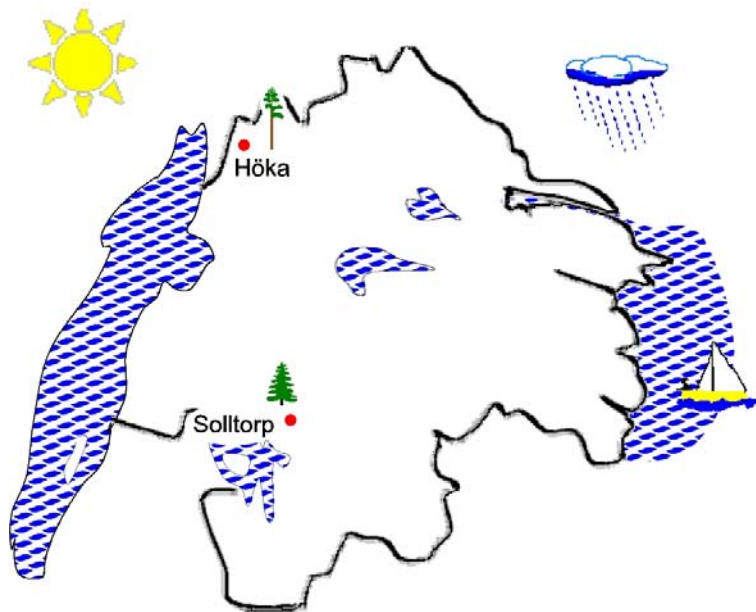


För Östergötlands Luftvårdsförbund och
Skogsstyrelsen, Region Öst

Övervakning av luftföroreningar i Östergötlands 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 1850

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
Solltorp (E 21).....	5
Höka (E 22).....	7
Sammanfattande bedömning för Östergötlands län 2007/08.....	10
Modellberäknad deposition av svavel och kväve på kommun- och länsnivå.....	12
Jämförelse mot mål och normer på kalenderår.....	14
Nedfall av svavel och kväve.....	14
Luftkvalitet.....	15
Temainriktad rapport.....	16
Ny webbplats.....	16
Nytt från Naturvårdsverket.....	17
Referenser.....	18
Bilaga 1. Data i tabellform - deposition, lufthalter, markvatten.....	19
Bilaga 2. Beskrivning av trendanalys med Mann-Kendall och Seasonal-Kendall-metodik.....	24

Rapporten godkänd
2009-06-09

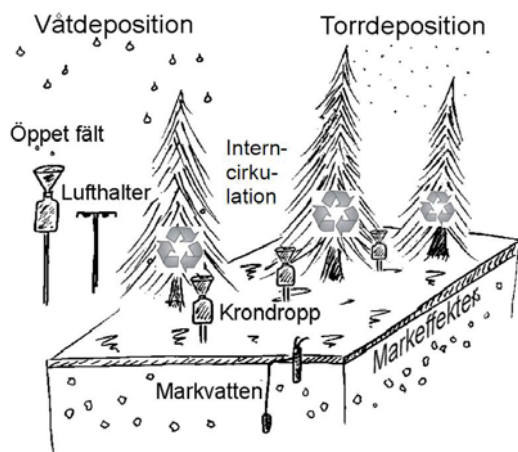


John Munthe
Avdelningschef

Sammanfattning

På uppdrag av Östergötlands läns Luftvårdsförbund och Skogsstyrelsen Region Öst mäter IVL nedfall av luftföroreningar och markvattenkvalitet på två 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 dess 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.

De lufthalter som uppmätts i länet var relativt låga under mätperioden, liksom i övriga mellersta Sverige. Mätningarna visar dock att regeringens långsiktiga mål för marknära ozon överskreds vid Höka under året. Sedan mätningarna i länet startade har svaveldepositionen minskat kraftigt, något som är tydligt i hela Sverige. Det hydrologiska året 2007/08 kännetecknades av låga svavelhalter i nederbörden och låg svaveldeposition i hela Sverige. Under 2007/08 uppmättes mätseriernas lägsta svaveldeposition till de båda skogsytorna i länet, 1,3-1,4 kg/ha. När det gäller nedfallet av kväve via krondroppet syns inga tydliga trender vare sig i Östergötlands län eller i övriga Sverige. Årets kvävedeposition via krondroppet vid de båda lokalerna var mycket låga, 1,1-2,1 kg/ha. Markvattnet både i Solltorp och Höka har ett pH runt 5,0, det vill säga relativt surt markvatten. Markvattnet i skogsytorna i Östergötland visar olika tecken på återhämtning från försurning. I Solltorp finns tecken på återhämtning, med en signifikant ökning av ANC (syraneutraliserande förmåga) och en signifikant minskning av oorganiskt aluminium. I Höka däremot har ingen signifikant förändring skett varken av ANC eller oorganiskt aluminium.



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

Uppdragsgivare:

Östergötlands Luftvårdsförbund och Skogsstyrelsen, Region Öst

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, Östergötlands län

IVL rapport B 1850

Beställs från:

Östergötlands Luftvårdsförbund	IVL, Publikationsservice
Göran Thunberg	Box 21060
c/o Länsstyrelsen	SE-100 31 Stockholm
581 86 Linköping	Tel: 08-598 563 00
eller	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 **Krondropps nätet** 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 Krondropps nätet 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 Krondropps nätet, 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 trädkronorna. För vissa ämnen finns en betydande interncirkulation i trädkronorna, 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 **Östergötlands län** är resultat av ett lagarbete där provtagning på ordinarie lokaler utförts av Milena Stefanovic. På IVL har K Koos bl. a. skött kontakter med provtagare och 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. Krondropps nätet 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 mätningar 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.

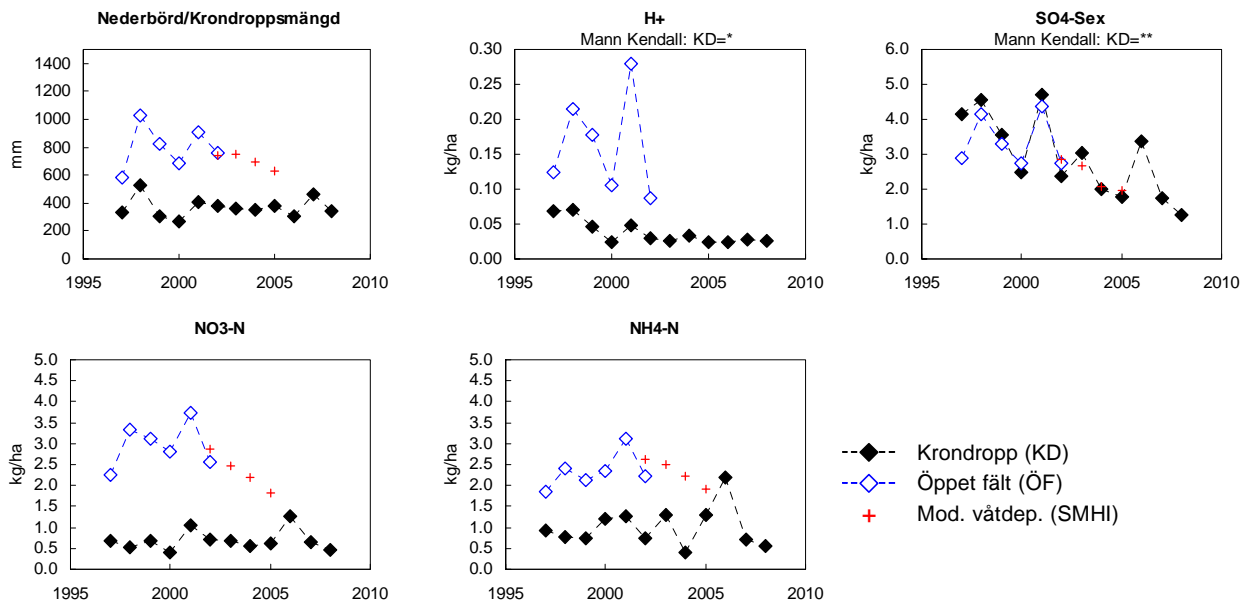
Trendanalys med Mann-Kendall och Seasonal-Kendall-metodik

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.

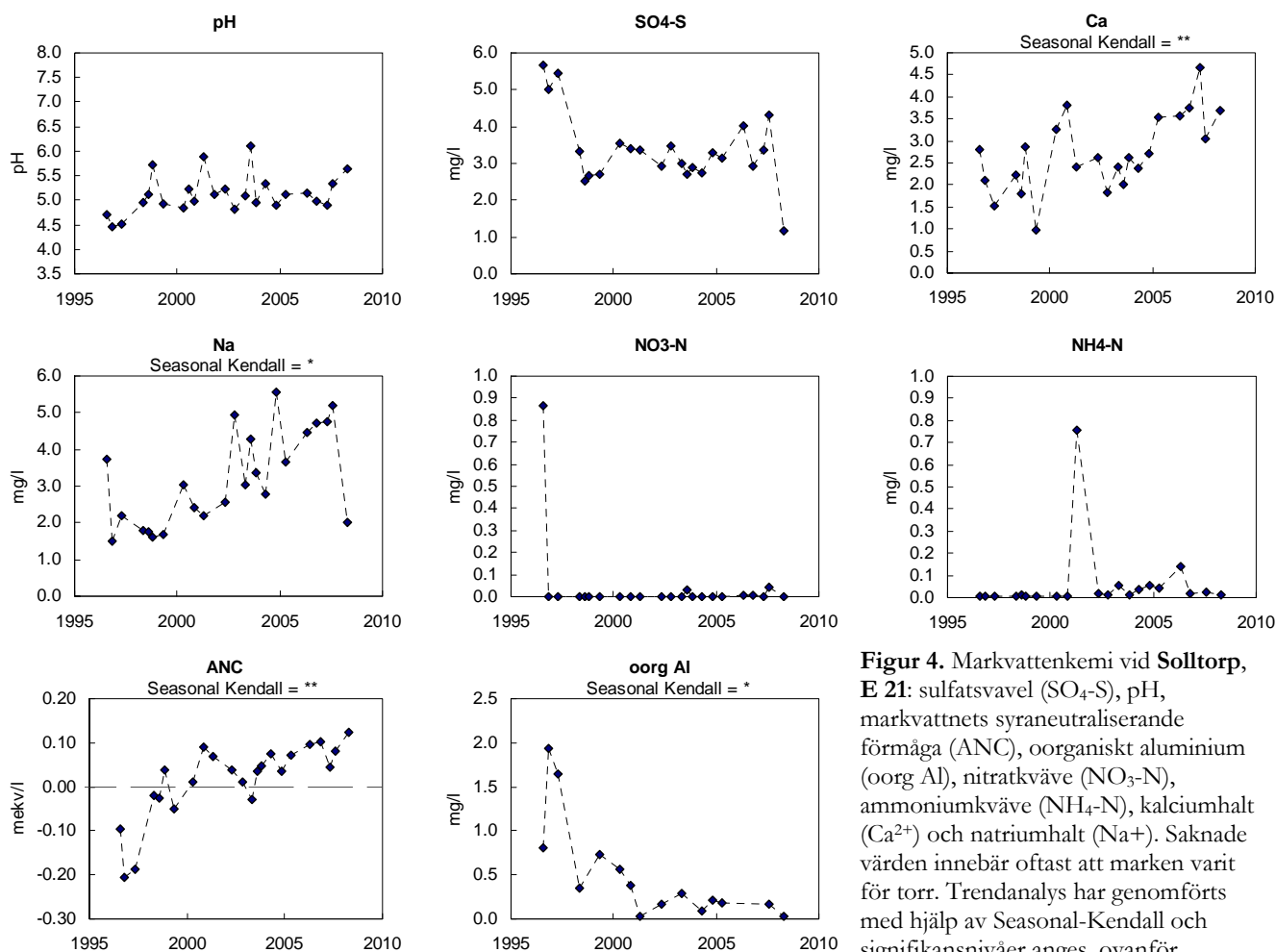
Solltorp (E 21) En 73-årig granskog som gallrades i början av 1990-talet. Ståndortsindex är G32 och beståndet utgör en första generationens skog på en före detta betesmark. Marken sluttar svagt åt öster och lokalen ligger väl skyddad inne i beståndet. Mätning av deposition och markvatten startade i oktober 1996. Nederbörds kemiska mätningar på öppet fält pågick mellan oktober 1996 och september 2002. Lufthaltsmätningar pågick från 1998 till och med 2006.

I Figur 3 visas samtliga mätningar sedan mätstarten i krondropp samt öppet fält som årsmedelvärde (hydrologiskt år) vid Solltorp. Modellerad våtdeposition (SMHI) för öppet fält vid Solltorp visas i Figur 3 som plustecken. Krondroppsmängden 2007/08 var lite lägre än medelmängden för mätseriens 12 år (343 mm 2007/08 jämfört med medelvärdet för mätserien, 368 mm). Det totala nedfallet av försurande ämnen, beräknat som vätejondeposition, visar inga dramatiska förändringar jämfört med de senaste åren. Svavelnedfallet i Solltorp uppgick under det hydrologiska året 2007/08 till 1,3 kg per hektar, vilket är den lägsta svaveldepositionen som uppmätts sedan mätstarten 1996. Svaveldepositionen vid Solltorp har signifikant minskat under åren som mätningarna pågått. Nedfallet av kväve uppgick till 1,1 kg per hektar, vilket är en tangering av den lägsta oorganiska kvävedepositionen som tidigare uppmätts 2003/04. Nedfallet av organiskt kväve uppgick under 2007/08 till 2,2 kg per hektar, vilket är lite lägre än föregående år.



Figur 3. Årliga värden (hydrologiskt år) för deposition via krondropp och på öppet fält samt modellerad våtdeposition (SMHI) vid Solltorp, E 21. 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 ($SO_4\text{-S ex}$), nitratkväve ($NO_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($NH_4\text{-N}$). 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.

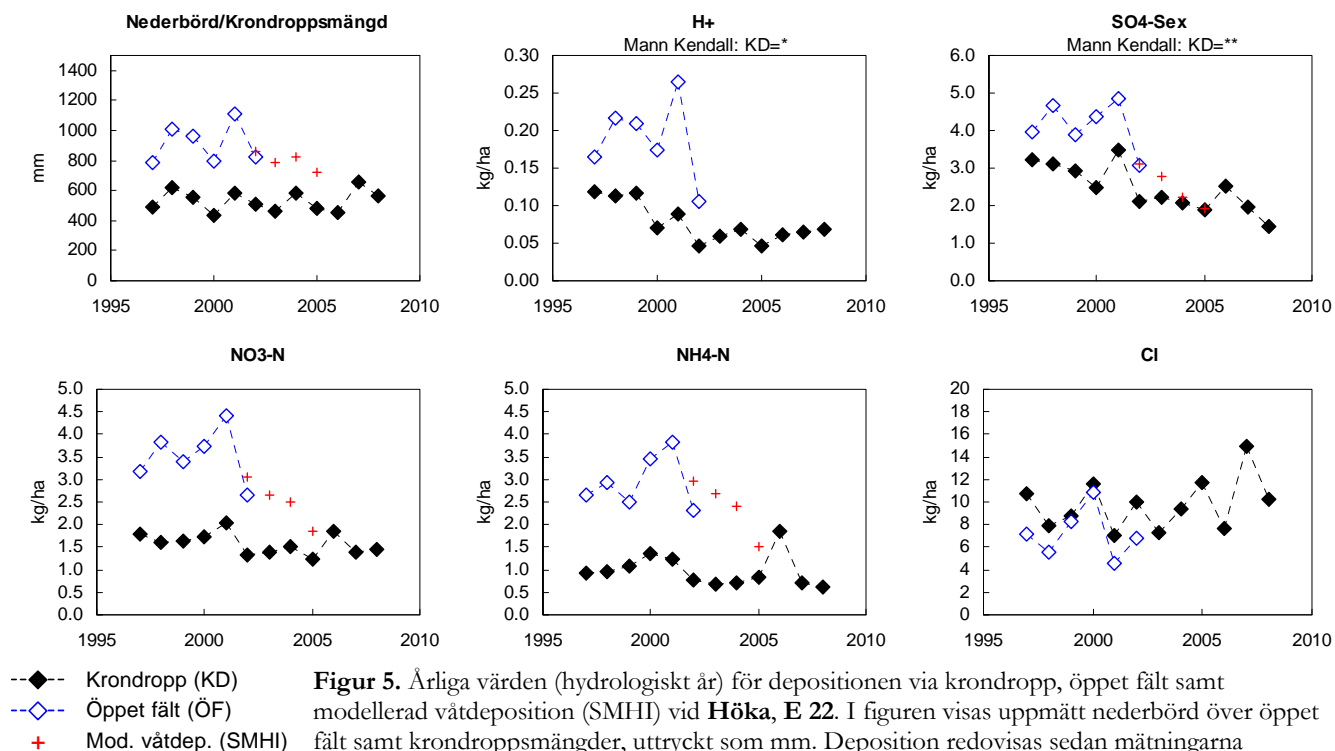
I mätserien för Solltorp saknas relativt ofta värden för markvatten på grund av små vattenmängder, vilket märktes under årets mätningar då endast provtagningen i april 2008 hade tillräckligt med vatten för att analys skulle kunna genomföras. I Figur 4 visas samtliga mätningars markvattenhalter för ett antal ämnen sedan mätstart. Markvattnets pH var 5,7, vilket är högre än medianvärdet för alla 25 mätningarna, 5,1. Föregående år uppmättes relativt höga sulfatsvavelhalter, men i årets mätning var halten betydligt lägre, 1,2 mg/l. Halten av baskatjoner brukar vara relativt hög. Kalcium- och natriumhalterna har ökat signifikant under de år mätningarna pågått. I april 2008 var kalciumhalten 3,7 mg/l (medianvärdet för hela mätperioden är 2,6 mg/l). Natriumhalten var dock lägre än på mycket länge, 2 mg/l jämfört med medianvärdet 3 mg/l. Magnesiumhalten var 0,8 mg/l, vilket innebär samma nivå som medianvärdet, och kaliumhalten var mycket hög, 3,9 mg/l, jämfört med medianvärdet på 1,0 mg/l. Halten nitratkväve och ammoniumkväve var fortsatt låga under årets mätningar. Strax efter mätstarten i Solltorp syns en förhöjd halt av nitratkväve, vilket är vanligt då marken påverkas då mätutrustningen placeras ut. Halten oorganiskt aluminium har minskat signifikant och ANC (syranutraliserande förmåga) har ökat signifikant under åren, vilket är ett tecken på att försurningen minskat. Andra trender i markvattnet som är signifikant säkerställda gäller ökade halter klorid samt TOC (totalt organiskt kol).



Figur 4. Markvattenkemi vid Solltorp, E 21: sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalciumhalt (Ca²⁺) och natriumhalt (Na⁺). 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.

Höka (E 22): En 73-årig tallyta, i länets nordvästligaste hörn. Ståndortsindex är T24 på typisk tallmark med fältskikt av blåbärsris. Mätning av deposition i öppet fält- och i skogsytan samt markvatten startade 1996 och lufthaltsmätningarna startade i februari 1998. I september 2002 avslutades mätningarna över öppet fält.

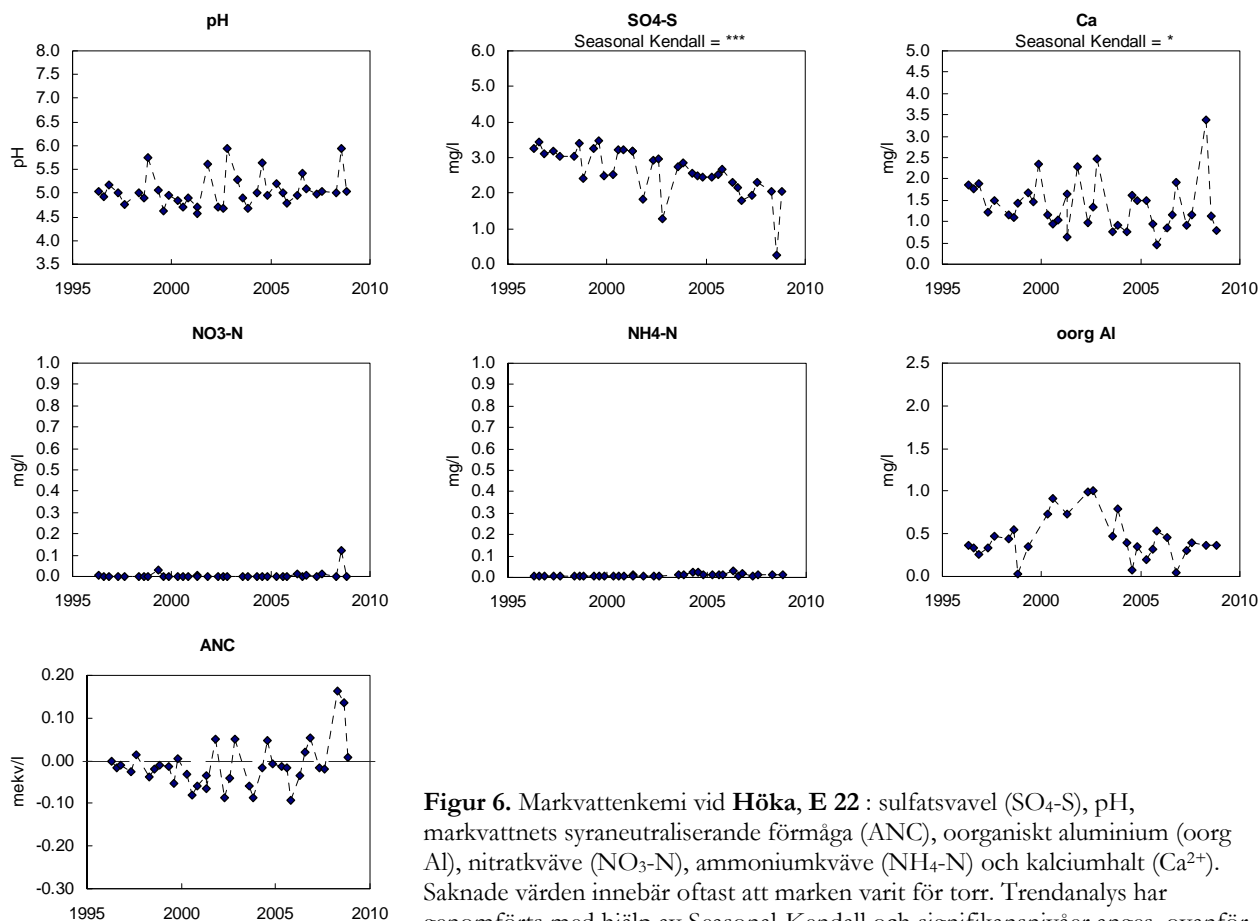
I Figur 5 visas samtliga mätningar sedan mätstarten i skogsytan samt på öppet fält som årsmedelvärde (hydrologiskt år) vid Höka. Modellerad våtdeposition (SMHI) för öppet fält vid Höka visas i Figur 5 som röda plustecken. Krondroppsmängden 2007/08 i Höka var relativt stor (564 mm), vilket dock är betydligt mindre än föregående års rekordnivå. Det totala nedfallet av försurande ämnen, beräknat som vätejondeposition, visar inga dramatiska förändringar jämfört med de senaste åren. Dock har vätejonkoncentrationen i krondroppet minskat signifikant under mätningarnas gång. Till skogsytan i Höka deponerades 1,4 kg antropogent svavel under 2007/08, Figur 5, vilket är den lägsta noteringen för svaveldeposition vid Höka. Svaveldepositionen vid Höka har signifikant minskat under åren som mätningarna pågått. Nedfallet av kväve var lågt under 2007/08, 2,1 kg per hektar, vilket är samma depositionsnivå som föregående år. Nedfallet av organiskt kväve uppgick under 2007/08 till 1,4 kg per hektar, vilket även det är lägre jämfört med föregående år. Både årsdepositionen av Na och Cl var åter nere på för lokalen normala nivåer. Inga stora stormar drabbade länet under 2007/08.



Figur 5. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp, öppet fält samt modellerad våtdeposition (SMHI) vid Höka, E 22. 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 (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Modellerad nederbörd samt våtdepositionen 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.

Trots förhållandevis lite försurande nedfall i Höka visar markvattenmätningarna att lokalen fortfarande är försurad. Medianvärdet för pH under mätserien är 5,0 och under årets mätningar varierade pH mellan 5,0 och 5,9. Markvattnets sulfatsvavelhalter var för två av årets tre mätningar omkring 2 mg/l vilket är lite lägre än medianvärdet på 2,6 mg/l. För mätningen i juli var svavelhalten endast 0,2 mg/l, vilket är den hittills absolut lägsta uppmätta svavelhalten vid lokalen. Dock var provmängden i juli liten vilket innebär stor osäkerhet i resultaten. Trendanalys för den tolvåriga mätserien visar att svavelhalten minskat signifikant sedan mätstart. Halterna av baskatjoner har generellt varit betydligt lägre jämfört med i Solltorp. I april uppmättes dock den högsta kalciumhalten som uppmätts vid lokalen på 3,4 mg/l. Även denna halt är dock behäftad med stora osäkerheter på grund av liten provmängd. De två övriga mätningarna var betydligt lägre, mellan 0,8 och 1,1 mg/l (medianvärdet för hela tidsserien är 1,2 mg/l). Trendanalys för mätserien visar att kalciumhalten har minskat signifikant under mätningarnas gång. Under 2007/08 varierade magnesiumhalten mellan 0,4 och 0,9 mg/l (medianvärdet är 0,5 mg/l) och kaliumhalten mellan 0,3 och 0,8 mg/l (medianvärdet är 0,6 mg/l). Halten nitratkväve i markvattnet var något förhöjd vid mätningen i juli, medan de övriga mätningarna under året var under detektionsgränsen. Som tidigare nämnts var dock provmängden i juli liten vilket innebär stor osäkerhet i resultaten. Även ammoniumhalten i markvattnet var under detektionsgränsen. Halten oorganiskt aluminium uppgick till 0,37 mg/l vid de två mätningarna i april och oktober som hade tillräcklig mängd för analys, vilket innebär samma nivå som medianvärdet för mätserien (0,38 mg/l). Markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) har oftast varit negativ under den tolvåriga mätserien, men under 2007/08 var den positiv vid alla tre årets mättillfällen. Vid två av mättillfällena var ANC

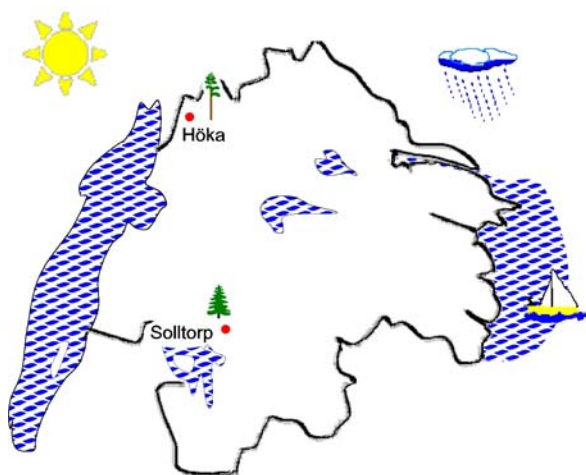
högre än den varit tidigare under mätserien. Trendanalys för den tolvåriga mätserien visar att halten av TOC (totalt organiskt kol) har minskat signifikant under mätperioden.



Figur 6. Markvattenkemi vid Höka, E 22 : sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) och kalciumhalt (Ca^{2+}). 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.

Lufthalter av svaveldioxid (SO_2), kvävedioxid (NO_2), ammoniak (NH_3) och marknära ozon (O_3) har mätts i Höka sedan februari 1998. Årsmedelhalterna (hydrologiskt år) av SO_2 har sedan mätningarna startade varierat mellan 0,4 och 0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ och under 2007/08 var årsmedelhalten av svaveldioxid 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. SO_2 -halterna är oftast högst under vinterhalvåret och årets högsta månadshalt på 0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ uppmättes i januari. Genom åren har årsmedelhalterna av NO_2 varierat mellan 1,4 och 2,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ under 2007/08 var årsmedelhalten 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Även NO_2 -halterna brukar vara högst under vinterhalvåret och årets högsta månadsvärde uppmättes i februari vid Höka. Sommarhalvårsmedelhalterna av NH_3 har under åren varierat mellan <0,3 och 1,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ är detektionsgränsen för NH_3) och under sommaren 2008 var medelhalten under detektionsgränsen. Sommarhalvårsmedelhalterna för ozon har under åren varierat mellan 53 och 68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ med det lägsta värdet under 2008.

Sammanfattande bedömning för Östergötlands län 2007/08



I Östergötlands län finns två aktiva lokaler inom Krondroppsnetet (Tabell 1). Båda lokalerna har varit aktiva i 12 år. Vid båda stationerna mäts depositionen via krondropp samt markvattenkemi och vid Höka mäts dessutom halter i luft. Ingen station mäter i dagsläget depositionen över öppet fält.

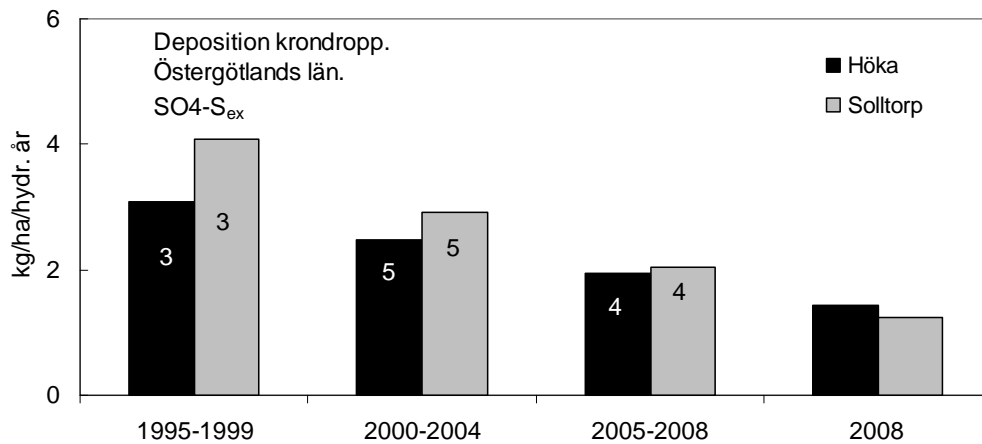
Den bästa uppskattningen av det totala svavelnedfallet erhålls genom mätningar av krondropp eftersom dessa mätningar inkluderar både våt- och torrdeposition och det sker inget betydande upptag av svavel i trädkronorna. Vad gäller kvävenedfallet finns som redan nämnts flera problem vad gäller upptag och omsättning av kväve i

trädkronorna. 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 **skogsytor** var nedfallet av svavel lägre än tidigare under mätserien både i Solltorp och i Höka. Enbart 1,3-1,4 kg svavel uppmättes under det hydrologiska året, jämfört med omkring 3 kg i Höka och omkring 4 kg i Solltorp under andra halvan av 1990-talet (Figur 7). Svaveldepositionen har minskat i krondroppet både i Solltorp och i Höka de senaste 12 åren. Nederbörds mängden under 2007/08 var relativt normal och det var låga halter i nederbörden som ledde till de låga noteringarna. Även halterna i luften har varit lägre än vanligt (se nedan), vilket bland annat kan bero på vindförhållandena under året.

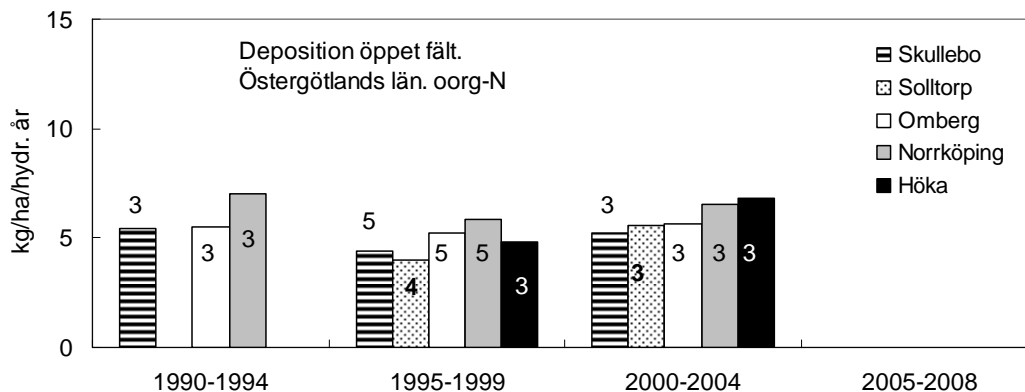
Tabell 1. Aktiva ytor i Östergötlands län 2007/08.

Lokal	Dominerande trädslag	Öppet fält	Krondropp	Markvatten	Lufthalter			
					SO ₂	NO ₂	NH ₃	O ₃
Solltorp (E 21)	Gran		X	X				
Höka (E 22)	Tall		X	X	X	X	X	X



Figur 7. 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 perioden hydrologiska åren 1994/95 – 1998/99 (siffrorna i staplarna anger antal år data finns tillgängligt).

Nedfallet av kväve mäts som ovan nämnts bäst över **öppet fält**, eftersom interncirkulationen av kväve i trädkronorna påverkar vad som uppmäts via krondropp. Mätningarna i länet avslutades 2002, men under de år mätningarna pågått syns inga trender för kvävenedfallet i form av nitratkväve och ammoniumkväve (Figur 8).



Figur 8. 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 perioden hydrologiska åren 1994/95 – 1998/99 (siffrorna i staplarna anger antal år data finns tillgängligt).

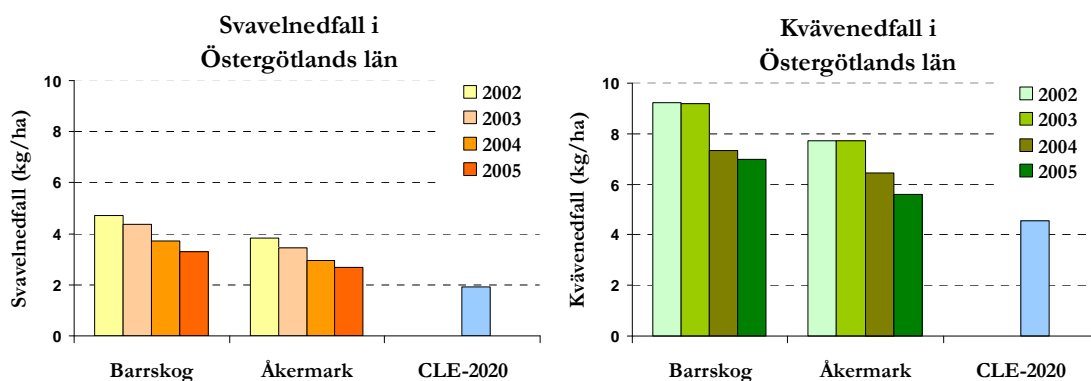
Markvattenkemin mäts på de två ytorna, Solltorp och Höka i Östergötlands län. Markvattnet i Solltorp och Höka har båda ett pH runt 5,0, det vill säga relativt surt markvatten. I mätserien för Solltorp saknas relativt ofta värden för markvatten på grund av små vattenmängder. I Solltorp finns tecken på återhämtning, med en signifikant ökning av ANC (syranneutraliserande förmåga) och en signifikant minskning av oorganiskt aluminium. I Höka däremot har ingen signifikant förändring skett varken av ANC eller oorganiskt aluminium. Svavelhalten i markvattnet i Höka har, till skillnad från Solltorp, minskat signifikant sedan mätningarna startade. Kvävehalterna har generellt varit relativt låga i Östergötland med enskilda förhöjda värden genom åren.

I Östergötland mäts **lufthalter** vid Höka. Under mätperioden 2007/08 var årsmedelhalten av SO₂ en tangering av den hittills lägsta som uppmätts, 0,4 µg/m³. Detta beror främst på de låga halter som uppmättes under vintern 2008. Årsmedelhalterna (hydrologiskt år) av NO₂ var relativt normal för lokalen under mätperioden 2007/08. Under årets mätningar har generellt låga SO₂- och NO₂-halter i luft uppmätts över hela södra Sverige. När det gäller ammoniakhalterna var sommarmedelvärdet 2008 under detektionsgränsen vid Höka. Sommarhalvårsmedelhalterna av O₃ var under 2008 på en medelnivå i södra och mellersta Sverige. I Höka var ozonhalterna under sommaren lite lägre än normalt. Under sommaren 2008 låg medelhalten strax över 50 µg/m³.

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 9 och på kommunnivå i Tabell 2 och Tabell 3.



Figur 9. Nedfall av antropogent svavel och kväve (kg per hektar och kalenderår) i Östergötlands län under 2002-2005 och år 2020 enligt CLE-scenariet, modellerat med MATCH-Sverige modellen.

Svavelnedfallet (utan havssalt) i Östergötlands län beräknades till omkring 3,3-4,7 kg per hektar och år i barrskog och 2,7-3,8 kg på åkermark under 2002-2005. Kvävednedfallet (våt- och torrdeposition) beräknades till omkring 7,0-9,2 kg per hektar och år i barrskog och 5,6-7,7 kg på åkermark under motsvarande period. Enligt CLE-scenariet ska nedfallet minska till omkring 1,9 kg svavel och 4,6 kg kväve per hektar till år 2020.

Det modellerade svavelnedfallet i barrskog är högre än det uppmätta krondroppet i Solltorp och Höka under den aktuella tidsperioden 2002-2005. Detta kan vara en indikation på 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 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 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 är det svårt att mäta kvävedepositionen till skog på grund av interncirkulationen av kväve i trädkronorna. Ytterligare en fördel är att modeller kan användas för att beräkna framtida trender vid olika utsläppsscenarier.

Tabell 2. Svavelnedfall (utan havssalt) på kommunnivå i Östergötlands 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
Boxholm	4.6	4.2	3.7	3.2	3.7	3.3	2.9	2.6	1.9
Finspång	4.8	4.3	3.5	3.0	3.9	3.5	2.8	2.5	2.0
Kinda	4.8	4.4	3.9	3.3	3.9	3.4	3.1	2.6	2.0
Linköping	4.9	4.3	3.7	3.1	4.0	3.4	2.9	2.5	1.8
Mjölby	4.7	4.2	3.5	3.0	3.8	3.3	2.8	2.4	1.7
Motala	4.7	4.3	3.5	2.9	3.8	3.4	2.8	2.4	1.8
Norrköping	4.8	4.5	3.9	3.5	4.0	3.7	3.1	3.0	2.0
Söderköping	4.6	4.4	3.7	3.6	3.7	3.5	3.0	2.9	2.0
Vadstena	4.2	4.0	3.3	3.1	3.3	3.1	2.5	2.5	1.5
Valdemarsvik	4.7	4.5	4.0	3.9	3.7	3.5	3.1	3.0	2.1
Ydre	4.8	4.6	4.0	3.4	3.8	3.6	3.3	2.6	2.0
Åtvidaberg	4.8	4.5	3.9	3.5	3.9	3.6	3.1	2.8	2.1
Ödeshög	4.5	4.2	3.5	3.3	3.5	3.2	2.7	2.7	1.7

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

Tabell 3. Kvävenedfall på kommunnivå i Östergötlands 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
Boxholm	9.1	9.2	7.4	7.2	7.5	7.7	6.5	5.8	4.5
Finspång	9.1	8.8	6.7	6.8	7.7	7.4	5.9	5.4	4.7
Kinda	9.3	9.1	7.7	7.1	7.8	7.5	6.8	5.6	4.6
Linköping	9.9	9.5	7.7	7.0	8.4	8.0	6.8	5.7	4.6
Mjölby	9.6	9.5	7.5	7.0	8.1	8.0	6.6	5.7	4.1
Motala	9.2	9.2	7.1	6.7	7.8	7.8	6.2	5.4	4.4
Norrköping	9.0	8.9	7.0	6.8	7.6	7.5	6.1	5.5	4.6
Söderköping	8.9	9.0	7.3	6.8	7.4	7.6	6.4	5.4	4.7
Vadstena	8.6	9.1	7.0	7.1	7.2	7.6	6.0	5.8	3.6
Valdemarsvik	8.9	8.9	7.4	6.8	7.3	7.4	6.4	5.2	4.8
Ydre	9.4	9.7	8.1	7.3	7.8	8.1	7.2	5.8	5.0
Åtvidaberg	9.3	9.4	7.7	7.0	7.7	7.9	6.8	5.5	4.9
Ödeshög	8.8	9.3	7.1	7.5	7.3	7.7	6.2	6.0	4.0

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

Jämförelse mot mål och normer på kalenderår

Nedfall av svavel och kväve

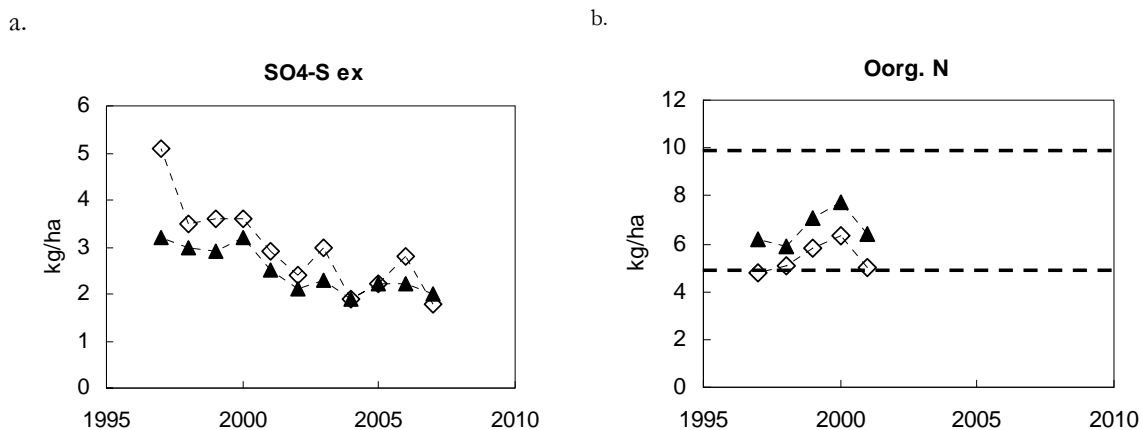
Miljökvalitetsmålet *Bara Naturlig försurning* anger att ”De försurande effekterna av nedfall och markanvändning skall underskrida gränsen för vad mark och vatten tål...”. Den kritiska belastningen för aciditet (försurande ämnen) beror på markens buffringsförmåga och det går därför inte att ange en kritisk 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 10a visas svavelnedfallet till skogsmark på de två aktiva krondroppsytorna i Östergötlands län, Solltorp och Höka. 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 Östergötlands län varit mellan 2 och 3 kg per hektar under de senaste åren. För en mer detaljerad genomgång av kritisk belastning för aciditet hänvisas till förra årets länsrapport (Pihl Karlsson m.fl., 2008).

Miljökvalitetsmålet *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 lågdos-försök 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 10b visas kvävenedfallet på öppet fält i Solltorp och Höka mellan 1997 och 2001 då mätningar pågick. 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 på ytorna i länet oftast var inom intervallet 5-10 kg. Detta betyder att nedfallet bör minska för att inte den kritiska belastningen ska överskridas. Mätningar från ytor i andra län visar att det inte skett någon signifikant minskning av kvävenedfallet sedan 2001. Indikatorn gäller egentligen skogsmark, men eftersom krondroppsmätningarna inte ger ett mått på totaldepositionen, utan påverkas av intern-cirkulationen i trädkronan, används här kvävenedfallet på öppet fält. Totaldeposition av kväve till skog kan förväntas vara något högre på grund av torrdepositionen.



Figur 10. Svavelnedfall (exklusive havssaltsbidrag) till skogsmark (a) och nedfall av oorganiskt kväve (nitratkväve och ammoniumkväve) på öppet fält (b) i Solltorp (◇) och Höka (▲) 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 miljö kvalitetsnormer är i huvudsak utformade för att skydda människor i tätorter. Det finns dock miljömål/miljö kvalitetsnormer som är utformade även för vegetation och ekosystem, speciellt gäller detta för marknära ozon. När det gäller svavel- och kväveföreningar 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 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för svaveldioxid som årsmedelvärde ska understigas i samtliga kommuner.

Miljö kvalitetsnorm, till skydd för ekosystem: Års- samt vinterhalvsmedelvärdet för svaveldioxid får ej överstiga $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Uppmätta vinterhalvsmedelhalter inom Krondroppsnätets lokaler i länet under 2008:

Lokalkod	Namn	SO ₂ -halt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Överskridande av miljömål & miljö kvalitetsnormer*
E 22 A-9	Höka	0.5	nej

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

Kvävedioxid:

Miljömål: Halten $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsmedelvärde för kvävedioxid skall i huvudsak underskridas år 2010.

Miljökvalitetsnorm, till skydd för ekosystem: Årsmedelvärdet för kvävedioxid får ej överstiga $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 Krondroppsnetets lokaler i länet under 2008:

Lokalkod	Namn	NO ₂ -halt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Överskridande av miljömål & miljö kvalitetsnormer
E 22 A-9	Höka	1.6	nej

Marknära ozon:

När det gäller marknära ozon finns många miljömål, men det miljömål som är direkt tillämpligt för de mätningar som sker inom Krondroppsnetet är:

Halterna av marknära ozon som sommarhalvårsmedelvärde får ej överskrida $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ efter år 2020.

Uppmätta sommarhalvårsmedelhalter inom Krondroppsnetets lokaler i länet under 2008:

Lokalkod	Namn	O ₃ -halt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Överskridande av miljömål & miljö kvalitetsnormer
E 22 A-9	Höka	53	ja

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, resultat inriktade 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

Krondropps nät ingår sedan 2000 som delprogram inom Programområde luft, det nationella luftövervakningsprogrammet som drivs av Naturvårdsverket. Delprogrammet kompletterar de pågående mätningarna som sker inom Krondropps nät 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	Storulyvsjön
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 nät

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

1. Utveckling av Krondropps nät utifrån regionala och nationella behov

Krondropps nät 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 nät spelar och utreda hur Krondropps nät kan utvecklas efter 2010 då nuvarande programperiod avslutas. I del två kommer man att beskriva den roll som Krondropps nät 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 nederbörds mängden 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., Nettelblatt, A., Akselsson, C., Hellsten, S., Karlsson, P-E., Kronnäs, V. & Malm, G. 2008. Övervakning av luftföroreningar i Östergötlands län – mätningar och modellering. Resultat till och med september 2007. IVL Rapport B 1782.
- 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. Krondroppsdata från Östergötlands 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	→									
Solltorp (E 21 A)	07/08	343	0,03	1,7	1,3	10,3	0,5	0,6	4,0	1,5	4,6	16,1	1,12
	06/07	462	0,03	2,5	1,8	15,2	0,6	0,7	5,3	2,1	5,5	21,8	1,47
	05/06	307	0,02	3,8	3,4	9,5	1,3	2,2	4,2	1,5	3,1	21,5	1,29
	04/05	376	0,02	2,3	1,8	10,2	0,6	1,3	3,9	1,3	4,2	15,1	1,32
	03/04	354	0,03	2,3	2,0	6,7	0,6	0,4	3,1	1,1	2,7	12,6	0,79
	02/03	361	0,03	3,4	3,0	7,1	0,7	1,3	2,8	1,2	3,2	13,6	0,54
	01/02	376	0,03	2,8	2,4	9,9	0,7	0,8	3,3	1,2	3,6	16,7	0,83
	00/01	406	0,05	5,0	4,7	6,9	1,0	1,3	3,9	1,4	3,2	16,8	1,23
	99/00	270	0,02	3,0	2,5	12,5	0,4	1,2	3,1	1,3	5,0	20,4	1,17
	98/99	304	0,05	3,9	3,5	8,4	0,7	0,7	2,9	1,1	3,1	13,7	1,09
	97/98	526	0,07	5,1	4,5	11,1	0,5	0,8	4,5	1,4	4,0	21,5	1,64
96/97	330	0,07	4,5	4,1	8,8	0,7	0,9	2,8	1,1	3,3	11,4	1,10	
Höka (E 22 A)	07/08	564	0,07	1,9	1,4	10,3	1,5	0,6	3,3	1,5	6,4	8,6	1,14
	06/07	654	0,07	2,7	2,0	15,0	1,4	0,7	4,3	1,9	8,3	10,4	1,04
	05/06	453	0,06	2,9	2,5	7,7	1,9	1,9	3,3	1,4	4,2	8,5	0,71
	04/05	482	0,05	2,4	1,9	11,7	1,2	0,8	3,7	1,6	6,4	8,4	0,50
	03/04	581	0,07	2,5	2,1	9,4	1,5	0,7	3,5	1,5	4,8	7,3	0,35
	02/03	461	0,06	2,6	2,2	7,3	1,4	0,7	2,2	1,1	3,8	6,3	0,31
	01/02	509	0,05	2,6	2,1	10,0	1,3	0,8	2,5	1,2	5,2	9,3	0,29
	00/01	587	0,09	3,8	3,5	7,1	2,0	1,2	3,0	1,5	3,7	10,3	0,83
	99/00	431	0,07	3,0	2,5	11,6	1,7	1,4	2,9	1,4	6,3	8,5	0,55
	98/99	555	0,12	3,3	2,9	8,7	1,6	1,1	2,7	1,3	4,6	7,4	0,54
	97/98	621	0,11	3,5	3,1	7,9	1,6	1,0	3,1	1,3	4,3	7,8	0,76
96/97	490	0,12	3,7	3,2	10,7	1,8	0,9	3,3	1,5	5,5	7,0	0,69	

Tabell A:1b. Krondroppsdata från Östergötlands 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	→									
Solltorp (E 21 A)	2007	398	0,02	2,4	1,8	13,2	0,7	0,7	4,8	1,9	5,3	17,8	1,13
	2006	365	0,02	3,2	2,8	9,5	1,0	2,1	4,1	1,5	3,0	22,9	1,51
	2005	299	0,02	2,7	2,2	9,6	0,9	1,5	3,9	1,3	3,9	14,3	1,00
	2004	387	0,04	2,3	1,9	9,1	0,4	0,3	3,7	1,2	3,3	15,8	1,17
	2003	361	0,02	3,3	3,0	6,5	0,6	1,3	2,6	1,1	2,9	11,2	0,66
	2002	405	0,04	2,9	2,4	10,5	0,8	0,8	3,7	1,4	3,9	19,1	0,77
	2001	308	0,03	3,1	2,9	5,9	0,9	1,2	2,8	1,1	2,3	11,4	0,92
	2000	374	0,03	4,1	3,6	9,6	0,6	1,4	3,4	1,3	4,3	22,2	1,09
	1999	291	0,04	4,1	3,6	11,9	0,7	0,7	3,7	1,4	4,6	16,5	1,50
	1998	428	0,05	3,9	3,5	9,0	0,5	0,8	3,1	1,1	3,2	17,7	1,06
	1997	430	0,08	5,6	5,1	11,1	0,7	0,9	4,0	1,4	4,2	16,1	1,50
Höka (E 22 A)	2007	634	0,07	2,6	2,0	12,8	1,5	0,7	4,0	1,7	7,3	9,5	0,89
	2006	477	0,06	2,6	2,2	8,4	1,8	1,8	3,2	1,3	4,5	8,5	0,84
	2005	514	0,06	2,7	2,2	11,8	1,5	0,9	3,7	1,6	6,5	8,4	0,65
	2004	515	0,05	2,4	1,9	11,2	1,1	0,6	4,0	1,7	5,8	8,6	0,38
	2003	513	0,06	2,6	2,3	7,4	1,5	0,7	2,3	1,2	3,8	5,9	0,32
	2002	533	0,06	2,5	2,1	8,6	1,5	0,9	2,5	1,1	4,5	8,2	0,20
	2001	426	0,06	2,8	2,5	8,0	1,6	0,9	2,5	1,2	3,9	10,1	0,63
	2000	579	0,08	3,6	3,2	9,4	1,9	1,6	2,9	1,5	5,4	9,4	0,64
	1999	508	0,10	3,4	2,9	10,1	1,8	1,1	3,1	1,5	5,3	8,2	0,72
	1998	590	0,11	3,4	3,0	9,6	1,5	1,0	2,9	1,2	4,9	7,7	0,50
1997	523	0,13	3,6	3,2	9,2	1,8	1,0	3,4	1,5	4,9	6,3	0,71	

Tabell A:2a.

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

Lokal	Period	Nedb	oorg N		org N
		mm	kg/ha	→	
Solltorp (E 21 A)	07/08	343	1,0	2,2	
	06/07	462	1,3	2,7	
	05/06	307	3,5	2,7	
	04/05	376	1,9	2,1	
	03/04	354	1,0	2,3	
	02/03	361	1,9	2,6	
	01/02	376	1,5	2,7	
	00/01	406	2,3		
	99/00	270	1,6		
	98/99	304	1,4		
	97/98	526	1,3		
96/97	330	1,6			
Höka (E 22 A)	07/08	564	2,1	1,4	
	06/07	654	2,1	2,0	
	05/06	453	3,7	1,5	
	04/05	482	2,1	1,4	
	03/04	581	2,2	1,7	
	02/03	461	2,1	1,7	
	01/02	509	2,1	1,7	
	00/01	587	3,3		
	99/00	431	3,1		
	98/99	555	2,7		
	97/98	621	2,5		
96/97	490	2,7			

Tabell A:2b.

Krondroppsdata från Östergötlands 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	→	
Solltorp (E 21 A)	2007	398	1,4	2,3	
	2006	365	3,1	2,7	
	2005	299	2,4	2,0	
	2004	387	0,7	2,6	
	2003	361	1,9	2,2	
	2002	405	1,6	3,3	
	2001	308	2,0	2,4	
	2000	374	2,0		
	1999	291	1,4		
	1998	428	1,2		
1997	430	1,7			
Höka (E 22 A)	2007	634	2,2	1,8	
	2006	477	3,6	1,7	
	2005	514	2,5	1,4	
	2004	515	1,7	1,8	
	2003	513	2,2	1,6	
	2002	533	2,3	1,8	
	2001	426	2,5	1,8	
	2000	579	3,5		
1999	508	2,8			
1998	590	2,5			
1997	523	2,8			

Tabell B. Lufthalter månadsmedelvärden samt medelvärden i Östergötlands län, diffusionsprovtagning, µg/m³.

Lokal	Period	SO ₂ ug/m ³	NO ₂ ug/m ³	NH ₃ ug/m ³	O ₃ ug/m ³	
Höka (E 22 A)	0710	<0,2	1,5	0,8	27	
	0711	0,4	1,8	<0,3	27	
	0712	0,5	2,7	<0,3	35	
	0801	0,9	3,1	0,9	38	
	0802	0,3	3,4	<0,3	42	
	0803	0,3	1,6	<0,3	51	
	0804	0,5	1,2	<0,3	68	
	0805	0,3	0,9	<0,3	69	
	0806	0,3	0,8	<0,3	70	
	0807	0,2	0,9	<0,3	40	
	0808	0,3	1,0	<0,3	41	
	0809	0,2	1,1	<0,3	29	
	0810	0,3	1,4	<0,3	30	
0811	0,5	1,8	0,4	32		
0812	0,5	1,8	^U 0,3	^U 30		
Mv hydr. år	9710-9809	⁽⁸⁾ 0,6	⁽⁸⁾ 1,7	-	-	
	9810-9909	0,6	2,4	-	-	
	9910-0009	0,4	1,9	-	-	
	0010-0109	0,6	1,9	-	-	
	0110-0209	0,5	1,9	-	-	
	0210-0309	0,6	1,7	-	-	
	0310-0409	0,7	1,7	-	-	
	0410-0509	0,6	1,8	-	-	
	0510-0609	0,7	1,9	-	-	
	0610-0709	0,6	1,4	-	-	
	0710-0809	0,4	1,7	-	-	
	Mv kal. år	9801-9812	⁽¹¹⁾ 0,6	⁽¹¹⁾ 2,1	-	-
		9901-9912	0,6	2,3	-	-
0001-0012		0,4	1,9	-	-	
0101-0112		0,6	1,8	-	-	
0201-0212		0,5	1,9	-	-	
0301-0312		0,6	1,7	-	-	
0401-0412		0,7	1,9	-	-	
0501-0512		0,7	1,7	-	-	
0601-0612		0,8	1,7	-	-	
0701-0712		0,5	1,5	-	-	
0801-0812	0,4	1,6	-	-		
Mv sommar	9804-9809	-	-	<0,3	57	
	9904-9909	-	-	<0,3	68	
	0004-0009	-	-	0,8	59	
	0104-0109	-	-	0,4	61	
	0204-0209	-	-	0,4	60	
	0304-0309	-	-	0,8	59	
	0404-0409	-	-	<0,3	59	
	0504-0509	-	-	0,5	57	
	0604-0609	-	-	1,1	61	
	0704-0709	-	-	0,4	58	
0804-0809	-	-	<0,3	53		

^U Uppskattat värde.

Värden inom parentes anger antal månader som ligger till grund för medelvärdet.

Tabell C. Markvattendata från Östergötlands län.

Lokal	Datum	pH	Alk	ANC	SO ₄ -S	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺	Fe ^{2+/3+}	ooAl	tAl	TOC	BC/ooAl	
			mekv/l	→	mg/l	→	mol/mol												
Solltorp	2007-10-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(E 21 A)	2008-04-21	5,7	-	0,125	1,16	8,37	<0,002	<0,020	3,69	0,76	2,01	3,87	<0,030	0,022	0,023	0,449	14,8	261	
	2008-07-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008-10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median	5,1		0,038	3,3	5,37	<0,002	0,01	2,62	0,84	3,02	1,01	0,083	0,018	0,293	0,597	15,4	15	
	<i>n</i> =	25		23	23	23	23	21	23	23	23	23	23	21	15	21	18	15	
Höka	2007-10-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(E 22 A)	2008-04-21	5,0	-	0,164	2,07	2,42	<0,002	<0,020	3,40	0,91	2,51	0,32	<0,030	0,008	0,373	0,436	2,8	9,4	
	2008-07-30	5,9	-	0,135	0,24	0,82	0,122	-	1,14	0,38	1,69	0,79	0,083	0,004	-	0,025	-	-	
	2008-10-20	5,1	-	0,008	2,04	3,64	<0,002	<0,020	0,80	0,56	3,32	0,30	<0,030	0,017	0,373	0,452	3,2	3,7	
	median	5,0		-0,017	2,62	2,83	<0,002	<0,01	1,2	0,54	2,59	0,55	0,015	0,008	0,382	0,459	4,9	4,5	
	<i>n</i> =	37		36	36	36	36	34	36	36	36	36	36	35	28	35	30	28	

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.