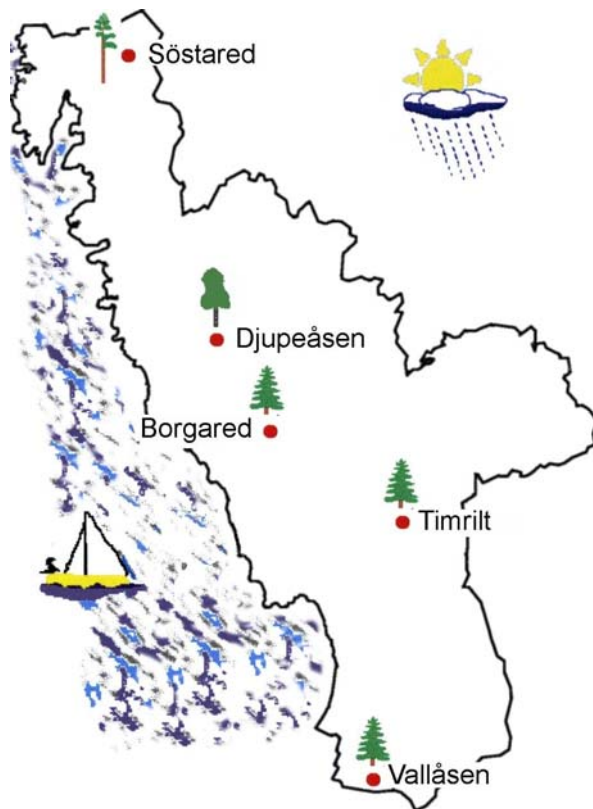


För Länsstyrelsen i Hallands län

## Övervakning av luftföroreningar i Hallands län – mätningar och modellering

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

Kalenderår: resultat t.o.m. 2007



Gunilla Pihl Karlsson, Cecilia Akselsson<sup>1)</sup>, Sofie  
Hellsten, Per Erik Karlsson & Gunnar Malm

B 1849

Juni 2009

<sup>1)</sup> Lunds universitet



## Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	2
Inledning.....	3
Ord att förklara.....	4
Stationsvis redovisning.....	5
Trendanalys med Mann-Kendall och Seasonal-Kendall metodik.....	5
Söstared (N 01).....	5
Borgared (N12).....	8
Timrilt (N 13).....	12
Djupeåsen (N14).....	14
Vallåsen (N 17).....	16
Sammanfattande bedömning av luftföroreningssituationen i Halland 2007/08.....	19
Modellberäknad deposition av svavel och kväve på kommun- och länsnivå.....	21
Jämförelse mot mål och normer på kalenderår.....	23
Nedfall av svavel och kväve.....	23
Luftkvalitet.....	24
Temainriktad rapport.....	25
Ny webbplats.....	25
Nytt från Naturvårdsverket.....	26
Referenser.....	27
Bilaga 1. Data i tabellform - deposition, lufthalter, markvatten.....	28
Bilaga 2. Beskrivning av trendanalys med Mann-Kendall och Seasonal-Kendall-metodik.....	40

Rapporten godkänd  
2009-06-09

John Munthe  
Avdelningschef

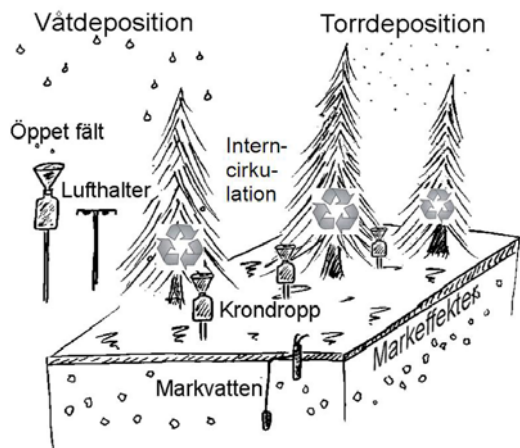
## Sammanfattning

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

Generellt uppmättes låga halter av SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> och O<sub>3</sub> och relativt normala halter av NO<sub>2</sub> i luft under det hydrologiska året 2007/08 i Timrilt, som är den enda stationen i länet där lufthalter mäts. Mätningarna visar att regeringens långsiktiga mål för marknära ozon överskrids vid Timrilt under året, sannolikt gäller detta i stora delar av hela länet.

Mätningarna visar liksom tidigare att Halland, speciellt lokalerna Timrilt, Vallåsen och Borgared, tillhör ett av landets mest utsatta områden när det gäller nedfall av försurande svavel och kväve. Svavelnedfallet (exklusive havs saltsbidrag) till skogsytorna i Halland uppgick under 2007/08 till mellan 3,4 och 6,4 kg per hektar och år, vilket är varierat vid de olika lokalerna. Vid Borgared, Vallåsen och Djupeåsen var svaveldepositionen låg, vid Söstared relativt normal och vid Timrilt relativt hög för respektive lokal. Det hydrologiska året 2007/08 kännetecknades annars av låga svavelhalter i nederbörden och låg svaveldeposition. Kvävenedfallet som är bäst tolkas från mätningarna på öppet fält eftersom kväve interncirkulerar i trädkronorna i skogsytorna, uppgick till 11,8 kg per hektar på öppet fält-ytan i Timrilt, vilket är i nivå med tidigare år i mätserien.

Markvattnet i skogsytorna i Halland är fortfarande försurat och bär spår av flera decenniers belastning av försurande ämnen, med låga pH, negativ ANC (syranutraliserande förmåga) och ofta höga halter oorganiskt aluminium, och så var det även under 2007/08. Vallåsen är den yta i länet som har mest försurat markvatten med mycket lågt ANC, lågt pH, mycket höga halter av giftigt oorganiskt aluminium och en signifikant ökad halt av nitratkväve. Det finns tendenser till återhämtning vid Söstared, men det går mycket sakta. Flera av lokalerna uppvisade förhöjda nitratkvävehalter vid ett eller flera mättillfällen under 2007/08. I en del av lokalerna kan dessa förhöjningar kopplas till de senaste årens stormar.



**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:

Länsstyrelsen i Halland

### 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,  
Hallands län

### IVL rapport B 1849

### Beställs från någon av nedanstående:

Länsstyrelsen i Halland att Jennie Thronée Miljövårdsenheten 300 80 Halmstad	IVL, Publikationsservice Box 21060 SE-100 31 Stockholm Tel: 08-598 563 00 Fax: 08: 598 563 90 <a href="mailto:publikationsservice@ivl.se">publikationsservice@ivl.se</a>
--	---

## 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 nät 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 nätets nya webbplats, [www.krondroppsnetet.ivl.se](http://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 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 undertryckslysometrar som suger vatten från 50 cm djup via ett fint, keramiskt filter. Markvattenprovtagning utförs tre gånger per år för att representera förhållandena före, under samt efter vegetationsperioden. Olika parametrar i markvattnet används som indikatorer för markens tillstånd, vegetationens inverkan, samt utlakning till grund- och ytvatten, för att se i vilken utsträckning utsläppsminskningar av luftföroreningar leder till förbättringar i miljötillståndet.

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

Undersökningarna i **Hallands län** är resultat av ett lagarbete där provtagning utförts av Villy Klevedalen, Skogsvårdsstyrelsen samt Hans Schibli, Länsstyrelsen. 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 ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) minus starka syror anjoner ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ) 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 ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ) 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 ( $\text{SO}_2$ ), kvävedioxid ( $\text{NO}_2$ ), ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) och ozon ( $\text{O}_3$ ) 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.

**SO<sub>4</sub>-S<sub>ex</sub>:** 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 trädkronor och sköljs ned med nederbörden mot marken. För svavel och havssalt beräknas torrdeposition i dessa undersökningar som nedfall via krondropp minus nedfall på öppet fält.

**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.

**Söstared (N 01):** En 85-årig ganska gles tallskogsyta som är belägen i nordöstra delen av Kungsbacka kommun. Ståndortsindex T24. I och med att beståndet är gles har det vuxit upp en tät föryngring av främst gran under huvudbeståndet. Beståndet är uppkommet efter skogsbrand 1923. Ytan anlades 1984 och strax därefter genomgallrades beståndet i sin helhet (inklusive själva provytan). Deposition och markvatten har undersökts sedan hösten 1987. Nederbörds kemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001, men återupptogs igen 2004. Dock avslutades mätningarna på nytt under december 2006 efter bara två års mätningar. Numera mäts enbart depositionen i skogsytan (krondropp), samt markvattenkemi.

I Figur 3 visas samtliga mätningar sedan mätstarten 1987 i krondropp samt öppet fält som årsmedelvärde (hydrologiskt år) vid Söstared. Den av SMHI modellerade våtdepositionen för öppet fält vid Söstared visas i Figur 3 som plustecken. Krondroppsmängden 2007/08 var lite lägre än föregående års rekordnivå men den näst högsta krondroppsmängden som uppmätts under mätseriens 21 år (981 mm 2007/08).

Under mätningarnas gång har krondroppsmängden ökat signifikant. Nedfallet av försurande ämnen, beräknat som vätejondepositionen, har minskat signifikant både i öppet fält och i krondropp under mätningarnas gång. Dock visar mätningarna 2007/08 inga dramatiska förändringar jämfört med de senaste åren.

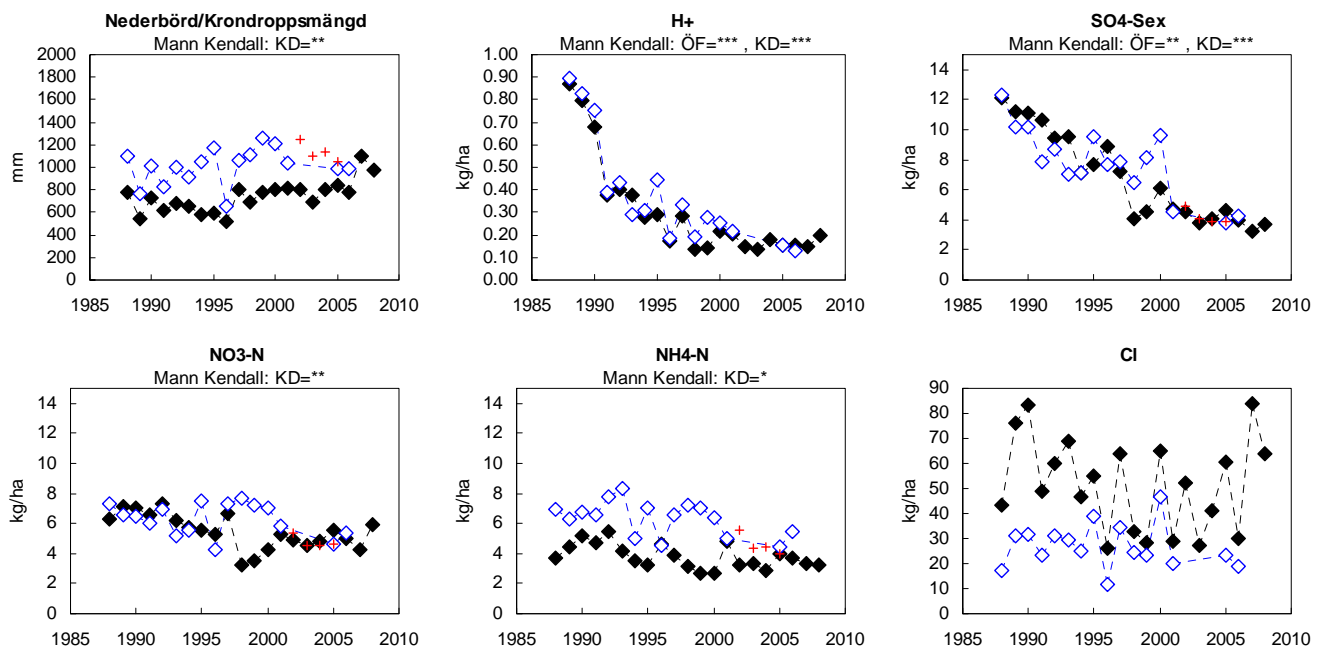
Svaveldepositionen vid Söstared har signifikant minskat både i krondroppet och i nedfallet över öppet fält under åren som mätningarna pågått. Nedfallet av antropogent svavel i krondroppet i Söstared uppgick under det hydrologiska året 2007/08 till 3,7 kg per hektar, vilket är den näst lägsta svaveldepositionen som uppmätts sedan mätstarten 1996. Bara under 2006/07 har svavel-

depositionen varit lägre. Detta kan jämföras med den högsta noteringen (12,1 kg per hektar) som uppmättes det första mätåret (1987/88).

Nedfallet av kväve uppgick under 2007/08 till 9,2 kg per hektar, vilket är lite högre än närmast föregående år. Det var speciellt nitratdepositionen som ökade 2007/08 jämfört med tidigare år. Både nitrat- och ammoniumdepositionen till skogsmarken har minskat signifikant vid Söstared under mätningarnas gång. Att man ser en signifikant trend för kvävedepositionen är ovanligt i Sverige. Inte bara depositionen av oorganiskt kväve var relativt högt utan även nedfallet av organiskt kväve var relativt högt under 2007/08, 3,0 kg per hektar.

Kloriddepositionen var relativt hög under 2007/08 men dock lägre än fjolårets rekordnivå. Depositionen av klorid speglar påverkan från havet, hur storm respektive vindförhållandena varit under året.

Under mätperioden har mängden krondropp ökat, svaveldepositionen samt vätejondepositionen har minskat signifikant både i öppet fält och i krondroppet. I krondroppet syns även en signifikant minskning av både nitrat- samt ammoniumdepositionen.



**Figur 3.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och på öppet fält samt modellerad deposition på öppet fält (SMHI) vid **Söstared, N 01**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: vätejoner ( $H^+$ ); sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ( $SO_4-S_{ex}$ ), nitratkväve ( $NO_3-N$ ); ammoniumkväve ( $NH_4-N$ ); kloridjoner ( $Cl$ ). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Modellerad nederbörd samt svavel- och kvävedeposition över öppet fält 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.

- ◆--- Krondropp (KD)
- ◇--- Öppet fält (ÖF)
- + Mod. våtdep. (SMHI)



I Figur 4 visas samtliga mätningars markvattenhalter för ett antal ämnen sedan mätstart vid både A- och B-ytan i Söstared. Mätningarna i markvatten startades vid Söstared 1987 men i samband med att ett EU-projekt initierades och storleken på ytan behövde utökas startades ytterligare markvattenmätningar, ca 50 meter från de ursprungliga. Som jämförelse valde man att analysera dessa markvattenmätningar parallellt under en tid. Dessa båda mätningar fortgår även idag och resultaten visas i Figur 4.

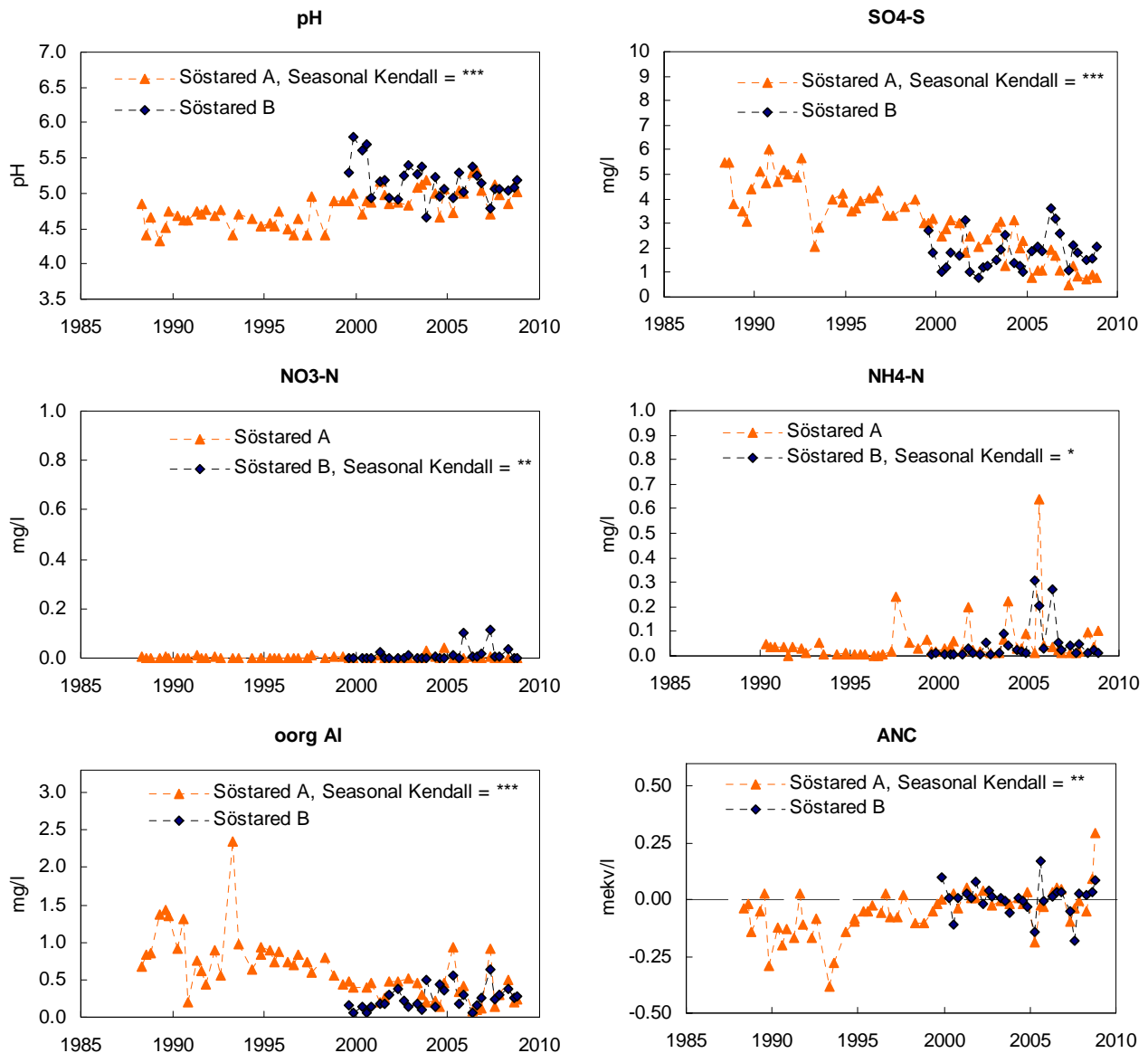
Markvatten från Söstared har generellt varit mindre försurningspåverkad jämfört med länets övriga lokaler. Dock visar markvattenkemin att den har varit, och fortfarande är försurningspåverkad. Trendanalyser har genomförts på och vid A-ytan har pH-värdet ökat signifikant sedan mätstarten 1987, vilket tyder på viss återhämtning. I dagsläget ligger pH-värdet runt 5,0, vilket är en ökning på nästan 1 pH-enhet jämfört med då mätningarna startades.

Mätningarna visar vidare att sulfatsvavelhalten i markvattnet minskat kraftigt i takt med att svavelnedfallet minskat. Idag ligger sulfatsvavelhalterna strax under 1 mg/l vid A-ytan och runt 1,5 mg/l vid B-ytan. Detta kan jämföras med slutet av 1980-talet då sulfatsvavelhalten var runt 5 mg/l. En minskning av sulfatsvavel i markvattnet följs alltid av en minskning av positiva joner i marklösningen (så att det blir jonbalans). Detta syns även i markvattnet i Söstared, där inte bara sulfatsvavelhalterna minskat signifikant utan även basketjonerna.

När det gäller nitrathalterna i markvattnet visar mätningarna i B-ytan en relativt kraftig förhöjning under november 2005 samt april 2007 (nitrathalter runt 0,1 mg/l). Motsvarande ökning syns ej i markvattnet från A-ytan. Dock visar A-ytan en kraftig ökning av ammoniumhalterna i markvattnet vid ett flertal tillfällen varav den högsta halten uppmättes i augusti 2005 (ammoniumhalt 0,6 mg/l). Ungefär samtidigt uppmättes förhöjda halter vid B-ytan som dock ej var lika höga (runt 0,2 mg/l). Dessa ökningarna har troligen att göra med stormeffekter, främst stormen Gudrun då marken kan ha påverkats vid ytan. Både nitrat- och ammoniumhalterna har ökat signifikant vid B-ytan sedan mätstarten.

Sedan mätstarten har halterna oorganiskt aluminium minskat signifikant vid A-ytan och i dagsläget ligger halterna strax över 0,2 mg/l vid både A- och B-ytan. Ytterligare en parameter som visar på ett återhämtningsförlopp vid Söstared är att den syraneutraliserande förmågan, ANC, har ökat signifikant sedan mätstarten vid A-ytan och är i dagsläget oftast över 0. Om ANC är negativt anses det vara ett tecken på försurning. Andra trender som är signifikanta för markvattnet i A-ytan i Söstared är minskande halter av kalcium, magnesium, natrium, kalium, mangan, totalt organiskt kol (TOC) samt minskande halter av klorid. Andra trender som är signifikanta för markvattnet i B-ytan i Söstared är ökande halter av klorid, organiskt aluminium, magnesium, natrium samt minskande halter av totalt organiskt kol (TOC). En del av dessa signifikanta skillnader kan bero på de senaste årens stormar som därigenom får stort genomslag i den relativt korta mätserien.

Markvattenmätningarna visar att i dagsläget ligger markvattenkemin på likartade nivåer mellan A- och B-ytan i Söstared.



Figur 4. Markvattenkemi vid Söstared, N 01-A (orange triangel) och Söstared, N 01-B (svart symbol): pH, sulfatsvavel (SO<sub>4</sub>-S), nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N), ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC). 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.

**Borgared (N12):** En granskogsyta på ca 70 år (ståndortsindex, G30) mellan Falkenberg och Torup. Ytan ligger i ett 3 hektar stort skogsområde där omgivande skog har avverkats. Sannolikt är det första generationens granskog på gammal betesmark. Mätning av deposition och markvatten startade 1996. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001, och numera mäts enbart nedfallet i skog (krondropp) och markvatten.

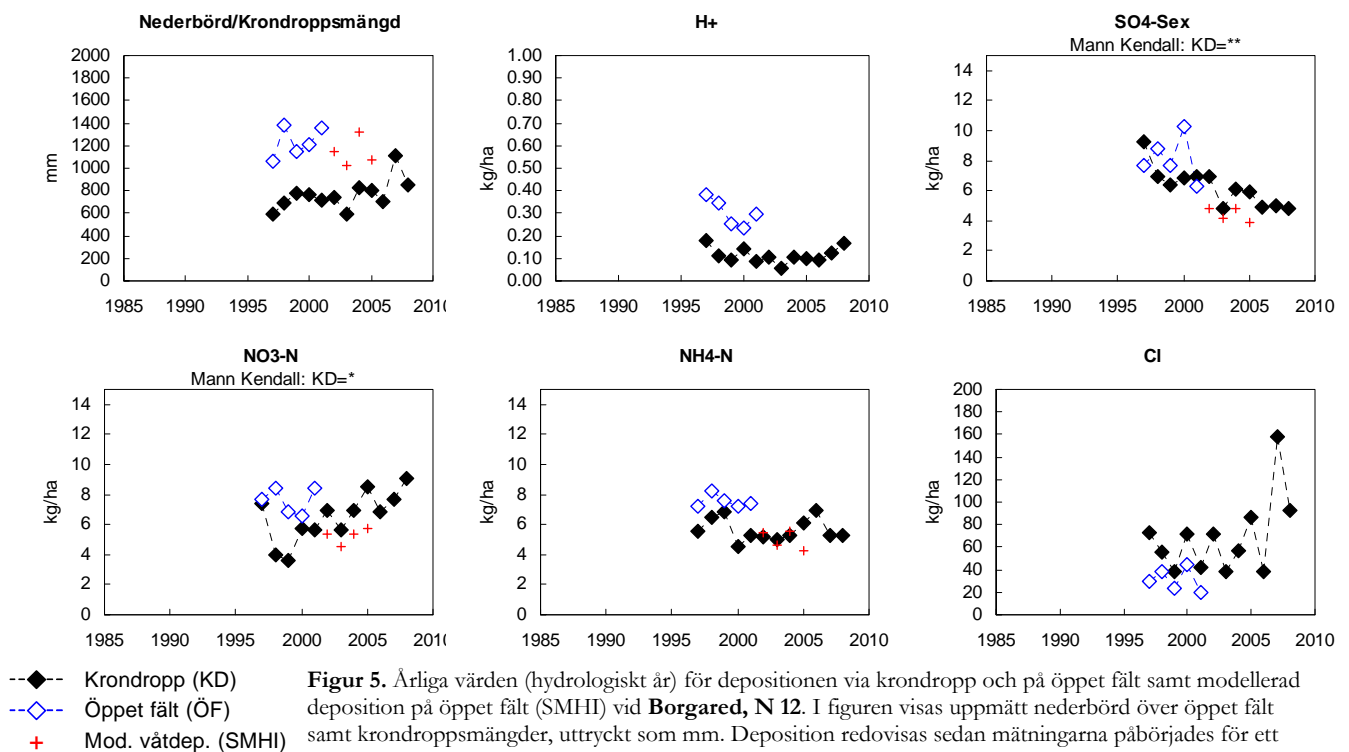
I Figur 5 visas samtliga mätningar sedan mätstarten 1996 i krondropp samt öppet fält som årsmedelvärde (hydrologiskt år) vid Borgared. Den av SMHI modellerade våtdepositionen för

öppet fält vid Borgared visas i Figur 5 som plustecken. Krondroppsmängden 2007/08 var lite lägre än föregående års rekordnivå men den näst högsta krondroppsmängden som hittills uppmäts (855 mm 2007/08). Nedfallet av försurande ämnen, beräknat som vätejonedepositionen, har inte visat några dramatiska förändringar under mätningarnas gång.

Svaveldepositionen vid Borgared har signifikant minskat under åren som mätningarna pågått i krondroppet. Nedfallet av antropogent svavel i krondroppet i Borgared har nästan halverats sedan mätningarna startade 1996. Under det hydrologiska året 2007/08 deponerades 4,8 kg per hektar svavel jämfört med 9,3 kg/ha under det hydrologiska året 1996/07. Årets svavelnedfall är en tangering av den lägsta svaveldepositionen som uppmäts sedan mätstarten 1996.

Nedfallet av oorganiskt kväve (räknat som summa oxiderat nitratkväve och reducerat ammoniumkväve) uppgick under 2007/08 till 14,3 kg per hektar, vilket är den näst högsta kvävedepositionen som uppmäts i krondroppet. Liksom vid Söstared var det nitratdepositionen som ökade 2007/08 jämfört med tidigare som gjorde att den oorganiska kvävedepositionen var så hög. Nitratdepositionen till skogsmarken har ökat signifikant vid Borgared under mätningarnas gång. Inte bara depositionen av oorganiskt kväve var relativt högt, utan även nedfallet av organiskt kväve var det högsta som uppmäts hittills under 2007/08, 4,9 kg/ha.

Kloriddepositionen, som till stor del påverkas av vindar och stormfrekvens, var relativt hög under 2007/08 men dock lägre än fjolårets rekordnivå.



**Figur 5.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och på öppet fält samt modellerad deposition på öppet fält (SMHI) vid **Borgared, N 12**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: vätejoner ( $H^+$ ); sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ( $SO_4-S_{ex}$ ), nitratkväve ( $NO_3-N$ ); ammoniumkväve ( $NH_4-N$ ); kloridjoner ( $Cl$ ). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Modellerad nederbörd samt svavel- och kvävedeposition över öppet fält med MATCH-Sverige-modellen (Persson m.fl. 2004) visas som plustecken för de hydrologiska åren 2001/02-2004/05. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

I Figur 6 visas samtliga mätningars markvattenhalter för ett antal ämnen sedan mätstart. Markvattenmätningarna i Borgared är liksom övriga lokaler i länet påverkat av lång tids belastning av försurande ämnen. Vare sig pH eller den syraneutraliserande förmågan, ANC, visar någon större förändring sedan mätstarten. Under 2007/08 var pH-värdet i markvattnet runt 4,7 vilket också är medianvärdet för alla 12 års mätningar. ANC var fortsatt negativ vilket är ett tecken på försurning. ANC har i stort sett över hela mätperioden varit negativ.

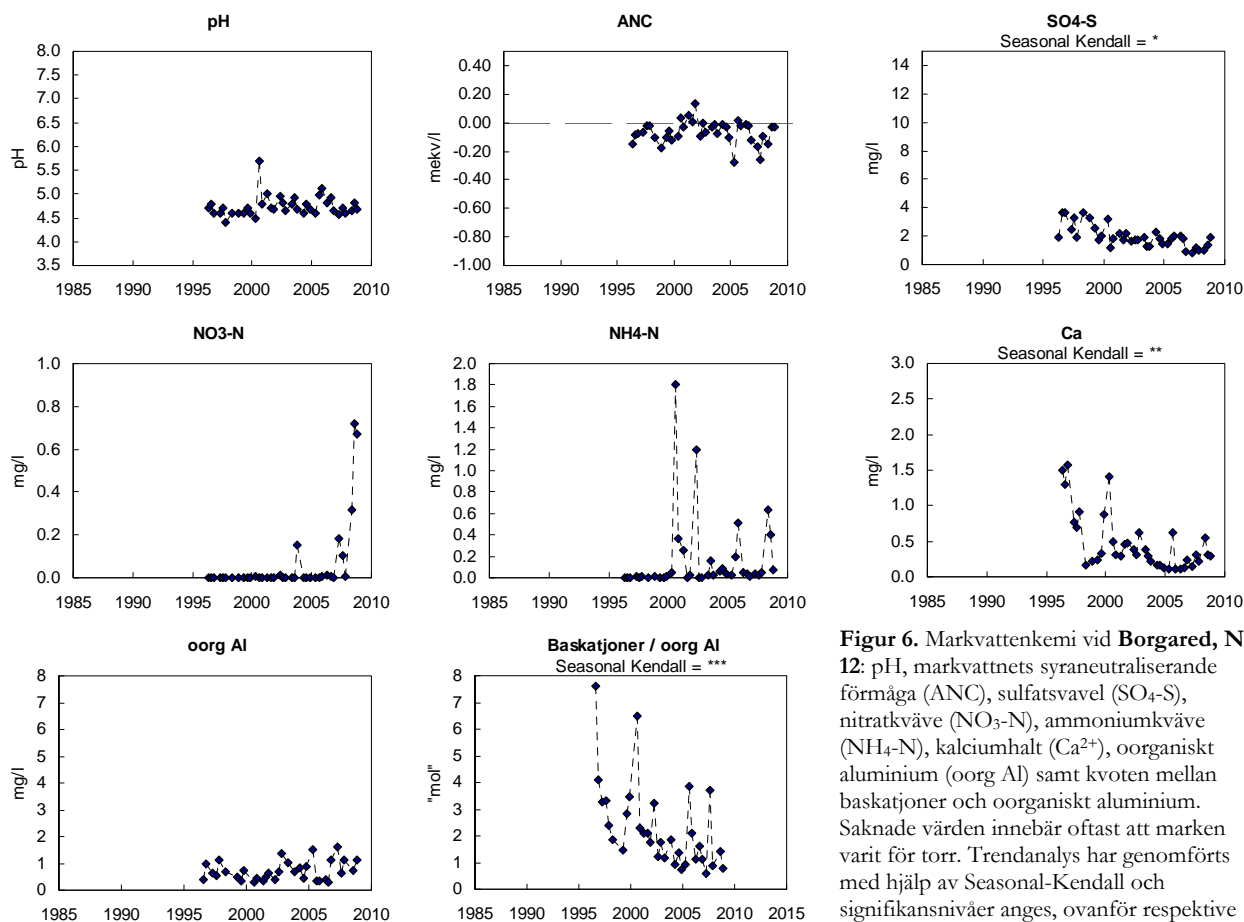
Halten sulfatsvavel i markvattnet har minskat signifikant sedan mätstart och under mätningarna 2008 varierade halten relativt kraftigt mellan 1,0 – 1,9 mg/l.

Halten nitratkväve uppvisade en kraftig förhöjning under årets mätningar. En förhöjning av nitratkvävehalten har tidigare uppmäts vid ett flertal tillfällen under de senaste fem åren. Denna förhöjning kan ha orsakats av de störningar som inträffade under stormen Gudrun då ett flertal träd föll i ytan. Även stormen Per kan ha orsakat störningar i ytan vilket kan ha påverkat mätningarna. Även ammoniumhalten var förhöjd i årets mätningar, vilket den varit vid ett flertal tillfällen under 2000-talet.

En minskning av sulfatsvavel i markvattnet följs alltid av en minskning av positiva joner i marklösningen (så att det blir jonbalans). Detta syns i markvattnet i Borgared, där inte bara sulfatsvavelhalten minskat signifikant utan även halterna av baskatjonerna kalcium och magnesium.

Inga signifikanta förändringar har skett med halten oorganiskt aluminium som under 2008 var på samma nivå som föregående år. Kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium har minskat signifikant under markvattenmätningarnas gång vid Borgared. En BC/oorgAl-kvot under 1 anses medföra en risk för ekologiska skador och under vegetationssäsongen 2008 var den vid två av mätningarna strax under 1.

Sedan mätningarna startade 1996 har, förutom ovan nämnda signifikanta förändringar även skett en minskning av totalt organiskt kol (TOC).



**Figur 6.** Markvattenkemi vid **Borgared, N 12:** pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), sulfatsvavel (SO<sub>4</sub>-S), nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N), ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N), kalciumhalt (Ca<sup>2+</sup>), oorganiskt aluminium (oorg Al) samt kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium. Saknade värden innebär oftast att marken varit torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

**Timrilt (N 13):** En drygt 50-årig granyta (ståndortsindex G32) som är belägen mellan Simlångsdalen och Oskarström. Ytan ligger i nedre delen av en mindre sluttning. Beståndet och ytan gallrades säsongen 2001/02. Skogsbeståndet skadades 2005 av stormen Gudrun, och har därefter skadats ytterligare i påföljande stormar. Mätningarna av nedfall över öppet fält ingår sedan 2001 i Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning av deposition till skog. På samma sätt som i Borgared startade mätning av deposition och markvatten 1996. Sedan hösten 2000 mäts även halter av svaveldioxid (SO<sub>2</sub>), kvävedioxid (NO<sub>2</sub>), ammoniak (NH<sub>3</sub>) och marknära ozon (O<sub>3</sub>) i luft.

Timrilt är den enda yta i länet där mätningar på öppet fält utförs. I Figur 7 visas samtliga mätresultat sedan mätstarten i krondropp samt öppet fält som årsmedelvärde (hydrologiskt år) vid Timrilt. Den av SMHI modellerade våtdepositionen för öppet fält vid Timrilt visas i Figur 7 som plustecken. Under hydrologiska året 2007/08 uppmättes 1064 mm nederbörd, vilket är betydligt lägre än jämfört med föregående års nivå. Nedfallet av försurande ämnen, beräknat som vätejondeposition, har i nedfallet över öppet fält minskat signifikant under mätningarnas gång. Under 2007/08 uppmättes den näst lägsta vätejondepositionen sedan mätstarten 1996.

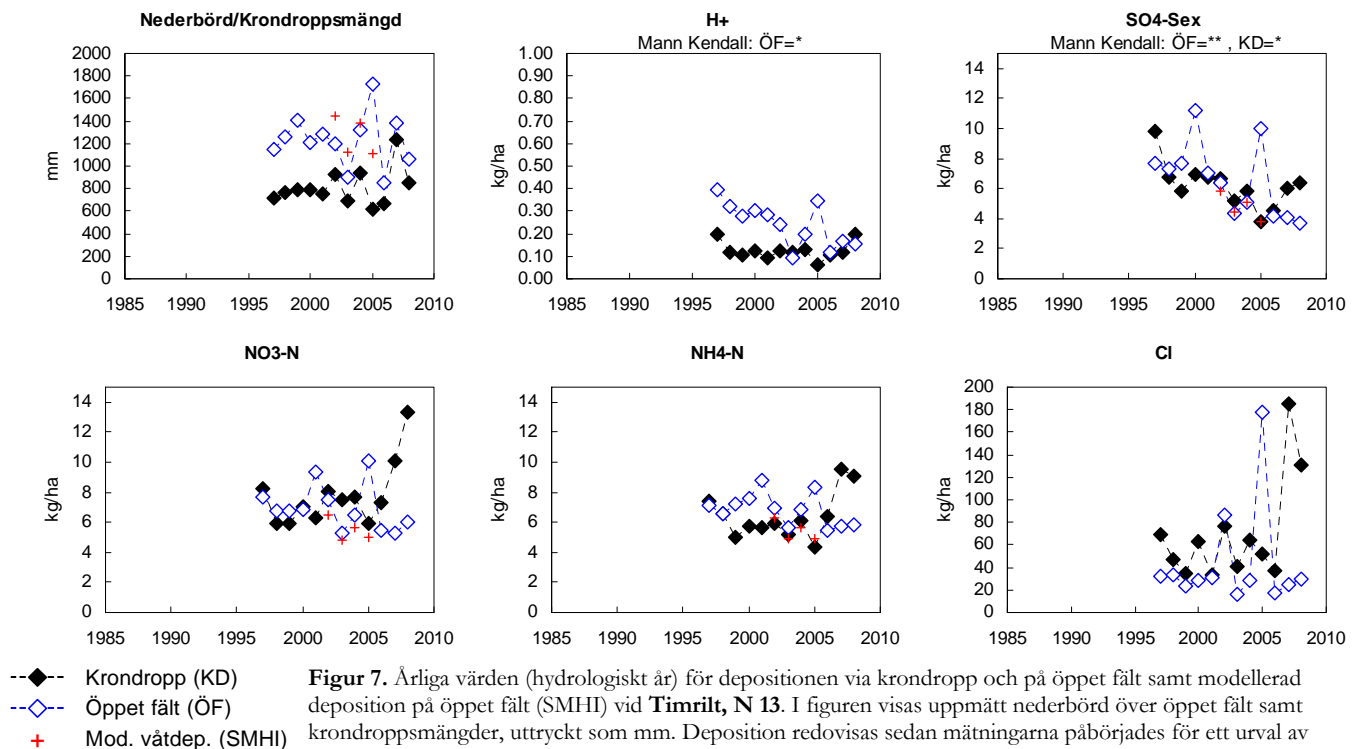
Nedfallet av antropogent svavel på öppet fält visar en signifikant minskande trend under mätåren. Under 2007/08 var nedfallet 3,7 kg/ha, vilket är den lägsta svaveldepositionen som uppmätts under de tolv år mätningarna pågått.

Nedfallet av oorganiskt kväve (NO<sub>3</sub>-N + NH<sub>4</sub>-N) var 11,9 kg/ha, vilket är högre än närmast föregående år. Liksom vid Söstared och Borgared var det nitratdepositionen som ökade 2007/08 jämfört med tidigare. I Timrilt mäts även nedfallet av organiskt kväve och under 2007/08 uppmättes 1,4 kg/ha organiskt kväve på öppet fält, vilket är högre än de två närmast föregående åren men lägre än för tre år sedan.

Under det hydrologiska året 2007/08 uppmättes krondroppsmängden till 848 mm, vilket är den fjärde högsta krondroppsmängden som uppmätts vid Timrilt. Det totala nedfallet av försurande ämnen, beräknat som vätejondepositionen, som speglar försurningen, uppvisar under 2007/08 en tangering av den högsta vätejondepositionen som uppmätts under mätserien.

Svavelnedfallet i krondropp var den högsta som uppmätts under de senaste sex årens mätningar (6,4 kg/ha). Svavelnedfallet i krondroppet visar dock en signifikant minskande trend under mätåren.

Mängden oorganiskt kväve (NO<sub>3</sub>-N + NH<sub>4</sub>-N) i krondroppet var 22,4 kg/ha, vilket är nästan dubbelt så mycket som depositionen över öppet fält. Mängden organiskt kväve i krondroppet uppmättes till 4,9 kg/ha. Under stormen Gudrun samt påföljande stormar skadades skogsbeståndet i ytan kraftigt och ytan flyttades i oktober 2008 till en närliggande plats. Normalt sett brukar kvävenedfallet i skogsytan vara lägre än på öppet fält, eftersom en stor del av kvävet tas upp av träden (interncirkuleras). Att kvävedepositionen var så mycket högre i krondroppsytan än i nedfallet över öppet fält kan, förutom den ”normalt” höga kvävebelastningen som finns i området, även tyda på stora skador i ekosystemet, där begynnande angrepp av skadeinsekter kan spela en stor roll. Vidare kan den efter stormarna ytterligare exponerade krondroppsytan fungera på ett ”otypiskt” sätt vilket kan ge onormala resultat. Mätningarna på den nya platsen får utvisa hur detta skall tolkas i framtiden. Även kloridmätningarna tyder på en förändring i depositionen efter stormarna. Årets kloriddeposition var visserligen lägre än föregående års rekordnivå men den var mycket hög i förhållande till tidigare års mätningar.



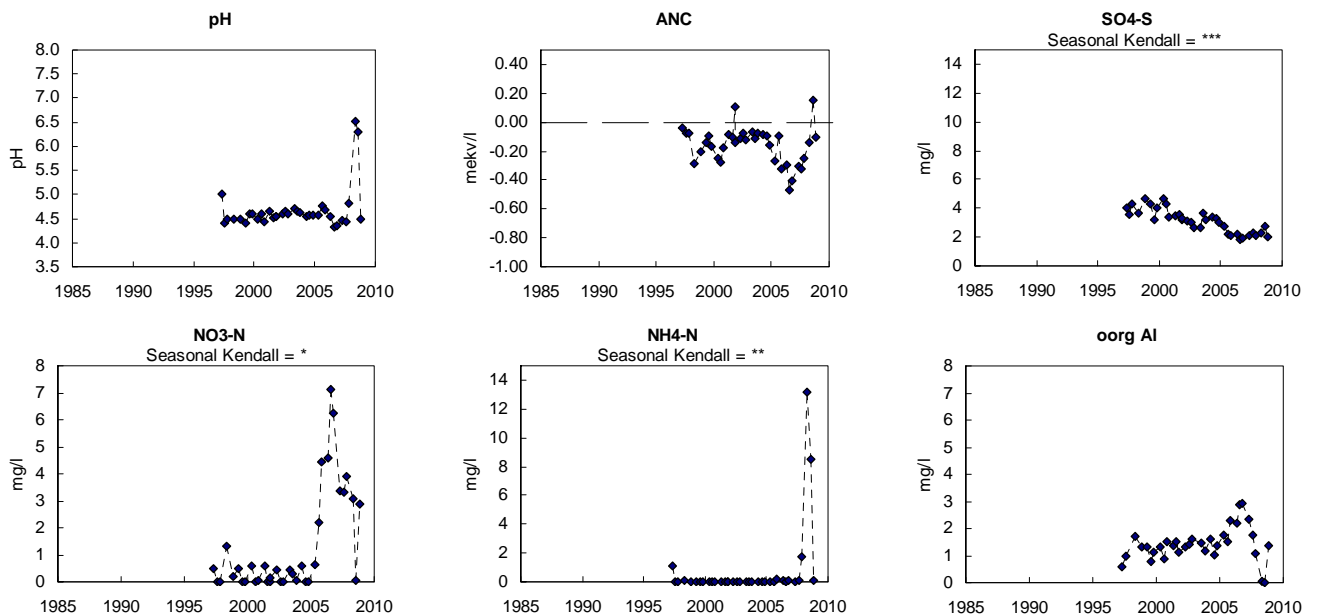
**Figur 7.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och på öppet fält samt modellerad deposition på öppet fält (SMHI) vid **Timrilt, N 13**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: vätejoner ( $H^+$ ); sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ( $SO_4-S_{ex}$ ), nitratkväve ( $NO_3-N$ ); ammoniumkväve ( $NH_4-N$ ); kloridjoner ( $Cl$ ). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Modellerad nederbörd samt svavel- och kvävedeposition över öppet fält med MATCH-Sverige-modellen (Persson m.fl. 2004) visas som plustecken för de hydrologiska åren 2001/02-2004/05. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

I Figur 8 visas samtliga mätningars markvattenhalter för ett antal ämnen sedan mätstart. Markvattenmätningarna i Timrilt är liksom övriga lokaler i länet påverkade av lång tids belastning av försurande ämnen. Som tidigare nämnts så skadades skogsbeståndet i ytan kraftigt under stormen Gudrun samt påföljande stormar och markvattenmätningarna flyttades i oktober 2008 till en närliggande plats. Att ytan skadats syns nu tydligt även i markvattenmätningarna. Under mätningarna 2008 har pH kraftigt förhöjts vid två av mätningarna. Sedan 2005 syns kraftiga svängningar i den syraneutraliserande förmågan, ANC. ANC har i stort sett över hela mätperioden varit negativ vilket är ett tecken på försurning.

Halten sulfatsvavel i markvattnet har minskat signifikant sedan mätstart och varierade under mätningarna 2008 mellan 2,0 – 2,8 mg/l.

Efter stormarna ser man en mycket kraftig förhöjning av halten nitratkväve. De senaste årens mätningar visar även en förhöjning av ammoniumkvävehalten, vilket visar på den påverkan och skador som stormarna haft.

Inga signifikanta förändringar har skett med halten oorganiskt aluminium. Under mätningarna 2008 varierade halten oorganiskt aluminium kraftigt vilket även det troligen kan härröras till stormarna.



**Figur 8.** Markvattenkemi vid **Timrilt, N 13**: pH, markvattnets syranneutraliserande förmåga (ANC), sulfatsvavel (SO<sub>4</sub>-S), nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N), ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N), oorganiskt aluminium (oorg Al). Sänkade 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<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> och O<sub>3</sub> har inom detta mätprogram mätts sedan november 2000 vid lokalen i Timrilt. Årsmedelhalterna (hydrologiskt år) av SO<sub>2</sub> har sedan mätningarna startade varierat mellan 0,5 - 1,7 µg/m<sup>3</sup>. Under mätperioden 2007/08 var årsmedelhalten av SO<sub>2</sub> den hittills lägsta som noterats, 0,5 µg/m<sup>3</sup>. Detta beror främst på de låga halter som uppmättes under vintern 2007. Årsmedelhalten för NO<sub>2</sub> i Timrilt var under 2007/08 3,2 µg/m<sup>3</sup>, vilket är något högre än närmast föregående år. Under årets mätningar har generellt låga svaveldioxid- och kvävedioxidhalter i luft observerats över hela södra Sverige. Sommarhalvårsmedelhalten 2008 av NH<sub>3</sub> var 0,3 µg/m<sup>3</sup>, vilket är den lägsta som uppmätts vid lokalen. Sommarhalvårsmedelhalterna av O<sub>3</sub> har sedan mätningarna startade varierat mellan 59 och 71 µg/m<sup>3</sup> med det lägsta medelvärdet under sommaren 2008. Generellt var även ozonhalterna under sommaren 2008 relativt låga.

**Djupeåsen (N14):** En försöksyta i en 88-årig bokskog (ståndortsindex, F28) som är belägen mitt i det centralhalländska bokskogsområdet i gränsområdet mellan Varbergs och Falkenbergs kommuner. Själva ytan ligger i övre delen av en sluttning mot sydväst. Marken innehåller en del grönsten och är därigenom mycket bördig. Markvegetation saknas i stort sett helt vilket är vanligt i bokskog. Mätning av deposition och markvatten startade 1996. Nederbörds-kemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001. Numera mäts enbart nedfallet i skogsytan (kronddropp) och markvattenkemi.

I Figur 9 visas samtliga mätresultat sedan mätstarten i kronddropp samt öppet fält som årsmedelvärde (hydrologiskt år) vid Djupeåsen. Den av SMHI modellerade våtdepositionen för öppet fält vid Djupeåsen visas i Figur 9 som plustecken. Kronddroppsmängden 2007/08 var återigen nere på en mer normal nivå (646 mm) jämfört med föregående års rekordnivå (898 mm).

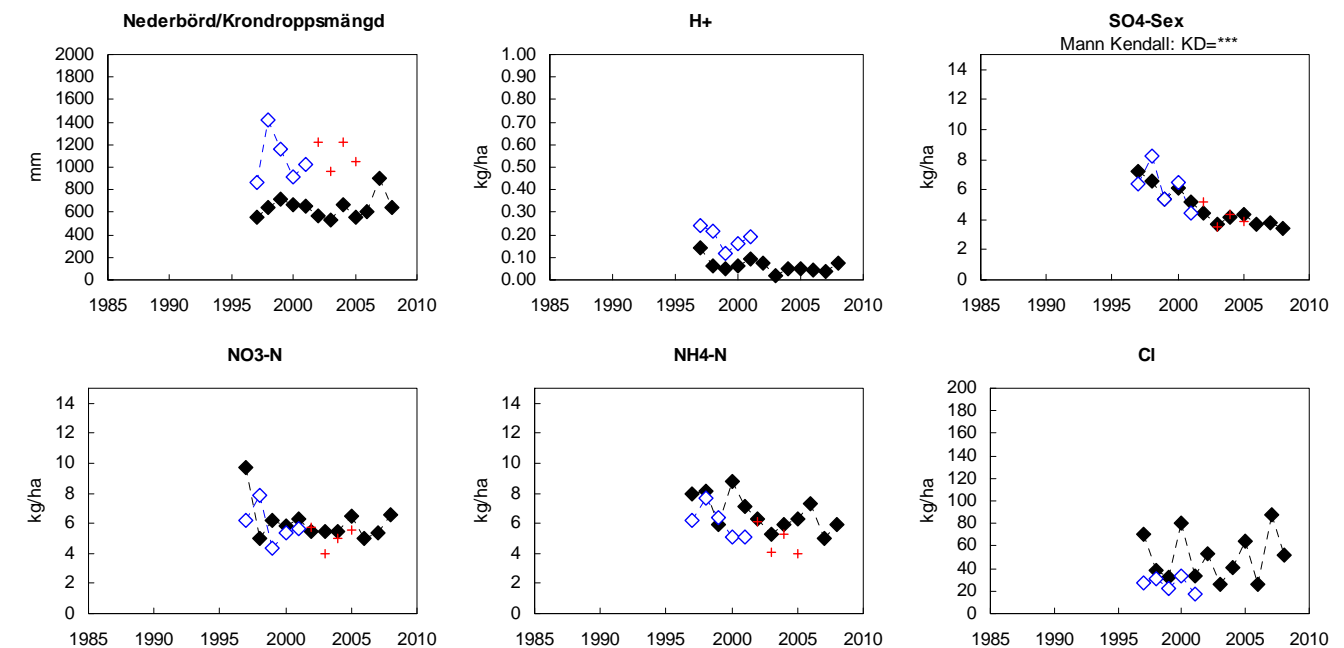
Nedfallet av försurande ämnen, beräknat som vätejondepositionen, visar ingen större förändring sedan mätstarten 1996.



Svavelnedfallet i Djupeåsen har minskat signifikant sedan mätstarten och uppgick under det hydrologiska året 2007/08 till 3,4 kg per hektar, vilket är den hittills lägsta svaveldepositionen som uppmätts.

Nedfallet av oorganiskt kväve ( $\text{NO}_3\text{-N}$  (6,5 kg/ha) +  $\text{NH}_4\text{-N}$  (5,9 kg/ha)) uppgick 2007/08 till 12,4 kg per hektar, vilket är en relativ normal kvävedeposition för lokalen. Nedfallet av organiskt kväve uppgick till 2,3 kg/ha, vilket är det näst lägsta som uppmätts vid lokalen.

Årets kloriddeposition var lägre än föregående års höga nivå och är nere på en för lokalen mer normal nivå.



- ◆-- Krondropp (KD)
- ◇-- Öppet fält (ÖF)
- + Mod. våtdep. (SMHI)

**Figur 9.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och på öppet fält samt modellerad deposition på öppet fält (SMHI) vid **Djupeåsen, N 14**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: vätejoner ( $\text{H}^+$ ); sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ( $\text{SO}_4\text{-S ex}$ ), nitratkväve ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ); ammoniumkväve ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ); kloridjoner ( $\text{Cl}$ ). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Modellerad nederbörd samt svavel- och kvävedeposition över öppet fält med MATCH-Sverige-modellen (Persson m.fl. 2004) visas som plustecken för de hydrologiska åren 2001/02-2004/05. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

I Figur 10 visas samtliga mätningars markvattenhalter för ett antal ämnen sedan mätstart. Markvattnets pH i Djupeåsen har sedan mätstarten ökat signifikant och pH-mätningarna under 2008 var 4,7 vid alla tre mätningarna, vilket fortfarande visar på sura förhållanden. ANC, den syraneutraliserande förmågan, har inte ändrat sig nämnvärt under mätåren och uppvisar alltså negativa värden. Om ANC är negativt är det ett tecken på försurning.

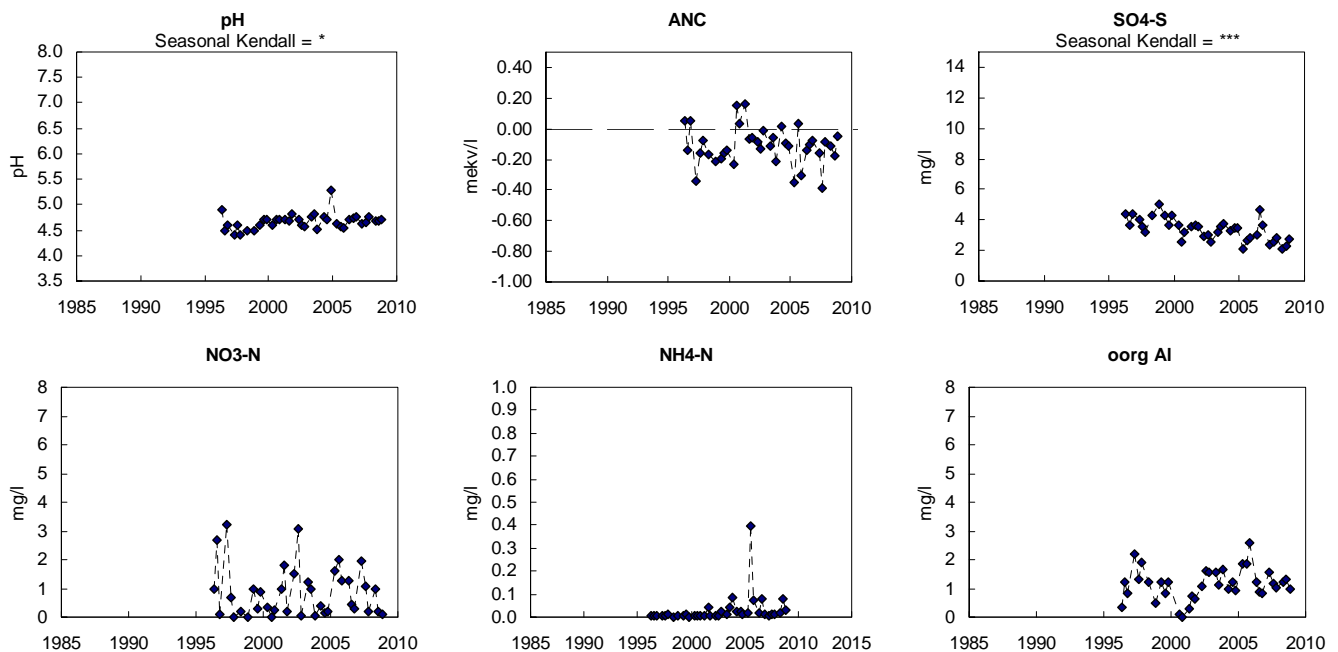
Halten sulfatsvavel i markvattnet har minskat signifikant sedan mätstart och under mätningarna 2008 varierade halterna mellan 2,1-2,7 mg/l (medianvärde 3,5).

Halten nitratkväve har under mätningarnas gång varierat kraftigt, och årets mätningar varierade mellan 0,1 och 0,9 mg/l (medianvärdet för mätningarna är 0,6). Även ammoniumhalterna har visat förhöjda halter periodvis. Detta kan härröra från effekter efter de stormar som drabbat södra Sverige. Det visar även på den höga kvävebelastning som finns i området och på den risk för

utlakning av kväve från skogsekosystemet till omkringliggande vattendrag som finns.

Inga större förändringar har heller skett med halten oorganiskt aluminium sedan mätstarten. Under mätningarna 2008 uppmättes inga speciella skillnader mot föregående års mätningar för oorganiskt aluminium. Förutom ovan nämnda signifikanta förändringar har halterna av kalium och totalt organiskt kol TOC minskat signifikant sedan mätningarna i markvattnet startade 1996.

Markvattenmätningarna visar fortsatt sura förhållanden med pH-värden runt 4,7, negativa värden för ANC och höga halter av aluminium, totalt 1,4 mg/l (som medianvärde), varav merparten (1,2 mg/l) är oorganiskt aluminium.



**Figur 10.** Markvattenkemi vid Djupeåsen, N 14: pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), sulfatsvavel (SO<sub>4</sub>-S), nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N), ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N), oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

**Vallåsen (N 17):** Ytan består av en sluten 70-årig granskog, utan markvegetation, på östra delen av Hallandsåsen. Ytan är placerad på ett krön och är därigenom starkt exponerad. Ståndortsindex är G34. Mätning av deposition och markvattenkemi startade 1996. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2000, och numera mäts enbart nedfallet i skogsytan (krondropp) och markvattenkemi.

I Figur 11 visas samtliga mätningar sedan mätstarten 1996 i krondropp samt öppet fält som årsmedelvärde (hydrologiskt år) vid Vallåsen. Den av SMHI modellerade våtdepositionen för öppet fält vid Vallåsen visas i Figur 11 som plustecken.

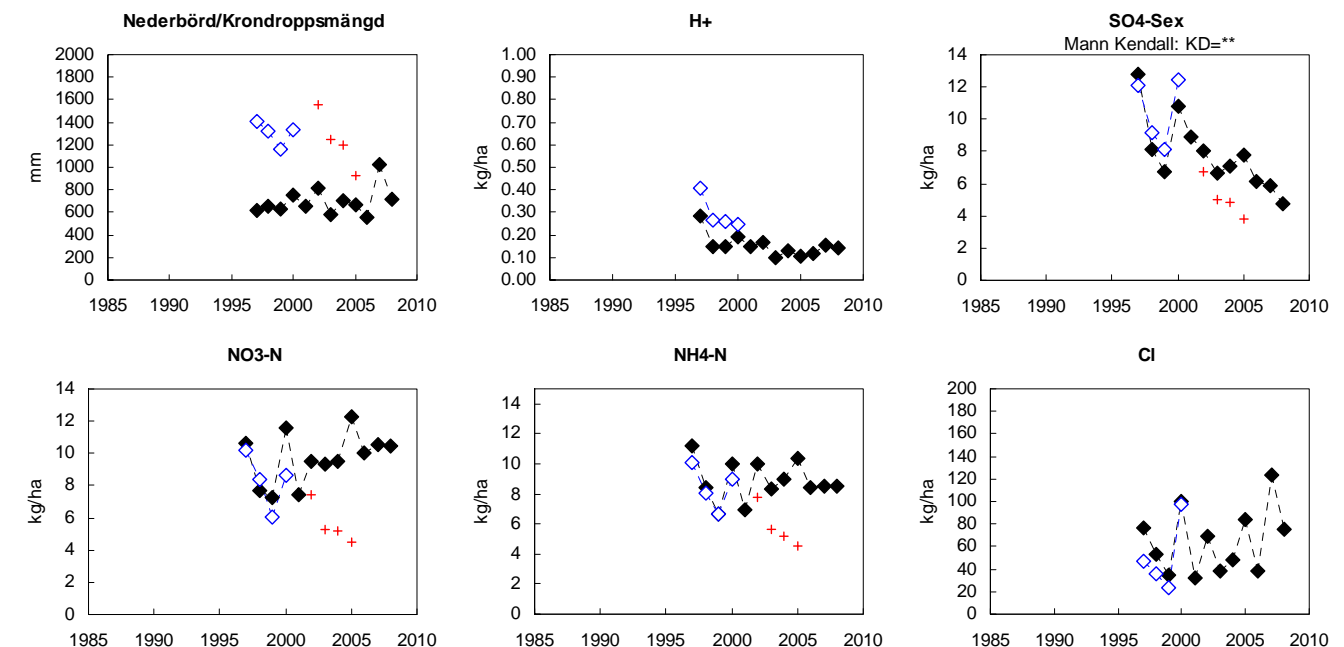
Krondroppsmängden 2007/08 på 718 mm var betydligt lägre än föregående års rekordnivå och är återigen nere på för lokalen normala nivåer.

Nedfallet av försurande ämnen, beräknat som vätejondepositionen, har inte visat några dramatiska förändringar under mätningarnas gång.

Svaveldepositionen vid Vallåsen har signifikant minskat under åren som mätningarna pågått. Svavelnedfallet i krondroppet i Vallåsen har minskat mycket kraftigt sedan mätningarna startade 1996. Under det hydrologiska året 2007/08 deponerades 4,8 kg per hektar svavel jämfört med 12,8 kg/ha under det hydrologiska året 1996/07. Årets svavelnedfall är den lägsta svaveldepositionen som uppmätts sedan mätstarten vid lokalen. Dock är svaveldepositionen mycket hög vid Vallåsen, sett ur ett nationellt perspektiv, främst beroende på det vindexponerade läget.

Nedfallet av oorganiskt kväve ( $\text{NO}_3\text{-N}$  (8,7 kg/ha) +  $\text{NH}_4\text{-N}$  (7,1 kg/ha)) uppgick under 2007/08 till 15,8 kg per hektar, vilket är den näst lägsta kvävedepositionen som uppmätts sedan mätningarna startade. Kvävedepositionen till skogsmarken är dock mycket hög vid Vallåsen, sett ur ett nationellt perspektiv, främst beroende på dess exponerade läge.

Kloriddepositionen var relativt hög under 2007/08, men i likhet med de övriga ytorna i länet, lägre än fjolårets rekordnivå.



- ◆-- Krondropp (KD)
- ◇-- Öppet fält (ÖF)
- + Mod. våtdep. (SMHI)

**Figur 11.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och på öppet fält samt modellerad deposition på öppet fält (SMHI) vid Vallåsen, N 17. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: vätejoner ( $\text{H}^+$ ); sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ( $\text{SO}_4\text{-S ex}$ ), nitratkväve ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ); ammoniumkväve ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ); kloridjoner ( $\text{Cl}$ ). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Modellerad nederbörd samt svavel- och kvävedeposition över öppet fält 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.

Den kraftiga belastningen av försurande ämnen har bidragit till att markvattnet från Vallåsen varit och fortfarande är mycket surt. I Figur 12 visas samtliga mätningars markvattenhalter för ett antal ämnen sedan mätstart. Markvattnets pH i Vallåsen har i stort sett inte ändrat sig sedan mätstarten 1996. pH-värdet varierade under 2008 mellan 4,1 och 4,3 och medianvärdet för mätningarna är 4,3, vilket visar på fortsatt mycket sura förhållanden. ANC, den syraneutraliserande förmågan, har inte

ändrat sig nämnvärt under mätåren och uppvisar alltjämt kraftigt negativa värden. Om ANC är negativt är det ett tecken på försurning.

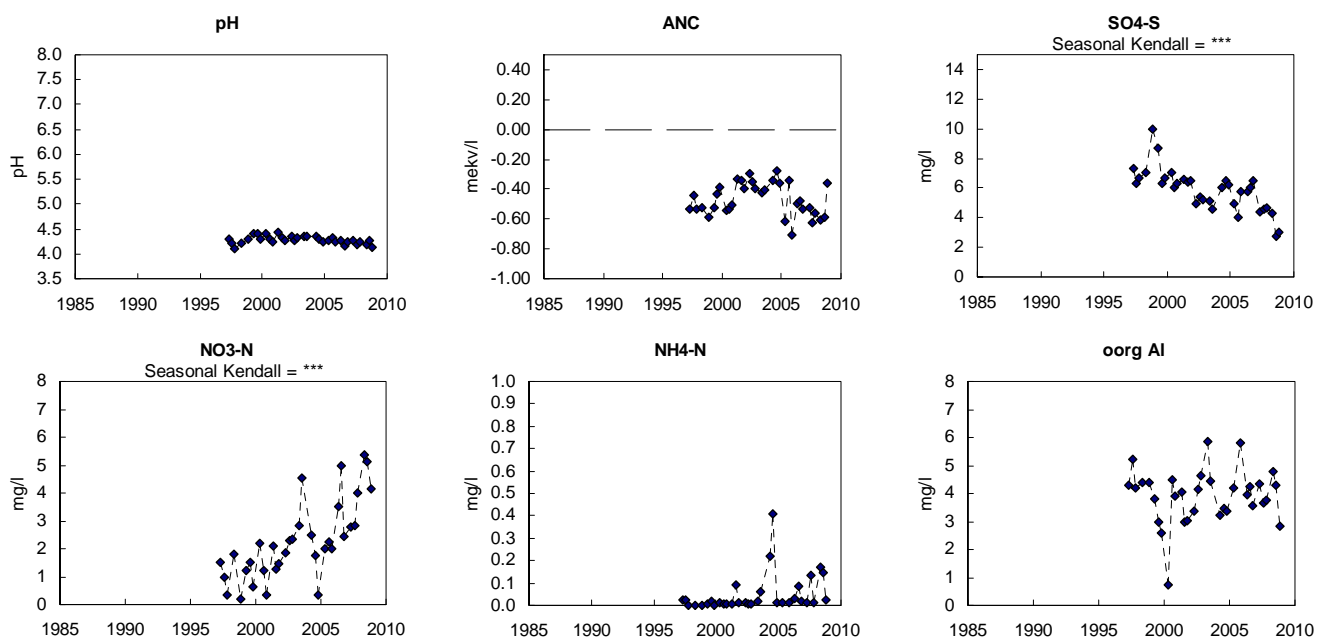
Halten sulfatsvavel i markvattnet har minskat signifikant sedan mätstart och under mätningarna 2008 varierade halterna mellan 2,7-4,3 mg/l (medianvärde 6,0).

Halten nitratkväve har under mätningarnas gång ökat signifikant, och årets mätningar varierade mellan 4,1 och 5,3 mg/l (medianvärdet för mätningarna är 2,1). Även ammoniumhalterna har visat förhöjda halter periodvis. Detta kan härröra från effekter efter de stormar som drabbat södra Sverige. Det visar även på den mycket höga kvävebelastning som finns i området och på den risk för betydande utlakning av kväve från skogsekosystemet till omkringliggande vattendrag som finns.

Inga större förändringar har skett med halten oorganiskt aluminium sedan mätstarten. Under mätningarna 2008 uppmättes inga speciella skillnader mot föregående års mätningar för oorganiskt aluminium. Vid Vallåsen uppvisar markvattnet en mycket låg kvot mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium (0,4), vilket innebär en ökad risk för skador på känsliga organismer i ekosystemet eller omgivande vattendrag.

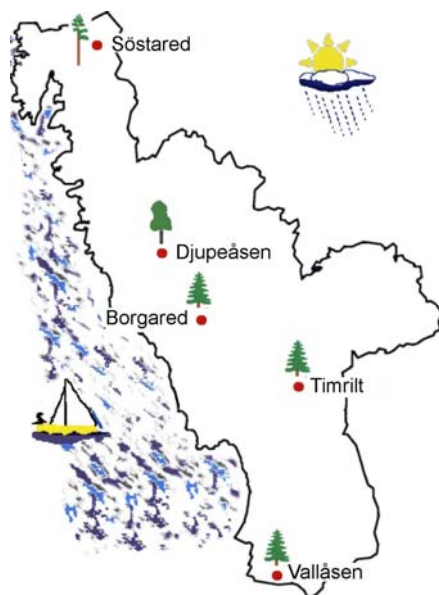
Förutom ovan nämnda signifikanta förändringar har halterna av järn ökat signifikant i markvattnet sedan mätningarna startade 1996.

Markvattenmätningarna visar fortsatt kraftigt sura förhållanden med pH-värden runt 4,3, negativa värden för ANC och höga halter av aluminium, totalt 4,6 mg/l (som medianvärde), varav merparten (4,0 mg/l) är oorganiskt aluminium. Vallåsen är den lokal som uppvisar surast förhållanden av samtliga lokaler inom Krondroppsnetet.



**Figur 12.** Markvattenkemi vid Vallåsen, N 17: pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), sulfatsvavel ( $\text{SO}_4\text{-S}$ ), nitratkväve ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), ammoniumkväve ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

## Sammanfattande bedömning av luftförorenings-situationen i Halland 2007/08



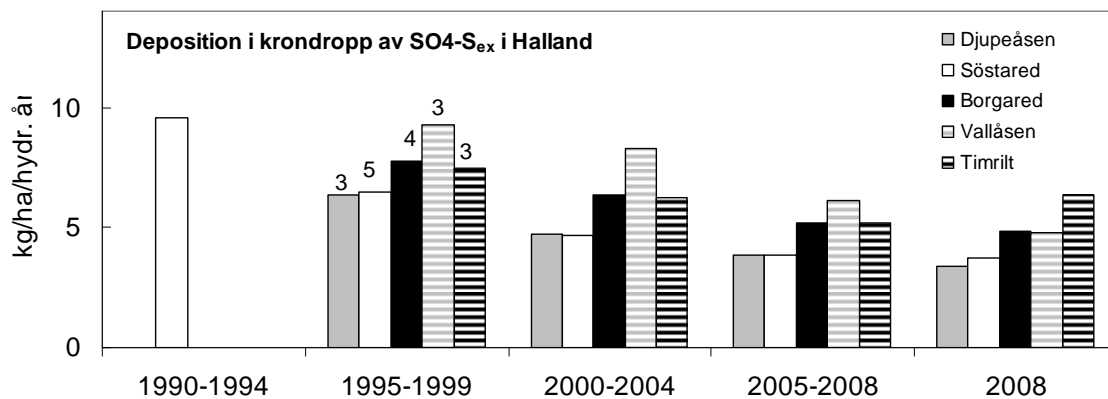
I Hallands län finns fem aktiva lokaler inom Krondropps-nätet (Tabell 1). Söstared är den yta i länet som har längst mätserie, 21 år. Timrilt är den enda lokal i länet där alla typer av mätningar som ingår i Krondroppsnetet görs, nedfallsmätningar på öppet fält och i skogen samt mätningar av markvattenkemi och lufthaltsmätningar.

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 **skogsytorna** var nedfallet av svavel mellan 3,4 och 6,4 kg per hektar under det hydrologiska året 2007/08. Timrilt, Vallåsen och Borgared, med en deposition på omkring 5-6 kg per hektar och år, tillhör de ytor i Sverige med högst nedfall. Nedfallet har minskat kraftigt under mätserien (Figur 13). Det hydrologiska året 2007/08 kännetecknades av låga svavelhalter i nederbörden och låg svaveldeposition i hela Sverige, men på ytorna i Halland var depositionen som uppmättes under 2007/08 av varierande storlek. Vid Borgared, Vallåsen och Djupeåsen var svaveldepositionen låg, vid Söstared relativt normal och vid Timrilt relativt hög för respektive lokal. Kloriddepositionen var relativt högt under 2007/08, men lägre än föregående år. Depositionen av oorganiskt kväve via krondropp var högt under 2007/08, för de flesta Halländska lokalerna, jämfört med tidigare år.

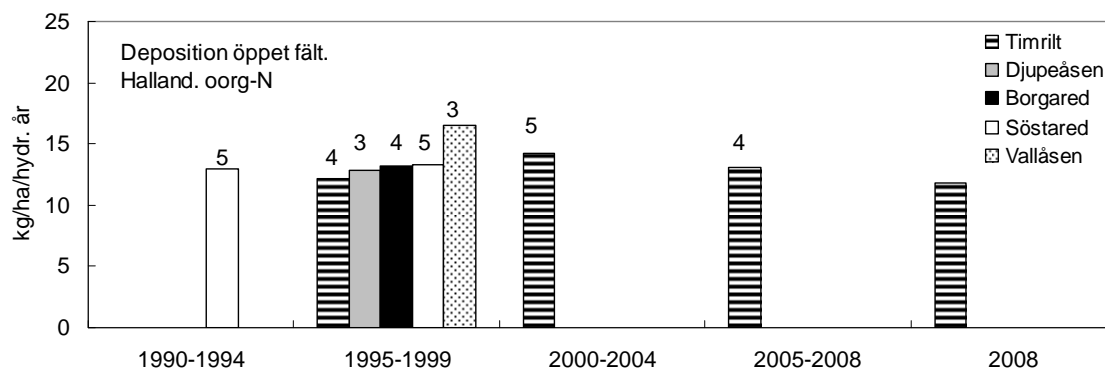
**Tabell 1.** Aktiva ytor i Hallands län 2007/08.

Lokal	Dominerande trädslag	Öppet fält	Krondropp	Markvatten	Lufthalter
Söstared (N 01)	Tall		X	X	
Borgared (N 12)	Gran		X	X	
Timrilt (N 13)	Gran	X	X	X	X
Djupeåsen (N 14)	Bok		X	X	
Vallåsen (N 17)	Gran		X	X	



**Figur 13.** En översikt över nedfallet av antropogent sulfatsvavel (SO<sub>4</sub>-S<sub>ex</sub>) 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. För perioden 1995-1999 anger siffrorna ovanför staplarna antal år data finns tillgängligt. I övrigt finns alla år tillgängliga.

Kvävenedfallet på **öppet fält** i Timrilt uppgick till 6 kg nitratkväve och 5,8 kg ammoniumkväve under 2007/08, det vill säga sammanlagt 11,8 kg kväve. Detta är ungefär i nivå med närmast tidigare år i mätserien (Figur 14) och ingen trend motsvarande som för svavel kan påvisas.



**Figur 14.** 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 ovanför staplarna anger antal år data finns tillgängligt).

**Markvattnet** på de fem ytorna i Halland var liksom tidigare år i mätserien surt, med pH-värden mellan 4 och 5. Dock uppmättes vid Timrilt pH-värden över 6 vid två tillfällen under säsongen. ANC (syraneutraliserande förmåga) är fortfarande negativ vid samtliga lokaler i länet. Även halterna av oorganiskt aluminium är högt i markvattnet i länet. Trots den minskade syrabelastningen går återhämtningen långsamt. Söstared är den lokal i länet som uppvisar tecken på återhämtning med signifikant ökat pH, ökat ANC, signifikant minskande svavelhalter och minskad halt av oorganiskt aluminium. Vallåsen är den yta i länet som har mest försurat markvattnet med mycket lågt ANC, lågt pH, mycket höga halter av giftigt oorganiskt aluminium och en signifikant ökad halt av nitratkväve. Flera av lokalerna uppvisade förhöjda nitratkvävehalter vid ett eller flera tillfällen under 2007/08. I en del av lokalerna kan dessa förhöjningar kopplas till de senaste årens stormar.

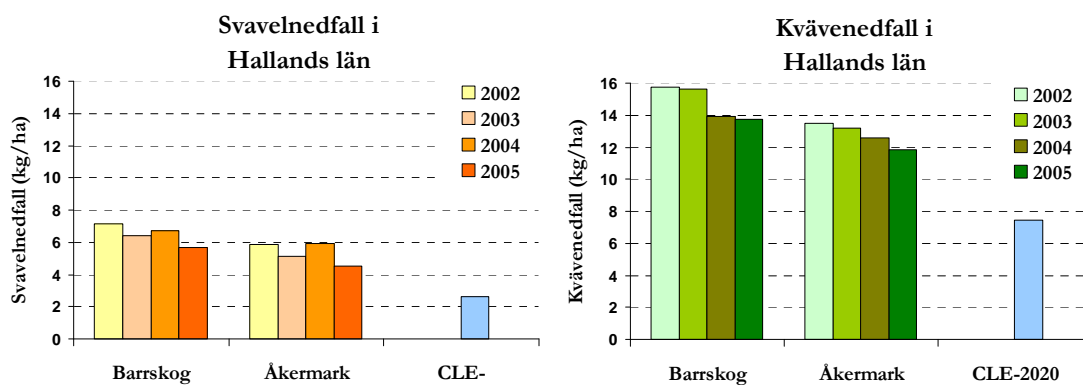
I Halland län mäts **lufthalter** endast på en station i länet, Timrilt. Årsmedelhalten av SO<sub>2</sub> har varierat mellan 0,5 – 1,7 µg/m<sup>3</sup>. Under mätperioden 2007/08 var årsmedelhalten av SO<sub>2</sub> för lokalen

den lägsta årsmedelhalt som uppmätts,  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Detta beror på låga halter hela året men främst under vintermånaderna, jämfört med tidigare år. Årsmedelhalten för  $\text{NO}_2$  i Timrilt under 2007/08 var  $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , vilket är relativt normalt för lokalen. Under årets mätningar har annars generellt låga  $\text{SO}_2$ - och  $\text{NO}_2$ -halter i luft observerats över hela södra Sverige. Under mätperioden 2007/08 var sommarhalvårsmedelhalterna av  $\text{NH}_3$  den lägsta som uppmätts,  $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Även för marknära ozon uppmättes den lägsta sommarhalvårsmedelhalten vid lokalen under 2007/08 på  $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$  med årets högsta halter i maj och juni. Under mätåren har sommarmedelhalterna för ozon varierat mellan  $59 - 71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Generellt var medelhalterna för ozon under sommaren 2008 relativt ”normala” i hela södra Sverige.

## Modellberäknad deposition av svavel och kväve på kommun- och länsnivå

I detta kapitel presenteras modellberäknat nedfall av svavel och kväve baserat på beräkningar med det s.k. ”MATCH-Sverige”-modellsystemet som SMHI driver på uppdrag av Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning (Persson m.fl., 2004). I detta spridningsmodellsystem anpassas de modellberäknade halterna av föroreningar i luft och nederbörd till atmosfärskemiska mätdata från de svenska och norska EMEP-stationerna samt Luft- och nederbördskemiska nätet med hjälp av s.k. Optimal Interpolation. Beräkningarna görs i rutor med en upplösning av  $20 \times 20$  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 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, som det gör för årsberäkningarna. Nedfallet redovisas på länsnivå i Figur 15 och på kommunnivå i Tabell 2 och Tabell 3.



**Figur 15.** Nedfall av antropogent svavel och kväve (kg per hektar och kalenderår) i Hallands län under 2002-2005 och år 2020 enligt CLE-scenariet, modellerat med MATCH-Sverige-modellen.

Svavelnedfallet (utan havssalt) i Hallands län beräknades till omkring  $5,7-7,1$  kg per hektar och år i barrskog och  $4,5-5,9$  kg per ha på åkermark under 2002-2005. Kvävenedfallet (våt- och torrdeposition) beräknades till omkring  $13,7-15,8$  kg per hektar och år i barrskog och  $11,8-13,5$  kg på åkermark under motsvarande period. Enligt CLE-scenariet ska nedfallet minska till omkring  $2,7$  kg svavel och  $7,4$  kg kväve per hektar till år 2020.

Det modellerade svavelnedfallet i barrskog är lägre än det uppmätta krondroppet vid den mest extrema lokalen i länet (Vallåsen). Vid de övriga fyra krondropslokalerna i länet är krondroppet lägre jämfört med modellvärdet. Det modellerade nedfallet går 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 exponeringsegen-skaper.

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 intercirculationen av kväve i trädkronorna. Ytterligare en fördel är att modeller kan användas för att beräkna framtida trender vid olika utsläppsscenarioer.

**Tabell 2.** Svavelnedfall (utan havssalt) på kommunnivå i Hallands 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
Falkenberg	6.9	6.4	6.8	5.7	5.8	5.2	6.0	4.6	2.8
Halmstad	7.4	6.6	6.9	5.4	6.1	5.3	6.1	4.3	2.8
Hylte	7.0	6.2	6.5	5.3	5.8	4.9	5.7	4.3	2.6
Kungsbacka	6.9	6.2	6.4	6.3	5.7	5.0	5.5	4.9	2.0
Laholm	7.8	6.9	7.2	5.7	6.4	5.4	6.3	4.5	2.9
Varberg	6.6	6.1	6.6	6.0	5.4	4.8	5.8	4.8	2.6

\* 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 Hallands 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
Falkenberg	15.8	16.0	14.4	13.9	13.5	13.6	13.1	12.2	7.7
Halmstad	16.3	16.0	14.2	13.7	13.9	13.5	12.8	11.9	7.8
Hylte	14.6	14.3	13.0	13.1	12.5	12.0	11.8	11.3	8.1
Kungsbacka	15.3	15.0	12.7	13.4	13.1	12.6	11.3	11.2	6.1
Laholm	17.4	17.0	15.0	14.2	14.9	14.3	13.6	12.3	7.4
Varberg	15.2	15.3	13.8	14.0	13.0	12.9	12.4	11.9	6.8

\* 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

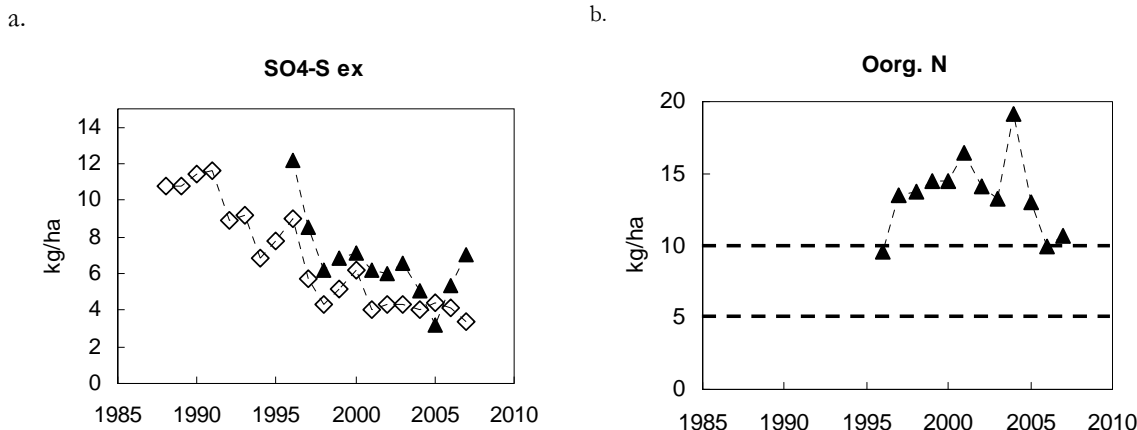
### Nedfall av svavel och kväve

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 16a visas svavelnedfallet till skogsmark på två krondroppsytor i Halland, Söstared som är den lokal i länet som har längst tidsserie och Timrilt som är en av de lokaler i länet som tar emot mest nedfall av svavel. 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 Halland fortfarande är högre än 3 kg per hektar och år. Modellberäkningar av kritisk belastning av aciditet för skogsmark i Halland har dock visat på relativt hög kritisk belastning som bara överskrids på en mycket liten del av skogsmarken i länet. Detta kan förklaras av att tillförseln av baskatjoner, via deposition och vittring, är relativt stor i länet. Däremot är vissa av sjöarna fortfarande försurade i länet, vilket talar för att det sura nedfallet bör minska för att påskynda återhämtningen. 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. 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 gäller generellt för Sverige är 5-10 kg per hektar och år (UNECE, 2007). Den lägre gränsen kan antas gälla för de känsligaste ekosystemen.

I Figur 16b visas kvävenedfallet på öppet fält i Timrilt. 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 varierat mycket på senare år, men oftast varit avsevärt högre än intervallet 5-10 kg. Under 2007, som var ett år med ovanligt låga halter i nederbörden, var nedfallet 9,9 kg per hektar och år. Nedfallet av kväve bör minska för att inte den kritiska belastningen ska överskridas. Indikatorn gäller egentligen skogsmark, men eftersom kron-droppsmätningarna 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 16.** Svavelnedfall (exklusive havssaltsbidrag) till skogsmark i Söstared (◇) och Timrilt (▲) (a) och nedfall av oorganiskt kväve (nitratkväve och ammoniumkväve) på öppet fält i Timrilt (b) som årssumma på kalenderår (kg per hektar och år). De streckade linjerna i kvävefiguren visar gränserna för intervallet för kritisk belastning för kväve, 5-10 kg per hektar och år.

## Luftkvalitet

Miljömål och 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 kväveföroreningar är dessa målvärden inte satta utifrån ett vegetationsperspektiv utan de är relativt högt satta. Det är dock mycket viktigt att även mäta lufthalter i bakgrundsmiljöer som ej har påverkats av tätortsmiljön, bland annat för att skapa ett underlag för att bedöma behov och nytta med lokala åtgärder för att minska luftföroreningar.

### Svaveldioxid:

Miljömål: Halten 5 µg/m<sup>3</sup> för svaveldioxid som årsmedelvärde skall vara uppnådd i samtliga kommuner.

Miljö kvalitetsnorm, till skydd för ekosystem: Års- samt vinterhalvårsmedelvärdet för svaveldioxid får ej överstiga 20 µg/m<sup>3</sup>.

Uppmätta vinterhalvårsmedelhalter inom Krondroppsnätets lokaler i länet under 2008:

Lokalkod	Namn	SO <sub>2</sub> -halt i µg/m <sup>3</sup>	Överskridande av miljömål & miljö kvalitetsnormer*
N 13 A-9	Timrilt	0.6	nej

\*Halterna av SO<sub>2</sub> är högst under vinterhalvåret vilket medför att årsmedelvärdet är lägre än vinterhalvårsmedelvärdet.

### Kvävedioxid:

Miljömål: Halten 20 µg/m<sup>3</sup> som årsmedelvärde för kvävedioxid skall i huvudsak underskridas år 2010.

Miljö kvalitetsnorm, till skydd för ekosystem: Årsmedelvärdet för kvävedioxid får ej överstiga 30 µg/m<sup>3</sup> efter den 31 december 2005. (Gäller på landsbygd med minst 20 km till närmaste storstad eller 5 km till annat bebyggt område).

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

Lokalkod	Namn	NO <sub>2</sub> -halt i µg/m <sup>3</sup>	Överskridande av miljömål & miljö kvalitetsnormer
N 13 A-9	Timrilt	3.2	nej

#### Marknära ozon:

När det gäller marknära ozon finns många miljömål, men det miljömål som är direkt tillämpligt för de mätningar som sker inom Kron dropps nätets lokaler är att halterna av marknära ozon som sommarhalvsmedelvärde får ej överskrida 50 µg/m<sup>3</sup> efter år 2020.

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

Lokalkod	Namn	O <sub>3</sub> -halt i µg/m <sup>3</sup>	Överskridande av miljömål & miljö kvalitetsnormer
N 13 A-9	Timrilt	59	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 Kron dropps nätets lokaler 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 Kron dropps nätets webbplats samt skickas ut till alla kunder som pdf-fil.

## Ny webbplats

Under hösten 2008 har vi lagt upp en ny webbplats [www.kron dropps natet.ivl.se](http://www.kron dropps natet.ivl.se). Där presenteras överskådligt information om hur vi arbetar inom Kron dropps nätets lokaler 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](mailto: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 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](mailto:anna.jonsson@naturvardsverket.se), tel: 08-6981627.

### Specialprojekt som rör Krondropps nätet

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

#### 1. Utveckling av Krondropps nätet utifrån regionala och nationella behov

Krondropps nätet spelar idag en viktig roll i den regionala samt nationella miljöövervakningen för ett flertal miljömål. I första delen av ett nystartat projekt kommer man att beskriva den roll

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

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

IVL kommer utvärdera ett eventuellt byte av mätutrustning för att mäta nedfall av luftföroreningar över öppet fält i Sverige. Den nya föreslagna mätutrustningen har tidigare utvärderats och den insamlade 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 Hallands län – mätningar och modellering. Resultat till och med september 2007. IVL Rapport B 1779.
- UNECE, 2007. Recent results and updating of scientific and technical knowledge. Workshop on effects of low-level nitrogen deposition. Report by the workshop organizers. Executive body for the convention on long-range transboundary air pollution. Working Group on Effects. Twenty-sixth session. Geneva, 29–31 August 2007.

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

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

Lokal	Period	Nedb	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> -S	SO <sub>4</sub> -S <sub>ex</sub>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
		mm	kg/ha	→									
Timrilt	07/08	1064	0,15	5,1	3,7	30,0	6,0	5,8	2,8	2,9	20,2	1,6	0,46
(N 13 A)	06/07	1378	0,17	5,3	4,1	25,0	5,3	5,7	3,2	2,2	16,6	1,0	0,43
	05/06	857	0,12	5,0	4,1	17,8	5,4	5,5	6,1	1,5	12,8	1,1	0,22
	04/05	1731	0,34	18,2	10,0	177,4	10,1	8,3	14,1	13,7	82,8	74,2	1,02
	03/04	1320	0,20	6,4	5,1	27,9	6,4	6,9	2,5	2,3	16,7	2,0	0,13
	02/03	896	0,09	5,1	4,3	16,4	5,3	5,7	2,6	1,4	9,7	3,2	0,09
	01/02	1192	0,24	10,4	6,4	86,9	7,5	6,9	4,4	5,6	50,9	3,7	0,12
	00/01	1287	0,28	8,4	7,0	30,7	9,4	8,8	2,9	2,1	20,4	1,3	0,13
	99/00	1216	0,30	12,5	11,2	28,9	6,8	7,6	2,5	2,7	18,1	3,1	0,06
	98/99	1402	0,27	8,7	7,7	22,9	6,7	7,2	2,4	1,4	11,7	1,9	0,08
	97/98	1261	0,32	8,9	7,3	33,6	6,7	6,6	1,5	2,2	19,4	4,3	0,17
	96/97	1154	0,39	9,1	7,7	31,6	7,6	7,1	2,1	2,5	19,0	2,0	0,16

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

Lokal	Period	Nedb	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> -S	SO <sub>4</sub> -S <sub>ex</sub>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
		mm	kg/ha	→									
Timrilt	2007	1210	0,17	4,9	4,0	20,7	5,1	5,6	2,7	1,9	13,9	0,8	0,39
(N 13 A)	2006	921	0,14	4,3	3,5	16,4	5,0	5,0	2,3	1,2	10,3	0,9	0,23
	2005	1236	0,17	10,6	5,3	114,8	7,6	5,4	11,6	8,2	59,8	57,5	0,62
	2004	1849	0,33	14,5	10,1	94,8	9,3	9,9	9,3	8,2	44,6	18,8	0,56
	2003	1018	0,13	5,9	5,0	21,1	6,3	7,0	2,6	1,8	12,2	3,2	0,10
	2002	1123	0,24	9,8	6,3	74,1	7,3	6,8	3,8	5,0	42,9	3,5	0,11
	2001	1162	0,28	7,7	6,2	32,3	8,6	7,8	3,0	2,1	21,4	1,4	0,12
	2000	1283	0,27	12,1	10,6	32,5	6,9	7,6	3,0	2,8	20,3	3,0	0,08
	1999	1357	0,26	9,1	8,1	22,6	6,8	7,7	2,6	1,8	12,7	2,1	0,05
	1998	1358	0,31	9,6	7,9	37,2	7,0	6,7	1,6	2,2	20,4	4,4	0,19
	1997	1090	0,34	8,0	6,8	26,0	7,1	6,4	1,9	2,1	15,4	1,8	0,16
	1996	885	0,30	10,3	9,4	18,0	4,7	4,9	1,9	1,5	11,5	1,7	0,09

**Tabell A:2a.** Öppet fältdata (våtdeposition) från Hallands län för yta Timrilt där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) analyserats, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO<sub>3</sub>-N + NH<sub>4</sub>-N) och (orgN = Kj-N - NH<sub>4</sub>-N)

Lokal	Period	Nedb	oorg N	org N	TOC
		mm	kg/ha	→	
Timrilt (N 13 A)	07/08	1064	11,9	1,4	16
	06/07	1378	11,0	0,6	15
	05/06	857	10,9	0,6	13
	04/05	1731	18,4	4,9	35
	03/04	1320	13,3	2,3	21
	02/03	896	11,0	2,1	28
	01/02	1192	14,4	2,5	25
	00/01	1287	18,2	1,3	27
	99/00	1216	14,4		
	98/99	1402	13,9		
	97/98	1261	13,3		
	96/97	1154	14,8		

**Tabell A:2b.** Öppet fältdata (våtdeposition) från Hallands län för yta Timrilt där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) analyserats, deposition på kalenderår. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO<sub>3</sub>-N + NH<sub>4</sub>-N) och (orgN = Kj-N - NH<sub>4</sub>-N)

Lokal	Period	Nedb	oorg N	org N	TOC
		mm	kg/ha	→	
Timrilt (N 13 A)	2007	1210	10,7	0,8	14
	2006	921	10,1	0,5	14
	2005	1236	13,0	5,6	23
	2004	1849	19,2	1,3	31
	2003	1018	13,3	2,0	28
	2002	1123	14,1	2,5	24
	2001	1162	16,4	1,2	26
	2000	1283	14,6		
	1999	1357	14,5		
	1998	1358	13,8		
	1997	1090	13,4		
	1996	885	9,6		

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

Lokal	Period	Nedb	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> -S	SO <sub>4</sub> -S <sub>ex</sub>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
		mm	kg/ha	→									
Söstared (N 01 A)	07/08	981	0,20	6,7	3,7	64,0	5,9	3,2	4,5	5,0	37,1	16,7	1,49
	06/07	1101	0,15	7,1	3,2	84,1	4,2	3,4	4,9	6,0	47,8	16,2	1,27
	05/06	778	0,15	5,3	4,0	30,2	5,0	3,7	3,2	2,7	17,5	13,8	0,87
	04/05	838	0,15	7,4	4,6	60,7	5,6	4,0	4,2	5,1	35,8	12,8	0,60
	03/04	806	0,18	5,9	4,0	41,1	4,8	2,9	4,2	3,5	23,6	11,0	0,36
	02/03	691	0,13	5,1	3,8	27,1	4,6	3,3	3,3	2,6	15,4	12,1	0,53
	01/02	798	0,15	6,9	4,5	52,1	4,9	3,3	4,9	4,3	31,0	12,6	0,30
	00/01	818	0,21	6,1	4,7	28,8	5,3	4,9	3,0	2,4	17,0	11,8	0,82
	99/00	804	0,21	9,1	6,1	64,8	4,3	2,7	5,3	5,6	37,7	14,1	0,77
	98/99	772	0,14	5,8	4,5	28,3	3,5	2,7	3,2	2,8	16,4	15,0	0,69
	97/98	695	0,14	5,6	4,1	32,5	3,3	3,1	1,7	3,2	18,5	10,7	0,60
	96/97	796	0,28	10,2	7,2	63,8	6,6	3,9	4,6	4,9	32,6	11,1	1,11
	95/96	517	0,17	10,1	8,9	25,9	5,2	4,6					
	94/95	593	0,29	10,2	7,7	54,9	5,5	3,3					
	93/94	584	0,28	9,3	7,1	46,6	5,7	3,5					
	92/93	657	0,38	12,7	9,5	69,1	6,2	4,2					
	91/92	684	0,40	12,2	9,5	60,2	7,4	5,5					
	90/91	620	0,38	12,9	10,7	48,8	6,6	4,7					
	89/90	728	0,68	14,9	11,1	83,1	7,0	5,2					
	88/89	544	0,80	14,7	11,2	75,9	7,1	4,4					
87/88	777	0,87	14,1	12,1	43,5	6,3	3,7						
Borgared (N 12 A)	07/08	855	0,17	9,1	4,8	92,3	9,1	5,2	6,8	7,6	54,1	19,5	1,73
	06/07	1113	0,13	12,3	5,0	158,2	7,7	5,3	8,8	11,6	86,0	27,9	1,90
	05/06	708	0,09	6,7	4,9	38,0	6,9	7,0	4,0	3,8	20,7	18,7	0,89
	04/05	799	0,10	9,9	5,9	86,3	8,6	6,1	7,7	7,7	52,3	19,7	1,12
	03/04	830	0,11	8,8	6,1	56,5	6,9	5,3	6,1	5,0	31,7	21,5	0,68
	02/03	591	0,06	6,6	4,8	38,1	5,6	5,0	3,9	3,3	20,1	21,7	1,07
	01/02	737	0,11	10,2	6,9	71,4	6,9	5,2	6,9	5,7	42,7	17,8	0,39
	00/01	718	0,09	8,9	6,9	41,6	5,7	5,3	5,0	3,6	23,5	24,3	1,23
	99/00	767	0,14	10,2	6,9	72,1	5,7	4,6	7,2	6,6	41,5	20,7	1,90
	98/99	782	0,09	8,2	6,4	38,5	3,6	6,8	4,3	4,0	21,1	22,5	1,09
97/98	696	0,11	9,5	7,0	55,2	4,0	6,5	3,0	4,6	30,7	24,1	1,08	
96/97	594	0,18	12,7	9,3	72,8	7,4	5,5	6,0	5,5	37,0	15,3	1,40	
Timrilt (N 13 A)	07/08	848	0,20	12,4	6,4	130,9	13,4	9,1	8,9	10,8	77,8	20,7	0,81
	06/07	1236	0,11	14,5	6,0	184,7	10,1	9,6	9,9	13,4	101,2	22,1	1,20
	05/06	672	0,10	6,2	4,5	37,0	7,4	6,4	3,8	3,3	20,4	12,1	0,54
	04/05	611	0,06	6,2	3,8	52,3	5,9	4,4	5,0	4,5	27,4	17,8	0,40
	03/04	936	0,13	8,8	5,9	64,0	7,7	6,1	6,7	4,8	35,0	19,2	0,17
	02/03	696	0,12	7,1	5,2	41,1	7,5	5,2	5,2	3,7	22,7	14,9	0,60
	01/02	925	0,12	10,1	6,6	76,0	8,1	5,9	7,0	5,3	45,3	18,0	0,30
	00/01	759	0,09	8,2	6,7	33,1	6,3	5,6	5,6	2,9	18,6	15,8	0,68
	99/00	787	0,13	9,9	7,0	63,3	7,1	5,8	7,9	5,6	34,3	17,0	1,59
	98/99	792	0,10	7,4	5,9	34,5	5,9	5,0	5,2	3,2	17,4	15,1	0,56
97/98	764	0,12	8,9	6,8	46,7	6,0	6,5	3,1	4,3	24,8	18,8	0,71	
96/97	716	0,20	13,0	9,8	68,7	8,3	7,4	5,9	5,4	34,6	19,4	0,92	



Forts. **Tabell B:1a.** Krondroppsdata från Hallands län, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbö

Lokal	Period	Nedb mm	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> -S	SO <sub>4</sub> -S <sub>ex</sub>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
			kg/ha	→									
Djupeåsen (N 14 A)	07/08	646	0,07	5,8	3,4	51,9	6,5	5,9	4,9	4,5	30,1	12,1	1,09
	06/07	898	0,04	7,9	3,8	87,6	5,4	5,0	6,3	7,3	46,2	21,2	1,50
	05/06	602	0,04	4,9	3,7	26,4	5,0	7,3	4,4	3,1	14,2	20,9	0,88
	04/05	558	0,05	7,3	4,4	64,3	6,5	6,3	6,1	5,8	36,4	12,0	0,82
	03/04	664	0,05	6,0	4,1	40,4	5,4	5,9	5,1	3,5	20,7	18,4	0,50
	02/03	529	0,02	4,9	3,7	25,8	5,4	5,3	3,3	2,3	13,4	15,1	0,80
	01/02	567	0,08	6,9	4,5	52,6	5,5	6,3	4,3	4,0	27,9	12,0	0,64
	00/01	654	0,10	6,7	5,2	33,5	6,3	7,1	4,3	2,7	18,1	13,0	1,19
	99/00	661	0,06	9,8	6,1	80,0	5,8	8,8	7,3	7,8	43,8	21,2	1,63
	98/99	714	0,05	6,8	5,3	32,3	6,2	5,9	5,4	3,2	16,5	14,0	1,04
	97/98	636	0,06	8,3	6,6	38,3	5,0	8,2	4,1	4,6	21,1	21,0	1,32
	96/97	552	0,14	10,4	7,2	69,9	9,7	8,0	6,2	5,9	33,8	10,5	1,59
Vallåsen (N 17 A)	07/08	718	0,14	8,2	4,8	75,5	10,4	8,5	5,5	6,2	43,6	14,8	0,27
	06/07	1020	0,15	11,6	5,9	123,5	10,5	8,5					
	05/06	556	0,12	7,9	6,2	38,4	10,0	8,4					
	04/05	670	0,11	11,6	7,8	84,2	12,3	10,4					
	03/04	706	0,13	9,3	7,1	47,9	9,5	9,0					
	02/03	575	0,10	8,4	6,6	38,6	9,3	8,3					
	01/02	811	0,17	11,3	8,1	68,7	9,5	10,0					
	00/01	660	0,15	10,4	8,9	31,8	7,4	6,9					
	99/00	757	0,19	15,4	10,8	100,3	11,6	10,0	9,5	8,2	54,9	25,8	1,05
	98/99	624	0,15	8,4	6,8	35,0	7,3	6,6	4,1	3,4	18,4	15,0	0,70
97/98	651	0,15	10,6	8,1	52,5	7,7	8,4	3,2	4,1	28,2	20,5	0,33	
96/97	618	0,28	16,4	12,8	77,0	10,6	11,2	7,0	5,5	39,3	20,4	0,47	

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

Lokal	Period	Nedb mm	H <sup>+</sup> kg/ha	SO <sub>4</sub> -S →	SO <sub>4</sub> -S <sub>ex</sub>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
Söstared (N 01 A)	2007	940	0,15	6,6	3,4	69,0	4,6	3,2	4,7	5,4	39,8	15,2	1,16
	2006	1000	0,18	6,3	4,1	46,7	5,6	4,3	3,9	3,5	26,7	15,3	1,19
	2005	777	0,13	6,5	4,4	46,1	5,6	4,0	3,6	4,1	27,0	12,9	0,66
	2004	815	0,18	6,7	4,0	58,4	4,5	2,7	4,7	4,7	33,9	11,4	0,37
	2003	785	0,17	5,8	4,3	32,0	5,3	3,7	3,5	2,9	18,0	11,7	0,52
	2002	799	0,16	6,1	4,3	39,2	4,9	3,3	3,9	3,3	21,9	11,9	0,20
	2001	651	0,12	5,6	4,0	34,9	4,4	4,0	3,7	2,9	22,0	12,7	0,72
	2000	908	0,27	8,4	6,2	48,2	4,6	3,0	4,7	4,4	28,0	13,6	0,83
	1999	818	0,16	7,3	5,2	46,2	4,4	3,2	4,5	4,3	27,4	16,2	0,79
	1998	697	0,13	5,9	4,3	34,0	2,9	3,2	1,5	2,5	18,9	9,9	0,53
	1997	747	0,23	8,0	5,7	48,2	5,5	3,6	3,3	4,3	25,8	10,0	0,77
	1996	596	0,22	10,8	9,0	38,7	5,3	3,7	4,2	3,3	20,6	9,7	0,88
	1995	595	0,27	10,1	7,8	50,8	5,7	3,8					
	1994	564	0,26	9,4	6,8	55,7	5,8	3,7					
	1993	624	0,33	11,8	9,2	56,9	6,1	4,0					
	1992	643	0,41	11,1	8,9	48,0	7,1	4,8					
	1991	663	0,42	14,6	11,6	63,8	7,4	5,5					
1990	766	0,62	15,4	11,4	86,4	6,9	5,2						
1989	546	0,78	14,0	10,8	69,2	7,2	4,0						
1988	704	0,83	13,1	10,8	49,6	6,0	3,9						
Borgared (N 12 A)	2007	924	0,13	10,6	5,1	120,2	8,1	5,1	7,6	9,6	67,3	21,8	1,66
	2006	914	0,13	9,2	5,5	80,9	8,2	7,6	6,0	6,4	43,5	25,5	1,50
	2005	741	0,08	7,9	5,2	57,5	8,3	6,2	5,5	5,8	35,2	16,3	0,90
	2004	830	0,11	9,7	5,9	81,6	6,4	4,9	7,7	6,8	46,5	20,9	0,73
	2003	696	0,08	8,3	6,2	47,0	7,2	5,7	4,7	4,1	26,0	23,7	1,28
	2002	726	0,11	8,9	6,3	56,1	6,6	4,8	5,5	4,6	31,3	19,8	0,20
	2001	602	0,07	8,2	6,0	48,1	5,6	4,7	5,6	4,1	29,1	19,1	1,15
	2000	807	0,14	10,3	7,5	60,8	5,8	5,1	5,8	5,5	35,5	23,1	1,63
	1999	840	0,10	9,6	7,2	51,8	4,2	7,3	6,7	5,5	29,9	25,4	1,59
	1998	713	0,10	8,9	6,5	52,1	3,3	6,3	2,8	4,1	27,2	21,8	0,89
	1997	544	0,15	10,4	7,7	58,3	6,5	5,3	4,4	4,6	31,5	15,3	1,08
1996	533	0,14	14,0	11,6	52,1	5,3	4,1	5,3	4,1	27,3	15,9	1,23	
Timrilt (N 13 A)	2007	1030	0,15	14,2	7,0	156,0	12,3	10,0	9,3	12,1	87,4	21,0	1,56
	2006	888	0,12	9,0	5,3	79,6	8,8	7,6	6,1	6,1	43,1	16,0	0,69
	2005	551	0,05	5,1	3,2	40,3	5,6	4,7	3,9	3,7	21,9	13,2	0,32
	2004	935	0,13	8,4	5,1	69,6	6,8	5,0	6,4	5,2	37,2	19,7	0,24
	2003	780	0,13	9,1	6,6	53,9	9,3	6,9	6,6	4,5	29,4	17,8	0,57
	2002	876	0,13	8,5	6,0	54,1	7,7	5,3	5,6	4,4	31,0	15,0	0,19
	2001	715	0,08	8,5	6,2	50,6	6,8	5,5	6,1	3,7	30,3	16,6	0,68
	2000	816	0,12	9,5	7,1	51,3	6,5	5,8	7,1	4,6	28,1	17,6	1,50
	1999	871	0,11	9,0	6,8	46,4	6,9	5,7	7,2	4,3	24,2	17,5	0,71
	1998	759	0,11	8,2	6,2	44,1	5,2	6,2	3,0	3,6	23,0	16,4	0,67
	1997	647	0,16	11,1	8,5	57,2	7,4	7,0	4,6	4,9	30,7	17,2	0,80
1996	643	0,16	14,2	12,2	43,5	5,9	5,7	5,4	3,6	21,3	17,8	0,73	

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

Lokal	Period	Nedb	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> -S	SO <sub>4</sub> -S <sub>ex</sub>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
		mm	kg/ha	→									
Djupeåsen (N 14 A)	2007	694	0,05	6,4	3,6	60,0	5,9	5,1	5,0	5,4	33,8	12,3	1,25
	2006	812	0,06	6,8	4,2	57,0	5,8	7,8	5,4	5,0	29,4	28,1	1,29
	2005	515	0,04	5,5	3,7	39,2	6,0	6,2	5,0	4,1	21,2	12,4	0,76
	2004	669	0,05	7,5	4,6	63,9	5,4	6,1	6,7	5,4	35,8	14,6	0,62
	2003	579	0,03	5,5	4,0	32,7	6,0	5,5	3,6	2,6	16,6	16,2	0,60
	2002	575	0,07	5,8	4,2	35,7	5,2	6,0	3,3	3,0	19,3	18,5	0,53
	2001	517	0,06	5,9	4,1	39,3	5,7	6,0	4,2	3,1	20,5	8,3	1,17
	2000	717	0,10	9,0	6,5	53,7	5,7	9,0	6,5	5,7	30,2	20,1	1,19
	1999	758	0,05	8,8	5,9	63,5	7,2	7,0	7,2	5,8	33,2	16,5	1,67
	1998	652	0,06	8,2	6,4	38,2	5,1	8,3	3,8	4,0	20,4	18,7	0,93
	1997	513	0,09	7,9	5,7	47,6	6,4	6,0	4,6	4,6	24,3	12,1	1,47
1996	460	0,11	14,0	11,7	49,6	9,7	8,3	6,3	4,7	24,5	14,2	1,68	
Vallåsen (N 17 A)	2007	853	0,11	8,8	4,7	89,7	8,7	7,1	5,9	7,0	50,7	16,0	0,64
	2006	748	0,16	9,7	6,4	69,4	11,5	9,8					
	2005	615	0,10	10,3	7,3	64,3	11,9	9,3					
	2004	725	0,12	10,2	7,1	66,6	9,5	9,1					
	2003	593	0,10	9,0	7,0	43,4	9,7	9,3					
	2002	810	0,17	10,1	7,8	50,5	9,8	9,7					
	2001	659	0,13	10,0	7,8	49,4	8,2	7,2					
	2000	725	0,18	14,6	11,1	76,6	10,2	9,5					
	1999	681	0,17	10,8	8,2	56,7	8,8	8,0	6,7	5,4	30,6	19,4	0,79
	1998	666	0,16	9,9	7,6	47,9	7,1	7,9	2,6	3,6	24,9	18,3	0,31
1997	551	0,18	13,3	10,3	64,0	8,9	10,3	5,4	4,7	34,1	18,3	0,39	
1996	489	0,24	20,9	18,7	48,3	9,5	8,4	6,1	3,9	23,9	20,8	0,36	

**Tabell B:2a.** Krondroppsdata från Hallands län för ytor där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) analyserats, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO<sub>3</sub>-N + NH<sub>4</sub>-N) och (orgN = Kj-N - NH<sub>4</sub>-N)

Lokal	Period	Nedb mm	oorg N kg/ha	org N →	TOC
Söstared (N 01 A)	07/08	981	9,2	3,0	
	06/07	1101	7,6	2,7	
	05/06	778	8,7	3,2	
	04/05	838	9,6	2,3	
	03/04	806	7,7	2,3	
	02/03	691	7,9	3,0	
	01/02	798	8,2	3,2	
	00/01	818	10,2		
	99/00	804	7,0		
	98/99	772	6,2		
	97/98	695	6,4		
	96/97	796	10,6		
	95/96	517	9,9		
	94/95	593	8,8		
	93/94	584	9,3		
	92/93	657	10,4		
	91/92	684	12,8		
	90/91	620	11,3		
	89/90	728	12,2		
88/89	544	11,6			
87/88	777	9,9			
Borgared (N 12 A)	07/08	855	14,3	4,9	
	06/07	1113	13,0	4,0	
	05/06	708	13,8	3,7	
	04/05	799	14,6	3,2	
	03/04	830	12,2	4,0	
	02/03	591	10,6	4,3	
	01/02	737	12,2	4,3	
	00/01	718	11,0		
	99/00	767	10,3		
	98/99	782	10,4		
Timrilt (N 13 A)	07/08	848	22,4	4,9	95
	06/07	1236	19,7	3,6	74
	05/06	672	13,8	2,1	52
	04/05	611	10,3	2,4	50
	03/04	936	13,8	3,0	72
	02/03	696	12,7	3,4	84
	01/02	925	14,0	4,1	58
	00/01	759	11,9	3,0	58
	99/00	787	12,8		
	98/99	792	10,9		
97/98	764	12,5			
96/97	716	15,7			

Forts. **Tabell B:2a.** Krondroppsdata från Hallands län för ytor där organiskt kväve analyserats, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO<sub>3</sub>-N + NH<sub>4</sub>-N) och (orgN = Kj-N - NH<sub>4</sub>-N)

Lokal	Period	Nedb mm	org N	
			oorg N kg/ha	org N →
Djupeåsen (N 14 A)	07/08	646	12,4	2,3
	06/07	898	10,4	2,6
	05/06	602	12,3	2,8
	04/05	558	12,8	2,1
	03/04	664	11,3	2,6
	02/03	529	10,8	2,7
	01/02	567	11,8	3,2
	00/01	654	13,4	
	99/00	661	14,6	
	98/99	714	12,1	
	97/98	636	13,1	
	96/97	552	17,7	
Vallåsen (N 17 A)	07/08	718	19,0	
	06/07	1020	19,1	
	05/06	556	18,4	
	04/05	670	22,7	
	03/04	706	18,4	
	02/03	575	17,6	
	01/02	811	19,6	
	00/01	660	14,4	
	99/00	757	21,6	
	98/99	624	13,9	
	97/98	651	16,1	
	96/97	618	21,9	

**Tabell B:2b.** Krondroppsdata från Hallands län för ytor där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) analyserats, årsdepositionen baseras på kalenderår. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO<sub>3</sub>-N + NH<sub>4</sub>-N) och (orgN = Kj-N - NH<sub>4</sub>-N)

Lokal	Period	Nedb	oorg N	org N	TOC
		mm	kg/ha	→	
Söstared (N 01 A)	2007	940	7,7	2,7	
	2006	1000	9,9	3,3	
	2005	777	9,6	2,2	
	2004	815	7,2	2,3	
	2003	785	9,0	2,9	
	2002	799	8,2	3,1	
	2001	651	8,5	3,1	
	2000	908	7,6		
	1999	818	7,6		
	1998	697	6,1		
	1997	747	9,2		
	1996	596	9,1		
	1995	595	9,5		
	1994	564	9,5		
	1993	624	10,1		
	1992	643	11,9		
	1991	663	13,0		
	1990	766	12,1		
	1989	546	11,2		
1988	704	9,8			
Borgared (N 12 A)	2007	924	13,1	3,8	
	2006	914	15,8	4,3	
	2005	741	14,5	2,8	
	2004	830	11,3	3,3	
	2003	696	13,0	4,7	
	2002	726	11,4	4,4	
	2001	602	10,3	4,1	
	2000	807	10,9		
	1999	840	11,6		
	1998	713	9,6		
Timrilt (N 13 A)	2007	1030	22,3	4,2	75
	2006	888	16,4	2,3	62
	2005	551	10,3	2,0	36
	2004	935	11,8	2,8	74
	2003	780	16,2	3,7	92
	2002	876	13,0	3,8	54
	2001	715	12,3	3,1	56
	2000	816	12,3		
	1999	871	12,6		
	1998	759	11,4		
1997	647	14,5			
1996	643	11,6			

Forts. **Tabell B:2b.** Krondroppsdata från Hallands 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 = NO<sub>3</sub>-N + NH<sub>4</sub>-N) och (orgN = Kj-N - NH<sub>4</sub>-N)

Lokal	Period	Nedb	oorg N	org N
		mm	kg/ha	→
Djupeåsen (N 14 A)	2007	694	11,0	2,4
	2006	812	13,5	3,1
	2005	515	12,2	2,1
	2004	669	11,6	2,3
	2003	579	11,5	2,6
	2002	575	11,1	3,5
	2001	517	11,7	2,2
	2000	717	14,8	
	1999	758	14,1	
	1998	652	13,4	
	1997	513	12,4	
1996	460	18,1		
Vallåsen (N 17 A)	2007	853	15,8	
	2006	748	21,3	
	2005	615	21,2	
	2004	725	18,6	
	2003	593	19,0	
	2002	810	19,4	
	2001	659	15,4	
	2000	725	19,7	
	1999	681	16,8	
	1998	666	15,1	
	1997	551	19,3	
1996	489	17,9		

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

Lokal	Period	SO <sub>2</sub> ug/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> ug/m <sup>3</sup>	NH <sub>3</sub> ug/m <sup>3</sup>	O <sub>3</sub> ug/m <sup>3</sup>
Timrilt (N 13 A)	0709	0,4	2,4	0,6	43
	0710	0,4	2,7	0,6	35
	0711	0,4	5,2	0,3	38
	0712	0,9	4,5	0,7	40
	0801	0,9	7,0	1,2	50
	0802	0,6	6,5	0,4	55
	0803	0,5	2,4	<0,3	60
	0804	0,4	2,0	<0,3	61
	0805	0,5	1,4	0,5	79
	0806	0,5	1,4	0,5	77
	0807	0,4	1,6	0,3	51
	0808	0,5	1,9	<0,3	47
	0809	0,4	1,6	0,4	41
	0810	0,8	5,0	0,5	46
0811	0,6	3,8	<0,3	39	
0812	0,4	3,1	<0,3	36	
Mv hydr. år	0010-0109	0,9	3,5	-	-
	0110-0209	0,7	3,0	-	-
	0210-0309	1,0	2,9	-	-
	0310-0409	1,1	3,2	-	-
	0410-0509	0,8	2,6	-	-
	0510-0609	1,7	3,4	-	-
	0610-0709	0,8	2,8	-	-
	0710-0809	0,5	3,2	-	-
	0801-0812	0,5	3,1	-	-
Mv kal. år	0101-0112	0,8	3,0	-	-
	0201-0212	0,7	2,8	-	-
	0301-0312	1,0	3,3	-	-
	0401-0412	1,1	2,8	-	-
	0501-0512	1,5	2,9	-	-
	0601-0612	1,0	3,3	-	-
	0701-0712	0,7	2,8	-	-
	0801-0812	0,5	3,1	-	-
	0801-0812	0,5	3,1	-	-
Mv sommar	0104-0109	-	-	0,5	62
	0204-0209	-	-	0,5	71
	0304-0309	-	-	0,7	70
	0404-0409	-	-	0,5	64
	0504-0509	-	-	0,6	66
	0604-0609	-	-	0,5	71
	0704-0709	-	-	1,2	61
	0804-0809	-	-	0,3	59



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

Lokal	Datum	pH	Alk	ANC	SO <sub>4</sub> -S	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup> /3+	ooAl	tAl	TOC	BC/oo Al
			mekv/l →	mg/l →														
Söstared (N 01 A)	2007-11-01	5,0	-	-0,007	0,82	9,90	0,002	0,016	0,44	0,51	5,92	0,10	<0,030	0,014	0,290	0,420	3,4	3,2
	2008-04-03	4,8	-	-0,049	0,70	11,81	0,002	0,096	0,48	0,60	5,78	0,11	<0,030	0,016	0,501	0,639	2,8	2,1
	2008-08-06	5,1	-	0,092	0,88	9,20	<0,002	0,035	0,73	0,78	6,80	0,41	<0,030	0,008	0,199	0,368	4,0	8,2
	2008-10-29	5,0	-	0,297	0,81	10,83	<0,002	<0,200	0,81	1,72	10,55	0,49	<0,030	0,007	0,240	0,354	2,8	12
	<b>median</b> <i>n</i> = 58	<b>4,8</b>		<b>-0,035</b>	<b>3,12</b>	<b>18,24</b>	<b>&lt;0,004</b>	<b>0,027</b>	<b>0,94</b>	<b>1,58</b>	<b>11</b>	<b>0,54</b>	<b>0,06</b>	<b>0,01</b>	<b>0,55</b>	<b>0,81</b>	<b>4,9</b>	<b>4,8</b>
Borgared (N 12 A)	2007-11-01	4,6	-	-0,093	1,02	24,56	0,007	0,050	0,22	0,51	13,81	0,42	<0,030	0,012	1,137	1,400	6,1	0,9
	2008-04-02	4,7	-	-0,148	0,99	21,43	0,320	0,635	0,54	0,78	9,91	0,75	<0,030	0,028	-	1,510	8,7	-
	2008-08-06	4,8	-	-0,029	1,40	10,42	0,721	0,406	0,31	0,50	7,74	0,45	<0,030	0,007	0,752	1,020	5,6	1,4
	2008-10-29	4,7	-	-0,028	1,94	9,24	0,673	0,078	0,29	0,42	7,90	0,34	<0,030	0,007	1,122	1,420	4,6	0,8
	<b>median</b> <i>n</i> = 38	<b>4,7</b>		<b>-0,062</b>	<b>1,87</b>	<b>12,84</b>	<b>0,001</b>	<b>0,024</b>	<b>0,31</b>	<b>0,59</b>	<b>8,2</b>	<b>0,34</b>	<b>&lt;0,03</b>	<b>0,01</b>	<b>0,642</b>	<b>0,86</b>	<b>6,1</b>	<b>1,8</b>
Timrilt (N 13 A)	2007-10-31	4,8	-	-0,248	2,09	11,10	3,915	1,761	1,08	0,78	6,83	2,34	0,168	0,010	1,092	1,290	4,7	2,9
	2008-04-02	6,5	0,768	-0,143	2,32	11,80	3,061	13,181	0,96	0,89	7,11	4,81	<0,030	0,019	0,069	0,680	6,7	72
	2008-08-05	6,3	-	0,149	2,76	10,55	0,059	8,471	1,24	0,75	7,56	6,67	0,224	0,020	0,010	1,020	16,0	627
	2008-10-28	4,5	-	-0,103	2,01	6,87	2,899	0,052	1,20	0,83	5,56	2,07	0,320	0,023	1,359	1,660	5,5	2,3
	<b>median</b> <i>n</i> = 36	<b>4,6</b>		<b>-0,131</b>	<b>3,21</b>	<b>12,33</b>	<b>0,424</b>	<b>0,026</b>	<b>0,72</b>	<b>0,72</b>	<b>8,11</b>	<b>0,18</b>	<b>0,04</b>	<b>0,01</b>	<b>1,358</b>	<b>1,576</b>	<b>4,1</b>	<b>1,0</b>
Djupeåsen (N 14 A)	2007-11-01	4,8	-	-0,083	2,80	16,03	0,200	<0,020	0,71	0,99	10,11	0,06	0,219	0,010	1,022	1,230	3,8	1,6
	2008-04-03	4,7	-	-0,113	2,14	16,47	0,963	0,020	0,83	1,12	9,59	0,13	0,225	0,010	1,205	1,370	3,4	1,6
	2008-08-06	4,7	-	-0,179	2,25	33,52	0,204	0,079	0,94	1,52	17,19	0,09	<0,030	0,005	1,320	1,490	3,5	1,8
	2008-10-29	4,7	-	-0,045	2,70	16,83	0,116	0,032	0,88	1,53	10,01	0,05	0,310	0,008	0,961	1,120	3,3	2,4
	<b>median</b> <i>n</i> = 38	<b>4,7</b>		<b>-0,111</b>	<b>3,48</b>	<b>18,28</b>	<b>0,56</b>	<b>0,01</b>	<b>1,01</b>	<b>1,39</b>	<b>11,19</b>	<b>0,13</b>	<b>0,148</b>	<b>0,009</b>	<b>1,2</b>	<b>1,37</b>	<b>4,2</b>	<b>1,8</b>
Vallåsen (N 17 A)	2007-10-31	4,3	-	-0,557	4,66	18,75	3,985	<0,020	0,29	0,62	10,64	0,69	<0,030	0,041	3,767	4,550	7,7	0,4
	2008-04-02	4,2	-	-0,608	4,26	21,29	5,348	0,171	0,44	0,84	11,16	2,48	<0,030	0,070	4,774	5,650	8,3	0,6
	2008-08-05	4,3	-	-0,593	2,71	22,13	5,107	0,144	0,59	0,75	9,71	2,02	<0,030	0,058	4,311	4,790	8,8	0,6
	2008-10-28	4,1	-	-0,357	3,02	12,96	4,125	0,023	0,50	0,73	8,66	1,18	<0,030	0,072	2,814	3,570	12,1	0,7
	<b>median</b> <i>n</i> = 34	<b>4,3</b>		<b>-0,487</b>	<b>6,04</b>	<b>22,06</b>	<b>2,054</b>	<b>0,011</b>	<b>0,42</b>	<b>0,87</b>	<b>13,71</b>	<b>0,24</b>	<b>&lt;0,02</b>	<b>0,028</b>	<b>4,039</b>	<b>4,575</b>	<b>8</b>	<b>0,4</b>

## 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.

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.