

För Luftvårdsförbunden i Blekinge, Jönköpings, Kalmar, Kronobergs, Skåne och Östergötlands län och Länsstyrelsen i Hallands och Västra Götalands län samt Tranemo kommun.

Krondroppsnetets övervakning av luftföroreningar i Götaland – mätningar och modellering

Resultat t.o.m. september 2010



Gunilla Pihl Karlsson, Per Erik Karlsson,
Cecilia Akselsson¹⁾, Veronika Kronnäs &
Sofie Hellsten

B 1980

Juni 2011

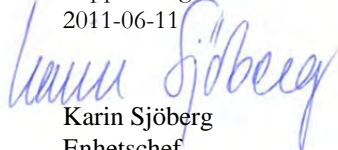
¹⁾ Lunds universitet

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	3
1. Inledning.....	5
2. Krondroppsnetz – regional miljöövervakning i ett nationellt och internationellt sammanhang.....	7
3. Luftföroreningssituationen i Sverige.....	8
3.1. Nederbörd.....	8
3.2. Lufthalter.....	9
3.3. Försurning.....	13
3.4. Övergödning.....	15
4. Luftföroreningssituationen i landsbygds miljön i Götaland.....	18
4.1. Nederbördsförändringar vid krondroppslokalerna under perioden.....	19
4.2. Vart är försurningen av skogsekosystemen i Götaland på väg?.....	20
4.2.1. Det sura nedfallet i Götaland fortsätter att minska.....	20
4.2.2. Markvattnets sura egenskaper förändras i varierande grad.....	23
4.2.3. Sammanfattning av försurningen av skogen i Götaland under 2000-talet.....	28
4.3. Förändras övergödningssituationen?.....	29
4.3.1. Nedfallet av kväve minskar endast långsamt.....	29
4.3.2. Kväveupplagring om enbart stammar skördas.....	33
4.3.3. Kväve förekommer i markvattnet.....	34
4.3.4. Sammanfattning av kväveproblematiken i skogen i Götaland under 2000-talet.....	36
5. Särskilda händelser under programperioden 2007-2010.....	37
5.1. Vulkanutbrott på Island våren 2010.....	37
5.2. Inverkan av omfattande bränder i Ryssland 2006 på nedfallet till skogen i Sverige.....	39
5.3. Mycket snörik vinter 2009/10.....	44
6. Aktiviteter och publikationer under programperioden 2007-2010.....	47
7. Referenser.....	50
Bilaga 1. Stationsvis redovisning.....	52
Jönköpings län.....	52
Östergötlands län.....	63
Hallands län.....	69
Kalmar län.....	81
Blekinge län.....	93
Kronobergs län.....	103
Västra Götalands län.....	112
Skåne län.....	125
Bilaga 2. Ord att förklara.....	135

Rapporten godkänd

2011-06-11



Karin Sjöberg
Enhetschef

Sammanfattning

I denna sista omgång av årsrapporter inom Krondroppsnätets Program 2007-2010 fokuserar vi på en analys av hur nedfallet och effekterna på markvattenkemi av försurande och övergödande ämnen har förändrats under 2000-talet. Vi redovisar denna analys såväl nationellt som för Götaland. Vi visar även resultaten för varje mätstation för sig i Bilaga 1.

Luftföroreningar känner inte av administrativa gränser. För att uppnå en geografiskt differentierad bedömning av luftföroreningsituationen delades Götaland upp i olika områden, baserat på närhet till kust samt gradienten av nedfall som går från sydväst mot nordost. Detta angreppssätt stärker bedömningarna av föroreningsbelastningen i olika delar av länen.

Nedfallet till skogen i Sverige beror till stor del på långväga transporterade luftföroreningar. Belastningen från dessa långväga transporterade föroreningar avgör hur mycket som kan accepteras vad gäller lokala utsläpp av luftföroreningar. De samlade utsläppen av oxiderat svavel från EU rapporteras ha minskat med 43 % mellan år 2000 och 2008. Utsläppen av NO_x från EU minskade med 18 %, och reducerat kväve med 10 % under samma period. Nedfallet till skogen beror också till stor del på nederbördsmängderna. Nederbörden vid krondroppsytorna i Götaland har inte förändrats under 2000-talet.

Nedfallet av antropogent svavel (exklusive bidraget från havssalt) till skogen i Götaland, inkluderat både torr- och våtdeposition, har minskat under perioden 2000-2010 vid 26 av totalt 30 mätplatser, med i genomsnitt 50 %. Som ett medianvärde för perioden, representativt för alla mätplatser i Götaland, ligger det årliga nedfallet under 2000-talet på 3.6 kg S/ha. Halterna av sulfat i markvattnet har minskat vid hälften av de 30 mätplatserna i Götaland. Högsta sulfathalter förekommer i sydöstra Götaland, i Blekinge och Kalmar län. pH i markvattnet ligger vid eller under pH 4,5, som här används som gräns för kraftig försurning, vid en femtedel av mätplatserna i Götaland, i huvudsak lokaliserat till Skåne, södra Halland samt till Blekinge och Kalmar läns kustområden. Vid dessa kraftigt försurade platser fortsätter i flera fall pH att minska. Även markvattnets syraneutraliserande förmåga är vid dessa platser i de flesta fall mycket dålig, och det förekommer höga halter av toxiskt oorganiskt aluminium. Sett över alla mätplatser i Götaland ökar pH i markvattnet på ett statistiskt säkerställt sätt under 2000-talet vid knappt en tredjedel av platserna.

Det årliga nedfallet av oorganiskt kväve till skogen i Götaland, inkluderat både torr- och våtdepositionen, varierar från upp till 15 kg N/ha vid västkusten till 4-6 kg N/ha längst i nordost. Ett nedfall högre än 5 kg N/ha anses kunna påverka artsammansättningen hos skogens undervegetation. På grund av metodproblem kan vi endast bedöma tidsutvecklingen vad gäller kvävenedfallet med nederbörden, den s.k. våtdepositionen. Nedfallet av nitratkväve med nederbörden har minskat signifikant under 2000-talet vid två mätplatser samt som ett medelvärde för Götaland som helhet. Även nedfallet av ammoniumkväve har minskat på ett statistiskt säkerställt sätt vid en plats. Detta är första gången som vi kan konstatera en nedgång i kvävenedfallet vid någon av Krondroppsnätets mätplatser. Det har pågått en kontinuerlig upplagring av kväve i skogsmarken i Götaland även under 2000-talet. Storleken på upplagringen beror dock på vilket skogsbruk som tillämpas, där ett helträdsuttag, inklusive grenar och toppar, resulterar i en lägre upplagringstakt. I de sydliga och västra områdena av Götaland förekommer platser med relativt höga nitrathalter i markvattnet, i Skåne, Halland samt Kronobergs län. I övriga delar av Götaland är nitratförekomsten låg.

Störningar av skogsmarken som vid avverkning, stormfällan eller angrepp av granbarkborre kan resultera i temporärt höga halter av nitrat i markvattnet.

Uppdragsgivare:

Luftvårdsförbunden i Blekinge, Jönköpings, Kalmar, Kronobergs, Skåne och Östergötlands län och Länsstyrelsen i Hallands och Västra Götalands län samt Tranemo kommun

Utförare:

IVL Svenska Miljöinstitutet AB
Box 5302
SE-400 14 Göteborg

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

Nyckelord: Krondroppsnetz, deposition, svavel, kväve, skogsytter, försurning, markvatten, lufthalter, Sverige, Götaland

IVL rapport B 1980

Beställs från någon av nedanstående:

Jönköpings län
Luftvårdsförbund
Anne-Catrin Almer c/o
Länsstyrelsen
551 86 Jönköping

Kronobergs län
Luftvårdsförbund
Eva Hallgren-Larsson
c/o Miljökontoret i Växjö
kommun,
Box 1222
351 12 Växjö

Länsstyrelsen i Västra Götaland
Hillevi Upmanis
Miljöskyddsenheten
403 40 Göteborg

Östergötlands
Luftvårdsförbund
Göran Thunberg
c/o Länsstyrelsen
581 86 Linköping

Kalmar Län
Luftvårdsförbund
Annika Andersson
c/o Länsstyrelsen
391 86 KALMAR

Tranemo kommun
Annika Hohlfält
514 80 Tranemo

Länsstyrelsen i Halland
Jennie Thronée
Miljövårdsenheten
300 80 Halmstad

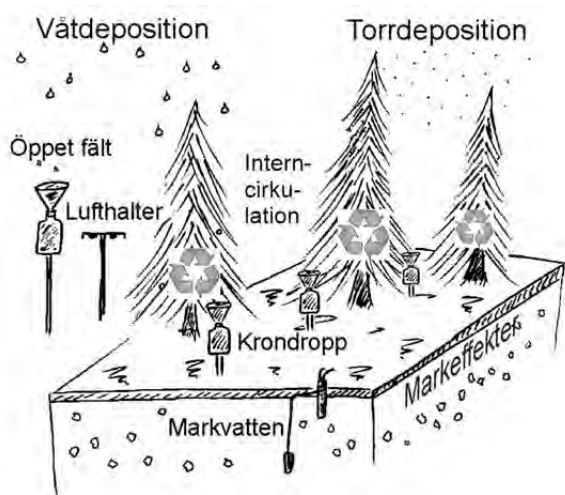
Blekinge Luftvårdsförbund
Anna Erlandsson
c/o Karlshamn Kraft AB,
Box 65
374 21 Karlshamn

Skånes Luftvårdsförbund,
c/o Länsstyrelsen
Karin Söderholm,
205 15 Malmö

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

1. 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. Målsättningen 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 för utvärdering av miljömålen *Bara naturlig försurning*, *Ingen övergödning* och *Frisk luft* på regional nivå. Förutom ovan nämnda miljömål berör aktiviteterna inom **Krondroppsnätet** även miljömålen: *Levande sjöar och vattendrag*, *Grundvatten av god kvalitet*, *Levande skogar* samt *Storslagen fjällmiljö*.



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

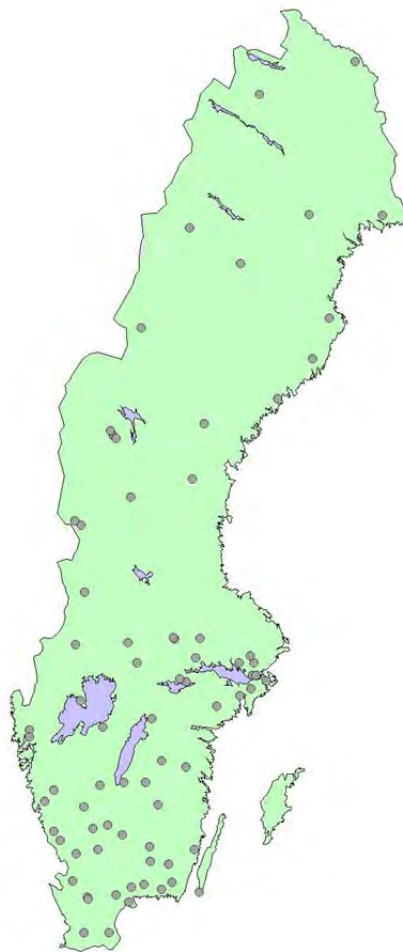
Ett mätår är ett hydrologiskt år som motsvarar perioden 1 oktober till 30 september. Resultaten redovisas årligen i rapporter samt på Krondroppsnätets webbplats, www.krondroppsnatet.ivl.se. Månadsvisa mätningar av deposition används för att beräkna den årliga depositionen vid mätplatsen, men bidrar även till att visa i vilken utsträckning de nationella modellberäkningarna av depositionen ger rimliga resultat. **Deposition av luftföroreningar** mäts inom Krondroppsnätet, dels på öppet fält, dels i skogen under krontaket (krondropp). Mätningarna på **öppet fält**, som bedrevs vid 27 lokaler i landet under 2009/10, speglar huvudsakligen vätdeposition, det vill säga föroreningarna som följer med nederbörden ner. **Krondroppsmätningarna**, som bedrevs vid 59 lokaler, speglar utöver vätdepositionen även torrdepositionen, det vill säga luftföroreningar som transporteras med vinden och fastnar i trädkronorna. För vissa ämnen finns dock en betydande interncirkulation i trädkronorna, vilket gör att det som mäts upp i krondroppet behöver justeras för att representera den totala depositionen. **Lufthaltsmätningar** av svaveldioxid, kvävedioxid, ammoniak och ozon bedrevs vid 23 lokaler med hjälp av diffusionsprovtagare som kvantitativt absorberar den gas som skall mätas. Lufthaltsmätningarna ger bl.a. under-

lag för effektbedömningar, trendanalyser och jämförelser med miljömålet *Frisk Luft*.

Markvattenmätningar bedrevs vid 63 lokaler med undertryckslysimetrar som suger vatten från 50 cm djup via ett fint, keramiskt filter. Markvattenprovtagning utförs tre gånger per år för att representera förhållandena före, under samt efter vegetationsperioden. Olika parametrar i markvattnet används som indikatorer för markens tillstånd, vegetationens inverkan, samt utlakning till grund- och ytvatten, för att se i vilken utsträckning utsläppsminskningar av luftföroreningar leder till förbättringar i miljötillståndet.

Rapportering görs i år i form av tre rapporter som tillsammans täcker hela landet: Götaland, Svealand och Norrland. Detta utgör slutrapporteringen av Program 2007. I varje rapport finns även en samlad analys av luftföroreningsituationen över Sverige samt några gemensamma kapitel om olika aktuella frågor och en förteckning av viktiga publikationer och händelser inom Krondroppsnätet som skett under Programperioden 2007-2010. Slutligen redovisas länsvis årliga mätresultat för alla förekommande mätplatser. De aktiva provytorna inom Krondroppsnätet 2009/10 visas i Figur 1.

Undersökningarna i **Götaland** är resultat av ett lagarbete där provtagning utförts av K. Koos i Skåne, Kronobergs samt Blekinge under 2010. I Blekinge sköttes provtagningen av I. Norrman under 2009. Provtagning har utförts av I. Strid, L. Andersson, A. Hohlfält, B. Persson och P. Wredin i Västra Götalands län, G. Karlsson, L. Weidinger och V. Åberg & G. Åsenius i Kalmar län, V. Klevedalen samt H. Schibli i Hallands län, M. Stefanovic i Östergötlands län samt E. Bengtsson och S. Eriksson, i Jönköpings län. På IVL har K. Koos skött kontakter med provtagare medan främst L. Björnberg, P. Bengtsson, P. Andersson, S. Weidolf, S. Honkala och V. Andersson har analyserat proverna. Granskning av data har huvudsakligen utförts av P. E. Karlsson, S. Hellsten, G. Pihl Karlsson. Databehandling och rapportering av resultaten har utförts av C. Akselsson, S. Hellsten, P. E. Karlsson, V. Kronnäs samt G. Pihl Karlsson.



Figur 1.
Krondroppsnätet under 2009/10. Samordnade mätningar av luftföroreningar i skogliga observationsytor.

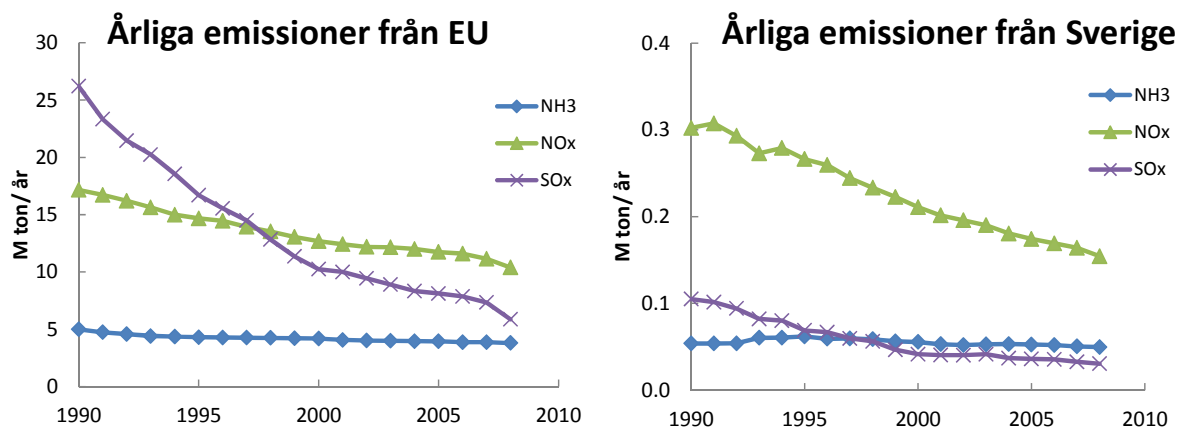
2. Krondroppsnätet – regional miljöövervakning i ett nationellt och internationellt sammanhang

Luftföroreningsbelastningen i de svenska skogarna bestäms till stor del av långväga transporterade luftföroreningar från kontinentala och södra Europa, men även av transporter globalt över hela norra halvklotet. Belastningen från dessa långväga transporterade föroreningar, i kombination med kritiska belastningsgränser, avgör hur mycket som kan accepteras vad gäller lokala utsläpp av luftföroreningar. Detta motiverar att regional miljöövervakning även ägnar sig åt att analysera förändringar i den storskaliga luftföroreningsituationen.

Den betydande minskningen av det sura nedfallet till den svenska skogen under 1990-talet är väl beskriven. Hur försurningsproblematiken har fortsatt utveckla sig under 2000-talet är mindre väl dokumenterat. Krondroppsnätets programperiod 2007-2010 har en stor roll att spela för denna bedömning. I denna rapport gör vi därför en fördjupad analys av hur luftföroreningsituationen för den svenska skogen har utvecklat sig sedan år 2000.

De samlade utsläppen av oxiderat svavel (SO_x) från EU minskade med mer än 60 % under perioden 1990-2000 (Figur 2). Efter 2000 har minskningen gått något långsammare men minskningen mellan år 2000 och 2008 var 43 %, med en tydlig sänkning från 2007 till 2008. Den globala ekonomiska nedgången startade under senare delen av 2008 men det är oklart om detta slog igenom vad gäller minskningen av Europas emissioner 2008. Motsvarande minskningar vad gäller utsläppen av oxiderat svavel från Sverige var 61 % mellan 1990 och 2000 och 26 % mellan 2000 och 2008.

Utsläppen av oxiderat kväve (NO_x) från EU har minskat i mindre utsträckning, 26 % fram till år 2000 och 18 % mellan åren 2000 och 2008. Vad gäller utsläppen av reducerat kväve (NH_3) föreligger en viss skillnad mellan Sverige och EU. EU minskade sina utsläpp med ca 16 % mellan 1990 och 2000 och 10 % mellan 2000 och 2008. Sverige ökade sina utsläpp av NH_x mellan 1990 och 2000 med 3 %, varefter en minskning har skett med 10 % mellan 2000 och 2008.



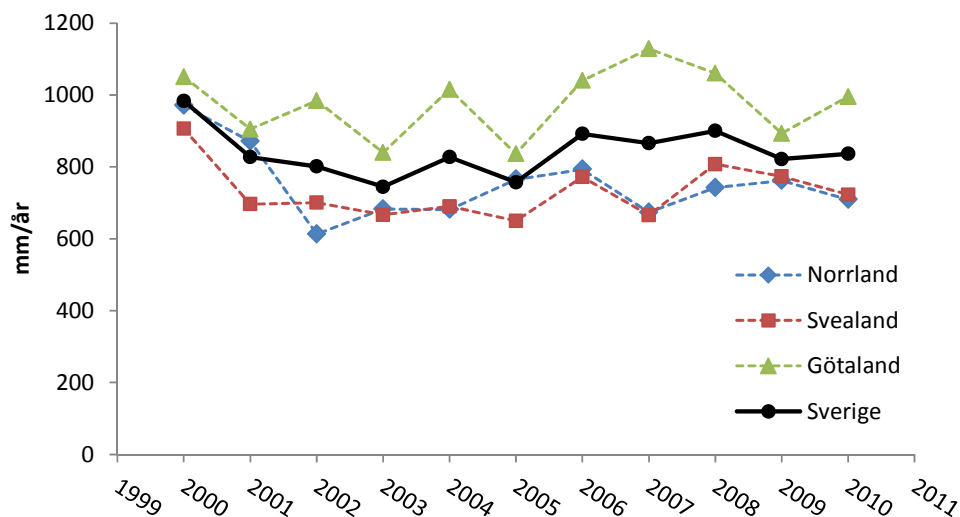
Figur 2. Årliga utsläpp av oxiderat svavel (SO_x) samt oxiderat (NO_x) och reducerat kväve (NH_3) från Sverige och från Europeiska Unionen. Källa: EMEP.

3. Luftföroreningsituationen i Sverige

3.1. Nederbörd

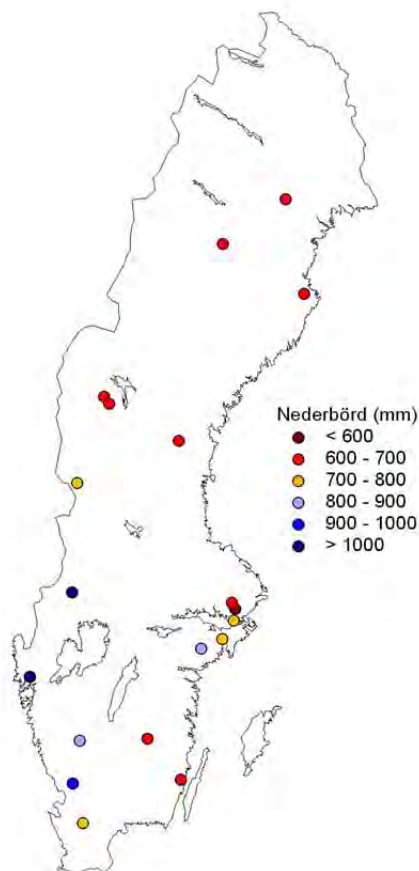
Nederbördsmängden har en mycket stor betydelse för nedfallet av luftföroreningar till skogen, i synnerhet för våtdepositionen. I en utvärdering av förändringar över tiden måste man ta hänsyn till om nederbörden förändrats.

Årliga värden för nederbörd för Sverige som helhet samt för Götaland, Svealand respektive Norrland visas i Figur 3 för perioden 2000-2010. Inga statistiskt säkerställda förändringar kan konstateras över perioden 2000-2010 utifrån Mann-Kendall analys.



Figur 3. Årliga värden för nederbörd för Sverige som helhet för perioden 2000-2010 och för Norrland, Svealand och Götaland. Länsvis baserade data är summerade för landsdelar. Beräkningarna är gjorda utifrån griddade historiska data för dygnsmedelnederbörden, varje gridruta motsvarar en yta på 4x4 km. Länsmedelvärdet baseras på samtliga beräkningspunkter i länet, dock ej punkter över hav, Vänern och Vättern. Källa: SMHI.

I Figur 4 visas nederbördsmängd under det hydrologiska året 2009/10 vid stationer inom Krondroppsnätet med mätningar över öppet fält. Inte heller för dessa mätningar finns några statistiskt säkerställda förändringar över perioden 2000-2010. Det framgår att nederbörden är avsevärt mindre i norra och östra Sverige, jämfört med de västra och södra delarna.



Figur 4. Nederbördsmängd under det hydrologiska året 2009/10 vid stationer inom Krondroppsnätet med mätningar över öppet fält under perioden 2000 - 2010.

3.2. Lufthalter

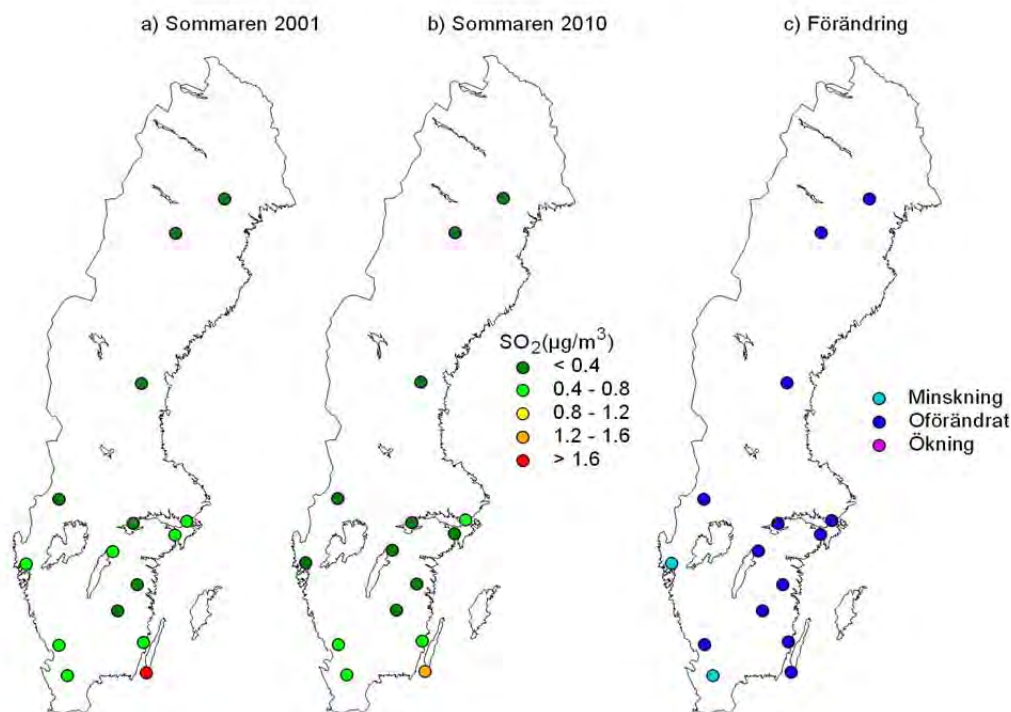
Storleken på nedfallet av olika föroreningar till skogen beror av lufthalterna av dessa ämnen i kombination med nederbördsmängder. Därutöver spelar även ämnenas egenskaper roll vad gäller löslighet i nederbörd och depositions hastigheter. Mätningar av lufthalter vid Krondroppsytor ger en vägledning hur halterna förändras över tiden, även om i synnerhet nedfallet med nederbörden främst beror av luftföroreningshalterna på hög höjd. Svaveldioxid (SO_2) ger genom ett antal kemiska reaktioner upphov till nedfall av sulfat (SO_4), medan kvävedioxid (NO_2) ger upphov till nedfall av nitrat (NO_3). På grund av att lufthalterna av ammoniak (NH_3) generellt är låga samt uppträder som förhöjda halter på ett mycket oregelbundet sätt som är svårt att behandla statistiskt, visas inte dessa halter här.

Ozonhalter övervakas både inom Krondroppsnätet och inom Ozonmättnätet i södra Sverige (Pihl Karlsson m. fl., 2011). Här redovisas resultaten från de mätningar som bedrivs inom Krondroppsnätet. Halterna redovisas som medelvärde för sommarhalvåret eftersom ozonhalterna är klart högst under denna del av året.

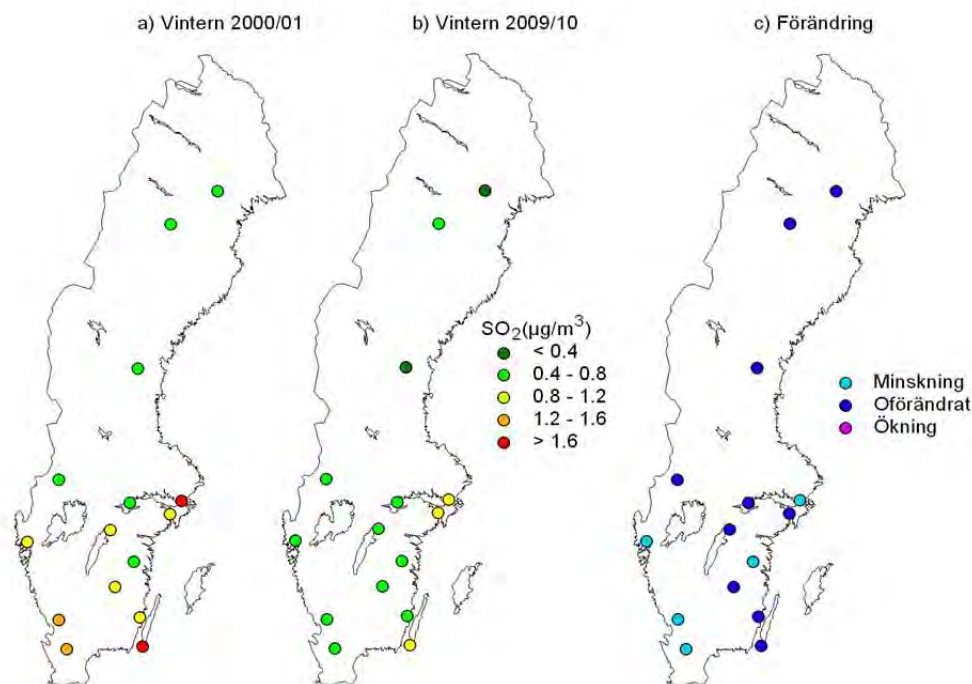
Vid många Krondroppsytor startade mätningar av lufthalter först 2001. Därför visas i Figurerna 5 – 9 uppmätta lufthalter för åren 2001 och 2010 tillsammans med en indikation

om halterna har förändrats över perioden på ett statistiskt säkerställt sätt. Vad gäller halterna av SO₂ och NO₂ visas dessa som årliga medelvärden separat för sommar- och vinterhalvår.

Lufthalterna av SO₂ vintertid har minskat på ett statistiskt säkerställt sätt under åren 2001 – 2010 vid fem av totalt femton mätplatser över landet, i första hand lokaliserat till Götaland, men även för en plats i Stockholmsområdet. I början av perioden var halterna av SO₂ vintertid högre i Götaland och Stockholmsområdet, men skillnaderna har minskat. Även halterna av SO₂ sommartid var högre i södra delarna av landet. Detta har också utjämnats något och halterna har minskat signifikant vid två platser i västra och södra Sverige. De höga lufthalterna av SO₂ vid Ottenby, på Ölands södra udde, beror sannolikt på en påverkan från fartygstrafiken på Östersjön.



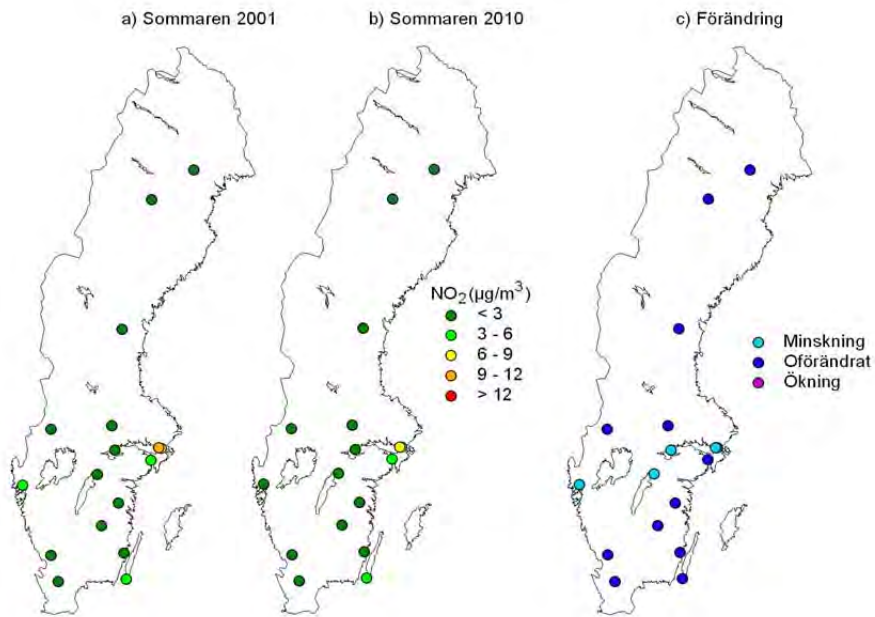
Figur 5. Lufthalter SO₂ sommartid (april – september) 2001, 2010 samt statistisk förändring mellan dessa år. Statistisk analys gjord med Mann-Kendall.



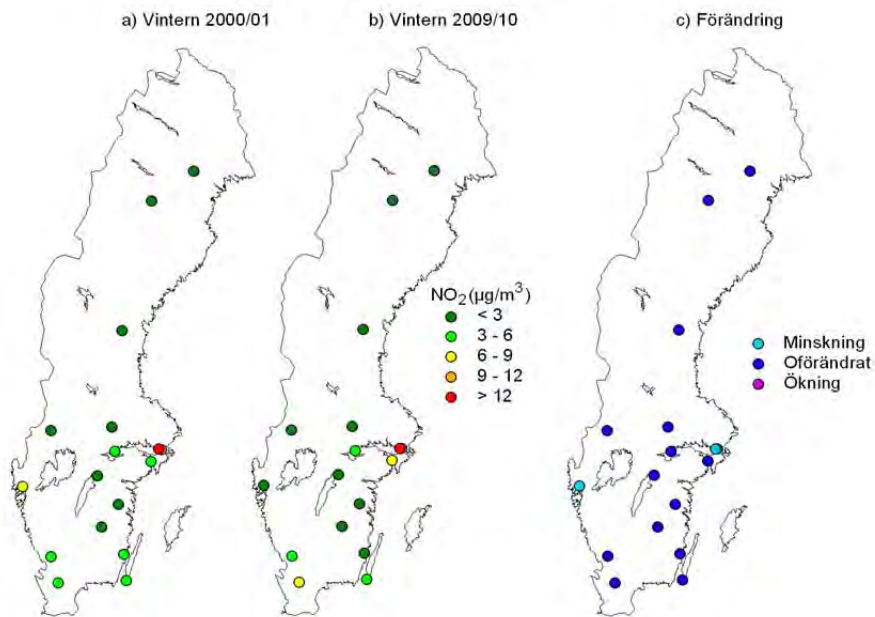
Figur 6. Lufthalter SO₂ vintertid (oktober – mars) 2000/01, 2009/10 samt statistisk förändring mellan dessa år. Statistisk analys gjord med Mann-Kendall metodik.

Även lufthalterna av NO₂, såväl sommar- som vintertid, var högst i södra och västra Sverige samt i Stockholmsområdet. En signifikant minskning av halterna över perioden 2001-2010 noteras för två platser vintertid samt för fyra platser sommartid. Lufthalterna har inte ökat vid någon plats.

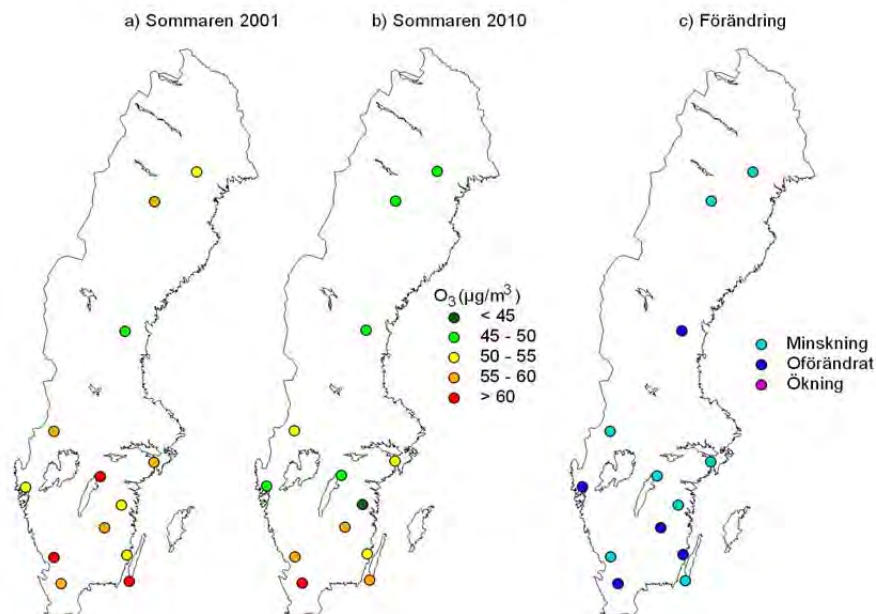
Ozonhalterna sommartid har minskat vid flertalet av de tretton mätplatserna under perioden 2001-2010. Minskningarna är jämnt fördelade över landet. Ozonhalterna som medelvärde är klart högst i södra delarna av landet. Det finns inte längre några målvärden inom miljö kvalitetsmålet Frisk Luft som är baserade på medelhalt under sommarhalvåret.



Figur 7. Lufthalter NO₂ sommartid (april – september) 2001, 2010 samt statistisk förändring mellan dessa år. Statistisk analys gjord med Mann-Kendall metodik.



Figur 8. Lufthalter NO₂ vintertid (oktober – mars) 2000/01, 2009/10 samt statistisk förändring mellan dessa år. Statistisk analys gjord med Mann-Kendall metodik.

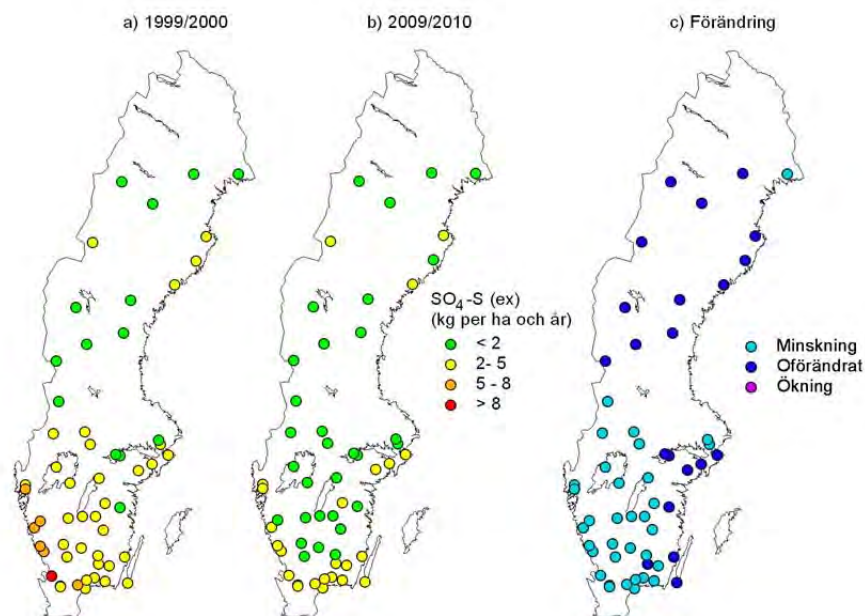


Figur 9. Lufthalter O₃ sommartid (april – september) 2001, 2010 samt statistisk förändring mellan dessa år. Statistisk analys gjord med Mann-Kendall metodik.

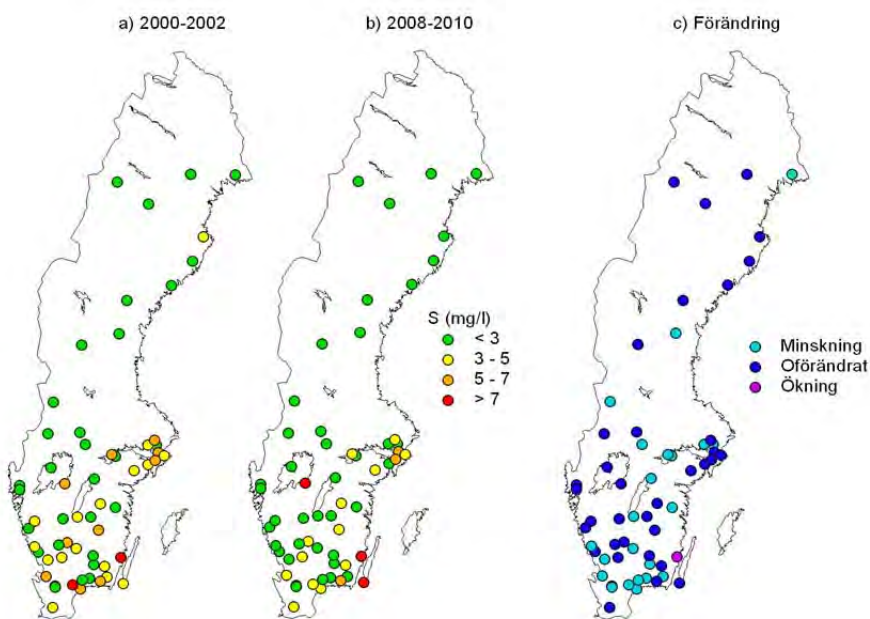
3.3. Försurning

Nedfallet av svavel till skogen, mätt som krondropp, har under perioden 2000 – 2010 minskat i stora delar av landet (Figur 10). Undantag är i huvudsak östra delarna av Götaland och Svealand samt hela Norrland, där svavelnedfallet varit oförändrat under perioden. Det är intressant att svavelnedfallet inte längre minskar vid de kustnära platserna vid Östersjön, vilket kan bero på att utsläppen från fartygstrafiken på Östersjön nu utgör en stor andel av de utsläpp som påverkar svavelnedfallet i dessa områden.

Förändringar av halterna av sulfat i markvattnet är fördröjda jämfört med minskningarna i nedfallet beroende på stora mängder upplagrat svavel i skogsmarkerna. Därför uppvisas inte samma mönster med statistiskt säkerställda minskningar av halterna av sulfat i markvattnet som i nedfallet (jämför Figuren 10 och 11). Skillnader i lokala markförhållanden spelar sannolikt också stor roll för utvecklingen i markvattenkemin. Det finns en plats i Kalmar län, Rockneby där halterna av sulfat ökat signifikant under perioden.



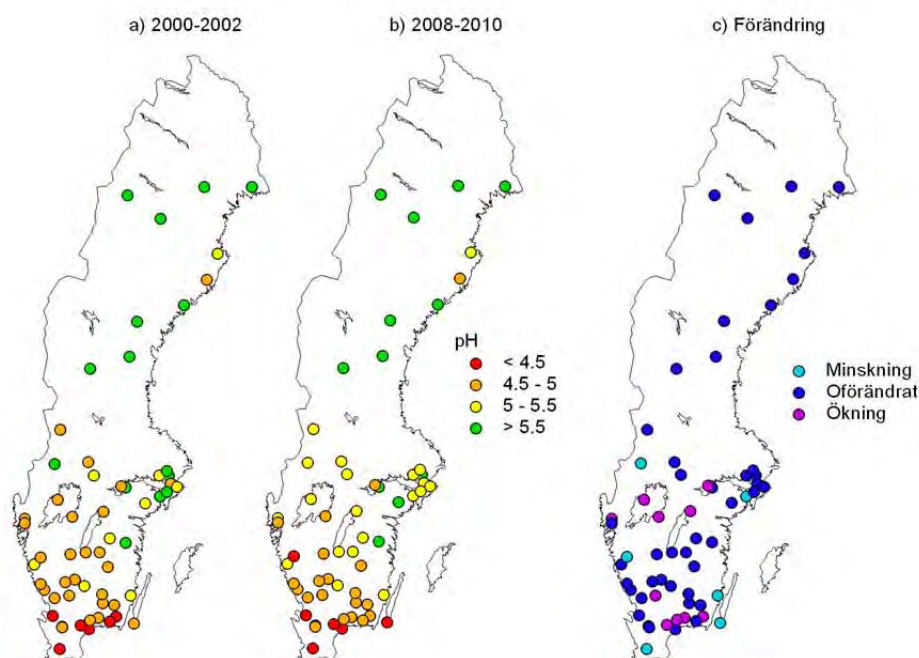
Figur 10. Svaveldeposition till skogen (krondropp) under två tidsperioder 1999/00 och 2009/10 samt statistisk förändring mellan dessa år. Statistisk analys gjord med Mann-Kendall metodik.



Figur 11. Svavelkoncentration (SO₄-S) i markvattnen provtagna vid 50 cm djup under två tidsperioder 1999/00 – 2001/02 och 2007/08-2009/10 (medianvärde) samt statistisk förändring mellan dessa perioder. Statistisk analys gjord med Mann-Kendall metodik.

Markvattnets pH förändrades i varierande grad under perioden vid olika platser i landet. pH ökade främst vid vissa platser i inlandet i södra och mellersta Sverige medan det

minskade vid ett antal kustnära platser samt en plats i Värmland, eller förblev oförändrat under perioden.

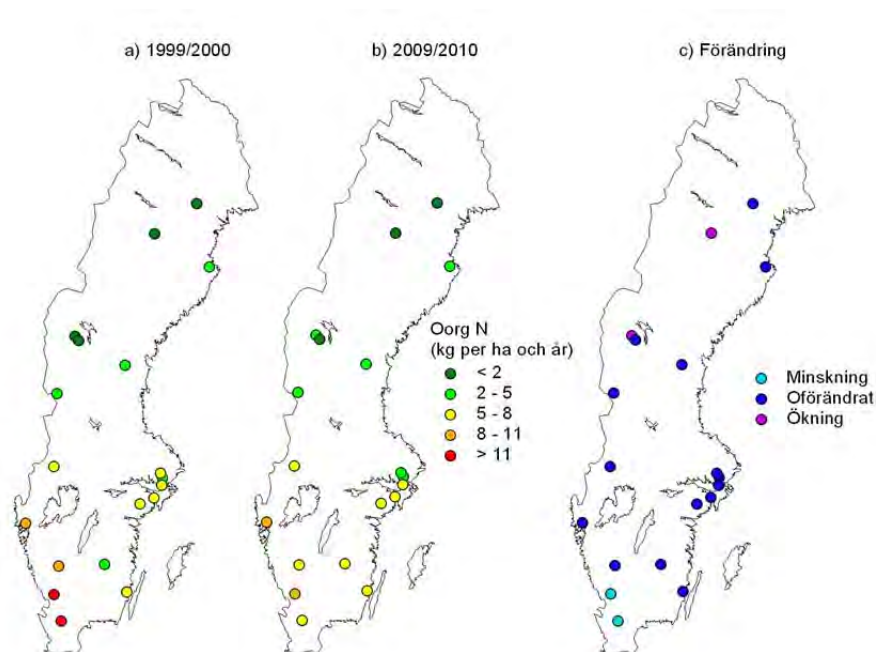


Figur 12. pH i markvattnen provtagna vid 50 cm djup under två tidsperioder 1999/00 – 2001/02 och 2007/08-2009/10 (medianvärde) samt statistisk förändring mellan dessa perioder. Statistisk analys gjord med Mann-Kendall metodik.

3.4. Övergödning

Uppskattningar av nedfallet av kväve till skogen dras med vissa metodproblem eftersom en viss andel av det kväve som deponeras på trädkronorna tas upp direkt av bladen och barren och därmed inte når insamlarna för krondropp. En nyligen vidareutvecklad metod med strängprovtagare (Karlsson m. fl., 2010b) kan användas för att kompensera för detta och resultaten från dessa beräkningar redovisas under kapitlen för respektive landsdel. Denna metod är ännu endast applicerbar för längre tidsperioder och tidsutvecklingen vad gäller det årliga nedfallet av kväve till skogen kan därför endast bedömas utifrån provtagningar på öppet fält. Dessa mätningar speglar i huvudsak våtdepositionen.

Det samlade nedfallet av oorganiskt kväve (nitrat + ammonium) över öppet fält har under perioden 2000 – 2010 minskat på ett statistiskt säkerställt sätt vid två platser i södra Sverige, medan det har ökat vid två platser i norra Sverige (Figur 13). I södra Sverige är det huvudsakligen nedfallet av nitrat som har minskat, medan det i norra Sverige huvudsakligen är nedfallet av ammonium som ökar. Ökande förekomst av ammonium i nedfallet i norra Sverige har föreslagits till stor del bero på långväga transport av förorenad luft från omfattande biomassabränder i Ryssland med omnejd (Karlsson & Pihl Karlsson, 2008).

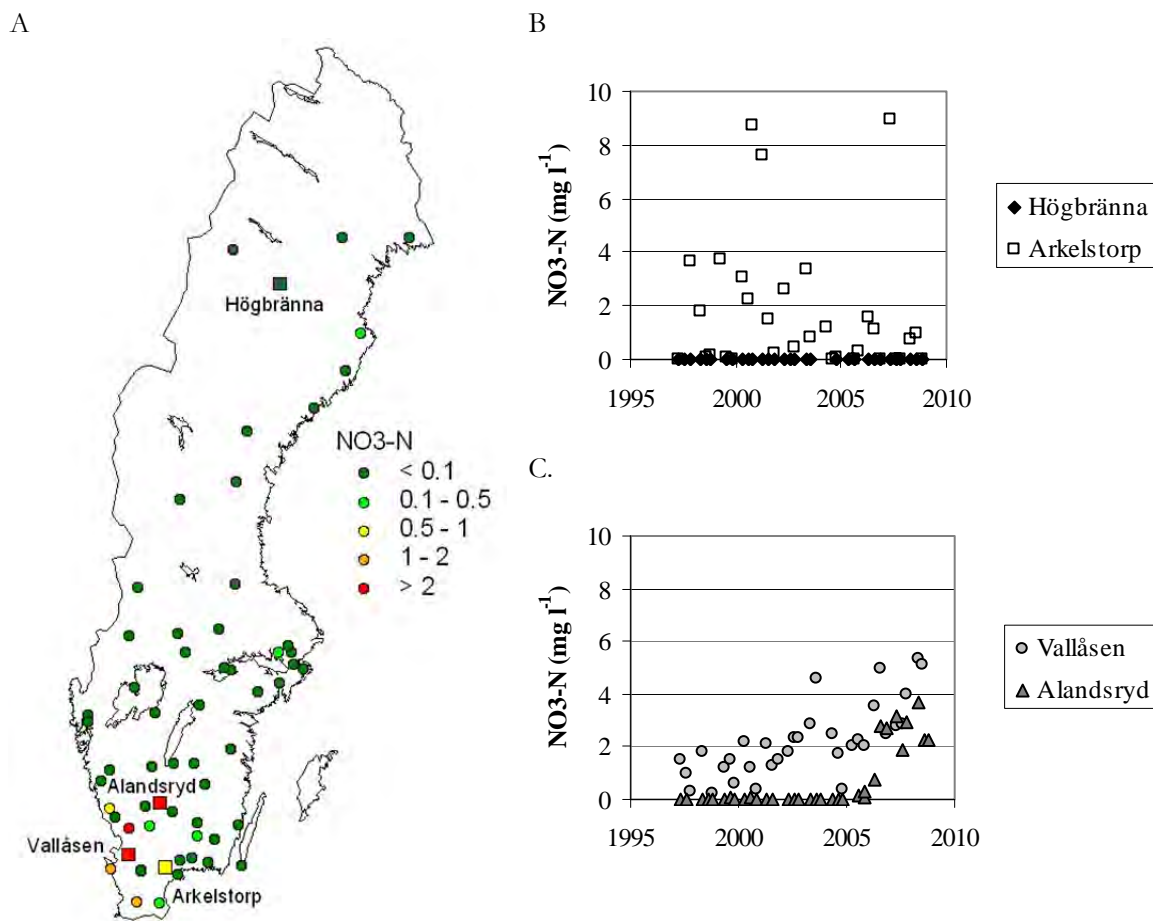


Figur 13. Deposition av oorganiskt kväve (öppet fält) under två tidsperioder 1999/00 och 2009/10 samt statistisk förändring mellan dessa år. Statistisk analys gjord med Mann-Kendall metodik.

Förhöjda koncentrationer av nitrat, och i viss mån ammonium, förekommer i markvattnet med mycket oregelbundna intervaller. Detta gör det svårt att tillämpa normala statistiska metoder för att beskriva variationer i tid och rum. Vi illustrerar därför hur nitrat förekommer i olika delar av landet genom att visa medianvärden för nitrathalter i markvattnet för en treårsperiod i mitten av 2000-talet. Dessutom visar vi exempel på nitrathalter under en period 1997 – 2008 för fyra platser, för att illustrera skillnader mellan norra och södra Sverige samt för att illustrera ökande halter av nitrat i markvattnet efter störningar såsom efter stormen Gudrun.

I avsnitten nedan för olika landsdelar visar vi ett mer avancerat system för att klassificera nitratförekomsten i markvattnet.

Det är tydligt att de högsta halterna av nitrat i markvattnet förekommer i de sydvästra delarna av landet (Figur 14). I exemplet från Arkelstorp, en granskog i nordöstra Skåne, förekommer förhöjda halter av nitrat i markvattnet mycket frekvent, medan det inte alls förekommer vid Högbränna, i en granskog i Västerbottens läns inland. Granytorna vid Vallåsen, på Hallandsåsen, och vid Alandsryd, i Jönköpings län, påverkades i varierande grad av stormen Gudrun i januari 2005 och halterna av nitrat i markvattnet ökade påtagligt efter detta.



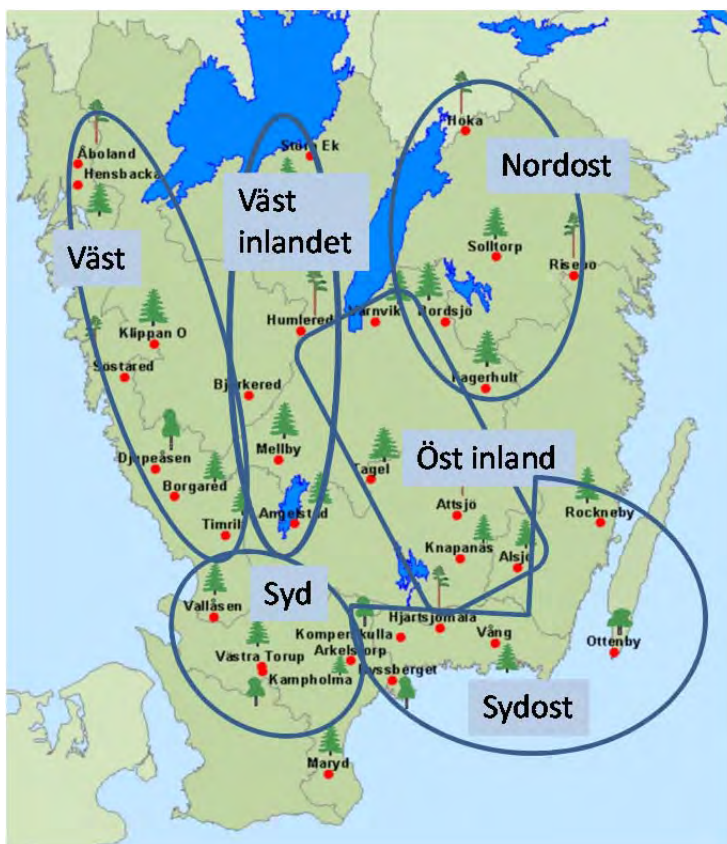
Figur 14. Nitratkväve (NO₃-N) i markvatten provtagen vid 50 cm djup på 60 aktiva ytor. (A). Medianvärden för perioden 2005/06 – 2007/08, tre mätningar per år per lokal. Enhet mg N/ l. Fyrkanterna i kartan visar de fyra lokalerna vars tidsserie från 1997-2008 visas i figur B och C. Tidsserierna för Högräanna (Västerbotten) och Arkelstorp (Skåne) illustrerar skillnaden mellan norra och delar av södra Sverige (B). Tidsserierna för Vallåsen och Alandsryd visar skillnaden av stormeffekten i januari 2005 som orsakade ökande nitratkoncentrationer i markvattnet.

4. Luftföroreningsituationen i landsbygds miljön i Götaland

För att uppnå en differentierad bedömning av luftföroreningsituationen i olika delar av Götaland delades Götaland upp i olika geografiska områden (Figur 15) baserat på närhet till kust samt gradienten av nedfall som går från sydväst mot nordost. Varje område omfattar 4-7 mätplatser. Endast platser med kompletta mätningar under perioden 2000-2010 användes. Ingen uppdelning görs i denna analys på olika trädslag.

Götaland delades upp i följande områden; *område syd* (Skåne och södra Halland, mätplatser Västra Torup, Kampholma, Arkelstorp, Vallåsen); *område väst* (resterande Halland + Västergötaland, mätplatser Timrilt, Borgared, Djupeåsen, Söstared, Åboland, Hensbacka, Klippan); *område sydost* (Blekinge och Kalmar län, mätplatser Ottenby, Rockneby, Komperskulla, Hjärtsjömåla, Vång, Ryssberget); *område nordost* (Östergötland, norra Kalmar län samt nordöstra Jönköpings län, mätplatser, Solltorp, Höka, Risebo, Bordsjö, Fagerhult), *område väst-inland* (inre Västra Götaland samt västra Jönköpings och Kronobergs län, mätplatser Humlered, Stora Ek, Björkered, Mellby, Angelstad); *område öst-inland* (östra Jönköpings och Kronobergs län samt sydvästra Kalmar län, mätplatser Tagel, Attsjö, Knapanäs, Alsjö, Värnvik).

Statistiskt säkerställda förändringar över tid analyserades med Mann-Kendall respektive Seasonal-Kendall analys.

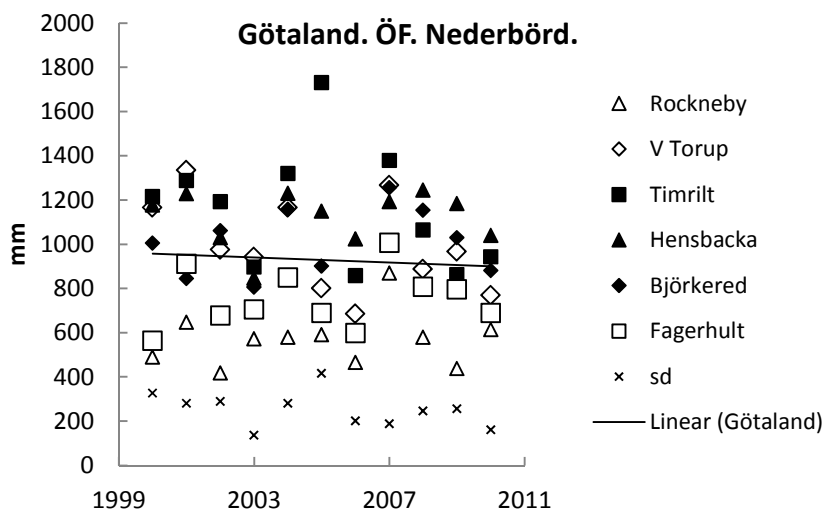


Figur 15. Götaland delades upp i olika geografiska områden baserat på närhet till kust samt gradienten av nedfall som går från sydväst mot nordost; *område syd* (Skåne + södra Halland); *område väst* (resterande Halland + Västra Götaland); *område sydost* (Blekinge + Kalmar län); *område nordost* (Östergötland, norra Kalmar län samt Nordöstra Jönköpings län), *område väst-inland* (inre Västra Götaland samt västra Jönköping och Kronoberg); *område öst-inland* (östra Jönköpings och Kronobergs län samt SV Kalmar län).

4.1. Nederbördsförändringar vid krondroppslokalerna under perioden

Mätningar över öppet fält i anslutning till krondroppsmätningarna bedrevs under hela perioden 2000-2010 endast vid sex mätplatser i Götaland. Förändringar av nederbörden analyserades därför för Götaland som helhet och inte för olika områden.

Nederbörden uppmätt över öppet fält vid krondroppslokalerna under perioden 2000-2010 som medelvärde baserat på alla mätplatser i Götaland tenderade till att minska något (Figur 16). Förändringen var dock långt ifrån statistiskt säkerställd (Tabell 1). Inte heller vid individuella mätplatser kunde någon statistiskt säkerställd förändring av nederbördsmängder konstateras.



Figur 16. Tidsutvecklingen för nederbörd (Nb) över öppet fält (ÖF) vid olika platser i Götaland under 2000-talet. Linjär regression för de årliga medelvärdena beräknat baserat på alla platser visas tillsammans med den årliga standardavvikelsen (sd).

Medianvärdena för nederbördsmängder vid de olika mätplatserna illustrerar den stora skillnaden i nederbördsmängder, med avsevärt högre nederbörd i västra (Timrilt, Hensbacka, Björkered) och södra (Västra Torup) Götaland, jämfört med de östra delarna (Rockneby och Fagerhult).

Tabell 1. Statistisk information från Mann-Kendall analys av trender för årlig nederbörd, uppmätt på öppet fält vid olika platser inom Krondropps nätet på. Ett medelvärde för de sex platserna antas representera Götaland. n.s.= ingen signifikant förändring. Medianvärdet för Götaland är beräknat utifrån årsvisa medelvärden för samtliga lokaler. Medianvärdet avser perioden 2000-2010.

Plats	Medianvärde	signifikans	Förändring, % årligen
Rockneby	578	n.s.	+1%
V Torup	967	n.s.	-4%
Timrilt	1192	n.s.	-2%
Hensbacka	1177	n.s.	0%
Björkered	1004	n.s.	0%
Fagerhult	704	n.s.	+1%
Götaland	936	n.s.	-1%

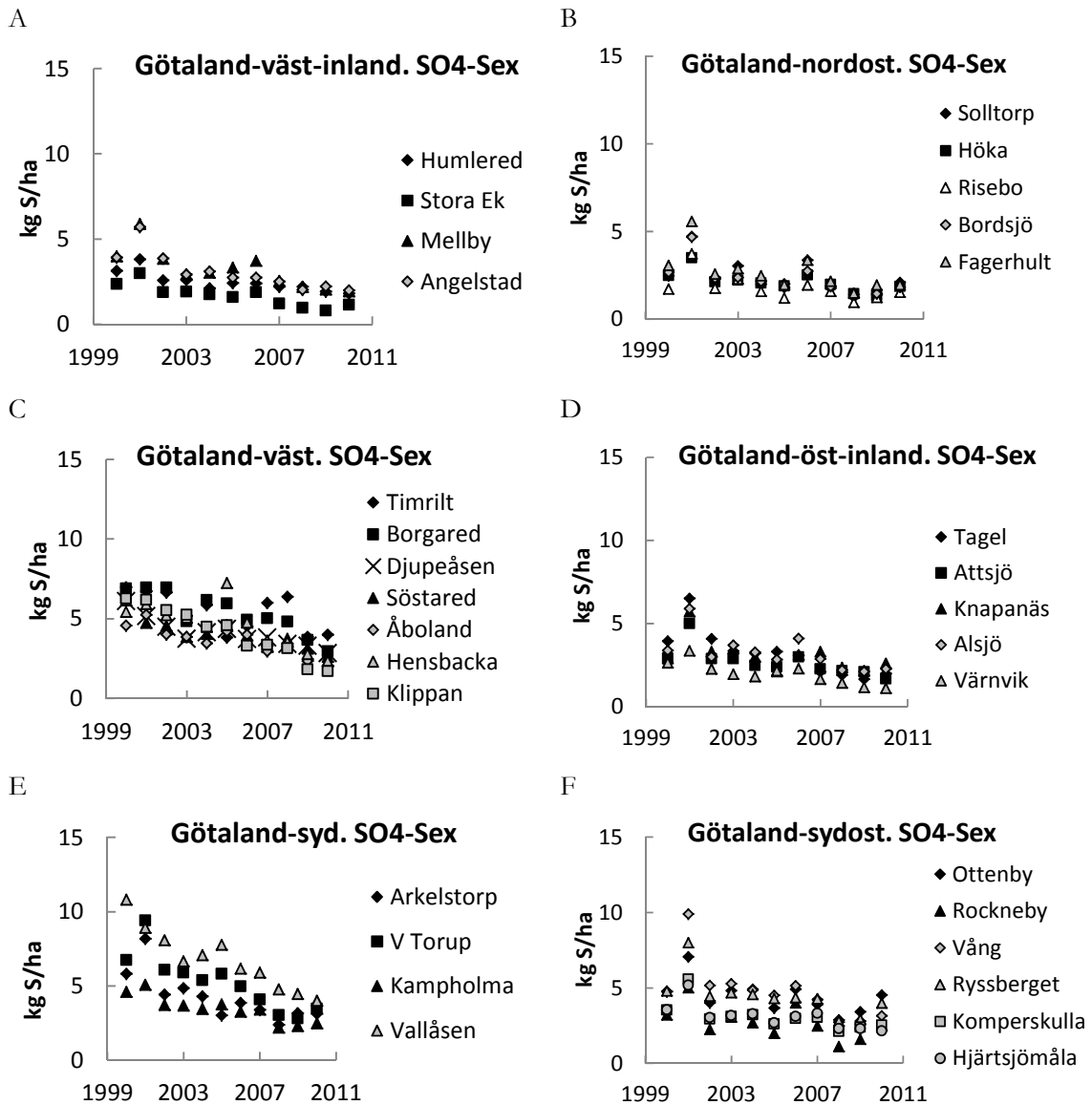
4.2. Vart är försurningen av skogsekosystemen i Götaland på väg?

4.2.1. Det sura nedfallet i Götaland fortsätter att minska

Det sura nedfallet till skogen har fortsatt att minska under 2000-talet i alla delar av Götaland (Figur 17). Minskningen under perioden 2000 – 2010 låg mellan 3 och 10 % årligen, med störst minskning vid Klippan i Västra Götaland. Förändringarna är statistiskt säkerställda vid en stor del av alla mätplatser i Götaland (Figur 17, Tabell 2). Svavelnedfallet i Götaland som helhet har minskat med 6 % årligen. Över hela perioden 2000 – 2010 innebär detta att svavelnedfallet i Götaland har minskat med 46 %.

Svavelnedfallet i Götaland var under perioden 2000 – 2010 3,6 kg S/ ha/ år (medianvärde). En analys av olika områden inom Götaland visar att svavelnedfallet under 2000-talet var högst i de kustnära områdena syd (Skåne och södra Halland) och väst (resterande Halland och V Götaland kustområde). Nedfallet låg här runt 5 kg S/ ha/ år. Även det kustnära området i sydost (Blekinge och Kalmar län kustområde) hade ett relativt högt nedfall, ca 3,5 kg S/ ha/ år medan områdena i inlandet och i nordöstra Götaland hade ett lägre nedfall, 2 – 2,8 kg S/ ha/ år.

Det är intressant att notera att svavelnedfallet vid flertalet mätplatser i områdena syd och sydost gör en ”dipp” nedåt för det hydrologiska året 2008. De samlade emissionerna från EU gör enligt EMEPs beräkningar en motsvarande ”dipp” detta år, se kapitel 2 ovan. Det är i de sydligaste områdena i Götaland som man kan förvänta sig den största påverkan från Europas samlade emissioner.



Figur 17. Tidsutvecklingen för nedfallet av sulfatsvavel exkl. havssaltsbidrag i olika delar av Götaland under 2000-talet. Götaland, väst-inland (A), Götaland, nordost (B), Götaland, väst (C), Götaland, öst-inland (D), Götaland, syd (E) samt Götaland, sydost (F).

Tabell 2. Statistisk information från Mann-Kendall-analys av trender för årlig deposition av SO₄-S (exklusive bidrag från havssalt) till skog i Götaland, uppmätt som krondropp. Medianvärdet för de olika områden är beräknade utifrån årsvisa medelvärde för olika lokaler. Medianvärdet för Götaland är beräknat utifrån årsvisa medelvärden för olika områden. n.s.= ej signifikant; * signifikant p<0,05; ** signifikant p<0,01; *** signifikant p<0,001; mediansvärde avser median av årliga värden inom perioden 2000-2010. Medianvärdet avser perioden 2000-2010.

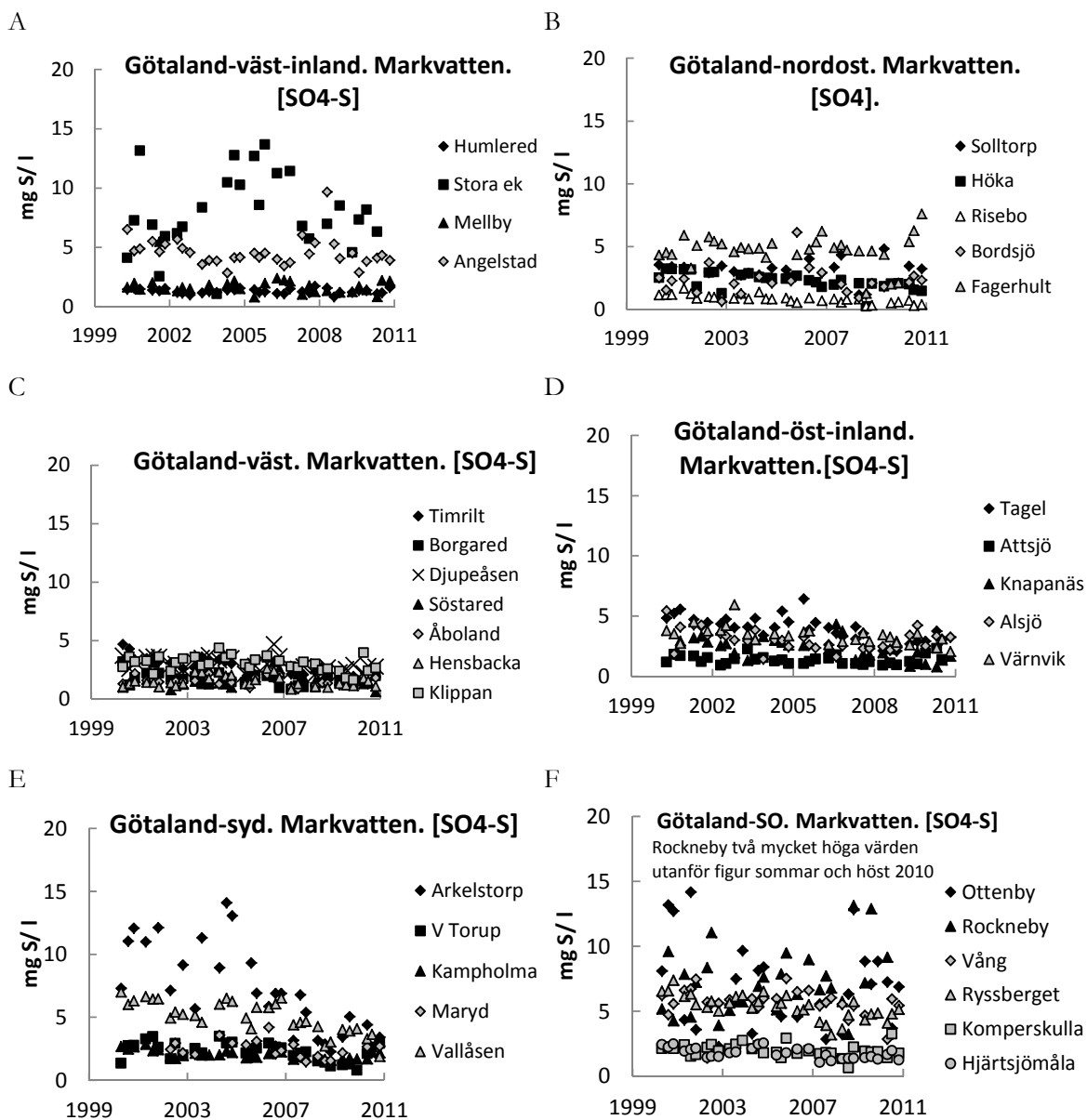
SO ₄ -S, kg S/ ha/ år				SO ₄ -S, kg S/ ha/ år			
Plats	Medianvärde	Signifikans	Förändring, % årligen	Plats	Medianvärde	Signifikans	Förändring, % årligen
Arkelstorp	3,9	**	-8	Humlered	2,4	**	-5
V Torup	5,4	***	-8	Stora Ek	1,8	**	-9
Kamp-holma	3,4	**	-7	Mellby	3,0	**	-7
Vallåsen	6,6	***	-8	Angelstad	2,7	***	-8
Område syd	5,5	***	-7	Område väst-inland	2,5	***	-7
Ottenby	4,5	n.s.	-3	Timrilt	5,9	*	-4
Komperskulla	3,0	*	-4	Borgared	5,0	**	-7
Hjärtsjö-måla	3,1	*	-5	Djupeåsen	3,8	***	-6
Rockneby	2,5	n.s.	-7	Söstared	4,0	**	-6
Vång	4,7	*	-6	Åboland	3,9	**	-7
Ryssberget	4,3	**	-3	Hensbacka	4,8	**	-7
Område sydost	3,6	*	-4	Klippan	4,5	***	-10
				Område väst	4,5	***	-7
Attsjö	2,5	**	-5	Solltorp	2,1	*	-7
Knapanäs	3,0	n.s.	-4	Höka	2,1	**	-6
Alsjö	3,0	*	-6	Risebo	1,6	n.s.	-6
Värnvik	2,0	**	-8	Bordsjö	2,1	**	-6
Område öst-inland	2,8	**	-6	Fagerhult	2,5	*	-6
Medel Götaland	3,6	***	-6	Område nordost	2,0	*	-6

4.2.2. Markvattnets sura egenskaper förändras i varierande grad

Markvattnets surhetsstatus beror av det försurande nedfallet och markens buffrande förmåga. Det är därför förväntat att variationen mellan de olika delarna av Götaland inte följer nedfallsgradienten lika tydligt som uppmätt nedfall. Stor variation mellan ytor inom samma område är även att förvänta, eftersom markegenskaperna kan variera på korta avstånd. Därför görs inga beräkningar av medelvärden för olika områden.

Höga halter av sulfatsvavel i markvattnet förekom under 2000-talet framför allt i områdena syd och sydost (Figur 18), men även i viss mån i områdena väst-inland och nordost. Vid de sex mätplatserna inom område väst förekom inga sulfathalter över 5 mg/l.

Halterna av SO_4 i markvattnet i Götaland visar en varierande utveckling under 2000-talet (Figur 18, Tabell 3). Halterna minskade vid tre av fyra mätplatser i Skåne och södra Halland (område syd) samt vid fyra av sex mätplatser i Blekinge och sydöstra Kalmar län (område sydost). I område öst-inland minskade sulfathalterna vid tre av fem mätplatser. Inom område väst-inland minskade inte sulfathalterna längre vid någon av de fyra mätplatserna, medan i område väst konstaterades en minskning endast vid tre av sju mätplatser. Detta trots att nedfallet av sulfatsvavel minskat betydligt i områdena väst och väst-inland.



Figur 18. Tidsutvecklingen för markvattnets koncentration av sulfatsvavel i olika delar av Götaland under 2000-talet. Götaland, väst-inland (A), Götaland, nordost (B), Götaland, väst (C), Götaland, öst-inland (D), Götaland, syd (E) samt Götaland, sydost (F). Lägg märke till att två mycket höga värden för Rockneby sommar och höst 2010 (38 respektive 26 mg/l) hamnar utanför figuren.

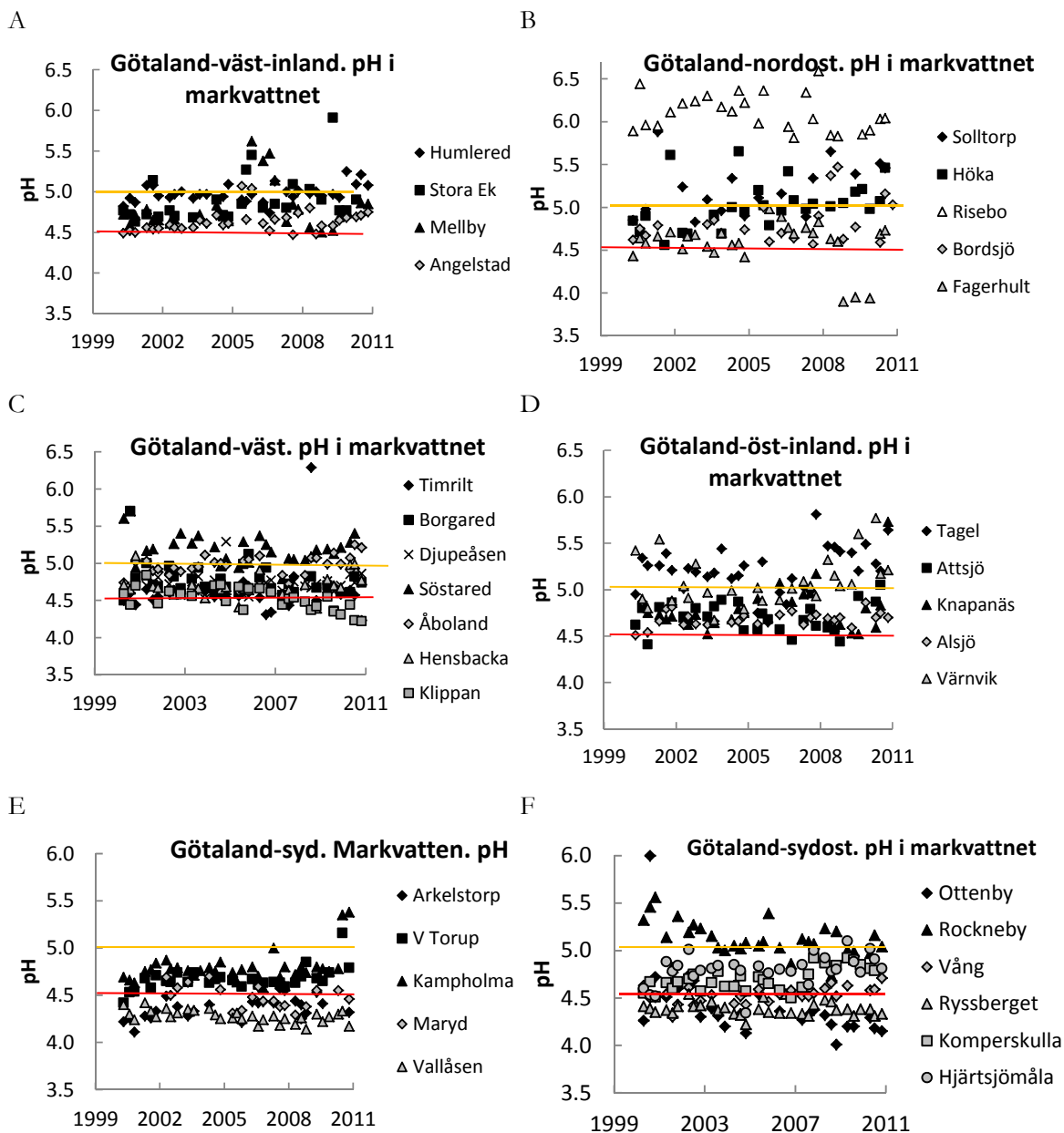
Tabell 3. Statistisk information från Seasonal-Kendall-analys av trender för koncentrationer av SO₄-S, uppmätt i markvattnet vid olika platser i Götalands län. n.s.= ej signifikant; * signifikant p<0,05; ** signifikant p<0,01; *** signifikant p<0,001; ↓, minskning; ↑, ökning. Medianvärdet avser perioden 2000-2010.

Plats	SO ₄ -S, mg S/l		Plats	SO ₄ -S, mg S/l	
	Median-värde	Signifikans		Median-värde	Signifikans
<i>Område syd</i>			<i>Område sydost</i>		
Arkelstorp	6,9	** (↓)	Ottenby	6,3	n.s.
V Torup	2,5	n.s.	Komperskulla	1,9	* (↓)
Kampholma	2,0	* (↓)	Hjärtsjömåla	1,7	* (↓)
Vallåsen	5,0	** (↓)	Rockneby	7,2	* (↑)
<i>Område väst</i>			Vång	5,7	n.s.
Timrilt	2,6	*** (↓)	Ryssberget	5,4	** (↓)
Borgared	1,7	n.s.	<i>Område väst-inland</i>		
Djupeåsen	2,9	* (↓)	Humlered	1,3	n.s.
Söstared	1,6	n.s.	Stora Ek	7,3	n.s.
Åboland	1,5	n.s.	Mellby	1,6	n.s.
Hensbacka	1,4	n.s.	Angelstad	4,4	n.s.
Klippan	3,0	* (↓)	<i>Område nordost</i>		
<i>Område öst-inland</i>			Solltorp	3,3	n.s.
Tagel	4,0	** (↓)	Höka	2,3	*** (↓)
Attsjö	1,2	n.s.	Risebo	0,8	*** (↓)
Knapanäs	2,5	*** (↓)	Bordsjö	2,2	n.s.
Alsjö	3,0	n.s.	Fagerhult	4,8	n.s.
Värnvik	3,4	** (↓)			

Enligt bedömningsgrunderna för skogsmarkens surhetsgrad så motsvarar hög surhetsgrad pH-intervallet 4 – 4,4 och måttlig surhetsgrad intervallet 4,4 – 5,5 (Naturvårdsverket, 1999). Detta gäller markens B-horisont, där pH-värdet oftast är lägre än längre ner i markprofilen. Markvattendata från Krondroppsnätet kommer från 50 cm djup, där pH-värdet alltså kan förväntas vara högre. Vi har i denna studie använt oss av gränsen <4,5 för kraftig försurningspåverkan och intervallet 4,5 - 5,0 för måttlig försurning. Det är svårt att skilja luftföroreningarnas försurande effekter från skogsbrukets försurning, men i mark med pH-värden i dessa intervall är det troligt att försurande nedfall har haft en betydande påverkan pH-värden i markvattnet under eller i närheten av 4,5 förekommer mest frekvent i områdena syd (två av fyra mätplatser) och sydost (tre av sex mätplatser), Figur 19. Inom områdena väst, väst-inland samt öst-inland är markvattnet vid flertalet mätplatser måttligt försurat medan markvattnet inom område nordost vid flertalet platser har pH-värden över 5, som här används som gräns för måttlig försurning.

Ett alternativt mått på försurning i markvattnet är den syraneutraliserande förmågan (ANC; Acid Neutralising Capacity). Denna beräknas som balansen mellan försurande och

buffrande ämnen. De fem mätplatser inom områdena syd och sydost som har ett pH i markvattnet vid eller under 4,5 har också mycket låg ANC samt höga halter av toxiskt oorganiskt aluminium. Undantaget är Ottenby på Ölands södra udde, där markvattnet fortfarande har kvar en viss syraneutraliserande förmåga, men halterna av oorganiskt aluminium är höga.



Figur 19. Tidsutvecklingen för pH i markvattnets i olika delar av Götaland under 2000-talet. Götaland, syd (A), Götaland, sydost (B), Götaland, väst (C), Götaland, central-öst (D), samt Götaland, nordost (B). Röd linje markerar pH 4,5, vilket här används som den övre gränsen för kraftig försurningspåverkan. Orange linje markerar pH 5,0, under vilket marken bedöms vara måttlig försurad.

pH i markvattnet har förändrats i olika riktningar vid olika platser under perioden 2000-2010. Inom område syd uppvisar två platser (Västra Torup och Arkelstorp i Skåne) signifikant ökande pH i markvattnet, medan en plats (Vallåsen i södra Halland) uppvisar en statistiskt säkerställd pH-minskning under perioden, Tabell 4. Inom område sydost uppvisar två platser (Vång och Komperskulla i Blekinge) ökande pH medan två platser i Kalmar län (Rockneby och Ottenby) uppvisar minskande pH. Halterna av sulfat i markvattnet vid Rockneby och Ottenby kan stundtals vara extremt höga. Vid två platser i Blekinge med mycket låga pH-värden, Vång och Ryssberget, har pH-värdena inte förändrats signifikant under perioden 2000-2010.

I områdena väst och väst-inland har pH ökat signifikant vid tre platser, medan det minskat vid en plats, Klippan i Västra Götaland. Vid Klippan kan det inte uteslutas att ett angrepp av granbarkborre sedan 2008 påverkat markvattenkemin negativt. I områdena öst-inland och nordost ligger pH i markvattnet relativt högt och har inte förändrats under 2000-talet, med undantag av Höka i Östergötlands län där pH har ökat under perioden.

Tabell 4. Statistisk information från Seasonal-Kendall-analys av trender för pH, uppmätt i markvattnet. n.s.= ej signifikant; * signifikant $p < 0,05$; ** signifikant $p < 0,01$; *** signifikant $p < 0,001$; Röd bakgrund markerar $pH < 4,5$, vilket utgör en gräns varunder markvattnet får anses som allvarligt försurat. Gul bakgrund markerar $pH < 5,0$ och $> 4,5$, där det får anses finnas en risk för negativa effekter av försurning av markvattnet. ↓, minskning; ↑, ökning. Medianvärdet avser perioden 2000-2010.

Plats	pH		Plats	pH	
	Median-värde	Signifikans		Median-värde	Signifikans
<i>Område syd</i>			<i>Område sydost</i>		
Arkelstorp	4,3	* (↑)	Ottenby	4,3	** (↓)
V Torup	4,7	* (↑)	Komperskulla	4,7	* (↑)
Kampholma	4,8	n.s.	Hjärtsjömåla	4,8	* (↑)
Vallåsen	4,3	($p=0,06$, ↓)	Rockneby	5,1	** (↓)
<i>Område väst</i>			<i>Område väst-inland</i>		
Timrilt	4,6	n.s.	Humlered	5,0	n.s.
Borgared	4,7	n.s.	Stora Ek	4,8	* (↑)
Djupeåsen	4,7	n.s.	Mellby	4,7	n.s.
Söstared	5,2	n.s.	Angelstad	4,6	** (↑)
Åboland	5,0	* (↑)	<i>Område nordost</i>		
Hensbacka	4,7	n.s.	Solltorp	5,1	n.s.
Klippan	4,5	* (↓)	Höka	5	* (↑)
<i>Område öst-inland</i>			Risebo	6,1	n.s.
Tagel	5,2	n.s.	Bordsjö	4,8	n.s.
Attsjö	4,7	n.s.	Fagerhult	4,7	n.s.
Knapanäs	4,7	n.s.			
Alsjö	4,7	n.s.			
Värnvik	5,0	($p=0,07$, ↑)			

4.2.3. Sammanfattning av försurningen av skogen i Götaland under 2000-talet

Sammanfattningsvis har nedfallet av antropogent svavel (exklusive bidraget från havssalt) till skogen i Götaland minskat under perioden 2000-2010 vid 26 av totalt 30 mätplatser med i genomsnitt 50 %. Som ett medianvärde för perioden representativt för alla mätplatser i Götaland ligger det årliga nedfallet under 2000-talet på 3,6 kg S/ha.

Halterna av sulfat i markvattnet har minskat vid hälften av de 30 mätplatserna i Götaland. Högsta sulfathalter förekommer i sydöstra Götaland, i Blekinge och Kalmar län. Vid en mätplats i Kalmar län, Rockneby fortsätter sulfathalterna att öka. pH i markvattnet ligger vid eller under den gräns där marken bedöms vara kraftigt försurad vid sex mätplatser i Götaland, i huvudsak lokaliserat i Skåne, södra Halland samt till Blekinge och Kalmar läns kustområden. Vid dessa kraftigt försurade platser fortsätter i flera fall pH att minska. Även markvattnets syraneutraliserande förmåga är vid dessa platser i de flesta fall mycket dålig och det förekommer höga halter av toxiskt oorganiskt aluminium. Sett över alla mätplatser i Götaland ökar pH i markvattnet på ett statistiskt säkerställt sätt under 2000-talet vid knappt en tredjedel av platserna.

4.3. Förändras övergödningsproblematiken?

4.3.1. Nedfallet av kväve minskar endast långsamt

Det samlade nedfallet av kväve till skogsekosystemen, som inkluderar både torr- och våtdeposition, är svårt att uppskatta utifrån mätningar därför att träden tenderar till att ta upp delar av nedfallet direkt i trädkronorna. Hela nedfallet når därför inte insamlarna för krondropp på marken under trädkronorna. Detta gör att särskilt torrdepositionen av kväve är svår att mäta. Våtdepositionen kan uppskattas relativt väl utifrån mätningar över öppet fält, även om det sker en viss torrdeposition till uppsamlingstrattarna.

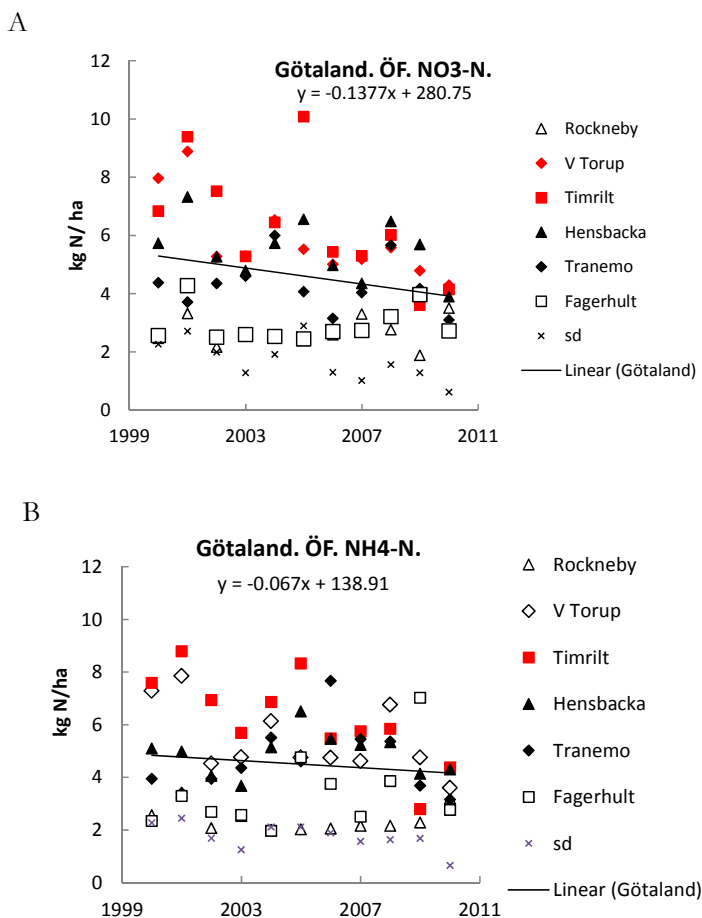
En nyligen utvecklad metod för att beräkna totaldepositionen av kväve till skogsekosystemen, baserad på s.k. strängprovtagare, beskrivs i ett kapitel nedan. Denna metod är dock ännu endast framtagen för att beräkna medelvärden för nedfallet över längre perioder, flera år. Detta gör att förändringar av kvävenedfallet till skogen i Sverige över tiden endast kan analyseras baserat på mätningarna över öppet fält, vilket inkluderar i huvudsak våtdepositionen med ett visst litet bidrag från torrdepositionen.

Hittills har ingen statistiskt säkerställd förändring av kvävenedfallet över öppet fält (huvudsakligen våtdeposition) över tiden kunnat konstateras utifrån mätningar inom Krondroppsnätet (Karlsson m.fl., 2010a). Inom en nyligen genomförd analys har en nedgång av depositionen över öppet fält kunnat konstateras inom Luft- och Nederbördskemiska nätet för ett område i västra Götaland (Sjöberg m. fl., 2011). I övriga delar fann man inga trender.

I analysen för kvävenedfall över öppet fält i Götaland för perioden 2000 - 2010 konstateras en statistiskt säkerställd nedgång i nedfallet vid Västra Torup i Skåne och vid Timrilt i Halland samt även för årliga medianvärden för Götaland baserat på de sex mätplatserna (Figur 20, Tabell 5). Den årliga nedgången av nitratnedfallet var 6 % både vid V Torup och vid Timrilt, medan den beräknade årliga nedgången för Götaland som helhet låg på 3 %. Vad gäller nedfallet av ammonium på öppet fält finns en statistiskt säkerställd nedgång på 6 % årligen vid Timrilt men inte för några andra platser eller för Götaland som helhet.

Den analyserade perioden är relativt kort, 11 år, och förhållandena under det sista hydrologiska året, 2009/10, har varit avvikande genom den höga snötillgången vintertid speciellt i Götaland, se kapitel 5.3 nedan. Den statistiska analysen för nitratnedfallet i Götaland som helhet visar dock ingen systematisk avvikelse för hydrologiska året 2010 jämfört med tidigare år. Vidare indikerar en analys av det månadsvisa nedfallet av nitrat för 2010, jämfört med de tre föregående åren, inte någon tydlig inverkan av den rika snötillgången under vintermånaderna 2009/10. Det finns inte heller någon trend vad gäller nederbördsmängder som skulle kunna förklara nedgången av kvävenedfallet över öppet fält vid Västra Torup och Timrilt (Figur 16).

Resultaten från trendanalyserna för perioden 2000-2010 får behandlas med en viss försiktighet, men mycket tyder på att vi nu för första gången kan konstatera en nedgång av kvävenedfallet med nederbörden i Götaland som korresponderar mot nedgången av kväveemissioner inom EU som rapporterats av EMEP, 18 % nedgång mellan åren 2000 och 2008.



Figur 20. Tidsutvecklingen för nedfallet av nitratkväve (NO₃-N) och ammoniumkväve (NH₄-N) över öppet fält (ÖF) vid olika platser i Götaland under 2000-talet. Nedfall av NO₃-N (A), Nedfall av NH₄-N (B). Linjär regression för de årliga medelvärdena baserat på alla platser inom områden visas tillsammans med den årliga standardavvikelsen. Symboler för platser med statistiskt säkerställda förändringar över tid visas med rött.

Tabell 5. Statistisk information från Mann-Kendall-analys av trender för årligt nedfall av NO₃-N, uppmätt på öppet fält under perioden 2000-2010 (hydrologiskt år). Medianvärdet för Götaland är beräknat utifrån årsvisa medelvärden för samtliga lokaler. Medianvärdet avser perioden 2000-2010.

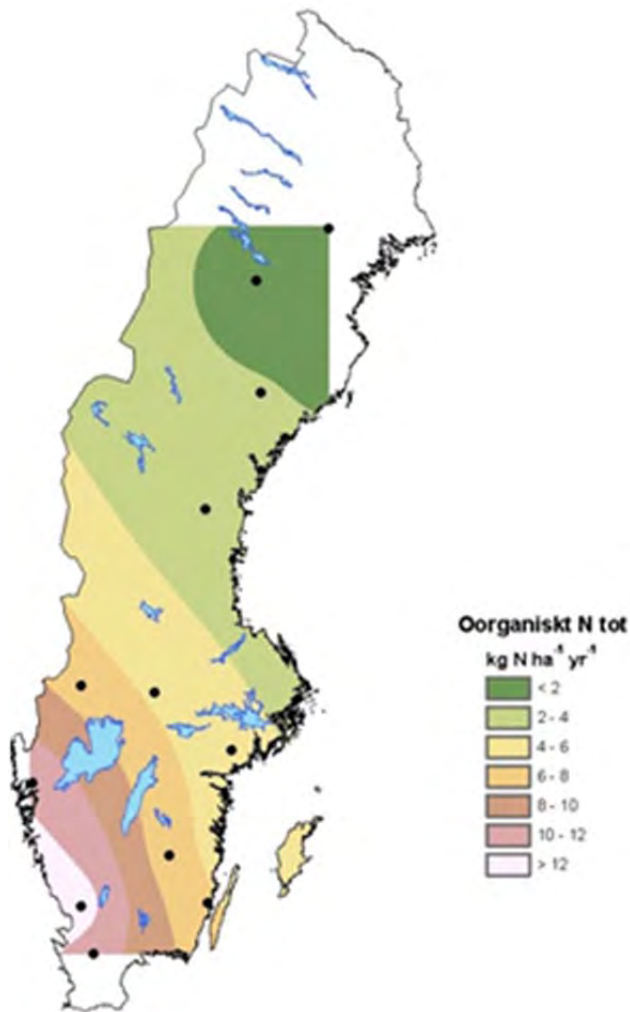
Plats	Medianvärde	signifikans	Förändring, % årligen
Rockneby	2,6	n.s.	2
V Torup	5,3	*	-6
Timrilt	6,0	*	-6
Hensbacka	5,7	n.s.	-3
Tranemo	4,2	n.s.	0
Fagerhult	2,7	n.s.	-1
Götaland	4,5	*	-3

Tabell 6. Statistisk information från Mann-Kendall-analys av trender för årligt nedfall av NH₄-N, uppmätt på öppet fält under perioden 2000-2010 (hydrologiskt år). Ett medelvärde för de sex mätplatserna antas som representativt för Götaland. Medianvärdet för Götaland är beräknat utifrån årsvisa medelvärden för samtliga lokaler. Medianvärdet avser perioden 2000-2010.

Plats	Medianvärde	signifikans	Förändring, % årligen
Rockneby	2,2	n.s.	1
V Torup	4,8	n.s.	-3
Timrilt	5,8	*	-6
Hensbacka	5,1	n.s.	0
Tranemo	4,4	n.s.	3
Fagerhult	2,8	n.s.	3
Götaland	4,6	n.s.	-2

Det totala nedfallet av oorganiskt kväve, d.v.s. summan av våt-och torrdepositionen, har beräknats med en nyligen utvecklad metod baserad på torrdepositionen till strängar av teflon placerade under tak, samt på nettokrondroppet av natrium (Karlsson m. fl., 2010b). De antaganden som ligger till grund för metoden är att depositionen av natrium inte påverkas av interaktioner (upptag och/eller läckage) med trädskronorna, samt att den relativa fördelningen av torrdepositionen av olika ämnen är densamma till teflontrådarna som till trädskronorna. Resultaten från dessa beräkningar som ett medelvärde för det årliga nedfallet för perioden 2003-2007 visas i Figur 21. Värdena gäller för granskog. Applikationen av metoden för övriga trädslag har ännu inte testats.

Nedfallet av oorganiskt kväve till skogen i Götaland avtar i en tydligt minskande gradient från sydväst mot nordost. Det beräknade kvävenedfallet är högst för område väst, med beräknade årsmedelvärden för Timrilt i Halland på 16 kg N/ ha/ år och för Hensbacka i Västra Götaland på 13 kg N/ ha/ år. Vid Fagerhult i östra Jönköpings län och Rockneby i Kalmar län beräknades ett värde för nedfallet av oorganiskt kväve till 5½ kg N/ ha/ år. Detta kan jämföras med den empiriska kritiska belastningsgränsen för kväve som inom LRTAP-arbetet fastställts till 5-10 kg per hektar och år för boreala skogar (U.N. Economic and Social Council, 2010). Sverige har valt att använda den lägre gränsen, 5 kg per hektar och år, vid den senaste rapporteringen till CCE (Coordination Centre for Effects), i mars 2011.

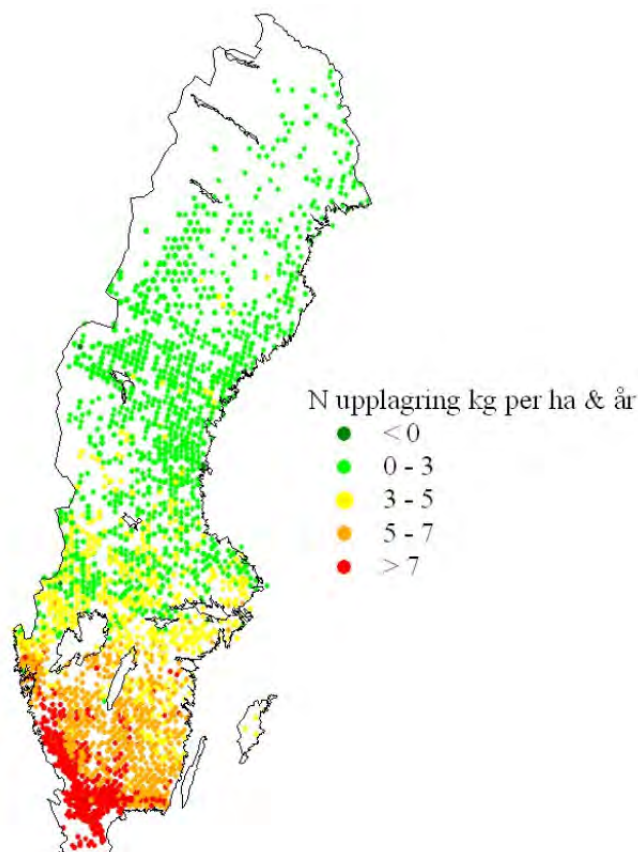


Figur 21. Årligt nedfall av oorganiskt kväve till barrskog över Sverige, beräknat med den metod som tagits fram baserat på strängprovtagare (Karlsson m. fl., 2010b). Nedfallet utgör ett medelvärde över en längre period, 4-7 år, i de flesta fall perioden 2003-2007. Interpolering har utförts med kriging, baserat på beräknade data för 12 platser över landet, vilka illustreras med svarta punkter. Metoden kan endast integrera värden inom det område där det finns numeriska värden. Därför lämnas en stor del av norra Norrland och södra delen av Skåne utanför det område som integreringen täcker.

4.3.2. Kväveupplagring om enbart stammar skördas

Kväve lagras upp i skogsmark i Sverige, förutsatt att enbart stammar skördas, inte grenar, och toppar (grot), enligt näringsbalansberäkningar för kväve (Figur 22, Akselsson m. fl., 2010). Kväveupplagringen kan användas i bedömningar av risken för kväveutlakning från skogsmark. Risken är större i områden med hög upplagring, men det finns även många andra faktorer som spelar in, framför allt beståndsegenskaper. I södra Sverige är upplagringen relativt stor, över 7 kg per hektar och år, medan den i norra halvan av Sverige är låg, från nära 0 till 3 kg. I vilken takt som kvävet i Götaland lagras upp beror till stor del på vilket skogsbruk som tillämpas. Om endast stamuttag tillämpas, d.v.s. om grenar och toppar (grot) lämnas kvar i skogen, blir kväveupplagringen högre jämfört med om ett helträdsuttag tillämpas, då även grot tas ut.

Med hjälp av budgetberäkningar för skogsekosystemen, inkluderat nedfall, nitrifikation, läckage med avrinningen samt uttag vid skörd är det möjligt att göra uppskattningar på landskapsnivå av om kväve lagras upp i skogsekosystemen (Akselsson m. fl., 2010). Under förutsättning att skogsbruk bedrivs med endast stamuttag, sker det sannolikt en årlig upplagring av kväve till skogsmarken i Götaland som ligger i storleksordningen 3-7 kg N/ha eller högre (Figur 22).

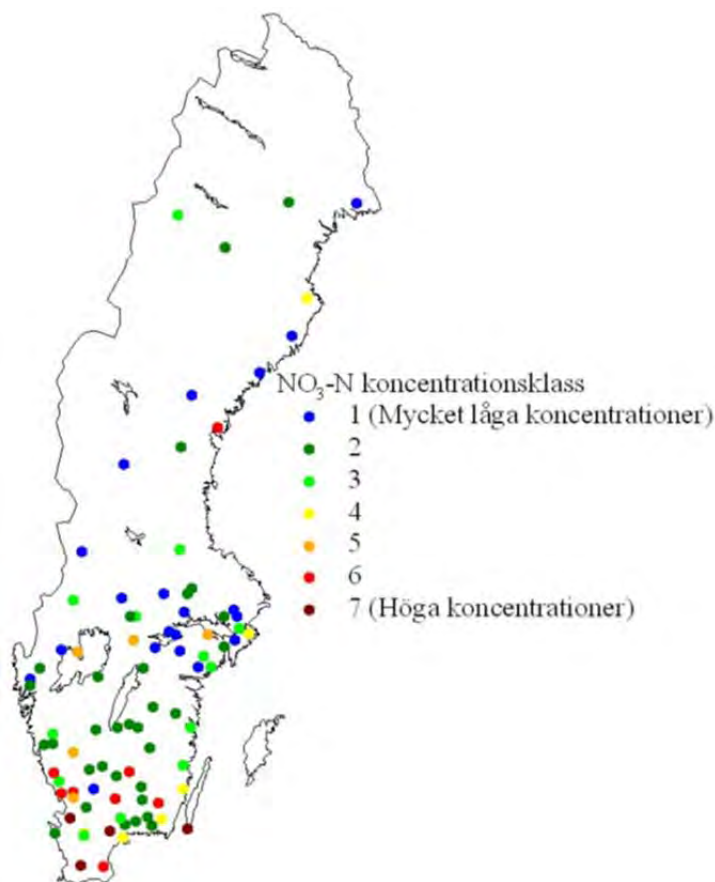


Figur 22. Kväveackumulering i granskog vid ett skogsbruksscenario baserat på enbart stamvedsuttag, baserat på kvävenedfall nedfall från åren 2003-2005 (medelvärde). (Akselsson m. fl., 2010).

4.3.3. Kväve förekommer i markvattnet

I de flesta fall detekteras inget nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$) i markvattnet eftersom träden normalt tar upp allt kväve. Det finns dock några platser i södra Sverige med mer eller mindre regelbundet förhöjda halter av $\text{NO}_3\text{-N}$ (t. ex. Arkelstorp i Skåne, Figur 14b). Detta är ett tecken på kvävemättnad, det vill säga att mängden kväve överskrider behovet hos träd, övrig vegetation och mikroorganismer. Figur 23 visar en klassificering av krondroppsytor i sju klasser baserat på halten nitratkväve i markvattnet. Klassificeringen är baserad på tidsserier som sträcker sig fram till år 2007, för de ytor som var aktiva då, samt även på tidsserier som sträcker sig till 2006, för de ytor som avslutades då (Akselsson m. fl., 2010). Detta innebär att flera av ytorna i Figur 23 inte längre är aktiva, samt att förändringar i koncentrationen av $\text{NO}_3\text{-N}$ som skett de senaste åren inte är inkluderade. De förhöjda kvävehalter som beror på stormskador efter Gudrun är exkluderade ur analysen. Kartläggningen visar att frekvensen av ytor med förhöjda halter av $\text{NO}_3\text{-N}$ är avsevärt högre i sydvästra Sverige, med högst kväveackumulering, än i övriga delar av landet.

I Skåne och delar av Halland är platser med hög nitratförekomst i markvattnet (klass 5-7) relativt vanligt förekommande (Figur 23). På flera av ytorna är halterna mer eller mindre konstant förhöjda, medan det på andra platser varierar mellan höga och låga halter. I övriga delar är ytor med förhöjda nitrathalter mindre frekvent än i sydväst.



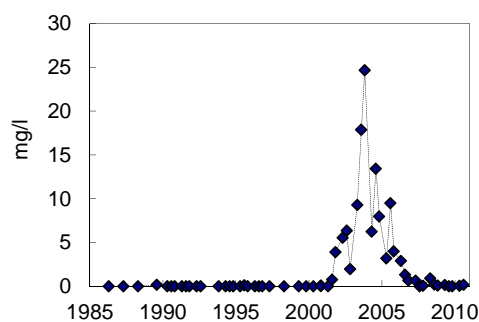
Figur 23. En översikt över mätplatser där nitrat förekommer i markvattnet mer eller mindre regelbundet (Akselsson m. fl., 2010).

Upplagrat kväve i skogsmarken har gjort skogsekosystemen känsliga för störningar. I Figur 24 visas hur halterna av nitrat i markvattnet ökar kraftigt efter tre olika typer av störningar vid krondroppsytor i granskog.

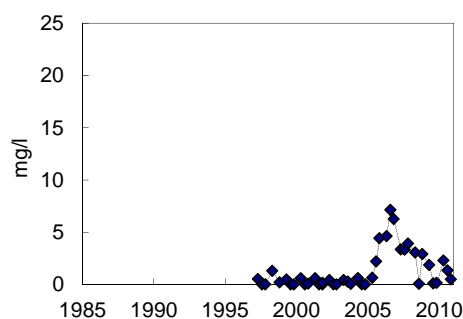
I Kallgårdsmåla i Blekinge avverkades en granskog med en av Krondroppsnätets provytor år 2000. Det framgår att nitrathalterna steg kraftigt året efter avverkningen. I Timrilt i Halland föll en stor andel av träden i en granskog med en provyta under stormen Gudrun i januari 2005. Halterna av nitrat i markvattnet steg kraftigt under sommaren samma år. Slutligen upptäcktes under år 2008 att en stor andel av träden i en granskog vid Klippan i Västra Götalands län var angripna av granbarkborre, och något år senare var en stor andel av träden döda. Sommaren 2009 började halterna av nitrat i markvattnet att stiga kraftigt. Provytan Klippan ligger i ett naturreservat, vilket gör att de angripna träden har fått stå kvar och marken har inte utsatts för någon mekanisk påverkan. Marken är således i detta fall orörd, i motsats till de båda tidigare beskrivna fallen där omfattande markstörning ägt rum i samband med avverkning och röjning. Mätningarna vid Klippan visar således att det i skogsytor med hög kvävebelastning räcker med att trädens behov av kväve avstannar för att halterna av nitratkväve i markvattnet skall stiga.

Sammantaget visar dessa mätningar att kväveupplagring i skogsmarken i dessa relativt högt belastade områden gör att störningar av skogsekosystemen kan medföra ett läckage av nitratkväve till markvattnet. Även andra aspekter av markvattenkemin kan påverkas negativt.

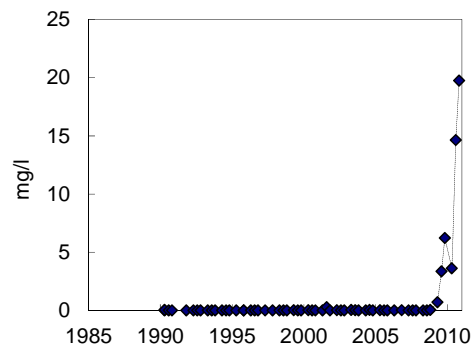
Kallgårdsmåla



Timrilt



Klippan



Figur 24. Mätningar av koncentrationen av NO_3 i markvattnet vid tre platser i Götaland, där skogen utsatts för någon typ av störning. Vid Kallgårdsmåla avverkades granskogen år 2000. Vid Timrilt fälldes en stor del av granskogen vid stormen Gudrun 2005. Vid Klippan dog en stor del av granskogen på grund av ett angrepp av granbarkborre med början 2008.

4.3.4. Sammanfattning av kväveproblematiken i skogen i Götaland under 2000-talet

Sammanfattningsvis uppgår det årliga nedfallet av oorganiskt kväve till skogen i Götaland till upp mot 15 kg N/ha vid västkusten och till 4-6 kg N/ha längst i nordost. Nedfallet av nitratkväve med nederbörden har minskat signifikant under 2000-talet vid två mätplatser samt som ett medelvärde för Götaland som helhet. Även nedfallet av ammoniumkväve har minskat vid en plats. Detta är första gången som en nedgång i kvävenedfallet kan konstateras vid någon av Krondroppsnetzets mätplatser. Det pågår en upplagring av kväve i skogsmarken i Götaland. Storleken på upplagringen beror dock på vilket skogsbruk som tillämpas, där ett helträdsuttag, inklusive grenar och toppar, resulterar i en lägre upplagringstakt. I de sydliga och västra områdena av Götaland förekommer platser med en relativt hög nitratförekomst i markvattnet, främst i Skåne, Halland samt Kronobergs län. I övriga delar är nitratförekomsten avsevärt lägre. Störningar av skogsmarken såsom avverkning, stormfällan eller angrepp av granbarkborre kan resultera i temporärt höga halter av nitrat i markvattnet.

5. Särskilda händelser under programperioden 2007-2010

5.1. Vulkanutbrott på Island våren 2010



Eyjafjallajökull är en istäckt vulkan (1 666 m ö.h.) väster om Myrdalsjökull på södra Island. Eyjafjallajökull har haft flera stora utbrott, bl.a. under 1600 och 1800-talen. Under våren 2010 hade vulkanen åter utbrott. Vulkanens eruptioner kastade upp askan långt upp i troposfären, till flera kilometers höjd, vilket orsakade stora störningar på flygtrafiken i Nordeuropa. Storleken på askpartiklar kan vara från några tusendels millimeter i diameter till åtskilliga meter (stora stenblock). De största askpartiklarna faller till marken i närområdet, medan de minsta kan transporteras tusentals kilometer bort från vulkanen inom loppet av några dagar beroende på vindhastighet och vindriktning. Det första vulkanutbrottet 2010 kom den 21 mars. Askan fördes iväg med rådande vindar i form av en askplym. När inte luften blandas om i höjddled förs den lätta askan vidare och bildar ett stort ständigt växande askmoln som breder ut sig allt längre från vulkanen, så länge som vulkanen fortsätter att kasta upp aska. När vindarna vred sig följde askplymen efter, men lämnade kvar rester av aska i luften i de områden den passerat tidigare. Om askmolnet sammanfaller med ett område av regnmoln, kan askan följa med nederbörden till marken.

Den 14 till 18 april sköt vulkanen upp askmolnet till den övre delen av troposfären på 4 000 till 10 000 meters höjd. Detta gjorde att jetströmmarna förde askmolnet mot bland annat Sverige vid ett flertal tillfällen under denna period. Under den 19 april och 20 april varierade askproduktionen, medan vulkanutbrottet ändrade karaktär. Askplymen steg nu

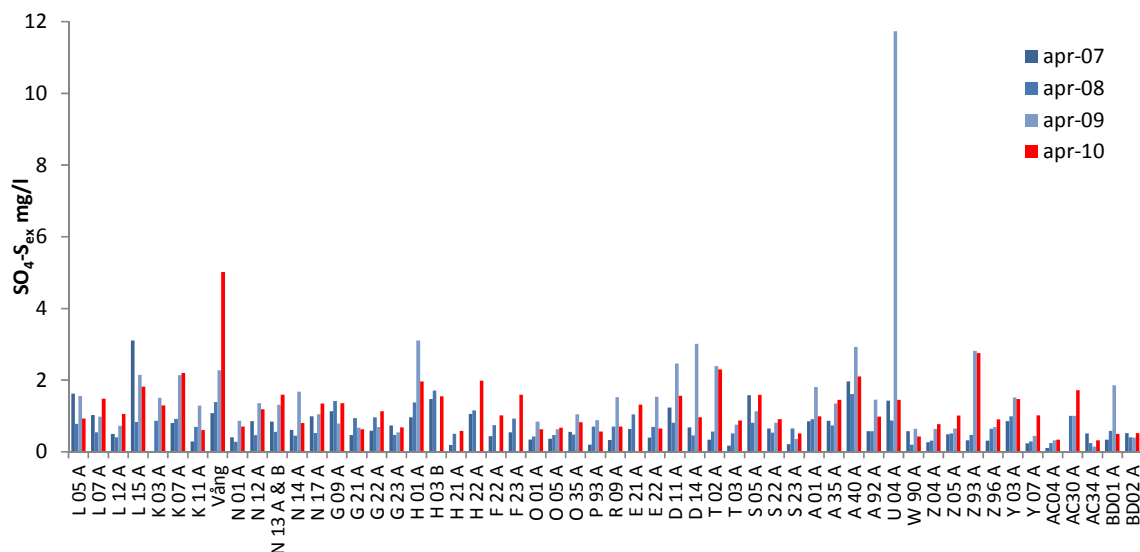
bara till 4 000 meters höjd, men den fortsatte att spridas vidare ut över Atlanten. Den 19 april passerade ett lågtryck över Island som åter drog med askan åt sydost ned mot Skandinavien och Brittiska öarna. Den 21 april avtog askproduktionen från vulkanen, och i juli 2010 ansågs vulkanutbrottet vara över.

De partiklar som nådde Skandinavien bestod mest av glas, små magmadroppar som stelnar väldigt snabbt när de kyls av i luften. Det skiljer sig inte så mycket från fönsterglas och består främst av kiseloxid men innehåller även oxider av till exempel aluminium, järn, natrium och kalium. Molnet förde också med sig ämnen som fluor, som kunde förgifta boskap i närheten av vulkanen.

Tillsammans med askan förekommer det svavelföreningar, vissa av dem illaluktande. Kommer askmolnet in i eller under ett nederbördsområde tvättar dock nederbörden bort en stor del av askan. För att de små askpartiklarna och svavelföreningarna ska spridas i större mängd till luften närmast marken över Sverige krävs vertikalvindar som för ner partiklarna, annars kan askplymen passera över oss utan att i högre grad påverka kvaliteten på den luft vi andas nere vid marken. Vid vulkanutbrott är det intressant att följa upp innehållet av exempelvis försurande svavelföreningar i det asknedfall som kan förekomma.

I Sverige övervakande SMHI vulkanutbrottet på Island 2010 genom meteorologiska spridningsmodeller med input från väderprognoser. SMHI gjorde i ett EU-projekt, ENSEMBLE modellberäkningar på vulkanaska sommaren 2010. Därifrån har en beräknad deposition av aska från SMHIs modellkörningar erhållits (Christer Persson, SMHI pers. komm). ENSEMBLE, modellerar även SO₂ men bara på olika höjder i atmosfären. SMHI har dock gjort en skattning av S-deposition askberäkningarna, vilket ger en skattning på ca 1-5 mg S/m² (10-50 g S/ha) per dygn där det regnade i Sverige under några av dagarna 16-24 april 2010. Efter 24 april deponerades inte mycket. (Christer Persson, pers. komm). SMHIs modellberäkningar indikerar att påverkan på halten av fina partiklar i luften närmast marken var begränsad över Sverige under vulkanutbrottet våren 2010.

Resultaten från Krondroppsnätet under våren 2010 med avseende på sulfatsvavelnedfall för mätningarna över öppet fält och i krondropp visas i Figur 25. Då det kan variera över landet om det regnade direkt efter vulkanutbrottet analyserades resultaten för både april och maj månad under åren 2007-2010. De aprilmätningar under 2007-2010 som hade högst SO₄-S_{ex}-halter i krondropp under april 2010 uppmättes i Vång i Blekinge (K13), Figur 25. Mätningarna i krondropp för övriga lokaler uppvisade inte några dramatiska förhöjningar under april 2010. När det gäller mätningarna i krondropp för maj eller mätningarna över öppet fält i april eller maj kunde inga speciella förhöjningar urskiljas för april eller maj 2010.



Figur 25. Månadsvis nedfall av sulfatsvavel utan havssalt i krondropp för samtliga lokaler inom Krondroppsnätet under april 2007, april 2008, april 2009 och april 2010.

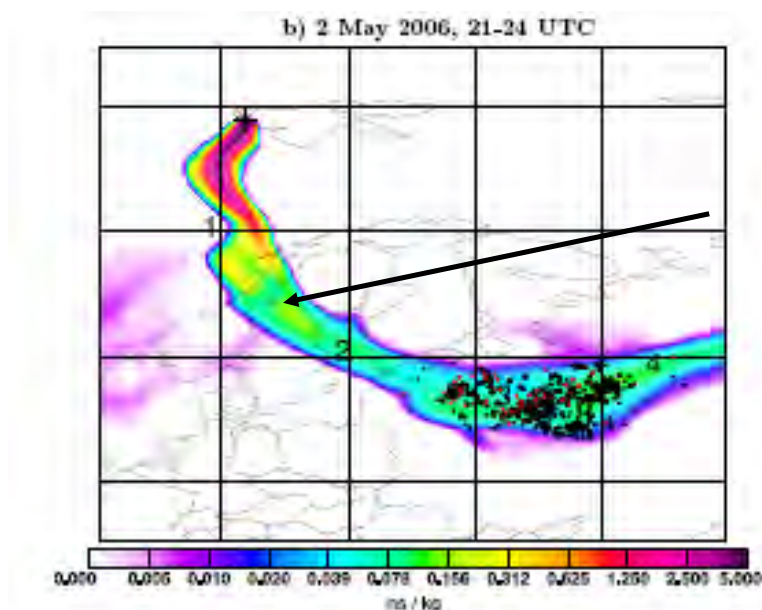
Sammanfattningsvis finns inget som tyder på att vulkanutbrottet på Island under våren 2010 hade någon märkbar påverkan på nedfallet av svavel som uppmättes inom Krondroppsnätet under april och maj. Detta stämmer även väl överens med de modellkörningar som gjordes under våren, av SMHI, av hur askmolnet bredde ut sig över Sverige.

Det skall bli intressant att se om vulkanutbrottet i maj 2011 från den isländska vulkanen Grimsvötn kommer att ge utslag i mätningarna inom Krondroppsnätet. Till skillnad från vulkanutbrottet 2010 har man i maj 2011 mätt förhöjda partikelhalter på landsbygden i Sverige som orsakats av Grimsvötn i maj 2011 vilket tyder på att vulkanaskan nått marken. Några förhöjda partikelhalter kunde ej påvisas under 2010.

5.2. Inverkan av omfattande bränder i Ryssland 2006 på nedfallet till skogen i Sverige

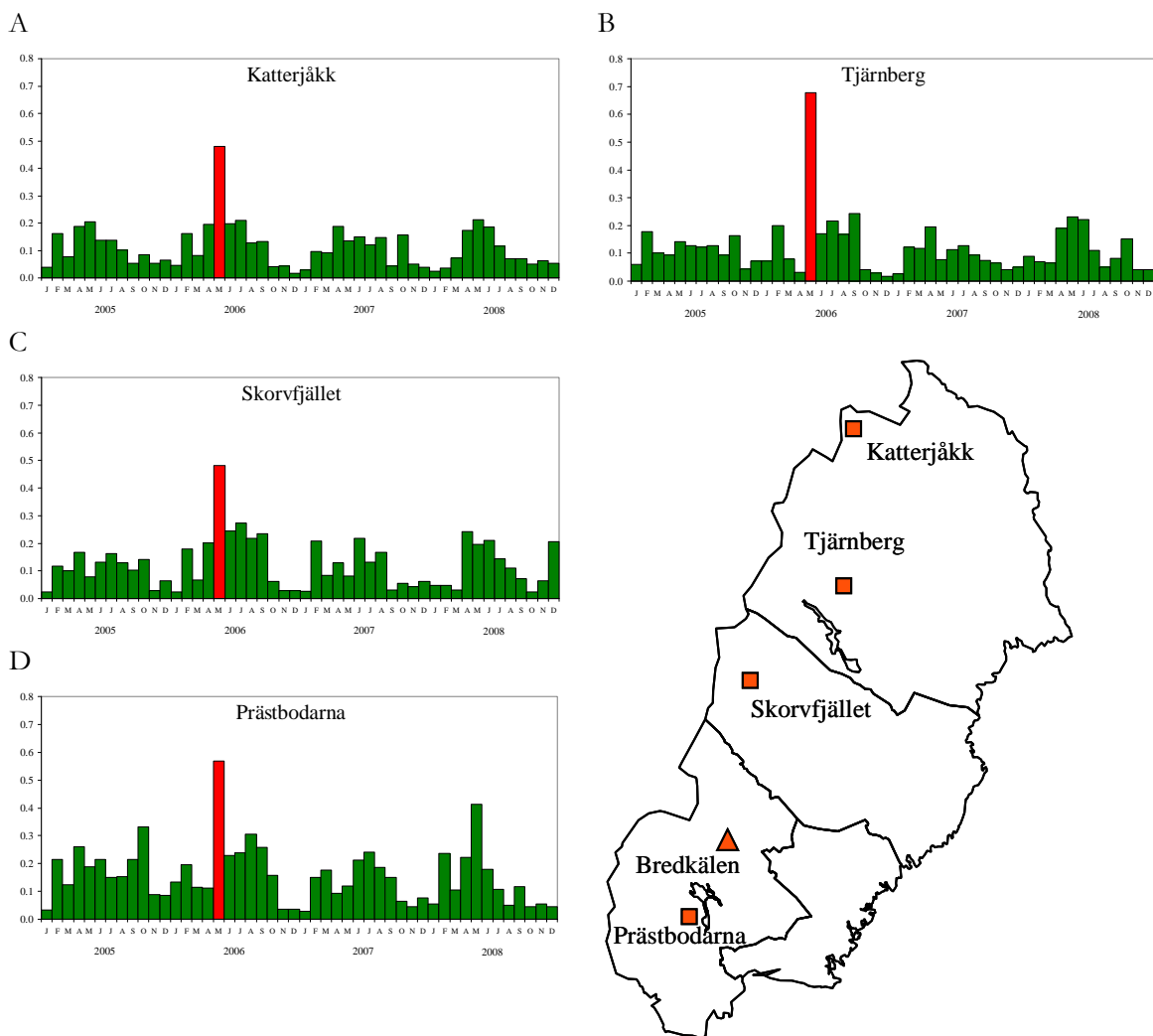
Under senvåren 2006 förekom omfattande bränder i Ryssland, i de baltiska länderna, Vitryssland och Ukraina (Stohl m.fl., 2007, Yurganov m. fl., 2008). Mellan 25 april och 6 maj noterades med hjälp av satellitdata mer än 300 bränder per dag inom detta område, med en kulmen av 800 noterade bränder under 2 maj. Totalt beräknas 2 miljoner hektar brunnit inom detta område under april och maj 2006. Effekterna av dessa bränder på luftföroreningssituationen i norra Europa och Arktis har dokumenterats ingående. Höga halter av partiklar (PM₁₀) noterades i norra Storbritannien, Danmark, Tyskland samt Finland (Whitham & Manning, 2007). På Island och på Svalbard noterades de högsta

halterna av marknära ozon som någonsin uppmätts vid dessa platser (Stohl m.fl., 2007) och snön på Svalbard färgades på sina platser svart av sot. Även höga halter av ammonium uppmättes i snön på Svalbard. Trajektorierna, d.v.s. luftmassans väg, för luften som orsakade ovanstående effekter vid Svalbard visas i Figur 26. Man kan se att luften passerade rakt över Jämtland. Omfattande skogsbränder har även förekommit på norra halvkloten under flera andra år under den senaste 10-års perioden, bl a 1998, 2002 och 2003 (Simmonds m. fl., 2005).



Figur 26. Uppehållstiden under de senaste 20 dagarna hos den luftmassa som anlände till Mount Zeppelin, Svalbard 2 Maj 2006. Färgen visar hur länge luften har uppehållit sig vid en viss position, där röda färger visar längst tid. Svarta punkter visar platser där bränder detekteras under den tid som luften passerat. Extra röda punkter visar att branden varit en skogsbrand. Siffrorna inom området för plymen visar för just den positionen antalet dagar som återstår innan luften anländer till Svalbard. Pilen pekar på Jämtland. Karta från Stohl m.fl., 2007.

Lufthalter av gasformigt och partikelbundna luftföroreningar har på uppdrag av Naturvårdsverket mätts på hög höjd i de svenska fjällen med månadsupplösning. Mätningarna avslutades 2008. I Figur 27 visas månadsvisa koncentrationer av summan av partikelbundet och gasformigt ammonium under mätperioden 2005-2008. Värdet för maj 2006 är markerat rött. Det framgår tydligt att lufthalterna av ammonium denna månad var avsevärt högre jämför med övriga månader under mätperioden.

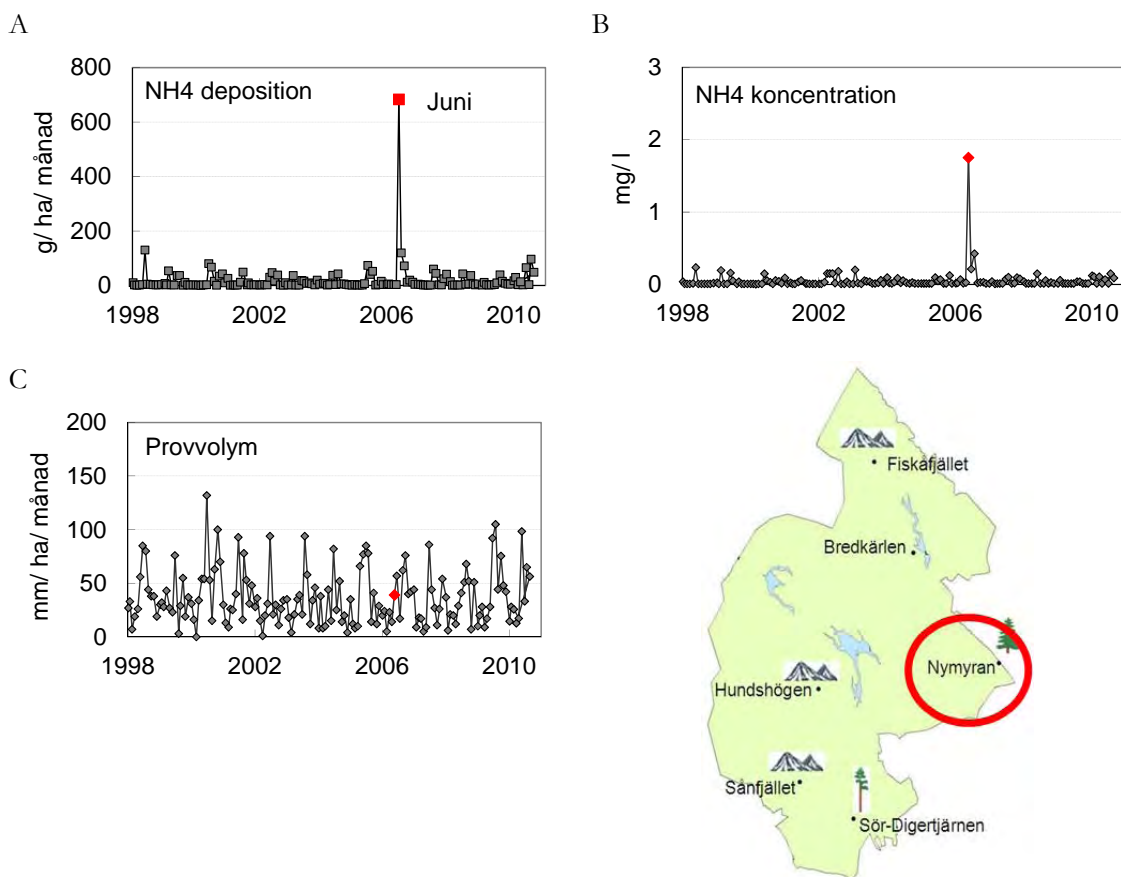


Figur 27. Månadsvisa lufthalter av ammonium (NH_4 , totalt gasformigt + partikelbundet) på hög höjd i norra Sverige under 2005-2008. Mätningarna avslutades tyvärr efter 2008. Enhet $\mu\text{g N/m}^3$. X-axeln omfattar månadsvisa medelvärden under den tid då mätningar finns tillgängliga, januari 2005 – december 2008. Röda staplar visar värden för maj 2006. Kartan indikerar mätplatsernas positioner. Höga halter av sot uppmättes under maj 2006 vid Bredkålen, men dessa data visas ej. A, Katterjåkk, 515 m ö.h. ; B, Tjärnberg, 500 m ö.h. ; C, Skorvfjället, 808 m ö.h.; Prästbodarna, 710 m ö.h.

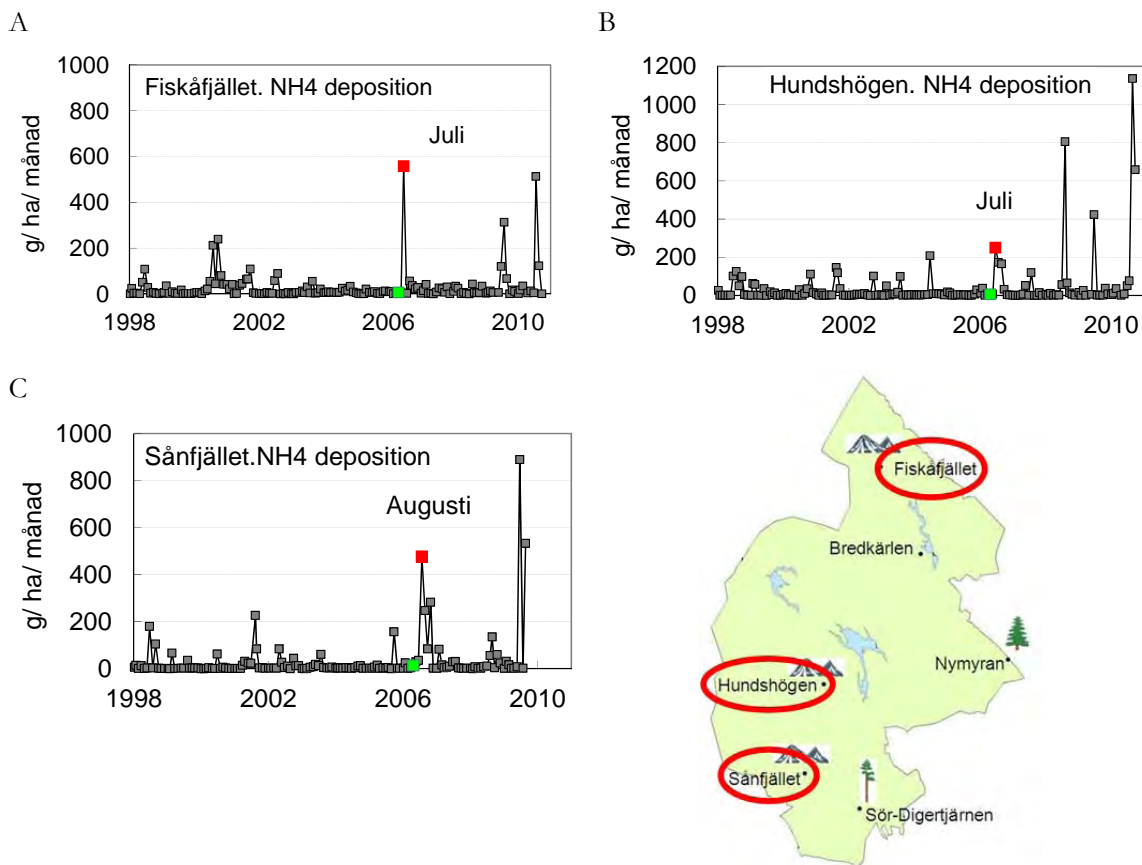
I Figur 28 visas månadsvisa värden för nedfallet av ammonium med kron droppet till en granskog vid Nymyran i Jämtlands län. Nymyran ligger i ett område som passerades av den förorenade luftmassan som redovisades i Figur 26 ovan. Nedfallet av ammonium var kraftigt förhöjt för juni månad 2006. Det beräknade höga nedfallet berodde på en förhöjd koncentration i kron droppsprovet och inte av en förhöjd kron droppsmängd. Kron droppsmätningar under gran vid tre platser på hög höjd i Jämtlands län visade också förhöjda värden under sommaren 2006, men för månaderna juli och augusti (Figur 29). Anledningen till att nedfallet av ammonium i kron droppet noterades under olika månader vid olika platser berodde troligen på att nederbörden olika månader varierade mellan

platserna och att nedfallet uppstod den månad när det förekom höga nederbördsmängder vid platsen ifråga (data visas ej). Krondroppsmätningarna på hög höjd i Jämtlands län visade även på högt nedfall av ammonium under somrarna 2008, 2009 samt 2010 (Figur 29). Under sommaren 2010 rasade stora bränder i området runt Moskva. Preliminära analyser av SMHI tydde på att dessa förorenade luftmassor endast nådde de mest ostliga delarna av Svealand (Crister Persson, personlig kommunikation). Fortsatta analyser får utröna om även episoderna med ammoniumnedfall på hög höjd under senare år beror av storskaliga biomassabränder. I dagsläget finns mätningar i Jämtland på hög höjd som finansieras av Länsstyrelsen och administreras inom Krondroppsnätet.

Det är troligt att förorenad luft från ryska biomassabränder påverkade nedfallet av ammonium även i andra delar i landet, men att detta doldes av inverkan från lokala utsläpp. En komplikation i sammanhanget är att ammonium kan tas upp direkt i trädkronorna. Detta gör att ammoniumnedfallet måste vara av en viss storlek för att ge utslag i krondroppsproverna.



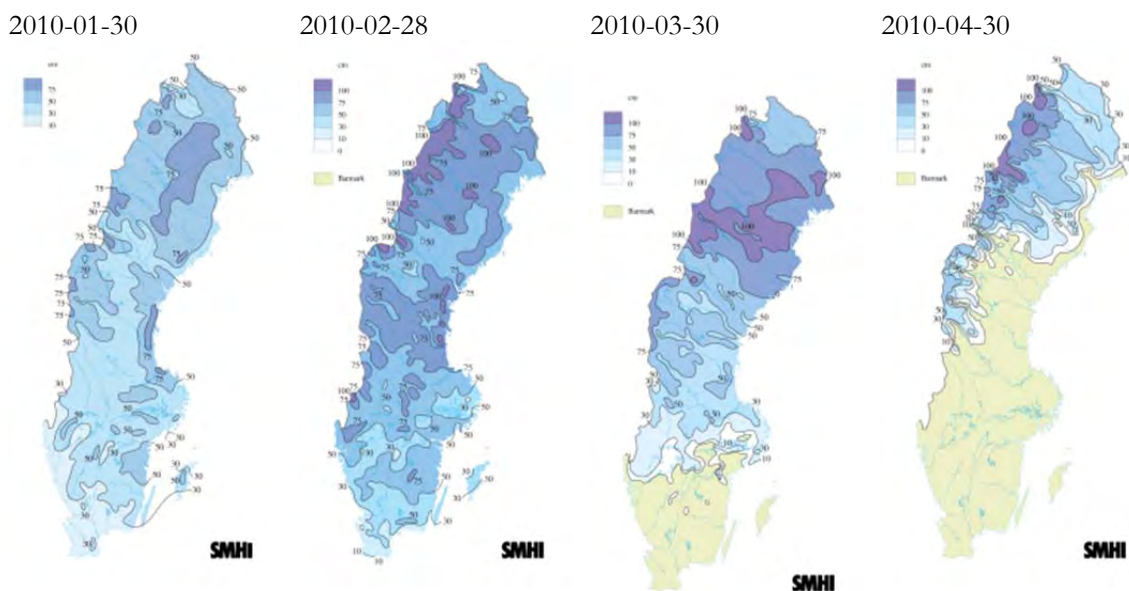
Figur 28. Månadsvisa värden för nedfall av ammonium i krondropp vid Nymyran, en yta inom Krondroppsnätet i Jämtlands län. Ytan är bevuxen på 75-årig granskog och ligger ca 300 m ö.h. Värden visas för beräknat nedfall (A), uppmätt koncentration av ammonium i krondroppsprovet (B) och uppmätt krondroppsmängd (C). Värden för juni 2006 markeras med röd symbol. Kartan visar Jämtlands län.



Figur 29. Månadsvisa värden för nedfall av ammonium i kron dropp vid mätplatser på hög höjd (600-800 m ö.h.) i Jämtlands län, Fiskåfjället (A), Hundshögen (B) och Sånfjället (C). Mätningarna vid Sånfjället avslutades oktober 2009. Kron droppsmätningar under gran på hög höjd bedrivs med en något annorlunda metodik jämfört med övriga Kron droppsnätet. En enda samlare finns placerad rakt under trädkronan hos vardera fem enstaka träd. Det högsta beräknade värdet markeras med rött tillsammans med en indikation för under vilken månad värdet uppträdde. Värden för maj 2006 visas med grön färgmarkering. Kartan visar Jämtlands län.

5.3. Mycket snörik vinter 2009/10

Vintern 2009/2010 var mycket snörik (Figur 30). Stora delar av Sverige hade inte upplevt så mycket snö sedan 1985/86.



Figur 30. Snödjupet i olika delar av Sverige under vintern 2009/10. Den mörkaste kulören (lila) indikerar ett snödjup >100 cm. Källa: SMHI.

Då de statistiska analyserna av förändringar i nedfall och markvattenkemi under 2000-talet inkluderar relativt få år, 11 st, och då den snörika vintern inträffade som det sista året i denna period, är det på sin plats att analysera i vilken utsträckning som den snörika vintern påverkade nedfall och markvattenkemi i olika delar av landet. Denna analys är svår att göra om det samtidigt förekommer en kontinuerlig förändring över tiden. En jämförelse av exempelvis nedfallet 2010 med ett medelvärde för perioden 2000-2009 skulle påverkas av en dylik trend. För att i möjligaste mån undvika detta jämfördes nedfall och markvattenkemi under 2010 med ett medelvärde för de närmast föregående åren 2007-2009.

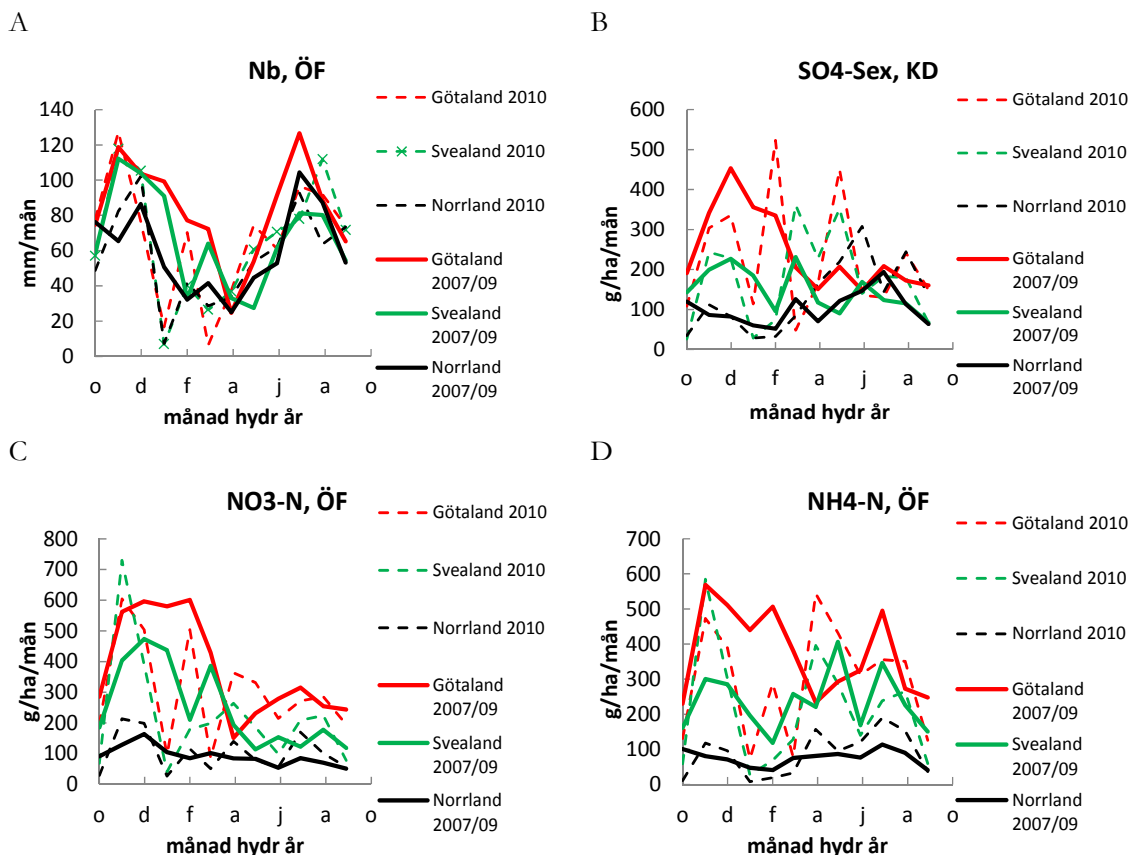
Månadsvisa mätvärden för nederbörd över öppet fält, nedfallet antropogent sulfatsvavel (exkl. bidrag från havssalt) uppmätt som krondropp samt nedfallet av nitrat- och ammoniumkväve uppmätt över öppet fält analyserades för ett urval av mätplatser med fullständiga mätningar av både krondropp och öppet-fält provtagningar under åren 2007-2010. Dessa mätplatser var:

Götaland: Västra Torup (Skåne län), Timrilt (Hallands län), Hensbacka (V Götalands län), Rockneby (Kalmar län), Tagel (Kronobergs län) samt Fagerhult (Jönköpings län).

Svealand: Blåbärskullen (Värmlands län), Kvisterhult (Västmanlands län), Edeby (Södermanlands län) samt Farstanäs och Bergby (Stockholms län).

Norrland: Fulufjäll (Dalarnas län), Storulvsjön (Västernorrlands län), Holmsvattnet och Högrännan (Västerbottens län) samt Myrberg (Norrbottens län).

För varje individuellt år 2007 – 2010 och för respektive månad på året (hydrologiskt år, oktober – september) gjordes medelvärden över alla mätplatser inom respektive landsdel. De månadsvisa värdena för 2010 jämfördes sedan med motsvarande månadsvisa värden som medelvärde för åren 2007, 2008 samt 2009 (Figur 31).



Figur 31. En jämförelse av nederbörd och nedfall under hydrologiska året 2010 med motsvarande nederbörd och nedfall som ett medelvärde för de tre närmast föregående hydrologiska åren 2007-2009, som medelvärden över ett urval av mätplatser inom Götaland, Svealand och Norrland. På x-axeln anges månad på det hydrologiska året. Värden för nederbördsmängder i Svealand och Norrland 2010 överlappar i stor utsträckning under perioden december 2009 – april 2010. Därför har värden för Svealand även markerats med ett grönt kryss.

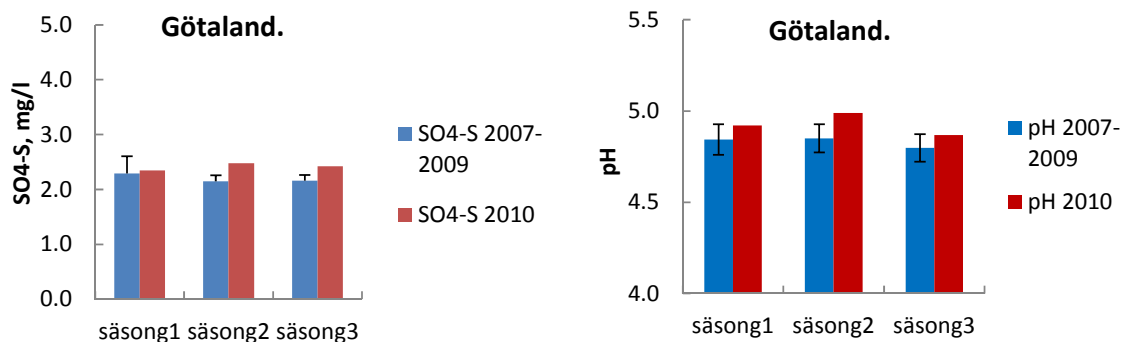
Nederbörden i Götaland under vintermånaderna hydrologiska året 2010 avvek från åren 2007-2009 främst under månaderna januari och mars, då nederbörden under 2010 var långt under motsvarande värden för de föregående åren. Det månadsvisa nedfallet av nitratkväve till Götaland under vintern hydrologiska året 2010, jämfört med de föregående åren, följer i stort de relativa skillnaderna i nederbörd. Skillnaderna i nedfallet av sulfatsvavel och ammoniumkväve var mindre väl kopplade till de relativa skillnaderna i nederbörd. Svavelnedfallet i Götaland under hydrologiska året 2010 var lägre jämfört med föregående år under alla vintermånaderna, förutom februari då det var högre. För januari och mars följer skillnaderna i svavelnedfall skillnaderna i nederbörd, medan för övriga månader gjorde det inte det. Under maj månad var svavelnedfallet under 2010 mycket över motsvarande värde för föregående år, utan någon motsvarande skillnader i nederbörd.

Nedfallet av ammoniumkväve till Götaland var under vintermånaderna 2010 lägre jämfört med föregående år på ett sätt som inte fullt ut följde skillnaderna i nederbördsmängder.

Nederbördsmängder i Svealand under vintermånaderna hydrologiska året 2010, jämfört med föregående år, var liksom för Götaland lägre vad gäller januari och mars. Skillnaden för mars var dock lägre jämfört med Götaland och nedfallet av sulfatsvavel under denna månad var högre jämfört med föregående år. Nedfallet av nitratkväve i Svealand skilde sig under hydrologiska året 2010 från föregående år på ett sätt som följde skillnaderna i nederbörd, förutom av nedfallet 2010 var mycket högre för månaden november. Även nedfallet av ammoniumkväve var förhållandevis högt under november 2010, jämfört med föregående år, på ett sätt som inte korrelerade med nederbördsmängder.

Nedfallet av svavel och kväve i Norrland var relativt lika mellan hydrologiska året 2010 och föregående år, trots att nederbördsmängden under januari 2010 var avsevärt lägre jämfört med motsvarande värde för föregående år.

Motsvarande analys av uppmätt markvattenkemi under 2010, jämfört med medelvärde för motsvarande värden uppmätta under de tre föregående åren 2007-2009, visade inte heller på någon betydande inverkan av den snörika vintern (Figur 32). Både sulfatsvavelhalter och pH var något högre under 2010, men skillnaderna är inte betydande jämfört med den variation som finns mellan åren 2007-2009.



Figur 32. En jämförelse av det årliga medelvärdet 2010 för koncentrationen av sulfatsvavel i markvattnet vid alla mätplatser i Götaland, med medelvärdet 2007-2009 för motsvarande årliga medelvärde för samma mätplatser. Standardavvikelsen indikerar mellanårsvariationen för treårsperioden 2007-2009. Provtagning av markvatten sker före (Säsong1), under (Säsong2) och efter (Säsong3) växtsäsongen.

Sammanfattningsvis visar analysen inte på någon betydande och konsistent inverkan av de stora snö mängderna under det hydrologiska året 2010 på nedfallet av svavel och kväve jämfört med de tre föregående åren. Detta var kanske heller inte att vänta eftersom nederbörden även normalt förekommer som iskristaller i de högre luftlagren på sin väg ner mot marken. En stor del av upptaget av föroreningar till nederbörden äger rum redan på hög höjd i molnen. Däremot spelar låga nederbördsmängder under vintern hydrologiska året 2010 stor roll för det beräknade nedfallet, i synnerhet för nitrat och ammoniumkväve. Motsvarande analys av uppmätt markvattenkemi under 2010, jämfört med medelvärde för motsvarande värden uppmätta under de tre föregående åren 2007-2009, visade inte heller på någon betydande inverkan av den snörika vintern.

6. Aktiviteter och publikationer under programperioden 2007-2010

Nedan presenteras kortfattat ett urval av de antal rapporter och aktiviteter som varit och är kopplade till Krondroppsnetzets under den nu avslutade programperioden 2007-2010. Det bör observeras att nedan presenterade aktiviteter/rapporter ofta har haft andra finansörer än Krondroppsnetzets, exempelvis har Naturvårdsverket finansierat flertalet övriga rapporter. I denna rapport redovisas ej vilka forskningsprojekt som Krondroppsnetzets nu samarbetar med, för detta hänvisas till tidigare rapporter.

2011

Regionvisa årsrapporter. Under våren producerades 3 områdesvisa rapporter, för Götaland, Svealand och Norrland.

Presentationer vid Luftvårdsförbundens årsmöten

Övriga rapporter

- **Temainriktad rapport om miljömålsuppföljning med hjälp av mätningar och modellering inom Krondroppsnetzets.** Temarapport inom Krondroppsnetzets som utkom i maj 2011. Rapporten handlar om hur mätningar och modellering inom Krondroppsnetzets kan användas för uppföljning av miljö kvalitetsmål och miljö kvalitetsnormer på ett bättre sätt än vad som sker idag. Förslag på nya indikatorer där Krondroppsnetzets mätningar och modelleringar kan användas presenteras ingående i rapporten.
- **Jämförelse mellan en ny och gamla nederbördsinsamlare för mätningar över öppet fält.** Denna rapport kommer i juli 2011 och redovisar en ettårsstudie där en ny typ av utrustning har jämförts med befintlig provtagningsutrustning vid ett antal platser inom Krondroppsnetzets, Luft- och nederbörds kemiska nätet samt IM. De slutliga rekommendationerna i rapporten var att samtliga nu använda provtagningsinsamlare snarast bör bytas ut mot den nya utrustningen.

Övrigt

Vetenskaplig publikation inskickad i mars 2011, accepterad 1 juni 2011 om Krondroppsnetzets: Pihl Karlsson, G., Akselsson, C., Hellsten, S. & Karlsson, P-E. Reduced European emissions of S and N – effects on air pollution concentrations, deposition and soil water chemistry in Swedish forests.

2010

Presentationer vid Luftvårdsförbundens årsmöten

Länsvisa årsrapporter. Under våren producerades 13 länsvisa rapporter samt en regionvis rapport för norra Sverige inkl. Dalarna.

Övriga rapporter

- **Krondroppsnätet - Tidsutveckling för lufthalter, nedfall och markvattenkemi i relation till förändringar av Europas emissioner, IVL Rapport B 1896.** Rapporten beskriver hur lufthalter och nedfall av svavel och kväve har förändrats över tiden sedan början på 1990-talet. Resultaten sätts också i relation till förändringarna av emissionerna i Europa under motsvarande tidsperiod. I rapporten redovisas även trenderna i markvattnet, bland annat med avseende på återhämtning från försurning och nitratkvävehalter. Resultaten visar på en långsam återhämtning efter försurande svavel- och kvävenedfall.
- **Krondroppsnätet - Nedfall och effekter av luftföroreningar - för regional övervakning. Förslag till Program 2011-2014.** Under mars 2010 presenterades ett förslag till ett nytt program där alla deltagare inom Krondroppsnätet hade haft synpunkter.
- **Effekter av stormen Gudrun på kväveutlakning från skogsmark, IVL Rapport B 1926.** I denna rapport utvärderas effekter av stormen Gudrun på 35 ytor inom Krondroppsnätet, framförallt med avseende på kväveutlakningen från skogsmark efter en storm. Ytorna delades in i olika skadeklasser beroende på hur stora skador ytorna erhållit i samband med stormen. Resultaten visade på ett tydligt samband mellan stormskadornas omfattning och nitrathalterna i markvattnet, med högre nitrathalter i de ytor som skadades mest. Effekten varierade dock inom samma skadeklass, vilket beror på andra faktorer som till exempel markvegetationen, kvävenedfallet, markvattnets surhetsgrad och beståndets ålder.
- **Totaldeposition av kväve till skog. IVL Rapport B1952.** Uppskattningar av nedfallet av kväve till skogen dras med vissa metodproblem eftersom en viss andel av det kväve som deponeras på trädskronorna tas upp direkt av bladen och barren och därmed inte når insamlarna för krondropp. Det totala nedfallet av oorganiskt kväve, d.v.s. summan av våt- och torrdepositionen, har beräknats med en nyligen utvecklad metod baserad på torrdepositionen till strängar av teflon placerade under tak, samt på nettokrondroppet av natrium. De antaganden som ligger till grund för metoden är att depositionen av natrium inte påverkas av interaktioner (upptag och/eller läckage) med trädskronorna samt att den relativa fördelningen av torrdepositionen av olika ämnen är densamma till teflontrådarna som till trädskronorna.
- **Förbättrad modellering och mätning av belastningen från luftföroreningar - samverkan mellan Krondroppsnätet och MATCH-modellen.** Inom studien har ett antal förslag till utvecklingsprojekt som kan bidra till att förbättra både mätningar och modellering av nedfallet av luftföroreningar över Sverige tagits fram.

Övrigt

Vetenskaplig publikation där resultat från Krondroppsnätet använts: Akselsson, C., Belyazid, S., Hellsten, S., Klarqvist, M., Karlsson, P-E. and Pihl Karlsson, G. (2010). Assessing the risk of N leaching across a steep N deposition gradient in Swedish forests using different monitoring and modelling approaches. *Environmental Pollution*. 158 (2010) 3588-3595.

2009

Länsvisa årsrapporter. Under våren producerades 14 länsvisa rapporter samt en regionvis rapport för norra Sverige.

Presentationer vid Luftvårdsförbundens årsmöten

Vid Miljöövervakningsdagarna i Södertälje hösten 2009 presenterades Krondroppsnätet under titeln: "Krondroppsnätet: Miljöövervakning, metodutveckling och forskning". Senaste nytt från nationell och regional miljöövervakning samt vad som är på gång gällande metoder och tolkning av data diskuterades.

Forsknings-samarbete. I ett samarbetsprojekt med Lunds Universitet har 30 ytor inom Krondroppsnätet undersökts för att komma ett steg närmre svaret på frågan varför några ytor läcker kväve och andra inte. I studien har mykorrhiza, det vill säga komplexet mellan svamptrådar och rötter, provtagits med hjälp av små inväxningspåsar som placerats under förnan. Mängden mykorrhiza kommer att jämföras med halter av kväve i markvattnet för att påvisa eventuella samband.

Temarapport: Utveckling av Krondroppsnätet utifrån regionala och nationella behov, IVL Rapport, U 2695. I en nyutkommen rapport till Naturvårdsverket beskrivs Krondroppsnätets roll ur miljöövervaknings- och miljömålsuppföljningshänseende samt hur Krondroppsnätet kan utvecklas efter 2010. Rapporten tar bland annat upp vikten av att koppla resultaten till klimatdata och till avrinningsområden. En tydligare koppling till klimatdata gör det möjligt att analysera hur lufthalter, nedfall och markvattenkemi beror av väderförhållanden, som underlag vid bedömning av ekosystemeffekter vid klimatförändringar. Kopplingen till avrinningsområden är viktig för att bistå med användbart dataunderlag till vattenmyndigheterna i uppföljningen av vattendirektivet. Fokus de närmaste åren kommer även att vara på att syntetisera modellresultat och mätresultat på regional nivå ytterligare för att förbättra underlaget för regional miljömålsuppföljning.

Konferens. Krondroppsnätet har presenterats på en internationell forskarkonferens BIOGEOMON i Helsinki, Finland 29 juni - 3:e juli. Intresset för Krondroppsnätet och våra resultat var mycket stort.

Seminariedag. Den 28 april 2009 hölls Krondroppsdagen på IVL i Göteborg. Under dagen diskuterades resultat och framtida inriktning för Krondroppsnätet.

2008

Länsvisa årsrapporter. Under våren producerades 14 länsvisa rapporter samt en regionvis rapport för norra Sverige.

Presentationer vid Luftvårdsförbundens årsmöten

Utskickad enkät till alla medlemmar

Nytt projektledningsteam för Krondropps nätet tar över

7. Referenser

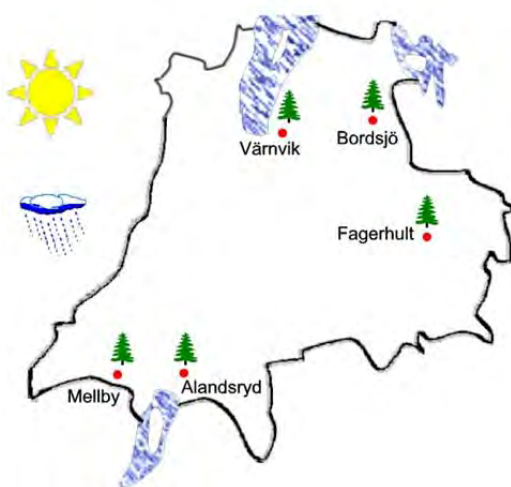
- Akselsson, C., Belyazid, S., Hellsten, S., Klarqvist, M., Pihl-Karlsson, G., Karlsson, P.E., Lundin, L. 2010. Assessing the risk of N leaching across a steep N deposition gradient in Swedish forests using different monitoring and modelling approaches. *Environmental Pollution* 158, 3588-3595.
- Karlsson P.E. & Pihl Karlsson, G. 2008. Depositionsmätningar på hög höjd i Jämtlands län 2007. IVL Rapport B 1819.
- Karlsson, P.E. Akselsson, C., Hellsten, S., Pihl Karlsson, G., 2010a. Krondropps nätet – Tidsutveckling för lufthalter, nedfall och markvattenkemi i relation till förändringar av Europas emissioner. IVL Rapport B 1896.
- Karlsson, P.E., Ferm, M., Hultberg, H., Hellsten, S., Akselsson, C. & Pihl Karlsson, G. 2010b. Totaldeposition av kväve till skog. IVL Rapport B1952 (preliminär).
- Naturvårdsverket, 1999. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Skogslandskapet. Rapport 4917, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Pihl Karlsson, G., Danielsson, H., Pleijel, H., Grundström, G., & Karlsson, P.E. 2011. Ozonmät nätet i södra Sverige. Marknära ozon i bakgrundsmiljön i södra Sverige med hänsyn till ozonets variation i landskapet, Resultat för 2010. IVL Rapport B 1972.
- Simmonds, P.G., A.J. Manning, R.G. Derwent, P. Ciais, M. Ramonet, V. Kazand, D. Ryall. 2005. A burning question. Can recent growth rate anomalies in the greenhouse gases be attributed to large-scale biomass burning events? *Atmospheric Environment* 39 2513–2517.
- Sjöberg, K., Pihl Karlsson, G., Svensson, A., Wängberg, I., Brorström-Lundén, E., Potter, A., Hansson, K., Rehngrén, E., Persson, K., Areskoug, H., Kreuger, J. 2011. Nationell Miljöövervakning – Luft Data t.o.m. 2009. IVL Rapport B1968.
- Stohl, A., Berg, T., Burkhardt, J.F., Fjaeraa, A.M., Forster, C., Herber, A., Hov, Ö., Lunder, C., McMillan, W.W., Oltmands, S., Shiobara, n M., Simpson, D., Solberg, S., Stebel, K., Ström, J., Törseth, K., Treffeisen, R., Vitkunnen, K., Yttri, K.E. 2007. *Atmos. Chem. Phys.*, 7, 511-534.

- U.N. Economic and Social Council, 2010. Empirical critical loads and dose-response relationships. Economic Commission for Europe, Executive Body for the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, Working Group on Effects. ECE/EB.AIR/WG.1/2010/14.
- Whitham, C. & Manning, A. 2007. Impacts of Russian biomass burning on UK air quality. *Atmospheric Environment* 41, 8075–8090.
- Yurganov, I.N., McMillan, W.W., Dzhola, A.V., Grechko, E.I., Jones, N.B., van der Werf, G.R. 2008. Global AIRS and MOPITT CO measurements: Validation, comparison, and links to biomass burning variations and carbon cycle. *J. of Geographical Research* 113, D09301, doi: 10.1029/2007JD009229, 2008.

Bilaga 1. Stationsvis redovisning

Här presenteras årets mätningar vid de olika lokalerna tillsammans med tidigare års mätningar. För deposition redovisas data som medelvärde för hydrologiskt år. För markvattendata visas alla mätningar som genomförts. De tre markvattenprovtagningarna som genomförs varje kalenderår avses representera förhållandena före, under samt efter vegetationsperioden. Lufthaltsdata redovisas halvårsvis.

Jönköpings län



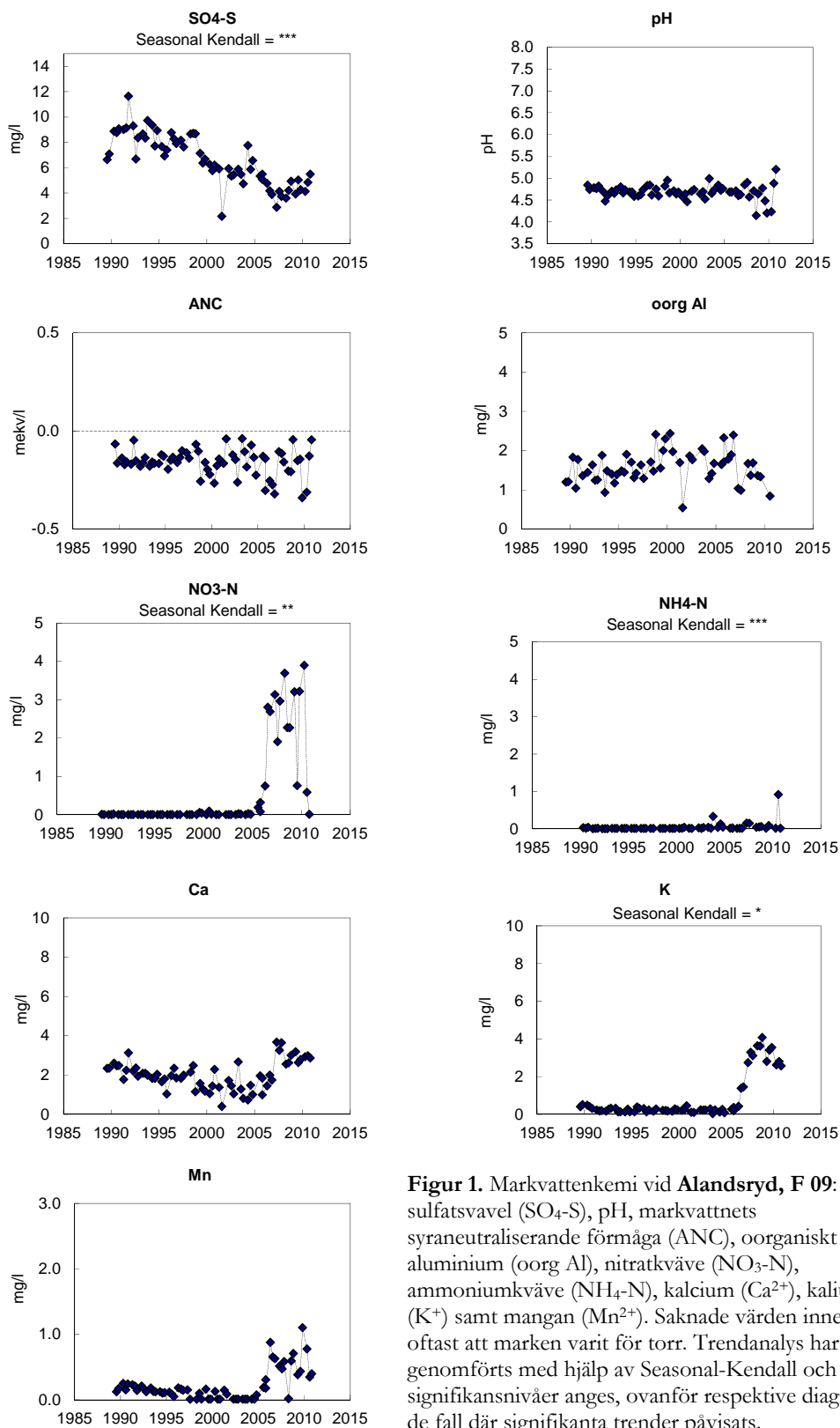
I Jönköpings län finns för närvarande fem aktiva lokaler i Krondroppsnätet, se Tabell 1. Samtliga ytor är granytor. Alandsryd har med sin 20-åriga mätperiod den längsta tidsserien för markvatten, medan Bordsjö och Fagerhult har den längsta tids-serien för nedfall.

Tabell 1. Aktiva ytor i Östergötlands län 2009/10.

Lokal	Dominerande trädslag	Öppet fält	Krondropp	Markvatten	Lufthalter			
					SO ₂	NO ₂	NH ₃	O ₃
Alandsryd (F 09)	gran			X				
Värnvik (F 12)	gran		X	X				
Mellby (F 18)	gran		X	X				
Bordsjö (F 22)	gran		X	X				
Fagerhult (F 23)	gran	X	X	X	X	X	X	*

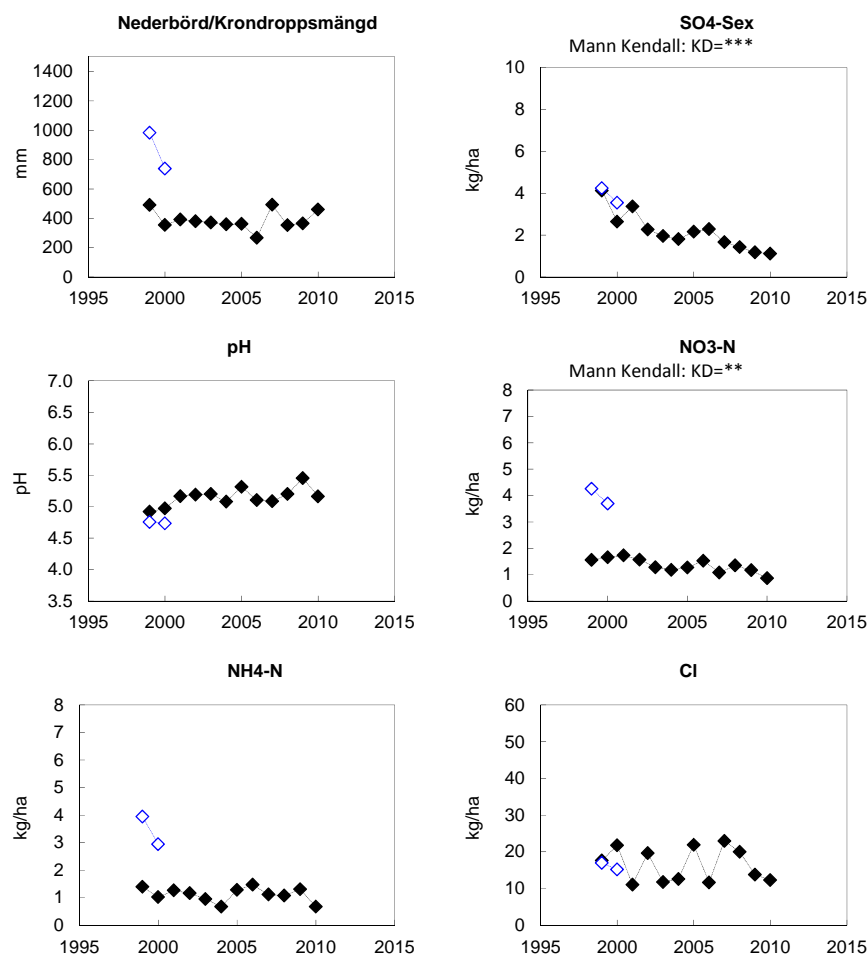
* ingår i Ozonmättnätet i södra Sverige från och med 2009.

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



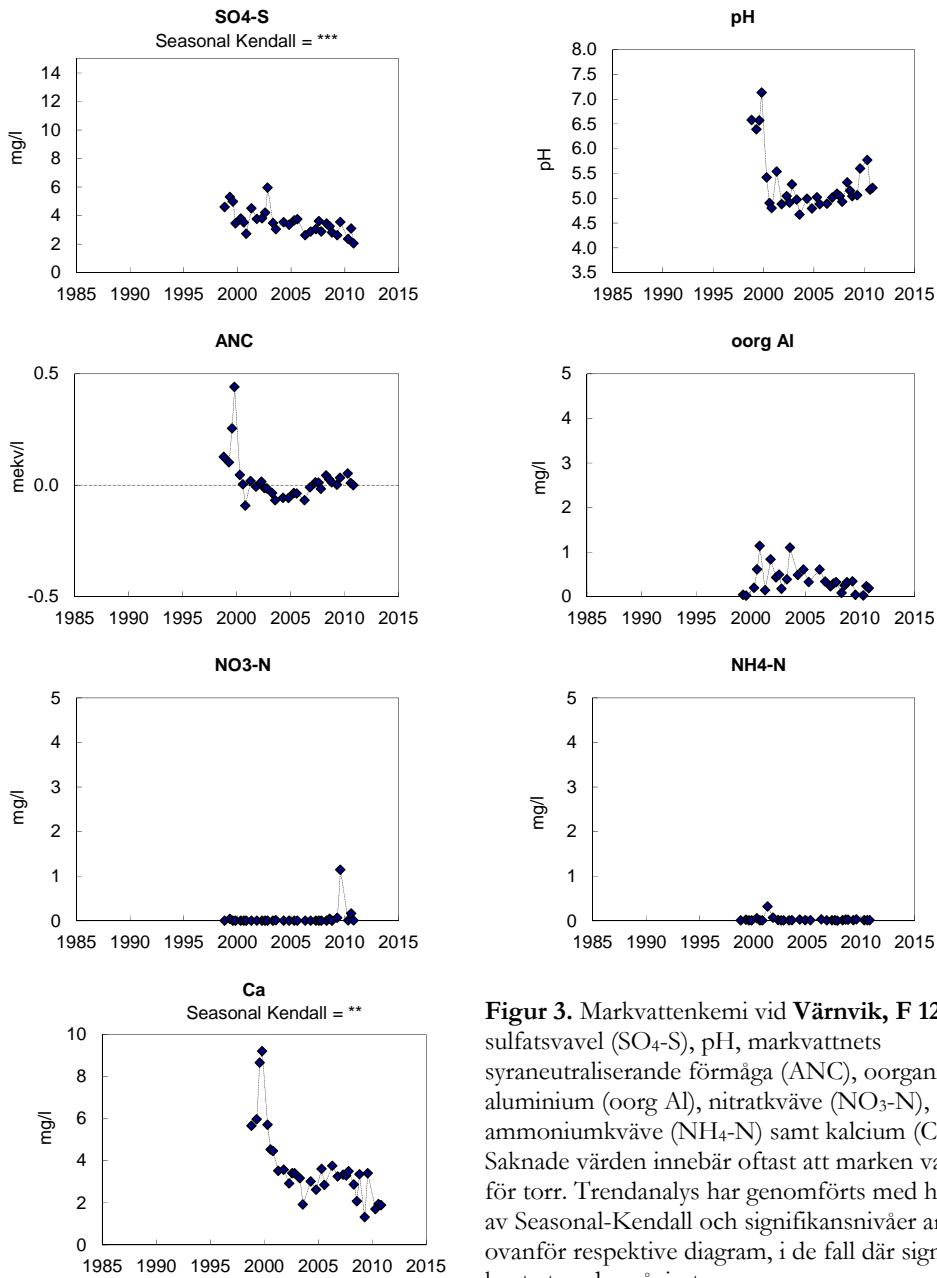
Figur 1. Markvattenkemi vid Alandsryd, F 09: sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalcium (Ca²⁺), kalium (K⁺) samt mangan (Mn²⁺). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Värnvik (F 12): 57-årig granskog med ståndortsindex G28. Markvegetationen består av husmossa, väggmossa, blåbär, vitsippa, teveronika, gökärt och mycket skogskovall. Ytan skadades lite vid stormen Gudrum, då 2-3 granar vindfällades i ytan. Mätningar av nedfall och markvatten startade under det hydrologiska året 1998/99. Mätningarna över öppet fält avslutades 2000/01. För närvarande mäts nedfall i skogsytan (krondropp) och markvattenkemi.



- ◆-- Krondropp (KD)
- ◇-- Öppet fält (ÖF)

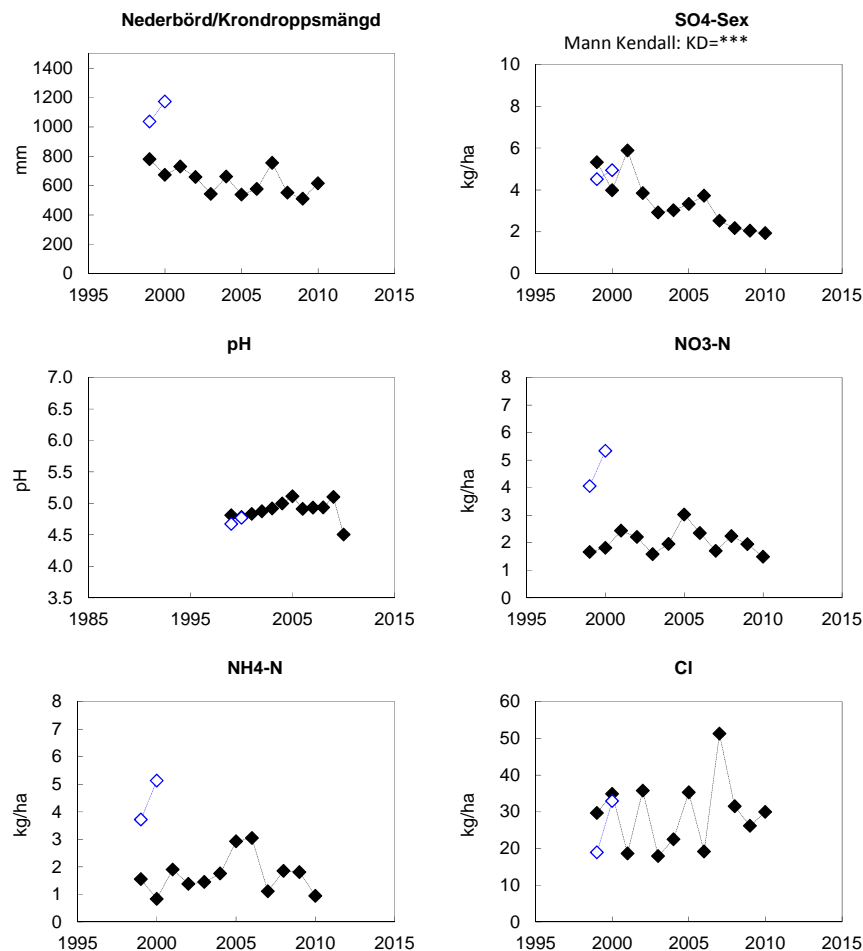
Figur 2. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Värnvik, F 12**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); pH; nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



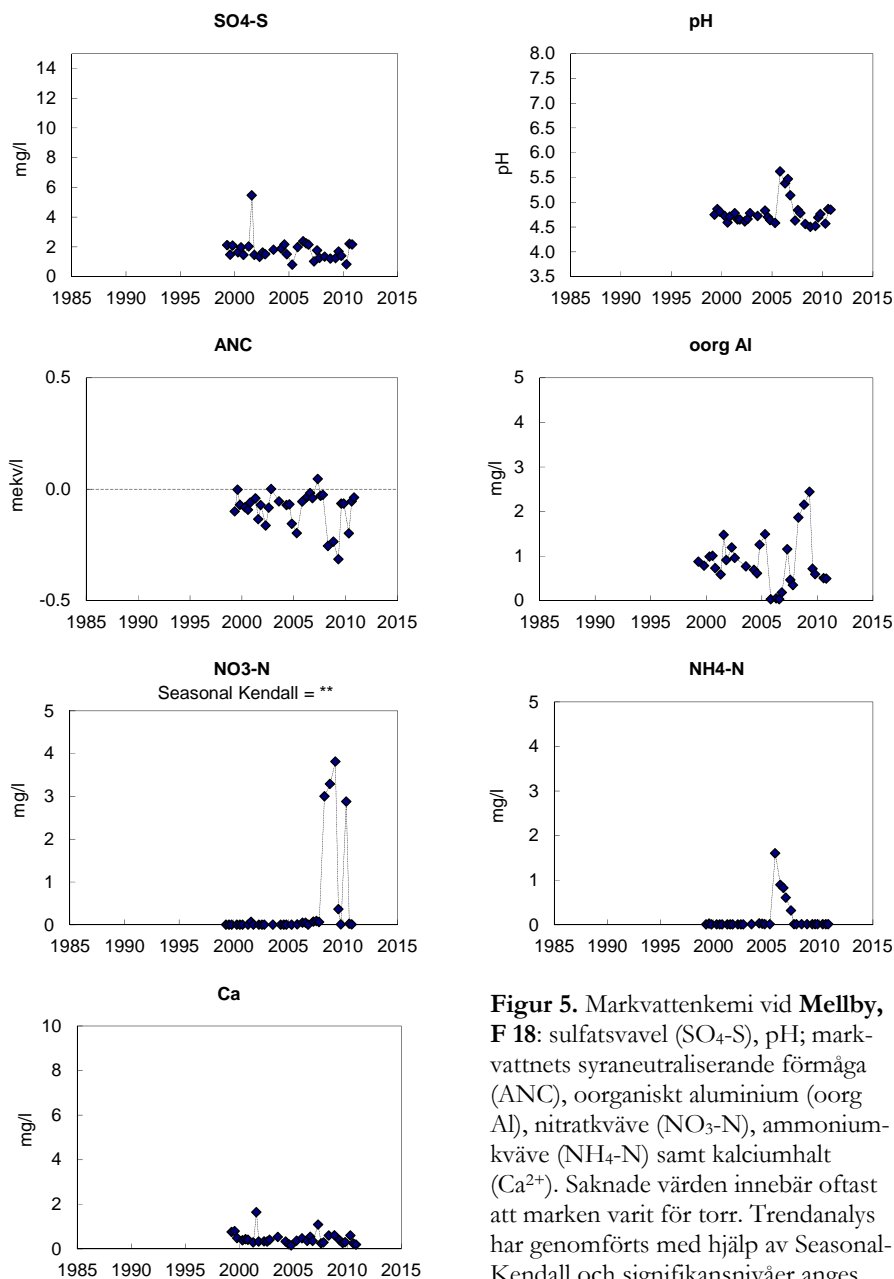
Figur 3. Markvattenkemi vid Värnvik, F 12: sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N) samt kalcium (Ca²⁺). Saknade värden innebär oftast att marken varit torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Mellby (F 18): 56-årig granya, med ståndortsindex G26, i sydvästra delen av länet.

Markvegetationen består av kruståtel, cypress-, vägg-, hus-, kvast- och kammossa. I det området som påverkades av stormen Gudrun växer mest kruståtel och lite ormbunkar, tåg samt starr. Mätningar av nedfall och markvatten startade under det hydrologiska året 1998/99. Skogsytan stormskadades vid stormen Gudrun i januari 2005, då 15 granar blåste ner och många träd blåste ned utanför ytan. Mätningarna på öppet fält avslutades 2000/01 och numera mäts nedfallet i skogsytan (krondropp) samt markvattenkemi.

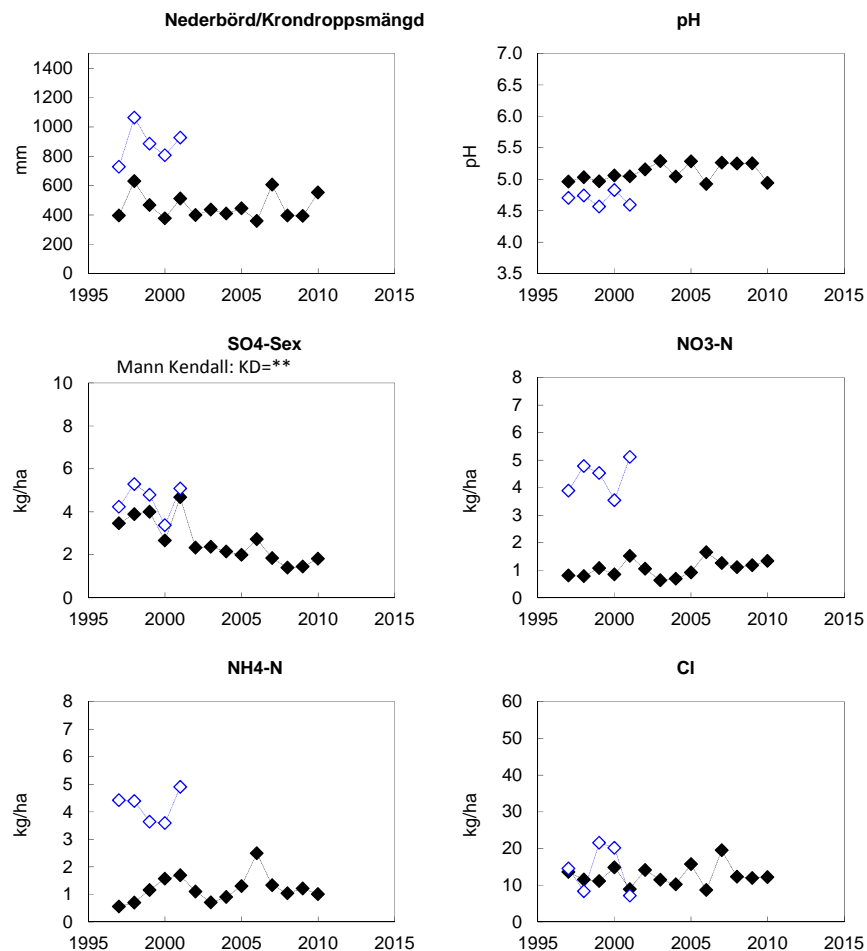


Figur 4. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Mellby, F 18. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); pH; nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) samt kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



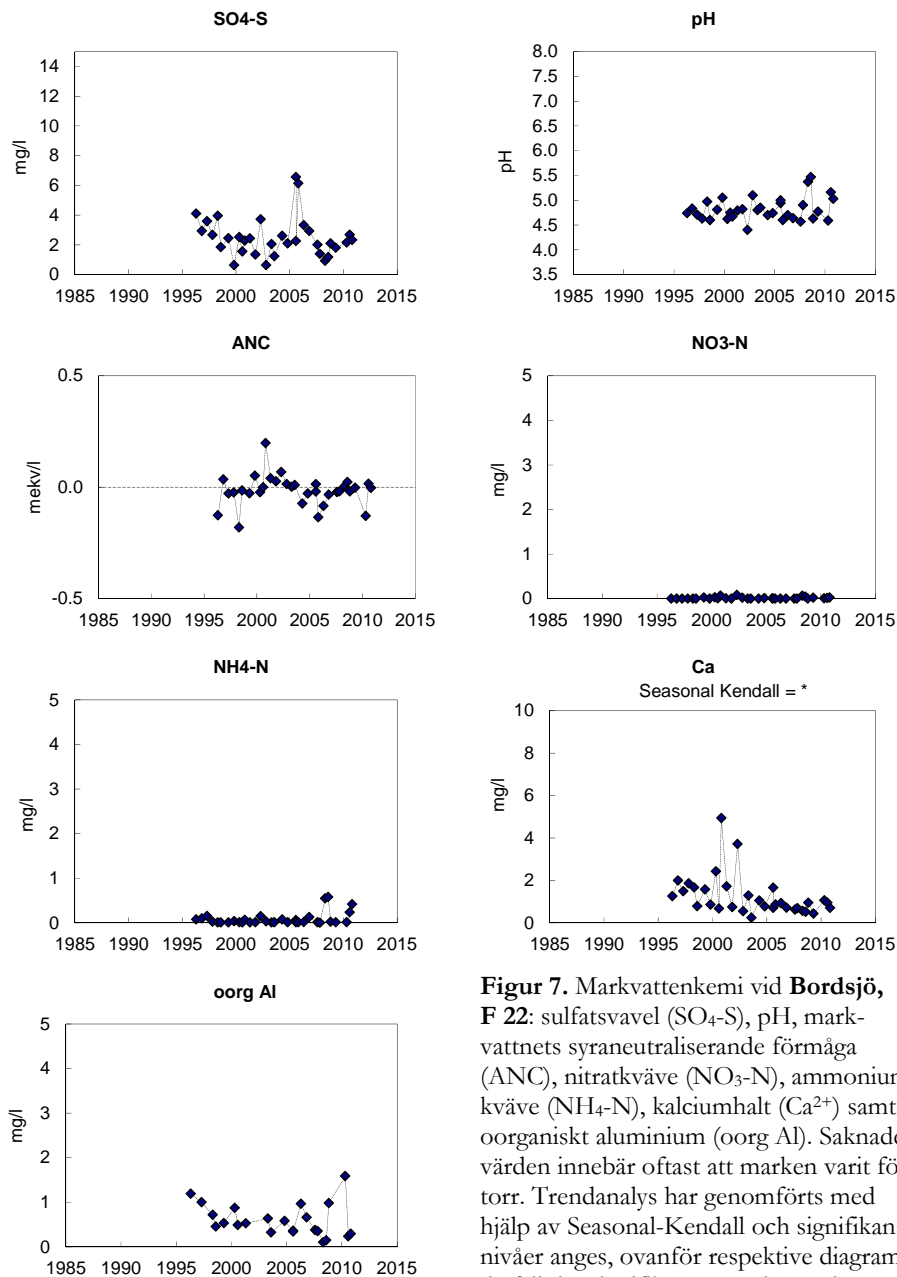
Figur 5. Markvattenkemi vid Mellby, F 18: sulfatsvavel (SO₄-S), pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N) samt kalciumhalt (Ca²⁺). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Bordsjö (F 22): Yta öster om Aneby. Skogen utgörs av 58-årig, ganska tät, granskog (G28) utan fåltskikt, på gammal betesmark. Beståndet är delvis skadat av vilt och röta. Markvegetationen består främst av hus-, vägg-, björn- och stor kvastmossa samt krustätel. Ytan skadades måttligt i samband med stormen Gudrun i januari 2005 då 10-12 granar fälldes i ytan eller in i ytan. Mätningar av nedfall och markvatten startade i januari 1996. I februari samma år startades även mätningar av lufthalter. Lufthaltsmätningarna och nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001. Numera mäts nedfallet i skogsytan (kronddropp) samt markvattenkemi.



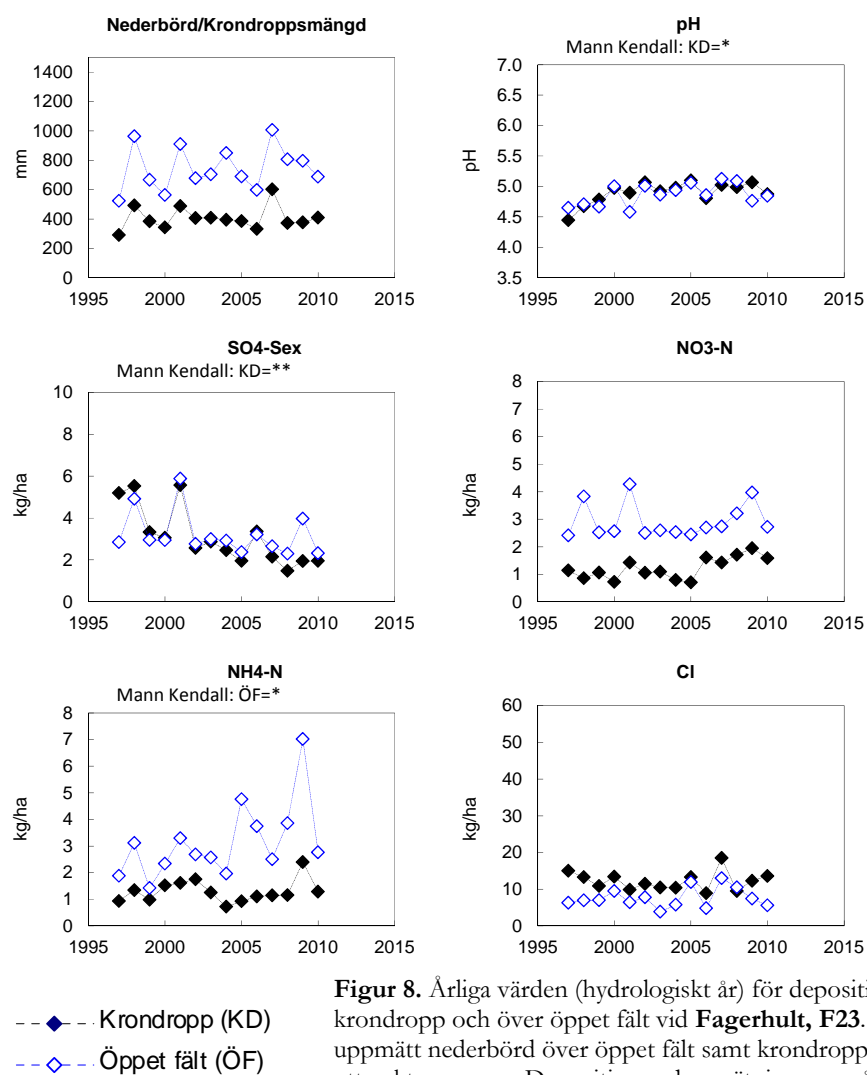
- ◆-- Kronddropp (KD)
 --◇-- Öppet fält (ÖF)

Figur 6. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via kronddropp och över öppet fält vid **Bordsjö, F 22**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt kronddroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: pH; sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, kronddropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

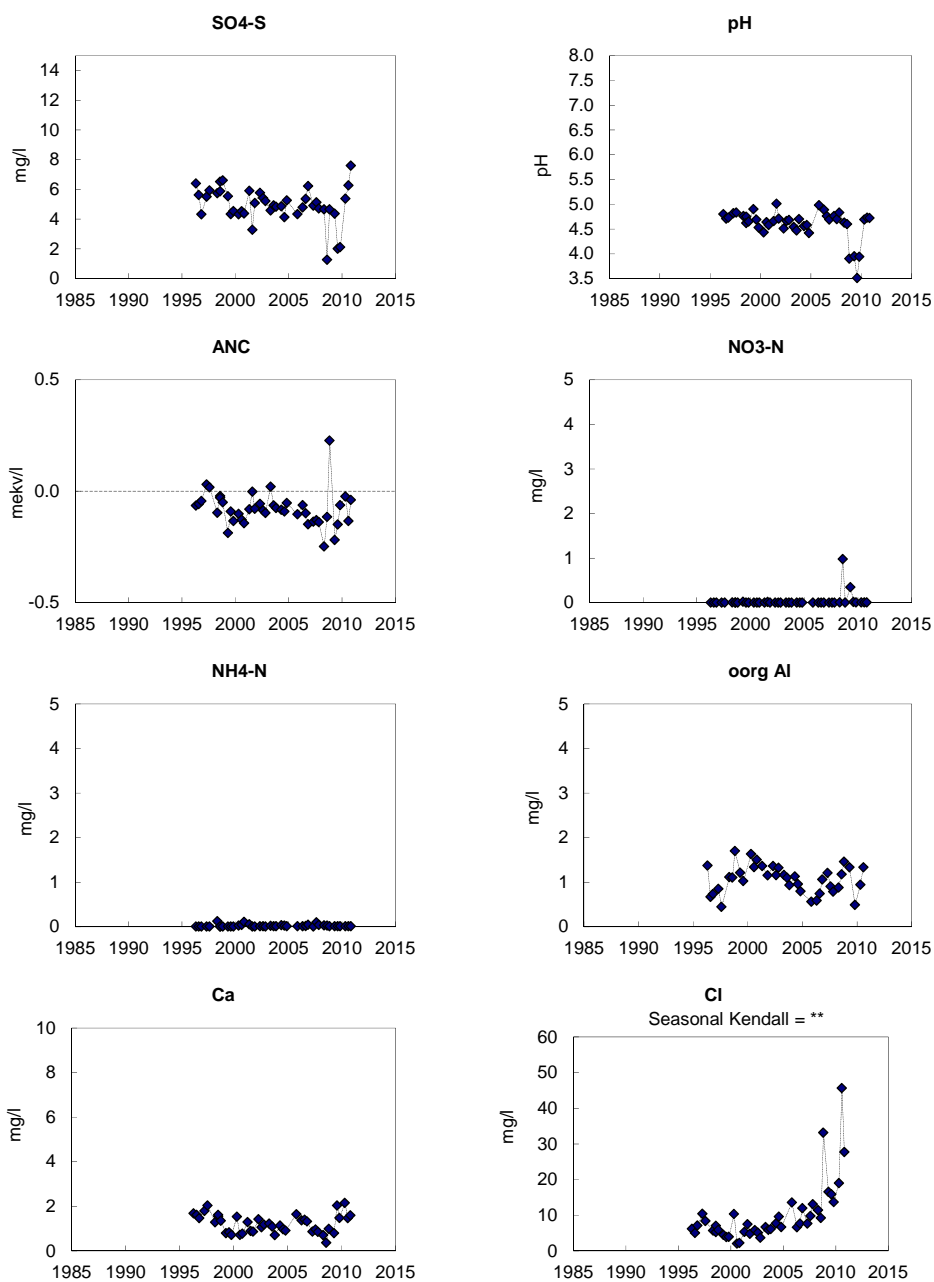


Figur 7. Markvattenkemi vid **Bordsjö, F 22:** sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), kalciumhalt (Ca^{2+}) samt oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

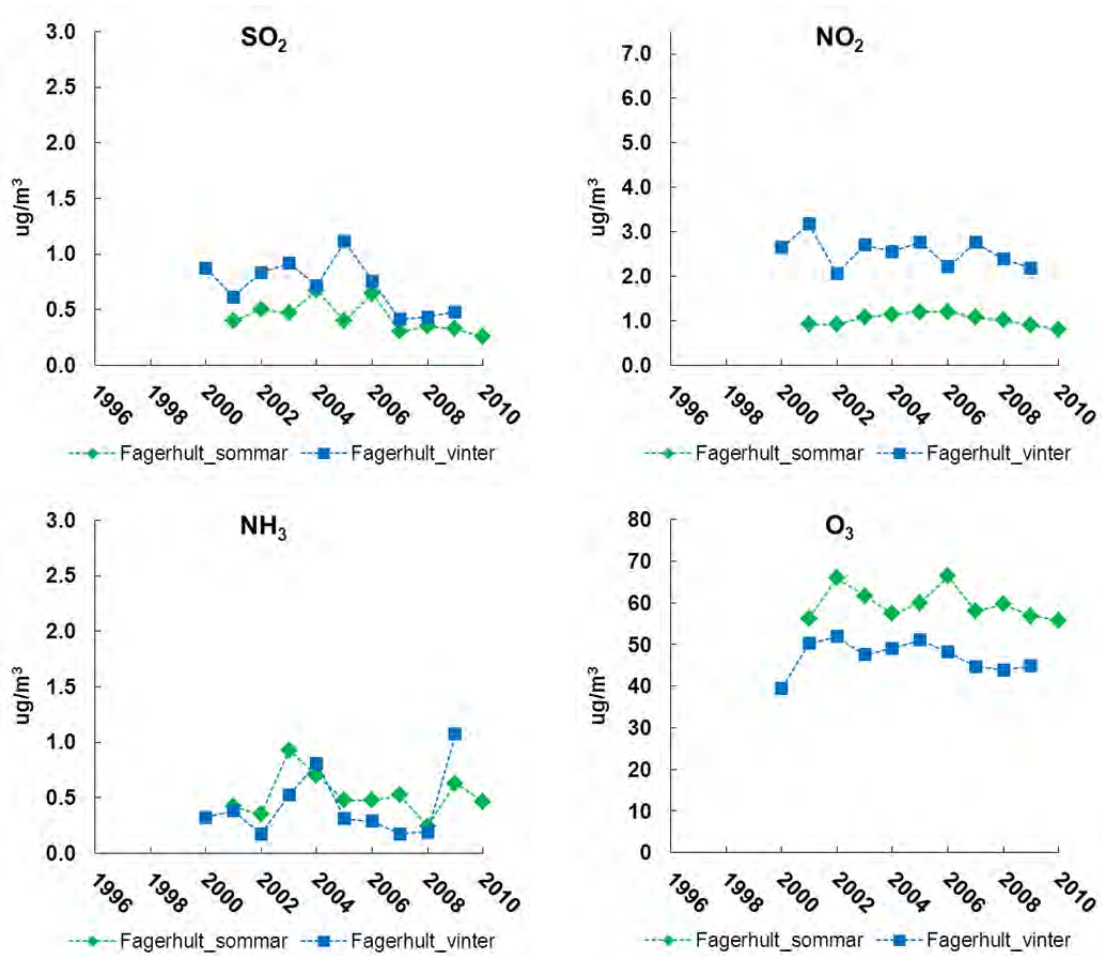
Fagerhult (F 23): Yta med 59-årig granskog på bördig mark, som troligtvis har varit gammal betesmark. Beståndet har högre bonitet än övriga granytor i länet, ståndortsindex G32. Mätningar av nedfall och markvatten startade i januari 1996. I november 2000 startades mätningar av lufthalter. I januari 2008 skadades ytan av en storm och vid uppröjningen i april blev skadorna större då arbetsmaskiner var på ytan. Detta medförde att vissa lysimetrar samt en del av krondroppslinjen flyttades litet. Ytan idag ligger precis i kanten av hygget. Vid Fagerhult mäts för närvarande deposition både till skog (krondropp) och öppet fält, samt lufthalter och markvattenkemi.



Figur 8. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Fagerhult, F23**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: pH; sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur 9. Markvattenkemi vid **Fagerhult, F 23:** sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca^{2+}) samt klorid (Cl). 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.



Figur 10. Lufthalter vid Fagerhult (F 23). Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

Östergötlands län



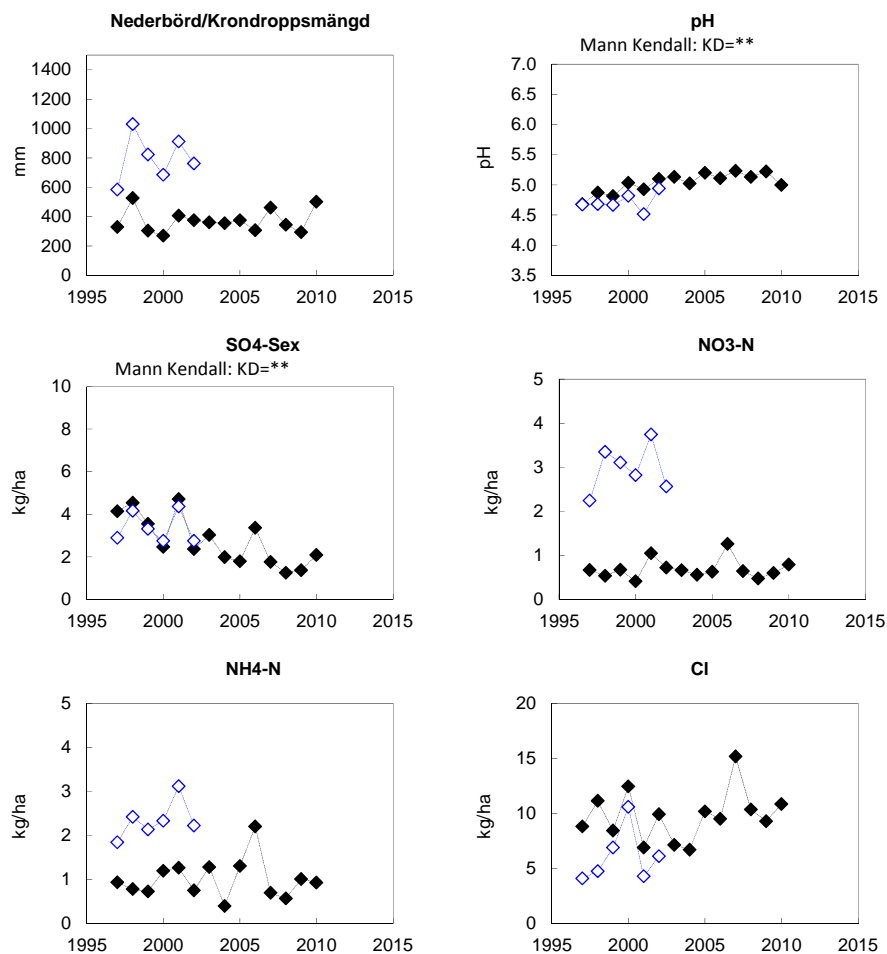
I Östergötlands län finns två aktiva lokaler inom Krondroppsnätet (Tabell 1). Båda lokalerna har varit aktiva i 13 år. Vid båda stationerna mäts depositionen via krondropp samt markvattenkemi och vid Höka mäts dessutom halter i luft. Mätningar av depositionen över öppet fält startade i juli 2009 vid Höka.

Tabell 1. Aktiva ytor i Östergötlands län 2009/10.

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

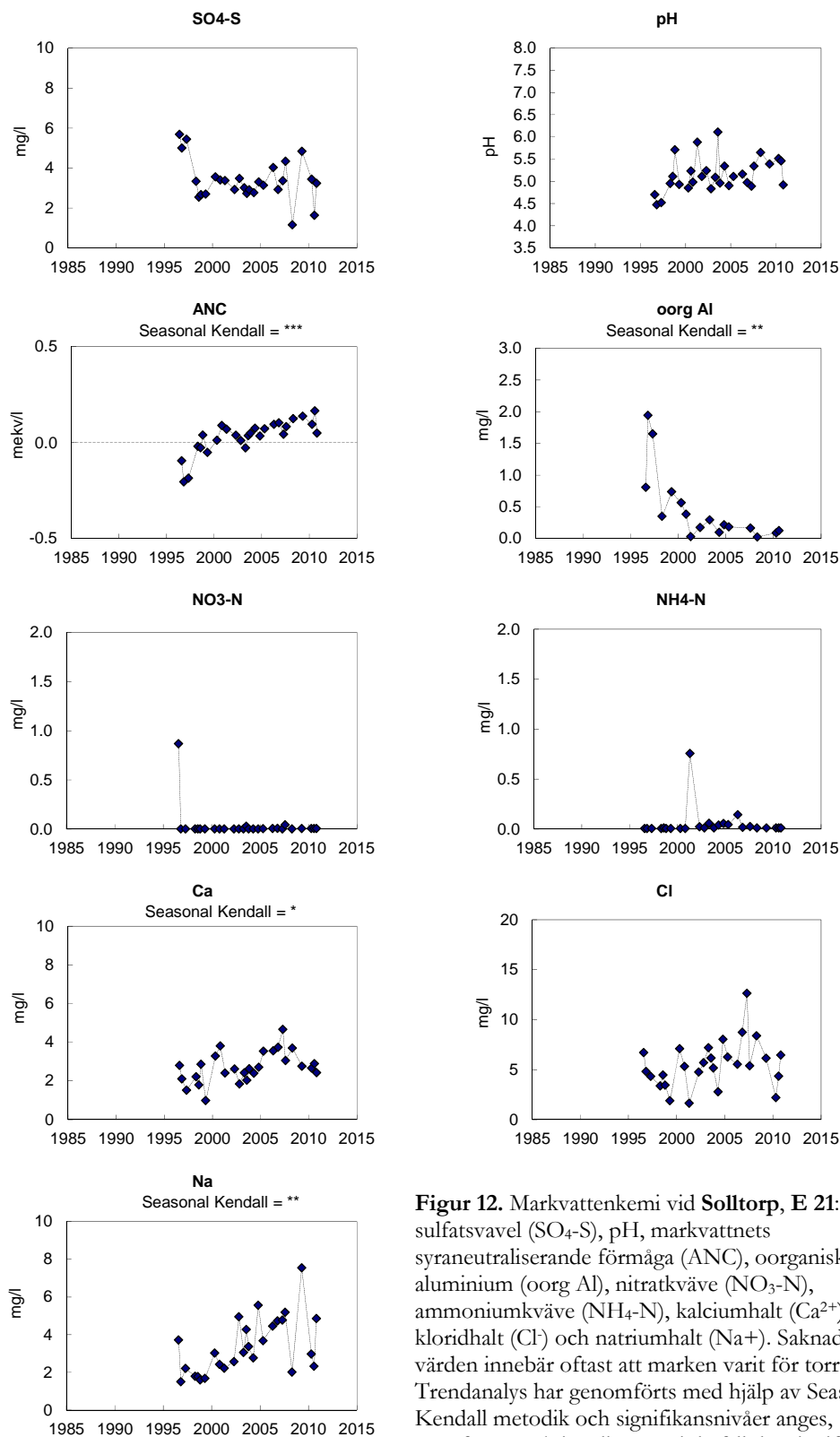
* ingår i Ozonmättnätet i södra Sverige

Solltorp (E 21) Provytan ligger i en 75-årig granskog som gallrades i början av 1990-talet. Ståndortsindex är G32 och beståndet utgör en första generationens skog på en före detta betesmark. Markvegetationen består främst av husmossa, kammossa, skogskovall, harsyra, vitsippa (lite blåsippa). Marken sluttar svagt åt öster och lokalen ligger väl skyddad inne i beståndet. Mätning av deposition och markvatten startade i oktober 1996. Nederbörds-kemiska mätningar på öppet fält pågick mellan oktober 1996 och september 2002. Lufthaltsmätningar pågick mellan 1998 och 2006.



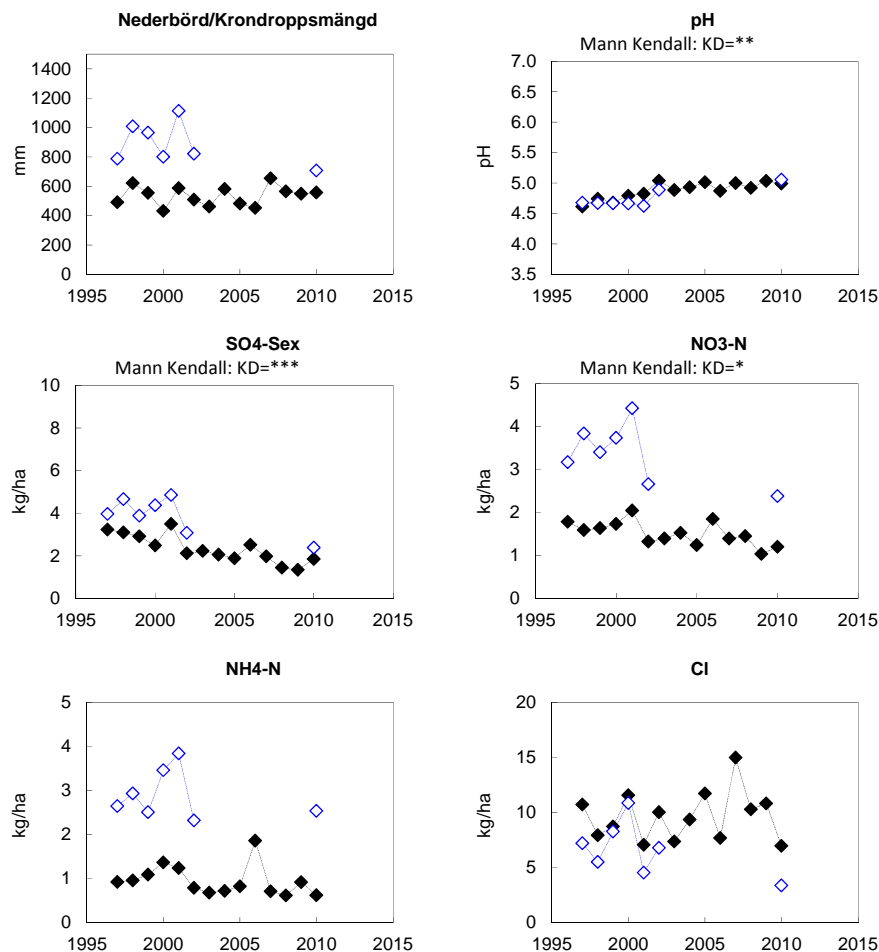
--◆-- Kron dropp (KD)
 --◇-- Öppet fält (ÖF)

Figur 11. Årliga värden (hydrologiskt år) för deposition via kron dropp och över öppet fält vid **Solltorp, E 21**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt kron droppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: pH; sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) samt klorid (Cl). ÖF, öppet fält; KD, kron dropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



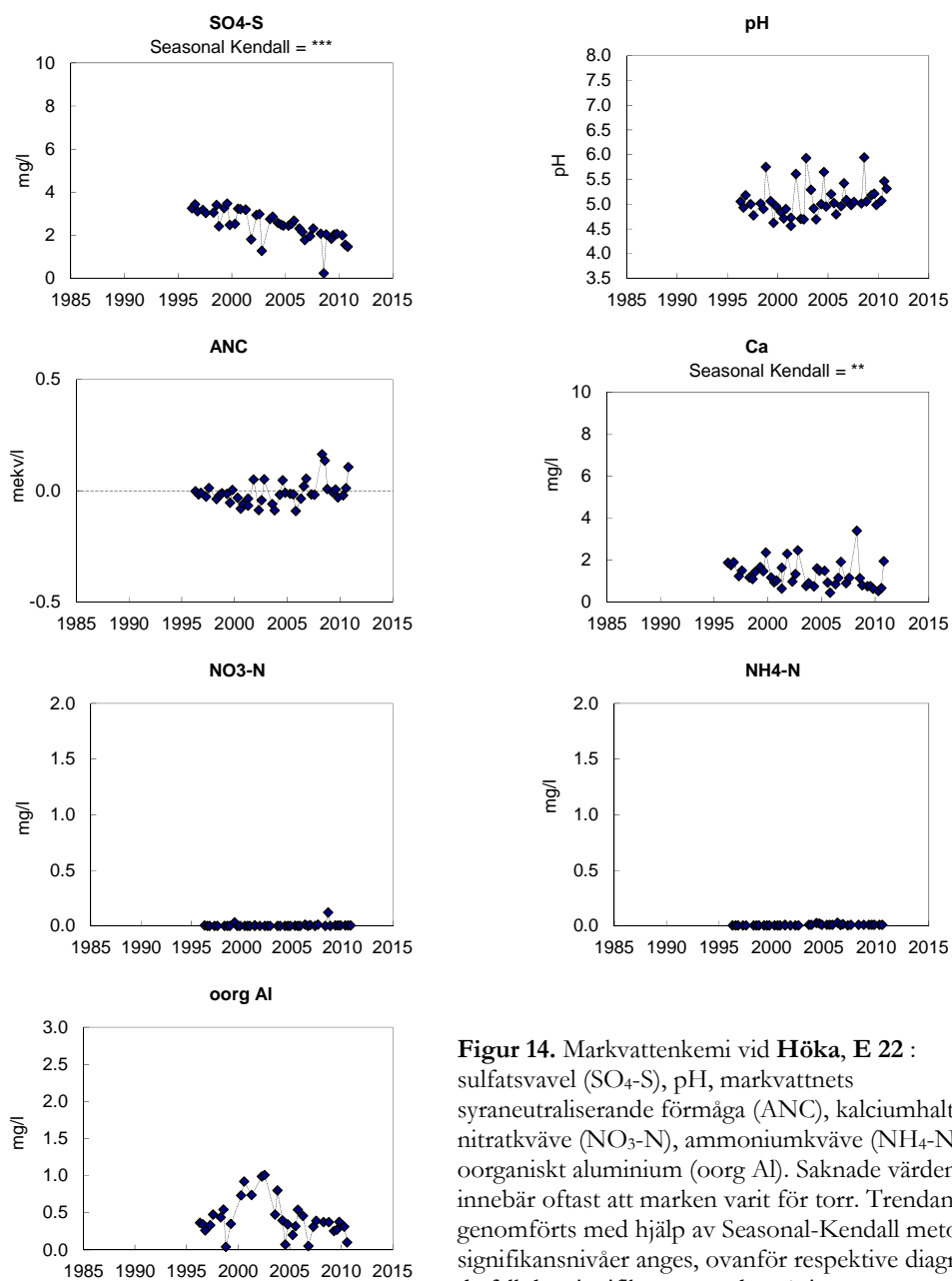
Figur 12. Markvattenkemi vid Solltorp, E 21: sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalciumhalt (Ca²⁺), kloridhalt (Cl⁻) och natriumhalt (Na⁺). Sknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Höka (E 22): En 75-årig tallyta, i länets nordvästligaste hörn. Ståndortsindex är T24 på typisk tallmark med fältskikt av blåbärsris. Mätning av deposition över öppet fält- och i skogsytan samt markvatten startade 1996 och lufthaltsmätningarna startade i februari 1998. I september 2002 avslutades mätningarna över öppet fält och i slutet av juli 2009 startade de igen.

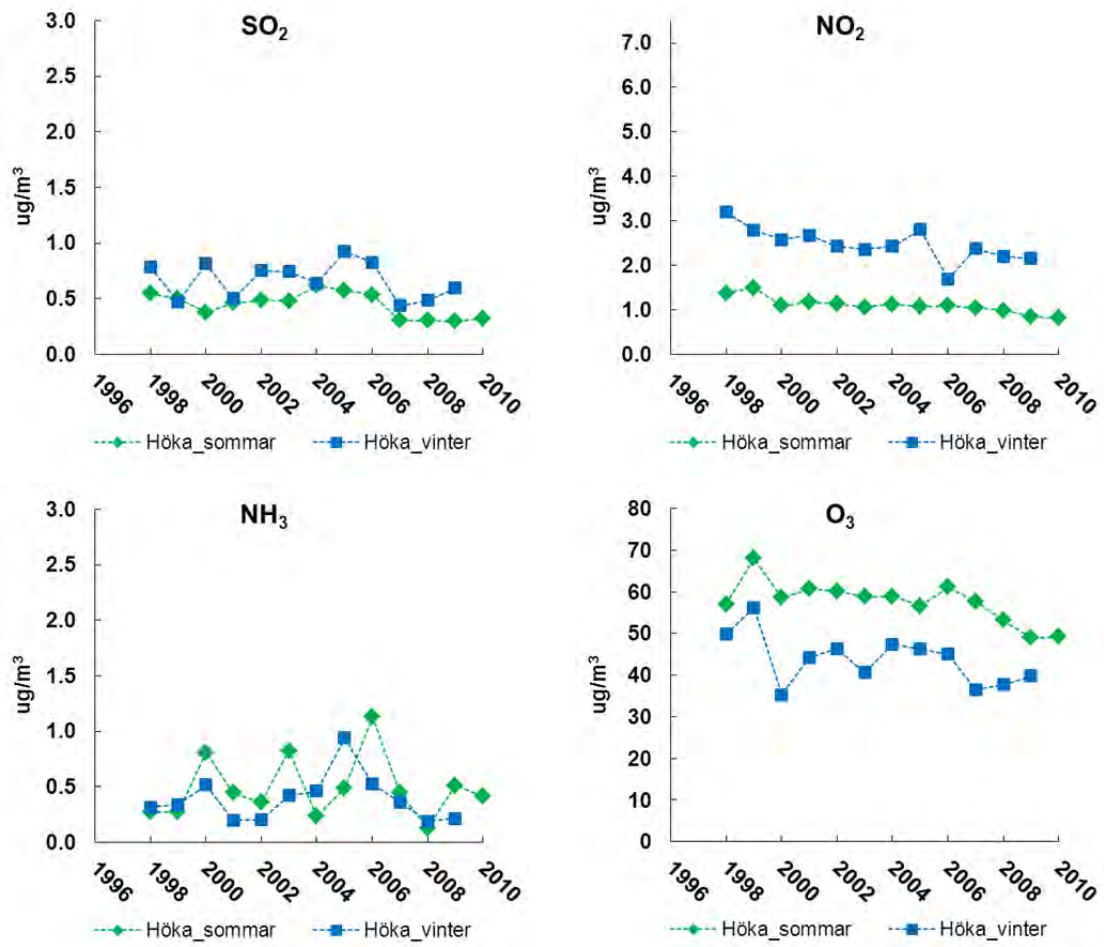


---◆--- Krondropp (KD)
 ---◇--- Öppet fält (ÖF)

Figur 13. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Höka, E 22. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: pH; sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

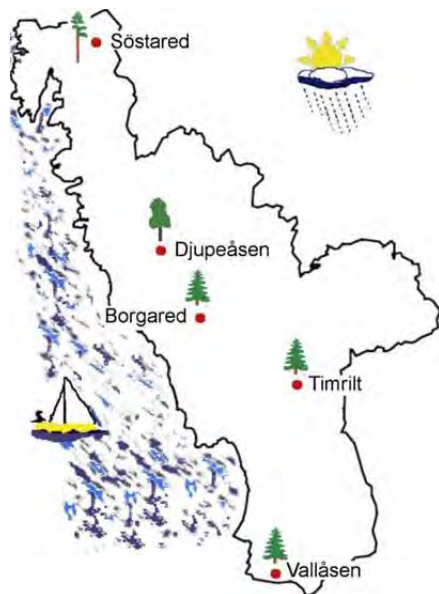


Figur 14. Markvattenkemi vid Höka, E 22 : sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), kalciumhalt (Ca²⁺), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N) och oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur 15. Lufthalter vid Höka (E 22). Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

Hallands län



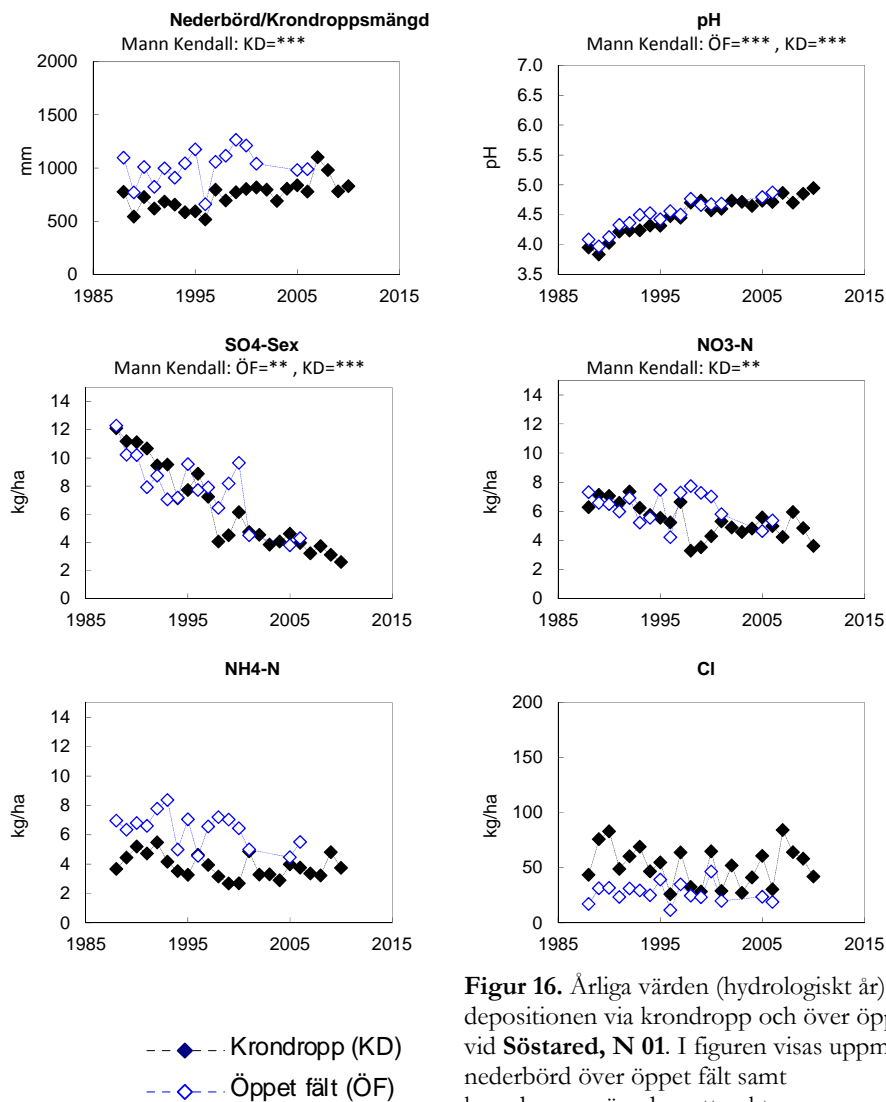
I Hallands län finns fem aktiva lokaler inom Krondroppsnätet (Tabell 1). Söstared är den yta i länet som har längst mätserie, 22 år. Timrilt är den enda lokal i länet där alla typer av mätningar som ingår i Krondroppsnätet görs; nedfallsmätningar över öppet fält och i skogen samt mätningar av markvattenkemi och lufthalter.

Tabell 1. Aktiva ytor i Hallands län 2009/10.

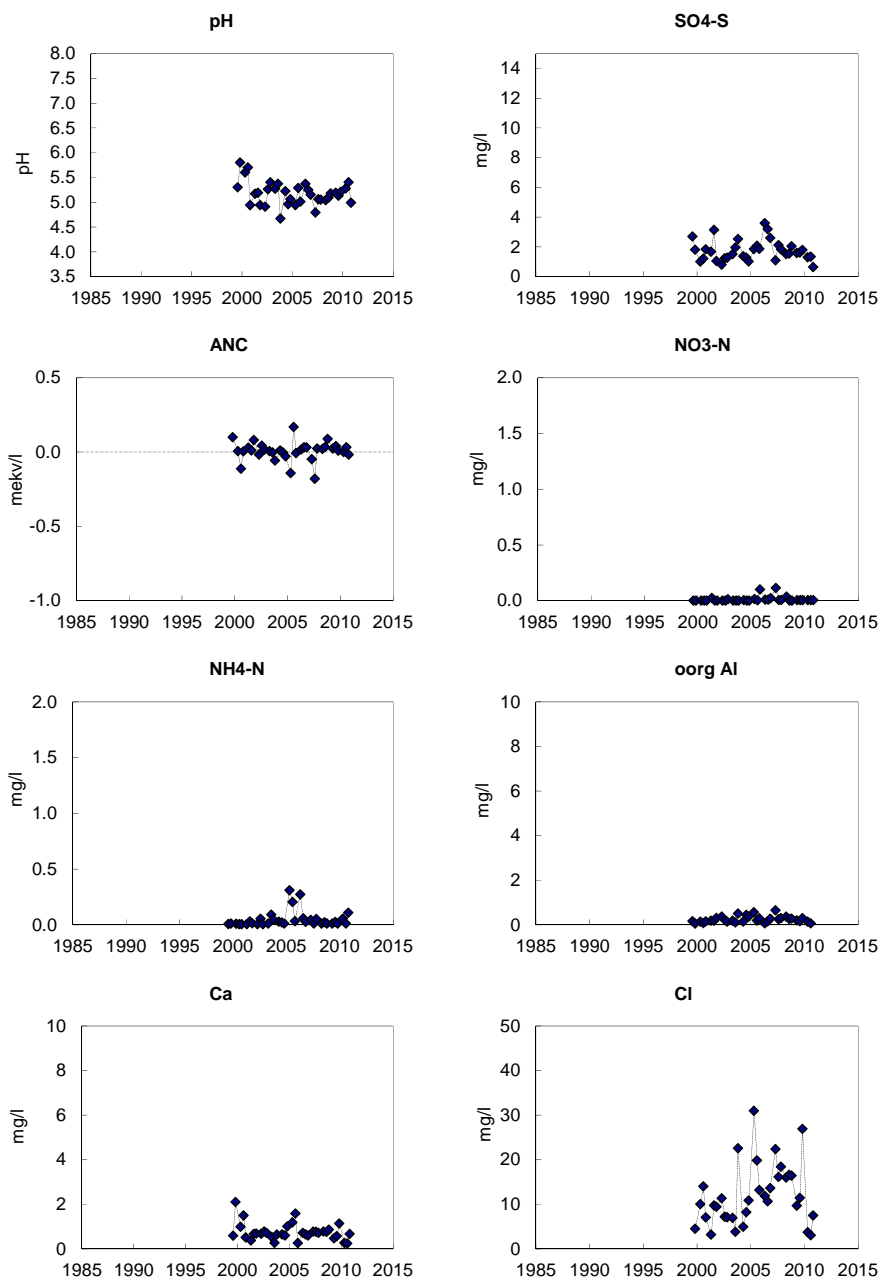
Lokal	Dominerande trädslag	Öppet fält	Krondropp	Markvatten	Lufthalter			
					SO ₂	NO ₂	NH ₃	O ₃
Söstared (N 01)	Tall		X	X				
Borgared (N 12)	Gran		X	X				
Timrilt (N 13)	Gran	X	X	X	X	X	X	*
Djupeåsen (N 14)	Bok		X	X				
Vallåsen (N 17)	Gran		X	X				

* ingår i Ozonmättnätet i södra Sverige från och med 2009.

Söstared (N 01): En 87-årig ganska gles tallskogsytta som är belägen i nordöstra delen av Kungsbacka kommun. Ståndsindex T24. I och med att beståndet är gles har det vuxit upp en tät föringring 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. Markvattenprovtagningarna flyttades 2000 en mycket kort bit och parallella mätningar har skett under lång tid. Numera mäts deposition i skogsytan (krondropp), samt markvattenkemi. Stormen Gudrun påverkade ytan i Söstared förhållandevis lite genom att endast en tall blåste ned.

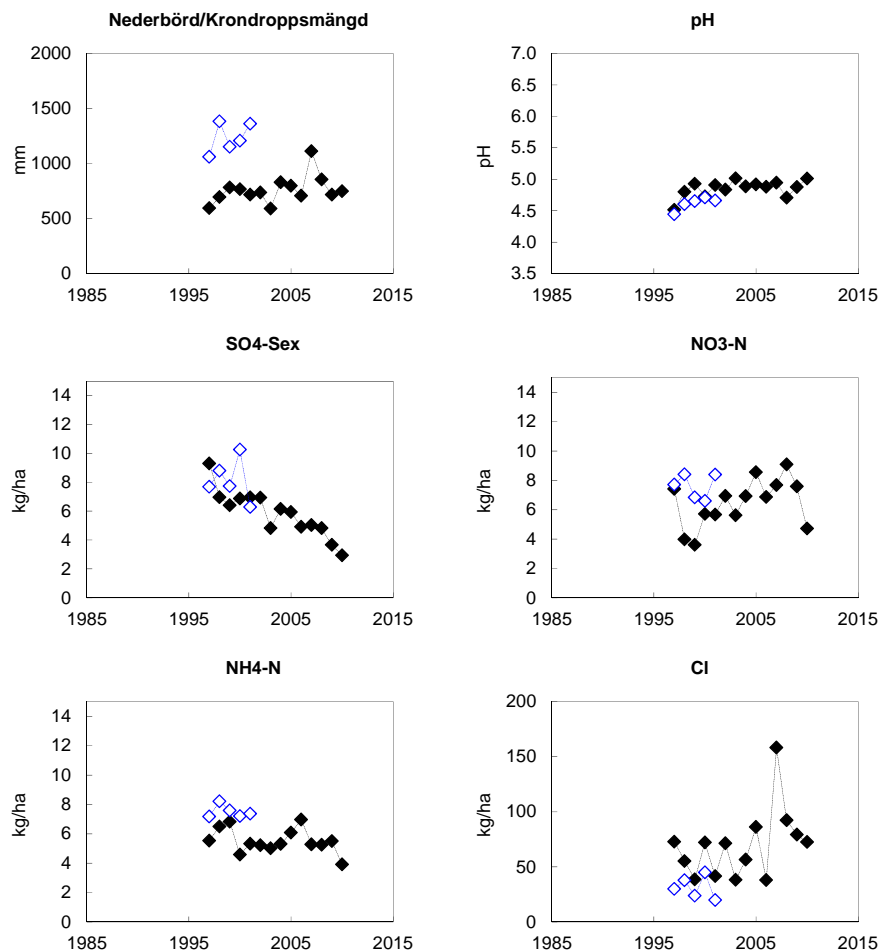


Figur 16. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Söstared, N 01**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: pH; sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



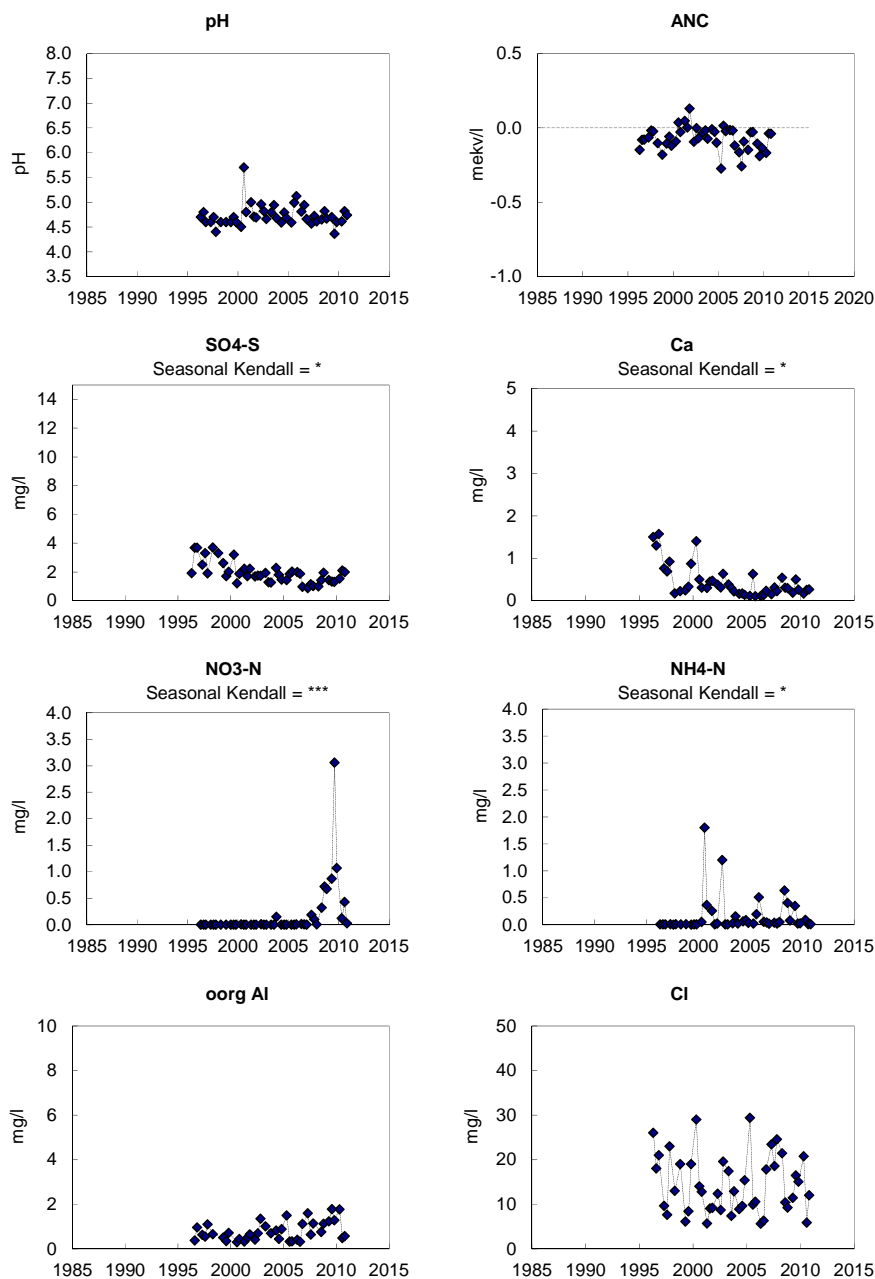
Figur 17. Markvattenkemi vid Söstared, N 01-B: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺) och kloridhalt (Cl). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys 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. Markvegetationen består av hakmossor, värfryle, kvastmossor, vågig sidenmossa, gräsmossa och cypressfläta. Mätning av deposition och markvatten startade 1996. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001, och idag mäts nedfall i skog (krondropp) och markvattenkemi. Stormen Gudrun påverkade ytan i Borgared mycket då 15 granar föll och bildade en lucka i provytan.



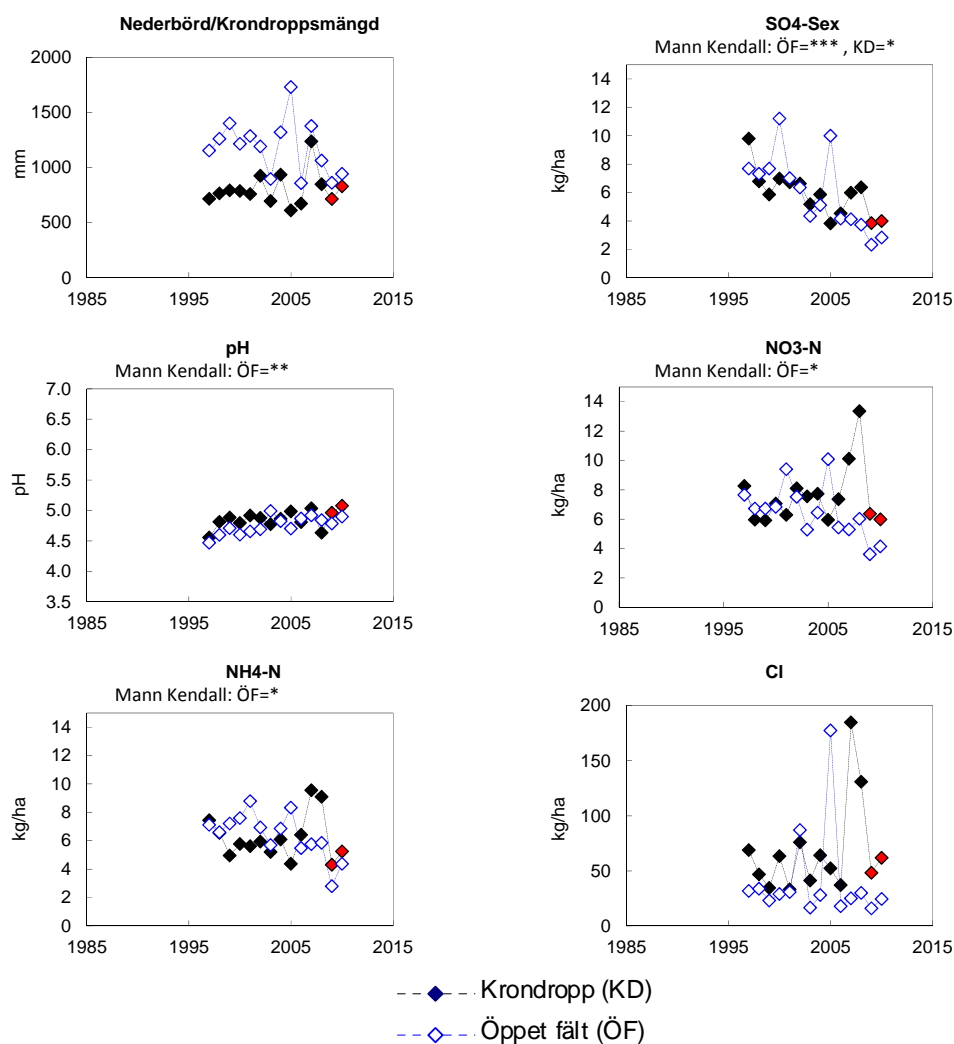
--◆-- Krondropp (KD)
 --◇-- Öppet fält (ÖF)

Figur 18. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Borgared, N 12**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: pH; sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

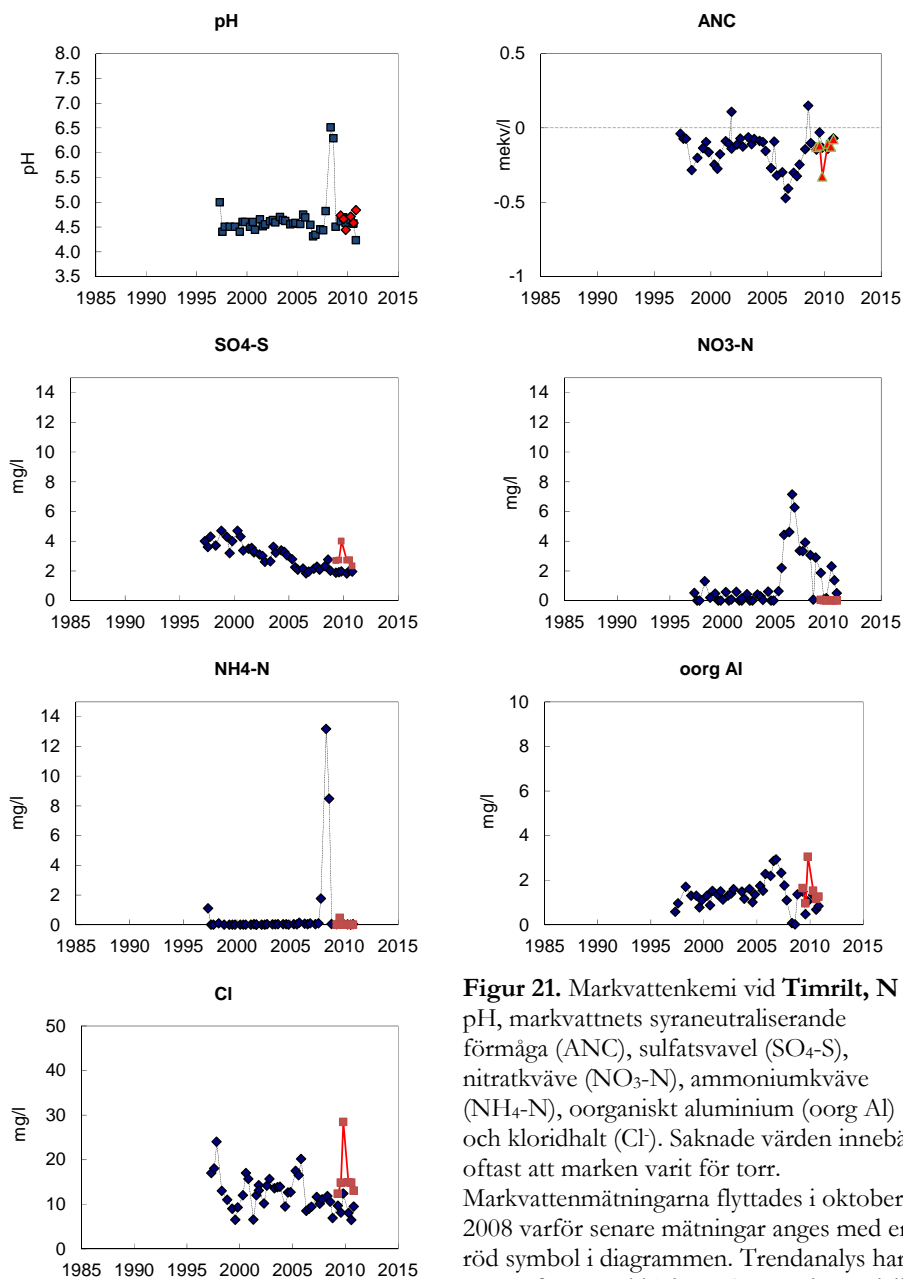


Figur 19. Markvattenkemi vid **Borgared, N 12:** pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), sulfatsvavel (SO₄-S), kalciumhalt (Ca²⁺), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N) samt oorganiskt aluminium (oorg Al) och kloridhalt (Cl⁻). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

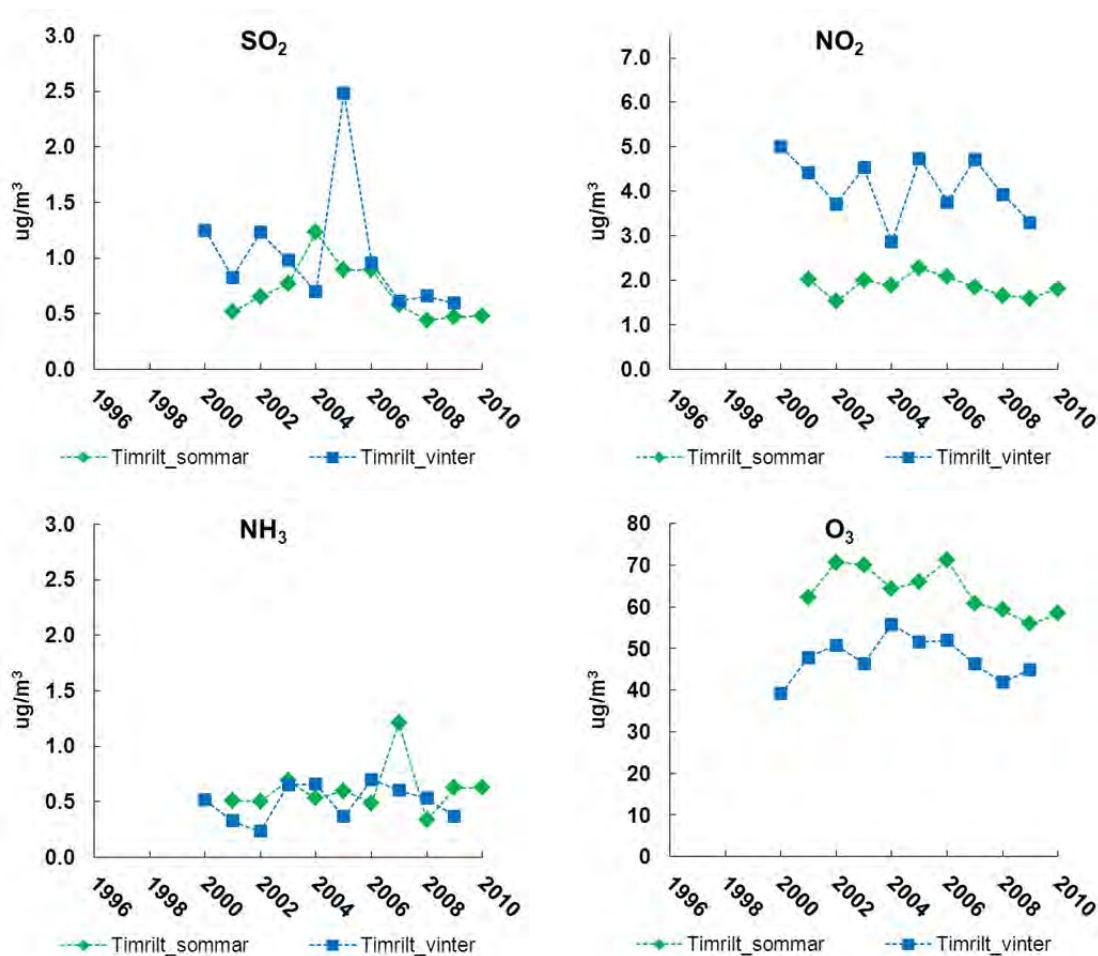
Timrilt (N 13): En drygt 50-årig granyta (ståndortsindex G32) som är belägen mellan Simlångsdalen och Oskarström. Ytan ligger i nedre delen av en mindre sluttning. Beståndet och ytan gallrades säsongen 2001/02. Markvegetationen består endast av mossvegetation, cypressfläta, gräs-, vägg-, kvast-, vågig siden-, blå- samt lite vitmossa. På samma sätt som i Borgared startade mätning av deposition och markvatten 1996. Sedan hösten 2000 mäts även halter av svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂) och ammoniak (NH₃) i luft. Skogsbeståndet skadades kraftigt 2005 av stormen Gudrun då mer än hälften av alla träd blåste ner, och har därefter skadats ytterligare i påföljande stormar. Under hösten 2008 flyttades därför krondropps- och markvattenmätningarna till en ny närliggande yta.



Figur 20. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Timrilt, N 13**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); pH; nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. När det gäller krondroppsmätningarna så flyttades de i oktober 2008 varför senare mätningar anges med en röd symbol. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats. I de fall där statistiskt signifikanta trender erhålls i krondropp gäller de enbart mätningar vid den gamla ytan.

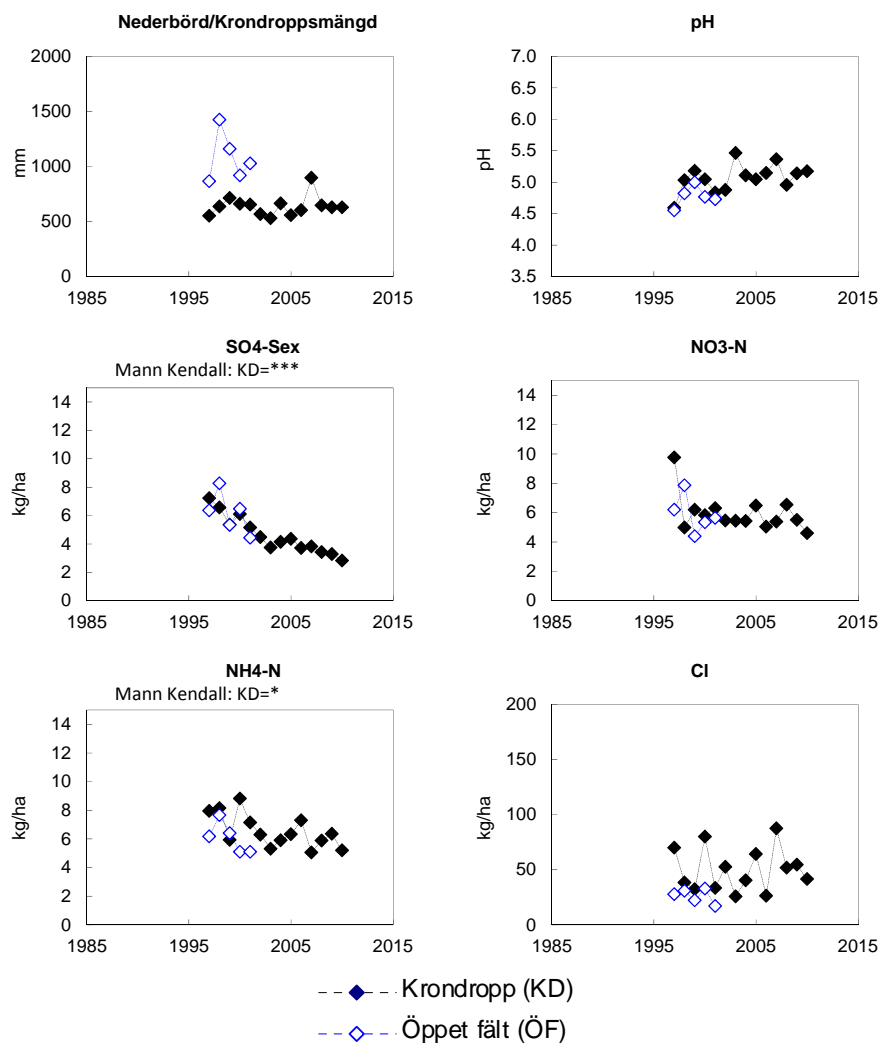


Figur 21. Markvattenkemi vid **Timrilt, N 13**: pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), sulfatsvavel (SO₄-S), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al) och kloridhalt (Cl). Ssaknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Markvattenmätningarna flyttades i oktober 2008 varför senare mätningar anges med en röd symbol i diagrammen. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats. I de fall där statistiskt signifikanta trender erhålls gäller de enbart mätningar vid den gamla ytan.

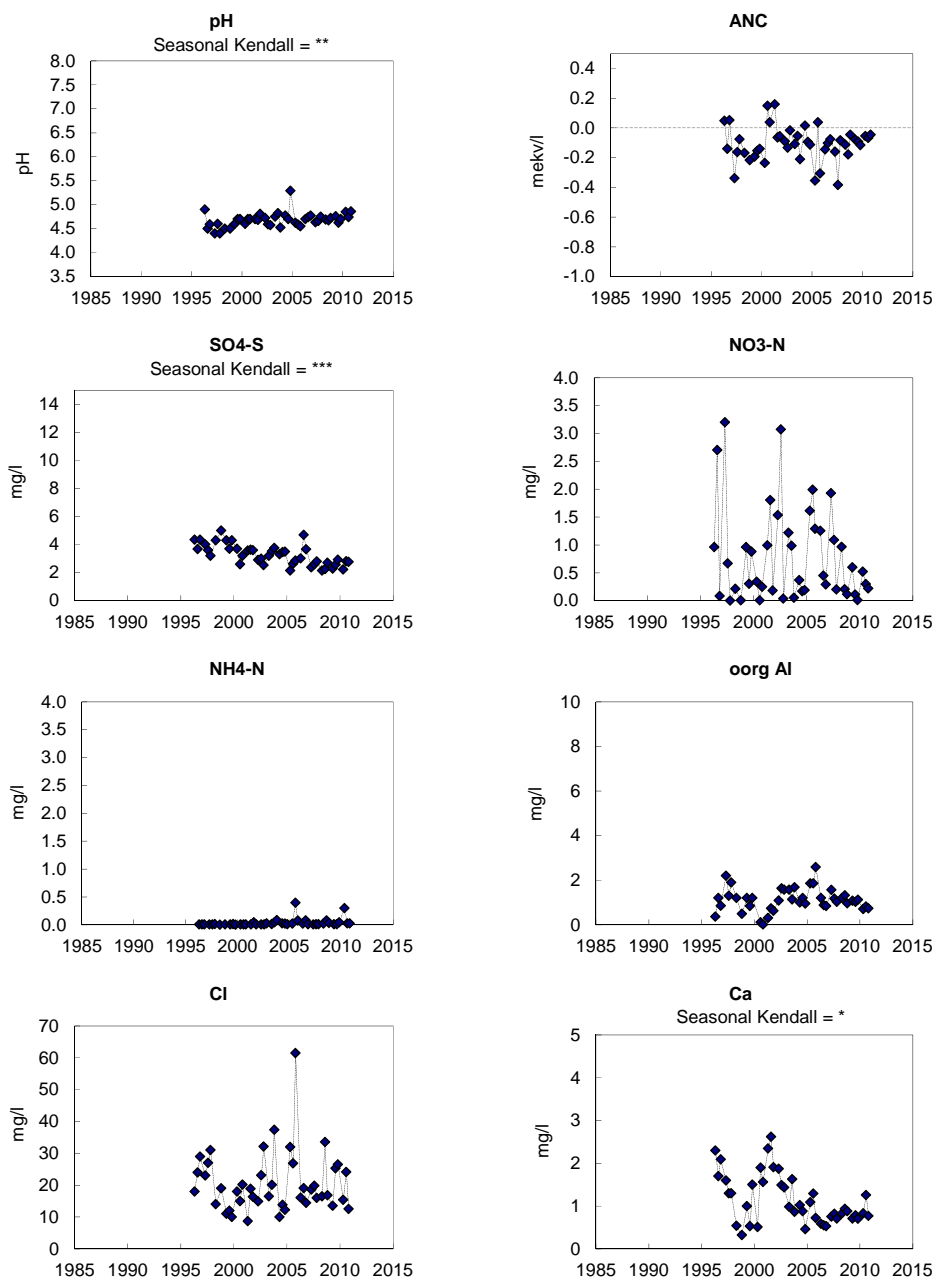


Figur 22. Lufthalter vid Timrilt (N 13). Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

Djupeåsen (N14): En försöksyta i en 90-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. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001.

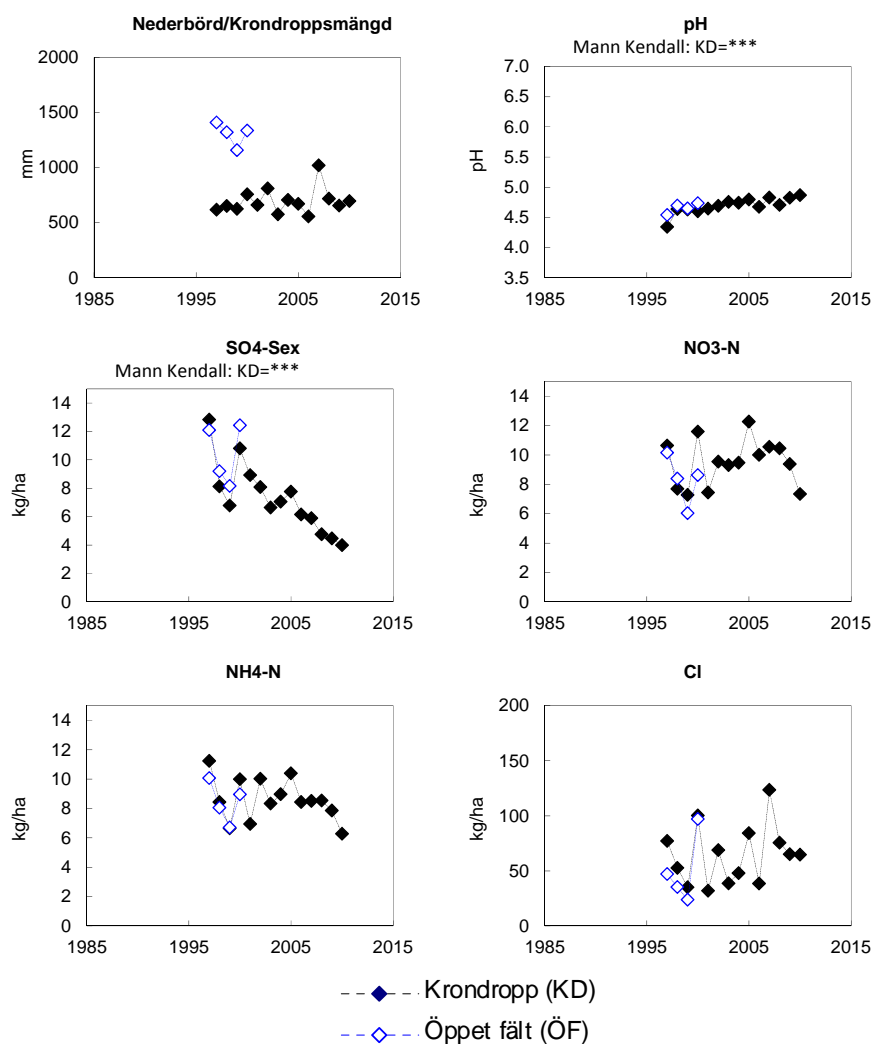


Figur 23. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Djupeåsen, N 14**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: pH; sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

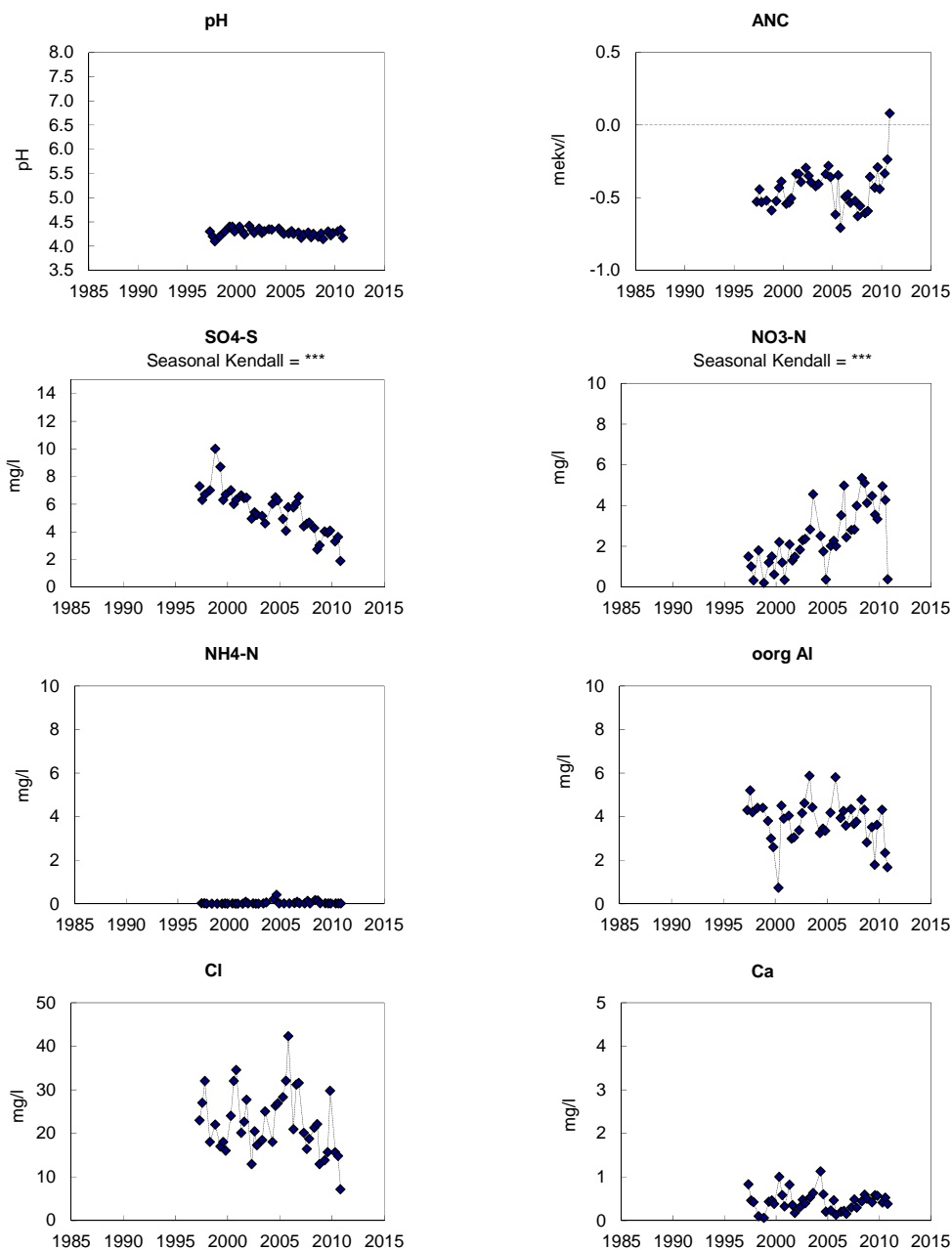


Figur 24. Markvattenkemi vid Djupeåsen, N 14: pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), sulfatsvavel (SO₄-S), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), kloridhalt (Cl⁻) och kalciumhalt (Ca²⁺). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys 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 72-årig granskog, utan markvegetation, på östra delen av Hallandsåsen. Ytan är placerad på ett krön och är därigenom starkt exponerad. Ståndortsindex är G34. Markvegetationen består av cypressfläta, kvastmossa, krustätel samt björnmossa och ormbunke i det öppnare blötare området där även tåg, fryle och skogskovall finns. Mätning av deposition och markvattenkemi startade 1996. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2000, och numera mäts nedfallet i skogsytan (krondropp) och markvattenkemi. Granytan skadades relativt kraftigt i stormen Gudrun 2005 då 13 granar blåste ner. I närmaste omgivning har beståndskanter kommit närmare ytan och luckor har bildats. Det finns även körskador i området.



Figur 25. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Vallåsen, N 17. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: pH; sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur 26. Markvattenkemi vid Vallåsen, N 17: pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), sulfatsvavel (SO₄-S), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N) samt oorganiskt aluminium (oorg Al), kloridhalt (Cl) och kalciumhalt (Ca²⁺). 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.

Kalmar län



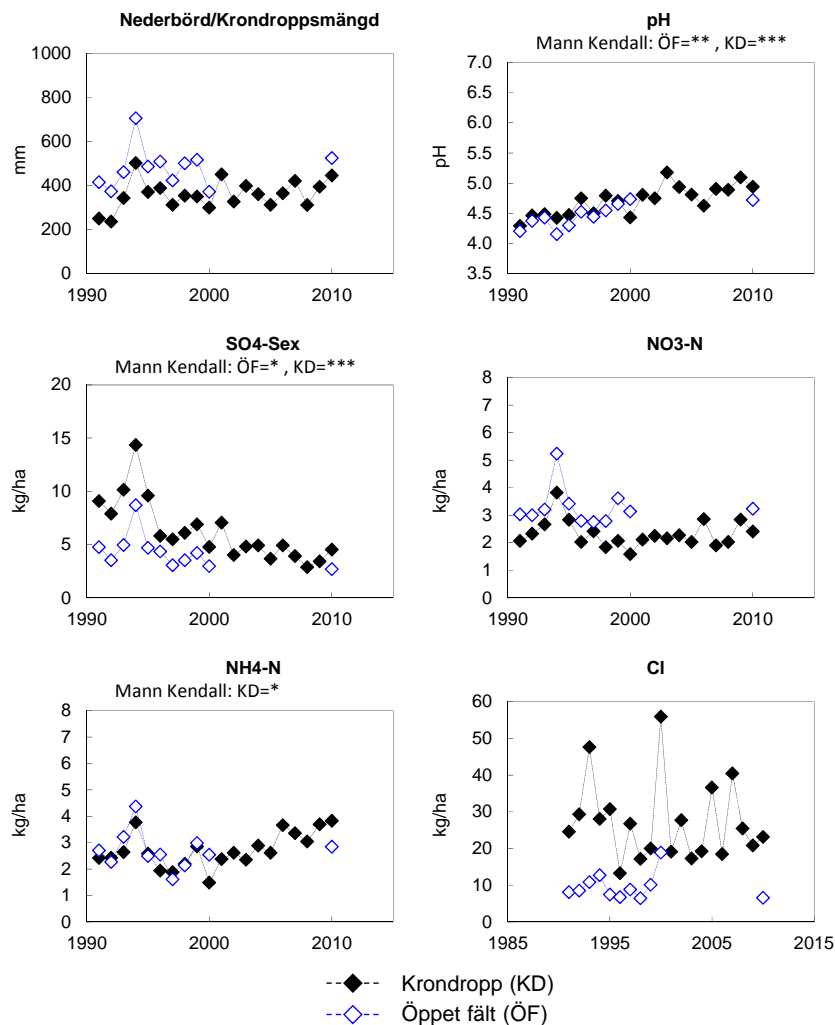
I Kalmar län finns fyra aktiva lokaler inom Krondroppsnätet, se Tabell 1. Ottenby har med sin 19-åriga mätserie den längsta tidsserien i länet. Rockneby är den enda ytan i länet där alla typer av mätningar, som ingår i Krondroppsnätet, utförs; nedfallsmätningar på öppet fält och i skogen samt mätningar av markvattenkemi och lufthaltsmätningar.

Tabell 1. Aktiva ytor i Kalmar län 2009/10.

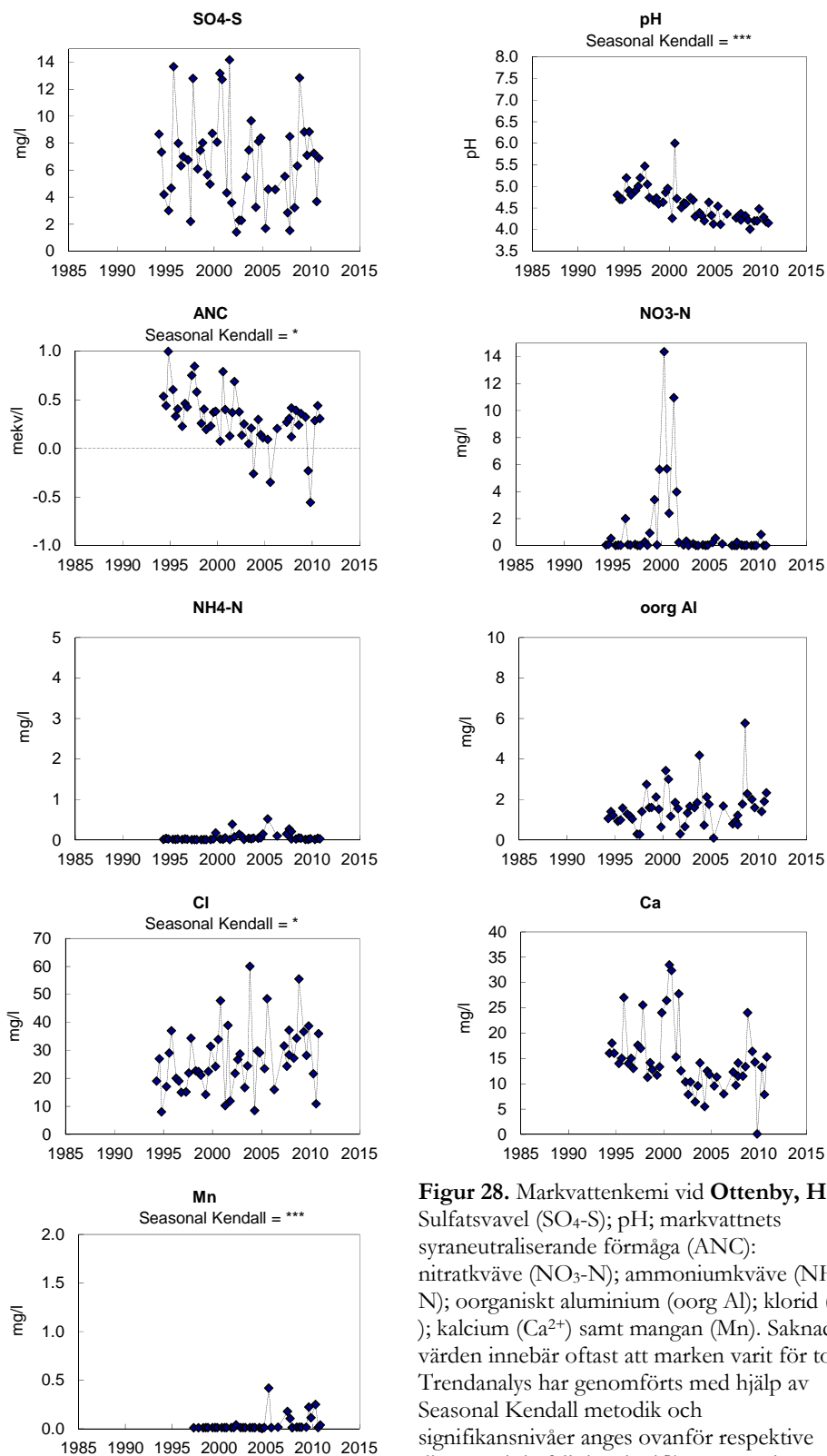
Lokal	Dominerande trädslag	Öppet fält	Krondropp	Markvatten	Lufthalter			
					SO ₂	NO ₂	NH ₃	O ₃
Ottenby (H 01)	Ek	X*	X	X	X	X	X	X
Rockneby (H 03)	Gran	X	X	X	X	X	X	X
Risebo (H 21)	Tall		X	X	X	X	X	X
Alsjö (H 22)	Gran		X	X				

* Mätningarna startade under 2009

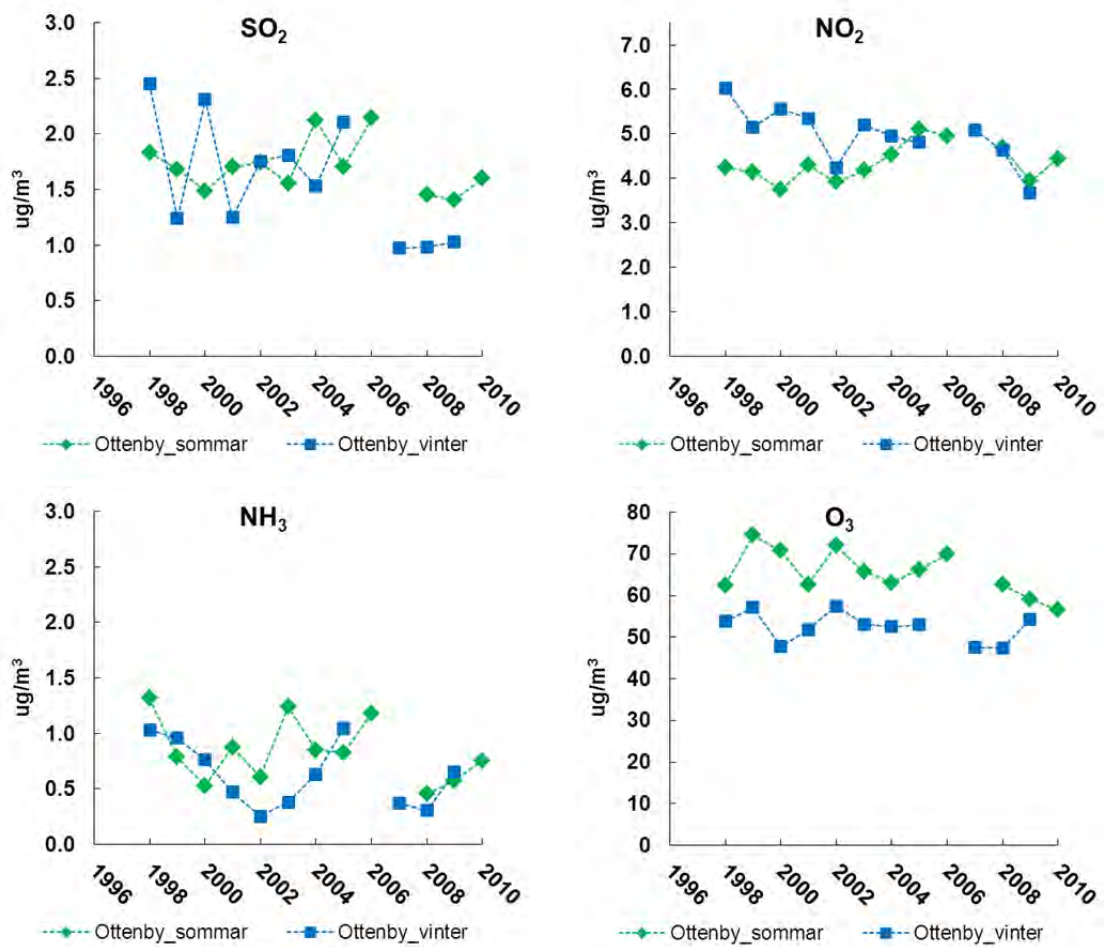
Ottenby (H 01): Gammal, 143-årig ekskog i norra delen av Ottenby lund. Ytan är den enda lokal i Kalmar län som funnits med sedan mätningarna startade 1990. Skogsytan är inhägnad och inte utsatt för samma betestryck som omgivande ekskog. Bland annat har ett större antal rönnor vuxit upp inom ytan. Vid stormen Gudrun 2005 ramlade en björk, men i övrigt påverkades inte ytan av stormen. Nederbörds-kemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2000, men återupptogs i juni 2009.



Figur 27. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen i krondropp och över öppet fält vid **Ottenby, H 01**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH visas för nederbörd och krondropp. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) samt kloridjoner (Cl). Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram i de fall där signifikanta trender påvisats.

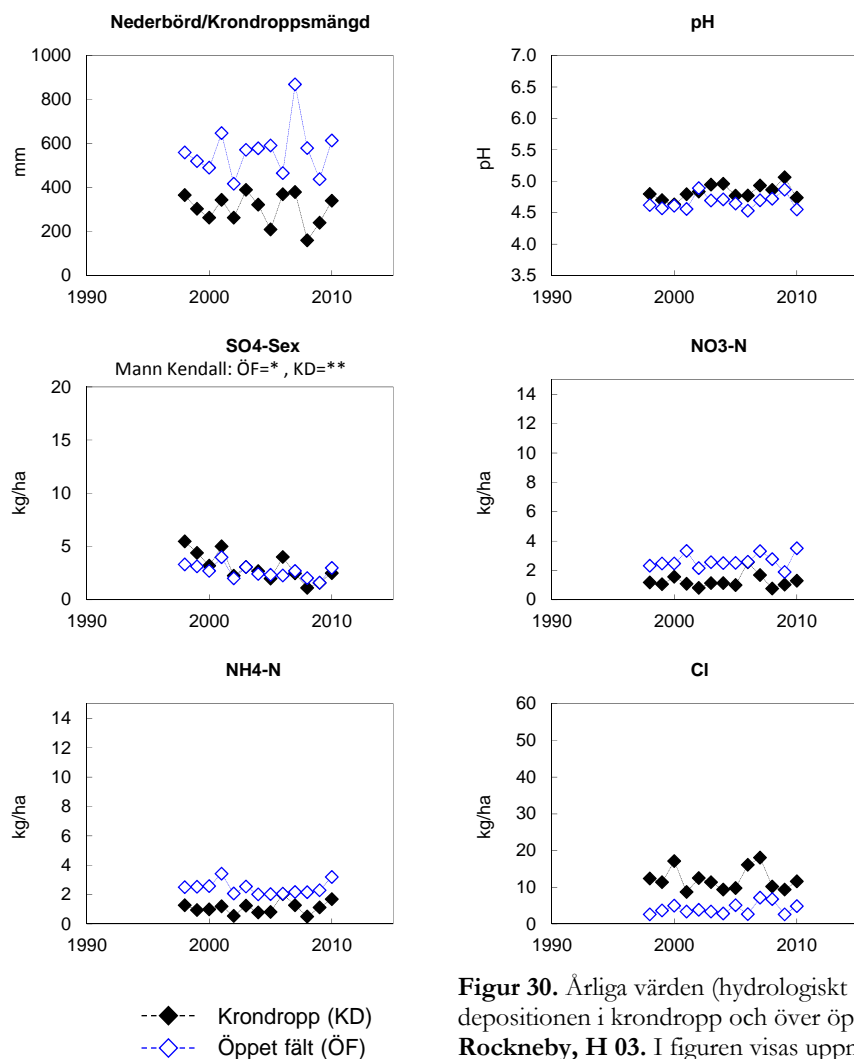


Figur 28. Markvattenkemi vid Ottenby, H 01. Sulfatsvavel (SO₄-S); pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); oorganiskt aluminium (oorg Al); klorid (Cl⁻); kalcium (Ca²⁺) samt mangan (Mn). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal Kendall metodik och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

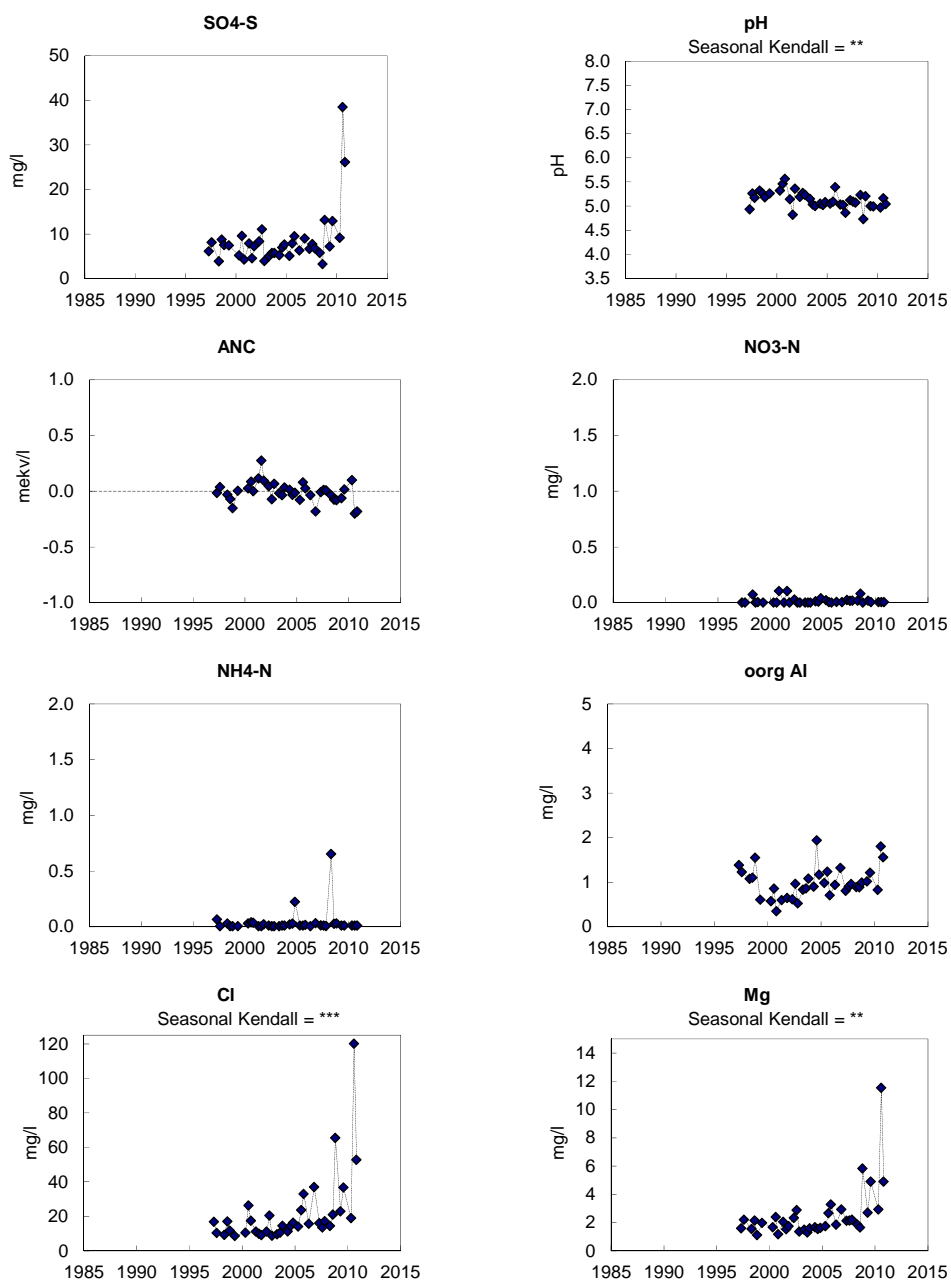


Figur 29. Lufthalter vid Ottenby (H 01). Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

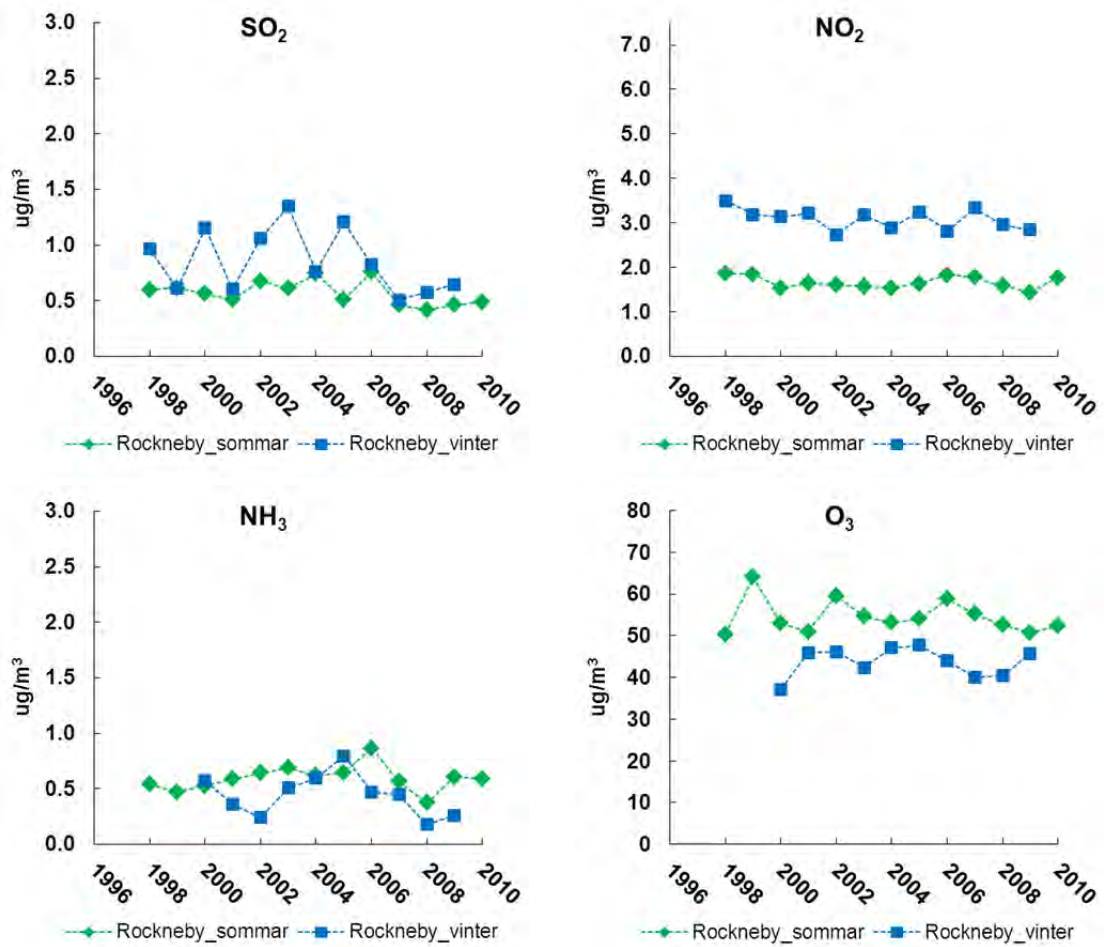
Rockneby (H 03): Yta norr om Kalmar med 69-årig granskog och ståndortsindex G28. Vegetationsskiktet vid skogsytan består i huvudsak av vägg-, husmossa, blåbär och ormbunkar. Mätningarna i Rockneby startade i januari 1997. Öppet fält-ytan flyttades hösten 2000. Skogsytan påverkades eventuellt av avverkningar 2003 med hyggeskant ca 50 m norr om skogsytans kant. Vid Rockneby mäts alla inom Krondroppsnätet förekommande parametrar, det vill säga nederbörd på öppet fält, krondropp, markvattenkemi samt lufthalter.



Figur 30. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen i krondropp och över öppet fält vid **Rockneby, H 03**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH visas för nederbörd och krondropp. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) samt kloridjoner (Cl). Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram i de fall där signifikanta trender påvisats.

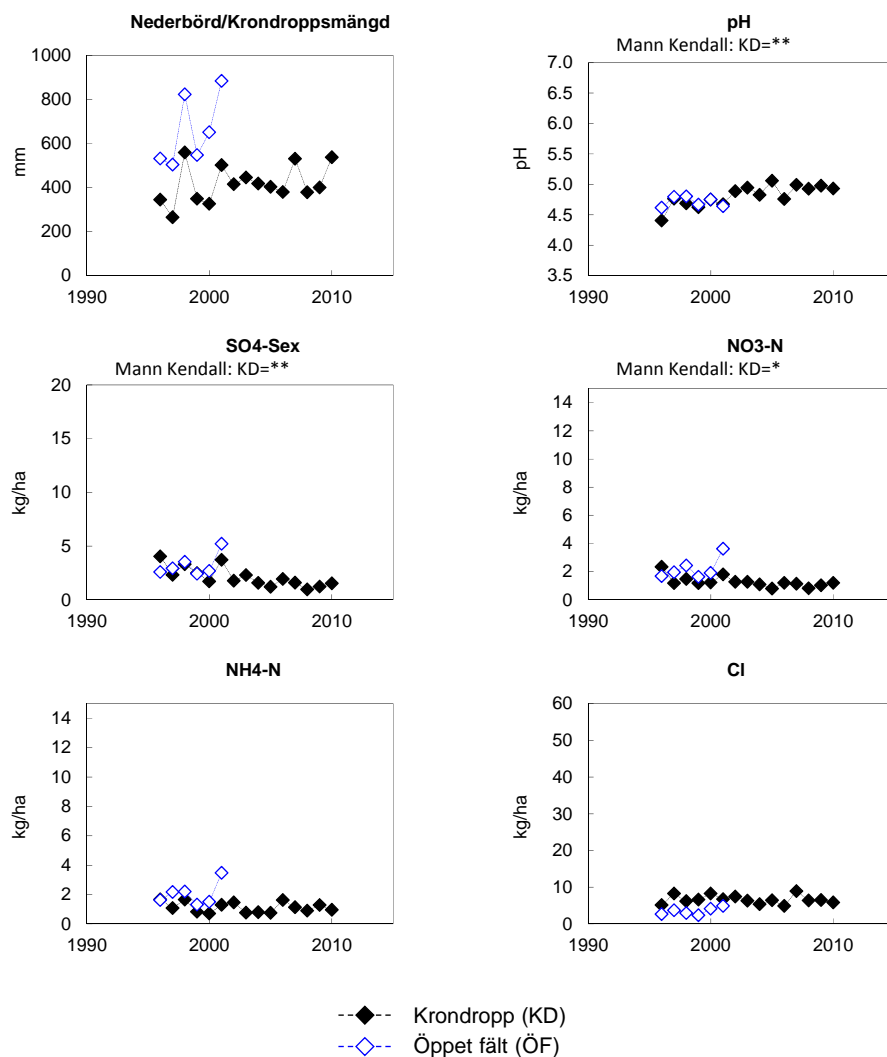


Figur 31. Markvattenkemi vid **Rockneby, H 03.** Sulfatsvavel (SO₄-S); pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); oorganiskt aluminium (oorg Al); klorid (Cl) samt magnesium (Mg²⁺). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal Kendall metodik och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

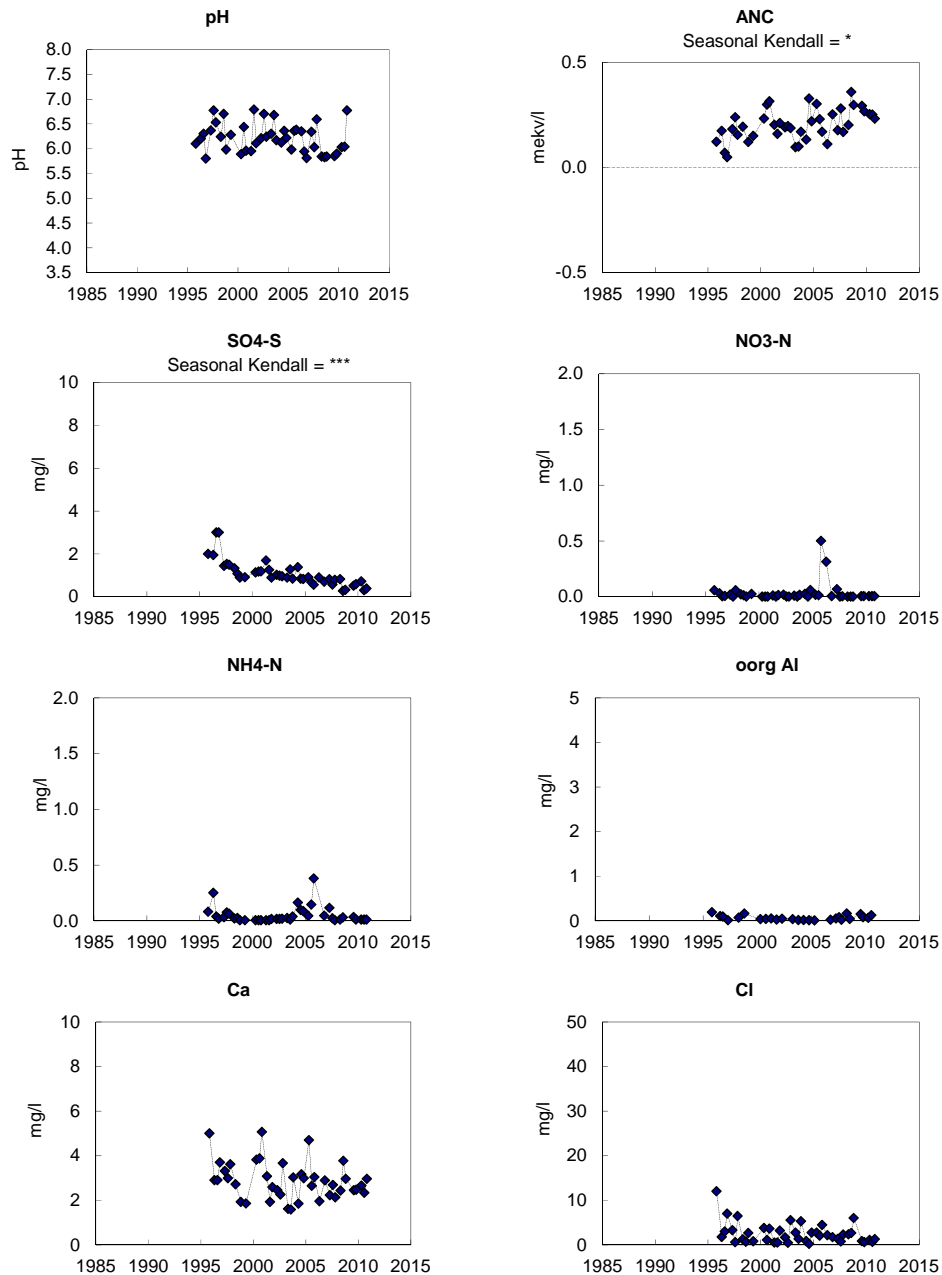


Figur 32. Lufthalter vid Rockneby (H 03). Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

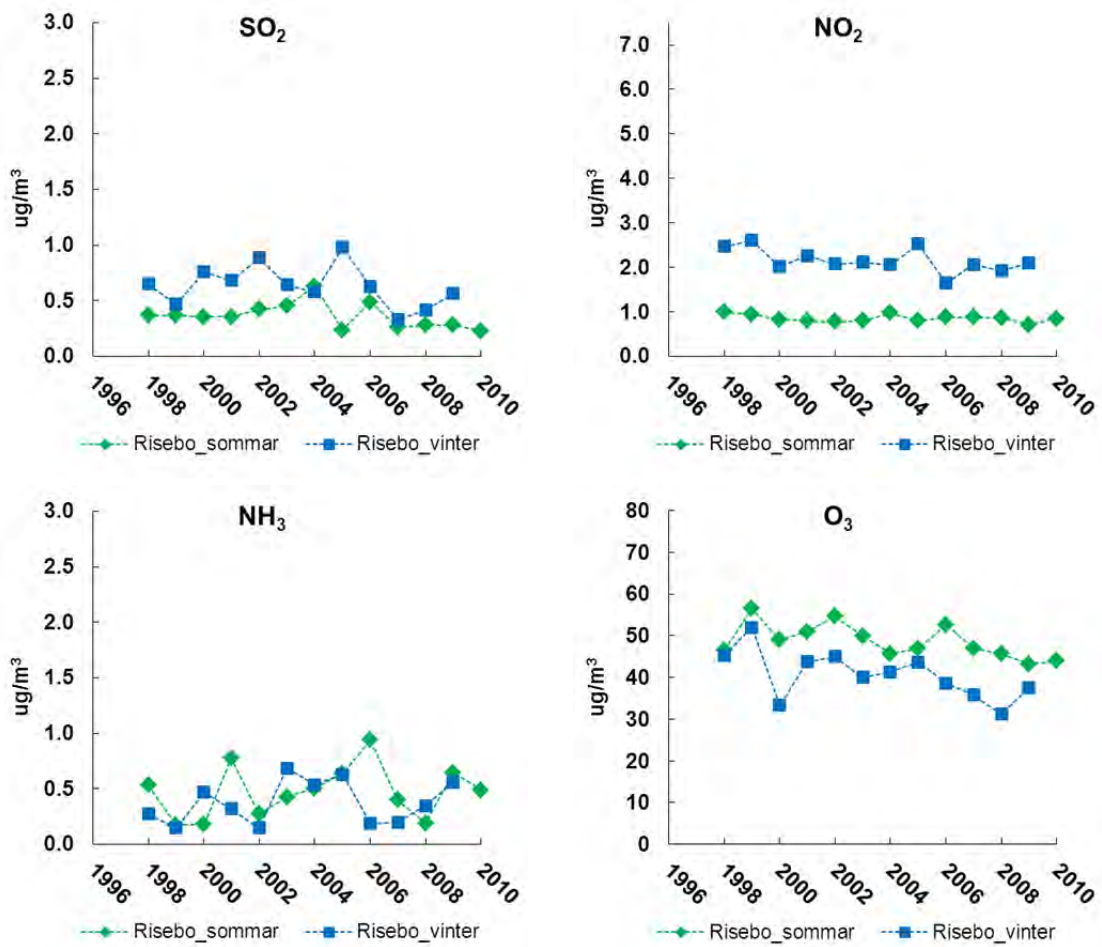
Risebo (H 21): Yta med 73-årig tallskog och ståndortsindex T26 i länets nordligaste del. Ytan klarade sig bra under stormen Gudrun 2005, med endast något toppbrott. Depositionsmätningarna startade i oktober 1995. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001. För närvarande mäts således krondropp och markvattenkemi vid Risebo.



Figur 33. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen i krondropp och över öppet fält vid **Risebo, H 21**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH visas för nederbörd och krondropp. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) samt kloridjoner (Cl⁻). Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram i de fall där signifikanta trender påvisats.

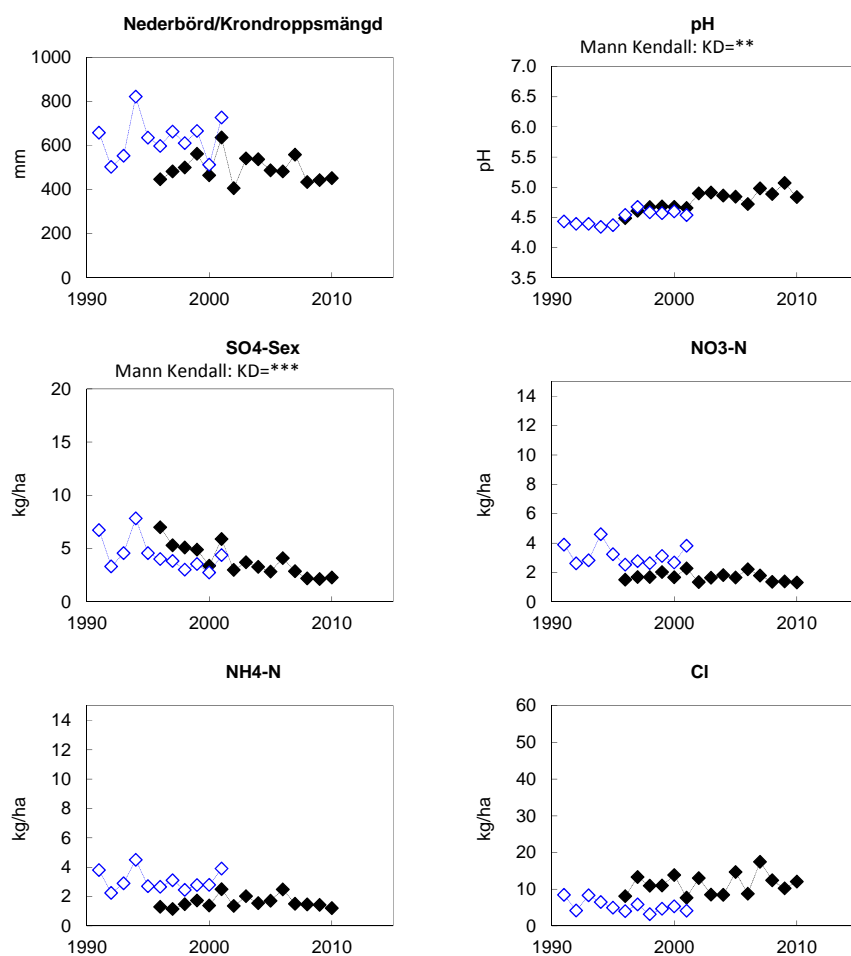


Figur 34. Markvattenkemi vid Risebo, H 21. pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC); sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$); kalcium (Ca^{2+}) samt oorganiskt aluminium (oorg Al); kalciumhalt (Ca^{2+}) samt kloridhalt (Cl). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal Kendall metodik och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



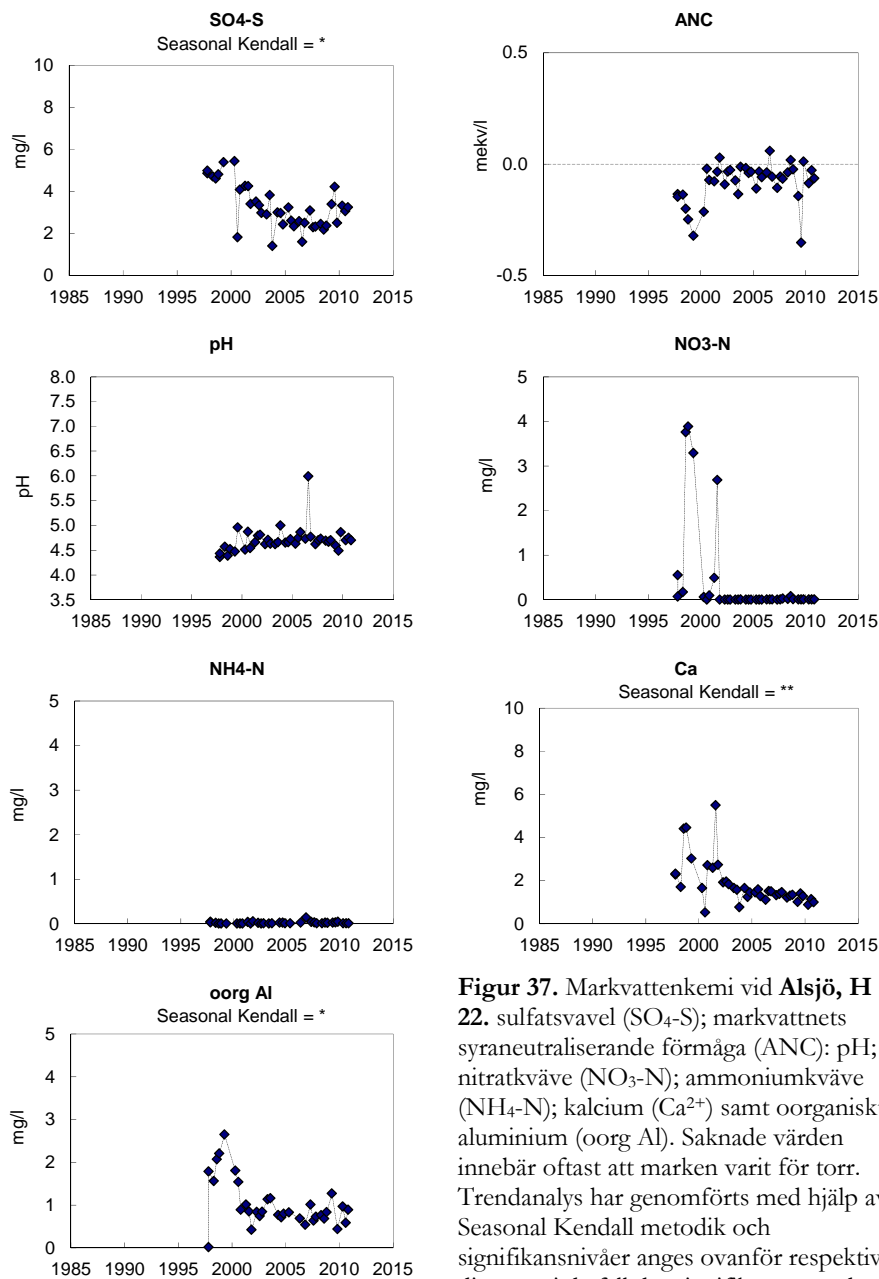
Figur 35. Lufthalter vid Risebo (H 21). Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

Alsjö (H 22): Yta med 72-årig granskog, belägen en halvmil öster om Emmaboda. Ståndortsindex G32 indikerar bördigare förhållanden än i Rockneby och Fagerhult. Markvegetationen utgörs av hus- och väggmossa, skogskovall och blåbär. Under stormen Gudrun i januari 2005 föll enstaka träd i eller i närheten av ytan. På grund av barkborreangrepp togs träden bort på en yta som tangerar provytan (1000-2000 kvm) under 2006-2007. Nederbörds-kemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001. Lufthaltsmätningarna vid Alsjö upphörde i januari 2007. Således mäts för närvarande krondropp och markvattenkemi vid Alsjö.



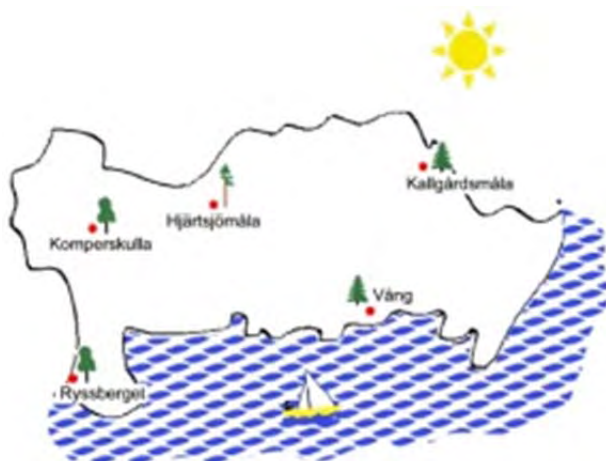
--◆-- Krondropp (KD)
 --◇-- Öppet fält (ÖF)

Figur 36. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen i krondropp och över öppet fält vid Alsjö, H 22. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH visas för nederbörd och krondropp. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) samt kloridjoner (Cl⁻). Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur 37. Markvattenkemi vid Alsjö, H 22. sulfatsvavel (SO₄-S); markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC); pH; nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kalcium (Ca²⁺) samt oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal Kendall metodik och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Blekinge län



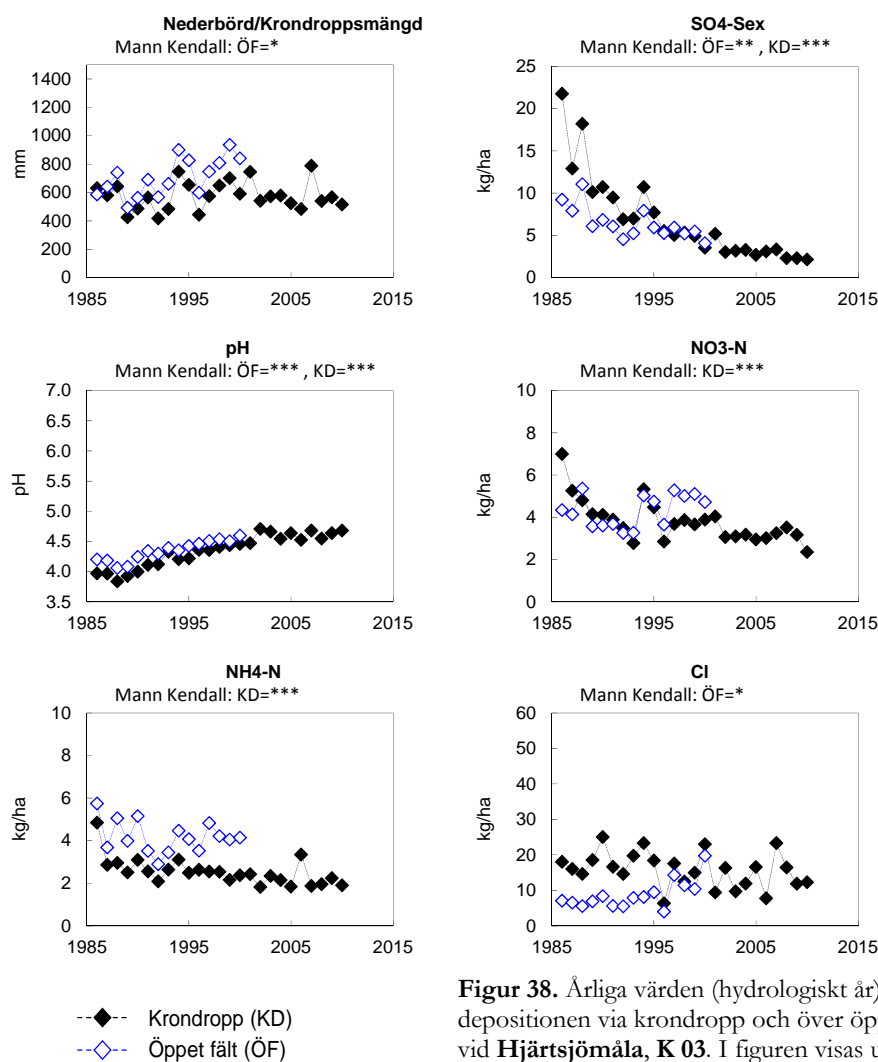
I Blekinge län finns för närvarande fem aktiva mätlokaler inom Krondroppsnätet (Tabell 1). Ryssberget, i ekskog, och Hjärtsjömåla, i tallskog, har Sveriges längsta mätserier vad gäller krondropp och markvattenkemi, med mätningar som startade 1985. Mätningarna vid Komperskulla (boksog) och Vång (granskog) startade 1995-1996. Vid Kallgårdsmåla mäts numera endast markvattenkemi efter att skogen avverkades 2000.

Tabell 1. Aktiva ytor i Blekinge län 2009/10.

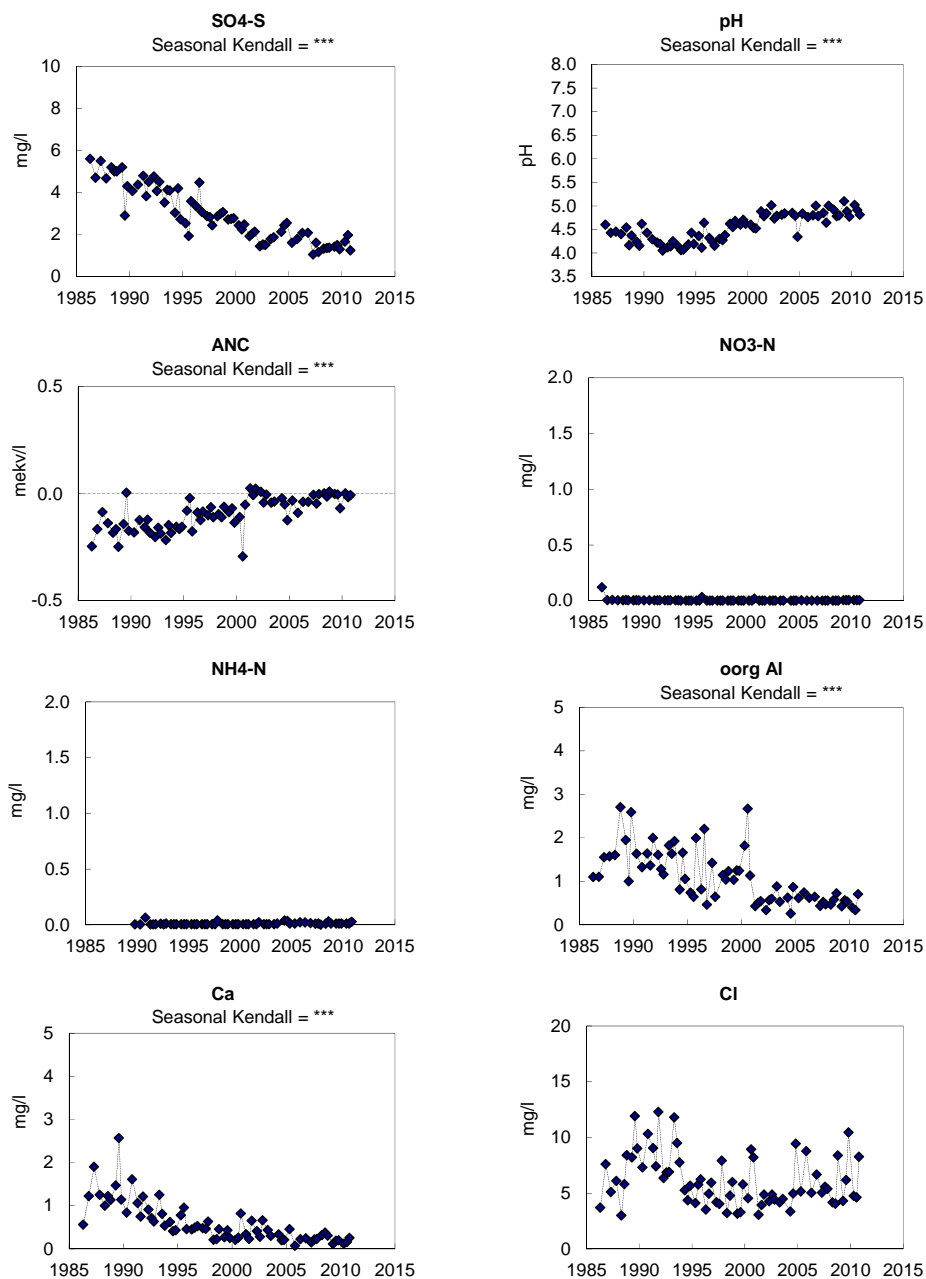
Lokal	Dominerande trädslag	Öppet fält	Krondropp	Markvatten	Lufthalter
Hjärtsjömåla (K 03)	Tall		X	X	
Ryssberget (K 07)	Bok		X	X	
Komperskulla (K 11)	Bok	*	X	X	
Vång (K 13)	Gran		X	X	
Kallgårdsmåla (K 10)	f.d. Gran			X	

* Startade juni 2009.

Hjärtsjömåla (K 03): 76-årig, planterad tallskog med fältskikt av ris och ståndortsindex T23. Själva ytan ligger i småkuperad terräng som drabbades av brand cirka 1920. Denna yta har, tillsammans med Ryssberget, Sveriges längsta mätserie vad gäller krondropp och markvattenkemi. De nederbördskemiska mätningarna på öppet fält avslutades i december 2000 och numera mäts enbart krondropp och markvattenkemi.

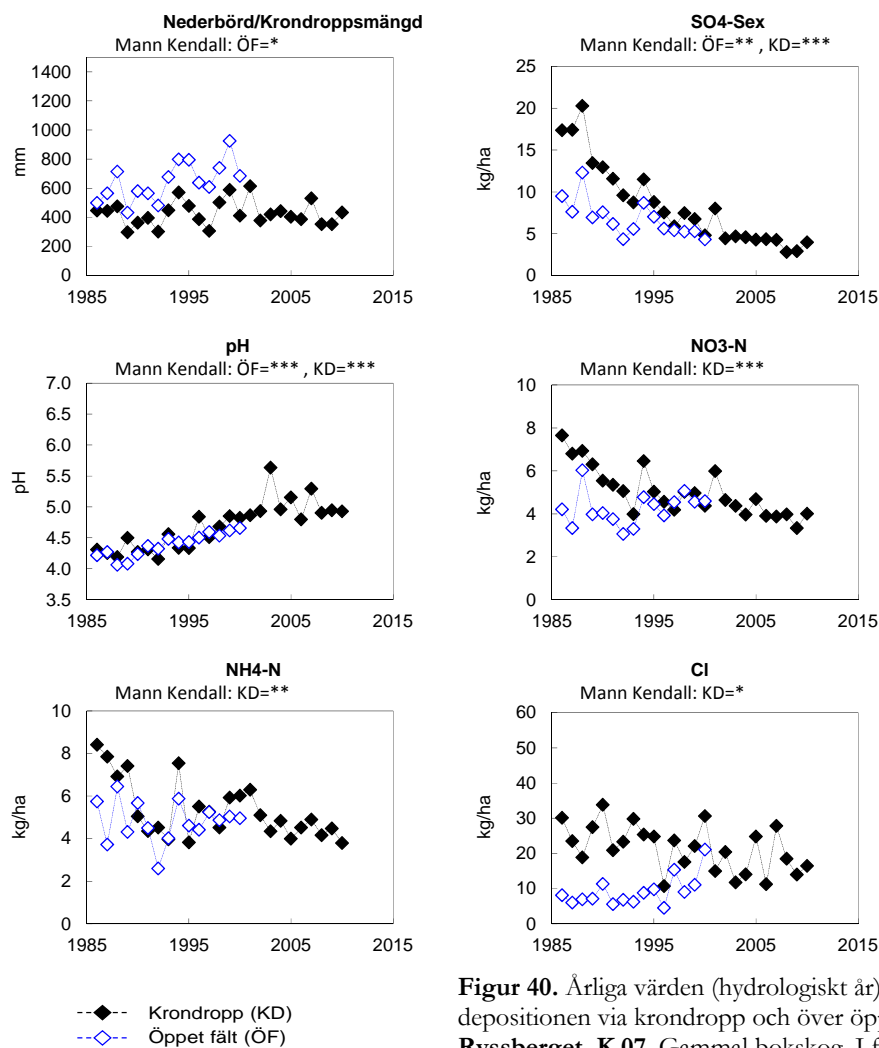


Figur 38. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Hjärtsjömåla, K 03**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-Sex), pH; nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

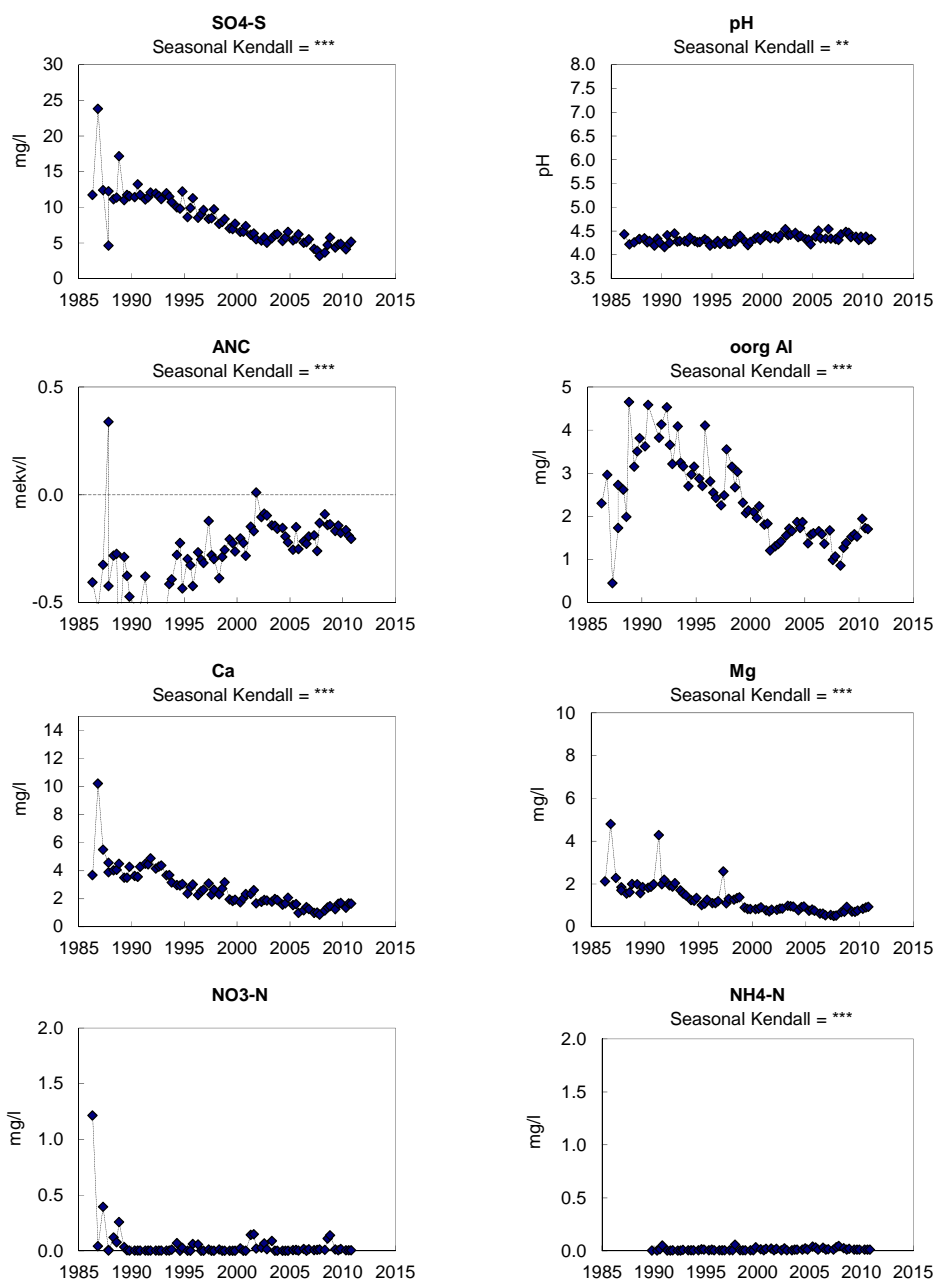


Figur 39. Markvattenkemi vid Hjärtsjömåla, K 03. Sulfatsvavel (SO₄-S); pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); oorganiskt aluminium (oorg Al); kalciumhalt (Ca²⁺); kloridhalt (Cl). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Ryssberget (K 07): Yta med gammal bokskog med en mycket lång mätserie, från 1985. Ytan är belägen strax norr om Sölvesborg. Ytan ligger topografiskt mycket högt jämfört med omgivande landskap och är starkt vindexponerad. De nederbördskemiska mätningarna på öppet fält vid Ryssberget avslutades i december 2000. För närvarande mäts därför enbart nedfallet i skogsytan (krondropp) samt markvattenkemi.

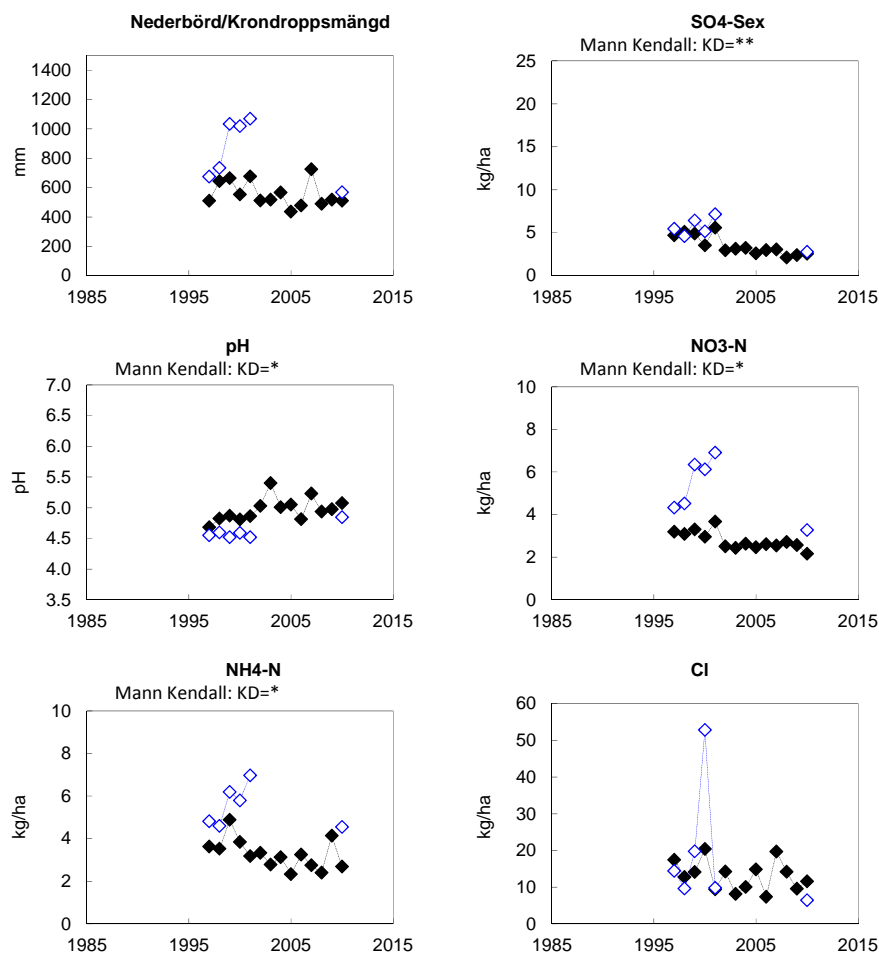


Figur 40. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Ryssberget, K 07**. Gammal bokskog. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-Sex); pH; nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



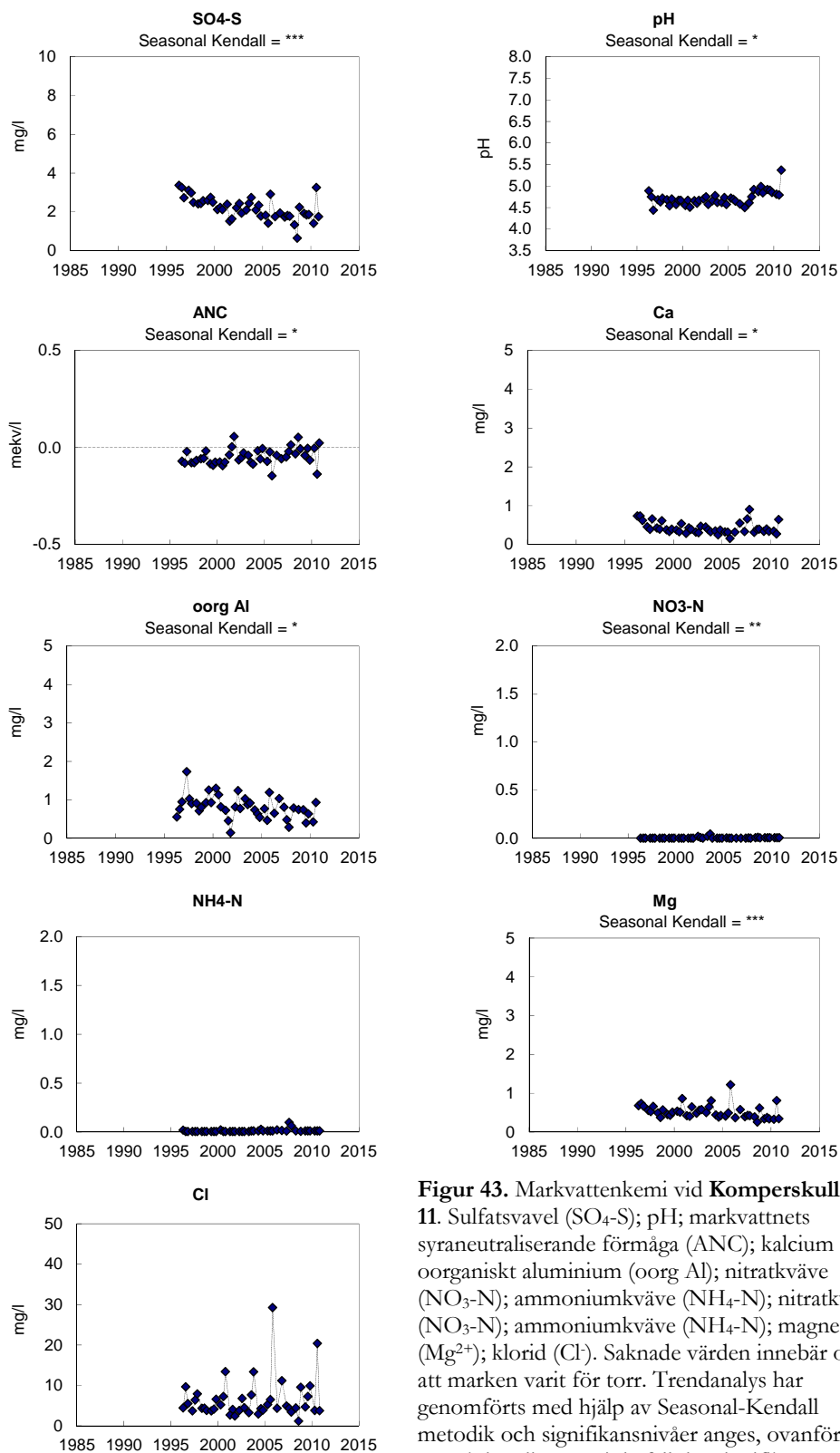
Figur 41. Markvattenkemi vid **Ryssberget, K 07**. Sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$); pH; markvattnets syranutraliserande förmåga (ANC); oorganiskt aluminium (oorg Al); kalciumhalt (Ca^{2+}); magnesium (Mg^{2+}); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$) samt ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Komperskulla (K 11): Yta med 86-årig bokskog i nordvästra Blekinge. Ytan ligger i en sluttning åt öster och är inte vindexponerad. Ståndortsindex är F28. Beståndet i Komperskulla är självföryngrat på gamla betesmarker. Mätningarna i Komperskulla startade i november 1995. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001, men återupptogs i juni 2009.



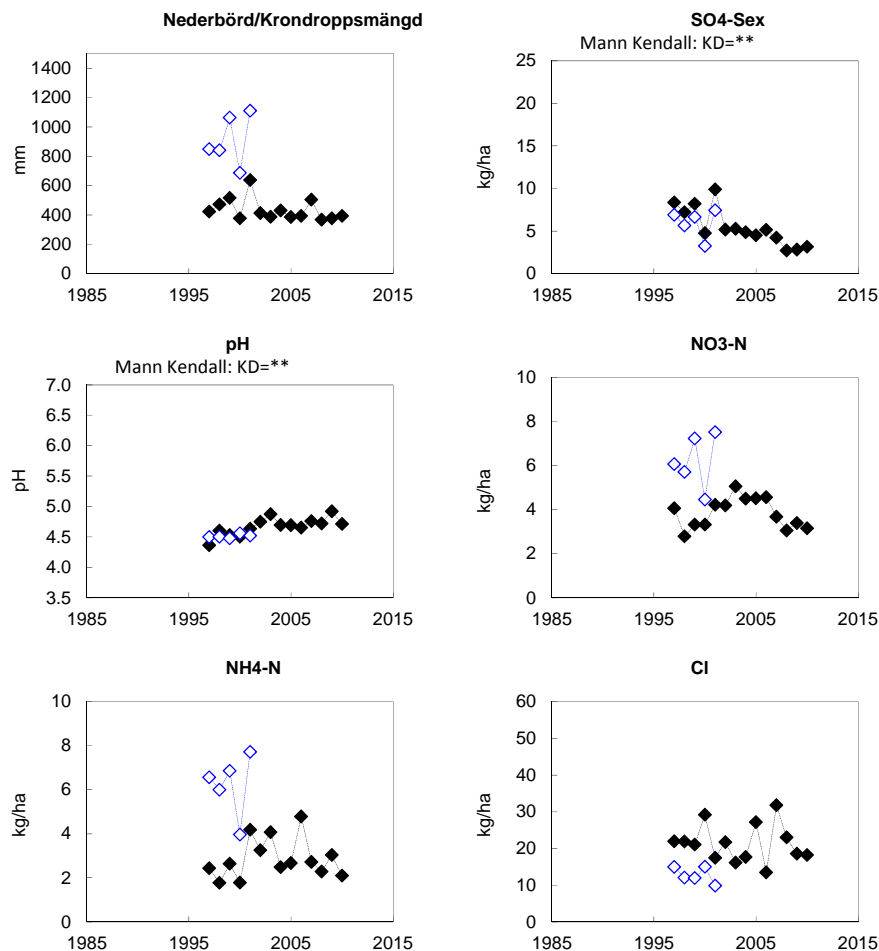
---◆--- Krondropp (KD)
 ---◇--- Öppet fält (ÖF)

Figur 42. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Komperskulla, K 11**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-Sex); pH; nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



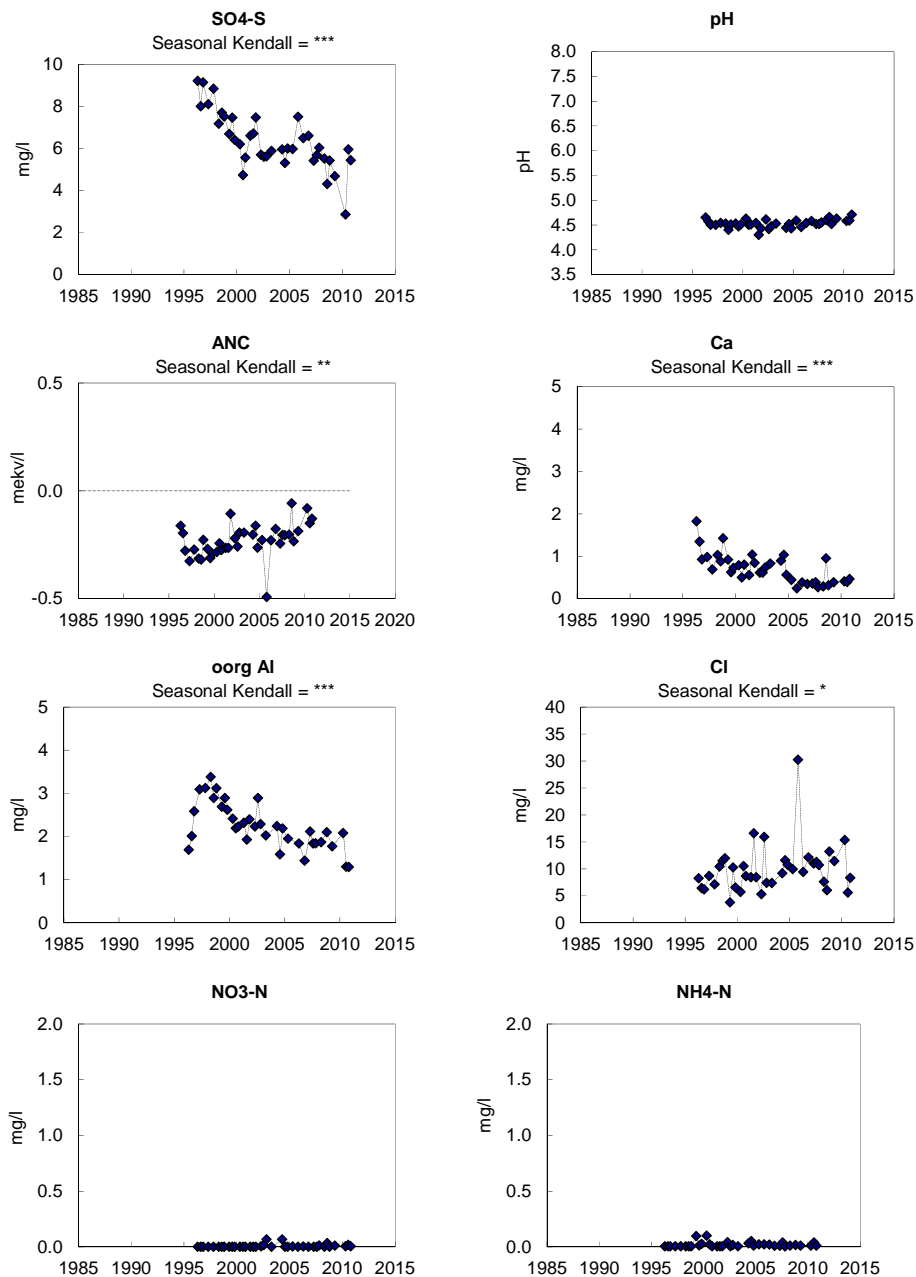
Figur 43. Markvattenkemi vid **Komperskulla, K 11**. Sulfatsvavel (SO₄-S); pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC); kalcium (Ca); oorganiskt aluminium (oorg Al); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); magnesium (Mg²⁺); klorid (Cl). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Vång (K13): Yta med planterad 80-årig granskog söder om Tving. Ståndortsindex är högt, G34. Vegetationen består i huvudsak av krustätel, husmossa, kvastmossa, skogsbjörnmossa, vågig sidenmossa, väggmossa, skogskovall och blåbär. Ytan skadades något i stormen Gudrun 2005, då ett fåtal träd på ytan blåste ner. En större mängd träd blåste ner 200 m nordväst om ytan. Mätning av deposition och markvatten startade i oktober 1996. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001. För närvarande mäts därför enbart nedfallet i skogsytan (krondropp) samt markvattenkemi.



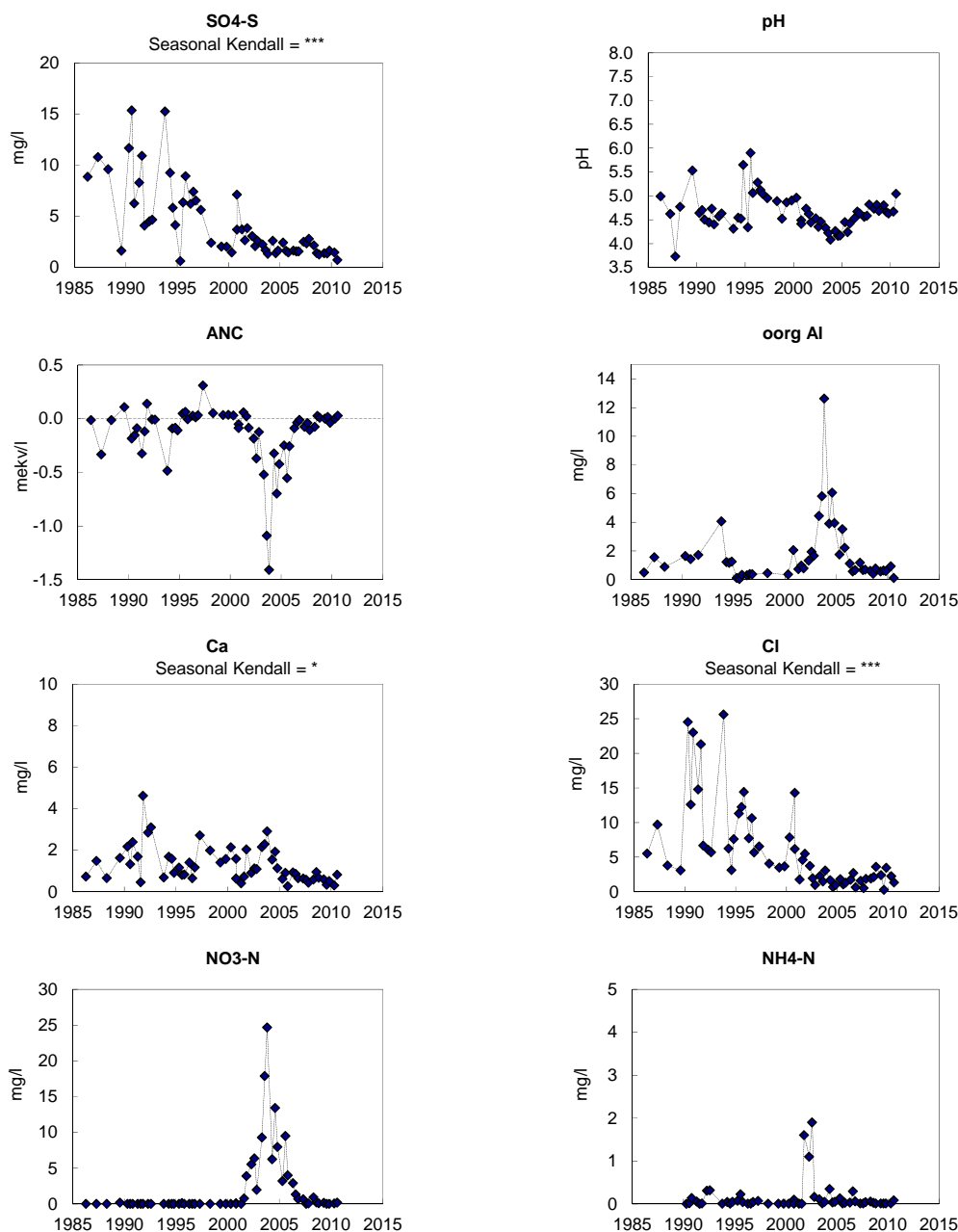
--◆-- Krondropp (KD)
 --◇-- Öppet fält (ÖF)

Figur 44. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Vång, K 13**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); pH; nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) samt kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



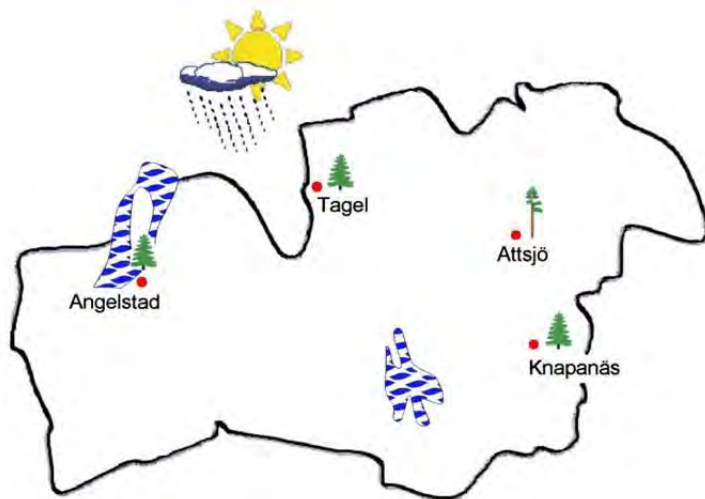
Figur 45. Markvattenkemi vid Vång, K 13. Sulfatsvavel (SO₄-S); pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC); kalciumhalt (Ca); oorganiskt aluminium (oorg Al); klorid (Cl); nitratkväve (NO₃-N) samt ammoniumkväve (NH₄-N). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Kallgårdsmåla (K 10): Detta är en före detta granta i nordöstra Blekinge, där den 74-åriga skogen avverkades i november 2000. Boniteten var G28 och jordmänen klassificerad som övergångstyp. Mätning av deposition och markvatten startade 1985. Sedan hösten 2000 återstår endast markvattenmätningarna och syftet är i första hand att följa upp markvattnets utveckling i samband med hyggesfasen.



Figur 46. Markvattenkemi vid Kallgårdsmåla, K 10. Sulfatsvavel (SO₄-S); pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC); natriumhalt (Na⁺); oorganiskt aluminium (oorg Al); kalcium (Ca²⁺); klorid (Cl); nitratkväve (NO₃-N) samt ammoniumkväve (NH₄-N). För sistnämnda finns två värden utanför skalan, våren 1995, (26) och sommaren 1995, (89). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Kronobergs län

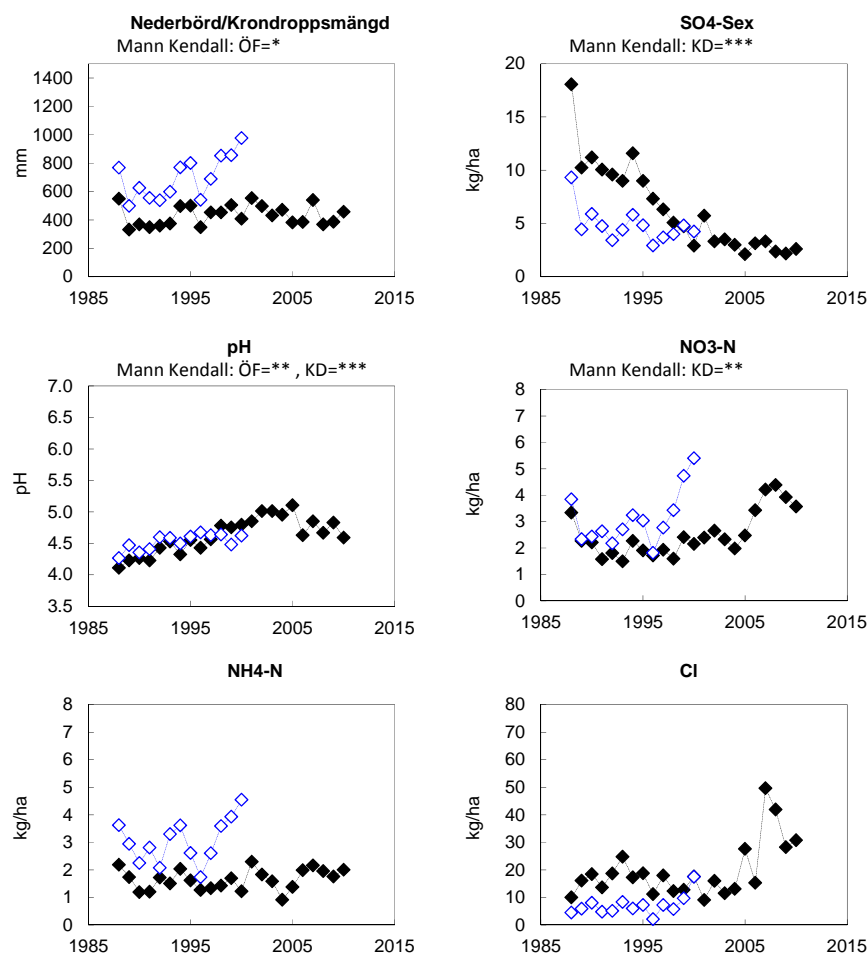


I Kronobergs län finns fyra aktiva ytor i Krondroppsnetet (Tabell 1). Knapanäs har den längsta tidsserien.

Tabell 1. Aktiva ytor i Kronobergs län 2009/10.

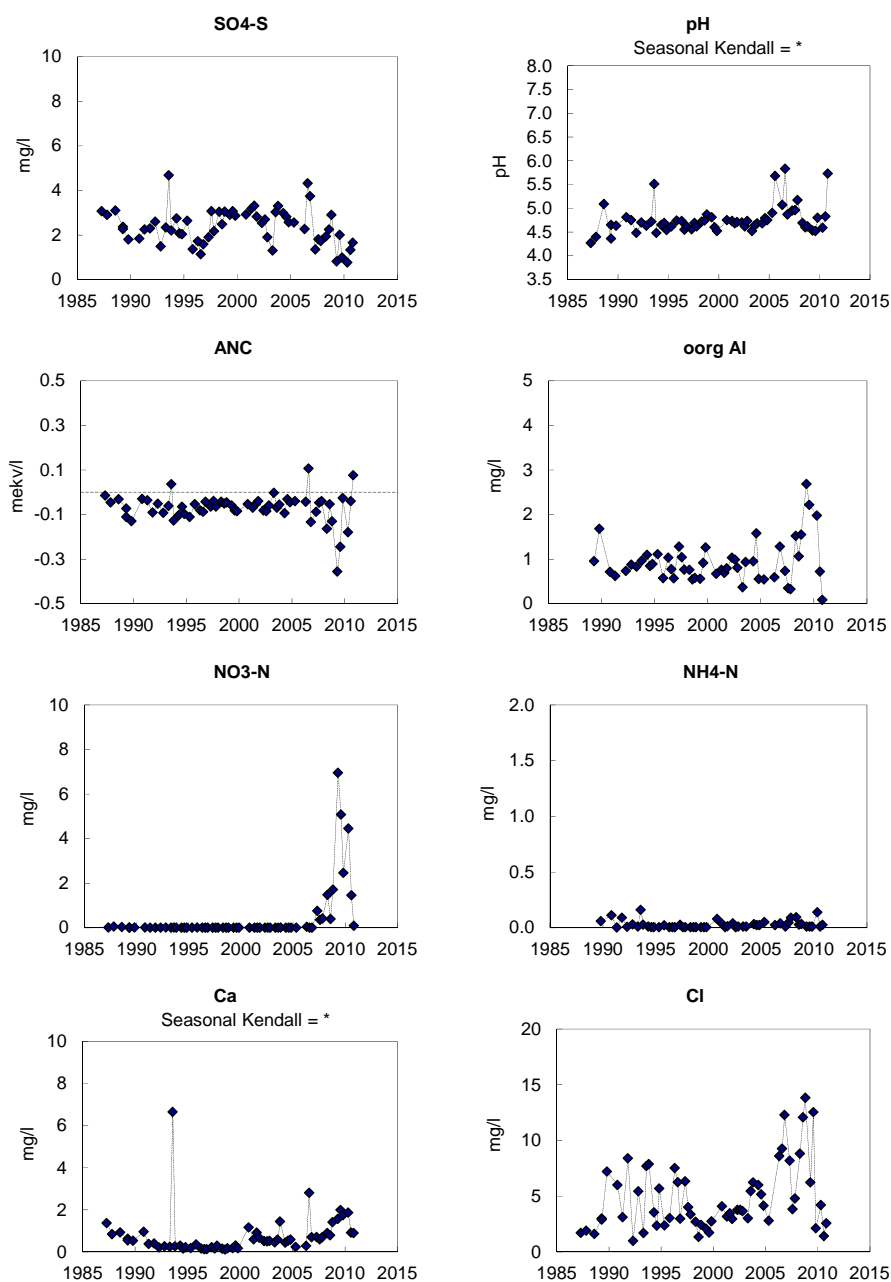
Lokal	Dominerande trädslag	Öppet fält	Krondropp	Markvatten	Lufthalter
Knapanäs (G 09)	Gran		X	X	
Attsjö (G 21)	Tall		X	X	
Tagel (G 22)	Gran	X	X	X	
Angelstad (G 23)	Gran		X	X	

Knapanäs (G 09): Länets östligaste lokal med en 56-årig granskog strax norr om Linneryd. Marken har klassificerats som sandig morän med mäktigt jorddjup. Jordmånen är av övergångstyp (mellan brunjord och podsol) och ståndortsindex G32. Markvegetationen består av husmossa, väggmossa samt lite krustätel. Knapanäs är den granyta i länet med längst mätserie, mätningar har bedrivits sedan 1987. Depositionsmätningarna över öppet fält avslutades i oktober 2000 och i dagsläget mäts deposition i skog (krondropp) och markvattenkemi vid Knapanäs. Ytan skadades svårt av stormen Gudrun i januari 2005 och krondroppslinjen flyttades då ca 10-20 meter. 2 nya lysimetrar som mäter markvatten installerades under sommaren 2006 ca 10-20 meter från den gamla ytan medan 3 lysimetrar finns kvar på ursprunglig plats. Ytan skadades även av stormen Per.



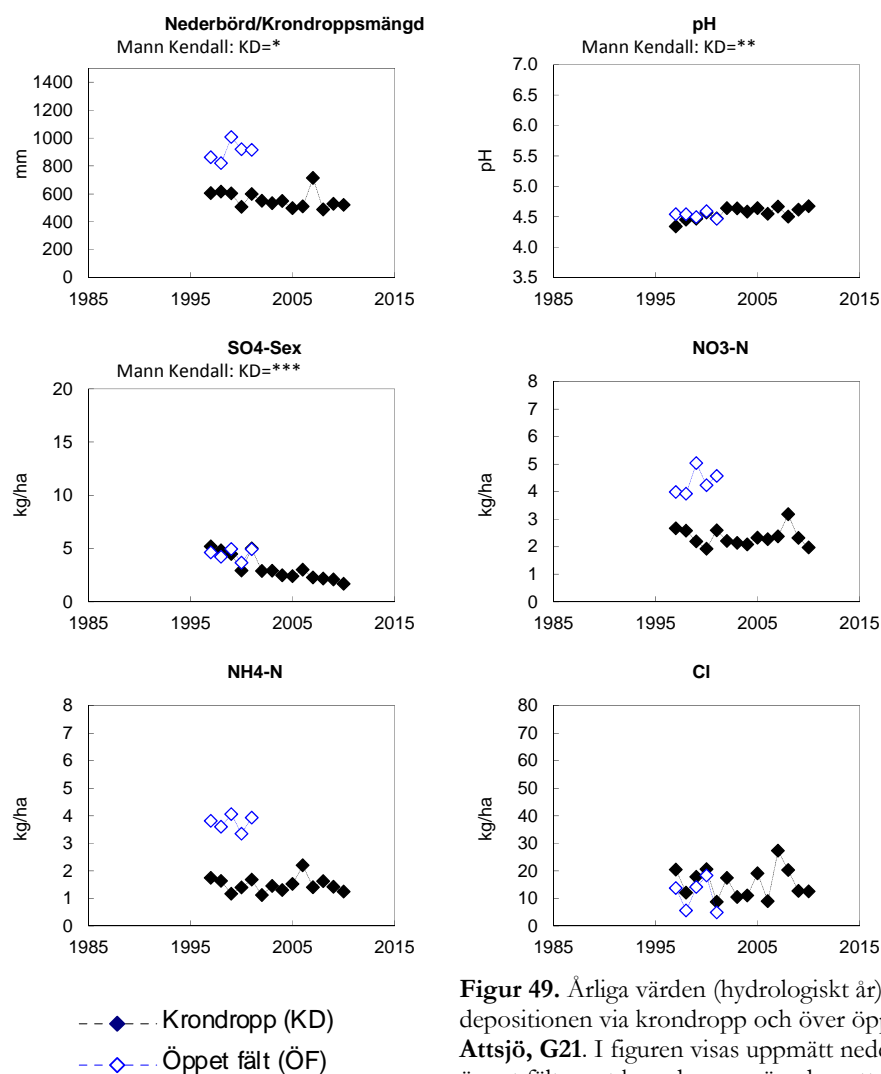
---◆--- Krondropp (KD)
 ---◇--- Öppet fält (ÖF)

Figur 47. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Knapanäs, G09**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-Sex); pH; nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

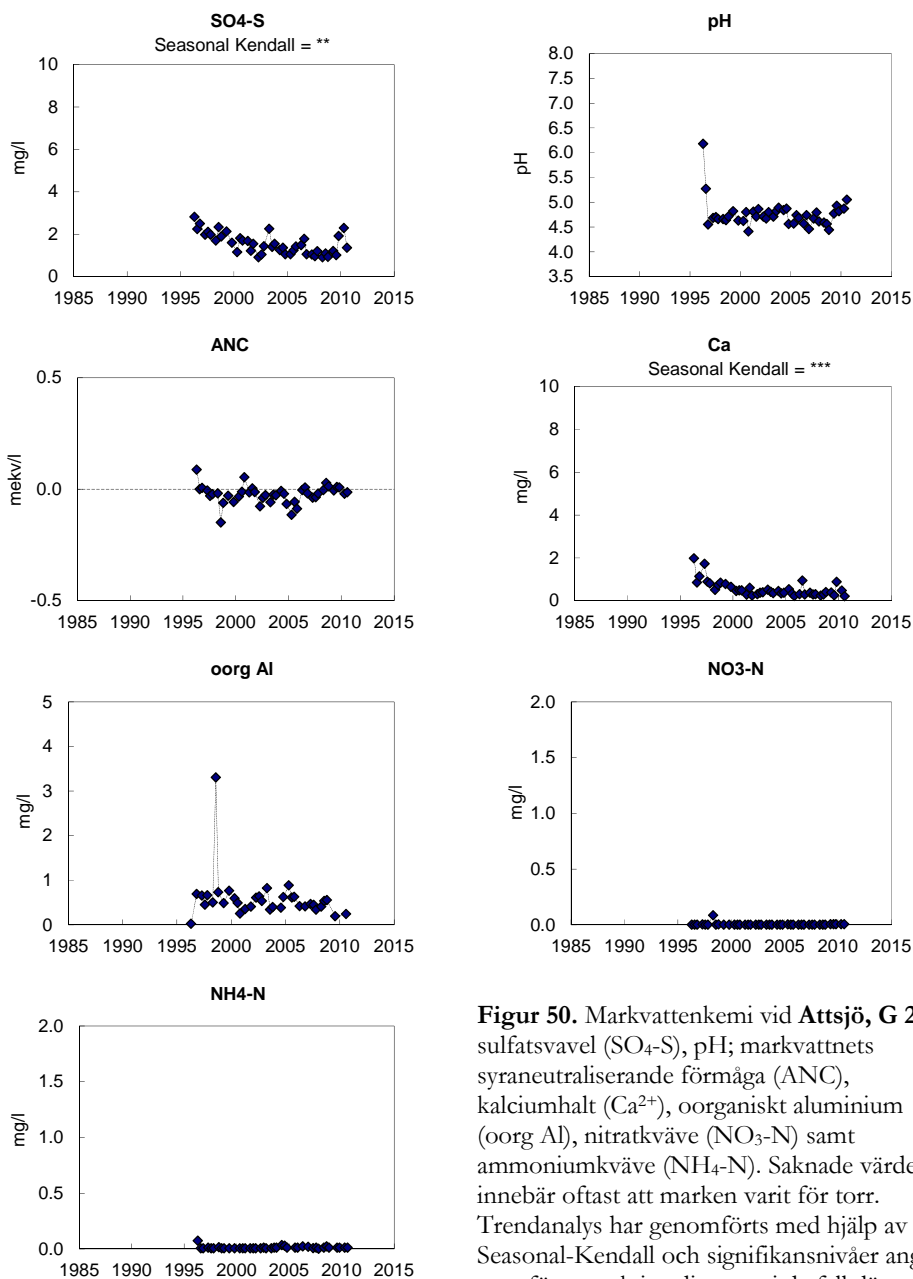


Figur 48. Markvattenkemi vid **Knapanäs, G 09**: sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalciumhalt (Ca²⁺) samt klorid (Cl). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Attsjö (G 21): Yta med 90-årig tallskog två mil öster om Växjö. Beståndet ligger i ett plant område och ståndortsindex är lågt; T22. Liksom på övriga ytor i Kronobergs län startade mätningarna i maj 1996. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001 och numera mäts deposition i skog (krondropp) och markvattenkemi vid Attsjö.



Figur 49. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Attsjö, G21**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: pH; sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

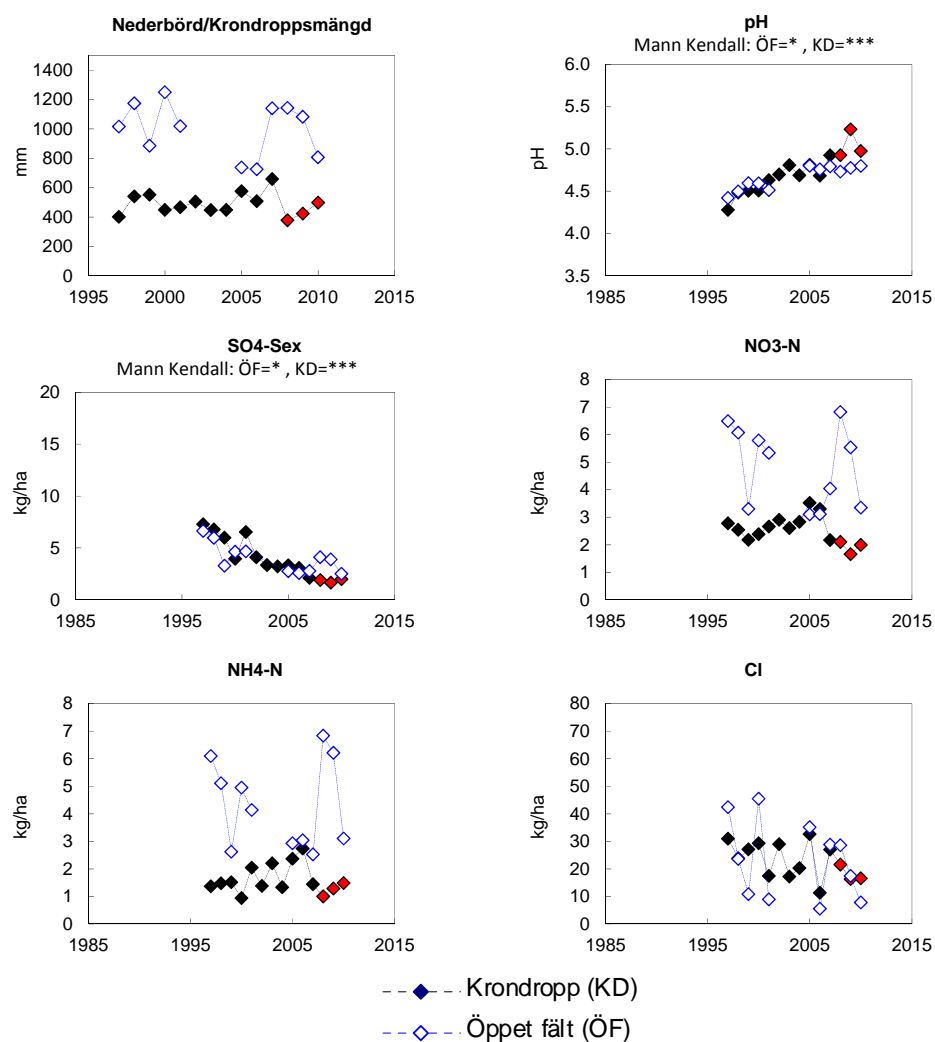


Figur 50. Markvattenkemi vid Attsjö, G 21: sulfatsvavel (SO₄-S), pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), kalciumhalt (Ca²⁺), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve (NO₃-N) samt ammoniumkväve (NH₄-N). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

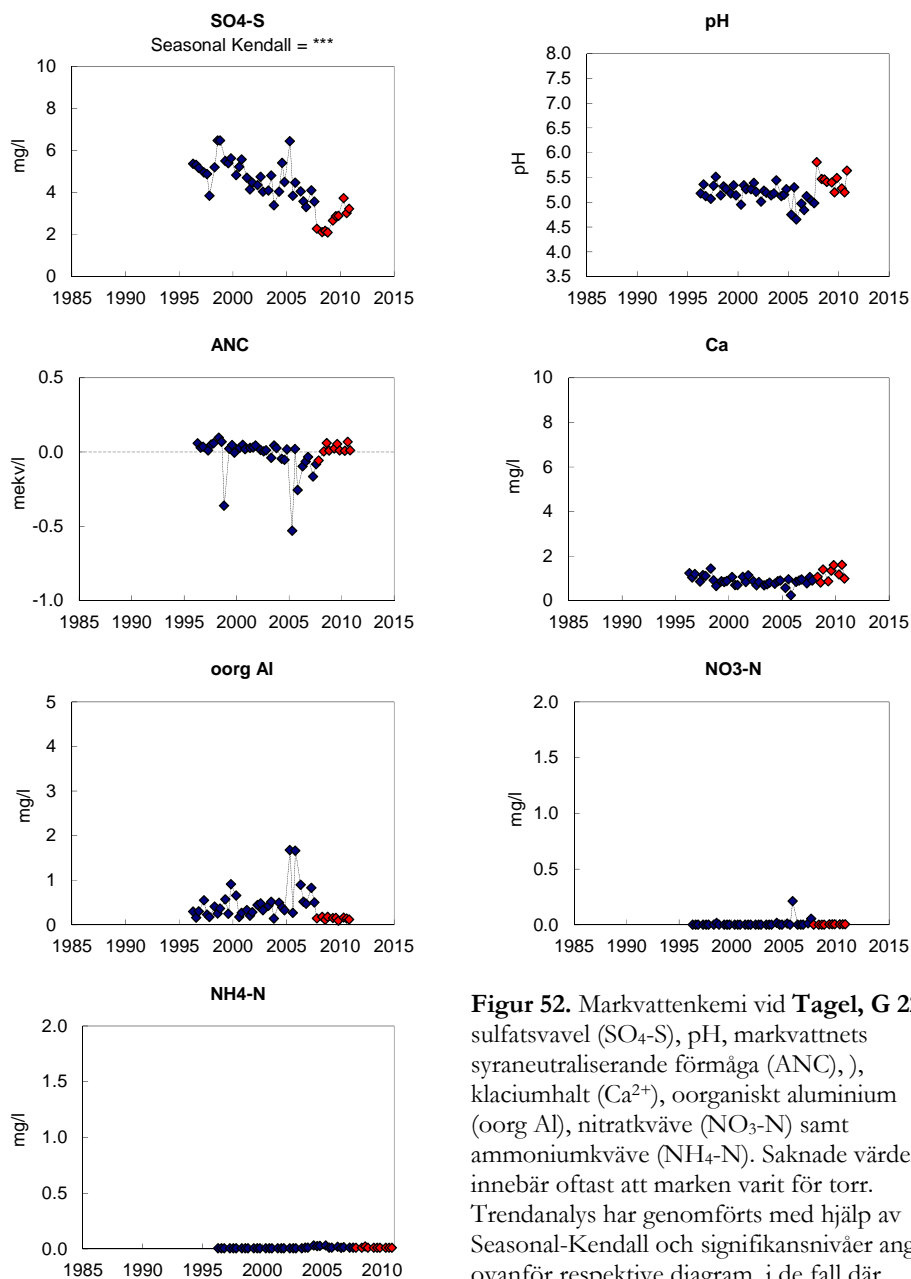
Tagel (G 22): Yta nordväst om Alvesta med 85-årig granskog, ståndortsindex G28.

Markvegetationen består främst av vit-, hus-, skogsbjörn-, vägg-, kvastmossa, blåbär, ormbunkar (örnbräken), krustätel och skogskovall. Mellan januari 1998 och januari 2007 mättes lufthalter av svaveldioxid, kvävedioxid, ammoniak och marknära ozon på öppet fält. Nederbördskemiska mätningar över öppet fält avslutades i december 2001, men återupptogs i januari 2004.

Krondropps- och markvattenmätningarna flyttades hösten 2007 på grund av barkborreangrepp, som uppkom efter stormen Gudrun, till en ny yta ca 800 m sydost om den gamla ytan i en granskog med ungefär samma ålder som den gamla. För närvarande mäts vid Tagel nedfallet både över öppet fält och via krondropp samt markvattenkemi.

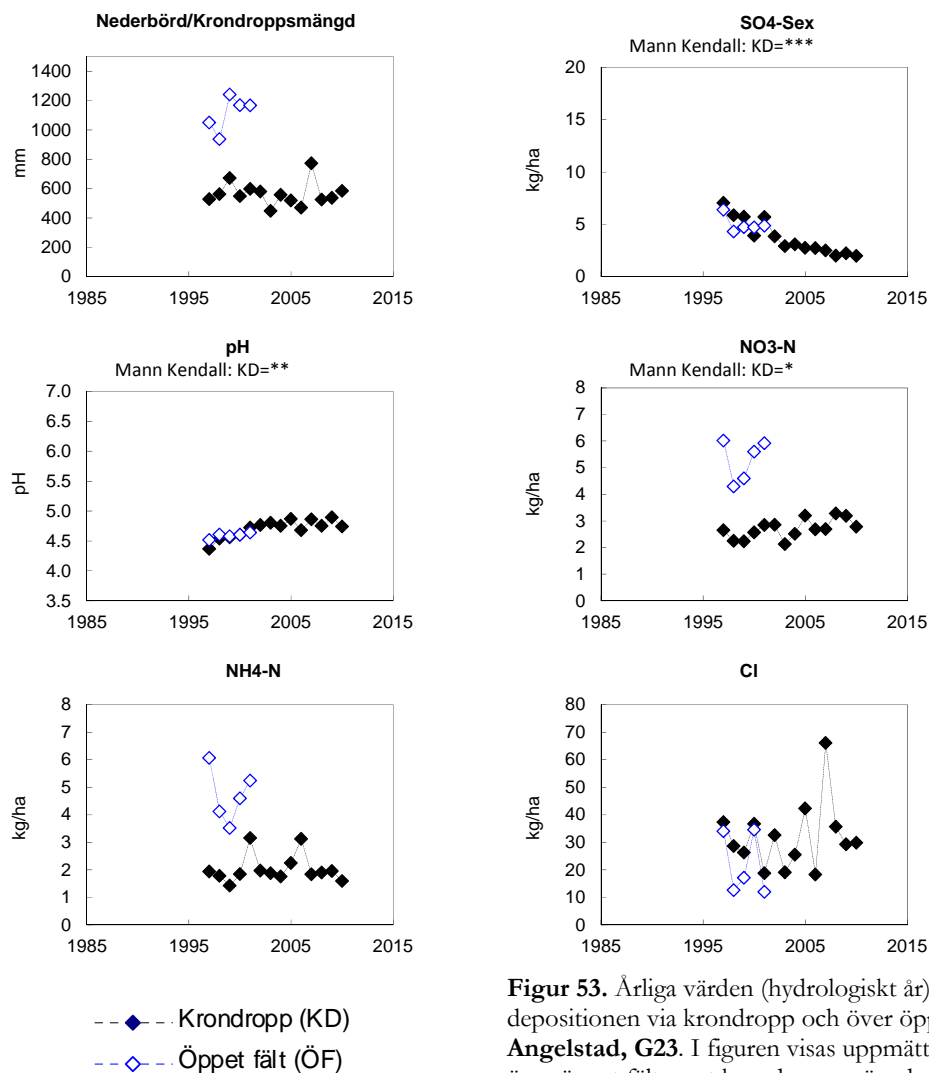


Figur 51. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Tagel, G22**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: pH; sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N) och ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats. OBS: De tre sista röda punkterna motsvarar depositionen i krondropp vid en ny lokal då en flytt på ca 800 meter genomfördes under hösten 2007. Signifikanta trender för krondropp gäller mätningarna vid den gamla ytan innan flytt.

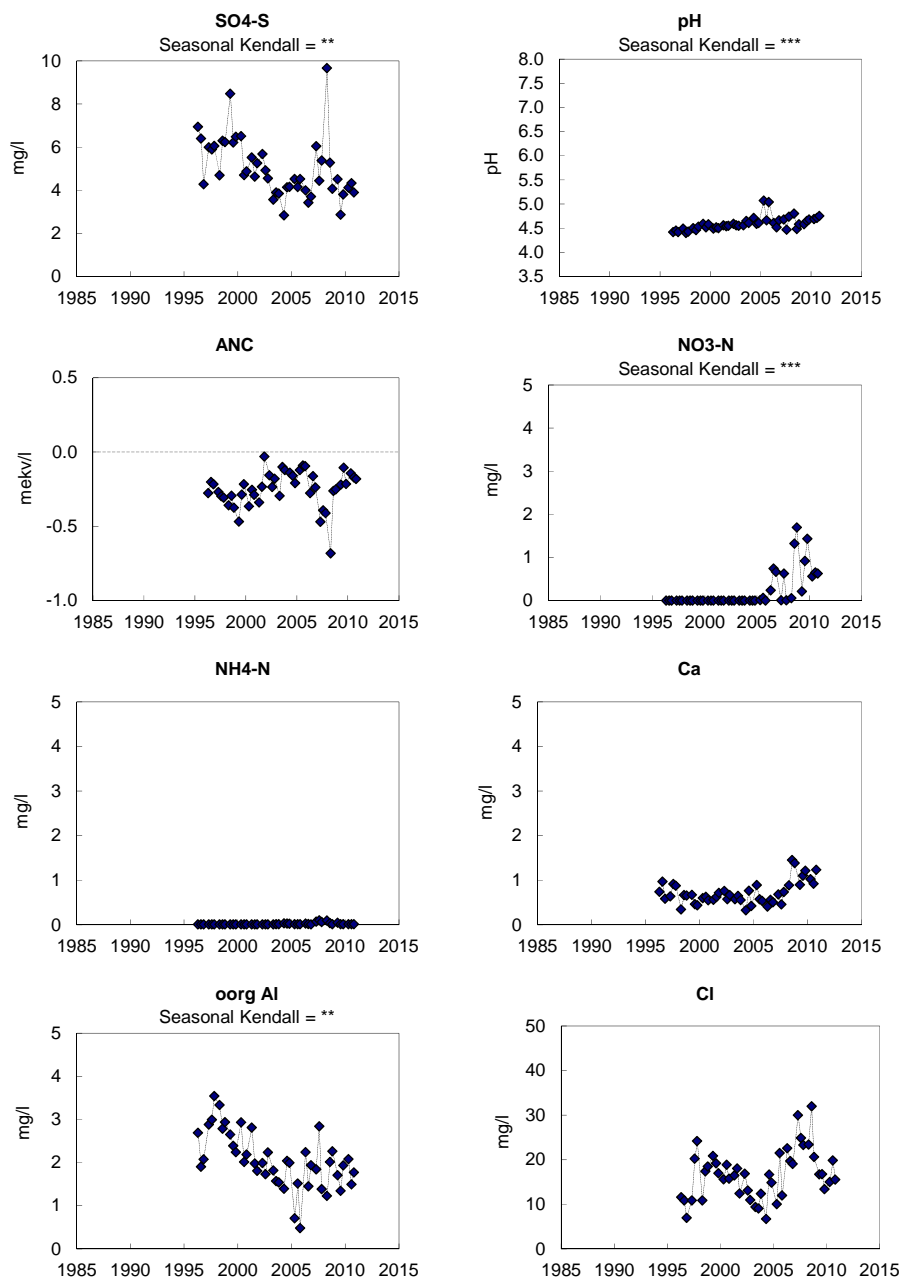


Figur 52. Markvattenkemi vid **Tagel, G 22:** sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), kalciumhalt (Ca^{2+}), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$) samt ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats. OBS: De röda punkterna motsvarar halter i markvattnet vid en ny lokal då en flytt på ca 800 meter genomfördes under hösten 2007. Signifikanta trender gäller mätningarna vid den gamla ytan innan flytt.

Angelstad (G 23): Yta sydost om Bolmen med 70-årig granskog, ståndortsindex G32. På samma sätt som för övriga ytor i länet startade mätning av deposition och markvatten i maj 1996. Markvegetationen består främst av blåbär, skogskovall, vitmossa, ljung, krustätel, lite hallon, skogsbjörn-, vägg-, kvastmossa, vid öppna ytor finns mest mossa. De nederbördskemiska mätningarna över öppet fält avslutades i december 2001 och numera mäts deposition i skog (krondropp) och markvattenkemi.

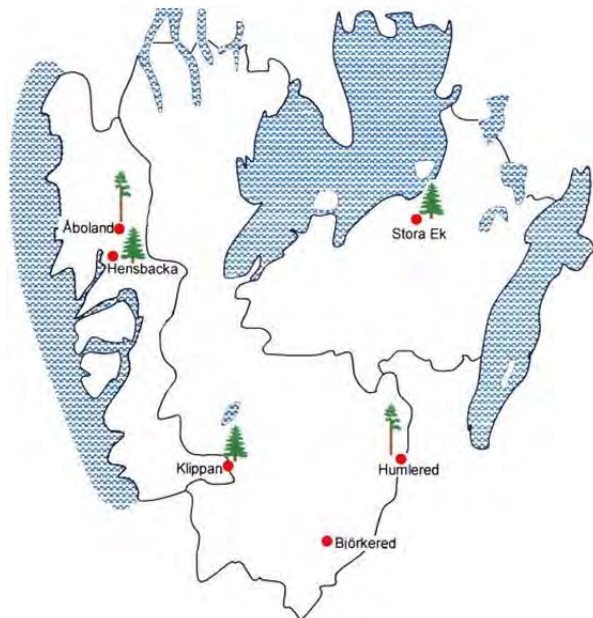


Figur 53. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Angelstad, G23**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); pH; nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur 54. Markvattenkemi vid **Angelstad, G 23**: sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalciumhalt (Ca²⁺); organiskt aluminium (oorg Al) samt kloridhalt (Cl). 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.

Västra Götalands län

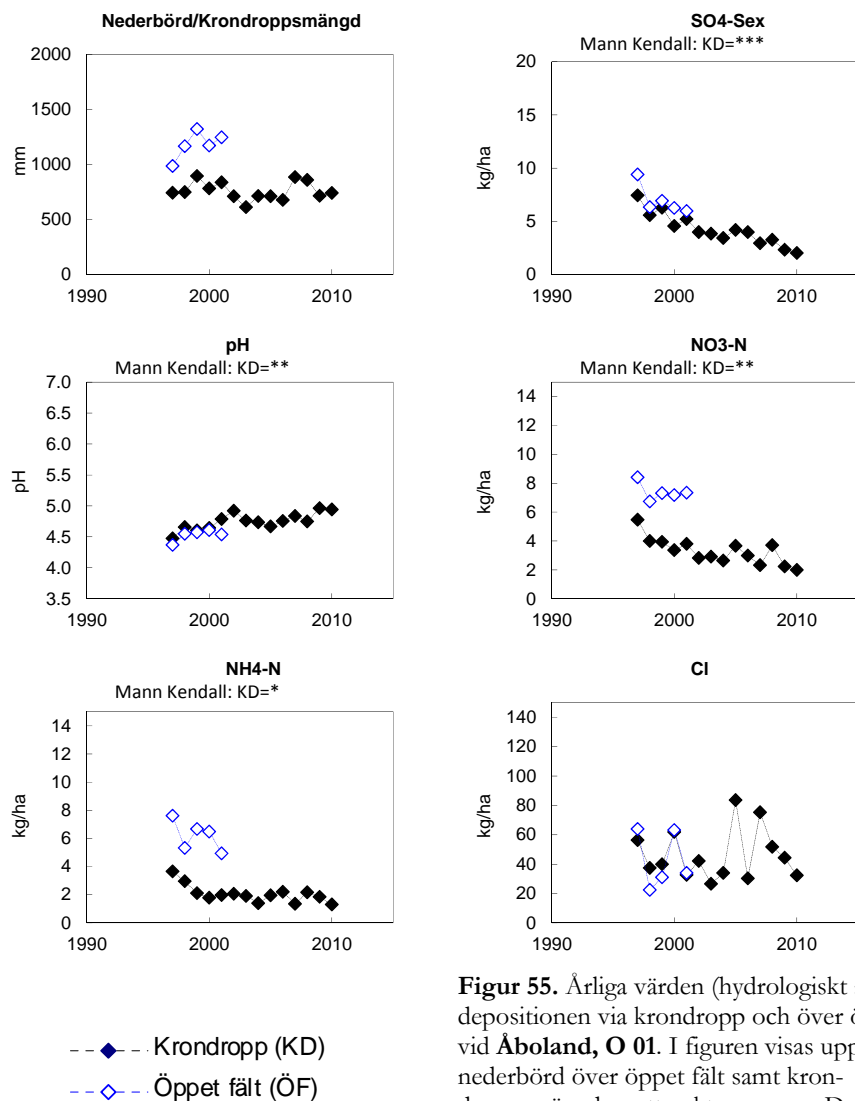


I Västra Götalands län finns sex aktiva lokaler i Krondroppsnätet (Tabell 1). Björkered har med sin 22-åriga mätperiod den längsta tidsserien. I Björkered mäts dock enbart på öppet fält. Granytorna vid Klippan och Hensbacka är de krondroppsmätningar som har längst tidsserier, 20 år.

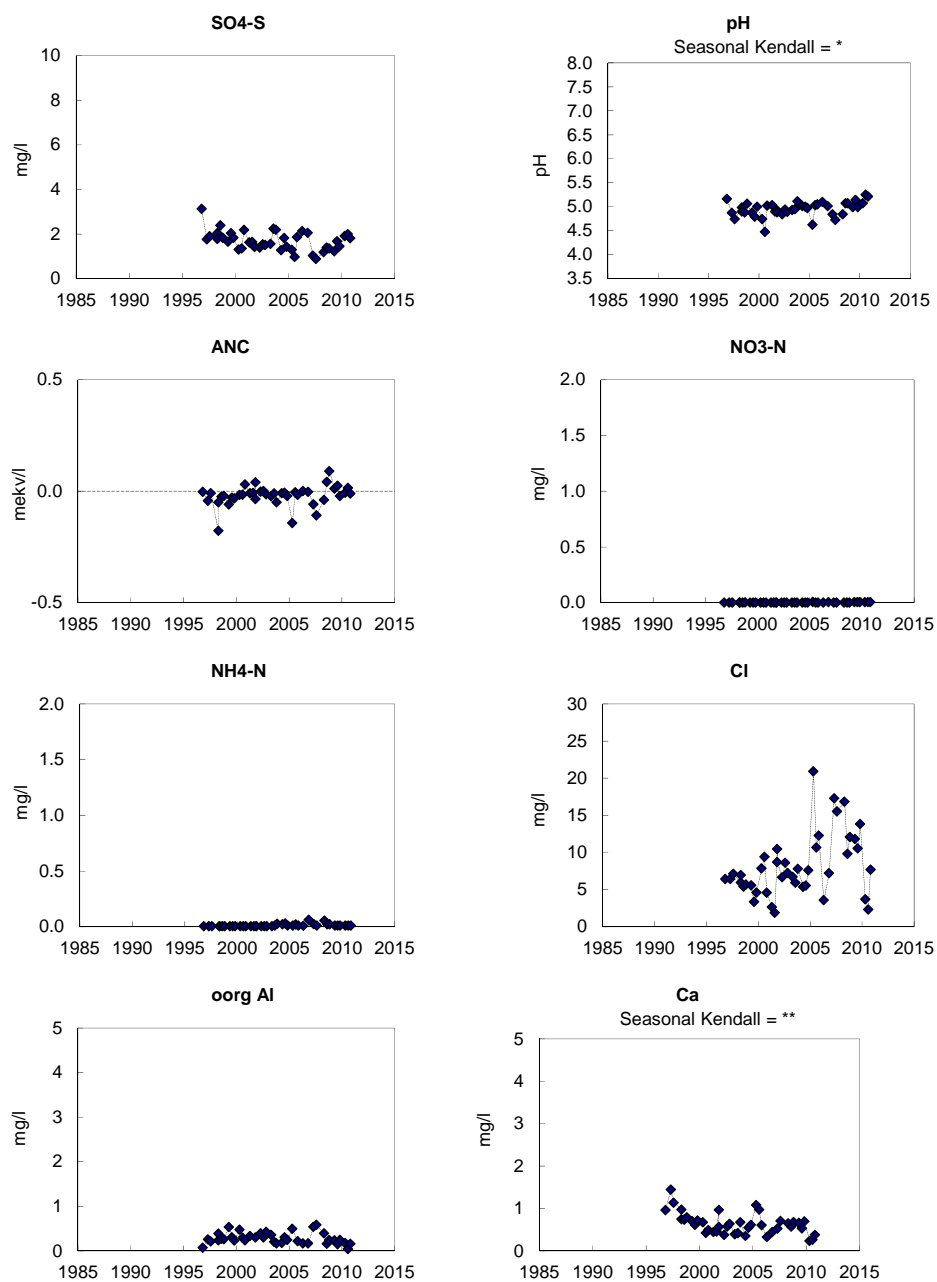
Tabell 1. Aktiva ytor i Västra Götalands län 2009/10.

Lokal	Dominerande trädslag	Öppet fält	Krondropp	Markvatten	Lufthalter			
					SO ₂	NO ₂	NH ₃	O ₃
Åboland (O 01)	Tall		X	X				
Klippan (O 05)	Gran		X	X				
Hensbacka (O 35)	Gran	X	X	X	X	X	X	X
Björkered (P 12)	-	X						
Humlered (P 93)	Tall		X	X				
Stora Ek (R 09)	Gran		X	X				

Åboland (O 01): Tallyta på plan mark i 63-årig skog med ståndortsindex T26. Jordarten utgörs av ett sandigt sediment, och jordmånen är podsol. Mätningar startade i oktober 1996. Nederbörds-kemiska mätningar avslutades i december 2001. Idag mäts enbart deposition via krondropp och markvattenkemi.



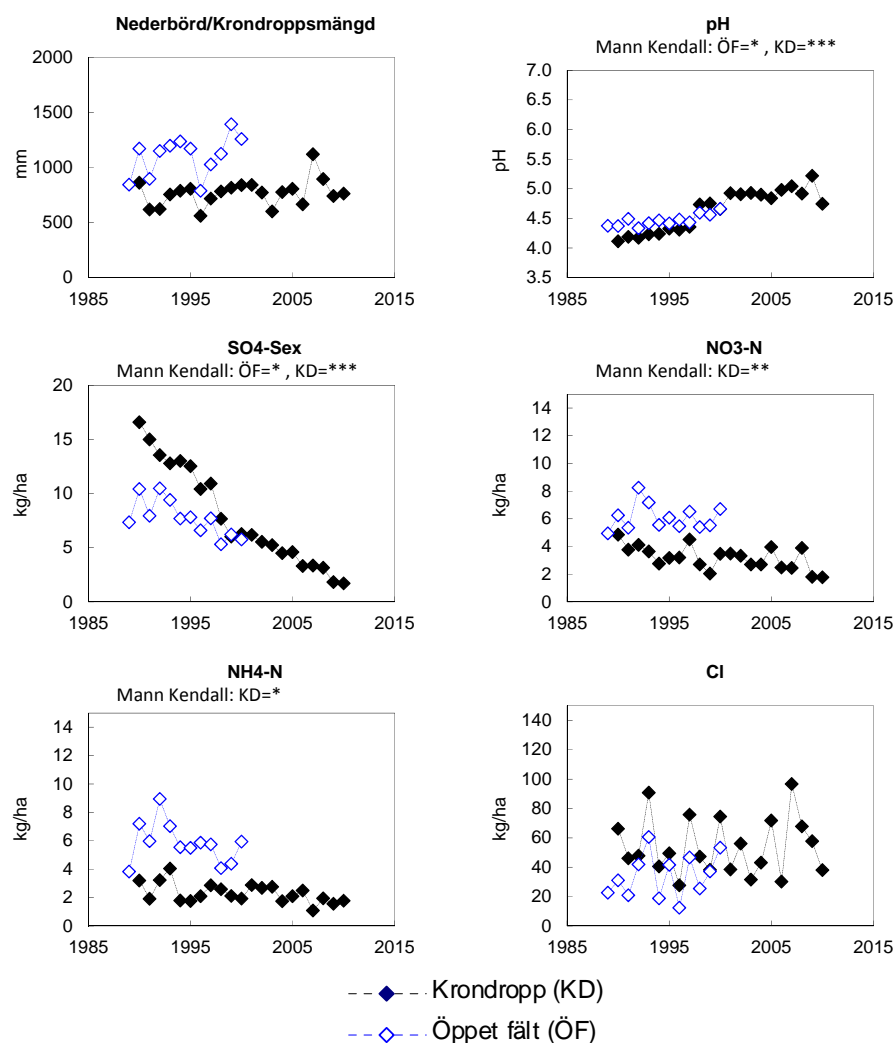
Figur 55. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Åboland, O 01. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt kron-droppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-Sex); pH; nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); klorid (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



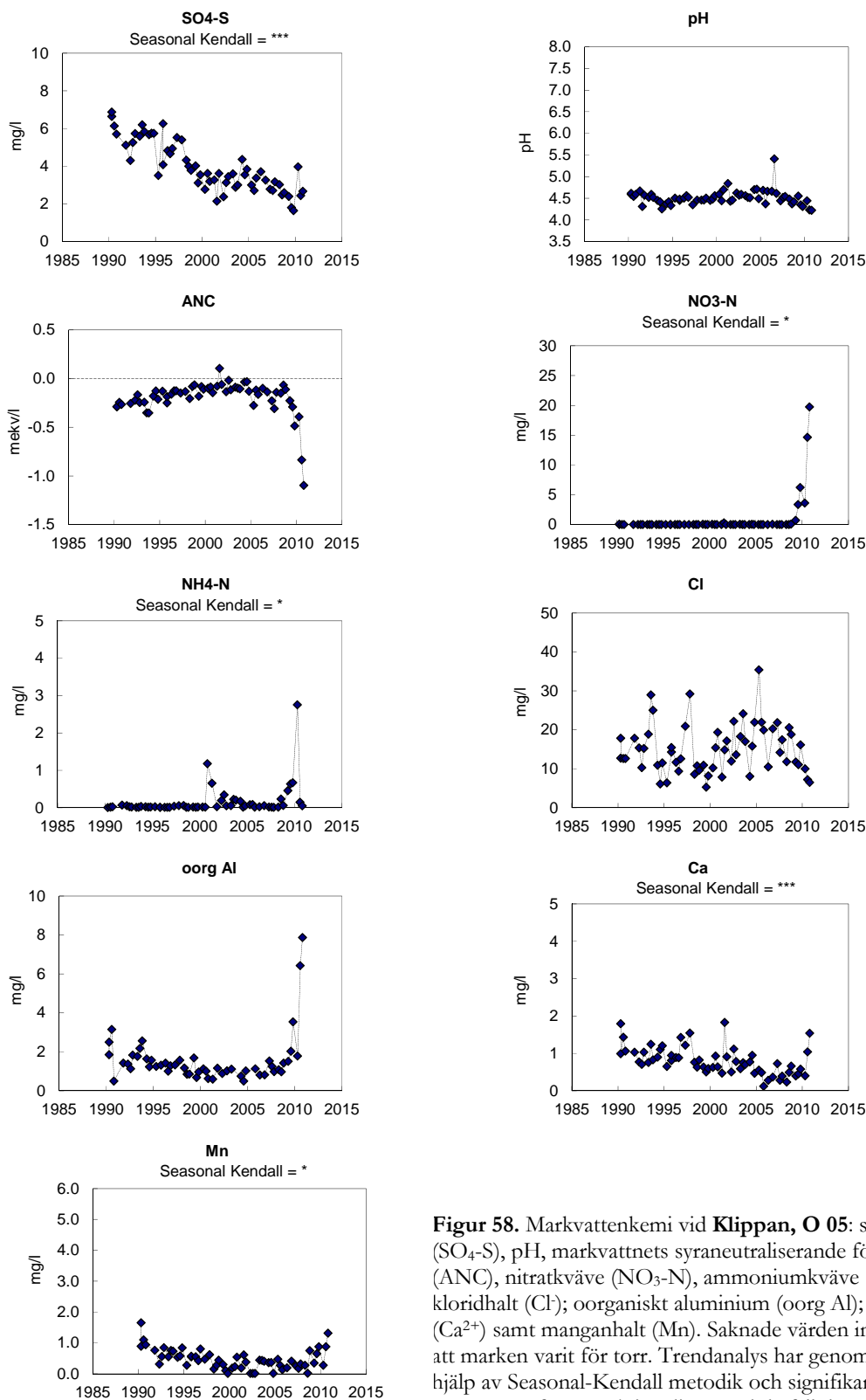
Figur 56. Markvattenkemi vid Åboland, O 01: sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kloridhalt (Cl⁻); oorganiskt aluminium (oorg Al) samt kalciumhalt (Ca²⁺). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Klippan (O 05): 119-årig granskog med 30 % tallinblandning och ståndortsindex G22.

Provytan ligger i ett naturreservat som bildades 1983 och som utgör ett Natura 2000 område. Skogen brukas inte och skadade träd avverkas ej. Våren 2008 observerades att granar började dö på grund av angrepp från granbarkborre. Vintern 2009/10 var alla granar döda och endast ett fåtal tallar återstod. De döda granarna står kvar eftersom det är naturreservat. Vid besök 2009 noterades ett flertal lågor från gamla vindfallen. Undervegetationen består av ett flertal mossarter, såsom hakmossor, kvastmossa, gräsmossa olika vitmossor och blåbär. Jordarten är sandig-moig morän och jordmånen är podsol. Ytan ligger på en höjd och markvegetationen är av ristyp. Mätningarna startade redan 1989. Från och med 2000/01 mäts deposition enbart via krondropp. Dock mäts ej halterna av katjoner i krondropp. För närvarande mäts, förutom krondropp, även markvattenkemi.

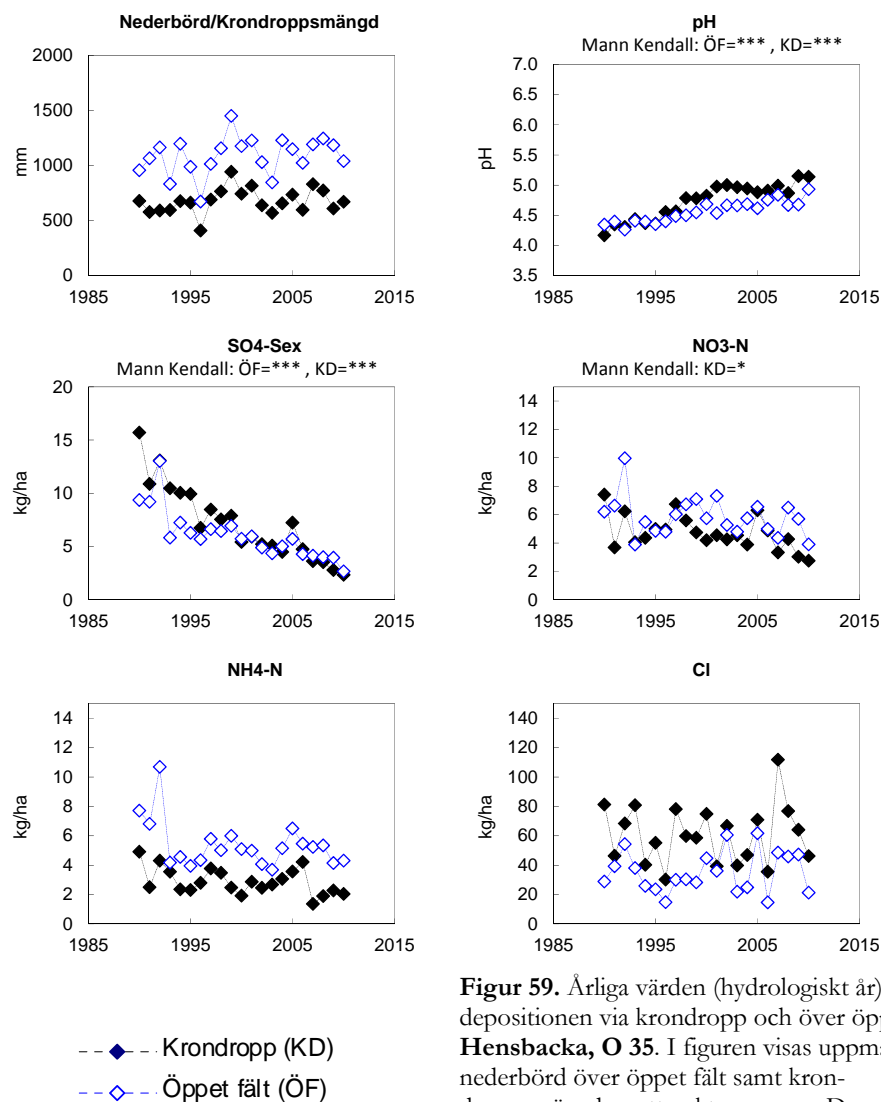


Figur 57. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Klippan, O 05**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: pH; sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-Sex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

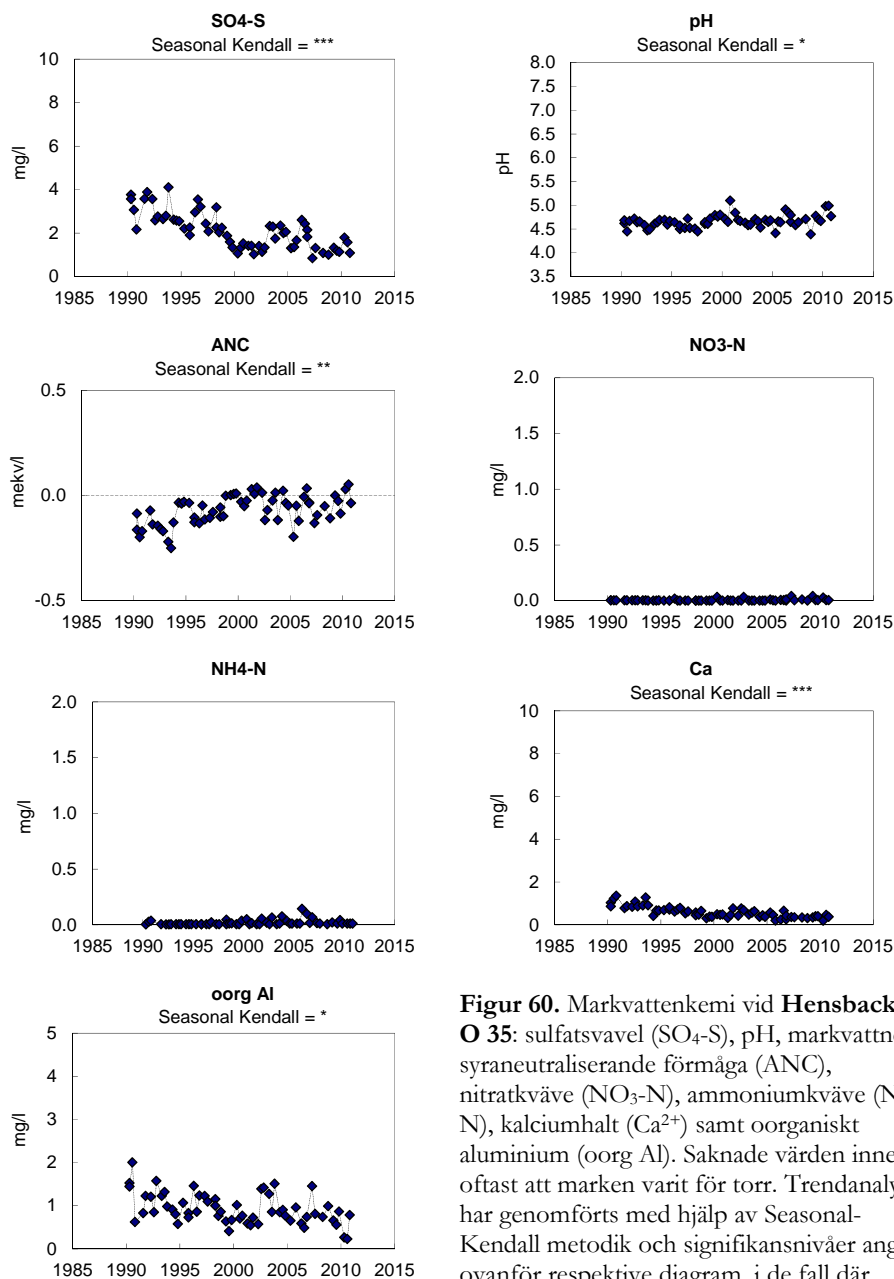


Figur 58. Markvattenkemi vid **Klippan, O 05:** sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kloridhalt (Cl); oorganiskt aluminium (oorg Al); kalciumhalt (Ca²⁺) samt manganhalt (Mn). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

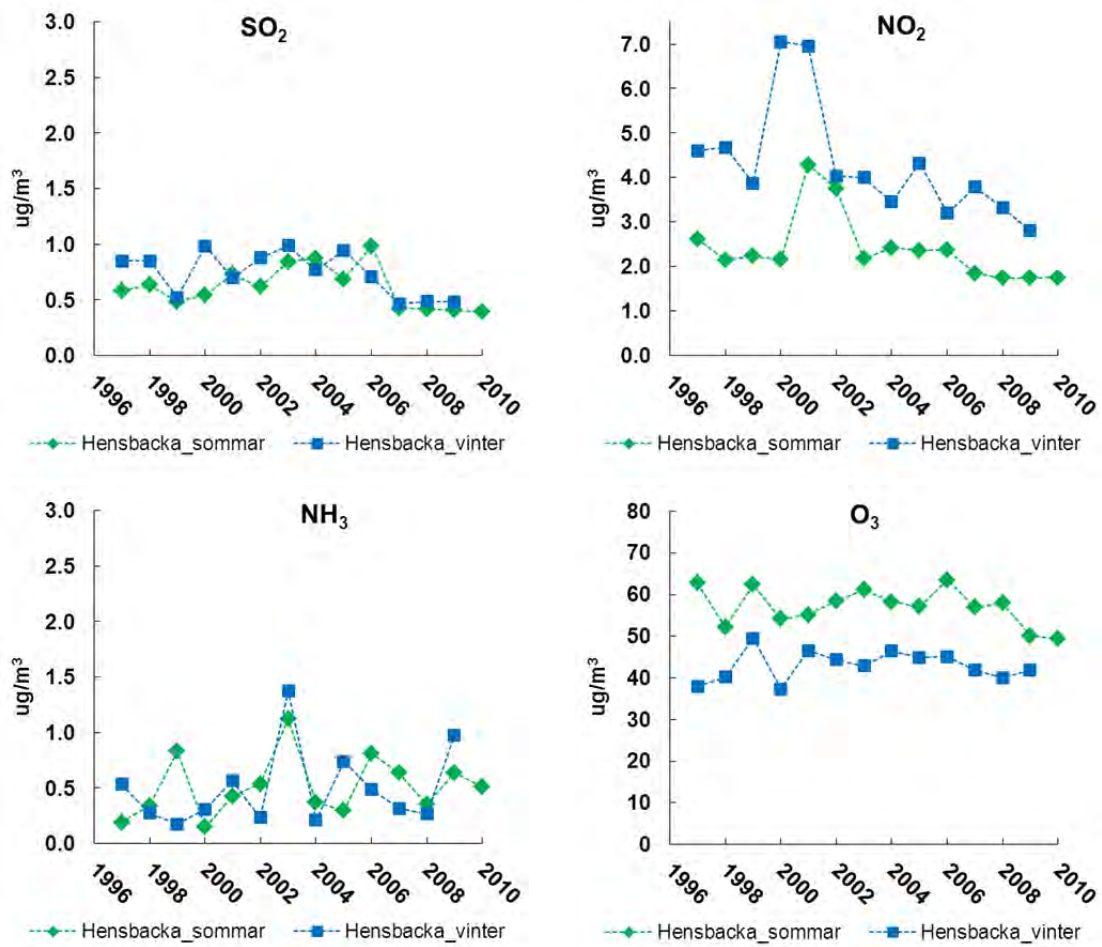
Hensbacka (O 35): 91-årig granyta med ståndortsindex G26. Marken utgörs av sandig morän, jordmånen är podsol. Humustäcket är tjockt, mer än 10 cm. Ytan är lokaliserad i den nedre delen av en sluttning åt norr och markvegetationen är av ristyp, bestående av bl a blåbär, lingon, ekorrhår, skogstjärna samt krustätel. Rönn, bok och ek förekommer inom ytan, liksom ett flertal mossarter såsom vågig siden-, skogsbjörn-, vit-, kvast- och kranshaks-mossa.



Figur 59. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via kron dropp och över öppet fält vid **Hensbacka, O 35**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt kron droppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: pH; sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridhalt (Cl). ÖF, öppet fält; KD, kron dropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

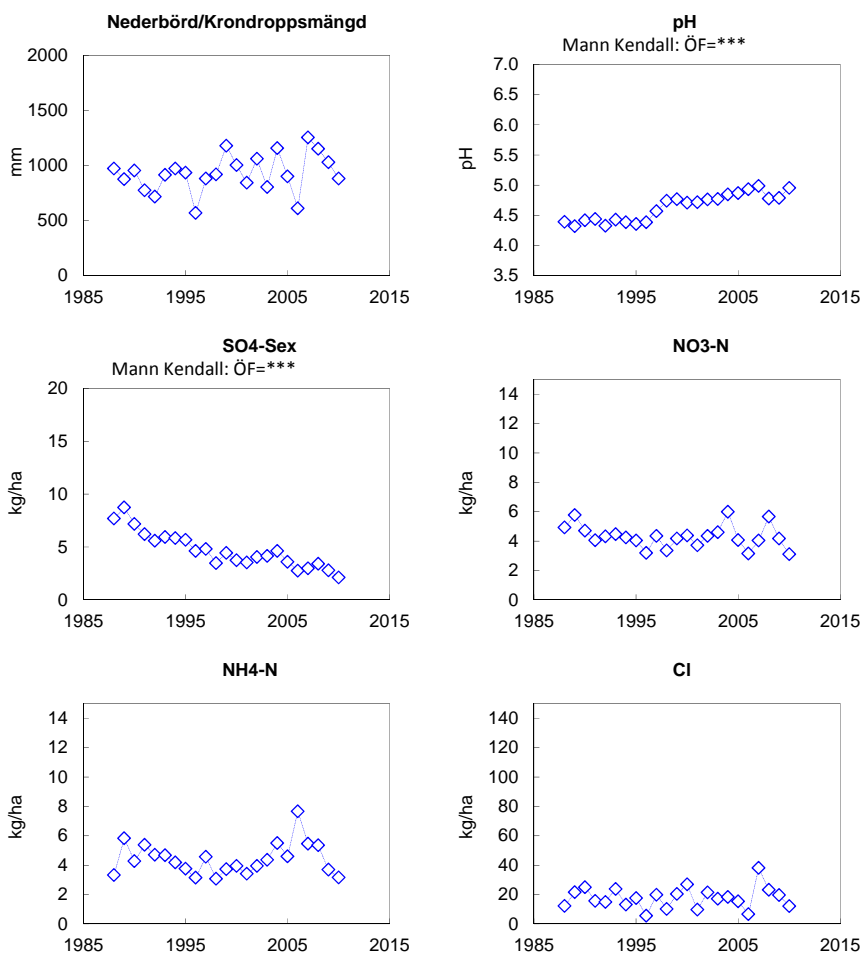


Figur 60. Markvattenkemi vid **Hensbacka, O 35:** sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalciumhalt (Ca²⁺) samt oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



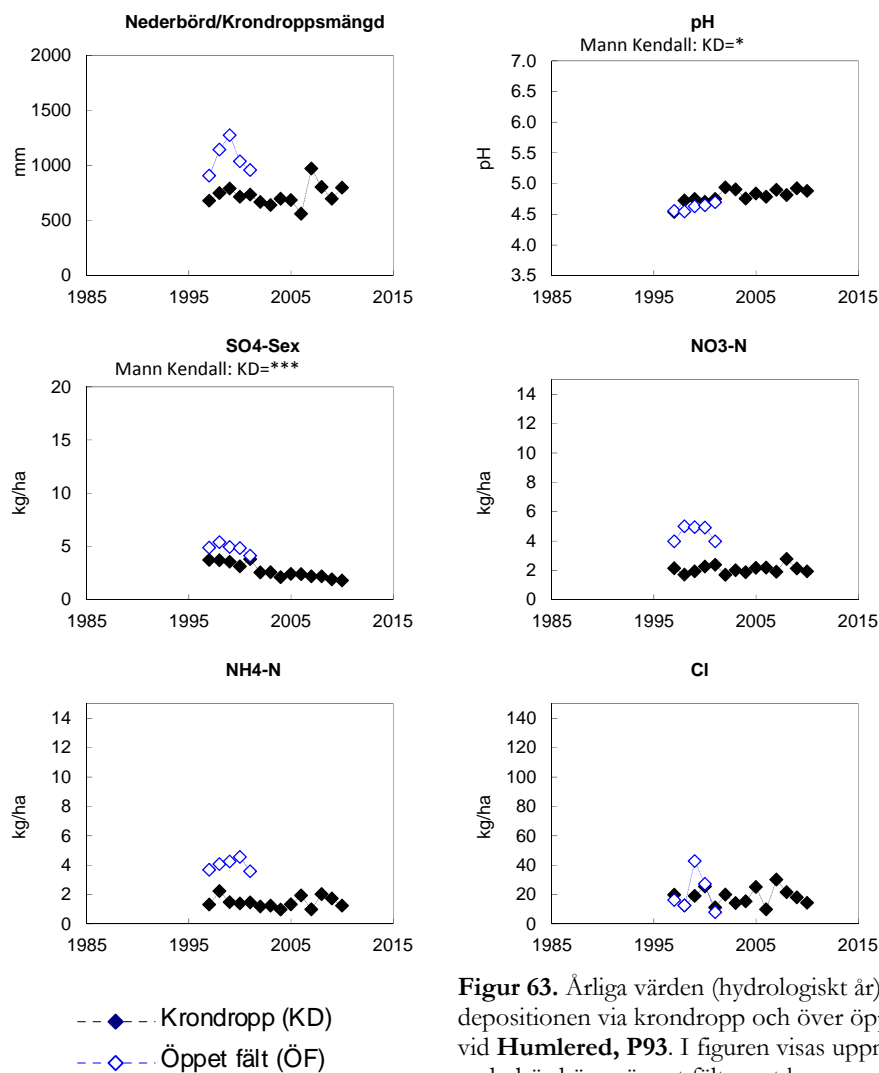
Figur 61. Lufthalter vid Hensbacka (O 35). Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

Björkered, Tranemo (P 12): Lokal för undersökning av nederbörd på öppet fält. Mätningarna i Björkered startade redan 1987 och lokalen har den längsta mätserien i länet (23 år). Lokalen ligger relativt vindskyddat mellan flera berg. Provpplatsen är flyttad för något mer än 10 år sedan, från en plats belägen ca 100 m åt nord-väst, där det nu är uppvuxen granskog.

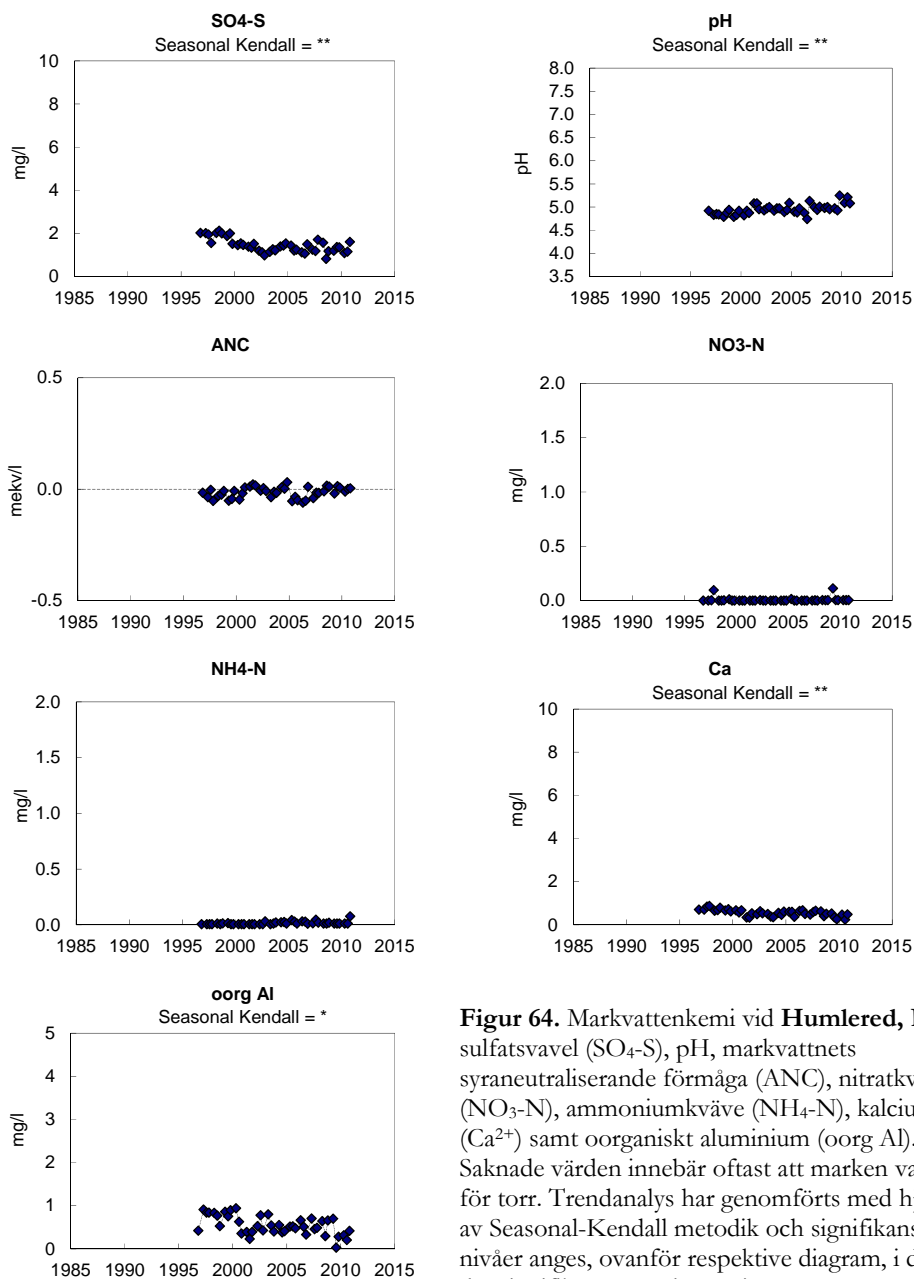


Figur 62. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen över öppet fält vid **Björkered, P 12**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: pH; sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridhalt (Cl). ÖF, öppet fält. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Humlered (P 93): Tallyta i 62-årig skog med ståndortsindex T24. Ytan ligger på plan mark på ett sediment (grovmo), med jordmånen podsol. Från och med december 2001 mäts, förutom markvattnen, deposition i krondropp.



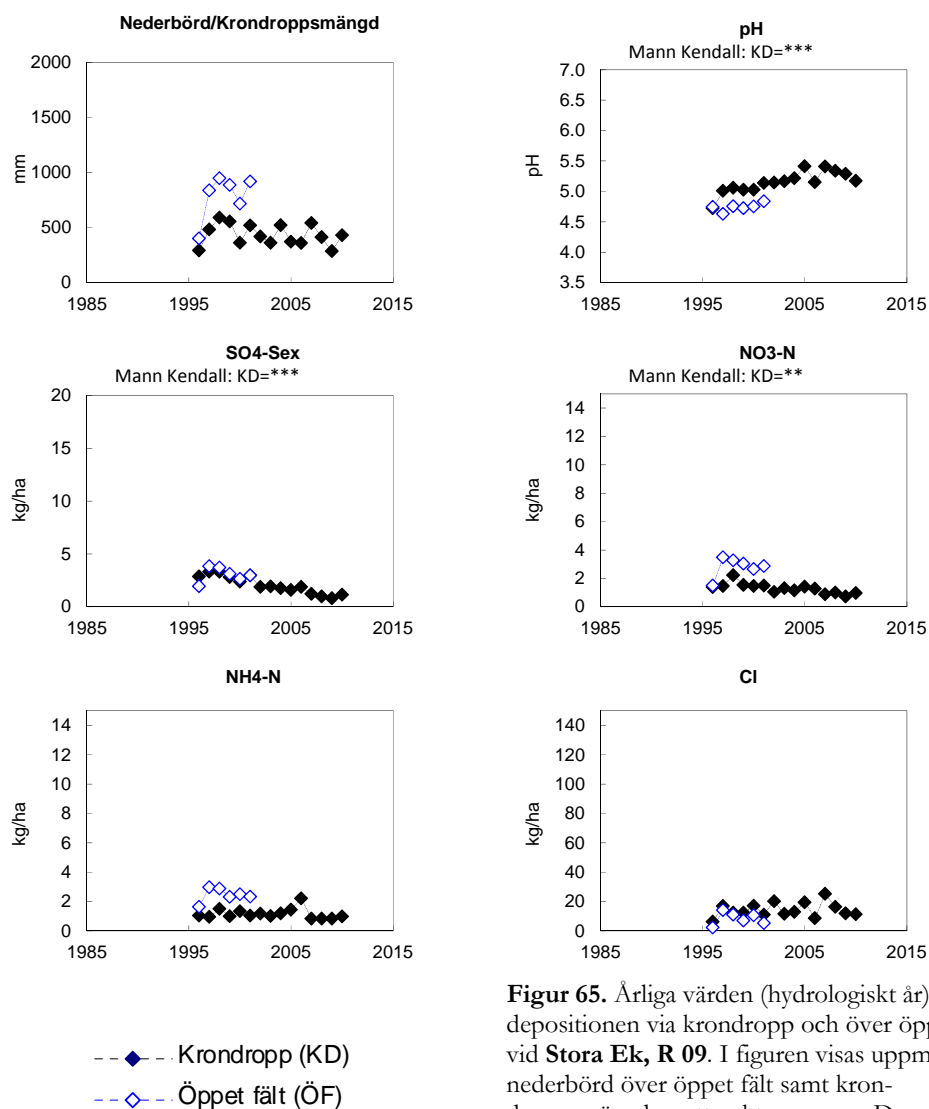
Figur 63. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Humlered, P93**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt kron-droppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: pH; sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridhalt (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



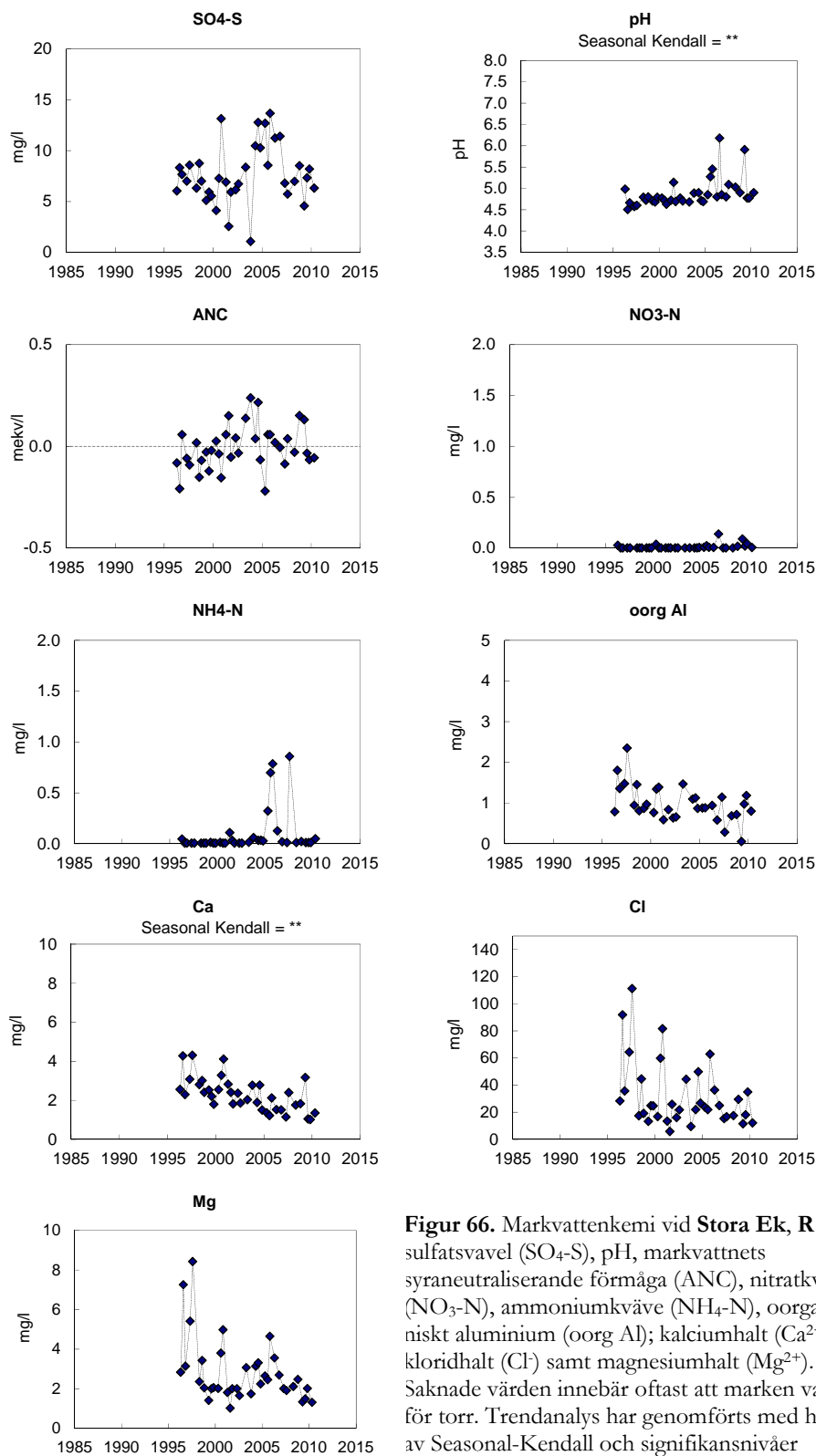
Figur 64. Markvattenkemi vid Humlered, P 93: sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalciumhalt (Ca²⁺) samt oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Stora Ek (R 09): Granta i 69-årig skog med ståndortsindex G30, där mätningarna av deposition och markvattenkemi påbörjades hösten 1995. Jordarten är sandig morän och jordmånen av övergångstyp. Undervegetationen består bl a av husmossa, blåbär, skogsstjärna, ekorrbar, harsyra, skogskovall samt knippfryle. Ytan ligger på plan mark. Ca 5 % av ytan består av bara klippållar.

Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001. Idag mäts nedfall via krondropp samt markvattenkemi.

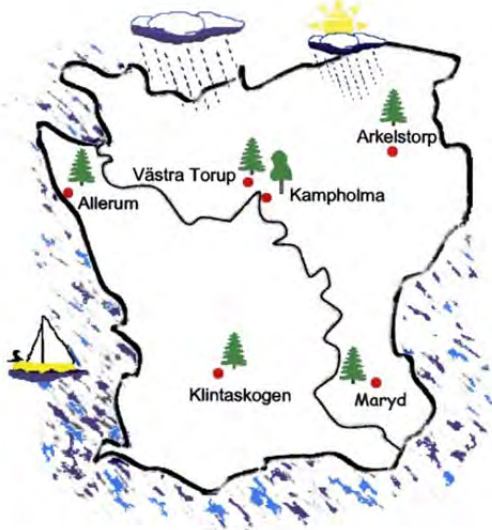


Figur 65. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Stora Ek, R 09**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: pH; sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridhalt (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur 66. Markvattenkemi vid Stora Ek, R 09: sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al); kalciumhalt (Ca²⁺) kloridhalt (Cl⁻) samt magnesiumhalt (Mg²⁺). 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.

Skåne län

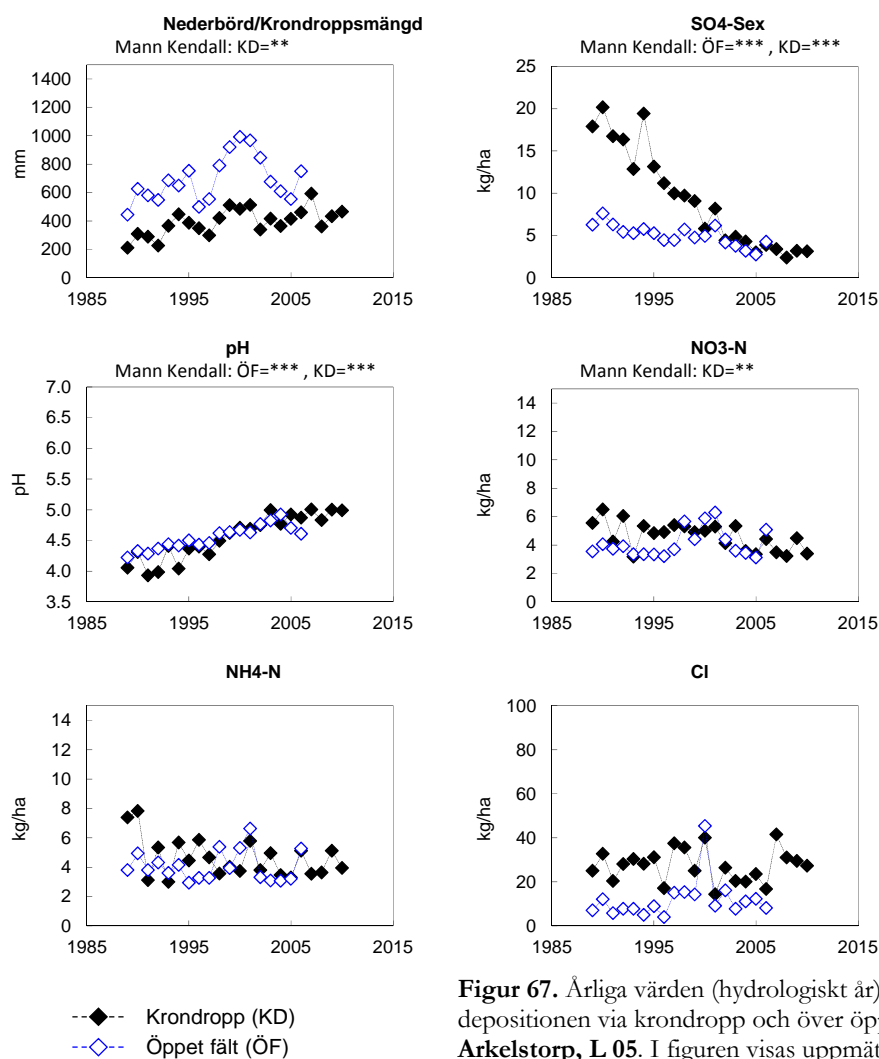


I Skåne län fanns sex aktiva lokaler inom Krondroppsnätet under 2008/09 men under 2009 kom två ytor att avverkas varför planering för ersättningsytor har genomförts och dessa ytor har startats upp under det hydrologiska året 2010. Endast ytor med hela hydrologiska året är med i denna analys varför antalet ytor i Skåne under 2009/10 endast blev 4 (Tabell 1). Arkelstorp och Västra Torup är de ytor som har längst mätserier, 21 år, och i Västra Torup görs alla typer av mätningar som ingår i Krondroppsnätet, nedfallsmätningar på öppet fält och i skogen samt mätningar av markvattenkemi

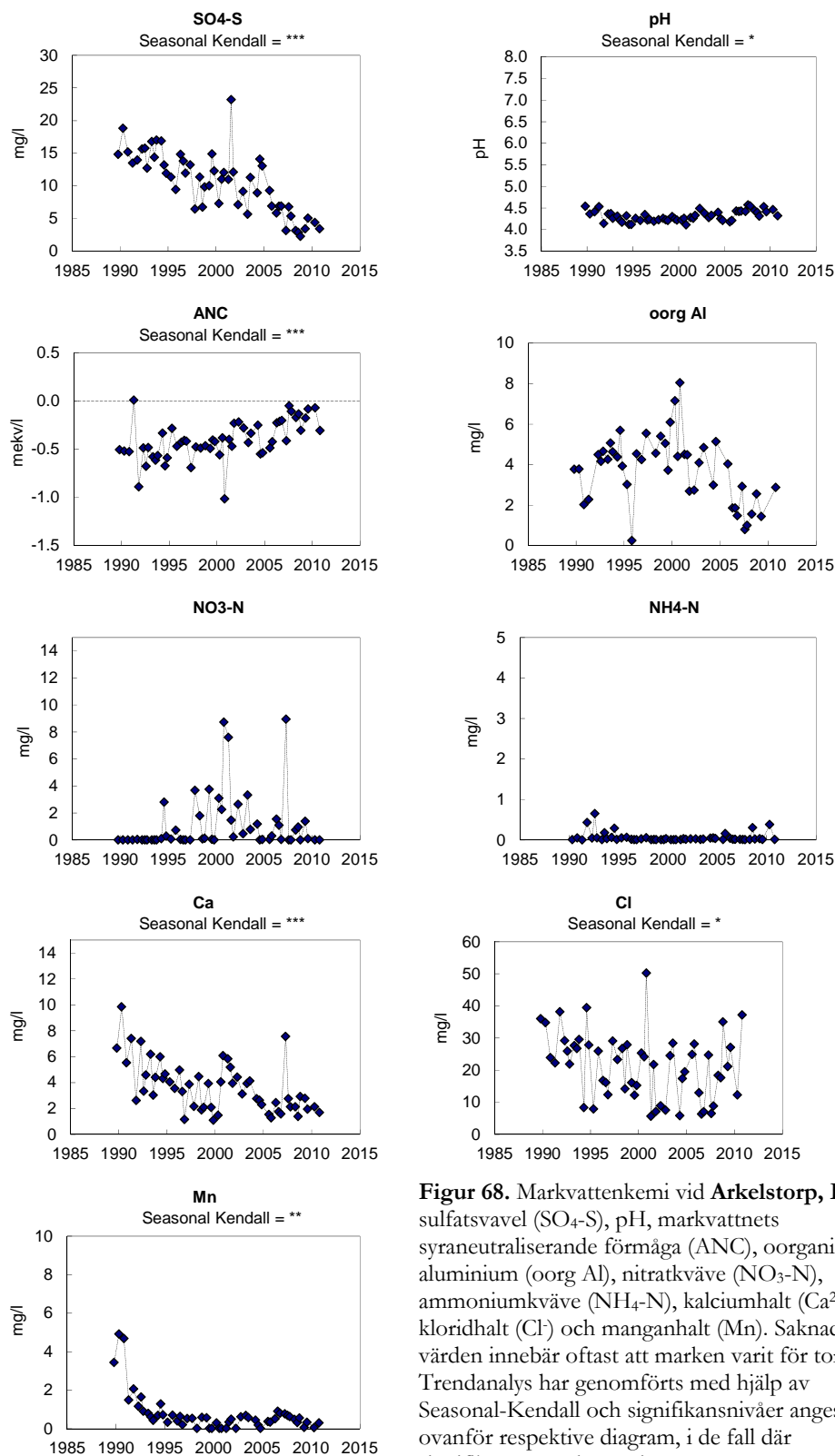
Tabell 1. Aktiva ytor i Skåne län 2009/10.

Lokal	Dominerande trädslag	Öppet fält	Krondropp	Markvatten	Lufthalter			
					SO ₂	NO ₂	NH ₃	O ₃
Arkelstorp (L 05)	Gran		X	X				
Västra Torup (L 07)	Gran	X	X	X	X	X	X	X
Kampholma (L 12)	Bok		X	X				
Maryd (L 15)	Gran		X	X				

Arkelstorp (L 05): Högt belägen granyta med ståndortsindex G32 på stenig/blockig moränmark i nordöstra Skåne. Ytan ligger relativt vindskyddad i en nordlig sluttning. Vegetationen består av husmossa, kvastmossa, kranshakmossa, skogsbjörnmossa, cypressfläta, ormbunkar, harsyra, krustätel, hallon, näva, fläder och bredbladigt gräs. Skogen är 55 år och gallrades sommaren 1995, före det att ytan utsågs till nationell observationsyta. Måttlig gallring gjordes även i september 1998. I samband med stormen Gudrun, 2005, föll enstaka träd i ytan (2-3 träd). Mätningarna på öppet fält avslutades 2006 och lufthaltsmätningarna avslutades i januari 2007. I skogsytan provtas för närvarande deposition (krondropp) och markvatten.

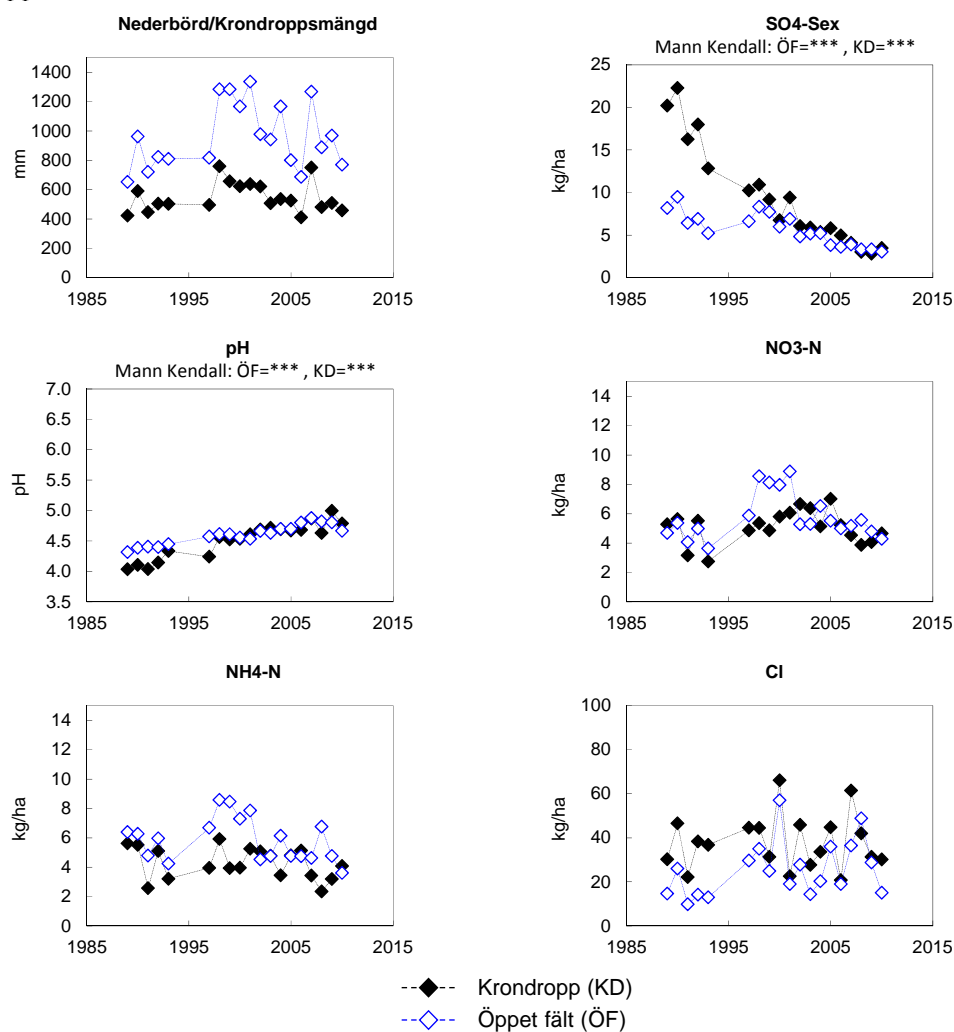


Figur 67. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Arkelstorp, L 05**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), pH; nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

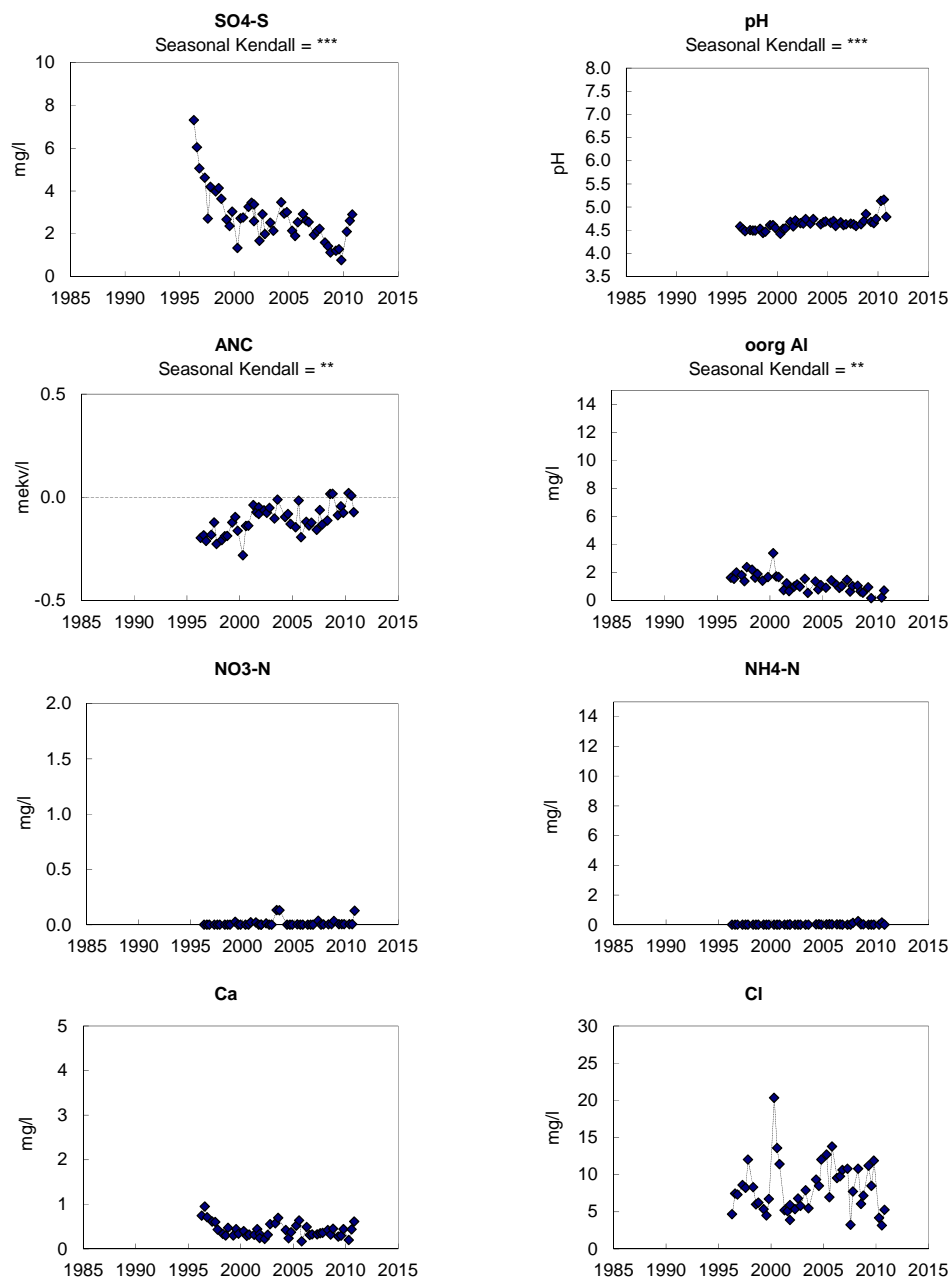


Figur 68. Markvattenkemi vid Arkelstorp, L 05: sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalciumhalt (Ca²⁺), kloridhalt (Cl) och manganhalt (Mn). Ssaknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

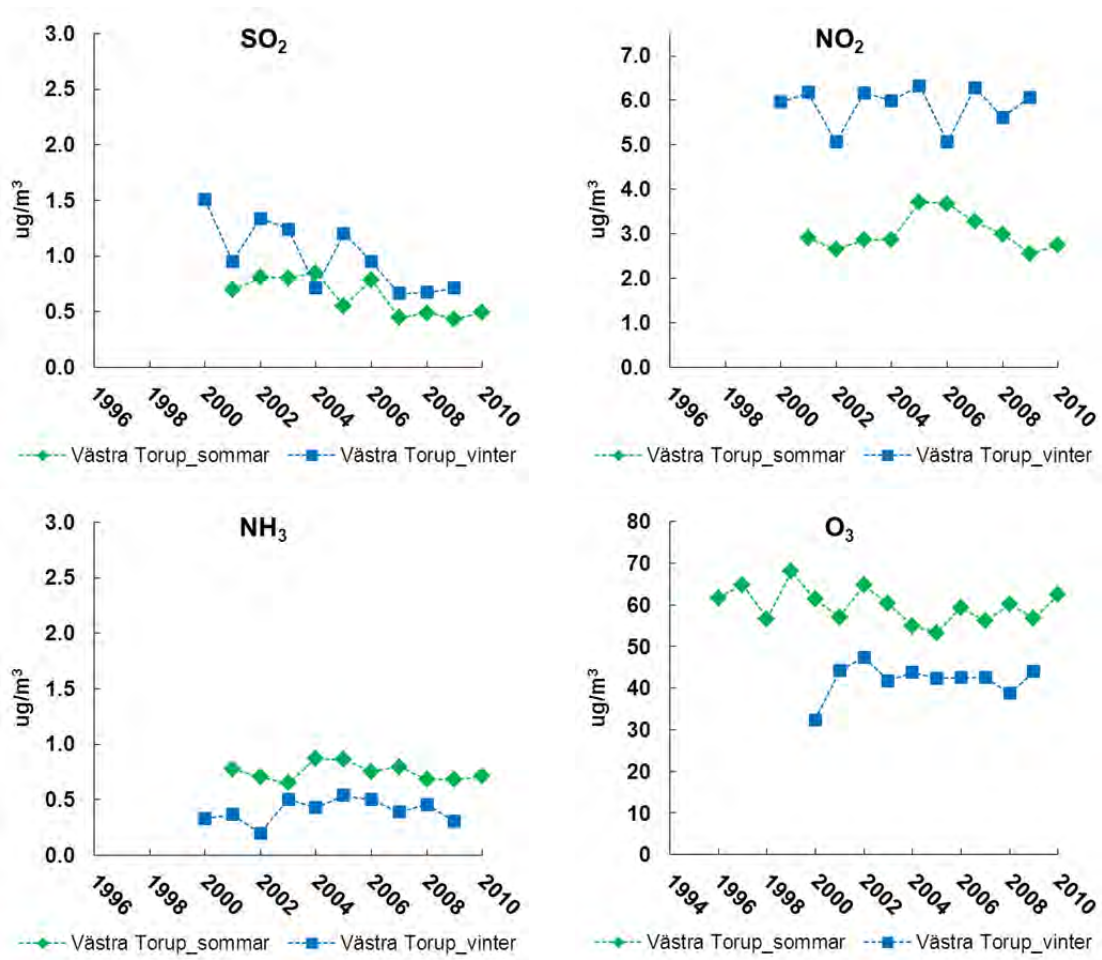
Västra Torup (L 07): Granya ta med ståndortsindex G34 en mil öster om Perstorp. Marken är plan och markvegetationen utgörs av cypressfläta, kvastmossa och krustätel. Provtagning av krondropp och markvatten i Västra Torup startade 1988. 1993 avslutades mätningarna för att 1996 påbörjas igen i samma bestånd, men med något annorlunda placering på ytan. Provytan klarade sig utan skador under stormen Gudrun, 2005, men enstaka träd föll utanför ytan. Lokalen är den enda i länet där samtliga mätningar utförs, det vill säga mätningar av deposition i skog och på öppet fält, markvattenkemi och lufthalter. Depositionsmätningarna redovisas som en hel tidsserie från 1988 i figur 6, trots att ytan flyttats inom beståndet. Tidsserien bör dock tolkas med viss försiktighet. För markvatten visas enbart mätningarna i den senare ytan med start 1996, eftersom markvattenkemin kan variera mycket i lokal skala (figur 7). Ytan avverkades i september 2010 och en ny yta startades upp.



Figur 69. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Västra Torup, L 07**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); pH, nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram då signifikanta trender påvisats. Observera att krondroppsmätningarna från 1996 och framåt utfördes på en annan yta inom beståndet än tidigare.

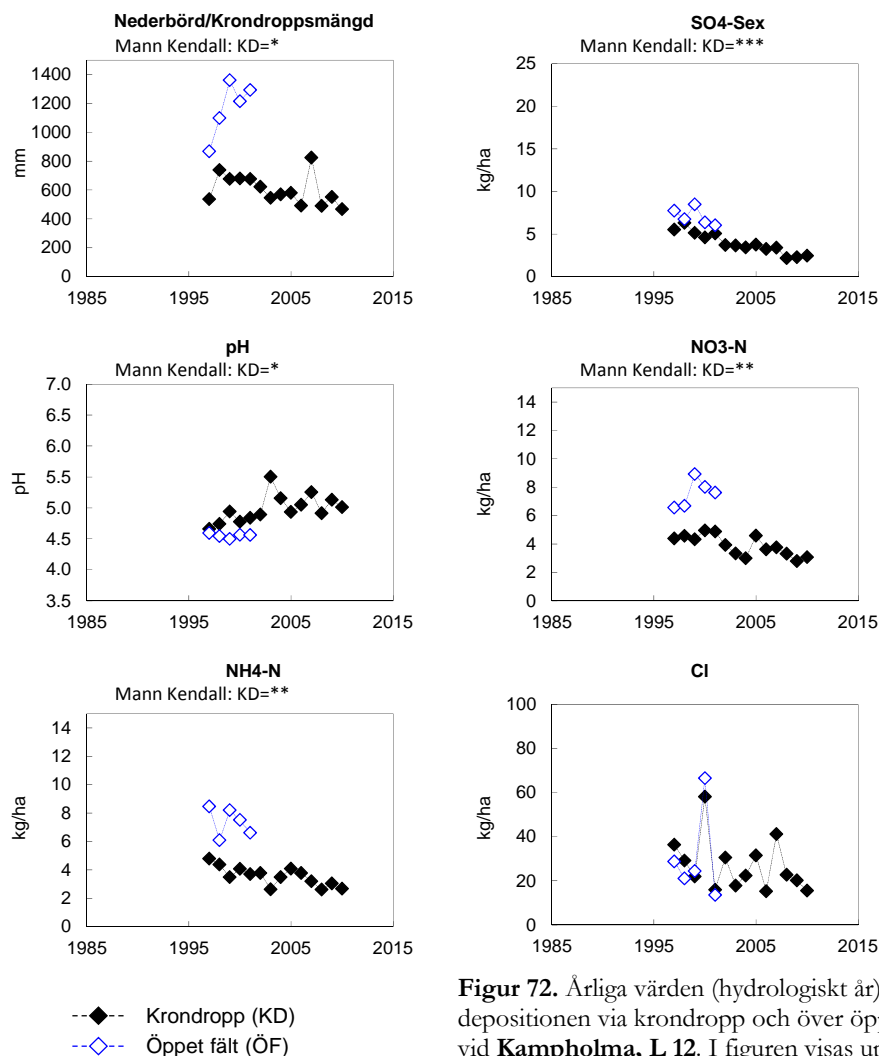


Figur 70. Markvattenkemi vid Västra Torup, L 07: sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalciumhalt (Ca²⁺) och kloridhalt (Cl). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trend-analys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

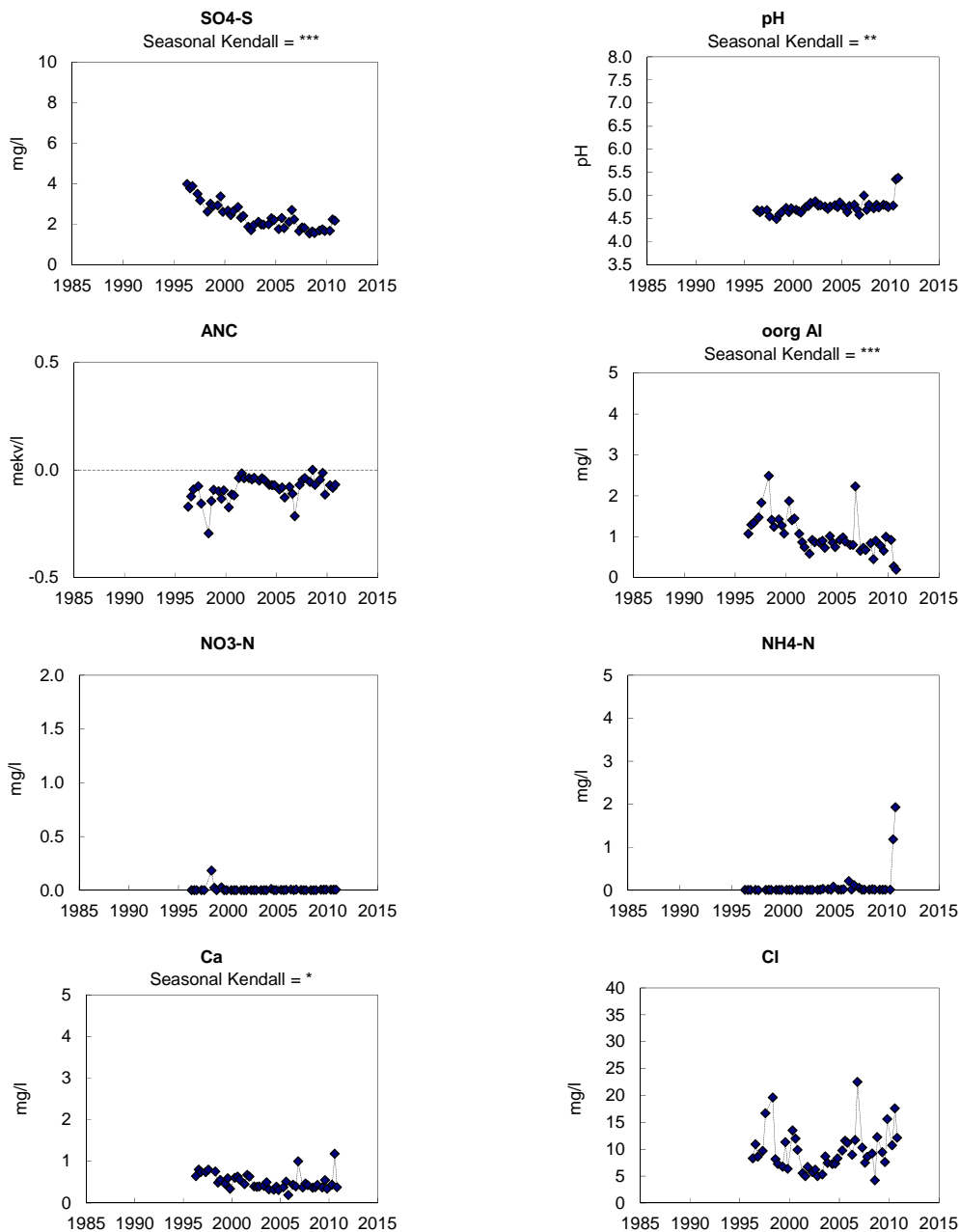


Figur 71. Lufthalter vid Västra Torup, (L 07). Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

Kampholma (L 12): Högt belägen bokyta med 112-årig skog. Fågelvägen är lokalen belägen endast cirka 3 km sydost om Västra Torup. Ytan ligger betydligt högre i terrängen än Västra Torup (135 m över havet). Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001. Numera mäts deposition via krondropp samt markvattenkemi.

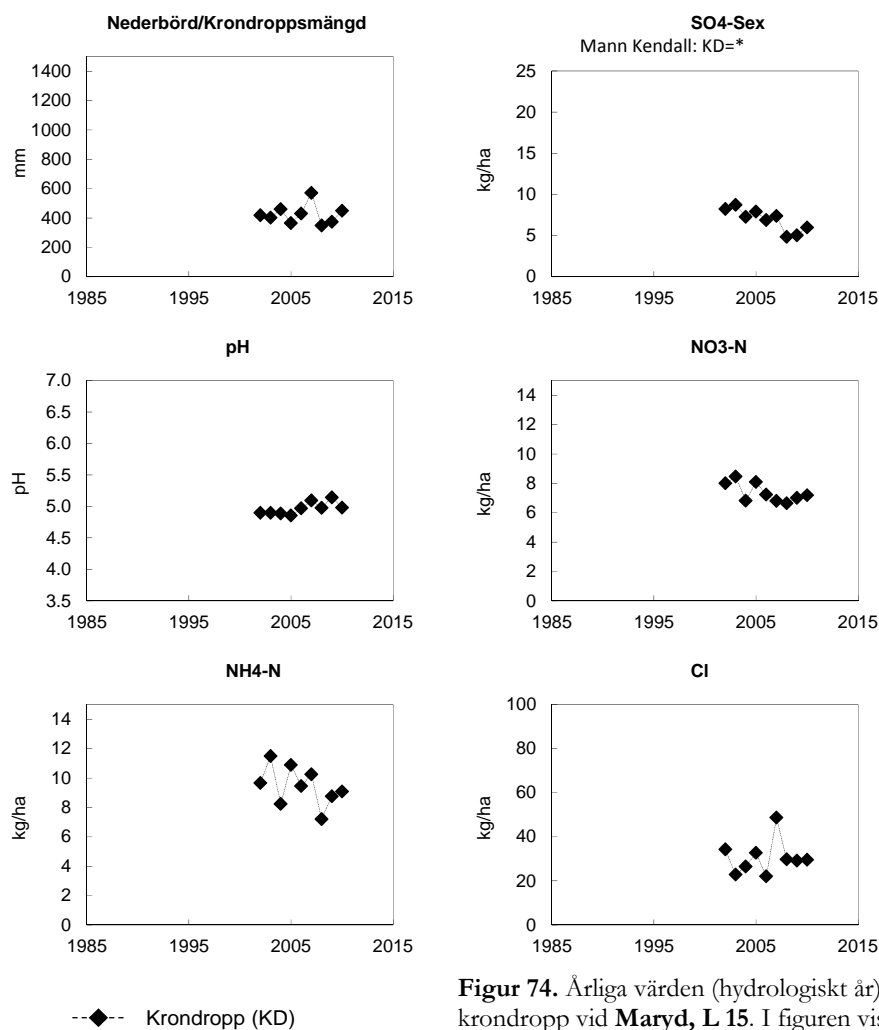


Figur 72. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Kampholma, L 12**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-Sex); pH; nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram då signifikanta trender påvisats.

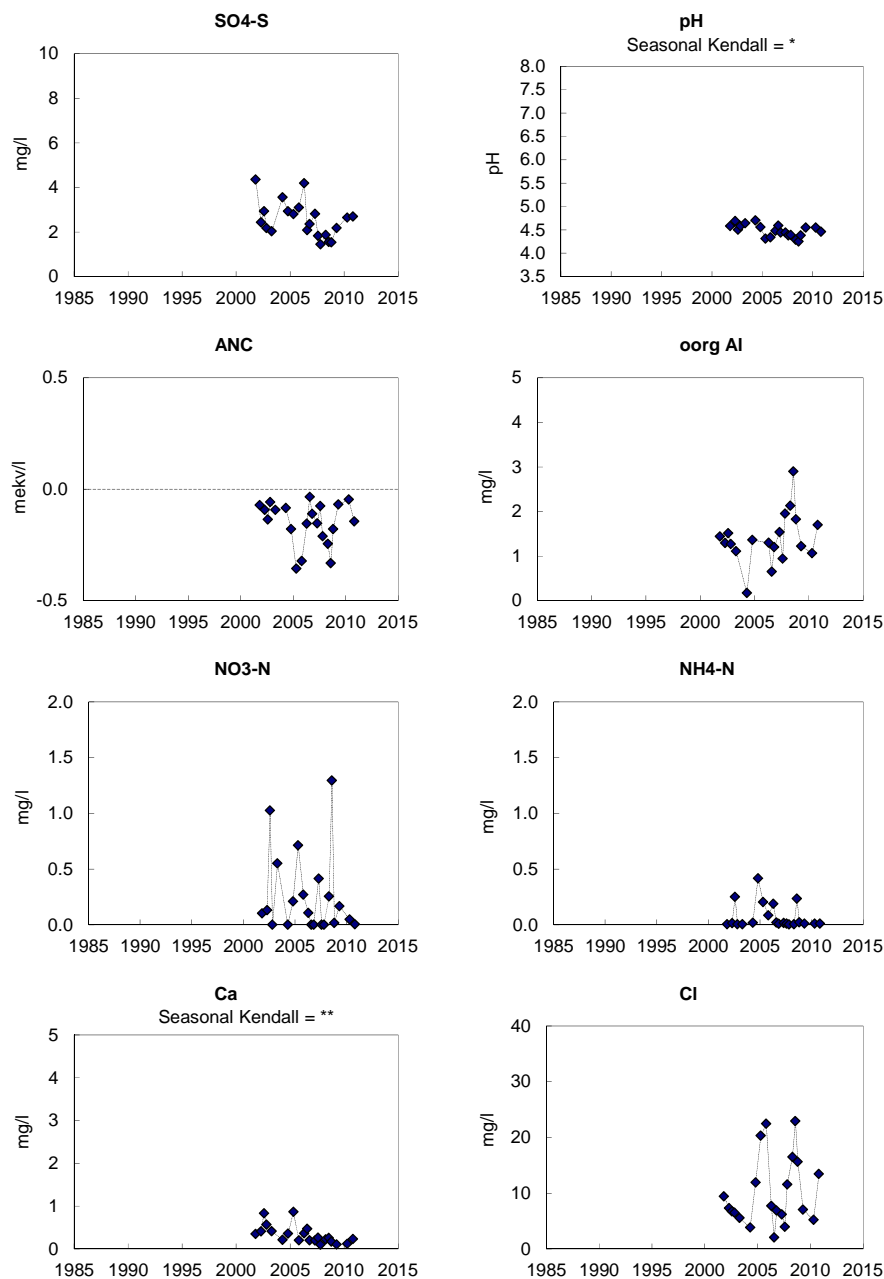


Figur 73. Markvattenkemi vid **Kampholma, L12:** sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalciumhalt (Ca²⁺) och kloridhalt (Cl). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Maryd (L 15): 51-årig granskog på bördig mark (G34) i sydöstra Skåne. Ytan ligger nära en hästgård (ca 100 m) och markvegetationen utgörs av skogsbjörnmossa, cypressfläta och krustätel. Ytan ingår i Skogsstyrelsens nät av observationsytor. Lufthaltsmätningarna avslutades i januari 2007. Mätning av nedfall (krondropp) och markvattenkemi i Maryd startade i oktober 2001. Den här typen av mätningar har dock utförts kontinuerligt i området sedan 1988. De har visat att området tillhör ett av Sveriges mest drabbade när det gäller belastning av svavel och kväve. Tidigare lokaler (Tunbyholm och Tunby) har ersatts på grund av att skogen blåste ner. De tre lokalerna ligger så nära varandra att mätningarna på öppet fält (nederbörd och lufthalter) kan utgöra bakgrundsinformation för krondroppsmätningarna i Maryd.



Figur 74. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp vid **Maryd, L 15**. I figuren visas krondroppsmängder uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); pH; nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och kloridjoner (Cl); ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur 75. Markvattenkemi vid **Maryd, L 15**: sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalciumhalt (Ca²⁺) och kloridhalt (Cl⁻). 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.

Bilaga 2. Ord att förklara

<p>ANC: ”Acid Neutralising Capacity” (syra-neutraliserande förmåga) beräknas som starka basers katjoner (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+) minus starka syror anjoner (SO_4^{2-}, NO_3^-, Cl^-) räknat i ekvivalenter. Positivt värde utgörs av syrabuffrande vätekarbonat och organiska anjoner. Negativt värde uttrycker aciditet.</p> <p>Antropogent: Orsakad av människan.</p> <p>Baskationer: Positiva joner av alkalimetaller med ursprung i syraneutraliserande föreningar; kalcium, magnesium, kalium och natrium.</p> <p>Deposition: Nedfall av luftföroreningar från atmosfären.</p> <p>EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme): Europeiskt samarbete avseende gränsöverskridande luftföroreningar för kontroll av luftens och nederbördens sammansättning samt beräkningar av transport av luftföroreningar.</p> <p>Hydrologiskt år: Omfattar oktober till september, baseras på vattnets cirkulation i naturen.</p> <p>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.</p> <p>Jordart: Sönderkrossade och vittrade bergarter bildar jordarter med olika kornstorlekar och sorteringsgrad. De vanligaste jordarterna är morän, olika sediment och torv.</p> <p>Jordmån: Övre delen av marken som påverkas av markorganismer, klimat och vegetation. Vanligaste jordmåner i skog på fastmark är podsoler, övergångsjordar och brunjordar.</p> <p>Kritisk belastning: Den högsta deposition som inte bedöms försäkra 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.</p> <p>Krondropp: Nederbörd som passerat trädkronorna. Ger ofta bra mått på totaldeposition i skog av ämnen som inte påverkas nämnvärt av interncirkulation, som 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 i krondropp. I kraftigt kvävebelastade områden visar krondroppsmätningar högre deposition än mätningar på öppet fält.</p>	<p>Lufthalter: Luftens innehåll av svaveldioxid (SO_2), kvävedioxid (NO_2), ammoniak (NH_3) och ozon (O_3) mäts i dessa undersökningar som månadsmedelvärde med hjälp av diffusionsprovtagare.</p> <p>Mann-Kendall: statistisk metod för att beskriva trender.</p> <p>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).</p> <p>MATCH-Sverige: Spridningsmodellssystem utvecklat på SMHI, för modellering av deposition av luftföroreningar.</p> <p>pH-värde: Mått på surhetsgrad. Ju lägre pH-värde, desto mer vätejoner och surare förhållanden.</p> <p>Seasonal-Kendall: statistisk metod för att beskriva säsongsvisa trender.</p> <p>SO₄-S_{ex}: Mängd antropogent svavel i form av sulfationer. Svavel från havssalt har räknats bort med hjälp av uppmätt kloridhalt. Används vid jämförelse med miljökvalitetsmål.</p> <p>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.</p> <p>Torrdeposition: Gaser och partiklar som deponeras. Dessa fastnar exempelvis på träd-kronor och sköljs ned med nederbörden mot marken. För svavel och havssalt beräknas torrdeposition i dessa undersökningar som nedfall via krondropp minus nedfall på öppet fält.</p> <p>Totaldeposition: Summan av våt- och torrdeposition, se ”Krondropp”.</p> <p>Våtdeposition: Deposition via nederbörd. Mäts i dessa undersökningar genom nederbördskemiska mätningar på öppet fält eller modellberäknas genom samarbete med SMHI (MATCH-Sverige-modellen).</p> <p>Öppet fält: Öppet område där nederbördskemik och/eller lufthalter mäts.</p>
---	--