

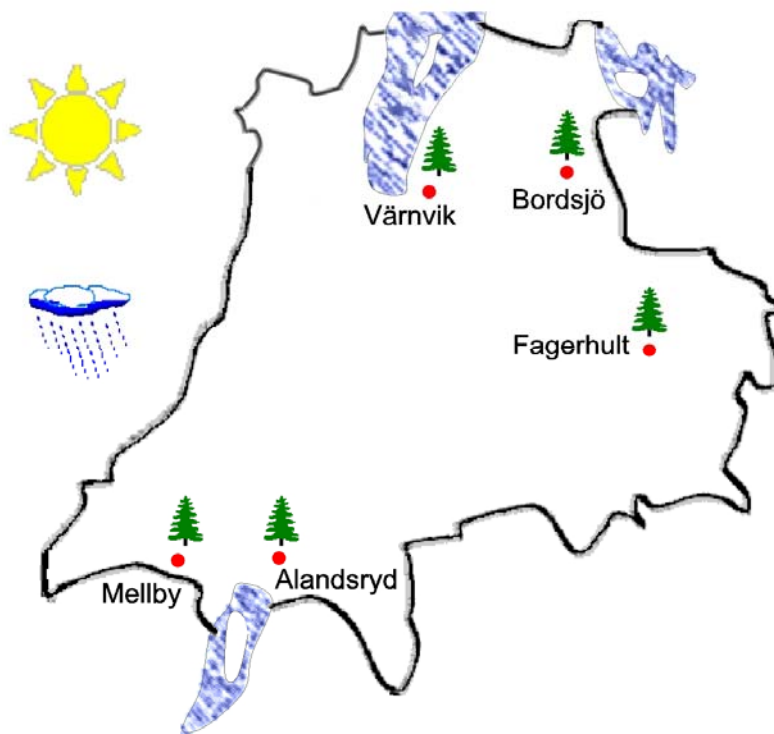


För Jönköpings läns Luftvårdsförbund

Övervakning av luftföroeningar i Jönköpings 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 1838

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
Alandsryd (F 09).....	5
Värnvik (F 12).....	6
Mellby (F 18).....	9
Bordsjö (F 22).....	11
Fagerhult (F 23).....	13
Sammanfattande bedömning av luftföroreningssituationen i Jönköpings län 2007/08.....	16
Modellberäknad deposition av svavel och kväve på kommun- och länsnivå.....	18
Jämförelse mot mål och normer på kalenderår.....	20
Nedfall av svavel och kväve.....	20
Luftkvalitet.....	21
Marknära ozon vid Asa.....	22
Temainriktad rapport.....	24
Ny webbplats.....	24
Nytt från Naturvårdsverket.....	24
Referenser.....	25
Bilaga 1. Data i tabellform - deposition, lufthalter, markvatten.....	26
Bilaga 2. Beskrivning av trendanalys med Mann-Kendall och Seasonal-Kendall-metodik.....	34

Rapporten godkänd
2009-06-09

John Munthe
Avdelningschef

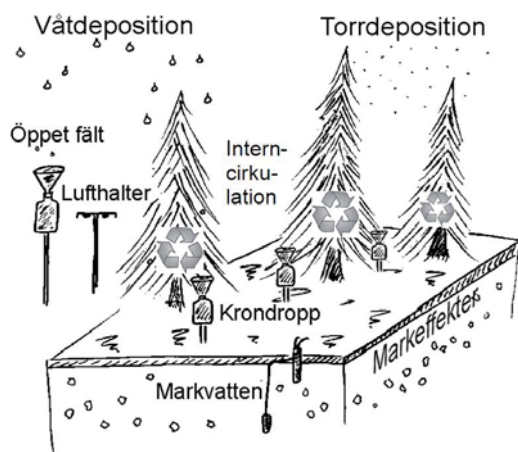
Sammanfattning

På uppdrag av Jönköpings läns Luftvårdsförbund mäter IVL nedfall av luftföroreningar och markvattenkvalitet på fem platser i länet. Krondroppsnätet 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 deras effekter på vegetation, mark och vatten. Mätningarna kompletteras med fördjupade modellberäkningar på regional nivå som baseras på modellberäkningar på nationell nivå med hög geografisk upplösning. Denna rapport fokuserar på redovisning av mätresultat. Den modellansats som ingår rör kommunvis deposition.

Generellt uppmättes mycket låga halter av SO₂ och relativt höga halter av NO₂ i luft under det hydrologiska året 2007/08 i Fagerhult. Mätningarna visar att regeringens långsiktiga mål för marknära ozon överskreds vid Fagerhult under året.

Nederbörds mängden på öppet fält-ytan under 2007/08, 807 mm, var avsevärt mindre än föregående hydrologiska år, men ungefär i nivå med genomsnittet under de 12 år som mätningar utförts. Svavelnedfallet (exklusive havssaltsbidrag) till skogsytorna i Jönköpings län uppgick till mellan 1,4 och 2,2 kg per hektar och år, vilket är lägre än tidigare år. Detta stämmer överens med den generella bilden i Sverige, med låga svavelhalter i nederbörden och låg svaveldeposition under 2007/08. Kvävednedfallet, som är lättast att tolka från mätningarna på öppet fält eftersom kväve interncirkulerar i trädkronorna i skogsytorna, uppgick till 7,1 kg per hektar på öppet fält-ytan i Fagerhult. Detta är högre än det genomsnittliga kvävednedfallet på öppet fält-ytan.

Markvattnet i skogsytorna i Jönköping är generellt surt, med låga pH, negativ ANC (syranutraliserande förmåga) och ofta höga halter oorganiskt aluminium. Markvattnet visar få tendenser till återhämtning från försurningen. Två av de fem ytorna uppvisar förhöjda nitratkvävehalter, vilket kopplas till effekter av stormen Gudrun.



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

Uppdragsgivare:

Jönköpings läns Luftvårdsförbund

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, försurning, markvatten, lufthalter,
Jönköpings län

IVL rapport B 1838

Beställs från någon av nedanstående:

Jönköpings läns Luftvårdsförbund Eva Hallgren- Larsson c/o Länsstyrelsen 551 86 Jönköping	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 *Friske luft* på regional nivå. Förutom ovan nämnda miljömål berör aktiviteterna inom Krondroppsnätet 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 Krondroppsnätets nya webbplats, www.krondroppsnatet.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 Krondroppsnätet, 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 *Friske Luft*. **Markvattenmätningar** sker vid 64 lokaler med undertryckslysometrar 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 **Jönköpings län** är resultat av ett lagarbete där provtagning utförts av Elis Bengtsson, Stefan Eriksson, SLU. På IVL har K Koos 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 och 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. Krondroppsnätet 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 nederbörds mängd, 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.

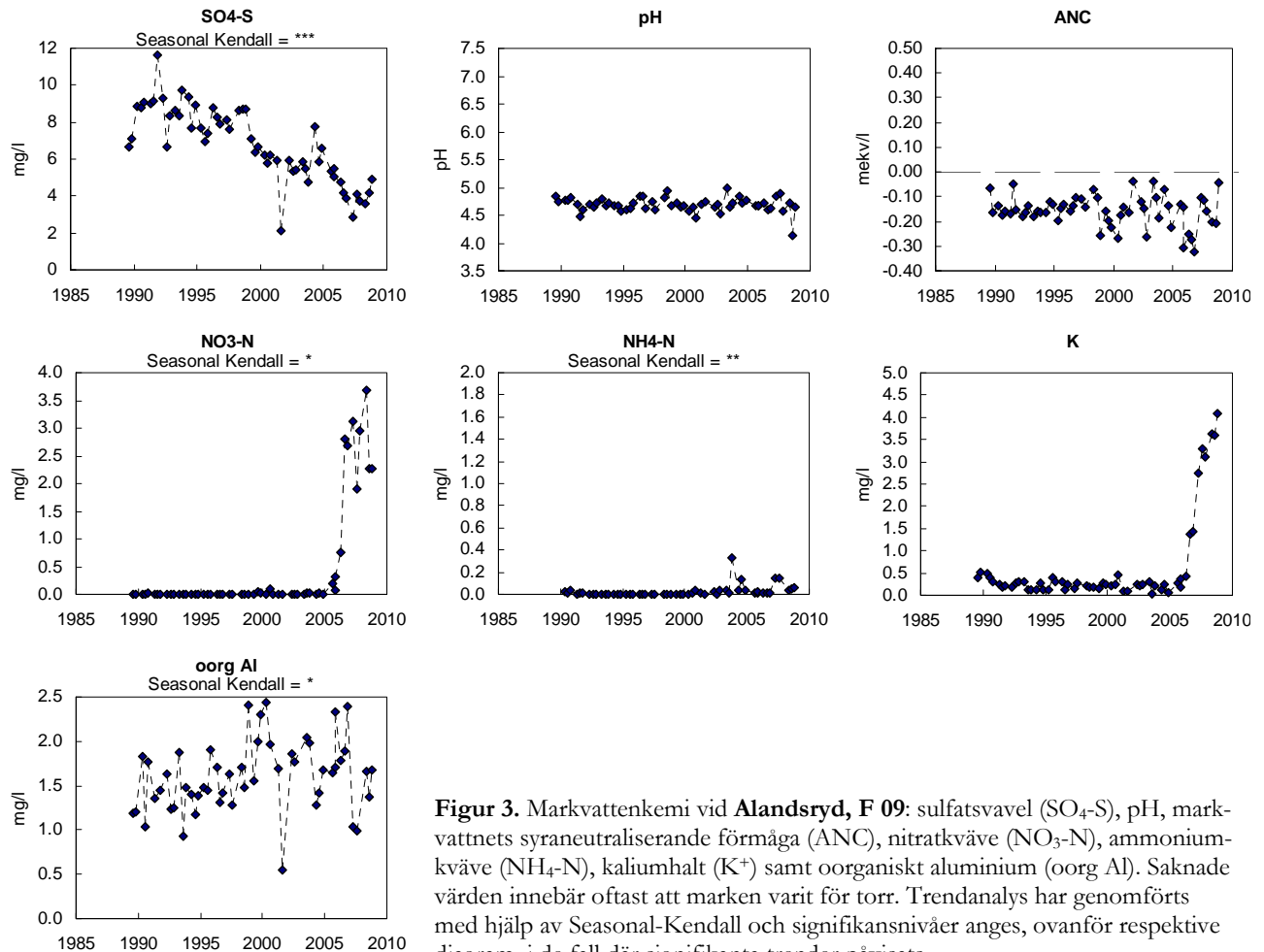
Mann-Kendall ska inte användas på data med säsongvariation, utan då skall istället Seasonal Kendall användas. Seasonal Kendall är en vidareutveckling av Mann-Kendall-metoden. I våra analyser har vi använt Mann-Kendall för årsvisa värden för deposition och Seasonal Kendall för markvattendata. Signifikans 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.

Alandsryd (F 09): Mätningar i granskogen i Alandsryd startade under det hydrologiska året 1989/90. I stormen Gudrun i januari 2005 blåste den då knappt 80-åriga skogen ner och därmed avslutades nedfallsmätningarna. Mätningarna i markvatten har dock fortsatt. Ytan ligger nordväst om Värnamo i en sluttning åt sydväst och är därmed mer utsatt för vindpåverkan än om området varit plant. Detta har medfört att skogsytan i Alandsryd tagit emot förhållandevis mycket deposition jämfört med övriga skogsytor i länet.

I Figur 3 visas samtliga mätningars markvattenhalter för ett antal ämnen sedan mätstarten 1989 vid Alandsryd. Under mätperioden har svavelhalten i markvattnet vid Alandsryd minskat signifikant, från cirka 9 mg/l till omkring 4 mg/l. Det är en naturlig följd av den minskande svavelbelastningen till ytan. Även om det försurningsbelastande svavelnedfallet har minskat så visar den statistiska trendanalysen ingen ökning av pH-värdet under mätperioden. Under det hydrologiska året 2007/08 uppmättes pH-värden mellan 4,1 och 4,7, vilket är i nivå med tidigare mätningar i mätserien, se Figur 3. Alandsryd är en av de lokaler i länet som har det mest försurningspåverkade markvattnet. Den syra-neutraliserande förmågan, ANC, har varit negativ under hela den 19-åriga mätserien och pH-värdet har varit omkring 4,7. Trots den minskade svavelbelastningen finns det inga tecken på minskad försurning av markvattnet. Tvärtom så har halten oorganiskt aluminium ökat signifikant, samtidigt som den organiska aluminiumhalten visar motsatt trend. Halten oorganiskt aluminium har generellt varit hög, medianvärdet för samtliga mätningar är 1,6 mg/l.

Några tydliga tidstrender är att halten ammoniumkväve i markvattnet ökat signifikant, medan TOC (totalt organiskt kol) liksom magnesium- och natriumhalten har minskat signifikant. Utöver de långsiktiga trenderna syns flera tydliga effekter av stormfällningen i markvattnet. Nitratkvävehalten har

varit kraftigt förhöjd vid samtliga mätillfällen efter stormen, mellan 0,3 och 3,7 mg/l. Ökningen av nitratkvävehalten motsvarar ökningen som vanligen sker efter avverkning, då kväveupptaget minskar kraftigt. Även kalcium-, kalium- och manganhalten ökade kraftigt i samband med stormfällningen. Under det hydrologiska året 2007/08 var kaliumhalterna ovanligt höga (> 3 mg/l jämfört med medianvärdet på 0,25 för samtliga 57 mätningar).



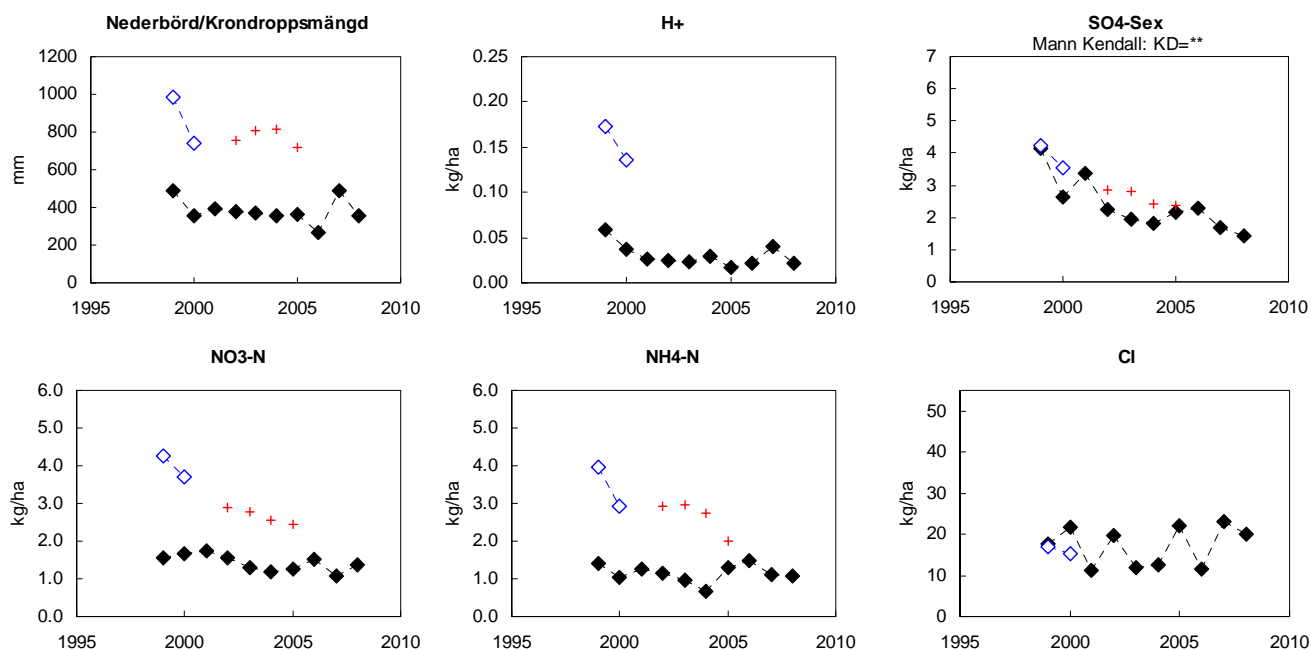
Figur 3. Markvattenkemi vid Alandsryd, F 09: sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kaliumhalt (K⁺) samt oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Värnvik (F 12): 55-årig granskog med ståndortsindex G28. Mätningar av nedfall och markvatten startade under det hydrologiska året 1998/99. Öppet fält mätningarna avslutades 2000/01. För närvarande mäts enbart nedfall i skogsytan (krondropp) och markvattenkemi.

I Figur 4 visas samtliga mätresultat som årsmedelvärde (hydrologiskt år) för deposition för ett urval parametrar vid Värnvik sedan mätstarten. Den av SMHI modellerade våtdepositionen vid Värnvik visas i Figur 4 som plustecken (+). Värnvik har generellt haft förhållandevis låg deposition av svavel. Under det hydrologiska året 2007/08 deponerades 1,4 kg antropogent svavel per hektar i Värnvik, vilket är på liknande nivå som i Bordsjö och Fagerhult. Svavelnedfallet i Värnvik har minskat signifikant sedan mätningarna påbörjades och svavelnedfallet 2007/08 var den lägsta noteringen under hela den tioåriga mätperioden.

Nedfallet av kväve (räknat som summa nitrat- och ammoniumkväve) till marken i skogen uppgick till 2,5 kg per hektar under det hydrologiska året 2007/08. Detta är i nivå med de värden som normalt uppmäts i Värnvik där depositionen varierat mellan 1,9 och 3,0 kg per hektar (2,6 som medelvärde) under den tioåriga tidsperioden som mätningarna pågått.

Det senaste årets mätningar visar att påverkan från havet, mätt som kloridnedfall till marken i skogen, är i nivå med den genomsnittliga kloriddepositionen under mätperioden. Under det hydrologiska året 2007/08 uppmättes ett kloridnedfall på 20 kg per hektar, jämfört med genomsnittet för mätperioden på 17 kg per hektar.



Figur 4. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och på öppet fält samt modellerad våtdeposition (SMHI) vid Värnvik, F 12. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: vätejoner (H^+); sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO_4-S_{ex}), nitratkväve (NO_3-N); ammoniumkväve (NH_4-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Modellerad nederbörd samt våtdeposition av svavel och kväve med 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.

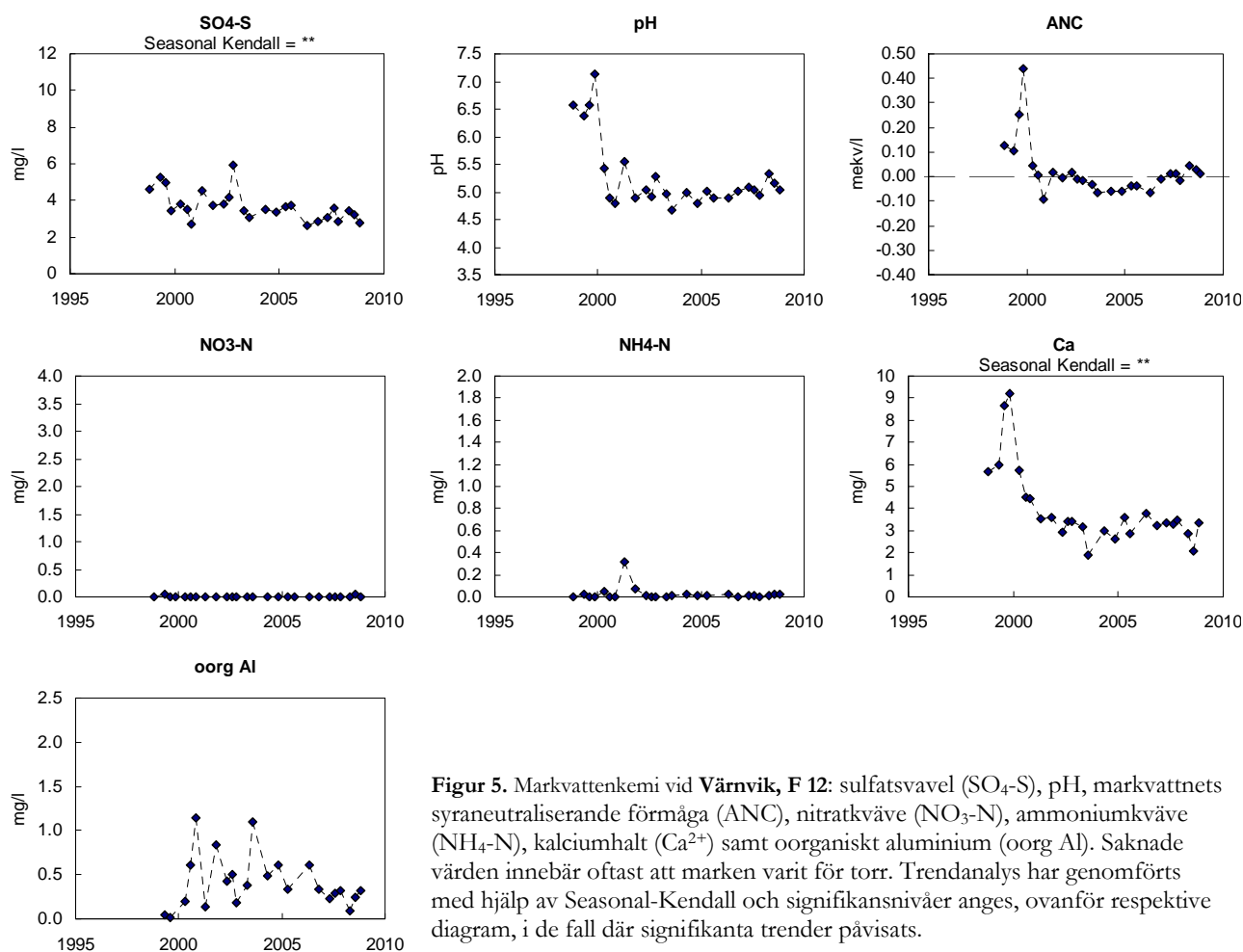
I Figur 5 visas samtliga mätningars markvattenhalter för ett antal ämnen sedan mätstarten 1998 i Värnvik. Tidigare år har det ibland varit problem att få vatten vid samtliga tre mättillfällen, men det hydrologiska året 2007/08 var detta inget problem. I slutet på 1990-talet, när mätningarna vid Värnvik började, låg pH-värdena i markvattnet runt 6,5 för att därefter sjunka kraftigt till en nivå runt 5. Det senaste hydrologiska året var pH-värdet runt 5, i likhet med medianvärdet för de 26 mätningarna i Värnvik. Detta medianvärde är det högsta i länet, då de övriga mätlokalerna ligger runt 4,7. Det höga pH-värdet i början av mätperioden kan ha orsakats av markstörningar då lysimetrarna för mätning av markvattnet lokaliserades i ytan. Även några av de andra parametrarna, till exempel ANC (den syraneutraliserande förmågan) och kalciumhalterna ser ut att ha påverkats, se Figur 5.

Sulfathalten i markvattnet har minskat signifikant sedan mätstart, vilket är ett resultat av det minskade svavelnedfallet i Värnvik. Markvattnet i Värnvik karaktäriseras av relativt hög kalciumhalt (3,5 mg/l), men kalciumhalterna har minskat signifikant under mätperioden, se Figur 5. Halten av

andra baskatjoner (magnesium och kalium) har också minskat signifikant i markvattnet i Värnvik under mätperioden. Även TOC (totalt organiskt kol) minskade signifikant.

Under 2008 uppmättes positiva värden på den syraneutraliserande förmågan, ANC, som tidigare under många år har varit negativ. Under det hydrologiska året 2007/08 var halten av oorganiskt aluminium låg (0,09-0,32 mg/l), vilket är lägre än medianvärdet på 0,33 mg/l. Ett positivt värde på ANC och lägre halter av oorganiskt aluminium är ett tecken på återhämtning från försurning. Dessa förändringar är dock inte signifikanta.

Markvattnet i Värnvik har låga halter av både nitrat- och ammoniumkväve, ofta under detektionsgränsen, vilket indikerar att kväve utnyttjas effektivt av skogsekosystemet.



Figur 5. Markvattenkemi vid Värnvik, F 12: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), kalciumhalt (Ca^{2+}) samt oorganiskt aluminium (oorg Al). 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.

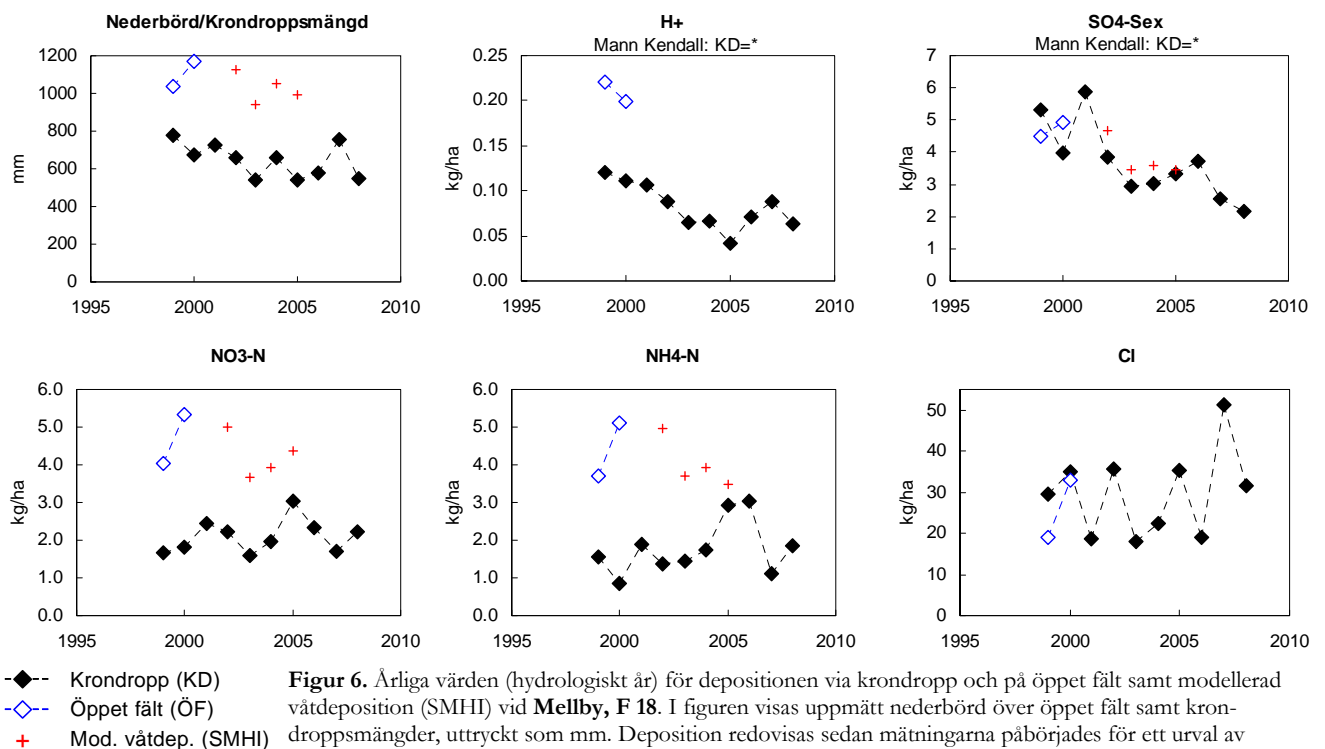
Mellby (F 18): 54-årig granyta, med ståndortsindex G26, i sydvästra delen av länet.

Mätningar av nedfall och markvatten startade under det hydrologiska året 1998/99. Skogsytan stormskadades vid stormen Gudrun i januari 2005, då ett tiotal träd blåste ner. Mätningarna på öppet fält avslutades 2000/01 och numera mäts bara nedfallet i skogsytan (krondropp) samt markvattenkemi.

I Figur 6 visas samtliga mätresultat för ett urval parametrar för deposition som årsmedelvärde (hydrologiskt år) sedan mätstarten vid Mellby. Den av SMHI modellerade våtdepositionen vid Mellby visas i Figur 6 som plustecken (+). Mellby, som är den sydvästligaste lokalen i länet, är den lokal som tar emot mest nedfall av svavel och oorganiskt kväve i länet. Under det hydrologiska året 2007/08 uppmättes tidseriens lägsta nedfall av svavel, 2,2 kg per hektar, vilket var högre än de övriga tre mätlokaler i länet. Svavelnedfallet i Mellby har minskat signifikant under mätperioden och har halverats på 10 år. I takt med att svavelnedfallet har minskat så har även halten vätejoner minskat signifikant, se Figur 6.

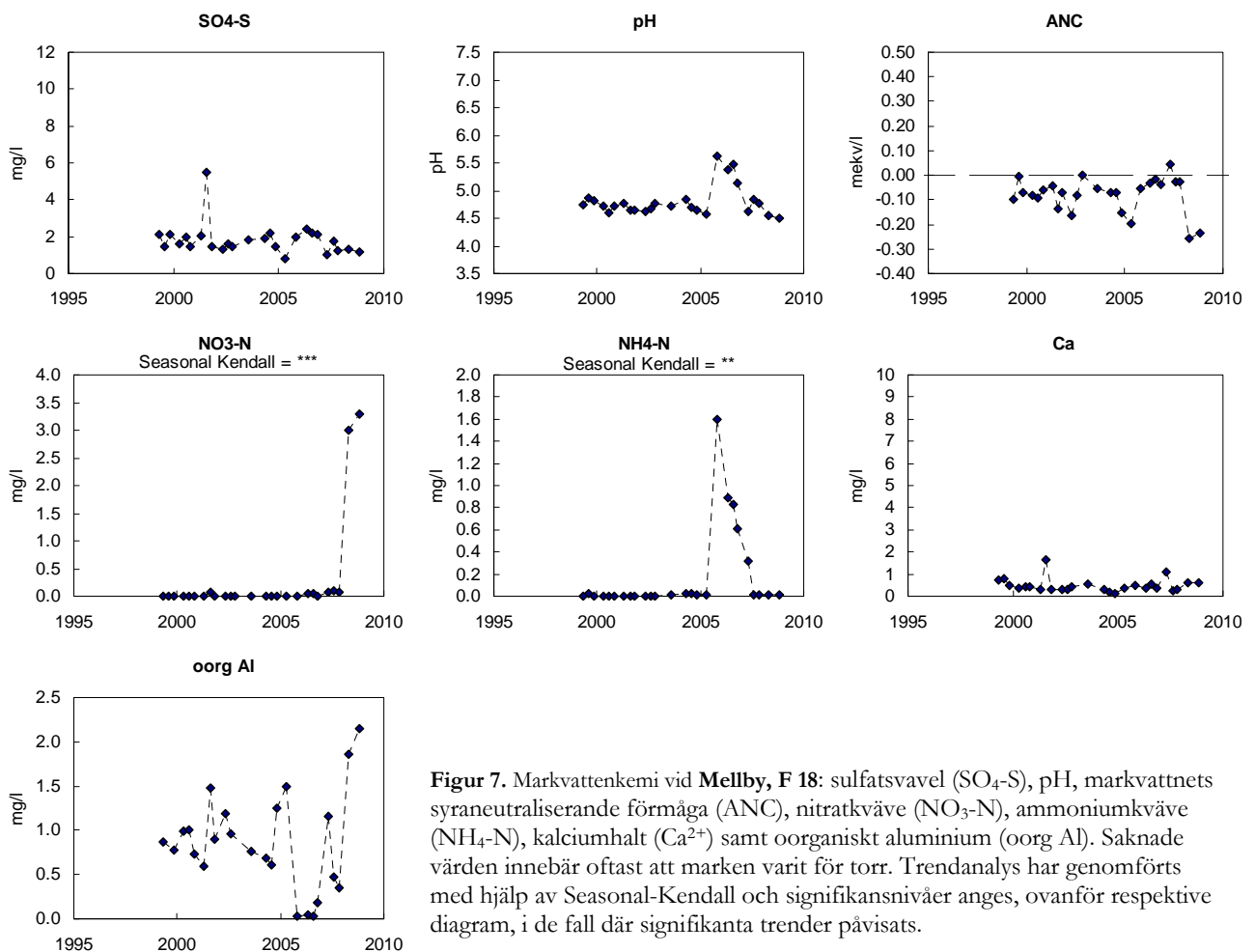
Under det hydrologiska året 2007/08 uppmättes nedfallet av oorganiskt kväve via krondropp till 4,1 kg per hektar, vilket är betydligt högre än föregående år, men normalt för ytan. Statistisk trendanalys visar inga trender vare sig för nitrat- eller ammoniumkväve.

Mellby är den lokal i länet som tar emot mest kloridnedfall till marken i skogen. Under det hydrologiska året 2007/08 uppmättes 32 kg per hektar, vilket är normala förhållanden för Mellby.



I Figur 7 visas samtliga mätningars markvattenhalter för ett antal ämnen sedan mätstarten 1998 i Mellby. Markvattnet visar nu åter på pH-värden omkring 4,7, efter den förhöjning av pH-värdet till

runt 5,5 som uppmättes under år 2006, se Figur 7. En trolig förklaring till den tillfälliga pH-förhöjningen är stormen Gudrun i januari 2005 som orsakade stormskador i Mellby då ett tiotal träd blåste ner. Även nitrat och ammoniumkvävehalterna uppvisar förhöjda halter efter stormen. Normalt sett brukar man, i samband med avverkning eller stormskador, se en förhöjning av nitrathalten i markvattnet. I Mellby ökade ammoniumhalten i samband med stormen, men nitrathalten höjdes först efter tre år. När nitrathalten ökade hade ammoniumhalten redan gått ner. Det finns andra exempel där det först sker en utlakning av ammoniumkväve efter kalhuggning som därefter åtföljs av en nitrattopp. Att inte allt frigjort ammoniumkväve nitrifierades i början kan ha berott på att populationen nitrifierare var för liten. Stormskadorna i Mellby verkar även ha påverkat pH-värdet och den syraneutraliserande förmågan (ANC) genom en tillfällig förhöjning. Även kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium förbättrades tillfälligt i samband med stormen, vilket har sin förklaring i de låga halterna oorganiskt aluminium som uppmättes efter stormen. Under det hydrologiska året 2007/08 var dock halten oorganiskt aluminium hög, och den högsta halten under hela mätperioden uppmättes (2,2 mg/l). Detta är betydligt högre halter än de låga värdena strax över noll som noterades under 2006. Under det hydrologiska året 2007/08 uppmättes de lägsta värdena på den syraneutraliserande förmågan (ANC), -0,25 mekv/l, under den tioåriga mätserien. Detta är en kraftig minskning jämfört med det föregående hydrologiska året då ANC låg runt 0. En låg syraneutraliserande förmåga och höga halter oorganiskt aluminium indikerar försurning.



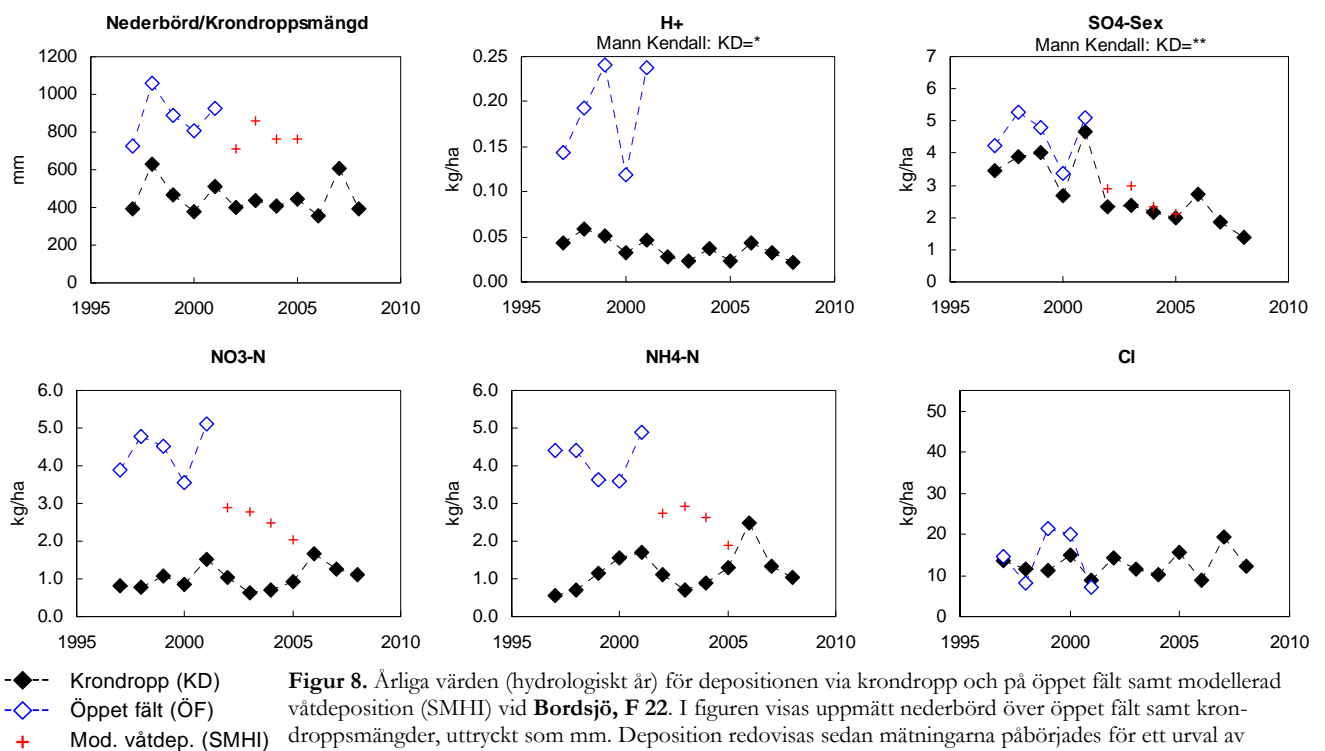
Figur 7. Markvattenkemi vid Mellby, F 18: sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalciumhalt (Ca²⁺) samt oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Bordsjö (F 22): EU-yta öster om Aneby. Skogen utgörs av 56-årig, ganska tät, granskog (G28) utan fältskikt, på gammal betesmark. Beståndet är delvis skadat av vilt och röta. Mätningar av nedfall och markvatten startade i januari 1996. I februari samma år startades även mätningar av lufthalter. Lufthaltsmätningarna och nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001. Numera mäts därför enbart nedfallet i skogsytan (kronddropp) samt markvattenkemi.

I Figur 8 visas samtliga mätresultat för ett urval parametrar för deposition som årsmedelvärde (hydrologiskt år) vid Bordsjö sedan mätstarten. Den av SMHI modellerade våtdepositionen vid Bordsjö visas i Figur 8 som plustecken (+). Under det hydrologiska året 2007/08 var Bordsjö den skogsyta i länet med det lägsta nedfallet. Svavelnedfallet uppgick till 1,4 kg per hektar, vilket är den lägsta noteringen under hela den 12-åriga mätperioden. Både halten sulfatsvavel och halten vätejoner i kronddropp har minskat signifikant sedan mätningarna startade 1996.

För kvävenedfallet syns inga signifikanta trender vare sig för nitrat- eller ammoniumkväve. Kvävenedfallet via kronddropp (räknat som summa nitrat- och ammoniumkväve) uppgick till 2,1 kg per hektar 2007/08, vilket är något lägre än medelvärdet på 2,3 kg per hektar för den 12-åriga mätperioden.

Bordsjö, tillsammans med Fagerhult, är de lokaler i länet med det lägsta kloridnedfallet, vilket förklaras av deras ostliga läge i länet. Under det hydrologiska året 2007/08 uppmättes kloridnedfallet i Bordsjö till 12 kg per hektar, vilket är normala nivåer för lokalen och betydligt lägre än föregående, mer stormdrabbade år.

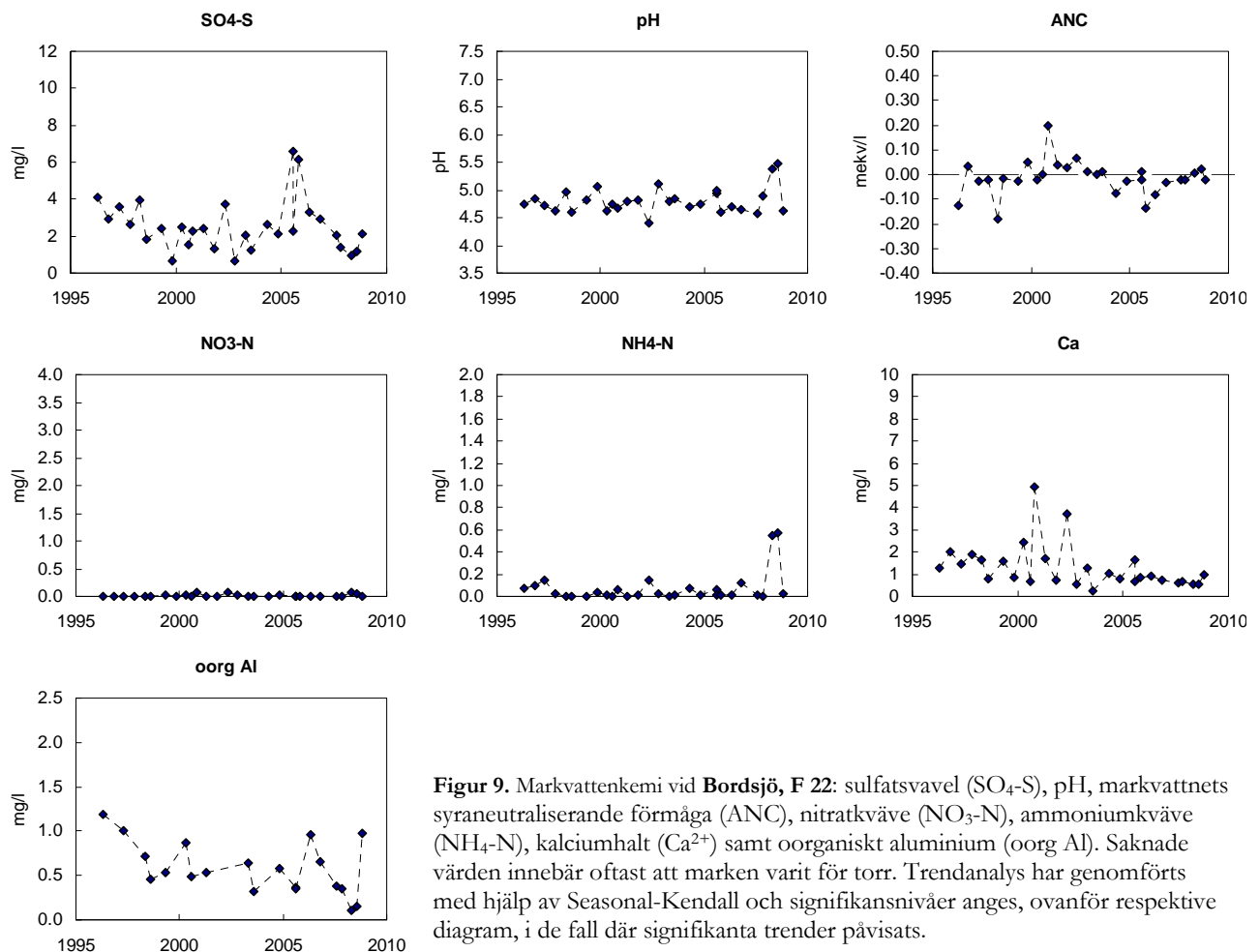


Figur 8. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via kronddropp och på öppet fält samt modellerad våtdeposition (SMHI) vid **Bordsjö, F 22**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt kronddroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: vätejoner (H⁺); sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, kronddropp. Modellerad nederbörd samt våtdeposition av svavel och kväve med 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.

I Figur 9 visas samtliga mätningars markvattenhalter för ett antal ämnen sedan mätstarten 1996 i Bordsjö. Markvattenmätningarna i Bordsjö visar att det inte finns några tendenser till minskad markförsurning i skogsytan, trots minskad svaveldeposition. Markvattnet i Bordsjö uppvisade något förhöjda pH-värden under det hydrologiska året 2007/08, med värden runt 5,5. Detta är högre än medianvärdet på 4,8 för de 29 mätningar som gjorts i Bordsjö under den tolvåriga mätperioden. Mätningen i oktober 2008 visade dock att pH-värdet åter sjunkit (4,6) till för lokalen normala nivåer. Framtida mätningar får visa om det bara var en tillfällig ökning av pH-värdet i Bordsjö.

Halterna av basketjoner i Bordsjö var under 2007/08 liksom tidigare år relativt låga, mindre än 1 mg kalcium per liter och mindre än 0,5 mg magnesium och kalium per liter. Under det hydrologiska året 2007/08 var halten oorganiskt aluminium låg (0,14-0,36 mg/l), men mätningen i oktober 2008 uppvisade en hög halt (0,98 mg/l) av oorganiskt aluminium i markvattnet. Järnhalterna har minskat signifikant, medan natriumhalterna har ökat sedan mätningarna påbörjades 1996. Under det hydrologiska året 2007/08 var dock natriumhalterna i nivå med medianvärdet för de 29 mätningarna.

Markvattnet vid Bordsjö har låga halter av både nitrat- och ammoniumkväve, ofta under detektionsgränsen, vilket indikerar att kväve utnyttjas effektivt av skogsekosystemet.



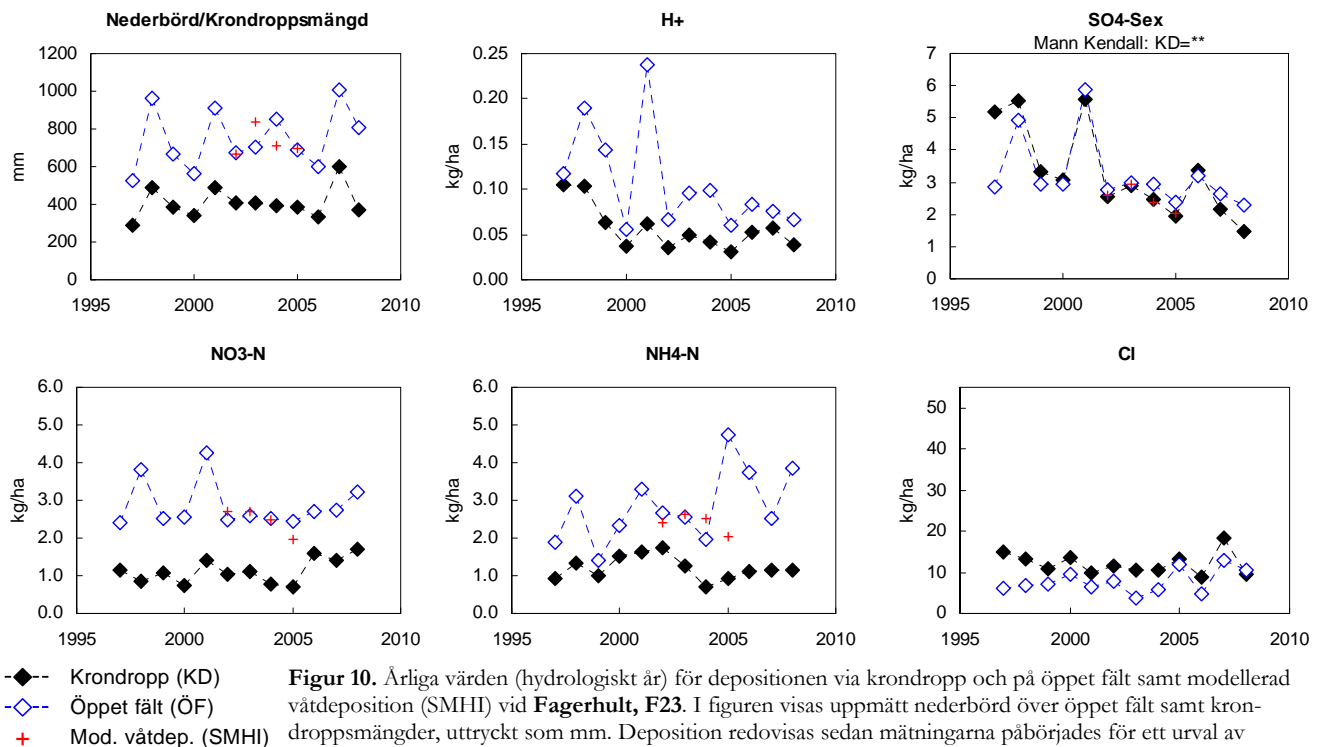
Figur 9. Markvattenkemi vid **Bordsjö, F 22:** sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), kalciumhalt (Ca^{2+}) samt oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast 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.

Fagerhult (F 23): EU-yta med 57-årig granskog på bördig mark, som troligtvis har varit gammal betesmark. Beståndet har högre bonitet än övriga granytor i länet, ståndortsindex G32. Mätningar av nedfall och markvatten startade i januari 1996. I november 2000 startades mätningar av lufthalter. Lokalen är en av tio intensivtytor i landet som sedan 2001 ingår i Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning av deposition till skog, vilket innebär att de nederbördskemiska mätningarna över öppet fält bekostas av nationella anslag. Vid Fagerhult mäts för närvarande deposition både till skog (krondropp) och öppet fält, samt lufthalter och markvattenkemi.

I Figur 10 visas samtliga mätningar för ett urval parametrar för deposition som årsmedelvärde (hydrologiskt år) vid Fagerhult sedan mätstarten. Den av SMHI modellerade våtdepositionen vid Fagerhult visas i Figur 10 som plustecken. (+). Fagerhult är den enda lokal i länet där mätningar fortfarande görs på öppet fält. Nederbörden i Fagerhult uppgick till 807 mm under 2007/08, Figur 10, vilket är relativt normalt för lokalen. Det antropogena svavelnedfallet på 2,3 kg per hektar är det lägsta uppmätta svavelnedfallet sedan mätningarna påbörjades 1996. Det oorganiska kvävedefallet var däremot relativt högt, 7,1 kg per hektar, jämfört med genomsnittet på 5,7 kg per hektar under den 12-åriga mätperioden. Modellerad nederbörd samt våtdeposition av svavel och kväve med MATCH-Sverige-modellen (Persson m.fl., 2004) ligger i nivå med de uppmätta värdena vid Fagerhult, se Figur 10.

I granytan uppmättes 1,5 kg svavel per hektar, det vill säga något lägre än på öppet fält. Vanligtvis uppvisar granytan ett högre värde än på öppet fält med tanke på torrdepositionen i skogsytan, men på senare år har torrdepositionen av svavel minskat kraftigt och därför har också skillnaden mellan depositions mängden i krondropp och öppet fält minskat. Även kvävedepositionen via krondropp var lägre än den till öppet fält, 2,9 kg per hektar och år jämfört med 7,1 på öppet fält. Skillnaden beror på att en del av kvävet tas upp i trädskronorna.

Nedfallet av organiskt kväve uppgick under 2007/08 i Fagerhult till 2,3 kg per hektar och år på öppet fält och 2,2 kg per hektar i skogsytan. Sedan år 2000 då organiskt kväve började mätas i Fagerhult, har nedfallet varierat mellan 1,5-2,9 kg per hektar på öppet fält och 1,7-3,5 kg per hektar i skogsytan.

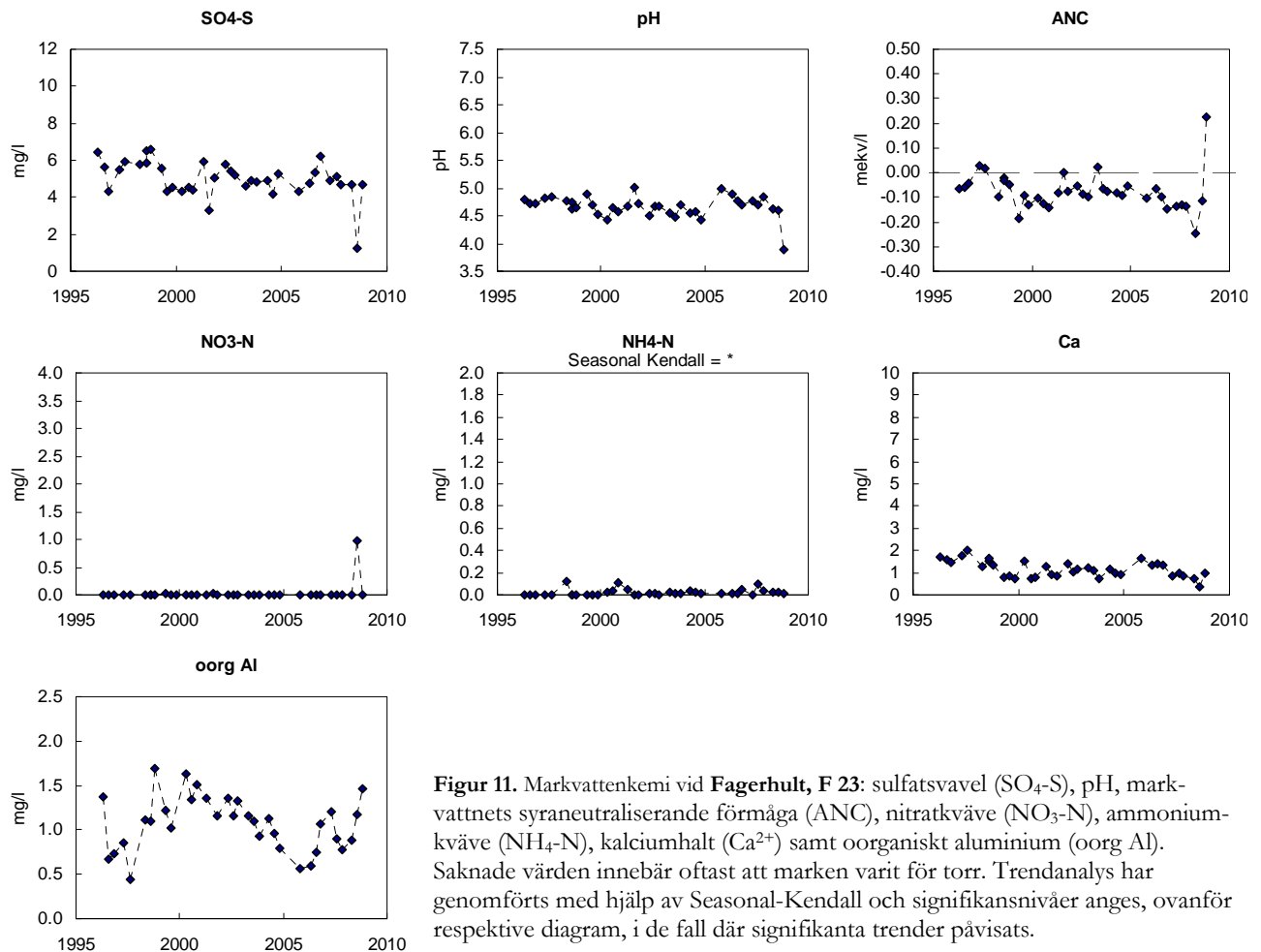


Figur 10. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och på öppet fält samt modellerad våtdeposition (SMHI) vid **Fagerhult, F23**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: vätejoner (H^+); sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO_4-S ex); nitratkväve (NO_3-N); ammoniumkväve (NH_4-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Modellerad nederbörd samt våtdeposition av svavel och kväve med 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.

I Figur 11 visas samtliga mätningars markvattenhalter för ett antal ämnen sedan mätstarten 1996 i Fagerhult. Trots att svavelnedfallet i Fagerhult har minskat signifikant så syns inte samma trend för sulfatsvavel i markvattnet. I markvattnet syns inga tydliga trender i någon riktning vad gäller försurningspåverkan. Markvattnets pH i Fagerhult var 4,6 - 4,8 under det hydrologiska året 2007/08, vilket är i nivå med medianvärdet på 4,7 för de 37 pH-mätningarna i Fagerhult. Under oktober 2008 uppmättes dock ett för lokalen ovanligt lågt pH-värde på 3,9. Framtida mätningar får visa om detta är en tillfällig pH-minskning i Fagerhult. Samma mätning visade på en kraftig förhöjning av ANC på 0,23 mekv/l, jämfört med tidigare då ANC har varit negativt under en lång period.

Halten oorganiskt aluminium har fluktuerat under den tolvåriga mätperioden i Fagerhult. Under det hydrologiska året 2007/08 låg halten på 0,7-1,2 mg/l, vilket är i nivå med medianvärdet på 1,1 mg/l för hela mätperioden. Halterna av baskatjoner var måttliga och magnesiumhalten i markvattnet har minskat signifikant under mätperioden. I Fagerhult har däremot signifikant ökade halter för klorid och natrium noterats, vilket troligen kan förklaras av det ökade havssaltsbidraget som förekommit vid de senaste årens stormar.

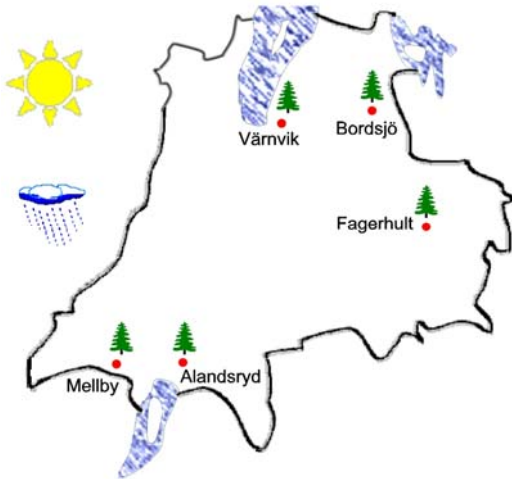
I likhet med tidigare år var kvävehalterna i markvattnet låga, men i september 2008 uppmättes en hög halt nitratkväve (1,0 mg/l), vilket kan tyda på att kväveomsättningen kan vara negativt påverkad i skogen. Halten ammoniumkväve har ökat signifikant under mätperioden. Halterna är dock fortfarande låga och 2007/08 låg de runt 0,03 mg/l.



Figur 11. Markvattenkemi vid **Fagerhult, F 23**: sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalciumhalt (Ca²⁺) samt oorganiskt aluminium (oorg Al). 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.

Mätningarna av SO₂, NO₂, NH₃ och O₃ vid Fagerhult startade 2000. Årsmedelhalterna (hydrologiskt år) av SO₂ har sedan mätningarna startade varierat mellan 0,4 och 0,9 µg/m³. Under mätperioden 2007/08 var årsmedelhalten av SO₂ den hittills lägsta som uppmätts. Detta beror främst på de låga halter som uppmättes under vintermånaderna 2007 samt 2008. Årsmedelhalterna för NO₂ i Fagerhult under 2007/08 var 1,9 µg/m³ vilket är den tredje högsta halten som uppmätts vid lokalen. Höga kvävedioxidhalter under januari och februari 2008 är en del av förklaringen till det relativt höga årsmedelvärdet för NO₂. Under årets mätningar har annars generellt låga SO₂- och NO₂-halter i luft observerats över hela södra Sverige. Sommarhalvsårsmedelhalten 2008 av NH₃ var under detektionsgränsen på 0,3 µg/m³, vilket är det lägsta värdet som uppmätts vid Fagerhult. Sommarhalvsårsmedelhalterna av O₃ har sedan mätningarna startade varierat mellan 56 och 66 µg/m³. Under sommaren 2008 var medelhalten 60 µg/m³ med de högsta halterna i april - juni. Generellt var annars ozonhalterna under sommaren 2008 relativt ”normala” i södra Sverige.

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



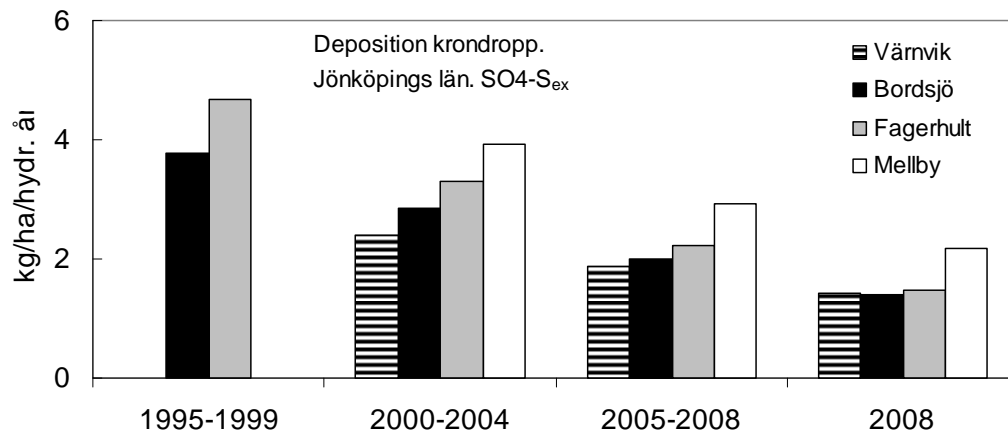
I Jönköpings län finns för närvarande fem aktiva lokaler i Krondropps nät, se Tabell 1. Samtliga ytor är granytor. Alandsryd har med sin 19-åriga mätperiod den längsta tidsserien för markvatten, medan Bordsjö och Fagerhult har den längsta tidsserien för nedfall (12 år). Mellby, som är den sydvästligaste lokalen i länet, är den lokal som tar emot mest nedfall av svavel och oorganiskt kväve i länet. Under det hydrologiska året 2007/08 var Bordsjö den lokal i länet som tog emot minst nedfall.

Den bästa uppskattningen av det totala svavelnedfallet fås 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 skogsytorna var det antropogena svavelnedfallet i länet lågt under 2007/08 (1,6 kg per hektar som ett genomsnitt för de fyra lokalerna). I samtliga skogsytor uppmättes det lägsta nedfallet sedan mätningarna påbörjades. Det antropogena svavelnedfallet har minskat signifikant på samtliga ytor i länet, se Figur 12. Nedfallet har minskat med 61 % under de senaste 10 åren, från 4,2 kg per hektar 1998/99 till 1,6 kg per hektar (som ett genomsnitt för de fyra lokalerna). Denna trend är tydlig i stora delar av Sverige, framför allt i sydväst. Det är framförallt torrdepositionen som har minskat.

Tabell 1. Aktiva ytor i Jönköpings län 2007/08.

Lokal	Dominerande trädslag	Öppet fält	Krondropp	Markvatten	Lufthalter
Alandsryd (F 09)	gran			X	
Värnvik (F 12)	gran		X	X	
Mellby (F 18)	gran		X	X	
Bordsjö (F 22)	gran		X	X	
Fagerhult (F 23)	gran	X	X	X	X



Figur 12. En översikt över nedfallet av antropogent sulfatsvavel (SO₄-S_{ex}) mätt som krondropp vid de nu aktiva lokalerna 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). För Mellby och Värnvik ingår endast tre års mätningar i den första femårsperioden (1995-1999). I övrigt finns alla årsdata.

Kvävenedfallet på öppet fält i Fagerhult uppgick till 3,2 kg nitratkväve och 3,9 kg ammoniumkväve, det vill säga 7,1 kg per hektar under 2007/08. Detta är högre än genomsnittet på lokalen (5,7 kg per hektar), men ingen trend motsvarande den för svavel kan påvisas. Kloriddepositionen har varit något högre under den senare delen av mätserien, vilket kan förklaras med ökad stormfrekvens.

Markvattenmätningarna i länet uppvisar inga tendenser till minskad markförsurning i skogsytorerna, trots minskad svaveldeposition. Alandsryd och Värnvik är de enda lokalerna i länet där sulfathalten i markvattnet har minskat signifikant, vilket är ett resultat av det minskade svavelnedfallet. I övrigt syns inga tecken på återhämtning, varken för pH, den syraneutraliserande förmågan (ANC) eller halten oorganiskt aluminium. Värnvik är den minst försurade ytan i länet med pH-värden i markvattnet omkring 5, jämfört med 4,7 för de övriga mätlokaler.

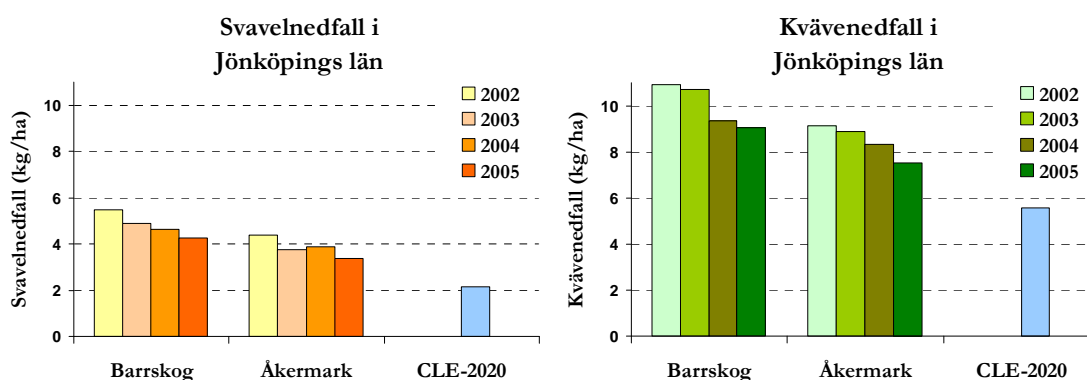
Jönköping drabbades av stormen Gudrun i januari 2005 och markvattenmätningarna i Alandsryd och Mellby uppvisar förhöjda halter av nitrat- och ammoniumkväve efter stormen. Detta är troligtvis en effekt av stormen eftersom man normalt sett brukar se en förhöjning av nitrathalten i markvattnet i samband med avverkning eller stormskador.

I Jönköpings län mäts **lufthalter** endast på en station i länet, Fagerhult. Under mätperioden 2007/08 var årsmedelhalten av SO₂ den lägsta som uppmätts vid lokalen, vilket främst beror på de låga halter som uppmättes under vintern 2007 och 2008. Årsmedelhalterna för NO₂ i Fagerhult under 2007/08 var relativt höga för lokalen. Under årets mätningar har annars generellt låga SO₂- och NO₂-halter i luft observerats över hela södra Sverige. Sommarhalvsmedelhalten 2008 av NH₃ var den lägsta sommarhalvsmedelhalten som uppmätts vid Fagerhult. Under sommaren 2008 var medelhalten för O₃ relativt ”normal” för lokalen något som även gällde i hela södra Sverige.

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.

Länsvis och kommunvis 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 depositionsscenarioet CLE, Current legislation, som är ett slags basscenario som utgår från dagens beslut om minskade utsläpp inom Europa. För CLE-scenariet 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 13 och på kommunnivå i Tabell 2 och Tabell 3.



Figur 13. Nedfall av svavel och kväve (kg per hektar och kalenderår) i Jönköpings län under 2002-2005 och år 2020 enligt CLE-scenariet, modellerat med MATCH-Sverige-modellen.

Svavelnedfallet (utan havssalt) i Jönköpings län beräknades till omkring 4,3-5,5 kg per hektar och år i barrskog och 3,4-4,4 kg på åkermark under 2002-2005. Kvävednedfallet (våt- och torrdeposition) beräknades till omkring 9,1-10,9 kg per hektar och år i barrskog och 7,5-9,1 kg på åkermark under motsvarande period. Enligt CLE-scenariet ska nedfallet minska till omkring 2,2 kg svavel och 5,6 kg kväve per hektar till år 2020.

Det modellerade svavelnedfallet i barrskog är högre än det uppmätta krondroppet vid de fyra krondroppsytorerna i länet under den aktuella tidsperioden 2002-2005. Detta indikerar att MATCH-modellen överskattar nedfallet av svavel i länet i förhållande till de mätningar som görs. Det modellerade nedfallet går dock inte att direkt jämföra med uppmätt nedfall i Krondroppsytorerna eftersom det modellerade nedfallet är ett medelvärde för hela länet/kommunen, medan Krondroppsmätningarna gäller en specifik yta, med specifika exponeringsegenskaper.

För kväve är det svårt att jämföra modellvärdet med krondroppsmätningen, eftersom modelleringen ger totaldepositionen av kväve, medan krondroppsmätningarna 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 torrdeposition 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 går det inte att mäta kvävedepositionen till skog på grund av intercirculationen av kväve i trädskronorna. Ytterligare en fördel är att modeller kan användas för att beräkna framtida trender vid olika scenarier för nedfall, skogsbruk och klimat.

Tabell 2. Svavelnedfall (utan havssalt) på kommunnivå i Jönköpings 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
Aneby	4.9	4.6	4.0	3.6	3.8	3.5	3.3	2.9	2.0
Eksjö	4.9	4.6	4.2	3.6	3.9	3.5	3.4	2.7	2.0
Gislaved	6.5	5.4	5.5	5.1	5.3	4.2	4.7	4.2	2.4
Gnosjö	6.1	5.1	5.1	4.8	5.0	4.0	4.4	3.9	2.3
Habo	4.8	4.2	3.9	3.9	3.8	3.2	3.2	3.2	1.8
Jönköping	5.2	4.6	4.3	4.0	4.1	3.6	3.5	3.3	2.0
Mullsjö	5.4	4.5	4.5	4.4	4.3	3.5	3.7	3.7	2.2
Nässjö	5.3	4.9	4.6	4.0	4.3	3.8	3.8	3.1	2.2
Sävsjö	5.7	5.2	4.8	4.4	4.5	4.0	4.0	3.5	2.3
Tranås	4.6	4.3	3.8	3.4	3.7	3.3	3.0	2.7	1.9
Vaggeryd	5.8	5.1	5.0	4.5	4.6	3.9	4.2	3.6	2.4
Vetlanda	5.2	4.8	4.4	4.1	4.1	3.7	3.6	3.1	2.1
Värnamo	6.2	5.2	5.2	4.8	5.0	4.0	4.5	3.8	2.3

* 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 Jönköpings 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
Aneby	9.9	10.3	8.6	7.9	8.2	8.6	7.6	6.5	4.9
Eksjö	9.6	9.7	8.4	7.5	7.9	8.0	7.5	6.0	5.1
Gislaved	13.3	12.2	11.0	11.2	11.3	10.2	9.9	9.6	6.8
Gnosjö	12.1	11.2	10.2	10.1	10.2	9.3	9.2	8.5	5.8
Habo	9.3	9.2	7.9	8.4	7.8	7.6	7.0	6.9	5.6
Jönköping	10.3	10.3	8.8	8.6	8.7	8.6	7.8	7.1	5.0
Mullsjö	11.1	10.6	9.5	9.9	9.4	8.9	8.5	8.5	5.9
Nässjö	10.7	10.8	9.4	8.2	8.9	9.0	8.4	6.7	5.5
Sävsjö	11.1	11.1	9.4	9.3	9.2	9.3	8.4	7.7	5.8
Tranås	9.4	9.7	7.9	7.7	7.8	8.1	7.0	6.2	4.8
Vaggeryd	11.4	11.1	9.9	9.3	9.5	9.2	8.8	7.7	5.8
Vetlanda	10.1	10.1	8.7	8.3	8.3	8.3	7.7	6.7	5.3
Värnamo	12.2	11.4	10.4	10.8	10.2	9.4	9.3	9.2	6.1

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

Jämförelse mot mål och normer på kalenderår

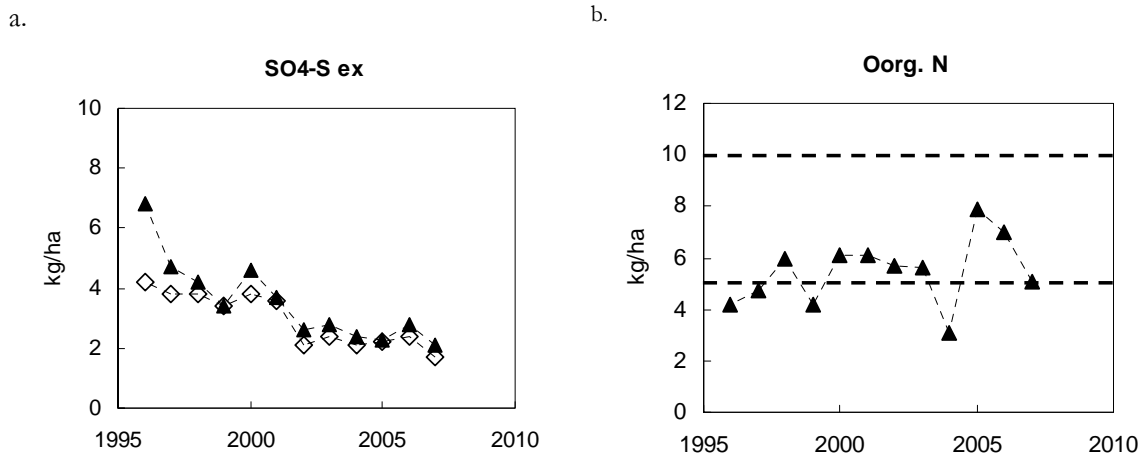
Nedfall av svavel och kväve

Miljö kvalitetsmålet *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 14a visas svavelnedfallet till skogsmark på de två krondroppsytor i Jönköpings län med längst tidsserier, Bordsjö och Fagerhult. 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 Jönköpings län är lägre 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. Beträffande övergödande kväve pågår för närvarande mycket arbete kopplat till kritisk belastning runt om i Europa. Nyligen uppdaterades den kritiska belastningsgränsen, bland annat baserat på lågdos-försök i norra Sverige (Nordin m.fl., 2005). Den kritiska belastningsgränsen som gäller generellt för Sverige är 5-10 kg per hektar och år (UNECE, 2007). Den lägre gränsen kan antas gälla för de känsligaste ekosystemen.

I Figur 14b visas kvävenedfallet på öppet fält i Fagerhult, som är den enda ytan i länet där mätningar på öppet fält fortfarande pågår. 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 i Fagerhult varierat kring den undre gränsen av intervallet 5-10 kg. Detta betyder att nedfallet bör minska för att inte den kritiska belastningen ska överskridas under något år. 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.



Figur 14. Svavelnedfall (exklusive havssaltsbidrag) till skogsmark i Bordsjö (◇) och Fagerhult (▲) (a) och nedfall av oorganiskt kväve (nitratkväve och ammoniumkväve) på öppet fält i Fagerhult (b) som årssumma på kalenderår (kg per hektar och år). De streckade linjerna i kvävefiguren visar gränserna för intervallet för kritisk belastning för kväve, 5-10 kg per hektar och år.

Luftkvalitet

Miljömål och miljökvalitetsnormer är i huvudsak utformade för att skydda människor i tätorter. Det finns dock miljömål/miljökvalitetsnormer som är utformade även för vegetation och ekosystem, speciellt gäller detta för marknära ozon. När det gäller svavel- och kväveföroreningar är dessa målvärden inte satta utifrån ett vegetationsperspektiv utan de är relativt högt satta. Det är dock mycket viktigt att även mäta lufthalter i bakgrundsmiljöer som ej har påverkats av tätortsmiljön, bland annat för att skapa ett underlag för att bedöma behov och nytta med lokala åtgärder för att minska luftföroreningar.

Svaveldioxid:

Miljömål: Halten 5 mikrogram/ m^3 för svaveldioxid som årsmedelvärde skall vara uppnådd i samtliga kommuner.

Miljökvalitetsnorm, till skydd för ekosystem: Års- samt vinterhalvårsmedelvärdet för svaveldioxid får ej överstiga 20 $\mu g/m^3$.

Uppmätta vinterhalvårsmedelhalter inom Krondroppsnätets lokaler i länet under 2008:

Lokalkod	Namn	SO ₂ -halt i $\mu g/m^3$	Överskridande av miljömål & miljökvalitetsnormer*
F 23 A-9	Fagerhult	0,4	nej

*Halterna av SO₂ är högst under vinterhalvåret vilket medför att årsmedelvärdet är lägre än vinterhalvårsmedelvärdet.

Kvävedioxid:

Miljömål: Halten 20 mikrogram/ m^3 som årsmedelvärde för kvävedioxid skall i huvudsak underskridas år 2010.

Miljö kvalitetsnorm, till skydd för ekosystem: Årsmedelvärdet för kvävedioxid får ej överstiga 30 µg/m³ efter den 31 december 2005. (Gäller på landsbygd med minst 20 km till närmaste storstad eller 5 km till annat bebyggt område).

Uppmätta årsmedelhalter inom Kron dropps nätets lokaler i länet under 2008:

Lokalkod	Namn	NO ₂ -halt i µg/m ³	Överskridande av miljömål & miljö kvalitetsnormer
F 23 A-9	Fagerhult	1,8	nej

Marknära ozon:

När det gäller marknära ozon finns många miljömål, men det miljömål som är direkt tillämpligt för de mätningar som sker inom Kron dropps nätet är att halterna av marknära ozon som sommarhalvs-årsmedelvärde får ej överskrida 50 µg/m³ efter år 2020.

Uppmätta sommarhalvsårsmedelhalter inom Kron dropps nätets lokaler i länet under 2008:

Lokalkod	Namn	O ₃ -halt i µg/m ³	Överskridande av miljömål & miljö kvalitetsnormer
F 23 A-9	Fagerhult	60	ja

Marknära ozon vid Asa

Ozonhalter mäts med instrument på timbasis vid Asa Försökspark, ca 20 km norr om Växjö, i regi av Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), sedan 2007 på uppdrag av Luftvårdsförbunden i Jönköpings- och Kronobergs län. Mätningarna har tidigare pågått mellan 1993 och 2001 finansierat av SLU, men efter ett längre uppehåll kunde mätningarna återupptas 2007 med finansiering från Luftvårdsförbunden. Från och med 2008 övergår finansieringen av mätningarna till det så kallade "Ozonmät nätet i södra Sverige".

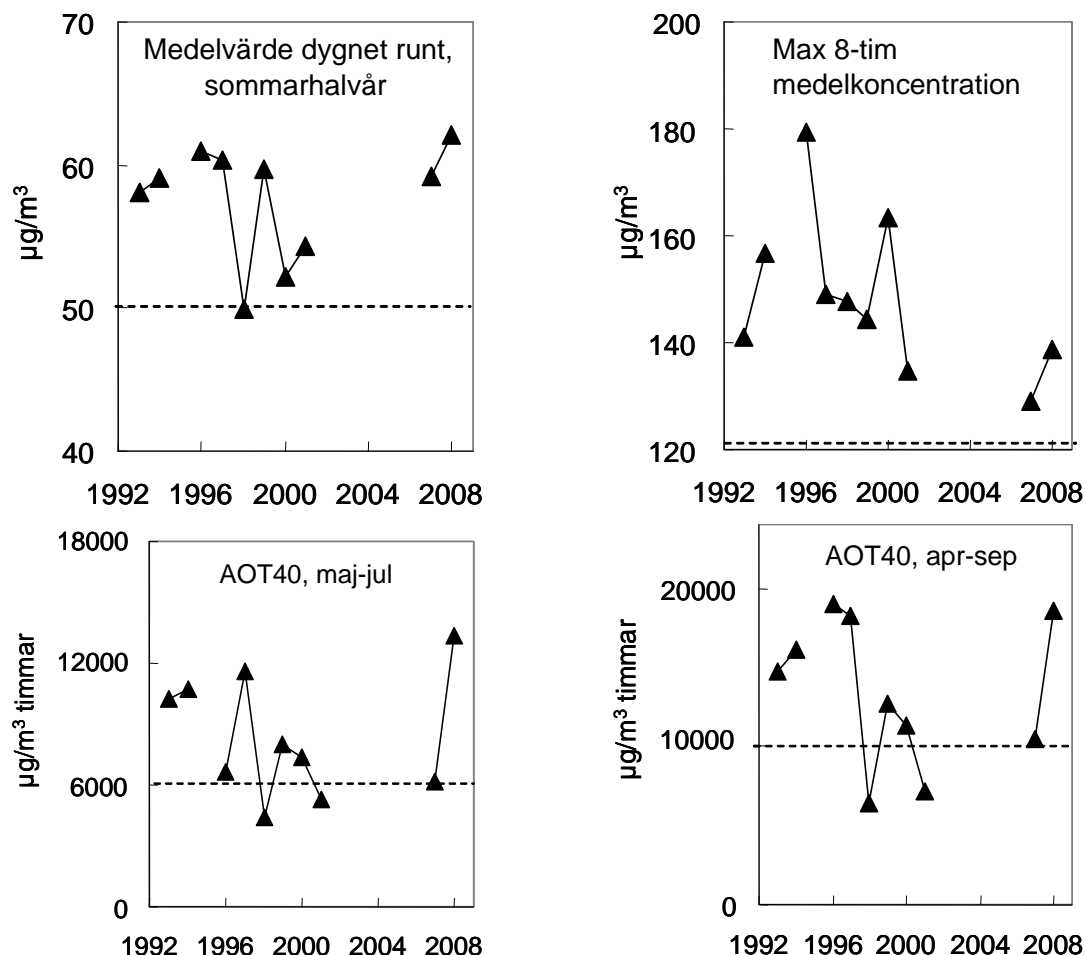
Årsvisa värden beräknade från ozonmätningarna vid Asa visas i Figur 15 för hela mätperioden för ozonmedelhalten sommarhalvår, den maximala 8-timmarsmedelkoncentrationen, AOT40 maj-juli samt AOT40 april-september. Med AOT menas en ackumulerad exponering över 40 ppb (80 µg/m³). Detta beräknas så att varje timvärde för ozonkoncentration under dagtid (kl 08-20) subtraheras med 80 µg/m³ och om resultatet är ett positivt värde ackumuleras detta under den tidsperiod som är aktuell.

Ozonmedelhalten sommartid har legat mellan 58 och 62 µg/m³ med det högsta värdet under det senaste året 2008. Generationsmålet inom miljö kvalitetsmålet *Frisk Luft* anger att sommarmedelvärdet till år 2020 inte bör överskrida 50 µg/m³, vilket det har gjort alla år sedan mätningarna påbörjades. Miljö kvalitetsnormen säger att det maximala 8-timmarsmedelvärdet för ozon från och med år 2010 inte bör överskrida 120 µg/m³, vilket det har gjort varje år utom ett sedan mätningarna startade.

Miljö kvalitetsnormen säger vidare att AOT40 maj-juli inte bör överskrida 18000 µg/m³ timmar till år 2010 och inte överskrida 6000 µg/m³ timmar till år 2020. AOT40 maj-juli har inte överskridit 18000 µg/m³ timmar något år men däremot överskridit 6000 µg/m³ timmar varje år utom två sedan mätstarten.

Ozonförekomsten i Sverige beror till största delen på långväga transport av ozonbildande ämnen från kontinentala och södra Europa men även från andra kontinenter såsom Nordamerika och Asien. Därför är miljö kvalitetsnormen för ozon utformad som en "börnorm". För att minska ozonförekomsten är således Sverige beroende av framgångsrika internationella förhandlingar om minskningar av utsläppen av ozonbildande ämnen från länder i Europa men även över hela norra halvklotet. EU har genom det så kallade "takteriktivet" satt gränser för utsläpp av ozonbildande ämnen.

En stor del av metodutvecklingen och förhandlingsarbetet inom detta område försiggår inom "Konventionen om Långväga Transporterade Luftföroreningar", LRTAP (www.unece.org/env/lrtap). Inom LRTAP-konventionen tillämpas för närvarande ett målvärde för att skydda Europas skogar mot negativ inverkan från ozon. Detta målvärde grundar sig på AOT40 april-september och värdet är 10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Även detta värde överskrids vid Asa alla år utom två sedan mätstarten.



Figur 15. Årsvisa värden baserat på ozonmätningar med instrument vid Asa, 5m över mark, för ozonmedelhalten sommarhalvår, den maximala 8-timmarsmedelkoncentrationen, AOT40 maj-juli samt AOT40 april-september. Streckade horisontella linjer anger olika målvärden som tillämpas inom miljö kvalitetsmålet *Friske Luft*, inom miljö kvalitetsnormen för ozon samt inom Luftkonventionen (LRTAP).

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, resultatnriktade 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 under 2009 på öppet fält samt en station för krondropp, markvatten och lufthalter. 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 av Naturvårdsverket under 2009.

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 Jönköpings län – mätningar och modellering. Resultat till och med september 2007. IVL Rapport B 1780.
- 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** (våtdeposition) i Jönköpings 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⁺
Fagerhult,	07/08	807	0,07	2,8	2,3	10,5	3,2	3,9	2,7	1,5	8,4	3,4	0,72
Jönköping	06/07	1007	0,08	3,3	2,7	13,0	2,7	2,5	3,5	1,3	7,9	3,6	0,30
(F 23 A)	05/06	598	0,08	3,4	3,2	4,8	2,7	3,7	2,9	0,6	2,5	4,7	0,28
	04/05	689	0,06	2,9	2,4	11,9	2,4	4,8	2,4	1,1	7,0	2,8	0,13
	03/04	849	0,10	3,2	2,9	5,7	2,5	2,0	2,7	0,6	3,6	3,2	0,07
	02/03	704	0,10	3,2	3,0	3,8	2,6	2,6	1,7	0,6	2,3	1,9	0,09
	01/02	677	0,07	3,1	2,8	7,8	2,5	2,7	1,8	0,6	4,7	2,1	0,08
	00/01	910	0,24	6,2	5,9	6,4	4,3	3,3	3,2	0,8	3,7	1,7	0,25
	99/00	563	0,06	3,4	2,9	9,5	2,6	2,3	3,5	0,9	5,4	3,2	0,17
	98/99	667	0,14	3,3	3,0	7,0	2,5	1,4	2,0	0,7	4,2	1,9	0,07
	97/98	963	0,19	5,2	4,9	6,9	3,8	3,1	2,9	0,8	3,7	2,6	0,16
	96/97	524	0,12	3,1	2,9	6,3	2,4	1,9	1,8	0,8	3,5	1,7	0,06

Tabell A:1b. Medelvärde under **kalenderår** från mätningar på **öppet fält** (våtdeposition) i Jönköpings 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⁺
Fagerhult,	2007	808	0,06	2,8	2,3	10,1	2,1	3,0	2,7	1,0	6,4	3,4	0,19
Jönköping	2006	815	0,08	3,5	3,1	8,2	3,2	3,8	2,9	0,9	4,6	5,1	0,36
(F 23 A)	2005	582	0,05	3,2	2,7	11,1	2,6	5,3	3,5	1,1	6,7	3,1	0,13
	2004	846	0,10	2,7	2,4	6,2	1,8	1,3	1,9	0,6	3,7	3,0	0,08
	2003	713	0,07	3,1	2,9	4,1	2,8	2,8	2,1	0,6	2,2	2,1	0,09
	2002	708	0,09	3,4	3,1	6,5	2,8	2,9	2,1	0,7	4,2	2,1	0,07
	2001	814	0,20	4,3	4,1	5,6	3,6	2,5	2,1	0,6	3,3	1,2	0,20
	2000	721	0,12	5,0	4,5	9,6	3,2	2,9	3,0	1,0	5,7	2,3	0,19
	1999	608	0,10	3,4	3,0	7,7	2,6	1,6	3,5	0,8	4,2	3,1	0,10
	1998	898	0,15	4,6	4,3	7,2	3,2	2,8	2,6	0,9	4,2	2,5	0,15
	1997	621	0,15	3,5	3,3	6,0	2,7	2,0	1,8	0,6	3,1	2,0	0,06
	1996	533	0,13	3,5	3,3	4,8	2,4	1,8	1,8	0,6	3,0	1,7	0,06

Tabell A:2a. Öppet fältdata (våtdeposition) från Jönköpings län för yta Fagerhult där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) analyserats, komplett **hydrologisk årsdeposition**. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO₃-N + NH₄-N) och (orgN = Kj-N - NH₄-N)

Lokal	Period	Nedb	oorg N	org N	TOC
		mm	kg/ha	→	
Fagerhult,	07/08	807	7,1	2,3	35
Jönköping	06/07	1007	5,2	2,4	43
(F 23 A)	05/06	598	6,4	2,0	30
	04/05	689	7,2	2,9	20
	03/04	849	4,5	1,5	29
	02/03	704	5,2	1,7	21
	01/02	677	5,2	1,9	21
	00/01	910	7,6	1,5	39
	99/00	563	4,9		
	98/99	667	3,9		
	97/98	963	6,9		
	96/97	524	4,3		

Tabell A:2b. Öppet fältdata (våtdeposition) från Jönköpings län för yta Fagerhult där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) analyserats, 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	TOC
		mm	kg/ha	→	
Fagerhult,	2007	808	5,1	2,8	34
Jönköping	2006	815	7,0	2,2	39
(F 23 A)	2005	582	7,8	3,2	25
	2004	846	3,1	1,2	18
	2003	713	5,6	1,6	32
	2002	708	5,8	1,7	18
	2001	814	6,0	1,6	30
	2000	721	6,1		
	1999	608	4,2		
	1998	898	6,0		
	1997	621	4,8		
	1996	533	4,2		

Tabell B:1a. Krondroppsdata från Jönköpings 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	→									
Värnvik (F 12 A)	07/08	353	0,02	2,3	1,4	20,0	1,4	1,1					
	06/07	492	0,04	2,7	1,7	23,0	1,1	1,1					
	05/06	268	0,02	2,8	2,3	11,6	1,5	1,5					
	04/05	362	0,02	3,2	2,2	21,9	1,3	1,3					
	03/04	359	0,03	2,4	1,8	12,6	1,2	0,7					
	02/03	371	0,02	2,5	2,0	11,7	1,3	1,0					
	01/02	380	0,02	3,2	2,3	19,6	1,6	1,2					
	00/01	391	0,03	3,9	3,4	11,1	1,7	1,3					
	99/00	355	0,04	3,7	2,6	21,8	1,7	1,0					
	98/99	490	0,06	4,9	4,1	17,6	1,6	1,4					
Mellby (F 18 A)	07/08	551	0,06	3,6	2,2	31,5	2,2	1,9					
	06/07	755	0,09	4,9	2,5	51,3	1,7	1,1					
	05/06	576	0,07	4,6	3,7	19,1	2,4	3,0					
	04/05	539	0,04	5,0	3,3	35,3	3,0	2,9					
	03/04	660	0,07	4,1	3,0	22,5	2,0	1,8					
	02/03	543	0,07	3,8	2,9	17,9	1,6	1,4					
	01/02	658	0,09	5,5	3,8	35,8	2,2	1,4					
	00/01	729	0,11	6,7	5,9	18,6	2,4	1,9					
	99/00	672	0,11	5,6	4,0	34,9	1,8	0,8					
	98/99	779	0,12	6,7	5,3	29,6	1,7	1,5					
Bordsjö (F 22 A)	07/08	395	0,02	2,0	1,4	12,3	1,1	1,0	2,2	1,2	7,2	13,0	1,27
	06/07	606	0,03	2,7	1,8	19,5	1,3	1,3	2,9	1,7	10,1	17,4	1,42
	05/06	358	0,04	3,1	2,7	8,7	1,7	2,5	2,2	1,1	4,3	13,1	0,96
	04/05	444	0,02	2,7	2,0	15,7	0,9	1,3	3,4	1,7	7,6	11,2	1,55
	03/04	409	0,04	2,6	2,1	10,2	0,7	0,9	2,4	1,1	4,9	12,4	0,76
	02/03	435	0,02	2,9	2,4	11,5	0,6	0,7	2,2	1,3	4,8	14,6	1,00
	01/02	399	0,03	3,0	2,3	14,1	1,1	1,1	2,3	1,2	7,0	13,6	1,16
	00/01	512	0,05	5,1	4,7	8,9	1,5	1,7	3,0	1,4	5,0	16,8	1,34
	99/00	376	0,03	3,3	2,7	14,8	0,8	1,6	2,1	1,3	7,8	14,0	1,19
	98/99	467	0,05	4,5	4,0	11,1	1,1	1,2	2,6	1,3	5,7	12,5	1,14
Fagerhult, Jönköping (F 23 A)	07/08	373	0,04	1,9	1,5	9,5	1,7	1,2	2,5	1,3	5,3	7,7	1,18
	06/07	602	0,06	3,0	2,2	18,5	1,4	1,1	3,6	2,3	8,2	17,4	1,41
	05/06	332	0,05	3,8	3,4	8,9	1,6	1,1	2,7	1,6	3,4	9,5	0,78
	04/05	385	0,03	2,6	2,0	13,3	0,7	0,9	3,2	1,9	5,3	11,6	1,03
	03/04	395	0,04	2,9	2,5	10,4	0,8	0,7	2,9	1,7	3,9	14,2	0,95
	02/03	408	0,05	3,4	2,9	10,4	1,1	1,3	2,7	1,8	3,9	12,2	0,85
	01/02	406	0,03	3,1	2,6	11,5	1,1	1,7	2,4	1,5	5,5	12,7	0,76
	00/01	488	0,06	6,0	5,6	9,9	1,4	1,6	3,9	2,3	4,5	19,0	1,74
	99/00	342	0,04	3,7	3,1	13,4	0,7	1,5	2,4	1,7	6,0	13,2	1,16
	98/99	384	0,06	3,8	3,3	10,9	1,1	1,0	2,4	1,5	4,5	11,5	0,81
97/98	493	0,10	6,1	5,5	13,3	0,9	1,3	4,0	2,3	5,5	19,7	1,54	
96/97	290	0,10	5,9	5,2	15,0	1,1	0,9	3,3	1,7	7,4	10,0	1,08	

Tabell B:1b. Krondroppsdata från Jönköpings län, årsdeposition på **kalenderår**. 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	→									
Värnvik (F 12 A)	2007	393	0,02	2,2	1,5	15,3	1,0	1,0					
	2006	347	0,04	3,0	2,2	16,9	1,4	1,4					
	2005	331	0,02	3,2	2,3	19,4	1,6	1,5					
	2004	381	0,03	2,4	1,7	16,4	1,0	0,6					
	2003	342	0,02	2,8	2,2	12,1	1,4	1,0					
	2002	414	0,03	3,0	2,2	18,0	1,7	1,2					
	2001	350	0,02	3,1	2,6	12,2	1,5	1,1					
	2000	397	0,03	4,0	3,2	17,1	1,7	1,2					
	1999	444	0,05	4,6	3,7	18,5	1,7	1,4					
Mellby (F 18 A)	2007	569	0,07	3,6	2,1	33,6	1,4	1,0					
	2006	694	0,08	5,3	3,7	35,6	2,5	3,0					
	2005	554	0,06	4,9	3,6	28,7	3,4	3,2					
	2004	670	0,06	4,2	2,8	29,3	1,5	1,5					
	2003	546	0,07	4,1	3,2	19,8	1,9	1,6					
	2002	649	0,09	4,8	3,4	29,9	2,2	1,4					
	2001	648	0,09	6,0	5,0	21,9	2,2	1,6					
	2000	709	0,12	6,1	4,8	28,1	2,0	1,1					
	1999	731	0,10	5,6	4,4	25,3	1,8	1,5					
Bordsjö (F 22 A)	2007	478	0,03	2,2	1,7	12,3	1,0	1,1	2,2	1,2	7,0	13,4	1,13
	2006	466	0,04	3,0	2,4	14,0	1,6	2,5	2,5	1,4	6,4	17,4	1,31
	2005	407	0,03	2,8	2,2	12,3	1,3	1,5	2,8	1,4	6,4	9,0	1,23
	2004	463	0,04	2,7	2,1	14,7	0,7	0,8	3,1	1,5	6,8	14,1	1,04
	2003	382	0,02	2,9	2,4	9,8	0,6	0,8	2,0	1,2	4,1	11,4	0,96
	2002	413	0,03	2,8	2,1	13,7	1,1	1,1	2,4	1,3	7,1	14,9	1,16
	2001	453	0,04	4,1	3,6	10,3	1,2	1,4	2,6	1,3	5,1	15,4	1,16
	2000	463	0,04	4,4	3,8	11,8	1,0	1,9	2,2	1,3	6,9	16,9	1,18
	1999	419	0,04	4,0	3,4	12,3	1,1	1,1	2,7	1,4	6,3	12,0	1,40
	1998	582	0,05	4,4	3,8	13,0	0,7	0,8	2,4	1,2	6,4	16,2	1,07
	1997	463	0,05	4,4	3,8	12,8	0,8	0,5	2,5	1,3	6,8	14,3	1,41
	1996	417	0,07	4,6	4,2	8,2	0,8	0,3	2,1	1,1	4,2	12,7	1,27
Fagerhult, Jönköping (F 23 A)	2007	523	0,05	2,7	2,1	13,6	1,4	1,1	3,1	1,8	7,1	12,5	1,09
	2006	400	0,05	3,2	2,8	10,5	1,5	1,0	2,9	1,6	3,8	12,2	1,07
	2005	332	0,03	2,8	2,3	10,9	1,0	1,0	2,7	1,7	4,5	9,7	0,78
	2004	461	0,05	3,0	2,4	14,2	0,8	0,8	3,5	2,0	5,3	15,8	1,06
	2003	342	0,04	3,2	2,8	9,2	1,0	1,2	2,5	1,7	3,3	10,3	1,01
	2002	439	0,04	3,2	2,6	12,6	1,1	1,7	2,8	1,7	5,7	14,7	0,72
	2001	407	0,05	4,1	3,7	8,4	1,2	1,4	2,8	1,8	4,0	13,9	1,18
	2000	441	0,05	5,2	4,6	12,9	0,9	1,9	3,1	2,0	6,0	17,5	1,44
	1999	343	0,05	4,0	3,4	12,3	0,9	0,8	2,7	1,8	5,2	12,9	1,19
	1998	489	0,06	4,8	4,2	12,5	1,1	1,5	3,3	1,8	5,0	17,0	1,15
	1997	343	0,10	5,3	4,7	12,7	0,8	0,9	2,9	1,8	5,1	12,0	1,06
	1996	313	0,14	7,3	6,8	11,3	1,1	0,7	3,7	1,7	5,9	11,8	1,14

Tabell B:2a. Krondroppsdata från Jönköpings län för ytor där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) analyserats, komplett **hydrologisk årsdeposition**. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO₃-N + NH₄-N) och (orgN = Kj-N - NH₄-N)

Lokal	Period	Nedb mm	oorg N		TOC
			kg/ha	→	
Bordsjö (F 22 A)	07/08	395	2,1	1,9	
	06/07	606	2,6	2,2	
	05/06	358	4,1	2,0	
	04/05	444	2,2	1,9	
	03/04	409	1,6	2,2	
	02/03	435	1,3	2,7	
	01/02	399	2,2	2,1	
	00/01	512	3,2		
	99/00	376	2,4		
	98/99	467	2,2		
	97/98	630	1,5	2,5	
	96/97	395	1,4		
Fagerhult, Jönköping (F 23 A)	07/08	373	2,9	2,2	42
	06/07	602	2,6	2,8	92
	05/06	332	2,7	1,7	42
	04/05	385	1,6	1,7	48
	03/04	395	1,5	2,2	71
	02/03	408	2,3	2,8	89
	01/02	406	2,8	2,5	63
	00/01	488	3,0	3,5	103
	99/00	342	2,2		
	98/99	384	2,0		
	97/98	493	2,2		
	96/97	290	2,1		

Tabell B:2b. Krondroppsdata från Jönköpings län för ytor där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) 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	TOC
		mm	kg/ha	→	
Bordsjö (F 22 A)	2007	478	2,1	1,8	
	2006	466	4,1	2,2	
	2005	407	2,8	1,5	
	2004	463	1,5	2,5	
	2003	382	1,4	2,3	
	2002	413	2,2	2,5	
	2001	453	2,6	2,3	
	2000	463	3,0		
	1999	419	2,2		
	1998	582	1,5		
	1997	463	1,3		
1996	417	1,1			
Fagerhult, Jönköping (F 23 A)	2007	523	2,5	2,5	70
	2006	400	2,5	1,9	57
	2005	332	2,0	1,5	48
	2004	461	1,5	2,4	69
	2003	342	2,2	2,2	75
	2002	439	2,9	3,0	79
	2001	407	2,6	2,7	73
	2000	441	2,8		
	1999	343	1,6		
	1998	489	2,6		
	1997	343	1,7		
1996	313	1,8			

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

Lokal	Period	SO ₂	NO ₂	NH ₃	O ₃
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Fagerhult, Jönköping (F 23 A)	0709	0,3	1,6	0,4	44
	0710	0,2	1,8	0,4	37
	0711	0,3	2,7	<0,3	36
	0712	0,3	3,3	<0,3	34
	0801	0,8	3,8	<0,3	49
	0802	0,4	3,4	<0,3	50
	0803	0,5	1,5	<0,3	63
	0804	0,6	1,4	<0,3	71
	0805	0,4	0,9	0,4	81
	0806	0,3	0,8	0,3	72
	0807	0,2	0,8	^u <0,3	54
	0808	0,3	1,2	^u <0,3	39
	0809	0,4	1,0	<0,3	42
	0810	0,3	2,7	<0,3	37
0811	0,3	2,3	<0,3	34	
0812	0,4	2,0	<0,3	37	
Mv hydr. år	0010-0109	0,6	1,8	-	-
	0110-0209	0,6	2,1	-	-
	0210-0309	0,7	1,6	-	-
	0310-0409	0,8	1,9	-	-
	0410-0509	0,6	1,9	-	-
	0510-0609	0,9	2,0	-	-
	0610-0709	0,5	1,6	-	-
	0710-0809	0,4	1,9	-	-
Mv kal. år	0101-0112	0,6	1,8	-	-
	0201-0212	0,5	1,8	-	-
	0301-0312	0,7	1,9	-	-
	0401-0412	0,8	1,8	-	-
	0501-0512	0,7	2,0	-	-
	0601-0612	0,8	1,9	-	-
	0701-0712	0,4	1,7	-	-
	0801-0812	0,4	1,8	-	-
Mv sommar	0104-0109	-	-	0,4	56
	0204-0209	-	-	0,4	66
	0304-0309	-	-	0,9	62
	0404-0409	-	-	0,7	57
	0504-0509	-	-	0,5	60
	0604-0609	-	-	0,5	66
	0704-0709	-	-	0,5	58
	0804-0809	-	-	<0,3	60

Tabell D. Markvattendata från Jönköpings län. Mätningar efter vegetationssäsongen 2007 samt före, under samt efter vegetationssäsongen 2008. n = antalet mätvärden inom tidsserien.

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
Alandsryd (F 09 A)	2007-10-29	4,6	-	-0,159	3,72	10,62	2,963	-	3,65	1,60	4,41	3,10	0,583	0,022	-	1,070	-	-
	2008-04-21	4,7	-	-0,204	3,59	7,49	3,694	0,038	2,55	1,37	3,73	3,64	<0,030	0,029	1,669	1,730	3,0	3,4
	2008-09-01	4,1	-	-0,208	4,20	11,36	2,273	0,046	2,61	1,13	5,08	3,61	0,593	0,069	1,369	1,450	3,8	4,0
	2008-10-27	4,6	-	-0,044	4,92	8,58	2,265	0,058	2,99	2,16	5,40	4,07	0,707	0,022	1,683	1,790	3,5	4,3
	median	4,7		-0,158	6,68	10,62	<0,005	<0,013	1,93	1,64	8	0,25	0,127	0,024	1,636	1,772	5	2,2
<i>n</i> =	57			57	57	57	57	54	57	57	57	57	57	56	52	56	55	52
Värnvik (F 12 A)	2007-10-29	4,9	-	-0,017	2,88	12,44	<0,002	<0,020	3,50	0,50	6,80	0,08	0,136	0,012	0,324	0,415	5,1	9,1
	2008-04-21	5,3	-	0,044	3,44	4,78	<0,002	<0,020	2,87	0,37	4,95	0,19	<0,030	0,008	0,085	0,183	6,6	29
	2008-09-01	5,2	-	0,026	3,24	8,72	0,044	0,024	2,08	0,42	7,69	0,18	0,194	0,008	0,251	0,351	6,2	7,9
	2008-10-27	5,0	-	0,012	2,81	13,36	<0,002	0,021	3,36	0,56	7,97	0,16	0,196	0,004	0,323	0,424	4,8	9,3
	median	5,0		-0,002	3,52	9,05	<0,002	<0,02	3,41	0,55	5,6	0,24	0,06	0,007	0,329	0,432	6,8	8,7
<i>n</i> =	26			26	26	26	26	25	26	26	26	26	26	26	23	26	24	23
Mellby (F 18 A)	2007-10-29	4,8	-	-0,026	1,24	3,16	0,064	<0,020	0,28	0,12	2,74	0,08	0,093	0,008	0,350	0,383	2,3	1,1
	2008-04-21	4,6	-	-0,255	1,34	6,06	3,003	<0,020	0,60	0,23	3,40	0,64	<0,030	0,022	1,865	1,980	3,3	0,6
	2008-09-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008-10-27	4,5	-	-0,235	1,20	5,43	3,291	<0,020	0,60	0,35	3,44	0,76	0,334	0,013	2,153	2,250	2,4	0,6
	median	4,7		-0,070	1,69	5,64	<0,002	<0,02	0,39	0,23	3,41	0,21	0,096	0,01	0,828	0,831	3,4	0,8
<i>n</i> =	26			26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	24	26	26	24
Bordsjö (F 22 A)	2007-10-29	4,9	-	-0,019	1,39	4,10	<0,002	0,003	0,69	0,43	2,45	0,26	0,146	0,011	0,354	0,565	5,1	3,2
	2008-04-21	5,4	-	0,005	0,93	1,97	0,066	0,549	0,56	0,19	1,65	0,33	<0,030	0,016	0,105	0,311	5,5	7,7
	2008-09-01	5,5	0,008	0,023	1,18	1,24	0,047	0,575	0,52	0,20	1,85	0,47	0,068	0,007	0,146	0,522	8,6	6,1
	2008-10-27	4,6	-	-0,019	2,09	6,45	<0,002	0,023	0,95	0,51	4,54	0,27	0,262	0,013	0,980	1,420	10,0	1,4
	median	4,8		-0,019	2,29	3,96	<0,002	0,017	0,92	0,47	2,45	0,46	0,087	0,02	0,531	0,966	10,5	2,9
<i>n</i> =	29			29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	28	20	28	26	20
Fagerhult, Jönköping (F 23 A)	2007-10-29	4,8	-	-0,139	4,72	13,08	<0,002	0,039	0,86	0,75	9,57	0,15	0,241	1,860	0,785	0,841	5,9	1,9
	2008-04-21	4,6	-	-0,248	4,65	11,45	0,007	0,029	0,71	0,52	6,51	0,18	<0,030	3,830	0,878	0,949	6,6	1,3
	2008-09-01	4,6	-	-0,115	1,27	9,20	0,978	0,026	0,37	0,26	5,56	0,46	0,246	0,007	1,179	1,250	2,4	0,7
	2008-10-24	3,9	-	0,227	4,66	33,15	<0,002	<0,020	0,99	1,72	28,93	0,15	<0,030	0,049	1,461	1,620	16,9	1,8
	median	4,7		-0,084	4,92	6,67	<0,002	<0,020	1,13	0,76	6,63	0,2	0,134	0,024	1,108	1,332	6,4	1,6
<i>n</i> =	37			37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	34	37	35	34

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

- Mann, H.B., 1945, Non-parametric tests against trend: *Econo-metrica* v. 13, p. 245–259.
- Gilbert, R.O. (1987). *Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring*. Van Nostrand Rienhold Company, Inc., New York.
- Helsel, D.R., Mueller, D.K., and 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.: 1984, A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence, *Water Resour. Res.*, 20, 727-732.
- Hirsch, R. M., Slack, J. R. & Smith, R. A. 1982, Techniques of trend analysis for monthly water quality data, *Water Resour. Res.*, 18, 107-121.
- Sen, S.T.K. (1968). Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *Journal of the American Statistical Association*. 63:1379-1389