5.0	4.7	4.0	4.0	4.2	3.9	2.4
Danderyd	4.5	4.3	4.7	4.7	3.7	3.6	3.9	4.1	2.1
Ekerö	4.2	3.9	4.1	4.3	3.4	3.1	3.3	3.7	1.9
Haninge	4.7	4.7	4.9	5.6	3.7	3.9	4.0	4.3	2.3
Huddinge	4.9	4.7	5.0	5.1	3.9	3.9	4.2	4.2	2.4
Järfälla	4.4	4.3	4.5	4.4	3.6	3.5	3.7	3.8	1.9
Lidingö	4.9	4.8	5.6	5.4	3.9	4.0	4.8	4.6	2.5
Nacka	4.9	4.8	5.6	5.4	3.9	4.0	4.8	4.6	2.5
Norrtälje	4.3	3.9	4.6	4.7	3.3	3.2	3.8	3.8	2.3
Nykvarn	4.6	4.2	4.1	3.9	3.7	3.4	3.3	3.2	2.1
Nynäshamn	5.2	5.3	5.3	5.1	4.2	4.3	4.4	4.2	2.6
Salem	4.5	4.1	4.3	4.3	3.6	3.3	3.5	3.6	2.0
Sigtuna	4.2	4.0	3.8	3.5	3.3	3.2	3.1	2.9	2.1
Sollentuna	4.4	4.2	4.3	4.1	3.5	3.4	3.5	3.4	1.9
Solna	4.7	4.5	5.0	5.3	3.8	3.7	4.2	4.7	2.2
Stockholm	4.7	4.5	5.1	5.3	3.8	3.7	4.3	4.7	2.3
Sundbyberg	4.7	4.5	5.0	5.3	3.8	3.7	4.2	4.7	2.2
Södertälje	4.6	4.2	4.2	4.1	3.7	3.4	3.4	3.4	2.2
Tyresö	4.8	4.8	5.2	5.6	3.8	3.9	4.3	4.4	2.4
Täby	4.4	4.2	4.6	4.2	3.5	3.5	3.8	3.6	2.2
Upplands-Bro	4.1	3.8	3.7	3.5	3.3	3.0	3.0	2.9	2.0
Upplands-Väsby	4.3	4.2	4.2	4.0	3.5	3.4	3.5	3.3	1.9
Vallentuna	4.3	4.2	4.7	4.4	3.5	3.4	3.9	3.7	2.3
Vaxholm	4.7	4.6	5.6	5.1	3.8	3.8	4.8	4.4	2.5
Värmdö	4.5	4.4	5.1	5.6	3.6	3.5	4.2	4.5	2.4
Österåker	4.5	4.4	5.5	4.8	3.6	3.6	4.7	4.2	2.5

* Ett basscenario baserat på dagens beslut om minskade utsläpp inom Europa (medelvärde för de markanvändningsslag som ingår i kommunen).

Tabell 3. Kvävenedfall på kommunnivå i Stockholms län under 2002-2005 och år 2020 enligt CLE-scenariet, modellerat med MATCH-Sverige-modellen.

	Kvävenedfall i barrskog (kg/ha)				Kvävenedfall på åkermark (kg/ha)				CLE- scenariet*
	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005	2020
Botkyrka	8.8	9.1	8.1	8.7	7.4	7.7	7.1	7.3	4.7
Danderyd	8.6	8.7	8.0	8.0	7.3	7.4	7.0	6.9	4.1
Ekerö	7.7	7.4	6.9	7.6	6.4	6.2	5.9	6.4	3.3
Haninge	8.0	8.4	7.5	8.4	6.6	7.0	6.4	6.9	5.1
Huddinge	8.7	9.0	8.1	8.7	7.3	7.6	7.0	7.3	4.8
Järfälla	8.5	8.7	7.9	7.9	7.2	7.4	6.9	6.8	4.2
Lidingö	8.6	9.0	8.2	8.7	7.2	7.7	7.1	7.5	5.2
Nacka	8.6	9.0	8.2	8.7	7.2	7.7	7.1	7.5	5.2
Norrtälje	7.5	7.4	6.8	6.9	6.2	6.2	5.8	5.6	4.6
Nykvarn	8.5	8.3	7.3	7.6	7.2	7.1	6.4	6.3	4.6
Nynäshamn	8.5	8.8	7.6	8.2	6.9	7.3	6.5	6.6	4.8
Salem	8.1	7.9	7.2	7.9	6.7	6.7	6.2	6.6	3.7
Sigtuna	7.9	8.1	7.0	7.2	6.7	7.0	6.1	5.9	4.4
Sollentuna	8.4	8.6	7.8	7.8	7.2	7.4	6.8	6.7	4.2
Solna	8.7	8.8	8.2	8.3	7.3	7.5	7.2	7.2	4.0
Stockholm	8.7	8.8	8.2	8.3	7.3	7.5	7.1	7.2	4.1
Sundbyberg	8.7	8.8	8.2	8.3	7.3	7.5	7.2	7.2	4.0
Södertälje	8.4	8.2	7.2	7.6	7.0	6.9	6.2	6.3	4.5
Tyresö	8.4	8.8	7.9	8.8	6.9	7.4	6.7	7.3	5.3
Täby	8.3	8.6	7.8	7.8	7.0	7.3	6.8	6.6	4.5
Upplands-Bro	7.7	7.5	6.5	7.1	6.5	6.3	5.6	5.9	4.0
Upplands-Väsby	8.4	8.6	7.8	7.7	7.2	7.4	6.8	6.6	4.2
Vallentuna	8.1	8.3	7.5	7.6	6.8	7.1	6.5	6.4	4.7
Vaxholm	8.4	8.7	8.0	8.4	7.0	7.4	6.9	7.1	5.0
Värmdö	7.6	7.8	7.2	7.7	6.2	6.5	6.1	6.3	5.1
Österåker	8.0	8.3	7.7	7.9	6.7	7.1	6.6	6.6	4.8

* Ett basscenario baserat på dagens beslut om minskade utsläpp inom Europa (medelvärde för de markanvändningsslag som ingår i kommunen).

Jämförelse med miljökvalitetsmål på kalenderår

Miljökvalitetsmålet *Bara Naturlig försurning* anger att ” De försurande effekterna av nedfall och markanvändning skall underskrida gränsen för vad mark och vatten tål...”. Den kritiska belastningen för aciditet (försurande ämnen) beror på markens buffringsförmåga och det går därför inte att ange en kritisk belastningsgräns som kan användas överallt. Så länge skogen tar upp merparten av kvävet är det svavelnedfallet som leder till försurning. Hur mycket svavel marken tål beror förutom på buffringsförmåga även på hur intensivt skogsbruket är. Det finns dock ungefärliga riktvärden som kan användas med ovanstående resonemang i beaktande. Områden med svag mineralogi i Sverige har enligt tidigare bedömningar antagits ha en kritisk belastningsgräns inom intervallet 0-3 kg svavel per hektar och år (Nilsson & Grennfelt, 1988).

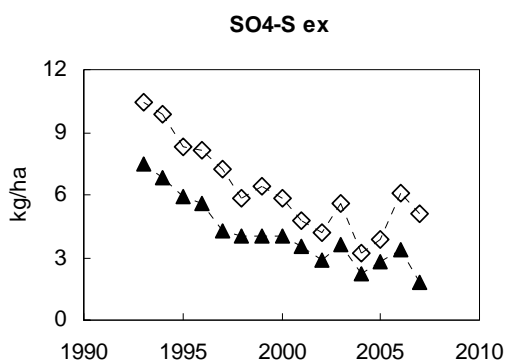
I Figur 18a visas svavelnedfallet till skogsmark på två av de fyra aktiva krondroppsytorerna med längst tidsserier, Lämshaga (som är en den lokal i länet som tar emot mest svaveldeposition) och Farstanäs. Svavelnedfall till skog är en indikator för Miljömålen *Bara naturlig försurning*, *Levande sjöar och vattendrag*, *Grundvatten av god kvalitet*, *Levande skogar och Storslagen fjällmiljö*. Figuren visar att nedfallet i Stockholms län är omkring eller högre än 3 kg per hektar och år. För en mer detaljerad

genomgång av kritisk belastning för aciditet hänvisas till förra årets länsrapport (Pihl Karlsson m.fl., 2008).

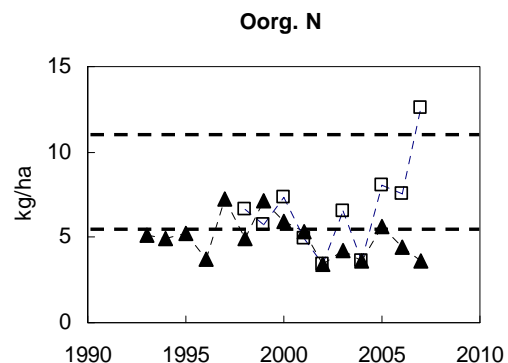
Miljö kvalitetsmålet *Ingen övergödning* anger bland annat att halterna av gödande ämnen i mark och vatten inte ska ha någon negativ inverkan på förutsättningarna för biologisk mångfald. För övergödande kväve pågår för närvarande mycket arbete kopplat till kritisk belastning runt om i Europa. Nyligen uppdaterades den kritiska belastningsgränsen, bland annat baserat på lågdosförsök i norra Sverige (Nordin m.fl., 2005). Den kritiska belastningsgränsen som gäller generellt i Sverige är 5-10 kg per hektar och år (UNECE, 2007). Den lägre gränsen kan antas gälla för de känsligaste ekosystemen.

I Figur 18b visas kvävenedfallet på öppet fält i Farstanäs, som är den öppet fält-lokal med längst tidsserie, och Ulriksdal som har högst nedfall av kväve. Nedfall av kväve är indikator för miljömålen *Bara naturlig försurning*, *Levande sjöar och vattendrag*, *Grundvatten av god kvalitet*, *Levande skogar* och *Storslagen fjällmiljö*. Figuren visar att kvävenedfallet vid de två utvalda ytorna varit i nivå med den undre gränsen av intervallet 5-10 kg. Under senare år har kvävenedfallet varit högre i Ulriksdal, liksom på ett antal andra ytor i regionen, och vid den senaste mätningen överskred depositionen även den övre gränsen, 10 kg per hektar och år, på denna yta. Detta innebär att kvävenedfallet bör minska för att den kritiska belastningen inte ska överskridas. Indikatorn gäller egentligen skogsmark, men eftersom krondroppsmätningarna inte ger ett mått på totaldepositionen, utan påverkas av interncirkulationen i trädkronan, används här kvävenedfallet på öppet fält. Totaldeposition av kväve till skog kan förväntas vara något högre på grund av torrdepositionen.

a.



b.



Figur 18. Svavelnedfall (exklusive havssaltsbidrag) till skogsmark (a) och nedfall av oorganiskt kväve (nitratkväve och ammoniumkväve) på öppet fält (b) som årssumma på kalenderår (kg per hektar och år) på ett urval av ytor med pågående nedfallsmätningar, Lämshaga (◇), Farstanäs (▲) samt Ulriksdal (□). De streckade linjerna i kvävefiguren visar gränserna för intervallet för kritisk belastning för kväve, 5-10 kg per hektar och år.

Temainriktad rapport

Under 2009 kommer vi även att presentera en nationell, mer temainriktad, rapport om trender. Tanken är att temarapporten skall fungera som ett komplement till de länsvisa, resultatinkriktade rapporterna i år. Temarapporten kommer att fokusera på tidstrender för lufthalter, deposition och markvattenkemi. Inom Krondroppsnetet finns långa tidsserier och de längsta mätserierna är mer än 20 år. Under denna tidsperiod har det hänt mycket med utsläppen av luftföroreningar, och därför är det väldigt intressant att studera hur lufthalter, deposition och markvattenkemi har förändrats.

Temarapporten om trender kommer att bli klar i slutet av 2009 och kommer då att finnas tillgänglig på Krondroppsnetets webbplats samt skickas ut till alla kunder som pdf-fil.

Ny webbplats

Under hösten 2008 har vi lagt upp en ny webbplats www.krondroppsnetet.ivl.se. Där presenteras överskådligt information om hur vi arbetar inom Krondroppsnetet när det gäller provtagning, analyser och databearbetning. På webbplatsen redovisas resultat från mätningarna och modellberäkningarna i form av mätdata, kartor och rapporter. Webbplatsen uppdateras kontinuerligt med ny information.

Vi hoppas att detta kommer att bli en levande webbplats, och om ni har önskemål och funderingar på dess utformning kontakta oss gärna via e-post genom: gunilla@ivl.se

Nytt från Naturvårdsverket

Nedan presenteras information från Naturvårdsverket

Förändringar i det nationella programmet

Krondroppsnetet ingår sedan 2000 som delprogram inom Programområde luft, det nationella luftövervakningsprogrammet som drivs av Naturvårdsverket. Delprogrammet kompletterar de pågående mätningarna som sker inom Krondroppsnetet genom att finansiera främst mätningar över öppet fält. Vid revisionen av programområde Luft som genomfördes 2007-2008 beslutades att de strängprovtagare som använts avvecklas och istället kommer nio nya ytor att upprättas på öppet fält samt en station för krondropp, markvatten och lufthalter under 2009. De 19 stationer som från och med 2009 ingår i Naturvårdsverkets nät och där främst mätningar över öppet fält genomförs är:

Kod	Stationsnamn	Kod	Stationsnamn
A 35 A	Farstanäs	L 07 A	Västra Torup
AC04 A	Högbränna	N 13 A	Timrilt
BD02 A	Myrberg	O 35 A	Hensbacka
D 11 A	Edeby	S 22 A	Blåbärskullen
E 22 A	Höka	T 02 A	Greckssundet
F 23 A	Fagerhult	U 04 A	Kvisterhult
G 22 A	Tagel	W 90 A	Fulufjäll
H 01 A	Ottenby	Y 07 A	Storulvsjön
H 03 B	Rockneby	Z 04 A	Sör-Digertjärn
K 11 A	Komperskulla		

Kontaktperson för Programområde luft på Naturvårdsverket är Anna Jonsson.

E-post: anna.jonsson@naturvardsverket.se, tel: 08-6981627.

Specialprojekt som rör Krondropps nätet

Två specialprojekt med anknytning till Krondropps nätet finansieras under 2009 av Naturvårdsverket.

1. Utveckling av Krondropps nätet utifrån regionala och nationella behov

Krondropps nätet spelar idag en viktig roll i den regionala samt nationella miljöövervakningen för ett flertal miljömål. I första delen av ett nystartat projekt kommer man att beskriva den roll Krondropps nätet spelar och utreda hur Krondropps nätet kan utvecklas efter 2010 då nuvarande programperiod avslutas. I del två kommer man att beskriva den roll som Krondropps nätet idag spelar som indata för kalibrering av MATCH-modellen (den modell som beräknar nedfall för svavel och kväveföreningar över Sverige). Ett eventuellt behov av oberoende data för validering av MATCH-modellen kommer även att diskuteras. Man kommer också att diskutera om det finns behov av annan data. Det är IVL och SMHI som utför projektet. Resultaten presenteras i december 2009.

2. Slutlig bedömning av ev. byte av mätutrustning för att mäta nedfall av luftföroreningar över öppet fält i Sverige

IVL kommer utvärdera ett eventuellt byte av mätutrustning för att mäta nedfall av luftföroreningar över öppet fält i Sverige. Den nya föreslagna mätutrustningen har tidigare utvärderats och den insamlade nederbördsmängden har visat sig stämma bättre överens med den utrustning SMHI använder för att mäta nederbörd än den som används idag för mätningar på öppet fält.

Nu ska en grundlig utvärdering av den nya respektive den gamla mätutrustningen för jonkoncentrationer göras. Under ett år kommer man att jämföra gammal och ny utrustning för att testa och utvärdera hur jonkoncentrationerna skiljer sig mellan metoderna. Detta skall testas på ett 10-tal mätplatser och kan resultera i att man från årsskiftet 2010/2011 startar mätningar med den nya utrustningen.

Referenser

- Mann, H.B., 1945. Non-parametric tests against trend: *Econometrica* v. 13, p. 245–259.
- Nilsson, J., Grennfelt, P., 1988. Critical Loads for Sulphur and Nitrogen. Miljörapport 1988:15. Workshop at Skokloster, Sweden, 19-24 March, 1988.
- Nordin, A., Strengbom, J., Witzell, J., Näsholm, T. och Ericson, L., 2005. Nitrogen deposition and the biodiversity of boreal forests – implications for the nitrogen critical load. *Ambio* 34: 20-24.
- Persson C, Ressner E. och Klein T., 2004. Nationell miljöövervakning - MATCH-Sverige modellen 1999-2002. Rapportserie: SMHI Meteorologi, Nr 113.
- Pihl Karlsson, G., Nettelbladt, A., Akselsson, C., Hellsten, S., Karlsson, P-E., Kronnäs, V. & Malm, G. 2008. Övervakning av luftföroreningar i Stockholms län – mätningar och modellering. Resultat till och med september 2007. IVL Rapport B 1786.
- UNECE, 2007. Recent results and updating of scientific and technical knowledge. Workshop on effects of low-level nitrogen deposition. Report by the workshop organizers. Executive body for the convention on long-range transboundary air pollution. Working Group on Effects. Twenty-sixth session. Geneva, 29–31 August 2007.

Bilaga 1. Data i tabellform - deposition, lufthalter, markvatten.

Tabell A:1a. Medelvärde under hydrologiskt år från mätningar på öppet fält i Stockholms län. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. Obs! Senaste årets data överst!

Lokal	Period	Nedb	H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
		mm	kg/ha →										
Bergby (A 01 A)	07/08	707	0,11	2,5	2,2	6,0	2,9	2,2	2,6	0,8	4,6	2,8	0,45
	06/07	638	0,03	3,4	3,1	6,5	2,8	3,6	5,6	1,1	4,1	2,4	0,27
	05/06	537	0,08	3,2	3,0	4,7	3,0	4,9	2,0	0,5	3,4	2,4	0,15
	04/05	635	0,07	3,2	2,8	7,8	3,1	4,6	2,4	1,1	4,7	2,9	0,14
	03/04	696	0,13	3,5	3,2	5,2	3,1	2,1	1,9	0,6	3,8	2,1	0,07
	02/03	490	0,06	3,1	2,9	4,6	2,6	2,5	1,7	0,6	3,5	2,1	0,05
	01/02	608	0,09	2,9	2,7	4,0	2,5	2,3	1,3	0,4	2,9	1,2	0,06
	00/01	739	0,15	4,1	3,9	4,5	3,3	4,2	1,7	0,5	2,9	2,2	0,15
	99/00	593	0,13	3,4	3,1	5,3	2,6	2,3	1,4	0,5	3,4	1,5	0,14
	98/99	801	0,20	4,9	4,5	9,1	4,1	3,1	2,4	0,8	5,6	2,4	0,08
	97/98	720	0,20	4,8	4,5	5,4	3,7	2,8	2,5	0,6	3,8	1,9	0,13
96/97	542	0,09	3,2	3,0	4,4	2,0	2,8	1,8	0,7	2,6	1,4	0,05	
Farstanäs (A 35 A)	07/08	680	0,13	2,6	2,3	5,6	3,1	2,0	2,2	0,7	3,8	1,3	0,32
	06/07	651	0,09	3,0	2,7	7,2	2,8	2,3	4,0	1,2	4,4	5,1	0,31
	05/06	474	0,06	2,0	1,9	2,7	1,7	1,3	2,0	0,4	1,7	1,5	0,16
	04/05	482	0,03	1,9	1,8	3,4	2,5	3,0	2,4	0,4	2,0	2,2	0,07
	03/04	626	0,09	2,7	2,5	3,9	2,4	1,8	1,9	0,6	2,8	1,9	0,06
	02/03	428	0,06	2,7	2,5	4,2	2,1	1,6	1,7	0,8	2,1	1,1	0,04
	01/02	670	0,08	2,9	2,6	6,1	2,3	1,4	2,2	0,6	3,8	1,4	0,07
	00/01	750	0,10	4,7	4,5	6,0	3,5	3,5	2,4	0,9	3,8	2,4	0,11
	99/00	679	0,11	4,0	3,6	8,6	3,3	2,5	2,2	1,0	4,9	2,6	0,11
	98/99	702	0,18	4,6	4,3	6,5	3,5	2,4	2,6	0,7	4,7	2,2	0,08
	97/98	710	0,18	5,0	4,8	4,4	3,6	3,0	2,7	0,6	2,8	2,5	0,09
	96/97	484	0,08	3,5	3,2	7,0	2,4	2,9	1,9	0,7	4,0	2,5	0,05
	95/96	342	0,10	2,1	2,0	3,8	1,6	1,4	1,1	0,7	1,3	0,9	0,03
94/95	651	0,18	4,6	4,3	5,5	3,0	2,8	2,7	0,7	3,2	1,6	0,02	
93/94	722	0,33	5,9	5,6	6,5	3,5	2,7	2,0	1,0	3,0	2,1	0,04	
92/93	504	0,19	3,7	3,6	3,5	2,0	1,7	0,9	0,4	1,8	1,5	0,02	
Arlanda (A 92 A)	07/08	960	0,14	3,6	3,3	7,2	4,4	3,6	3,3	0,9	5,2	3,2	0,26
	06/07	828	0,03	4,7	4,3	7,8	3,7	6,1	8,6	1,1	5,3	3,3	0,26
	05/06	612	0,10	3,1	2,9	4,5	3,0	4,3	2,1	0,4	3,1	2,9	0,16
	04/05	566	0,04	3,1	2,8	6,1	2,8	4,5	3,3	0,9	4,1	2,8	0,12
	03/04	661	0,08	3,2	3,0	5,4	2,9	2,0	3,1	0,8	3,4	3,3	0,06
	02/03	481	0,05	3,2	3,1	3,8	2,5	3,6	1,9	0,7	2,7	1,9	0,05
	01/02	627	0,08	3,3	3,0	5,0	2,6	2,7	1,3	0,4	3,1	2,0	0,06
	00/01	783	0,20	4,0	3,7	5,6	3,6	3,1	1,7	0,8	2,8	1,6	0,16
	99/00	577	0,06	3,7	3,4	5,2	2,6	2,7	2,6	0,6	4,1	2,6	0,15
98/99	814	0,18	4,6	4,3	6,3	3,4	3,1	1,8	0,7	4,3	3,7	0,11	

Forts. Tabell A:1a. Medelvärde under hydrologiskt år från mätningar på öppet fält i Stockholms län. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. Obs! Senaste årets data överst!

Lokal	Period	Nedb	H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
		mm	kg/ha	→									
Ulriksdal	07/08	833	0,16	3,5	3,2	7,8	4,2	4,1	3,0	0,8	5,2	1,9	0,13
(A 94 A)	06/07	439	0,06	2,9	2,6	5,5	1,8	9,2	2,1	1,4	2,5	3,4	0,17
Bulkprovt.	05/06	462	0,06	3,8	3,6	4,9	1,8	5,8	1,6	0,6	3,5	4,0	0,09
	04/05	515	0,04	3,8	3,5	6,0	1,8	6,3	3,4	0,6	4,4	6,8	0,09
	03/04	635	0,09	3,9	3,6	6,8	2,8	2,6	2,6	1,0	4,3	1,8	0,06
	02/03	407	0,05	2,9	2,7	4,5	1,8	2,5	1,2	0,7	2,4	1,1	0,04
	01/02	468	0,04	2,2	2,0	3,5	1,4	2,0	1,1	0,3	2,2	1,0	0,05
	00/01	782	0,13	5,2	4,9	6,8	3,5	4,7	2,2	0,7	4,4	1,4	0,17
	99/00	681	0,08	4,3	4,0	6,0	2,7	2,5	2,4	0,8	4,4	1,8	0,14
	98/99	625	0,11	4,5	3,6	19,4	3,1	2,8	2,5	1,4	11,3	1,8	0,06
	97/98	673	0,14	5,8	5,5	6,5	3,2	3,6	3,2	0,8	4,3	2,0	0,08
Ulriksdal	07/08	582	0,07	1,5	1,4	2,5	1,8	1,6	1,0	0,5	1,5	0,6	0,11
(A 94 A)	06/07	500	0,06	1,2	1,1	1,9	1,4	1,7	0,7	0,3	1,0	0,6	0,11
Lockprovt.	05/06	483	0,06	1,7	1,6	1,9	1,6	1,9	0,8	0,3	1,1	0,5	0,07
	04/05	423	0,03	1,5	1,4	1,7	1,0	2,3	1,0	0,3	1,2	0,8	0,06
	03/04	543	0,05	2,4	2,3	2,8	1,4	1,3	1,4	0,5	2,1	0,8	0,05

Tabell A:1b. Medelvärde under kalenderår från mätningar på öppet fält i Stockholms län. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. Obs! Senaste årets data överst!

Lokal	Period	Nedb	H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
		mm	kg/ha	→									
Bergby (A 01 A)	2007	600	0,04	2,9	2,7	5,3	2,5	3,5	3,9	0,8	3,6	2,5	0,33
	2006	619	0,05	3,4	3,2	5,1	3,2	4,8	3,7	0,7	3,4	2,2	0,21
	2005	574	0,06	3,4	3,1	7,6	3,0	4,8	2,7	1,1	4,5	3,0	0,12
	2004	690	0,12	2,9	2,7	6,0	3,1	1,9	1,8	0,6	4,2	2,0	0,10
	2003	626	0,09	3,6	3,4	4,5	3,1	2,8	1,8	0,7	3,6	1,6	0,06
	2002	558	0,08	2,9	2,7	4,4	2,5	2,4	1,6	0,4	2,9	2,0	0,06
	2001	626	0,10	3,4	3,2	4,1	2,7	3,7	1,4	0,4	2,7	2,1	0,11
	2000	675	0,14	3,1	2,9	5,0	2,7	2,3	1,3	0,6	3,1	1,4	0,16
	1999	743	0,19	5,2	4,9	6,3	3,9	3,5	2,3	0,7	4,3	2,1	0,09
	1998	752	0,17	4,4	4,0	8,6	3,4	2,5	2,1	0,7	5,4	2,2	0,08
	1997	602	0,16	4,3	4,1	5,0	3,1	3,3	2,6	0,8	3,0	1,6	0,11
Farstanäs (A 35 A)	2007	464	0,06	2,0	1,8	4,2	2,0	1,6	2,7	0,7	2,7	3,2	0,31
	2006	675	0,09	2,9	2,6	5,5	2,5	1,9	3,2	0,9	3,2	3,2	0,23
	2005	458	0,03	2,1	1,9	3,2	2,5	3,1	2,6	0,4	1,9	2,4	0,06
	2004	588	0,07	2,2	2,0	3,9	2,1	1,5	1,9	0,5	3,0	1,5	0,07
	2003	471	0,07	2,9	2,7	4,3	2,3	1,9	1,7	0,9	2,0	1,3	0,05
	2002	575	0,08	2,6	2,3	5,5	2,1	1,3	1,9	0,6	3,4	1,4	0,06
	2001	659	0,09	3,5	3,3	5,0	2,7	2,6	2,0	0,6	3,2	1,9	0,11
	2000	720	0,10	4,3	3,9	7,8	3,3	2,6	2,2	1,1	4,2	2,4	0,09
	1999	731	0,17	5,3	5,0	7,4	3,9	3,2	3,2	0,8	5,2	2,9	0,10
	1998	630	0,10	3,7	3,5	4,9	2,6	2,3	2,0	0,6	3,3	2,2	0,06
	1997	655	0,17	5,1	4,7	7,6	3,7	3,5	2,9	0,8	4,5	2,9	0,09
	1996	379	0,10	2,5	2,3	4,7	1,9	1,8	1,2	0,8	1,6	1,0	0,04
	1995	559	0,18	3,9	3,7	4,5	2,6	2,6	2,3	0,5	2,8	1,5	0,02
1994	714	0,19	4,6	4,3	6,2	2,8	2,1	2,0	1,0	2,6	2,0	0,03	
1993	552	0,32	5,2	5,0	4,3	2,9	2,2	1,5	0,5	2,4	1,8	0,03	
Ärlanda (A 92 A)	2007	820	0,05	4,1	3,8	6,4	3,6	6,0	6,9	0,9	4,4	3,7	0,15
	2006	720	0,08	3,6	3,4	5,7	3,4	3,7	4,3	0,7	3,6	2,9	0,25
	2005	544	0,07	3,4	3,1	5,8	2,8	5,0	2,6	0,7	4,0	2,5	0,11
	2004	693	0,05	3,0	2,7	6,4	2,9	2,2	3,6	0,9	4,1	3,5	0,10
	2003	545	0,04	3,2	3,1	3,7	2,6	3,5	2,2	0,7	2,6	2,1	0,05
	2002	589	0,08	3,6	3,4	4,8	2,8	3,1	1,7	0,5	3,1	2,4	0,06
	2001	634	0,14	3,2	2,9	5,2	2,8	2,4	1,4	0,7	2,6	1,5	0,15
	2000	679	0,13	3,4	3,2	4,4	2,8	2,6	1,5	0,5	3,0	1,7	0,13
	1999	748	0,13	5,3	5,0	6,5	3,7	3,6	3,0	0,8	5,0	4,0	0,12

Forts. Tabell A:1b. Medelvärde under kalenderår från mätningar på öppet fält i Stockholms län. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. Obs! Senaste årets data överst!

Lokal	Period	Nedb	H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
		mm	kg/ha	→									
Ulriksdal	2007	562	0,10	3,5	3,2	6,5	2,6	10,0	2,7	1,5	3,4	3,4	0,14
(A 94 A)	2006	490	0,05	3,5	3,3	4,8	1,9	5,7	1,6	0,6	3,4	4,0	0,13
Bulkprovt.	2005	479	0,05	4,0	3,7	5,4	1,8	6,3	3,3	0,5	3,9	6,8	0,06
	2004	550	0,07	3,0	2,7	6,0	2,0	1,6	2,4	0,9	4,2	1,2	0,08
	2003	574	0,08	3,9	3,6	6,5	2,8	3,7	1,7	0,9	3,4	1,8	0,06
	2002	409	0,05	2,1	1,9	2,9	1,4	2,0	1,1	0,3	1,8	1,1	0,04
	2001	550	0,06	3,1	2,8	5,3	2,1	2,8	1,5	0,4	3,6	1,3	0,11
	2000	806	0,14	5,7	5,4	6,9	3,6	3,7	2,2	1,0	4,9	1,6	0,19
	1999	620	0,09	3,5	3,3	4,9	2,7	3,0	2,1	0,5	3,2	1,3	0,06
	1998	725	0,11	6,3	5,4	21,1	3,1	3,5	3,6	1,7	12,4	2,6	0,08
Ulriksdal	2007	426	0,04	1,1	1,0	1,9	1,2	1,5	0,7	0,2	1,0	0,3	0,07
(A 94 A)	2006	571	0,08	1,7	1,6	2,1	2,0	2,1	0,8	0,3	1,2	0,8	0,11
Lockprovt.	2005	438	0,04	1,7	1,7	1,9	1,2	2,5	1,0	0,3	1,2	0,9	0,05
	2004	447	0,04	2,0	1,9	2,6	1,0	0,7	1,3	0,4	2,2	0,5	0,05

Tabell A:2a. Öppet fältdata från Stockholms län, organiskt kväve, 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	oorg N kg/ha	org N →	Lokal	Period	Nedb mm	oorg N kg/ha	
Bergby (A 01 A)	07/08	707	5,2	2,1	Arlanda (A 92 A)	07/08	960	8,1	
	06/07	638	6,4	4,4		06/07	828	9,7	
	05/06	537	7,9	3,4		05/06	612	7,4	
	04/05	635	7,7	2,8		04/05	566	7,3	
	03/04	696	5,3	2,2		03/04	661	4,9	
	02/03	490	5,1	2,1		02/03	481	6,1	
	01/02	608	4,8	1,3		01/02	627	5,3	
	00/01	739	7,5			00/01	783	6,6	
	99/00	593	4,9			99/00	577	5,3	
	98/99	801	7,2			98/99	814	6,5	
	97/98	720	6,4			Ulriksdal (A 94 A) Bulkprov. Ulriksdal (A 94 A) Lockprov. 	07/08	833	8,3
	96/97	542	4,8				06/07	439	10,9
Farstanäs (A 35 A)	07/08	680	5,0	1,1	05/06		462	7,6	
	06/07	651	5,2	1,5	04/05		515	8,1	
	05/06	474	2,9	1,2	03/04		635	5,4	
	04/05	482	5,5	1,2	02/03		407	4,3	
	03/04	626	4,2	2,1	01/02		468	3,5	
	02/03	428	3,8	1,2	00/01		782	8,2	
	01/02	670	3,6	1,2	99/00		681	5,2	
	00/01	750	7,0		98/99		625	5,9	
	99/00	679	5,8		97/98		673	6,8	
	98/99	702	6,0		07/08		582	3,4	
	97/98	710	6,6		06/07	500	3,1		
	96/97	484	5,3		05/06	483	3,6		
95/96	342	3,1		04/05	423	3,4			
94/95	651	5,7		03/04	543	2,7			
93/94	722	6,3							
92/93	504	3,7							

Tabell A:2b. Öppet fältdata från Stockholms län, organiskt kväve, deposition på kalenderår. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO₃-N + NH₄-N) och (orgN = Kj-N - NH₄-N).

Lokal	Period	Nedb	oorg N	org N	Lokal	Period	Nedb	oorg N	
		mm	kg/ha	→			mm	kg/ha	
Bergby (A 01 A)	2007	600	6,0	4,7	Arlanda (A 92 A)	2007	820	9,6	
	2006	619	8,0	3,4		2006	720	7,2	
	2005	574	7,8	2,7		2005	544	7,8	
	2004	690	5,0	2,2		2004	693	5,1	
	2003	626	5,9	1,8		2003	545	6,1	
	2002	558	4,9	1,7		2002	589	5,9	
	2001	626	6,4	1,8		2001	634	5,2	
	2000	675	5,0			2000	679	5,4	
	1999	743	7,4			1999	748	7,3	
	1998	752	5,8			Ulriksdal	2007	562	12,6
	1997	602	6,4			(A 94 A)	2006	490	7,5
Farstanäs (A 35 A)	2007	464	3,6	1,2	Bulkprov.	2005	479	8,1	
	2006	675	4,4	1,5	2004	550	3,6		
	2005	458	5,6	1,2	2003	574	6,5		
	2004	588	3,6	2,1	2002	409	3,4		
	2003	471	4,2	1,1	2001	550	4,9		
	2002	575	3,5	1,1	2000	806	7,3		
	2001	659	5,3	1,7	1999	620	5,7		
	2000	720	5,8		1998	725	6,6		
	1999	731	7,1		Ulriksdal	2007	426	2,7	
	1998	630	5,0		(A 94 A)	2006	571	4,1	
	1997	655	7,2		Lockprov.	2005	438	3,7	
1996	379	3,7		2004	447	1,7			
1995	559	5,2							
1994	714	4,9							
1993	552	5,1							

Tabell B:1a. Krondroppsdata från Stockholms län, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	Period	Nedb	H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
		mm	kg/ha	→									
Bergby (A 01 A)	07/08	315	0,03	1,7	1,4	6,2	1,3	0,8	3,3	1,3	3,4	13,8	0,49
	06/07	329	0,03	2,5	2,0	9,2	1,3	2,9	4,6	1,5	4,3	12,9	0,64
	05/06	259	0,05	2,5	2,2	6,2	1,9	2,6	3,0	1,2	2,7	13,2	0,44
	04/05	352	0,04	2,4	2,0	7,0	2,0	2,0	3,7	1,4	3,7	12,9	0,41
	03/04	345	0,04	2,4	2,1	6,5	1,5	0,8	3,3	1,3	3,3	11,9	0,27
	02/03	283	0,05	3,2	2,8	7,9	2,2	1,6	2,7	1,5	3,8	11,4	0,17
	01/02	381	0,05	2,4	2,1	7,6	1,9	1,2	2,9	1,3	3,5	12,3	0,31
	00/01	452	0,07	4,3	4,0	7,9	2,3	1,6	4,8	1,7	3,9	15,0	0,82
	99/00	315	0,05	2,7	2,4	8,0	2,0	1,6	3,0	1,2	4,1	11,4	0,47
	98/99	339	0,06	3,6	3,2	8,1	1,9	1,7	3,4	1,3	3,8	11,1	0,41
	97/98	390	0,08	4,7	4,4	7,8	2,1	1,0	4,9	1,7	4,0	12,6	0,67
96/97	345	0,08	4,1	3,7	8,2	2,5	2,2	3,9	1,3	4,4	10,8	0,54	
Farstanäs (A 35 A)	07/08	409	0,03	2,6	2,2	9,4	1,5	1,3	4,6	1,7	3,9	17,8	0,51
	06/07	365	0,03	2,5	2,0	9,1	1,5	0,7	3,5	1,5	3,4	15,6	0,36
	05/06	348	0,03	3,8	3,5	8,2	1,6	3,0	4,6	1,7	3,4	17,7	0,34
	04/05	357	0,03	2,7	2,3	7,5	1,9	1,6	4,7	1,7	3,4	13,6	0,24
	03/04	439	0,04	3,0	2,6	8,5	1,6	0,5	4,0	1,6	3,4	15,6	0,12
	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)	07/08	379	0,05	4,5	3,7	17,6	3,2	2,9	6,5	2,4	9,0	21,2	0,69
	06/07	328	0,02	5,4	4,7	15,2	2,5	11,7	5,3	2,2	7,4	25,7	0,51
	05/06	290	0,06	7,0	6,3	16,0	4,1	5,1	7,0	2,6	12,9	29,4	0,42
	04/05	351	0,06	4,0	3,5	11,9	3,9	2,0	6,4	2,3	6,2	15,9	0,36
	03/04	328	0,06	4,3	3,7	13,2	2,7	0,9	5,6	2,1	6,4	18,4	0,20
	02/03	285	0,05	6,0	5,4	13,4	4,5	2,6	5,4	2,3	6,2	15,1	0,29
	01/02	305	0,04	4,3	3,7	13,4	2,6	1,4	5,0	1,9	5,9	17,4	0,07
	00/01	501	0,06	8,4	7,7	15,0	3,7	2,3	8,5	2,8	7,0	26,7	0,48
	99/00	314	0,06	4,5	3,8	14,2	2,6	2,1	5,7	2,3	6,6	18,7	0,40
	98/99	353	0,11	8,0	7,4	13,5	2,5	1,3	5,9	2,1	5,7	23,6	0,29
	97/98	305	0,07	7,0	6,4	12,7	2,7	1,0	6,3	2,3	5,7	21,7	0,38
	96/97	322	0,10	6,5	5,9	13,1	3,9	1,7	6,1	2,1	6,0	15,7	0,48
	95/96	239	0,10	7,7	7,2	11,8	3,7	3,8	6,5	1,9	5,4	17,1	0,41
	94/95	446	0,20	10,4	9,7	15,2	3,7	1,6	8,4	2,4	6,6	17,5	0,65
93/94	407	0,30	12,3	11,6	15,0	5,3	2,5	8,4	2,7	7,3	16,8	0,60	
92/93	362	0,12	9,8	8,9	18,7	3,1	1,6	6,7	2,6	8,1	23,7	0,61	

Forts. Tabell B:1a. Krondroppsdata från Stockholms län, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	Period	Nedb	kg/ha →										
			H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
Arlanda (A 92 A)	07/08	434	0,05	2,1	1,8	5,5	1,1	0,7	2,9	1,4	3,1	11,6	0,87
	06/07	372	0,02	2,2	1,9	6,9	1,1	1,5	3,1	1,5	3,5	11,5	0,57
	05/06	306	0,05	2,1	1,9	4,5	1,4	1,7	2,3	1,1	2,0	10,1	0,35
	04/05	353	0,04	2,1	1,8	5,2	1,3	1,0	2,6	1,1	3,0	8,8	0,29
	03/04	398	0,05	2,6	2,3	5,1	1,3	0,5	2,5	1,1	2,6	8,2	0,18
	02/03	323	0,05	2,7	2,4	5,4	1,7	1,0	2,0	1,1	2,8	7,8	0,13
	01/02	367	0,04	2,1	1,8	5,5	1,3	1,2	2,0	1,1	2,6	9,5	0,10
	00/01	467	0,07	3,3	3,0	5,3	1,7	1,6	2,8	1,2	2,6	11,6	0,49
	99/00	341	0,04	2,2	2,0	6,0	1,4	0,8	2,6	1,2	3,1	9,0	0,29
	98/99	385	0,05	4,0	3,7	6,3	1,4	1,1	3,3	1,2	3,6	8,5	0,31

Tabell B:1b. Krondroppsdata från Stockholms län, årsdeposition på kalenderår. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	Period	Nedb	kg/ha →										
			H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
Bergby (A 01 A)	2007	286	0,02	2,3	1,9	7,4	1,3	2,8	3,9	1,3	3,7	11,5	0,50
	2006	313	0,04	2,6	2,3	7,6	1,7	2,6	3,7	1,4	3,4	15,5	0,63
	2005	336	0,04	2,4	2,1	6,4	2,2	2,1	3,6	1,4	3,4	12,9	0,42
	2004	331	0,04	2,2	1,8	7,3	1,4	0,7	3,4	1,3	3,6	11,9	0,30
	2003	306	0,05	3,3	3,0	7,6	2,2	1,7	2,7	1,5	3,8	11,8	0,15
	2002	351	0,06	2,7	2,3	7,5	2,2	1,2	3,3	1,4	3,4	11,6	0,31
	2001	388	0,05	2,8	2,5	6,7	1,6	1,4	3,2	1,3	3,2	12,8	0,54
	2000	358	0,06	3,4	3,0	7,8	2,1	1,7	3,8	1,4	4,1	12,5	0,55
	1999	353	0,07	3,8	3,4	8,4	2,4	1,7	3,8	1,4	4,0	12,1	0,54
	1998	385	0,06	3,8	3,4	8,7	1,8	1,0	3,9	1,4	4,2	12,7	0,55
	1997	359	0,08	4,7	4,4	7,7	2,6	2,0	4,8	1,7	4,3	11,2	0,65
Farstanäs (A 35 A)	2007	316	0,03	2,2	1,8	7,2	1,3	0,6	3,3	1,4	2,8	11,9	0,32
	2006	420	0,03	3,9	3,4	10,1	1,8	2,8	4,5	1,8	3,8	22,7	0,43
	2005	370	0,03	3,1	2,8	7,9	2,0	1,9	5,1	1,8	3,6	13,3	0,28
	2004	402	0,03	2,5	2,2	7,5	1,3	0,5	4,2	1,6	3,2	14,4	0,10
	2003	343	0,03	4,0	3,6	9,2	2,3	1,4	3,5	1,7	3,5	15,0	0,23
	2002	353	0,03	3,3	2,9	8,9	2,0	1,4	3,4	1,7	3,3	15,4	0,09
	2001	383	0,03	3,8	3,5	7,3	1,8	2,0	3,7	1,5	2,9	16,0	0,24
	2000	431	0,03	4,4	4,0	8,7	2,1	1,8	4,0	1,7	3,9	18,7	0,26
	1999	398	0,06	4,4	4,0	9,0	1,7	1,1	4,3	1,9	3,5	17,5	0,23
	1998	386	0,04	4,5	4,0	8,7	1,1	1,8	3,5	1,5	3,5	17,4	0,22
	1997	417	0,07	4,7	4,3	8,5	2,0	0,8	4,6	2,0	3,4	14,0	0,36
	1996	295	0,09	5,9	5,6	7,1	2,3	1,5	4,8	1,6	2,8	13,4	0,35
	1995	407	0,11	6,3	5,9	8,4	2,2	1,8	4,8	1,5	3,1	13,0	0,32
1994	455	0,15	7,2	6,8	9,2	3,2	1,6	5,3	1,9	3,6	13,3	0,41	
1993	339	0,13	7,9	7,5	10,2	2,2	1,2	5,5	2,1	4,5	14,4	0,38	

Lokal	Period	Nedb	H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
		mm	kg/ha	→									
Lämshaga (A 40 A)	2007	338	0,03	5,7	5,1	14,6	3,0	11,9	5,8	2,3	7,5	23,0	0,50
	2006	330	0,05	6,9	6,1	17,4	4,1	5,2	6,8	2,7	13,3	33,6	0,52
	2005	355	0,06	4,4	3,9	11,3	4,1	2,1	6,6	2,2	5,8	16,2	0,35
	2004	293	0,06	3,8	3,2	13,2	2,3	0,9	5,5	2,3	6,4	17,0	0,21
	2003	305	0,05	6,2	5,6	14,0	4,4	2,4	5,7	2,4	6,4	18,5	0,29
	2002	320	0,05	4,8	4,2	14,3	3,3	1,6	5,7	2,2	6,4	16,1	0,12
	2001	344	0,05	5,3	4,8	11,0	2,6	1,8	6,2	2,0	4,9	17,7	0,34
	2000	401	0,05	6,5	5,8	14,9	3,1	2,7	6,5	2,3	7,1	23,8	0,40
	1999	380	0,11	7,0	6,4	14,0	2,5	1,2	6,2	2,5	6,0	23,6	0,38
	1998	289	0,06	6,5	5,8	13,7	2,2	0,9	5,3	2,0	5,9	21,9	0,36
	1997	339	0,11	7,8	7,2	14,2	4,3	1,8	7,3	2,5	6,7	18,1	0,46
	1996	274	0,11	8,7	8,1	12,6	4,2	3,8	7,2	2,2	5,8	18,4	0,49
	1995	435	0,20	9,0	8,3	13,8	3,3	1,6	7,1	1,9	5,9	16,5	0,50
1994	397	0,22	10,6	9,9	14,5	4,6	2,2	8,0	2,5	6,6	16,8	0,61	
1993	360	0,17	11,2	10,4	18,4	3,9	2,0	7,6	2,8	8,6	22,1	0,61	
Arlanda (A 92 A)	2007	333	0,03	2,0	1,7	5,4	1,1	1,5	2,5	1,2	3,1	10,1	0,45
	2006	368	0,04	2,3	2,0	5,5	1,4	1,7	2,9	1,4	2,5	11,6	0,53
	2005	334	0,04	2,0	1,8	4,7	1,3	1,1	2,5	1,2	2,5	9,0	0,32
	2004	378	0,04	2,5	2,2	6,0	1,2	0,5	2,6	1,1	3,2	8,6	0,19
	2003	360	0,05	2,8	2,5	5,4	1,7	1,0	2,1	1,2	2,8	7,9	0,17
	2002	351	0,05	2,3	2,0	5,3	1,5	1,1	2,2	1,1	2,6	8,9	0,05
	2001	390	0,05	2,4	2,2	4,9	1,2	1,5	2,0	0,9	2,3	10,3	0,36
	2000	366	0,05	2,4	2,2	4,9	1,3	0,8	2,3	1,1	2,6	8,6	0,33
	1999	406	0,07	3,0	2,7	6,4	1,7	1,0	3,0	1,3	3,1	9,4	0,34

Tabell B:2a. 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	oorg N	org N	Lokal	Period	Nedb	oorg N
		mm	kg/ha	→			mm	kg/ha
Bergby (A 01 A)	07/08	315	2,1	2,1	Lämshaga (A 40 A)	07/08	379	6,0
	06/07	329	4,2	3,5		06/07	328	14,2
	05/06	259	4,5	2,3		05/06	290	9,3
	04/05	352	4,0	2,1		04/05	351	6,0
	03/04	345	2,3	2,4		03/04	328	3,6
	02/03	283	3,8	2,4		02/03	285	7,1
	01/02	381	3,1	2,6		01/02	305	4,0
	00/01	452	3,9			00/01	501	6,0
	99/00	315	3,6			99/00	314	4,8
	98/99	339	3,6			98/99	353	3,7
	97/98	390	3,1			97/98	305	3,7
96/97	345	4,7		96/97	322	5,6		
Farstanäs (A 35 A)	07/08	409	2,8	3,1	95/96	239	7,5	
	06/07	365	2,2	1,8	94/95	446	5,3	
	05/06	348	4,5	3,1	93/94	407	7,8	
	04/05	357	3,5	1,8	92/93	362	4,7	
	03/04	439	2,1	2,3	Arlanda (A 92 A)	07/08	434	1,8
	02/03	325	3,8	2,4		06/07	372	2,6
	01/02	349	2,9	2,8		05/06	306	3,1
	00/01	517	5,0			04/05	353	2,3
	99/00	337	3,0			03/04	398	1,8
	98/99	380	2,7			02/03	323	2,7
	97/98	433	3,0			01/02	367	2,4
96/97	366	3,0		00/01		467	3,3	
95/96	264	3,4		99/00		341	2,2	
94/95	448	4,2		98/99		385	2,4	
93/94	450	5,5						
92/93	356	2,6						

Tabell B:2b. Krondroppsdata från Stockholms län för ytor där organiskt kväve analyserats, årsdepositionen baseras på kalenderår. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO₃-N + NH₄-N) och (orgN = Kj-N - NH₄-N).

Lokal	Period	Nedb	oorg N		org N
		mm	kg/ha	→	
Bergby (A 01 A)	2007	286	4,1		3,1
	2006	313	4,3		2,6
	2005	336	4,2		2,2
	2004	331	2,2		2,3
	2003	306	3,9		2,2
	2002	351	3,4		2,8
	2001	388	2,9		2,9
	2000	358	3,8		
	1999	353	4,0		
	1998	385	2,8		
	1997	359	4,6		
Farstanäs (A 35 A)	2007	316	1,9		1,9
	2006	420	4,6		3,0
	2005	370	3,9		2,3
	2004	402	1,7		2,1
	2003	343	3,7		2,2
	2002	353	3,4		2,9
	2001	383	3,7		2,8
	2000	431	3,9		
	1999	398	2,8		
	1998	386	2,9		
	1997	417	2,7		
	1996	295	3,8		
	1995	407	3,9		
1994	455	4,8			
1993	339	3,4			
Lämshaga (A 40 A)	2007	338	14,9		
	2006	330	9,4		
	2005	355	6,2		
	2004	293	3,2		
	2003	305	6,8		
	2002	320	4,9		
	2001	344	4,4		
	2000	401	5,9		
	1999	380	3,7		
	1998	289	3,0		
	1997	339	6,0		
	1996	274	8,1		
1995	435	4,8			
1994	397	6,8			
1993	360	5,9			

Tabell C. Lufthalter månadsmedelvärden samt medelvärden i Stockholms län, diffusionsprovtagning, $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Lokal	Period	NH ₃ ug/m ³
Bergby (A 01 A)	0710	0,3
	0711	<0,3
	0712	<0,3
	0801	0,5
	0802	<0,3
	0803	<0,3
	0804	^u <0,3
	0805	<0,3
	0806	0,3
	0807	0,8
	0808	<0,3
	0809	<0,3
	0810	<0,3
0811	0,8	
0812	<0,3	
	0801-0812	-
Mv sommar	0204-0209	0,5
	0304-0309	0,6
	0404-0409	0,7
	0504-0509	0,5
	0604-0609	0,6
	0704-0709	0,6
	0804-0809	<0,3

Forts. Tabell C. Lufthalter månadsmedelvärden samt medelvärden i Stockholms län, diffusionsprovtagning, $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Lokal	Period	SO ₂	NO ₂
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Sticklinge (A 05 A)	0710	0,4	8,1
	0711	0,6	10,1
	0712	0,8	11,1
	0801	1,3	9,6
	0802	0,6	8,4
	0803	0,7	5,4
	0804	0,9	6,2
	0805	0,7	7,2
	0806	0,6	5,8
	0807	0,6	5,5
	0808	0,5	6,7
	0809	0,4	5,3
	0810	0,3	8,6
0811	0,4	10,2	
0812	0,8	8,4	
Mv hydr. år	9310-9409	2,7	11,0
	9410-9509	2,0	10,7
	9510-9609	2,2	12,0
	9610-9709	1,6	11,8
	9710-9809	1,3	10,9
	9810-9909	1,5	10,1
	9910-0009	1,1	9,6
	0010-0109	1,2	8,7
	0110-0209	1,0	8,7
	0210-0309	1,2	8,4
	0310-0409	1,2	8,4
	0410-0509	1,0	8,9
	0510-0609	1,2	8,7
	0610-0709	0,7	7,2
	0710-0809	0,7	7,4
	Mv kal. år	9401-9412	2,2
9501-9512		2,1	11,2
9601-9612		2,1	11,8
9701-9712		1,4	11,3
9801-9812		1,4	10,6
9901-9912		1,4	10,1
0001-0012		1,1	9,4
0101-0112		1,1	8,3
0201-0212		1,1	8,6
0301-0312		1,2	8,8
0401-0412		1,1	8,5
0501-0512		1,1	8,8
0601-0612		1,1	8,2
0701-0712	0,7	7,4	
0801-0812	0,6	7,3	

Forts. Tabell C. Lufthalter månadsmedelvärden samt medelvärden i Stockholms län, diffusionsprovtagning, $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Lokal	Period	SO ₂	NO ₂	NH ₃	O ₃	
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Farstanäs (A 35 A)	0710	0,3	5,7	<0,3	38	
	0711	0,6	5,4	<0,3	33	
	0712	0,3	5,8	<0,3	34	
	0801	0,9	4,1	<0,3	45	
	0802	0,3	4,5	<0,3	48	
	0803	0,6	3,5	<0,3	52	
	0804	0,6	4,8	0,4	57	
	0805	0,5	4,5	1,0	72	
	0806	0,5	4,0	0,9	69	
	0807	0,3	3,3	0,4	50	
	0808	0,3	3,1	0,4	35	
	0809	0,3	5,3	<0,3	37	
	0810	0,2	5,3	<0,3	31	
0811	0,3	4,9	<0,3	34		
0812	0,5	4,5	<0,3	37		
Mv hydr. år	9310-9409	2,3	7,5	-	59	
	9410-9509	1,3	6,0	-	62	
	9510-9609	1,6	7,7	-	51	
	9610-9709	0,9	7,2	-	66	
	9710-9809	0,8	5,8	-	56	
	9810-9909	1,0	6,0	-	56	
	9910-0009	0,6	5,2	0,9	61	
	0010-0109	0,8	5,0	1,1	60	
	0110-0209	0,6	5,4	0,8	57	
	0210-0309	0,9	5,3	0,6	58	
	0310-0409	0,9	5,1	0,8	62	
	0410-0509	0,7	5,0	0,7	55	
	0510-0609	1,0	5,4	0,5	53	
	0610-0709	0,6	4,5			
	0710-0809	0,5	4,5			
	Mv kal. år	9401-9412	1,8	7,1		
		9501-9512	1,3	6,5		
		9601-9612	1,5	7,2		
		9701-9712	0,8	7,2		
9801-9812		0,9	5,8			
9901-9912		0,8	5,6			
0001-0012		0,6	5,0			
0101-0112		0,7	5,1			
0201-0212		0,7	5,9			
0301-0312		0,8	5,2			
0401-0412		0,8	4,9			
0501-0512		0,8	4,9			
0601-0612		1,0	5,3			
0701-0712	0,5	4,7				
0801-0812	0,4	4,3				

Forts. Tabell C. Lufthalter månadsmedelvärden samt medelvärden i Stockholms län, diffusionsprovtagning, $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Lokal	Period	NO ₂	NH ₃	
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Ulriksdal (A 94 A)	0710	11,7	-	
	0711	14,0	-	
	0712	13,5	-	
	0801	12,9	<0,3	
	0802	12,8	<0,3	
	0803	8,7	<0,3	
	0804	8,9	0,5	
	0805	11,5	0,7	
	0806	7,6	0,5	
	0807	6,9	0,5	
	0808	8,0	0,7	
	0809	7,6	0,4	
	0810	12,0	0,5	
0811	11,0	0,3		
0812	10,3	0,3		
Mv hydr. år	9710-9809	14,9	-	
	9810-9909	14,4	-	
	9910-0009	14,1	-	
	0010-0109	12,5	-	
	0110-0209	13,0	-	
	0210-0309	12,4	-	
	0310-0409	12,3	-	
	0410-0509	12,7	-	
	0510-0609	12,4	-	
	0610-0709	10,8	-	
	0710-0809	10,3	-	
	Mv kal. år	9801-9812	14,2	-
		9901-9912	14,6	-
0001-0012		13,5	-	
0101-0112		12,6	-	
0201-0212		12,8	-	
0301-0312		12,7	-	
0401-0412		12,4	-	
0501-0512		12,5	-	
0601-0612		11,9	-	
0701-0712		10,9	-	
0801-0812	9,8	-		
Mv sommar	0704-0709	-	0,6	
	0804-0809	-	0,5	

Tabell D. Markvattendata från Stockholms län. Mätningar efter vegetationssäsongen 2007 samt före, under samt efter vegetationssäsongen 2008.

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)	2007-10-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008-04-18	5,6	0,054	0,105	2,36	3,98	<0,002	<0,020	2,69	0,77	3,76	0,16	<0,03	0,030	0,090	0,359	9,0	31	
	2008-07-30	5,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008-10-20	5,6	0,045	0,117	1,85	4,87	<0,002	<0,020	2,35	0,78	4,22	0,23	<0,03	0,024	0,122	0,496	10,4	21	
	median	5,7		0,095	2,72	4,06	<0,002	<0,01	3,34	0,92	3,57	0,26	<0,02	0,029	0,102	0,468	11,5	31	
<i>n=</i>	<i>30</i>		<i>28</i>	<i>28</i>	<i>28</i>	<i>28</i>	<i>26</i>	<i>28</i>	<i>28</i>	<i>28</i>	<i>28</i>	<i>28</i>	<i>28</i>	<i>25</i>	<i>28</i>	<i>27</i>	<i>25</i>		
Sticklinge (A 05 A)	2007-10-23	4,8	-	-0,179	3,76	5,60	0,002	0,049	1,16	0,54	2,47	0,19	0,090	0,055	-	0,833	12,6	-	
	2008-04-23	5,0	-	0,052	7,07	5,81	0,012	0,022	4,71	2,08	5,57	0,40	<0,03	0,048	0,449	0,983	12,0	13	
	2008-08-26	5,0	-	0,035	7,52	7,31	<0,002	0,038	4,84	2,07	6,61	0,45	<0,03	0,099	1,619	2,020	11,3	3,6	
	2008-10-21	4,9	-	0,066	6,99	8,20	0,060	<0,020	4,92	2,23	6,72	0,64	<0,03	0,054	0,663	1,130	11,7	9,4	
	median	5,0		0,014	6,81	7,57	<0,002	0,024	4,96	1,91	5,84	0,29	0,03	0,05	0,687	1,104	13	8,4	
<i>n=</i>	<i>41</i>		<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>29</i>	<i>40</i>	<i>37</i>	<i>29</i>		
Alby (A 21 A)	2007-10-23	5,3	-	0,018	3,38	2,27	3,030	<0,020	4,81	1,39	3,30	0,47	<0,03	0,015	0,203	0,311	5,1	25	
	2008-04-23	5,1	-	0,057	2,20	1,91	6,902	0,032	8,21	2,34	2,83	0,59	<0,03	0,016	0,292	0,408	5,1	29	
	2008-08-26	4,9	-	-0,044	2,65	1,80	7,704	<0,020	9,11	1,59	2,65	0,85	<0,03	0,011	1,216	1,320	4,5	7,0	
	2008-10-21	4,9	-	0,024	2,44	2,03	8,685	<0,200	10,95	1,93	2,90	0,90	<0,03	0,011	0,577	0,674	4,1	18	
	median	5,3		0,060	4,65	3,85	<0,002	0,018	4,81	1,36	3,08	0,82	<0,02	0,017	0,191	0,47	12	29	
<i>n=</i>	<i>40</i>		<i>39</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>39</i>	<i>40</i>	<i>39</i>	<i>40</i>	<i>39</i>	<i>40</i>	<i>39</i>	<i>33</i>	<i>39</i>	<i>37</i>	<i>32</i>		
Farstanäs (A 35 A)	2007-10-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008-04-23	5,4	0,026	0,110	3,39	5,65	0,002	0,084	4,04	1,19	3,84	0,56	<0,03	0,035	0,076	0,486	12,2	58	
	2008-08-26	5,4	-	0,132	2,48	4,84	0,003	0,036	3,30	0,92	3,88	0,54	<0,03	0,033	0,611	1,000	10,0	5,9	
	2008-10-21	5,4	-	0,120	2,66	3,68	<0,002	<0,020	3,17	0,87	3,55	0,26	<0,03	0,019	0,114	0,394	8,2	29	
	median	5,8		0,057	3,85	4,25	<0,002	0,197	3,77	1,05	3,4	0,61	<0,02	0,014	0,061	0,28	10	58	
<i>n=</i>	<i>43</i>		<i>42</i>	<i>42</i>	<i>42</i>	<i>42</i>	<i>41</i>	<i>42</i>	<i>42</i>	<i>42</i>	<i>42</i>	<i>42</i>	<i>42</i>	<i>35</i>	<i>42</i>	<i>37</i>	<i>35</i>		
Lämshaga (A 40 A)	2007-10-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008-04-23	5,1	-	0,099	4,82	6,95	0,002	0,037	4,32	1,39	5,80	0,56	<0,03	0,054	0,397	1,040	14,2	12	
	2008-08-26	5,2	-	0,092	4,14	10,94	<0,002	0,028	4,60	1,51	6,60	0,71	<0,03	0,406	9,197	9,800	14,3	0,6	
	2008-10-21	5,4	0,009	0,113	2,79	8,85	<0,002	<0,020	3,88	1,23	5,19	0,62	<0,03	0,031	0,215	0,675	12,2	21	
	median	5,3		0,055	4,23	6,49	<0,002	0,016	4,26	1,31	3,92	0,74	<0,02	0,028	0,367	0,788	12,6	13	
<i>n=</i>	<i>36</i>		<i>35</i>	<i>36</i>	<i>36</i>	<i>36</i>	<i>34</i>	<i>35</i>	<i>35</i>	<i>35</i>	<i>35</i>	<i>35</i>	<i>34</i>	<i>30</i>	<i>34</i>	<i>34</i>	<i>30</i>		

Forts. Tabell D. Markvattendata från Stockholms län. Mätningar efter vegetationssäsongen 2007 samt före, under samt efter vegetationssäsongen 2008.

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 →	→													
Gladö	2007-10-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(A 44 A)	2008-04-23	5,2	-	0,166	7,39	15,11	0,003	0,058	6,76	4,19	7,71	1,42	<0,03	0,055	0,300	0,738	12,2	34	
	2008-08-26	5,2	-	0,091	6,84	8,16	0,002	0,103	5,05	1,98	6,47	2,03	<0,03	0,029	0,287	0,863	14,3	24	
	2008-10-21	5,5	0,015	0,108	6,80	16,55	<0,002	0,032	6,07	3,66	8,23	1,48	<0,03	0,020	0,226	0,538	11,4	41	
	median	5,7		0,099	7,39	8,16	<0,002	0,03	5,94	3,01	5	0,93	<0,02	0,026	0,106	0,301	14	78	
	<i>n</i> =	32		31	31	31	31	30	31	31	31	31	31	30	23	30	29	23	
Arlanda	2007-10-22	4,7	-	-0,003	3,86	8,92	0,003	<0,020	1,45	0,76	8,02	0,24	<0,03	0,063	0,535	0,979	12,6	3,7	
(A 92 A)	2008-04-18	5,5	0,080	0,154	4,27	10,71	<0,002	<0,020	4,25	1,92	8,08	<0,08	<0,03	0,555	0,233	0,572	11,0	22	
	2008-07-30	5,8	-	-0,036	10,52	34,80	0,003	0,027	11,76	3,98	15,73	0,15	<0,03	0,041	-	0,164	12,5	-	
	2008-10-20	5,3	-	0,080	9,01	13,16	<0,002	<0,020	5,02	2,35	13,02	0,09	<0,03	0,069	0,299	0,581	9,9	20	
	median	5,4		0,086	6,65	10,71	<0,002	<0,02	5,02	2,23	8,9	0,15	<0,02	0,08	0,236	0,593	11	26	
	<i>n</i> =	33		31	31	31	31	30	31	31	31	31	31	30	25	30	29	25	

Bilaga 2. Beskrivning av trendanalys med Mann-Kendall och Seasonal-Kendall-metodik

Mann-Kendall

Mann-Kendall är en icke-parametrisk metod för att signifikant påvisa linjära monotona trender (Mann, 1945). Monoton betyder att trenden inte har något trendbrott. Linjär trend är en trend som ökar eller minskar lika mycket varje tidsenhet, t. ex. varje år. Icke-parametrisk betyder att metoden jämför relativa förhållanden och inte bryr sig om hur stora skillnader det är mellan mätvärdena. Förenklat kan man säga att metoden jämför alla värden parvis och summerar hur ofta det senare värdet är större respektive mindre än det tidigare värdet. Detta gör att eventuella "outliers" inte kommer att påverka resultatet. Metoden klarar även värden under detektionsgränsen, åtminstone så länge detektionsgränsen är samma i hela tidsserien. Saknade värden är inte heller något problem. Allt detta gör att man kallar metoden "robust". Icke-parametriska metoder kräver inte heller att data är normalfördelade. Mann-Kendall är i allmänhet mindre känslig än vanlig linjär regression, vilket innebär att det kan vara lite svårare att få statistisk signifikans för trend. Mann-Kendall kan användas på så små dataset som fyra värden (Gilbert, 1987).

I samband med att man räknar Mann-Kendall-statistik brukar man räkna ut något som heter "Sens slope" (Sen, 1968). Sens slope är en uppskattning av trendlinjens lutning, och räknas ut genom att ta medianen av lutningarna mellan alla par av data i tidsserien. Beräkningen är nära släkt med Mann-Kendall, men utförs helt oberoende av Mann-Kendall. Sens slope ger ibland en underskattning av trendens lutning. Det är till och med fullt möjligt att få en signifikant trend och samtidigt "Sens slope" = 0. Detta kan inträffa då det finns många exakt likadana värden i tidsserien, t. ex. många värden under detektionsgränsen och beror på att Sens slope är en medianberäkning.

Seasonal Kendall

Mann-Kendall ska inte användas på data med säsongsvariation, då ska Seasonal Kendall användas. Seasonal Kendall är en vidareutveckling av Mann-Kendall-metoden. Mann-Kendall-trend-statistik räknas ut på varje säsong för sig och läggs sedan ihop till ett gemensamt trendvärde för alla säsonger (Hirsch och Slack, 1984). På motsvarande sätt kan en Seasonal Kendall-slope räknas ut (Hirsch och Slack, 1982). Om datasetet har 12 säsonger så kan Seasonal Kendall användas om det finns åtminstone 3 års data (Gilbert, 1987).

Autokorrelation

När man räknar på data med säsongsvariation så är autokorrelation ett vanligt problem. Autokorrelation (även kallat seriell korrelation) innebär att ett mätvärde är beroende av något eller några av föregående mätvärden, till exempel att sannolikheten att ett mätvärde är högt ökar om föregående mätvärde är högt. När autokorrelation finns så tenderar p-värdena att bli för små och man kan få en signifikant trend trots att en sådan inte finns (Helsel, Mueller och Slack, 2006). Det är svårt att påvisa autokorrelation på dataserier kortare än 10 år. För Seasonal Kendall föreslår därför Hirsch och Slack (1984) att man för data med en tidsserie längre än 10 år använder ett p-värde som är justerat för autokorrelation.

Statistiskt verktyg

Beräkningarna av Mann-Kendall, Sens slope, Seasonal Kendall och Seasonal Kendall-slope har gjorts med DOS-programmet kendall.exe som utan kostnad tillhandahålls av U.S. Geological Survey (<http://pubs.usgs.gov/sir/2005/5275/downloads/>). Originalkoden för att räkna Seasonal Kendall är gjord av James R. Slack på U.S. Geological Survey och finns implementerad i kendall.exe (Helsel, Mueller och Slack, 2006). Kendall.exe accepterar bara en lokal och en parameter i taget och

blir därför tidsödande att använda för dataset med många lokaler och parametrar. För att komma runt detta har IVL utvecklat ett Excelbaserat program som kan kommunicera med Kendall.exe.

Referenser

Gilbert, R.O., 1987. Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring. Van Nostrand Rienhold Company, Inc., New York.

Helsel, D.R., Mueller, D.K. och Slack, J.R., 2006. Computer program for the Kendall family of trend tests: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2005-5275, 4 p.

Hirsch, R. M., Slack, J. R. och Smith, R. A., 1982. Techniques of trend analysis for monthly water quality data. Water Resour. Res., 18:107-121.

Hirsch, R. M. och Slack, J. R., 1984. A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence. Water Resour. Res., 20:727-732.

Mann, H.B., 1945. Non-parametric tests against trend: *Econometrica* v. 13, p. 245-259.

Sen, S.T.K., 1968. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *Journal of the American Statistical Association*, 63:1379-1389.