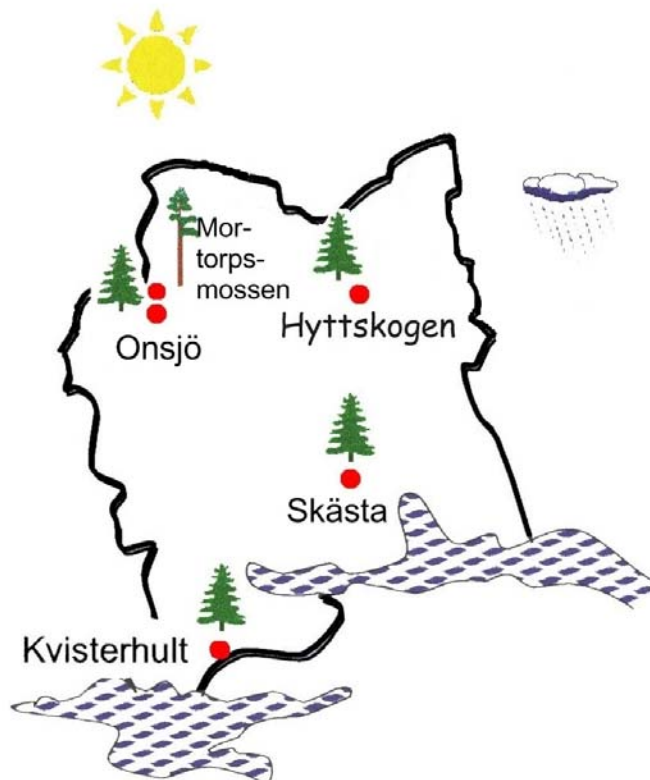


För Västmanlands läns Luftvårdsförbund

Övervakning av luftföroreningar i Västmanlands 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 1837

Juni 2009

¹⁾ Lunds universitet

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	4
Inledning.....	5
Ord att förklara.....	6
Stationsvis redovisning.....	7
Trendanalys med Mann-Kendall och Seasonal-Kendall-metodik.....	7
Onsjö (U 02).....	7
Kvisterhult (U 04).....	8
Hyttskogen (U 06).....	10
Mortorpsmossen (U 07).....	12
Skästa (U 08).....	13
Sammanfattande bedömning för Västmanlands län, 2007/08.....	14
Modellberäknad deposition av svavel och kväve på kommun- och länsnivå.....	16
Jämförelse mot mål och normer på kalenderår.....	18
Nedfall av svavel och kväve.....	18
Luftkvalitet.....	19
Temainriktad rapport.....	20
Ny webbplats.....	20
Nytt från Naturvårdsverket.....	21
Referenser.....	22
Bilaga 1. Data i tabellform - deposition, lufthalter, markvatten.....	23
Bilaga 2. Beskrivning av trendanalys med Mann-Kendall och Seasonal-Kendall-metodik.....	32

Rapporten godkänd
2009-06-09

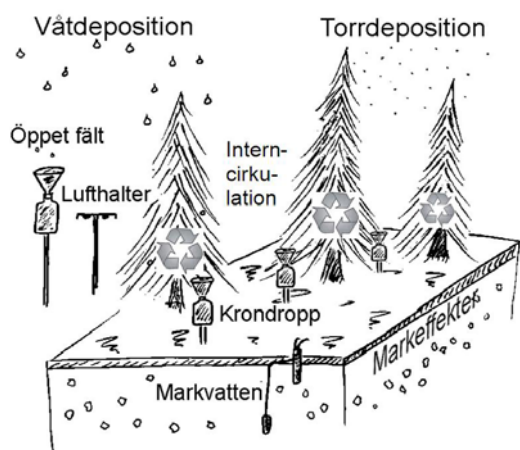
John Munthe
Avdelningschef

Sammanfattning

På uppdrag av Västmanlands läns Luftvårdsförbund mäter IVL nedfall av luftföroreningar och markvattenkvalitet på fem platser i länet för närvarande. Krondroppsnetet har sedan starten 1985 löpt i perioder och 2007 initierades ett nytt fyraårigt samarbetsprojekt. Grundtanken med Program 2007 är att utifrån depositions-, markvatten- samt lufthaltsmätningar ge kunskap om belastningen av luftföroreningar och 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.

De halter av luftföroreningar som uppmätts i länet var, liksom i resten av mellersta Sverige var under det hydrologiska året 2007/08 relativt låga. Nederbörden var drygt 900 mm under mätperioden vid länets mätstation på öppet fält i Kvisterhult, vilket är en av de högre noteringarna under den 15-årsperiod som mätningar utförts. Trots detta var nedfallet av svavel förhållandevis lågt. Ca. 1 kg svavel deponerades till vardera av de två krondroppsytorna i länet, vilket är lägre än vad som tidigare uppmätts. Svaveldepositionen har minskat kraftigt på skogsytan i Kvisterhult under den 15-åriga mätserien. Kvävedepositionen till öppet fält i Kvisterhult uppgick till 7,9 kg/ha, vilket är nivå med eller lägre än de tre föregående åren, men högre än tidigare år i mätserien. Framför allt nedfallet av ammoniumkväve har varit förhöjt under senare år, ett mönster som syns även på ytor i angränsande län. Orsaken till det ökade nedfallet är oklar och kommer att utredas.

Markvattnet i länet uppvisar varierande surhetsgrad, med surast markvatten i den nästan 90-åriga granskogen i Kvisterhult (pH 4,6 i oktober 2008) och minst surt markvatten i den 50-åriga granskogen i Hyttskogen (pH mellan 6,0 och 6,3 i april-oktober 2008). Halten sulfatsvavel har minskat signifikant i Kvisterhult, i takt med det minskade svavelnedfallet, och detta återspeglas även genom signifikant minskade halter av baskatjonerna kalcium, magnesium och kalium. I övrigt är tecknen på återhämtning svaga i den 15-åriga tidsserien i Kvisterhult. För pH finns en svag men signifikant ökning medan ANC (den syraneutraliserande förmågan) och oorganiskt aluminium inte förändrats. Nitratkvävehalten har generellt varit mycket låg vilket tyder på att skogen tar upp allt tillgängligt kväve.



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

Uppdragsgivare:

Västmanlands 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, Västmanlands län

IVL rapport B 1837

Beställs via någon av följande adresser:

Västmanlands läns Luftvårdsförbund	IVL, Publikationsservice
Per Hedenbo	Box 21060
c/o Länsstyrelsen i Västmanland	SE-100 31 Stockholm
Miljövårdsenheten	Tel: 08-598 563 00
721 86 Västerås	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 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 *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 resultatnriktade 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 **Västmanlands län** är resultat av ett lagarbete där provtagning utförts av Kjell Eklund, Lars Gullberg och Tomas Karlsson. 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. 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 interncirkuleras 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 miljökvalitetsmål.

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.

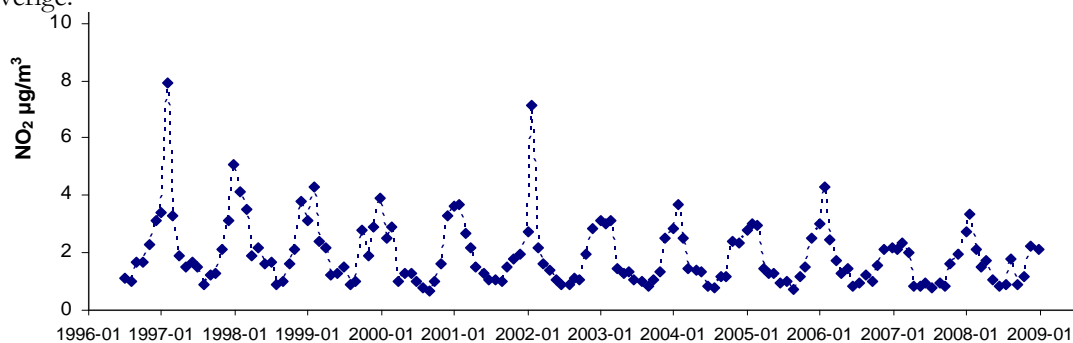
Trendanalys med Mann-Kendall och Seasonal-Kendall-metodik

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.

Onsjö (U 02): Lufthaltsmätningarna i Onsjö startade i juni 1996 och pågår än idag. Från början mättes SO_2 , NO_2 , NH_3 och O_3 men i dagsläget är endast mätningarna av NO_2 kvar. Övriga mätningar avslutades i sept. 2000 (NH_3), okt 2004 (SO_2) respektive dec 2007 (O_3). Tidigare har lufthaltsmätningar gjorts vid en närliggande lokal, Godkärra, där mätningarna startade 1993 och avslutades i maj 1996, varefter de flyttades till Onsjö.

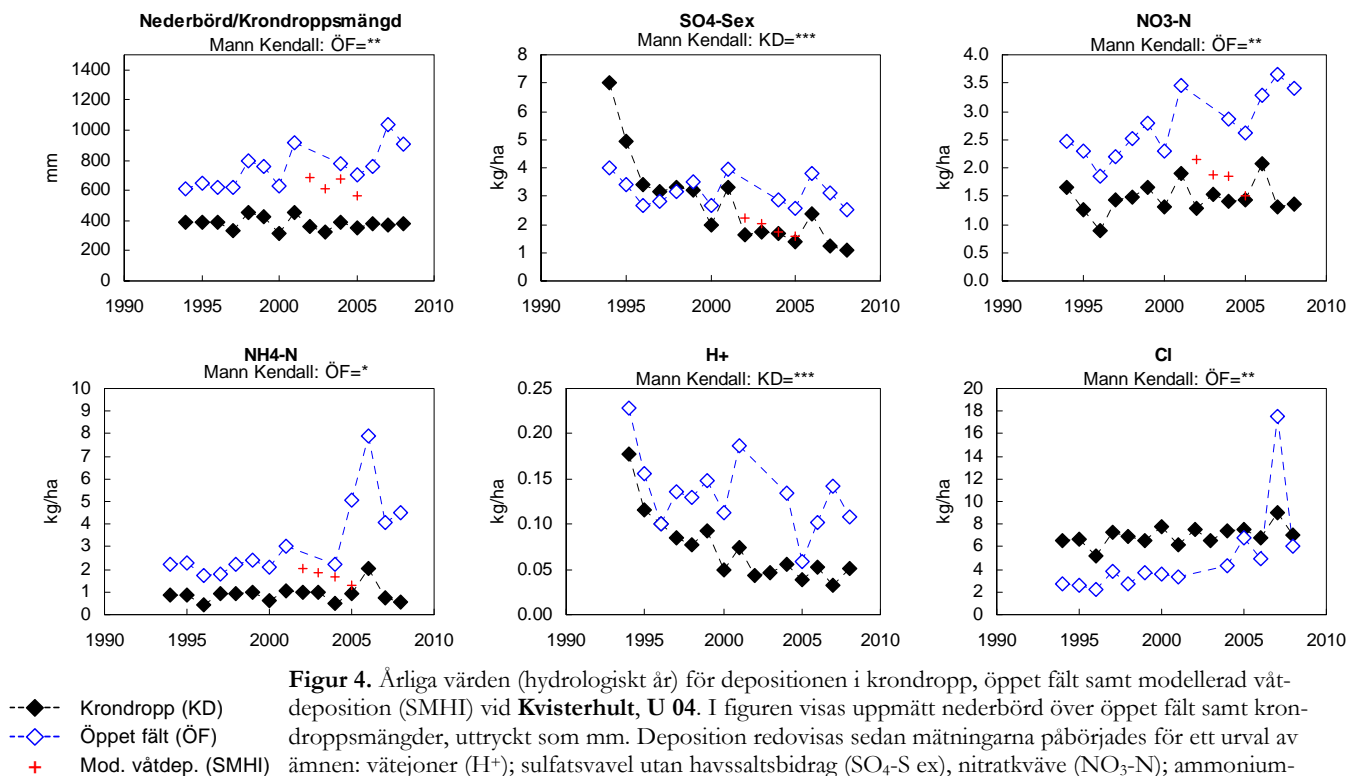
Årsmedelhalterna (hydrologiskt år) av NO_2 har sedan mätningarna startade varierat mellan 1,5 och 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Under mätperioden 2007/08 var årsmedelhalten av NO_2 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De senaste åren har årsmedelhalterna minskat, vilket till stor del kan förklaras av de relativt låga kvävedioxidhalterna de senaste vintrarna, se Figur 3. Denna nedgång för kvävedioxidhalter vintertid syns generellt i södra Sverige.



Figur 3. Uppmätta månadshalter av kvävedioxid, NO_2 , vid Onsjö mellan 1996 och 2008.

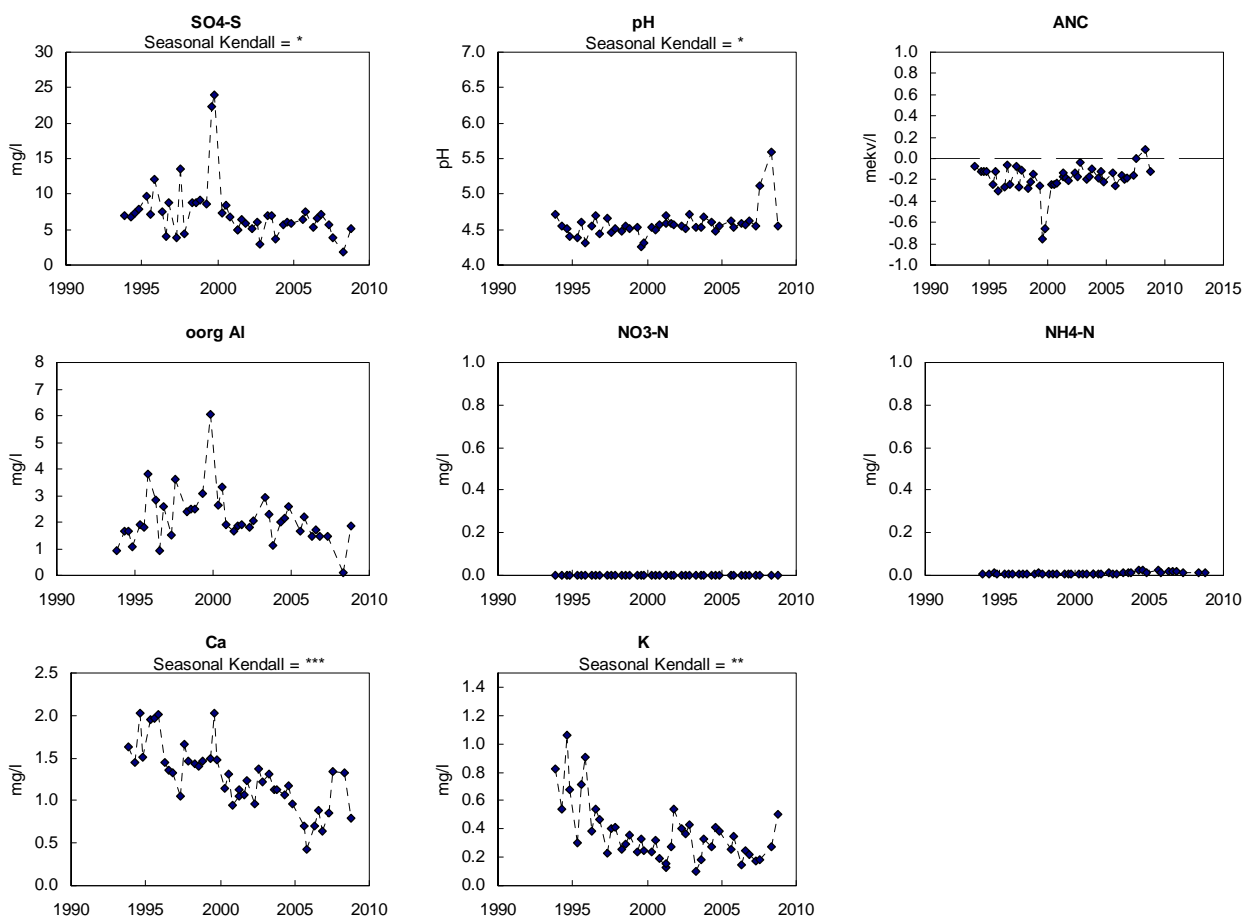
Kvisterhult (U 04): Yta med 88-årig granskog och ståndortsindex G28 på finkornig moränmark, där mätningarna startade 1993. Jordmånen är järnpodsol. De nederbördskemiska mätningarna på öppet fält avslutades i december 2001 men återupptogs i november 2003. Syftet är att ha en lokal i länet där nederbördskemiska mätningar på öppet fält, främst avseende kvävenedfall, kan jämföras med de modellberäkningar som utförs av SMHI. Kvisterhult är den enda ytan i länet där alla typer av mätningar görs, d.v.s. deposition via krondropp och på öppet fält, markvattenkemi och lufthalter.

Nederbörden vid Kvisterhult uppgick under det hydrologiska året 2007/08 till 904 mm, vilket var den tredje högsta noteringen under de 15 år som mätningar utförts (Figur 4). Mätningarna av svavel, både på öppet fält och via krondropp uppvisade däremot de lägsta noteringarna i mätserien, vilket visar på mycket låga halter av svavel i nederbörden. Svavelnedfallet i krondropp (exklusive havssaltets bidrag) har minskat från 7 kg per hektar och år 1993/94 till drygt 1 kg per hektar och år 2007/08 i granytan i Kvisterhult. Tidsserien för nitratkvävenedfall på öppet fält har i hög grad samvarierat med mellanårsvariationerna i nederbörd, och de senaste årens noteringar är därmed högre än i början av mätserien. Nedfallet av ammoniumkväve har varit avsevärt högre de senaste åren än under tidigare år i mätserien, vilket är ett mönster som återfinns även på andra ytor i denna del av landet. Orsaken är oklar men kommer att utredas. Depositionen av vätejoner (H^+) har minskat kraftigt under mätserien, i takt med att svaveldepositionen minskat. Depositionen av klorid uppvisade en kraftig topp under 2006/07 som kan kopplas stormen Per (januari 2007), då stora mängder havssalt transporterats in över land och deponerats. Modellerad nederbörd och våtdeposition av svavel och kväve (MATCH-Sverige-modellen, Persson m.fl. 2004) har varit lägre än vad som uppmätts på öppet fält, framför allt vad gäller kvävenedfallet.



Figur 4. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen i krondropp, öppet fält samt modellerad våtdeposition (SMHI) vid **Kvisterhult, U 04**. 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 -Sex); nitratkväve (NO_3 -N); ammoniumkväve (NH_4 -N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Modellerad nederbörd samt våtdeposition av svavel och kväve (MATCH-Sverige-modellen, Persson m.fl. 2004) visas som plustecken för de hydrologiska åren 2001/02-2004/05. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Kvisterhult är den av ytorna i länet som generellt haft surast markvatten, med en median för pH-värdet på 4,5 (Figur 5). För det hydrologiska året 2007/08 finns enbart resultat från en av provtagningarna, i april 2008, då pH var kraftigt förhöjt (5,6), ANC var positiv (0,08 mekv/l) och halten oorganiskt aluminium var (0,09 mg/l). I oktober 2008 var dock markvattenhalterna nere på samma nivåer som tidigare, med pH på 4,6, negativt ANC (-0,1) och hög halt av oorganiskt aluminium, 1,8 mg/l. Den kraftigt minskade svaveldepositionen i Kvisterhult har lett till en signifikant minskning av sulfatsvavel i markvattnet, och även en signifikant minskning av baskationerna kalcium, magnesium och kalium. Markvattnets pH uppvisar en svag men signifikant ökning medan ANC och oorganiskt aluminium, som är några av de vanligaste indikatorerna för att bedöma försurning av markvatten, inte visar på någon förändring, vilket visar att återhämtningen går långsamt. Halten av nitratkväve och ammoniumkväve var liksom tidigare mycket låg vilket innebär att skogsekosystemet tar upp allt tillgängligt kväve.



Figur 5. Markvattenkemi vid **Kvisterhult, U 04**: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), pH, markvattnets syranutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), kalciumhalt (Ca^{2+}) och kaliumhalt (K^+). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

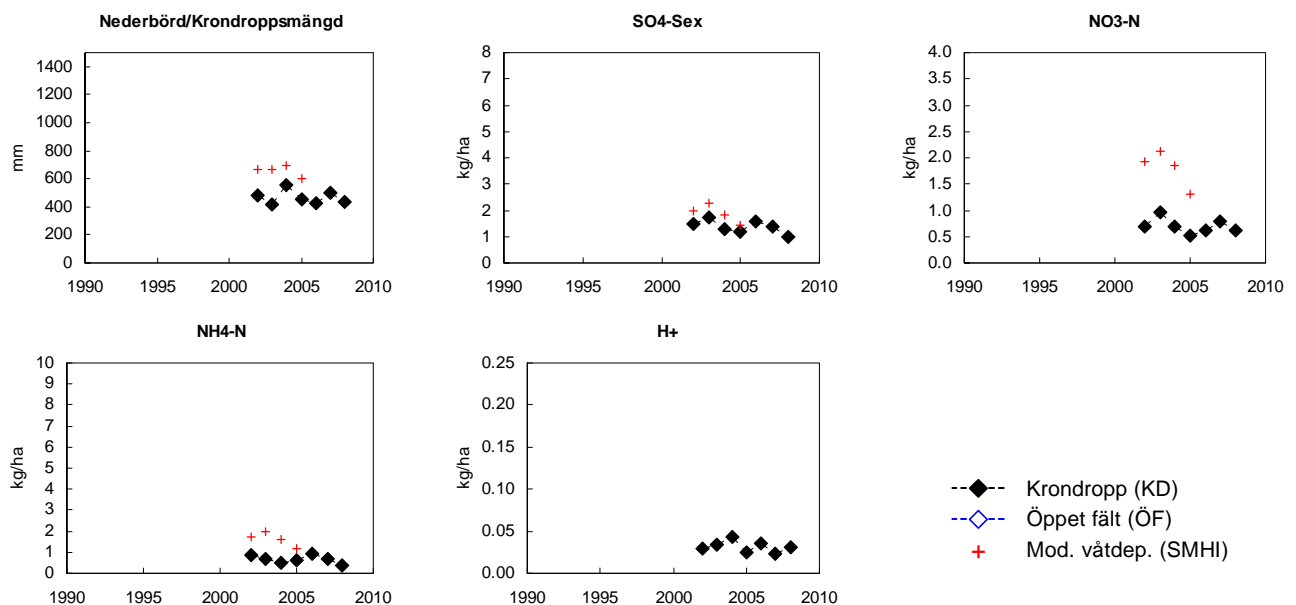
Lufthalter av SO_2 , NO_2 , NH_3 och O_3 har vid lokalen Kvisterhult mätts sedan 1993.

Årsmedelhalterna (hydrologiskt år) av SO_2 har sedan mätningarna startade varierat mellan 0,3 och 1,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Under mätperioden 2007/08 var årsmedelhalten av SO_2 den hittills lägsta som uppmätts, 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Detta beror främst på de låga halter som förekom under vintern 2008 jämfört med tidigare vintrar. Årsmedelhalten av NO_2 i Kvisterhult under 2007/08 var låg, 2,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket

är något högre än närmast föregående år då mätseriens hittills lägsta halt uppmättes. Även dessa låga halter kan förklaras med låga vinterhalter. Under årets mätningar har generellt låga SO₂- och NO₂-halter i luft observerats över hela södra Sverige. Sommarhalvårsmedelhalten 2008 av NH₃ var 0,4 µg/m³, vilket är samma som närmast föregående år. Generellt har NH₃-halterna ökat sedan mätstarten. Detta mönster syns vid ett flertal lokaler i Svealand. Orsaken till detta kommer att utredas vidare. Sommarhalvårsmedelhalterna av O₃ har sedan mätningarna startade varierat mellan 52 och 64 µg/m³ med det lägsta medelvärdet under sommaren 2008. Generellt var ozonhalterna under sommaren 2008 relativt ”normala” i de mellersta delarna av landet.

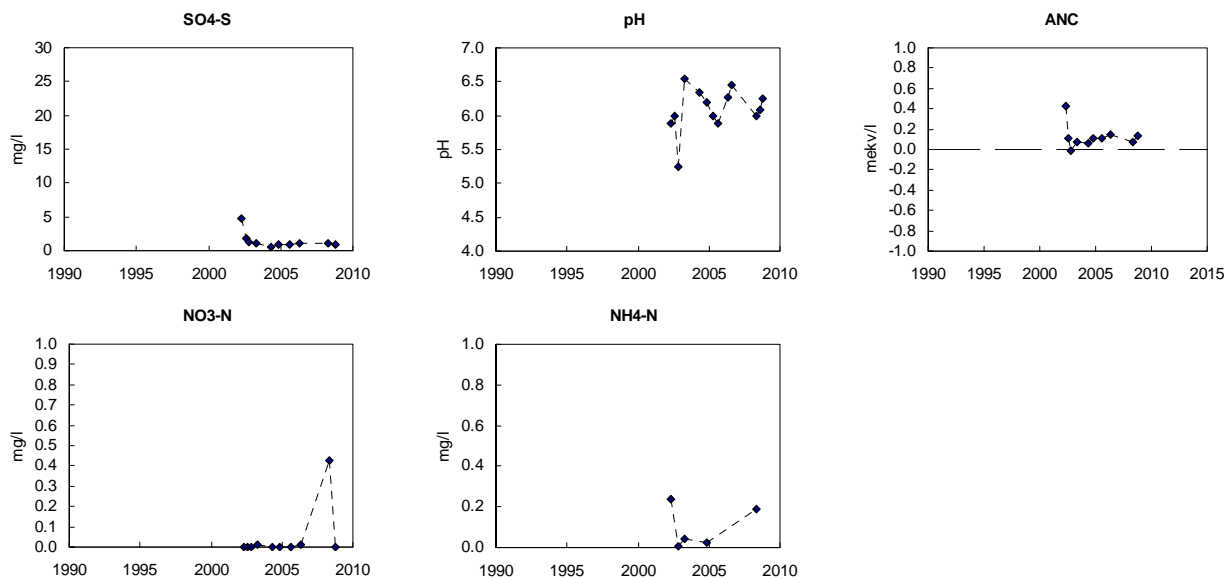
Hyttskogen (U 06): Drygt 50-årig granskog med visst inslag av tall och björk strax nordväst om Sala. Ståndortsindex är G22. Jordmånen är järnpodsol och ytan är belägen i ett moränområde. Denna marktyp är länets vanligaste skogsmarkstyp. Krondropps- och markvattenmätningar startade i oktober 2001. Mätningar av lufthalter startade i juni 2003 och utförs 0,5 km norr om Hyttskogen.

Nedfallet av svavel till skogsytan i Hyttskogen var låg under det hydrologiska året 2007/08, 1 kg per hektar och år (Figur 6), vilket är i nivå med Kvisterhult. Det är den lägsta noteringen i mätserien, men mätserien är för kort (7 år) för att kunna dra några säkra slutsatser om trender. Depositionen av vätejoner (H⁺) och klorid har varit något lägre i Hyttskogen än i skogen i Kvisterhult. Även depositionen av oorganiskt kväve via krondropp har under tidserien varit lägre i Hyttskogen än i Kvisterhult. Under 2007/08 uppgick kvävednedfallet via krondropp till 1,0 kg per hektar i Hyttskogen jämfört med 2,0 kg per hektar i Kvisterhult. Våtdeposition i Hyttskogen modellerad med MATCH-Sverige-modellen (Persson m.fl. 2004) visar på ett svavelnedfall i samma storleksordning som i krondroppsmätningarna. Den modellerade kvävedepositionen var högre än vad som uppmättes i krondroppet, vilket kan förklaras av interncirkulation i trädkronorna.



Figur 6. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen i krondropp, öppet fält samt modellerad våtdeposition (SMHI) vid **Hyttskogen, U 06**. 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). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Modellerad nederbörd samt våtdeposition av svavel och kväve modellerad 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.

Provtagningen av markvatten i Hyttskogen kännetecknas av att det ofta har varit svårt att få upp tillräcklig mängd markvatten. Detta medför ökade osäkerheter i resultaten. Mätningarna visar att markvattnet i Hyttskogen är det som är minst surt av ytorna i länet, med pH på 6 eller högre under det hydrologiska året 2007/08 (Figur 7). I oktober 2008 var pH 6,3. Kvävehalten brukar vanligtvis vara mycket låg, under detektionsgränsen, men i april 2008 var halten förhöjd, både av nitratkväve (0,4 mg/l) och ammoniumkväve (0,2 mg/l), vilket brukar vara ett tecken på att skogen inte tar upp allt tillgängligt kväve. Provmängden var dock liten vid detta tillfälle och det går därmed inte att dra några långtgående slutsatser.



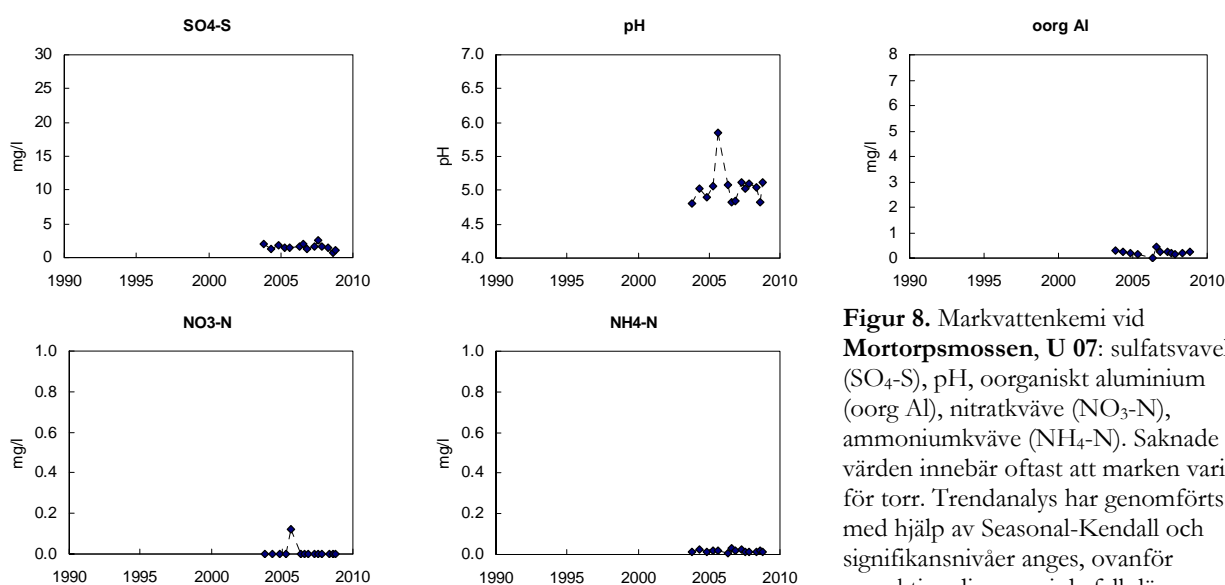
Figur 7. Markvattenkemi vid Hyttskogen, U 06: sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Lufthalter av NO₂ och O₃ mäts vid lokalen Hyttskogen sedan 2003. Årsmedelhalterna (hydrologiskt år) av NO₂ har sedan mätningarna startade varierat mellan 2,8 och 3,8 µg/m³. Under mätperioden 2007/08 var årsmedelhalten av NO₂ den hittills lägsta som beräknats, 2,8 µg/m³. Detta beror på de låga halter som uppmättes under vintern 2008. Under årets mätningar har relativt låga kvävedioxidhalter i luft observerats över hela södra Sverige. Sommarhalvårsmedelhalterna av O₃ har sedan mätningarna startade varierat mellan 51 och 58 µg/m³ med det lägsta medelvärdet under sommaren 2008. Generellt var ozonhalterna under sommaren 2008 relativt ”normala” i de mellersta delarna av landet.

Mortorpsmossen (U 07): Skogen i ytan består av 68-årig blandskog, där beståndet är grandominerat, men själva provytan domineras av tall (60 % tall och 40 % gran). Ytan är belägen på moränmark med ett ståndortsindex på T24. Mätningar av krondropp och markvatten påbörjades 2003. Mätningarna i krondropp avslutades i december 2006. Därmed mäts numera enbart markvattenkemi i Mortorpsmossen.

Markvattenkemin har inte varierat så mycket under den femåriga mätserien (Figur 8).

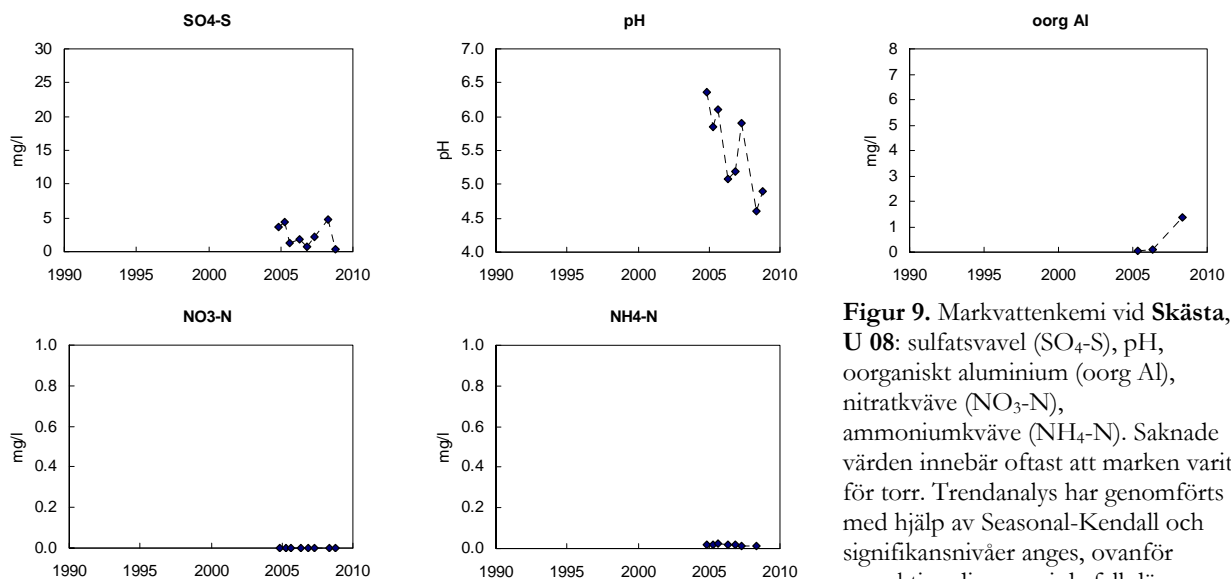
Mortorpsmossen har länets näst suraste markvatten, efter Kvisterhult. Markvattnets pH har varit nära 5, förutom vid ett tillfälle i juli 2005 då ett pH-värde på knappt 6 uppmättes. Vid detta tillfälle var dock provvolymen relativt liten, vilket innebär osäkerheter i resultatet. Halten oorganiskt aluminium var liksom tidigare år måttlig, omkring 0,2 mg/l. Halten oorganiskt kväve har generellt varit mycket låg, med en liten förhöjning i juli 2005, vid samma tillfälle som pH var förhöjt.



Figur 8. Markvattenkemi vid **Mortorpsmossen, U 07:** sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), pH, oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$). 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.

Skästa (U 08): 64-årig granskog där mätningar av deposition i krondropp och markvatten etablerades 2004. I oktober 2004 startades även lufthaltsmätningar av kvävedioxid (NO_2) och marknära ozon (O_3). Ozonmätningarna avslutades dock i februari 2007. Ytan gallrades i december 1996 och även samma år som mätningarna startade, i mars 2004. Krondroppsmätningarna avslutades i december 2006 och numera mäts enbart markvattenkemi och lufthalter.

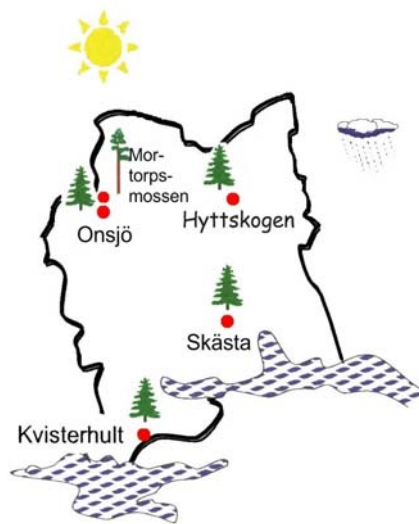
Enbart vid en av markvattenprovtagningarna under det hydrologiska året 2007/08 var provmängden tillräcklig för analys, i april 2008. Vid detta tillfälle var markvattnet avsevärt surare än normalt vid ytan, med pH på 4,6 och ANC på -0,1 (Figur 9). Medianvärdet för pH är 5,5 och för ANC 0,09. Halten oorganiskt aluminium var hög i april 2008, 1,3 mg/l, vilket även det avviker stort från medianvärdet, 0,09 mg/l. Halten av baskatjonerna kalcium, magnesium och kalium var lägre än normalt. Detta gav en kvot mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium på 0,8, vilket indikerar surt markvatten, i nivå med Kvisterhult. Även mätningen i oktober 2008, som ingår i efterföljande hydrologiska år, uppvisade lägre pH än vanligt på ytan, men inte lika lågt som i april (4,9). Under den femåriga mätserien har pH minskat, men tidsserien är för kort för att kunna dra några slutsatser om långsiktiga trender. Halten nitratkväve har varit låg under mätserien och var under detektionsgränsen både i april och i oktober 2008.



Figur 9. Markvattenkemi vid Skästa, U 08: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), pH, oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$). 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.

Årsmedelhalterna (hydrologiskt år) av NO_2 i luft har sedan mätningarna startade 2004 varierat mellan 3,7 och 4,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Under mätperioden 2007/08 var årsmedelhalten av NO_2 , 3,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket är en tangering av föregående års låga värde. De senaste åren har årsmedelhalterna minskat vilket till stor del kan förklaras av de låga kvävedioxidhalterna som varit under de senaste vintrarna.

Sammanfattande bedömning för Västmanlands län, 2007/08



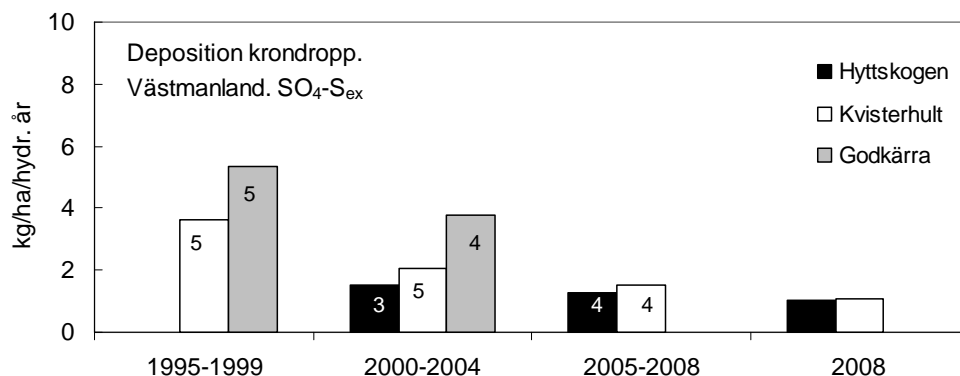
I Västmanlands län finns fem aktiva lokaler inom Krondroppsnätet (Tabell 1). Kvisterhult är den lokal som har längst tidsserie (15 år), och den enda lokal där alla typer av mätningar görs, nedfallsmätningar på öppet fält och i skogen samt mätningar av markvattenkemi och lufthalter.

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 någon större utsträckning.

I skogsytorna var nedfallet av svavel lägre än tidigare under mätserien, både i den 15-åriga mätserien i Kvisterhult och i den 7-åriga mätserien i Hyttskogen. Enbart 1,0-1,1 kg svavel uppmättes under det hydrologiska året, jämfört med knappt 4 kg i Kvisterhult under andra halvan av 1990-talet (Figur 10). Nederbörds mängden under 2007/08 var relativt hög och det var därmed låga halter i nederbörden som ledde till de låga noteringarna i deponerade mängder av svavel. Även halterna i luften har varit lägre än normalt (se nedan), vilket kan bero på de meteorologiska förhållandena under året och/eller på minskade emissioner.

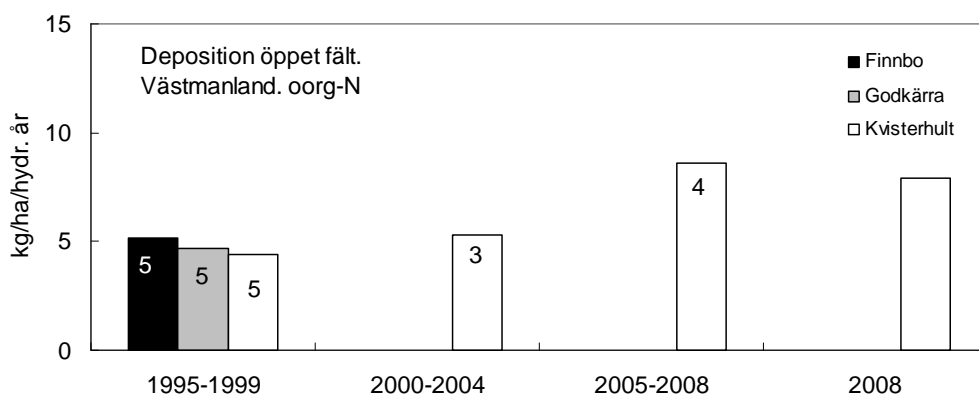
Tabell 1. Aktiva ytor i Västmanlands län.

Lokal	Dominerande trädslag	Öppet fält	Krondropp	Markvatten	Lufthalter			
					SO ₂	NO ₂	NH ₃	O ₃
Onsjö (U 02)	Öppet fält					X		
Kvisterhult (U 04)	Gran	X	X	X	X	X	X	X
Hyttskogen (U 06)	Gran		X	X		X		X
Mortorpsmossen (U 07)	Tall			X				
Skästa (U 08)	Gran			X		X		



Figur 10. En översikt över nedfallet av antropogent sulfatsvavel (SO₄-S_{ex}) mätt som krondropp vid olika platser inom länet och för olika tidsperioder. Tidsangivelserna gäller hydrologiska år, d.v.s. från 1 oktober till 30 september. Exempelvis motsvarar tidsintervallet 1995-1999 de hydrologiska åren 1994/95 – 1998/99 (siffrorna i staplarna anger antal år då data finns tillgängligt inom respektive period).

Kvävenedfallet över **öppet fält** i Kvisterhult uppgick till 3,4 kg nitratkväve och 4,5 kg ammoniumkväve under 2007/08, det vill säga sammanlagt 7,9 kg kväve. Nedfallet av nitratkväve och ammoniumkväve har varit signifikant högre under senare delen av den 15-åriga mätserien (Figur 11). För nitratkväve har ökningen i stort sett följt den ökade nederbörden, men för ammoniumkväve har nedfallet varit mycket större de fyra senaste åren än tidigare år, och här måste det finnas någon annan förklaring. Samma mönster syns även på andra ytor i denna del av Sverige, men inte i övriga delar av landet. Vad den uppmätta förhöjningen av depositionen beror på kommer att utredas vidare.



Figur 11. En översikt över nedfallet av kväve (nitratkväve+ammoniumkväve) på öppet fält vid olika platser inom länet och för olika tidsperioder. Tidsangivelserna gäller hydrologiska år, d.v.s. från 1 oktober till 30 september. Exempelvis motsvarar tidsintervallet 1995-1999 de hydrologiska åren 1994/95 – 1998/99 (siffrorna i staplarna anger antal år då data finns tillgängligt inom respektive period).

Markvattenkemin på de fyra ytor i Västmanlands län där mätningar görs uppvisar varierande surhetsgrad. I Kvisterhult är markvattnet vanligtvis surast, med pH-värden omkring 4,5, men i april 2008, var pH kraftigt förhöjt, 5,6. I Hyttskogen var pH mellan 6,0 och 6,3 under april till oktober 2008. Kvisterhult är den enda ytan med tillräckligt lång mätserie, 15 år, för att kunna uttala sig om mer långsiktiga trender. Sulfatsvavelhalten har minskat signifikant i takt med att nedfallet av svavel minskat. Detta återspeglas även i signifikant minskade halter av baskatjoner och en svag men

signifikant ökning av pH. Ingen signifikant trend finns dock för oorganiskt aluminium och ANC (syraneutraliserande förmåga), vilket indikerar att återhämtningen går långsamt. Kvävehalterna var som vanligt mycket låga vid länets ytor, med undantag av ett tillfälle i april 2008 då 0,4 mg nitratkväve per liter uppmättes i Hyttskogen. Detta mätvärde är dock osäkert på grund av liten provmängd.

I Västmanland mäts **lufthalter** på 4 stationer i länet. Alla lufthalter mäts dock ej på alla stationer. Svaveldioxid i luft mäts i länet endast vid Kvisterhult. Under mätperioden 2007/08 var årsmedelhalten av SO₂ den hittills lägsta, 0,3 µg/m³. Detta beror främst på de låga halter som uppmättes under vintern 2008. Även de låga årsmedelhalterna (hydrologiskt år) av NO₂ som uppmättes vid respektive station, under mätperioden 2007/08 kan förklaras av låga kvävedioxidhalterna de senaste vintrarna. Under årets mätningar har generellt låga SO₂- och NO₂-halter i luft observerats över hela södra Sverige. När det gäller ammoniakhalterna för sommarhalvåret så har de generellt ökat sedan mätningarna påbörjades. Detta mönster syns vid ett flertal lokaler i Svealand. Orsaken till detta kommer att utredas vidare. Sommarhalvårsmedelhalterna av O₃ var under sommaren 2008 på en medelnivå i mellersta Sverige. I Västmanland 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 åren 2002, 2003, 2004 och 2005. Beräkningar har även gjorts för år 2020 enligt depositionsscenario CLE, Current legislation, som är ett slags basscenario som utgår från dagens beslut om minskade utsläpp inom Europa. För CLE-scenariet har ett medelvärde beräknats för de markanvändningsslag som ingår i länet/kommunen, och det finns därmed ingen uppdelning på barrskog och åkermark, på samma sätt som för årsberäkningarna. Nedfallet redovisas på länsnivå i Figur 12 och på kommunnivå i Tabell 2 och Tabell 3.

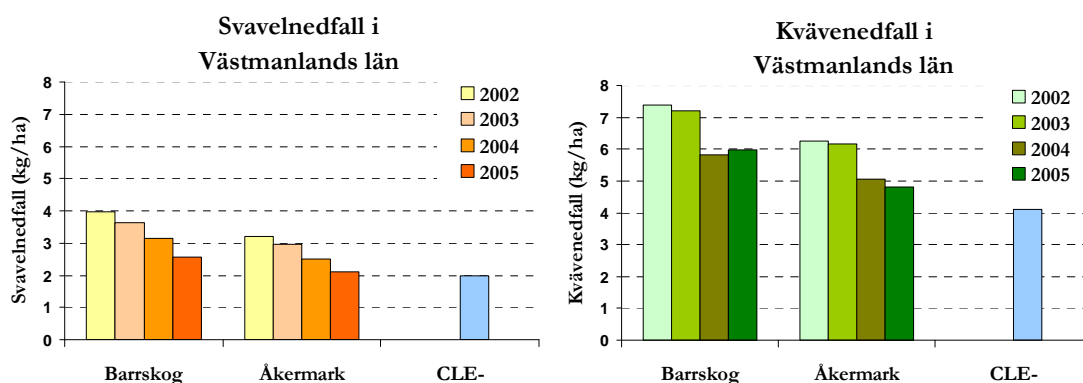
Svavelnedfallet (utan havssalt, våt- och torrdeposition) i Västmanlands län beräknades till omkring 2,6-4,0 kg per hektar och år i barrskog och 2,1-3,2 kg på åkermark under 2002-2005. Kvävenedfallet beräknades till omkring 5,8-7,4 kg per hektar och år i barrskog och 4,8-6,3 kg på åkermark under motsvarande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

Det modellerade svavelnedfallet i barrskog är högre än det uppmätta krondroppet på samtliga lokaler i länet under den aktuella tidsperioden 2002-2005. Detta kan 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 vid en viss krondroppsytta eftersom det modellerade nedfallet är ett medelvärde för hela länet/kommunen,

medan Krondroppsmätningarna gäller just den specifika ytan, med dess specifika exponeringsegenskaper.

För kväve är det svårare 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 är det svårt att mäta kvävedepositionen till skog på grund av intercirkulationen av kväve i trädkronorna. Ytterligare en fördel är att modeller kan användas för att beräkna framtida trender vid olika utsläppsscenarioer.



Figur 12. Nedfall av svavel och kväve (kg per hektar och kalenderår) i Västmanlands län under 2002-2005 och år 2020 enligt CLE-scenariet, modellerat med MATCH-Sverige-modellen.

Tabell 2. Svavelnedfall (utan havssalt) på kommunnivå i Västmanlands 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
Arboga	3.9	3.5	3.0	2.7	3.1	2.8	2.3	2.3	1.7
Fagersta	4.1	3.6	3.2	2.5	3.3	3.0	2.6	2.0	2.0
Hallstahammar	4.0	3.8	3.2	2.6	3.2	3.1	2.6	2.2	2.0
Heby	3.9	3.5	3.0	2.5	3.1	2.8	2.4	2.0	2.0
Kungsör	3.9	3.6	3.1	2.8	3.1	2.9	2.4	2.3	1.9
Köping	4.0	3.7	3.2	2.6	3.2	3.0	2.6	2.2	2.0
Norberg	4.1	3.5	3.1	2.4	3.3	2.9	2.5	2.0	2.0
Sala	3.9	3.6	3.1	2.4	3.1	2.9	2.4	2.0	2.0
Skinnskatteberg	4.1	3.7	3.3	2.6	3.3	3.0	2.7	2.1	2.1
Surahammar	4.1	3.8	3.3	2.5	3.3	3.1	2.6	2.1	2.1
Västerås	4.0	3.8	3.3	2.7	3.2	3.1	2.6	2.3	1.9

* 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 Västmanlands 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
Arboga	7.3	7.0	5.6	6.2	6.2	5.9	4.9	5.0	4.2
Fagersta	7.2	6.8	5.6	5.8	6.2	5.8	4.9	4.6	4.0
Hallstahammar	7.7	7.8	6.4	6.4	6.5	6.7	5.6	5.3	4.4
Heby	7.2	6.8	5.5	5.6	6.1	5.8	4.7	4.5	3.8
Kungsör	7.7	7.5	6.2	6.5	6.5	6.4	5.3	5.4	4.3
Köping	7.6	7.6	6.2	6.3	6.5	6.5	5.4	5.2	4.4
Norberg	7.3	6.6	5.3	5.5	6.2	5.6	4.6	4.4	3.8
Sala	7.1	7.1	5.6	5.7	6.0	6.1	4.8	4.5	3.9
Skinnskatteberg	7.3	7.1	5.9	6.1	6.2	6.0	5.2	4.9	4.3
Surahammar	7.6	7.5	6.1	6.2	6.4	6.4	5.4	5.0	4.2
Västerås	7.6	7.8	6.2	6.2	6.4	6.7	5.4	5.1	4.4

* 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

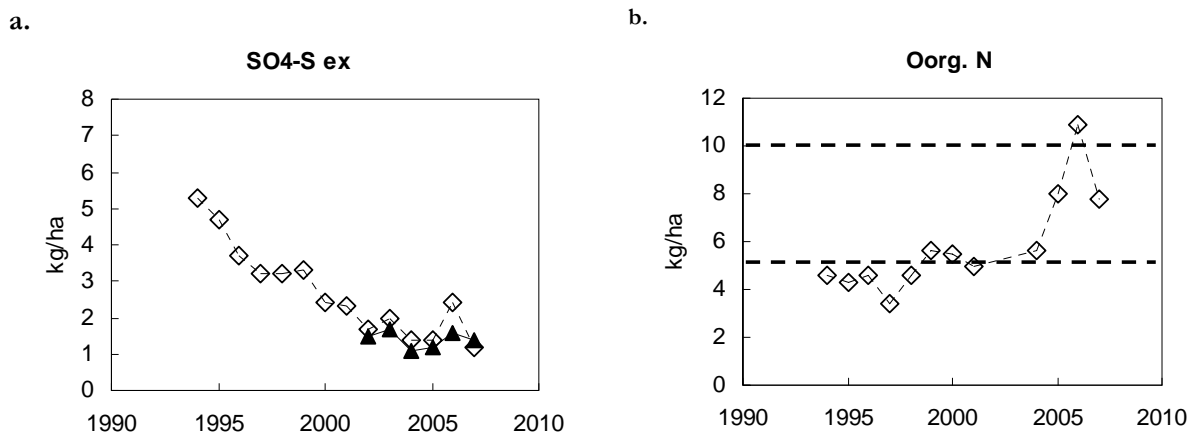
Miljö kvalitetsmålet *Bara Naturlig försurning* anger att ”De försurande effekterna av nedfall och markanvändning skall underskrida gränsen för vad mark och vatten tål...”. Den kritiska belastningen för aciditet (försurande ämnen) beror på markens buffringsförmåga och det går därför inte att ange en 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 13a visas svavelnedfallet till skogsmark, som 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 på de två aktiva krondroppsytorerna under 2007 var avsevärt lägre än den övre gränsen i intervallet 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 lågdosförsök i norra Sverige (Nordin m.fl., 2005). Den kritiska belastningsgränsen som generellt gäller i Sverige är 5-10 kg per hektar och år (UNECE, 2007). Den lägre gränsen kan antas gälla för de känsligaste ekosystemen.

I Figur 13b visas kvävenedfallet på öppet fält i Kvisterhult i jämförelse med intervallet 5-10 kg per hektar och år. 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 Västmanland under 2007 var inom, och inte under intervallet 5-10 kg, vilket betyder att nedfallet bör minska för att den kritiska belastningen med säkerhet inte ska överskridas. Indikatorn gäller egentligen skogsmark, men eftersom krondroppsmätningarna inte ger ett mått på totaldepositionen, utan påverkas av interncirkulationen i trädkronan, används här kvävenedfallet på öppet fält. Totaldeposition av kväve till skog kan förväntas vara något högre på grund av torrdepositionen.



Figur 13. Svavelnedfall (exklusive havssaltsbidrag) till skogsmark (a) och nedfall av oorganiskt kväve (nitratkväve och ammoniumkväve) på öppet fält (b) som årssumma på kalenderår (kg per hektar och år) på ytor med pågående nedfallsmätningar, Kvisterhult (◇) och Hyttskogen (▲). 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 mikrogram/ m^3 för svaveldioxid som årsmedelvärde skall vara uppnådd i samtliga kommuner.

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

Uppmätta vinterhalvsmedelhalter inom Krondroppsnetets lokaler i länet under 2008:

Lokalkod	Namn	SO ₂ -halt i $\mu g/m^3$	Överskridande av miljömål & miljö kvalitetsnormer*
U 04 A-9	Kvisterhult	0.4	nej

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

Kvävedioxid: Miljömål: Halten 20 mikrogram/m³ som årsmedelvärde för kvävedioxid skall i huvudsak underskridas år 2010.

Miljökvalitetsnorm, 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 Krondroppsnetets lokaler i länet under 2008:

Lokalkod	Namn	NO ₂ -halt i µg/m ³	Överskridande av miljömål & miljökvalitetsnormer
U 02 B-9	Onsjö	1.6	nej
U 04 A-9	Kvisterhult	1.9	nej
U 06 A-9	Hyttskogen	2.6	nej
U 08 A-9	Skästa	3.5	nej

Marknära ozon: När det gäller marknära ozon finns många miljömål, men det miljömål som är direkt tillämpbart för de mätningar som sker inom krondroppsnetet är att halterna av marknära ozon som sommarhalvsmedelvärde får ej överskrida 50 µg/m³ efter år 2020.

Uppmätta sommarhalvsmedelhalter inom Krondroppsnetets lokaler i länet under 2008:

Lokalkod	Namn	O ₃ -halt i µg/m ³	Överskridande av miljömål & miljökvalitetsnormer
U 04 A-9	Kvisterhult	52	ja
U 06 A-9	Hyttskogen	51	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, 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

Krondropps nätet ingår sedan 2000 som delprogram inom Programområde luft, det nationella luftövervakningsprogrammet som drivs av Naturvårdsverket. Delprogrammet kompletterar de pågående mätningarna som sker inom Krondropps nätet 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 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 Västmanlands län – mätningar och modellering. Resultat till och med september 2007. IVL Rapport B 1787.
- UNECE, 2007. Recent results and updating of scientific and technical knowledge. Workshop on effects of low-level nitrogen deposition. Report by the workshop organizers. Executive body for the convention on long-range transboundary air pollution. Working Group on Effects. Twenty-sixth session. Geneva, 29–31 August 2007.

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

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

Lokal	Period	Nedb	kg/ha →										
			H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
Kvisterhult (U 04 A)	07/08	904	0,11	2,8	2,5	6,0	3,4	4,5	2,8	0,8	4,4	2,3	0,26
	06/07	1034	0,14	3,9	3,1	17,6	3,6	4,1	3,3	1,7	11,0	7,7	0,51
	05/06	760	0,10	4,0	3,8	4,9	3,3	7,9	1,8	1,1	3,7	4,3	0,22
	04/05	703	0,06	2,9	2,5	6,8	2,6	5,1	2,0	0,9	4,5	2,3	0,14
	03/04	775	0,13	3,1	2,9	4,4	2,9	2,2	1,2	0,6	2,5	1,1	0,08
	00/01	917	0,19	4,1	3,9	3,4	3,5	3,0	1,7	0,5	2,4	1,0	0,15
	99/00	633	0,11	2,8	2,6	3,6	2,3	2,1	1,6	0,4	2,4	1,4	0,16
	98/99	758	0,15	3,7	3,5	3,7	2,8	2,4	2,2	0,4	2,2	1,5	0,08
	97/98	796	0,13	3,3	3,1	2,7	2,5	2,2	3,2	0,4	1,7	2,2	0,11
	96/97	625	0,14	3,0	2,8	3,8	2,2	1,8	1,3	0,5	2,1	0,9	0,08
	95/96	621	0,10	2,8	2,7	2,2	1,9	1,7	1,5	0,4	1,7	1,8	0,05
	94/95	648	0,16	3,5	3,4	2,6	2,3	2,3	1,9	0,3	1,5	1,0	0,02
	93/94	611	0,23	4,1	4,0	2,7	2,5	2,2	1,0	0,3	1,4	1,0	0,02

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

Lokal	Period	Nedb	kg/ha →										
			H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
Kvisterhult (U 04 A)	2007	988	0,10	4,0	3,2	16,4	3,7	4,1	3,7	1,6	10,3	7,6	0,44
	2006	865	0,14	3,8	3,5	6,2	3,4	7,5	1,5	1,2	4,4	4,5	0,27
	2005	706	0,08	3,1	2,8	5,5	2,9	5,1	2,2	0,9	3,6	2,0	0,12
	2004	738	0,07	2,9	2,7	5,8	2,5	3,1	1,6	0,7	3,9	1,6	0,11
	2001	670	0,11	3,1	2,9	3,2	2,7	2,3	1,7	0,4	2,0	0,8	0,13
	2000	864	0,15	3,6	3,4	3,6	2,8	2,7	1,9	0,5	2,5	1,4	0,14
	1999	772	0,17	4,1	3,9	3,7	3,0	2,6	2,2	0,4	2,3	1,5	0,12
	1998	803	0,12	3,1	2,9	3,9	2,5	2,1	2,9	0,5	2,3	1,4	0,08
	1997	573	0,12	2,6	2,5	2,5	1,9	1,5	1,4	0,4	1,3	1,7	0,10
	1996	710	0,14	3,3	3,2	2,8	2,4	2,2	1,6	0,4	1,9	1,3	0,06
	1995	669	0,14	3,6	3,4	3,1	2,2	2,1	2,1	0,3	2,0	1,5	0,02
	1994	614	0,22	3,8	3,7	2,7	2,4	2,2	1,0	0,3	1,5	1,0	0,02

Tabell A:2a. Öppet fältdata från Västmanlands län för ytan Kvisterhult 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	→	
Kvisterhult (U 04 A)	07/08	904	7,9		3,7
	06/07	1034	7,7		4,3
	05/06	760	11,2		0
	04/05	703	7,7		4,7
	03/04	775	5,0		2,0
	00/01	917	6,5		
	99/00	633	4,4		
	98/99	758	5,2		
	97/98	796	4,7		0,6
	96/97	625	4,0		
	95/96	621	3,6		

Tabell A:2b. Öppet fältdata från Västmanlands län för ytan Kvisterhult där organiskt kväve 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
		mm	kg/ha	→	
Kvisterhult (U 04 A)	2007	988	7,8		4,6
	2006	865	10,9		0
	2005	706	8,0		3,7
	2004	738	5,6		3,4
	2001	670	5,0		1,5
	2000	864	5,6		
	1999	772	5,6		
	1998	803	4,6		
	1997	573	3,4		
	1996	710	4,5		
	1995	669	4,3		
	1994	614	4,6		

Tabell B:1a. Krondroppsdata från Västmanlands 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	→									
Kvisterhult (U 04 A)	07/08	377	0,05	1,4	1,1	7,0	1,4	0,6	2,7	1,0	3,6	10,2	0,90
	06/07	367	0,03	1,6	1,2	9,0	1,3	0,7	2,7	1,1	4,0	12,6	0,79
	05/06	376	0,05	2,7	2,4	6,8	2,1	2,0	2,8	1,0	2,9	13,7	0,78
	04/05	352	0,04	1,7	1,4	7,5	1,4	0,9	2,6	1,0	3,6	10,0	0,74
	03/04	388	0,06	2,0	1,7	7,4	1,4	0,5	2,8	1,1	3,2	11,1	0,73
	02/03	322	0,05	2,0	1,7	6,6	1,5	1,0	2,1	1,0	2,6	9,0	0,46
	01/02	358	0,04	2,0	1,6	7,6	1,3	1,0	2,2	0,9	3,2	10,6	0,55
	00/01	457	0,07	3,6	3,3	6,2	1,9	1,1	3,1	1,1	2,9	12,5	1,02
	99/00	312	0,05	2,4	2,0	7,8	1,3	0,6	2,2	0,9	3,5	10,3	0,77
	98/99	430	0,09	3,5	3,2	6,6	1,7	1,0	2,6	1,0	2,9	11,0	0,75
	97/98	456	0,08	3,6	3,3	6,9	1,5	0,9	3,0	1,1	2,6	12,7	1,02
	96/97	331	0,09	3,5	3,1	7,3	1,4	0,9	2,8	1,0	3,1	9,1	0,86
	95/96	386	0,10	3,7	3,4	5,2	0,9	0,4	2,6	0,9	2,0	10,1	0,85
	94/95	390	0,12	5,3	5,0	6,7	1,2	0,9	3,5	1,1	2,6	10,8	1,19
93/94	390	0,18	7,3	7,0	6,5	1,7	0,9	3,8	1,3	2,4	10,9	1,30	
Hyttskogen (U 06 A)	07/08	436	0,03	1,2	1,0	3,9	0,6	0,4					
	06/07	499	0,02	1,6	1,4	4,7	0,8	0,7					
	05/06	430	0,04	1,7	1,6	3,2	0,6	0,9					
	04/05	455	0,03	1,3	1,2	3,2	0,5	0,6					
	03/04	556	0,04	1,4	1,3	3,0	0,7	0,5					
	02/03	417	0,03	1,8	1,7	3,0	1,0	0,7					
	01/02	486	0,03	1,7	1,5	4,2	0,7	0,8					

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

Lokal	Period	Nedb mm	H ⁺ kg/ha	SO ₄ -	SO ₄ -	Cl-	NO ₃ -	NH ₄ -	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
				S	S _{ex}		N	N					
Kvisterhult (U 04 A)	2007	313	0,04	1,5	1,2	7,2	1,3	0,5	2,4	1,0	3,5	9,6	0,67
	2006	453	0,05	2,8	2,4	8,2	2,2	2,2	3,3	1,2	3,5	16,7	0,96
	2005	348	0,04	1,7	1,4	6,5	1,6	0,9	2,6	1,0	3,1	9,6	0,71
	2004	349	0,04	1,7	1,4	8,1	1,2	0,5	2,6	1,0	3,5	10,0	0,64
	2003	375	0,05	2,4	2,0	7,5	1,6	1,0	2,3	1,1	3,0	11,5	0,58
	2002	355	0,05	2,0	1,7	7,0	1,5	1,0	2,3	1,0	3,1	9,1	0,58
	2001	326	0,05	2,6	2,3	6,2	1,5	0,9	2,5	0,9	2,5	10,7	0,82
	2000	404	0,05	2,7	2,4	6,6	1,5	0,8	2,4	0,9	3,2	12,0	0,75
	1999	431	0,09	3,6	3,3	7,5	1,7	0,9	3,0	1,2	3,4	11,7	0,97
	1998	450	0,07	3,6	3,2	7,5	1,5	1,0	2,8	1,0	2,9	12,3	0,85
	1997	340	0,08	3,5	3,2	7,0	1,4	0,9	3,0	1,0	2,9	9,8	0,90
	1996	413	0,12	4,0	3,7	5,7	1,0	0,4	2,8	1,0	2,2	10,5	0,97
	1995	396	0,11	5,0	4,7	6,3	1,2	0,9	3,3	0,9	2,7	10,1	0,95
	1994	368	0,14	5,6	5,3	6,9	1,6	0,8	3,3	1,2	2,2	10,4	1,19
Hyttskogen (U 06 A)	2007	457	0,03	1,6	1,4	4,3	0,8	0,7					
	2006	523	0,04	1,8	1,6	3,6	0,8	1,0					
	2005	398	0,02	1,4	1,2	2,8	0,5	0,6					
	2004	520	0,03	1,3	1,1	3,6	0,5	0,4					
	2003	479	0,04	1,8	1,7	3,0	1,0	0,7					
	2002	493	0,03	1,7	1,5	3,5	0,8	0,9					

Tabell B:2a. Krondroppsdata från Västmanlands län för ytor där organiskt kväve analyserats, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) 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	
		mm	kg/ha	→
Kvisterhult (U 04 A)	07/08	377	1,9	1,8
	06/07	367	2,0	1,7
	05/06	376	4,1	2,0
	04/05	352	2,4	1,6
	03/04	388	1,9	2,0
	02/03	322	2,5	2,0
	01/02	358	2,3	2,1
	00/01	457	3,0	
	99/00	312	1,9	
	98/99	430	2,6	
	97/98	456	2,4	2,0
	96/97	331	2,3	
	95/96	386	1,3	
	94/95	390	2,1	
93/94	390	2,5		
Hyttskogen (U 06 A)	07/08	436	1,0	
	06/07	499	1,5	
	05/06	430	1,5	
	04/05	455	1,1	
	03/04	556	1,2	
	02/03	417	1,6	
	01/02	486	1,5	

Tabell B:2b. Krondroppsdata från Västmanlands län för ytor där organiskt kväve analyserats, årsdepositionen för kalenderår. Nederbörd (Nedb) 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	→
Kvisterhult (U 04 A)	2007	313	1,8	1,4
	2006	453	4,4	2,4
	2005	348	2,5	1,6
	2004	349	1,7	1,7
	2003	375	2,6	2,2
	2002	355	2,5	2,2
	2001	326	2,3	1,8
	2000	404	2,3	
	1999	431	2,6	
	1998	450	2,5	
	1997	340	2,3	
	1996	413	1,4	
	1995	396	2,2	
1994	368	2,4		
Hyttskogen (U 06 A)	2007	457	1,5	
	2006	523	1,7	
	2005	398	1,1	
	2004	520	0,9	
	2003	479	1,7	
	2002	493	1,6	

Tabell C1. Kvävedioxidhalter i luft, diffusionsprovtagning, µg/m³, månadshalt, medelvärden över hydrologiskt år samt kalenderår i Onsjö i Västmanlands län.

Lokal	Månadshalter	NO ₂	Mv hydr. år	NO ₂	Mv kal. år	NO ₂
		ug/m ³		ug/m ³		ug/m ³
Onsjö (U 02 A)	0710	1,6	9310-9409	2,4	9401-9412	2,3
	0711	2,0	9410-9509	1,8	9501-9512	1,7
	0712	2,8	9510-9609	2,0	9601-9612	2,2
	0801	3,4	9610-9709	2,5	9701-9712	2,6
	0802	2,1	9710-9809	2,4	9801-9812	2,3
	0803	1,5	9810-9909	2,2	9901-9912	2,2
	0804	1,7	9910-0009	1,8	0001-0012	1,8
	0805	1,1	0010-0109	2,0	0101-0112	1,9
	0806	0,8	0110-0209	2,0	0201-0212	2,1
	0807	0,9	0210-0309	1,8	0301-0312	1,7
	0808	1,8	0310-0409	1,7	0401-0412	1,8
	0809	0,9	0410-0509	1,8	0501-0512	1,7
	0810	1,2	0510-0609	1,9	0601-0612	1,8
0811	2,3	0610-0709	1,5	0701-0712	1,5	
0812	2,1	0710-0809	1,7	0801-0812	1,6	

Tabell C2. Lufthalter, SO₂, NO₂, NH₃ samt O₃, månadshalter samt medelvärden i Kvisterhult i Västmanlands län, diffusionsprovtagning, µg/m³.

Lokal	Period	SO ₂ ug/m ³	NO ₂ ug/m ³	Period	NH ₃ ug/m ³	O ₃ ug/m ³	
Kvisterhult (U 04 A)	0710	<0,2	1,9		<0,3	33	
	0711	0,2	2,5		<0,3	31	
	0712	0,5	4,3		<0,3	33	
	0801	0,8	3,2		<0,3	42	
	0802	0,3	3,1		<0,3	46	
	0803	0,3	2,0		<0,3	56	
	0804	0,5	1,8		<0,3	68	
	0805	0,3	1,4		0,4	67	
	0806	0,3	1,0		0,3	^U 62	
	0807	0,2	0,9		<0,3	44	
	0808	0,2	1,3		1,1	37	
	0809	<0,2	1,8		<0,3	^U 32	
	0810	0,4	1,6		<0,3	29	
0811	0,2	2,0		0,5	36		
0812	0,7	2,2		0,5	26		
Mv hydr. år	9310-9409	1,3	2,9	Mv sommar	9504-9509	<0,3	-
	9410-9509	-	2,2		9604-9609	<0,3	57
	9510-9609	-	2,9		9704-9709	<0,3	62
	9610-9709	0,6	3,5		9804-9809	<0,3	54
	9710-9809	0,5	3,0		9904-9909	<0,3	64
	9810-9909	0,5	2,9		0004-0009	<0,3	53
	9910-0009	0,4	2,5		0104-0109	0,3	55
	0010-0109	0,6	2,3		0204-0209	0,4	57
	0110-0209	0,4	2,5		0304-0309	0,8	57
	0210-0309	0,6	2,5		0404-0409	0,3	57
	0310-0409	0,7	2,4		0504-0509	0,7	55
	0410-0509	0,5	2,0		0604-0609	0,6	59
	0510-0609	0,7	2,5		0704-0709	0,4	53
	0610-0709	0,4	1,8		0804-0809	0,4	52
	0710-0809	0,3	2,1				
	Mv kal. år	9401-9412	⁽⁹⁾ 1,2	2,8			
		9501-9512	-	2,2			
9601-9612			3,2				
9701-9712		0,5	3,6				
9801-9812		0,5	2,9				
9901-9912		0,5	2,7				
0001-0012		0,4	2,2				
0101-0112		0,5	2,3				
0201-0212		0,5	2,8				
0301-0312		0,6	2,3				
0401-0412		0,7	2,3				
0501-0512		0,5	2,1				
0601-0612		0,7	2,2				
0701-0712	0,3	2,0					
0801-0812	0,3	1,9					

Tabell C3 Lufthalter, diffusionsprovtagning, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, för NO_2 samt O_3 , månadshalter samt medelvärden i Hyttskogen.

Lokal	Period	NO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	O_3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Hyttskogen (U 06 A)	0710	2,8	33
	0711	3,1	34
	0712	3,9	32
	0801	4,5	42
	0802	3,2	53
	0803	2,4	58
	0804	2,8	64
	0805	2,9	70
	0806	1,8	66
	0807	2,0	40
	0808	2,0	37
	0809	2,1	^U 30
	0810	2,5	27
0811	2,5	35	
0812	2,6	33	
Mv hydr. år	0310-0409	3,3	Mv sommar 0404-0409 54
	0410-0509	3,2	0504-0509 55
	0510-0609	3,8	0604-0609 58
	0610-0709	3,0	0704-0709 53
	0710-0809	2,8	0804-0809 51
Mv kal. år	0301-0312	(6)2,7	
	0401-0412	3,3	
	0501-0512	3,3	
	0601-0612	3,6	
	0701-0712	3,0	
	0801-0812	2,6	

Tabell C4 Kvävedioxidhalter i luft, diffusionsprovtagning, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, månadshalter, medelvärden över hydrologiskt år samt kalenderår i Skästa.

Lokal	Period	NO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Period	NO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Skästa (U 08 A)	0710	3,7	Mv hydr. år	0410-0509	4,3
	0711	4,8		0510-0609	4,5
	0712	5,6		0610-0709	3,7
	0801	5,2	Mv kal. år	0710-0809	3,7
	0802	4,1		0501-0512	4,3
	0803	3,3		0601-0612	4,3
	0804	2,6		0701-0712	3,8
	0805	4,3		0801-0812	3,5
	0806	3,2			
	0807	2,2			
	0808	2,1			
	0809	3,0			
	0810	4,3			
0811	4,3				
0812	3,9				

Tabell D. Markvattendata från Västmanlands 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
			mekv/l	→	mg/l	→												
Kvisterhult (U 04 A)	2007-10-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008-04-23	5,6	-	0,081	1,76	1,58	0,002	<0,020	1,32	0,73	2,37	0,27	<0,030	0,050	0,093	0,304	8,2	20
	2008-07-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008-10-22	4,6	-	-0,120	5,18	7,55	<0,002	<0,020	0,79	0,44	7,53	0,51	0,129	0,027	1,844	2,300	9,5	0,7
	median	4,5		-0,172	6,85	6,54	<0,002	<0,01	1,31	0,84	7	0,32	0,056	0,027	1,908	2,412	9,9	0,9
<i>n=</i>	<i>44</i>		<i>44</i>	<i>44</i>	<i>44</i>	<i>44</i>	<i>43</i>	<i>44</i>	<i>44</i>	<i>44</i>	<i>44</i>	<i>44</i>	<i>44</i>	<i>42</i>	<i>39</i>	<i>42</i>	<i>40</i>	<i>39</i>
Hyttskogen (U 06 A)	2007-10-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008-04-21	6,0	-	0,079	1,05	1,68	0,428	0,189	1,17	0,47	2,53	0,59	0,123	0,014	-	0,070	-	-
	2008-07-29	6,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008-10-23	6,3	-	0,137	0,96	0,52	<0,002	-	0,84	0,43	3,02	0,10	<0,030	-	-	-	-	-
	median	6,1		0,109	1,09	1,38	<0,002	0,04	1,08	0,49	2,44	0,23	<0,02	0,022	0,16	0,094	7,8	76
<i>n=</i>	<i>13</i>		<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>5</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>6</i>	<i>2</i>	<i>6</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	
Mortorpsmossen (U 07 A)	2007-10-22	5,1	-	0,049	1,59	3,47	<0,002	<0,020	0,80	0,69	3,24	0,31	0,099	0,121	0,160	0,626	10,0	9,5
	2008-04-21	5,0	-	0,067	1,47	1,81	<0,002	<0,020	0,73	0,65	2,60	0,27	0,116	0,205	0,194	0,850	11,5	7,2
	2008-07-28	4,8	-	0,169	0,67	4,04	<0,002	0,020	1,38	0,91	2,49	2,85	<0,030	-	-	-	37,5	-
	2008-10-20	5,1	-	0,151	1,01	3,02	<0,002	<0,020	1,05	0,94	3,46	0,75	0,446	0,671	0,235	1,050	16,9	9,7
	median	5,0		0,069	1,51	2,83	<0,002	0,014	0,93	0,82	2,61	0,5	0,09	0,562	0,216	0,827	13,9	9,4
<i>n=</i>	<i>14</i>		<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	
Skästa (U 08 A)	2007-10-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008-04-23	4,6	-	-0,100	4,81	3,55	<0,002	<0,020	0,80	0,38	5,22	0,10	<0,030	0,021	1,349	1,760	9,4	0,8
	2008-07-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008-10-22	4,9	-	0,096	0,33	1,44	<0,002	-	0,70	0,40	1,79	0,46	<0,030	0,088	-	0,879	-	-
	median	5,5		0,088	1,96	1,76	<0,002	0,02	1,09	0,68	2,53	0,35	0,031	0,028	0,089	0,52	13,8	15
<i>n=</i>	<i>8</i>		<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>3</i>	<i>8</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	

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 säsongvariation, 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 säsongvariation 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.

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

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. och 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. och 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.