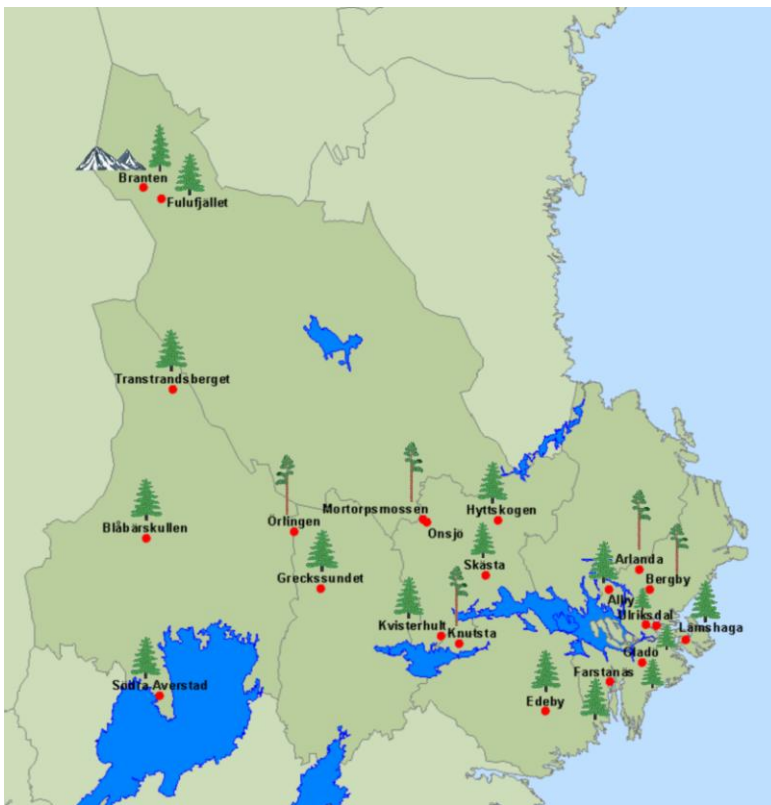


För Luftvårdsförbunden i Södermanlands, Värmlands, Västmanlands län och Länsstyrelserna i Dalarnas, Örebro och Stockholms län samt Luftfartsverket.

Krondroppsnetets övervakning av luftföroreningar i Svealand – mätningar och modellering

Resultat t.o.m. september 2010



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

B 1981

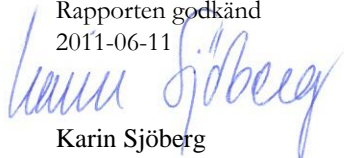
Juni 2011

¹⁾ Lunds universitet

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	3
1. Inledning.....	5
2. Krondropps nätet – 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 Svealand.....	18
4.1 Nederbördsförändringar vid krondroppslokalerna under perioden.....	19
4.2. Vart är försurningen i skogsekosystemen i Svealand på väg?.....	20
4.2.1. Det sura nedfallet i Svealand fortsätter att minska.....	20
4.2.2 Markvattnets sura egenskaper förändras i varierande grad.....	21
4.2.3. Sammanfattning av försurningen av skogen i Svealand under 2000-talet.....	25
4.3. Förändras övergödningssituationen?.....	26
4.3.1 Nedfallet av kväve har inte minskat de senaste 10 åren.....	26
4.3.2 Kväveupplagring om enbart stammar skördas.....	28
4.3.3 Förhöjda kvävehalter endast i några få fall.....	29
4.3.4. Sammanfattning av kväveproblematiken i skogen i Götaland under 2000-talet.....	31
5. Särskilda händelser under programperioden 2007-2010.....	32
5.1. Vulkanutbrott på Island våren 2010.....	32
5.2. Inverkan av omfattande bränder i Ryssland 2006 på nedfallet till skogen i Sverige.....	34
5.3. Mycket snörik vinter 2009/10.....	39
6. Aktiviteter och publikationer under programperioden 2007-2010.....	42
7. Referenser.....	45
Bilaga 1. Stationsvis redovisning.....	47
Södermanlands län.....	47
Värmlands län.....	52
Västmanlands län.....	61
Dalarnas län.....	72
Örebro län.....	75
Stockholms län.....	80
Bilaga 2. Ord att förklara.....	93

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 samt för Svealand. Vi visar även resultaten för varje mätstation för sig i Bilaga 1.

För att uppnå en geografiskt differentierad bedömning av luftföroreningssituationen delades Svealand upp i olika områden, baserat på nedfallsgradienten. Detta angreppssätt stärker bedömningarna av föroreningsbelastningen i olika delar av länen.

Nedfallet till skogen i Sverige beror till stor del av 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 har rapporterats minskat med 43 % mellan år 2000 och 2008. Utsläppen av NO_x från EU minskade med 18 %, och reducerat kväve med 10 %. Nedfallet till skogen beror också till stor del på nederbördsmängderna. Det finns ingen signifikant trend för nederbörden vid krondroppsytor i Svealand under 2000-talet.

Nedfallet av antropogent svavel (exklusive bidraget från havssalt) till skogen i Svealand har minskat signifikant under perioden 2000-2010 vid 7 av totalt 13 mätplatser, och även på flera av de övriga platserna finns tendenser till minskning. Den mest markanta minskningen har skett i den västra delen, som är den del där nedfallet generellt var högst i början av perioden. Halterna av sulfat i markvattnet har minskat vid 5 av de 13 ytor. Utöver utvecklingen i svavelnedfall spelar markegenskaperna stor roll för utvecklingen av markvattenkemin. De två ytor som var mest försurade i början av mätperioden, Kvisterhult och Södra Averstad, är också de enda ytor som visar på återhämtning genom en signifikant ökning av pH. Omkring år 2000 var pH i Kvisterhult omkring 4,5 och i Södra Averstad något högre. År 2010 hade pH ökat till strax under 5 i Kvisterhult och omkring 5 i Södra Averstad. pH-värdena kan jämföras med gränsen för kraftig försurningspåverkan som använts i denna rapport, 4,5, och gränsen för måttlig försurning, 5,0. Övriga ytor har under mätserien haft pH-värden omkring 5 eller högre, och försurningspåverkan bedöms därmed vara ganska liten i dessa ytor.

Det årliga nedfallet av oorganiskt kväve till skogen i Svealand, inkluderat både torr- och våtdeposition varierar från upp till 10 kg N/ha i sydvästra delen av Svealand till mindre än 4 kg N/ha i nordost. Den kritiska belastningsgräns som använts inom Sverige på senare år är 5 kg N/ha, och denna överskrids därmed i stora delar av Svealand. På grund av metodproblem kan vi endast bedöma tidsutvecklingen vad gäller kvävenedfallet med nederbörden, den s.k. våtdepositionen. Varken nedfallet av nitrat- eller ammoniumkväve har visat på någon signifikant trend under perioden 2000-2010. Det pågår en kontinuerlig upplagring av kväve i skogsmarken i Svealand 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 och kan till och med innebära mindre nettoförluster i vissa områden. Ingen av krondroppsytor i Svealand uppvisade kroniskt förhöjda halter av nitratkväve i markvattnet. Däremot hade några ytor temporärt förhöjda halter. Ytan med högst halter var Alby, som drabbades av en storm 2007 där bland annat en stor gran blåste ner. Under 2008 utfördes röjningsarbete efter stormen, vilket ledde till mycket körning i ytan. Som högst har halten varit över 10 mg/l, vilket innebär en kraftig förhöjning. Störningar av skogsmarken som vid avverkning, stormfällor eller angrepp av granbarkborre kan resultera i temporärt höga halter av nitratkväve i markvattnet, även i ytor där normalt sett allt kväve tas upp.

Uppdragsgivare:

Luftvårdsförbunden i Södermanlands, Västmanlands och Värmlands län,
Länsstyrelserna i Stockholms samt Örebro län samt Swedavia.

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: Krondroppsnetet, deposition, svavel, kväve, skogsytor, försurning,
markvatten, lufthalter, Sverige, Svealand

IVL rapport B 1981

Beställs från någon av nedanstående:

Södermanlands län
Luftvårdsförbund
Björn Lagerdahl
c/o Länsstyrelsen i
Södermanland
611 86 Nyköping

Värmlands län
Luftvårdsförbund
Gertrud Gybrant
c/o Länsstyrelsen i
Värmland
651 86 Karlstad

Västmanlands län
Luftvårdsförbund
Per Hedenbo
c/o Länsstyrelsen i
Västmanland
Naturvårdsenheten
721 86 Västerås

Länsstyrelsen i Örebro
län
Vattenenheten
att. Pelle Grahn
701 86 Örebro

Länsstyrelsen i Stockholms
län
Miljöanalysenheten
Henrik A Larsson
Box 22067
104 22 Stockholm

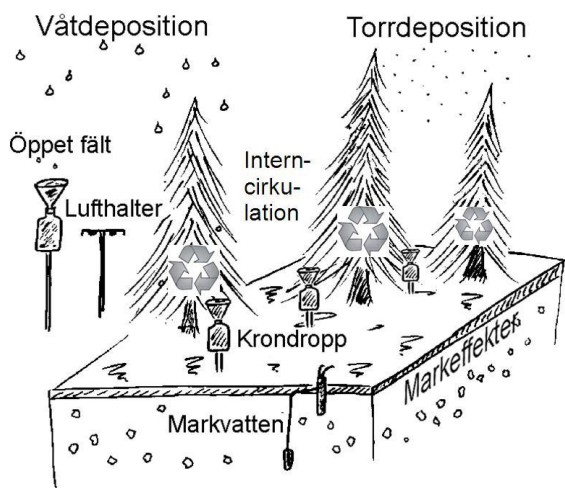
Malin Fridlund
Swedavia AB
Stockholm Arlanda Airport
190 45 Stockholm-Arlanda

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. Grundtanken med nuvarande samarbetsprogram, ”Program 2007”, är att utifrån depositions-, markvatten- samt lufthaltsmätningar ge kunskap om belastning av luftföroreningar och dess effekter på vegetation, mark och vatten. Mätningarna kompletteras med modellberäkningar för att kunna ta ett samlat grepp främst för utvärdering av miljömålen *Bara naturlig försurning*, *Ingen övergödning* och *Frisk luft* på regional nivå. Förutom ovan nämnda miljömål berör aktiviteterna inom Krondroppsnetet även miljömålen: *Levande sjöar och vattendrag*, *Grundvatten av god kvalitet*, *Levande skogar* samt *Storslagen fjällmiljö*.



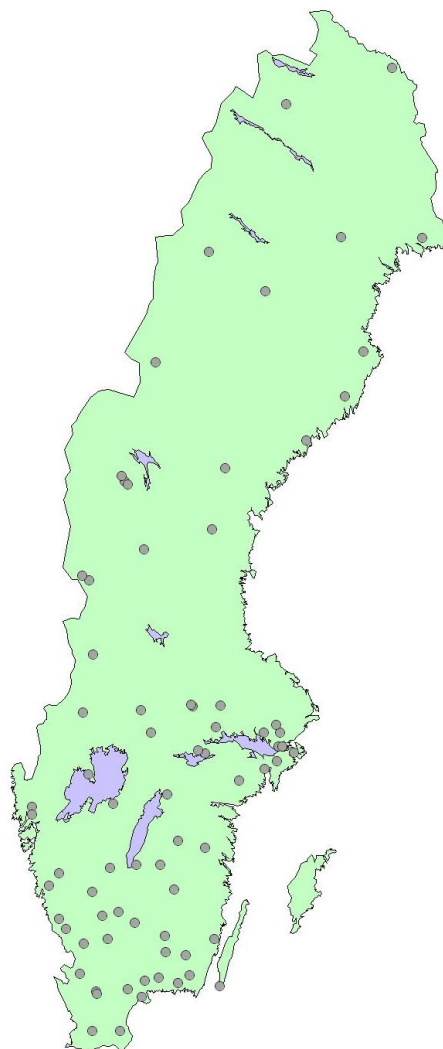
Principskiss för mätningarna. Nedfallet till skogstorna består av våtdeposition och torrdeposition. Vissa ämnen interncirkuleras i trädkronorna vilket innebär att det som uppmäts i krondroppet är våtdeposition + torrdeposition \pm interncirkulation.

Ett mätår är ett hydrologiskt år som motsvarar perioden 1 oktober till 30 september. Resultaten redovisas årligen i rapporter samt på Krondroppsnetzets webbplats, www.krondroppsnetet.ivl.se. Mätningarna av deposition används för att beräkna den årliga depositionen vid mätplatsen, men bidrar även till att visa i vilken utsträckning de nationella modellberäkningarna av depositionen ger rimliga resultat. **Deposition av luftföroreningar** mäts månadsvis inom Krondroppsnetet, dels på öppet fält, dels i skogen (krondropp). Mätningarna på **öppet fält**, som skedde vid 27 lokaler 2009/10, speglar huvudsakligen våtdeposition, det vill säga föroreningarna som följer med nederbörden ner. **Krondroppsmätningarna**, som sker vid 59 lokaler, speglar utöver våtdepositionen även torrdepositionen, det vill säga luftföroreningar som transporteras med vinden och fastnar i trädkronorna. För vissa ämnen finns en betydande interncirkulation i trädkronorna, vilket gör att det som mäts upp via krondropp skiljer sig från den totala depositionen. **Lufthaltsmätningar** av svaveldioxid, kvävedioxid, ammoniak och ozon sker vid 23 lokaler med hjälp av diffusionsprovtagare som kvantitativt absorberar den gas som skall mätas. Lufthaltsmätningarna ger bl.a. underlag för effektbedömningar, trendanalyser och jämförelser med miljömålet *Frisk Luft*. **Markvattenmätningar** sker vid 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 miljö-tillståndet.

Rapportering görs i år då denna programperiod slutrapporteras genom tre rapporter som tillsammans täcker hela landet: Götaland, Svealand och Norrland. I varje rapport finns även en gemensam nationell analys av mätningarna samt några gemensamma kapitel om olika aktuella frågor. Slutligen finns en förteckning av viktiga publikationer och händelser inom Krondroppsnetet som skett under Programperioden 2007-2010. De aktiva provytorna inom Krondroppsnetet 2009/10 visas i Figur 1.

Undersökningarna i Svealand är resultat av ett lagarbete där provtagning utförts av M. Nyberg i Örebro län, B. Höglund, L. Ljungqvist, S. Dackman i Stockholms län, I. Brunell & P. Urstad i Södermanlands län, P. Larsson, U. Nyqvist & L. Larsson, i Värmlands län, K. Eklund, L. Gullberg & T. Karlsson i Västmanlands 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. Krondroppsnetet under 2009/10. Samordnade mätningar av luftföroreningar i skogliga observationsytor.

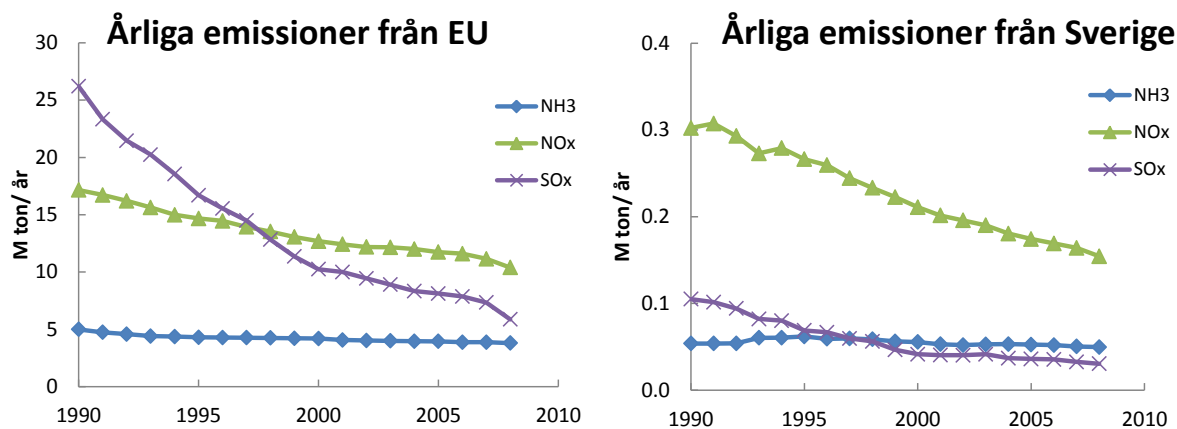
2. Krondroppsnätet – regional miljöövervakning i ett nationellt och internationellt sammanhang

Luftföroreningsbelastningen i de svenska skogarna bestäms till stor del av långväga transporterade luftföroreningar från kontinental 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 luftföroreningssituationen.

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 luftföroreningssituationen för den svenska skogen har utvecklats 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.



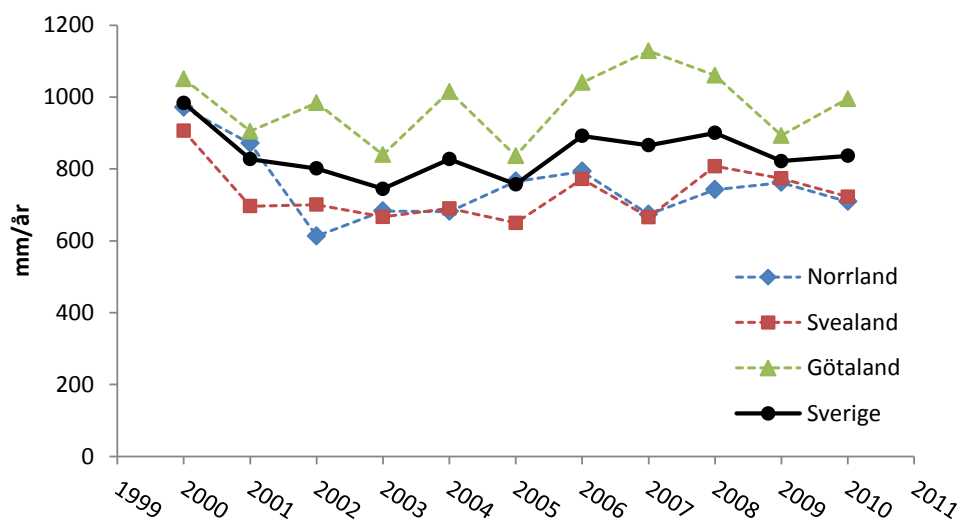
Figur 2. Årliga utsläpp av oxiderat svavel (SO_x) samt oxiderat (NO_x) och reducerat kväve (NH_3) från Sverige och från Europeiska Unionen. Källa: EMEP.

3. Luftföroreningsituationen i Sverige

3.1. Nederbörd

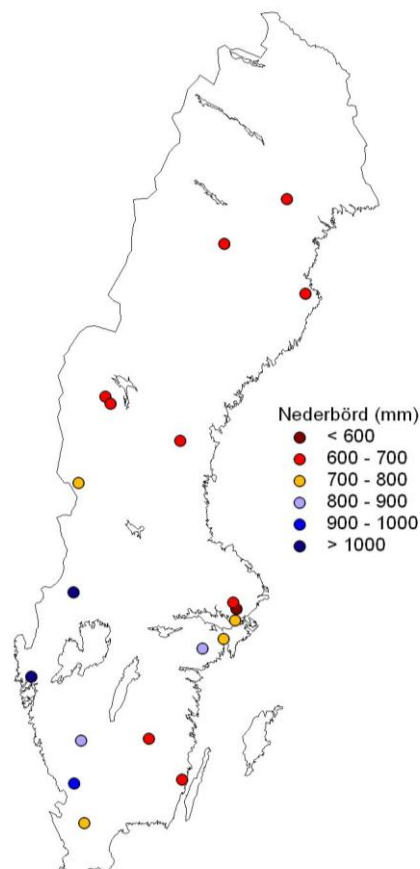
Nederbördsmängden har en mycket stor betydelse för nedfallet av luftföroreningar till skogen, i synnerhet för våtdepositionen. I en utvärdering av förändringar över tiden måste man ta hänsyn till om nederbörden förändrats.

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

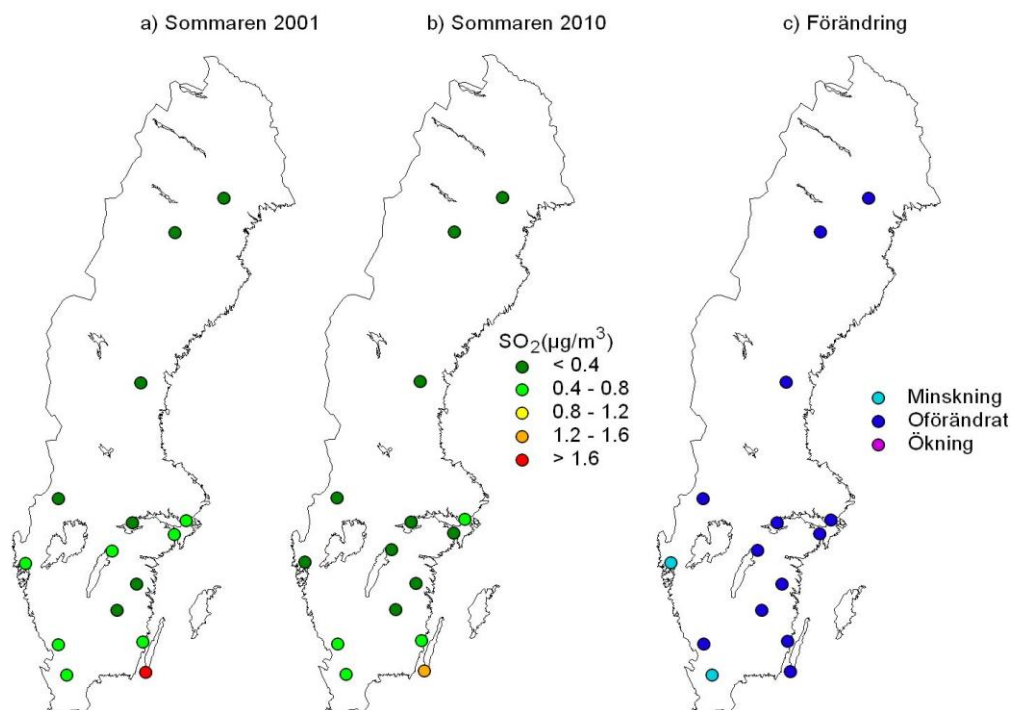
Storleken på nedfallet av olika föroreningar till skogen beror av lufthalterna av dessa ämnen i kombination med nederbördsmängder. Därutöver spelar även ämnenas egenskaper roll vad gäller löslighet i nederbörd och depositions hastigheter. Mätningar av lufthalter vid Krondroppsytor ger en vägledning hur 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.

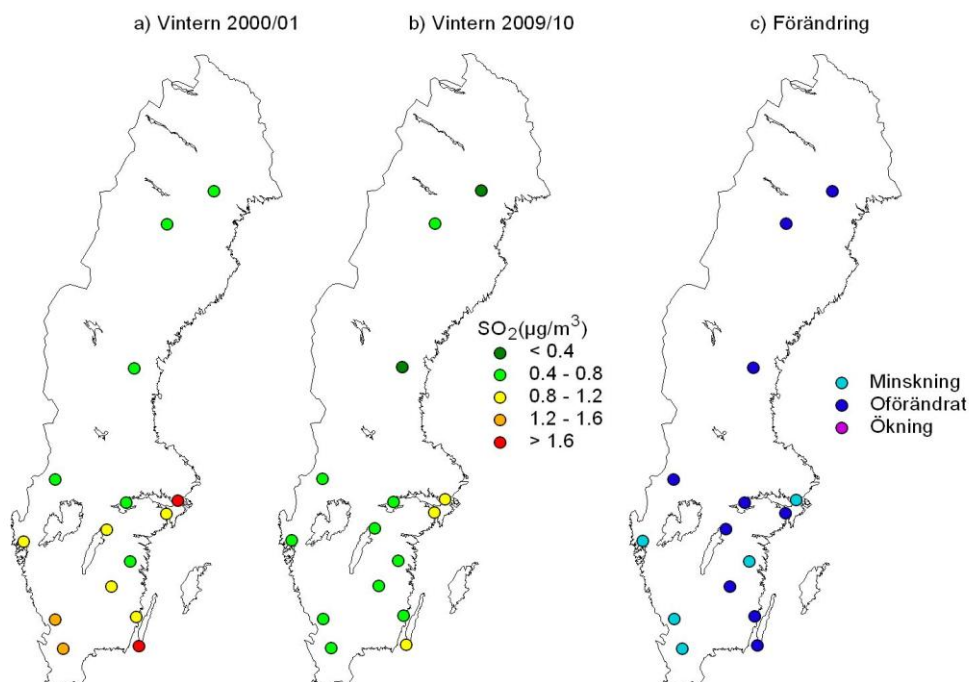
Vid många Krondroppsytor startade mätningar av lufthalter först 2001. Därför visas i Figurerna 5 – 9 uppmätta lufthalter för åren 2001 och 2010 tillsammans med en indikation

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.



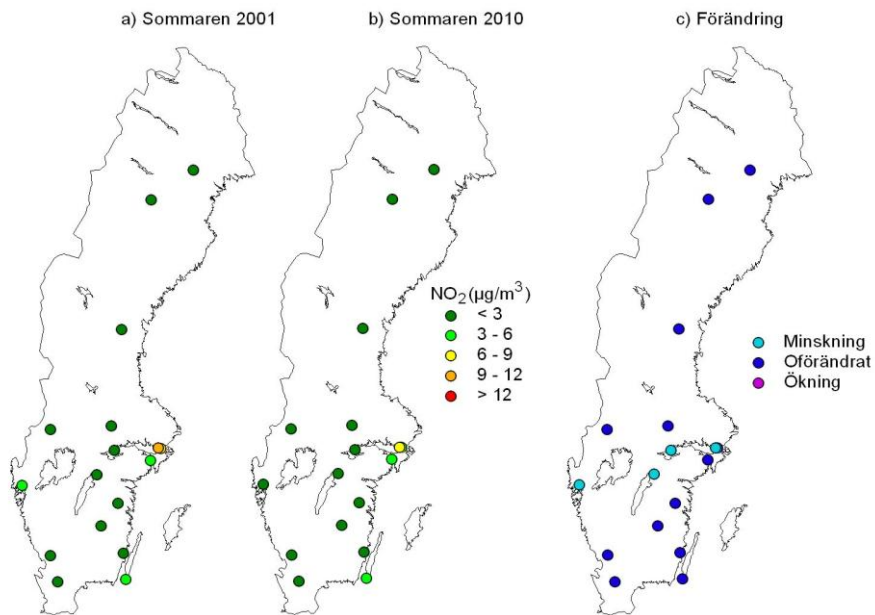
Figur 5. Lufthalter SO₂ sommartid (april – september) 2001, 2010 samt statistisk förändring mellan dessa år. Statistisk analys gjord med Mann-Kendall.



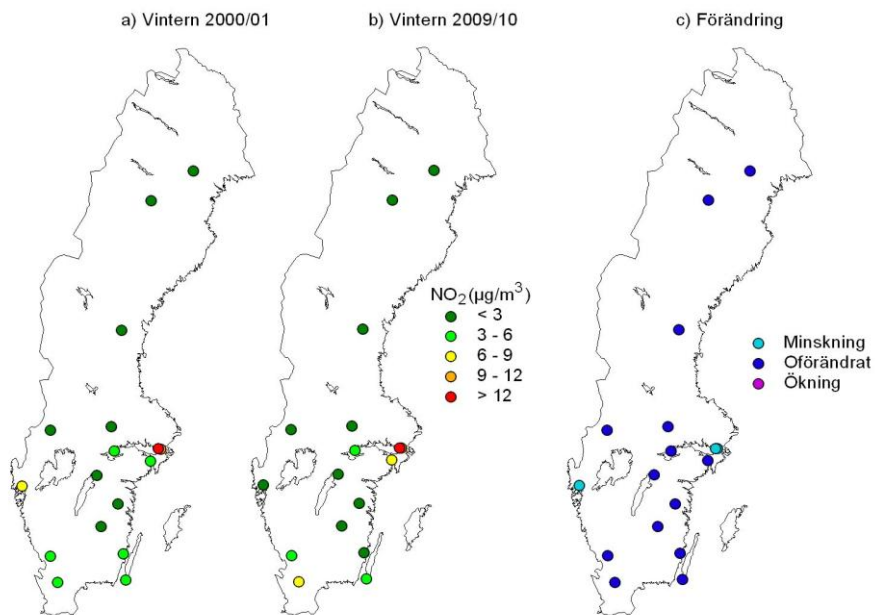
Figur 6. Lufthalter SO₂ vintertid (oktober – mars) 2000/01, 2009/10 samt statistisk förändring mellan dessa år. Statistisk analys gjord med Mann-Kendall metodik.

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.

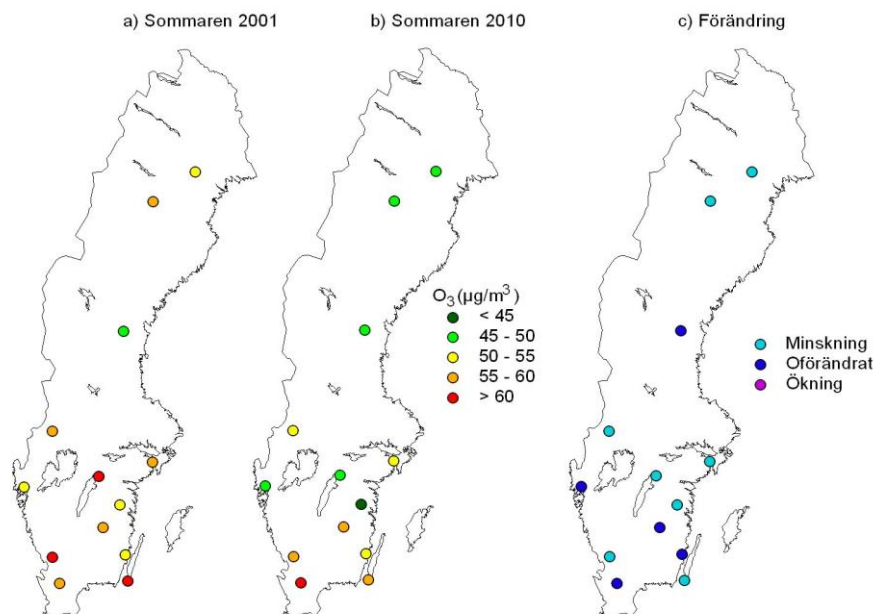
Ozonhalterna sommartid har minskat vid flertalet av de tretton mätplatserna under perioden 2001-2010. Minskningarna är jämnt fördelade över landet. Ozonhalterna som medelvärde är klart högst i södra delarna av landet. Det finns inte längre några målvärden inom miljökvalitetsmålet Frisk Luft som är baserade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

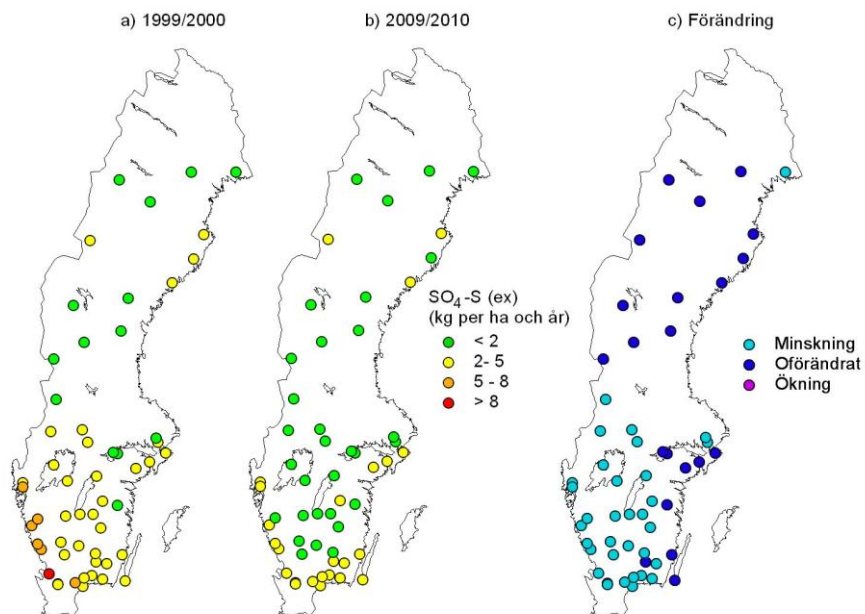


Figur 9. Lufthalter O₃ sommartid (april – september) 2001, 2010 samt statistisk förändring mellan dessa år. Statistisk analys gjord med Mann-Kendall metodik.

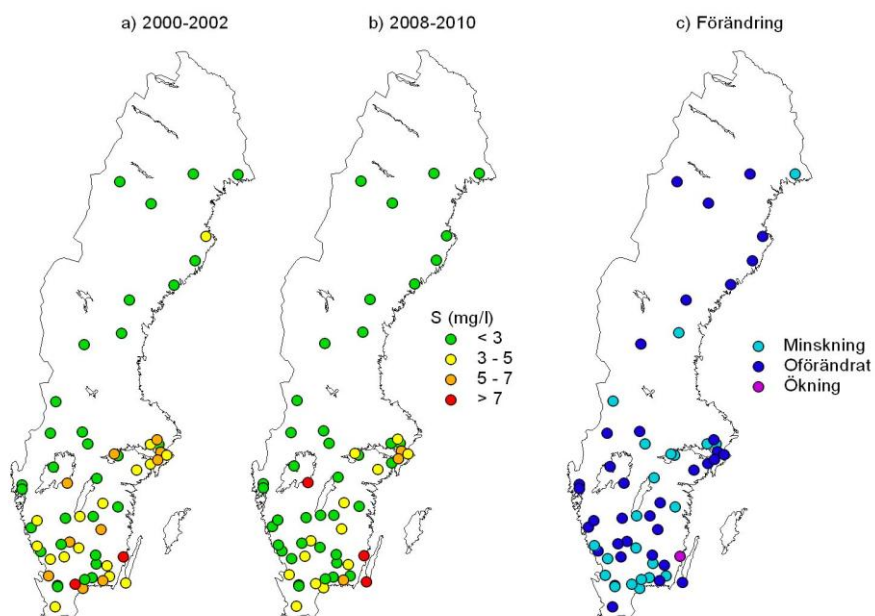
3.3. Försurning

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.



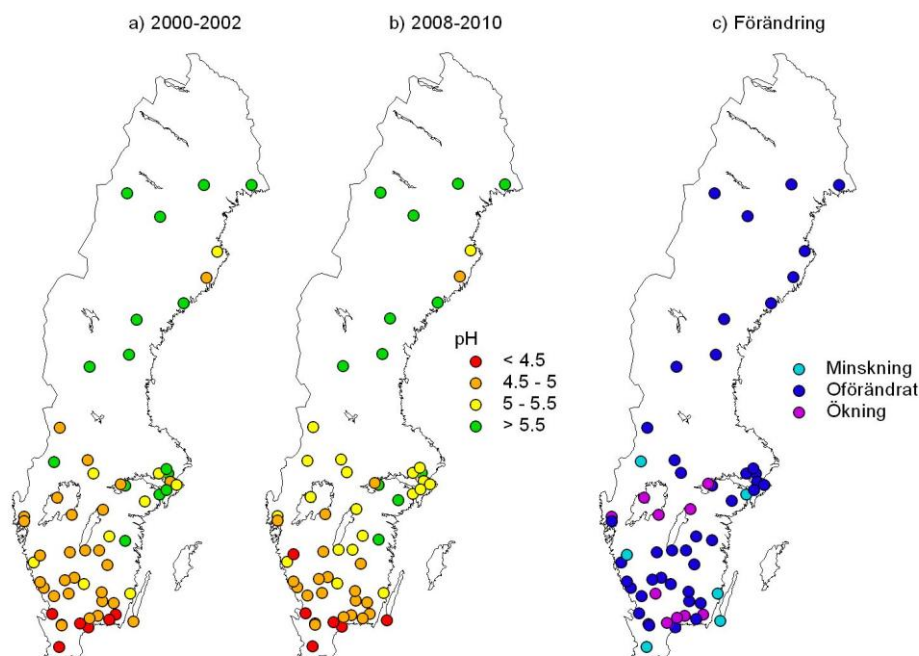
Figur 10. Svaveldeposition till skogen (krondropp) under två tidsperioder 1999/00 och 2009/10 samt statistisk förändring mellan dessa år. Statistisk analys gjord med Mann-Kendall metodik.



Figur 11. Svavelkoncentration ($\text{SO}_4\text{-S}$) i markvatten provtagen 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.

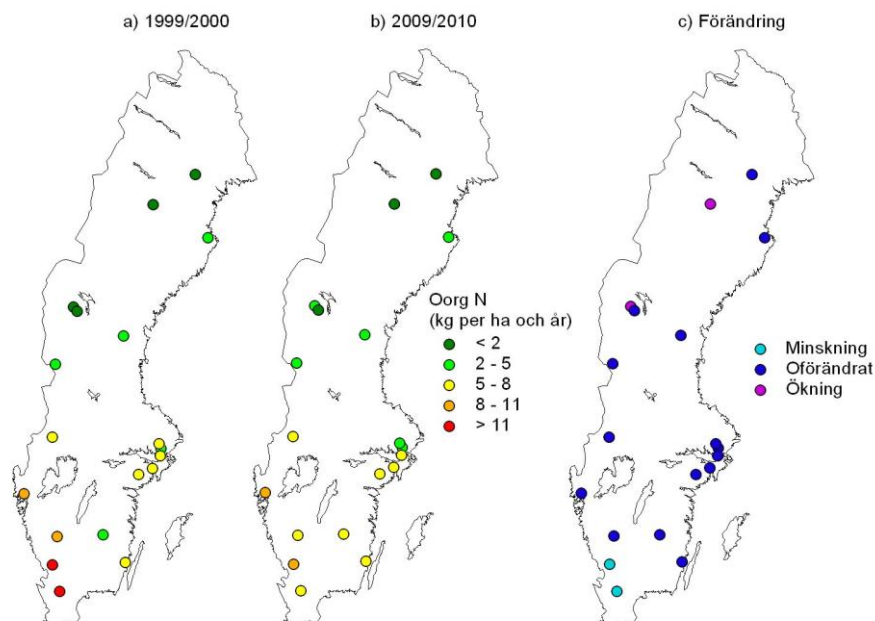


Figur 12. pH i markvattnen provtagna vid 50 cm djup under två tidsperioder 1999/00 – 2001/02 och 2007/08-2009/10 (medianvärde) samt statistisk förändring mellan dessa perioder. Statistisk analys gjord med Mann-Kendall metodik.

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).

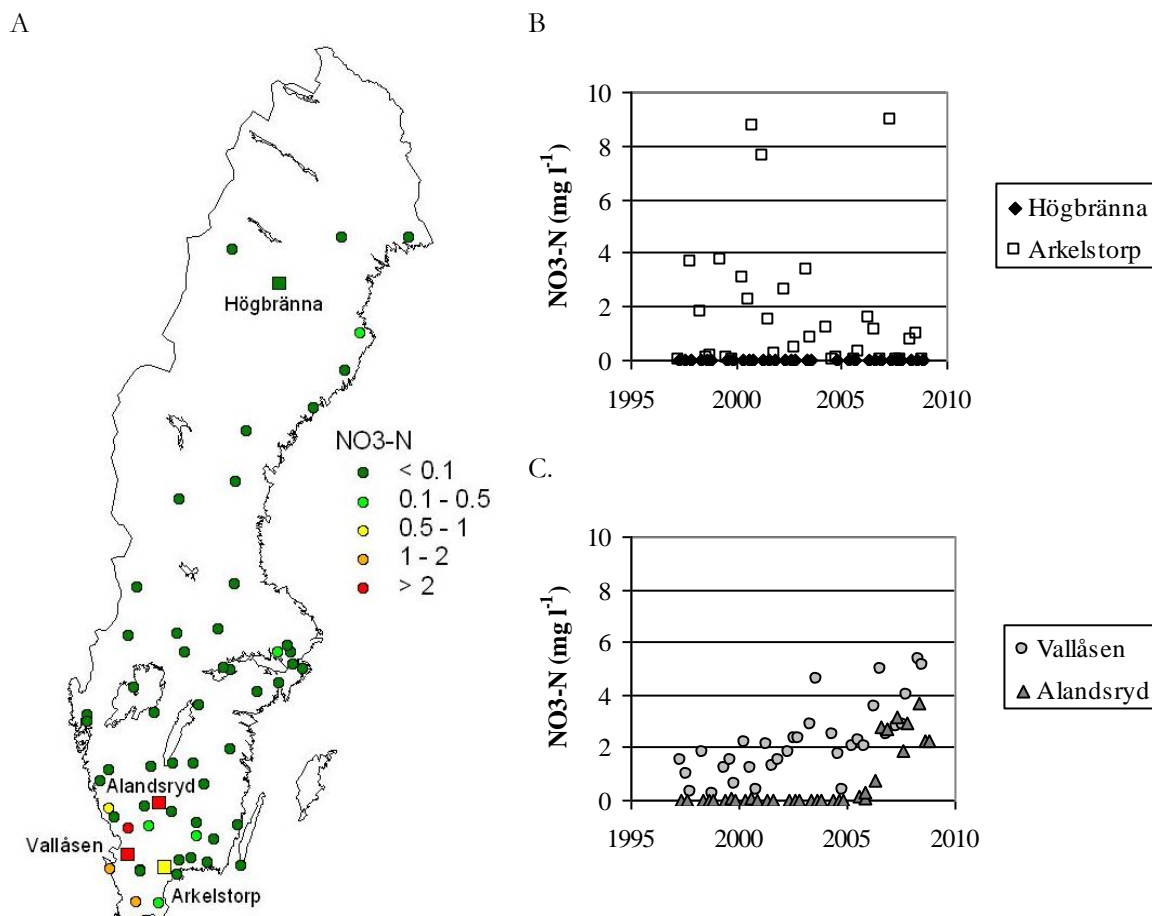


Figur 13. Deposition av oorganiskt kväve (öppet fält) under två tidsperioder 1999/00 och 2009/10 samt statistisk förändring mellan dessa år. Statistisk analys gjord med Mann-Kendall metodik.

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 Högrännan, 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.

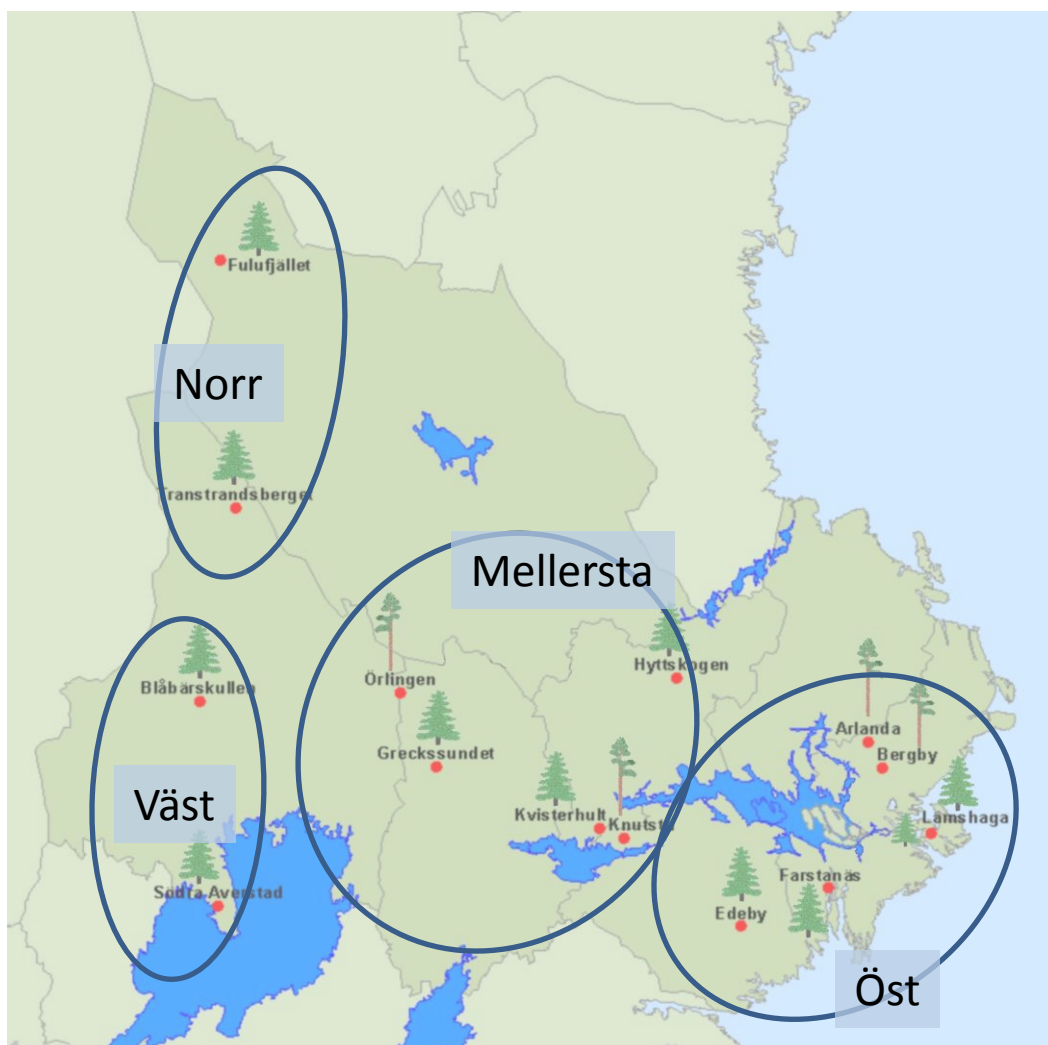


Figur 14. Nitratkväve (NO₃-N) i markvatten provtagen vid 50 cm djup på 60 aktiva ytor. (A). Medianvärden för perioden 2005/06 – 2007/08, tre mätningar per år per lokal. Enhet mg N/ l. Fyrkanterna i kartan visar de fyra lokalerna vars tidsserie från 1997-2008 visas i figur B och C. Tidsserierna för Högräanna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

4. Luftföroreningsituationen i landsbygdsmiljön i Svealand

För att uppnå en differentierad bedömning av olika delar av Svealand gjordes en indelning i fyra geografiska områden baserat på nedfallsgradienten: norr, väst, mellersta och öst (Figur 15). De krondroppsytor med dataserier som täcker perioden 2000-2010 användes för statistisk analys (Mann-Kendall) av tidstrender. I varje område studerades tidstrender på mellan två och fem mätplatser. Ingen uppdelning görs i denna analys på olika trädslag.

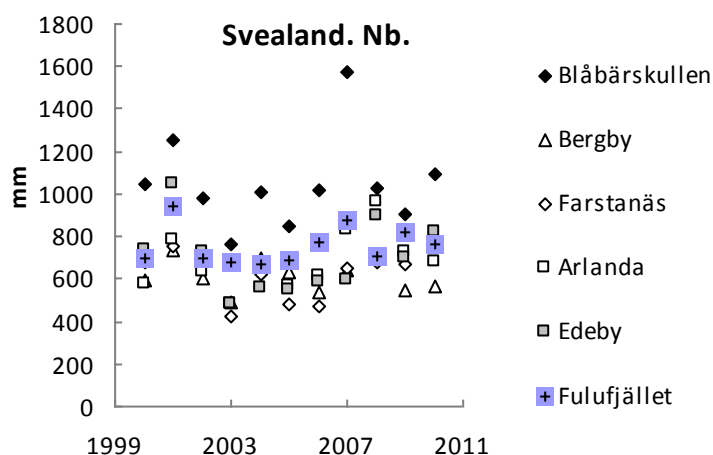
Statistiskt säkerställda förändringar över tid analyserades med Mann-Kendall- respektive Seasonal-Kendall-analys.



Figur 15. Svealand delades upp i olika geografiska områden baserat på nedfallsgradienten: norr, väst, mellersta och öst.

4.1 Nederbördsförändringar vid krondroppslokalerna under perioden

Nederbörden, som uppmättes på öppet fält i nära anslutning till krondroppsytorna, varierade kraftigt mellan åren på mätplatserna i Svealand. Det fanns dock ingen generell trend med ökande eller minskande mängder för den tioåriga tidsperioden (Figur 16, Tabell 1). Blåbärskullen i Värmland var den yta med mest nederbörd, mellan 770 och 1575 mm. Minst nederbörd uppmättes vanligtvis i Bergby och Farstanäs i Stockholms län, med mellan 430 och 780 mm. De nederbördsrikaste åren var 2001 och 2007.



Figur 16. Tidsutvecklingen för nederbörd (Nb) mätt på öppet fält vid olika platser i Svealand under 2000-talet.

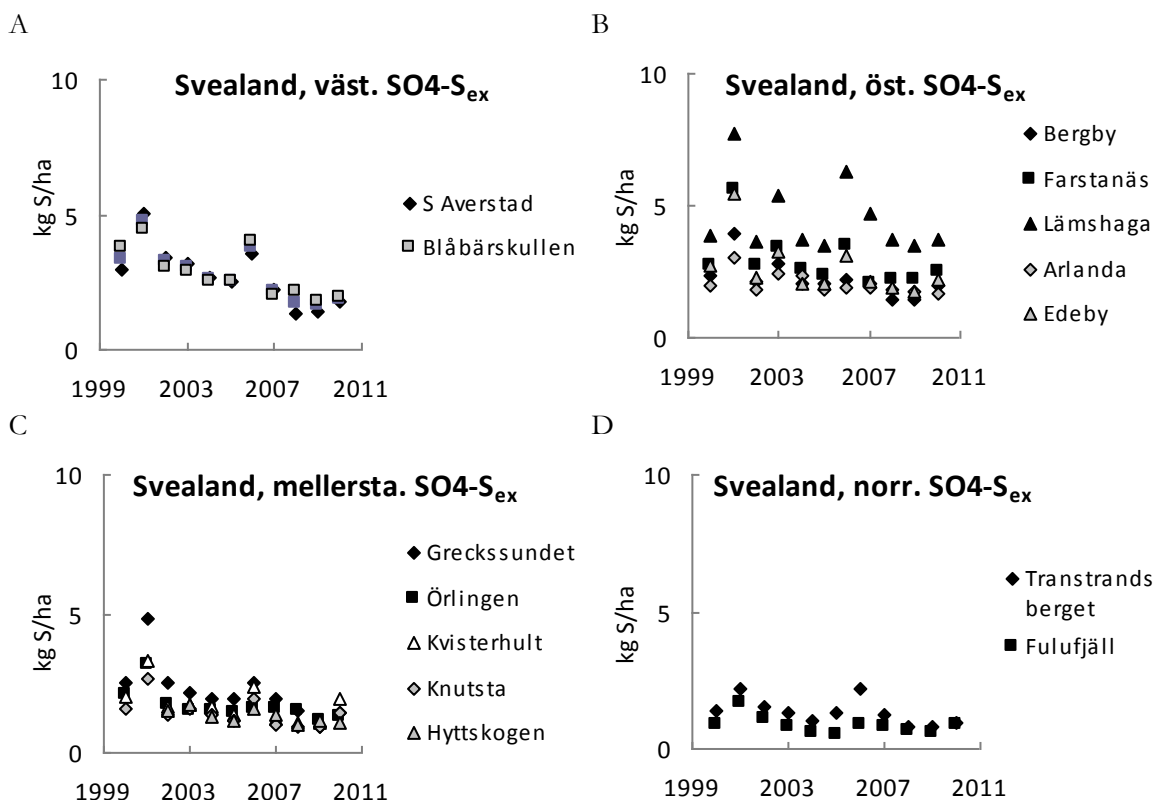
Tabell 1. Statistisk information från Mann-Kendall-analys av trender för årlig nederbörd, uppmätt inom Krondroppsnätet på öppet fält. Medianvärdet för Svealand är beräknat utifrån årsvisa medelvärden för samtliga lokaler. Medianvärdet avser perioden 2000-2010.

Plats	Medianvärde	signifikans
Blåbärskullen	1020	n.s.
Bergby	608	n.s.
Farstanäs	670	n.s.
Arlanda	661	n.s.
Edeby	697	n.s.
Fulufjället	705	n.s.
Hela Svealand	695	n.s

4.2. Vart är försurningen i skogsekosystemen i Svealand på väg?

4.2.1. Det sura nedfallet i Svealand fortsätter att minska

Det sura nedfallet till skogen har fortsatt att minska under 2000-talet i alla delar av Svealand (Figur 17). På sju av tretton ytor har svavelnedfallet utan havsaltsbidrag minskat signifikant mellan 2000 och 2010, med en genomsnittlig förändringstakt på mellan 3 och 9 % per år (Tabell 2). På de flesta övriga ytor finns tydliga tendenser till minskning. Den mest markanta minskningen har skett i den västra delen, där nedfallet var mellan 3 och 5 kg i början av 10-års-perioden och har minskat till mellan 1,5 och 2 kg de två senaste åren. I den östra delen var nedfallet oftast något lägre än i väst i början av perioden, med undantag av Lämshaga där nedfallet var högre. Enbart två av de fem ytorna, Bergby och Arlanda, visade på en signifikant minskning. I Lämshaga är nedfallet fortfarande mellan 3 och 4 kg, vilket innebär det högsta nedfallet i Svealand. Svavelnedfallet i den mellersta och norra delen följer det generella nedfallsmönstret i Sverige, med minskande nedfall norrut. I mellersta Svealand har nedfallet minskat signifikant på två av fyra ytorna, Greckssundet och Örlingen, och nedfallet har det senaste året varit mellan 1 och 2 kg. I norra delen underskred nedfallet 1 kg på båda ytorna under det senaste året.



Figur 17. Tidsutvecklingen för nedfallet av sulfatsvavel (svavel utan havsaltsbidrag) i olika delar av Svealand under 2000-talet. Svealand, väst (A), Svealand, öst (B), Svealand, mellersta (C), Svealand, norr (D).

Tabell 2. Statistisk information från Mann-Kendall-analys av trender för årlig deposition av SO₄-S, uppmätt som krondropp. Medianvärdet för de olika områden är beräknade utifrån årsvisa medelvärde för olika lokaler. Medianvärdet för Svealand är beräknat utifrån årsvisa medelvärden för olika områden. n.s.= ej signifikant; * signifikant p<0,05; ** signifikant p<0,01; *** signifikant p<0,001. Medianvärdet avser perioden 2000-2010.

SO ₄ -S, kg S/ ha/ år			
Plats	Medianvärde	Signifikans	Förändring, % årligen
S Averstad	2,7	*	-9
Blåbärskullen	2,5	**	-7
Område väst	2,6	**	-8
Grecksundet	2,0	**	-8
Öhringen	1,5	*	-4
Kvisterhult	1,7	n.s.	-6
Knutsta	1,4	n.s.	-6
Område mellersta	1,6	**	-7
Transtrandsberget	1,3	*	-5
Fulufjäll	0,8	n.s.	-4
Område norr	1,0	*	-5
Bergby	2,1	**	-5
Farstanäs	2,6	n.s.	-3
Lämshaga	3,7	n.s.	-1
Arlanda	1,9	**	-3
Edeby	2,2	n.s.	-5
Område öst	2,5	*	-3
Medel Svealand	1,9	**	-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 Svealand 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.

Enligt bedömningsgrunderna för skogsmarkens surhetsgrad så råder hög surhetsgrad i pH-intervallet 4-4,4 och måttlig surhetsgrad i 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

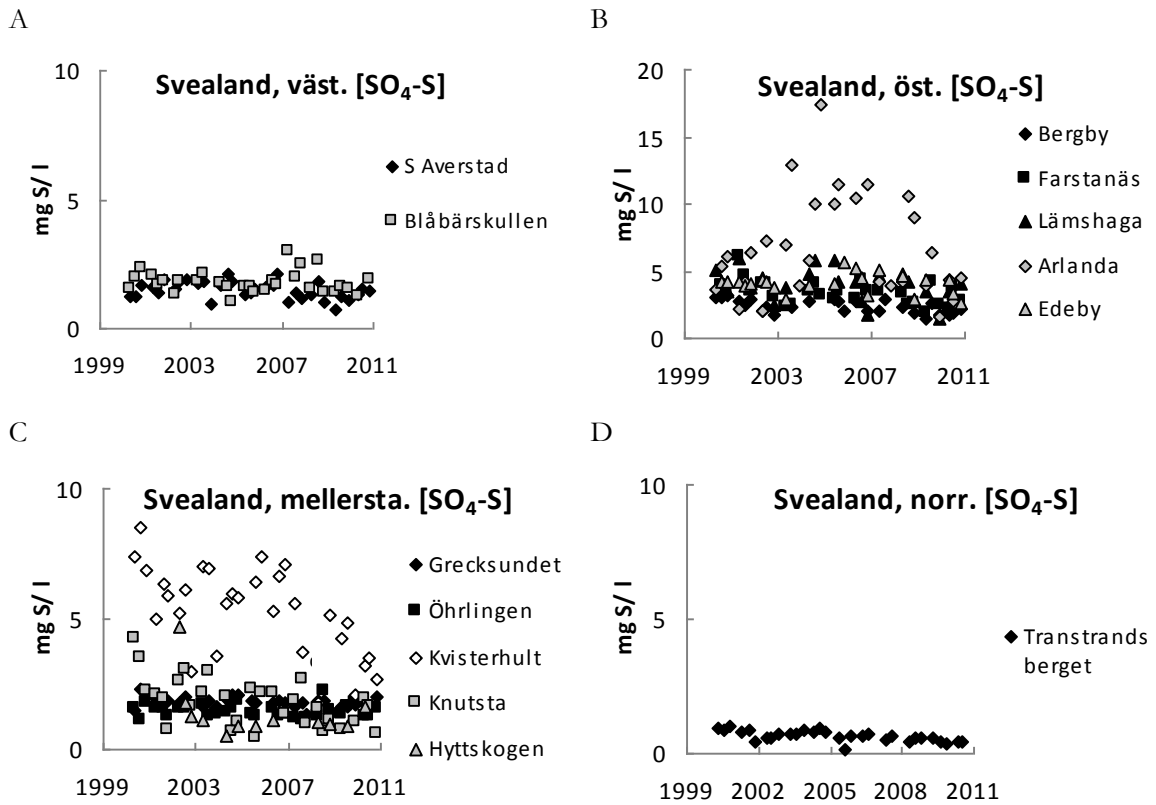
Minskande nedfall av svavel bör återspeglas i minskade halter av sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$) i markvattnet och signifikanta minskningar har påvisats i fem av tolv ytor (Figur 18, Tabell 3). I försurade ytor bör detta, på sikt, leda till ökat pH. Signifikanta ökning i pH noteras på två ytor, Kvisterhult i Västmanlands län och Södra Averstad i Värmland, vilket är de mest försurade ytorna i Svealand (Figur 19, Tabell 3). I Blåbärskullen och Farstanäs noteras i stället en signifikant minskning av pH, men pH är fortfarande relativt högt, omkring 5,5, på båda ytorna.

Den östra delen avviker från de andra delarna genom att halten $\text{SO}_4\text{-S}$ generellt är betydligt högre, och variationen mellan olika mätillfällen är större. Även Kvisterhult, i den mellersta delen, uppvisar detta mönster. Enbart på en av ytorna i den östra delen, Bergby, har en signifikant minskning av $\text{SO}_4\text{-S}$ kunnat påvisas. I Farstanäs och Lämshaga finns tydliga tendenser till minskning, men variationen mellan mätillfällena är mycket stor och förändringen är inte signifikant. Markvattnets pH i den östra delen har, trots relativt hög försurningsbelastning tidigare år, överstigit 5 under hela mätperioden, med undantag för enstaka tillfällen i Arlanda och Lämshaga. Detta kan förklaras av att de ligger i ett område där det är vanligt med bördiga jordar.

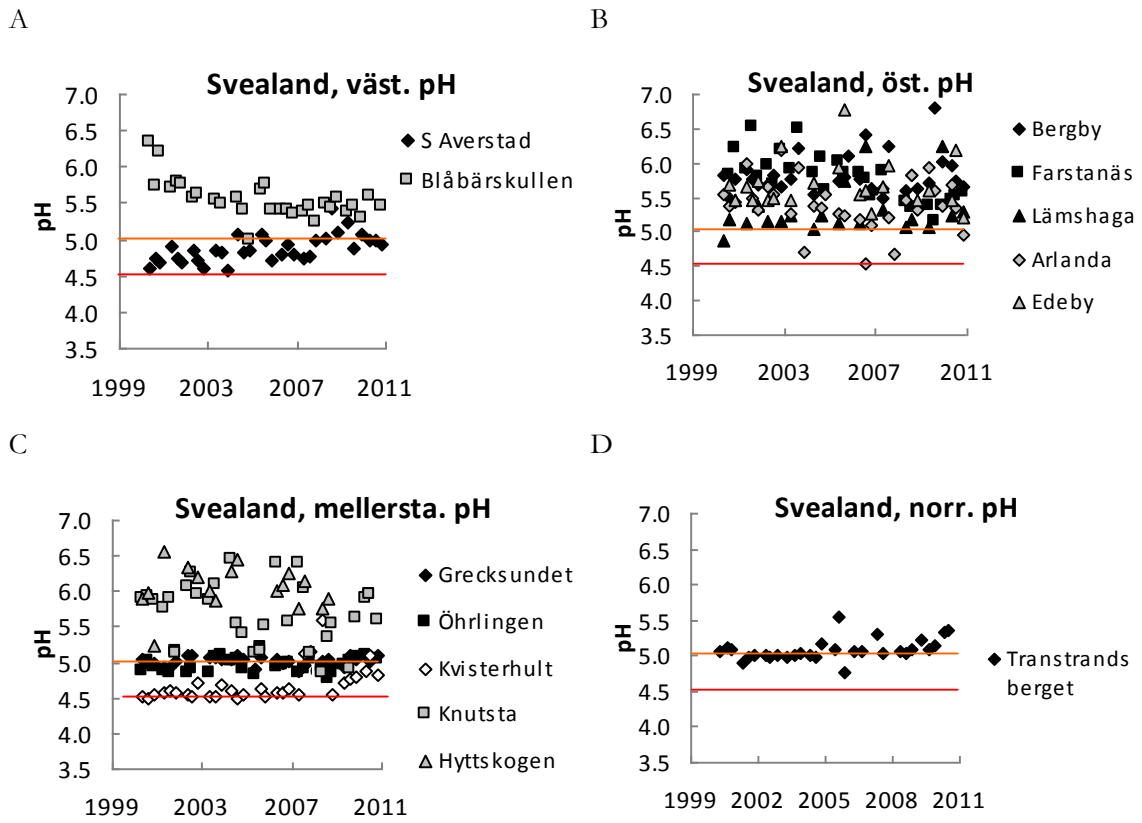
I den västra delen, som är den del som har högst svavelnedfall, finns ingen signifikant minskning av $\text{SO}_4\text{-S}$ i markvattnet under perioden i någon av de två ytorna. Däremot finns en ökning av pH i Södra Averstad, som troligen beror, i alla fall delvis, på minskad försurningsbelastning. Koncentrationen av $\text{SO}_4\text{-S}$ i markvattnet minskar ofta initialt i samband med det minskade nedfallet, medan pH-effekten ofta dröjer, vilket kan förklara den större effekten på pH under den undersökta tidsperioden. Tidigare studier visar att koncentrationen av $\text{SO}_4\text{-S}$ har minskat om man analyserar en längre tidsperiod (Karlsson m. fl., 2010a). I Blåbärskullen har pH i stället minskat signifikant, men pH är fortfarande högt och det är troligt att minskningen har med andra faktorer än nedfallet att göra, till exempel skogens utveckling.

I den mellersta delen avviker Kvisterhult kraftigt, med betydligt högre halter av $\text{SO}_4\text{-S}$ och större variation mellan mätillfällena än övriga ytor. Koncentrationen av $\text{SO}_4\text{-S}$ uppvisar en signifikant minskning under tioårsperioden och pH har ökat från 4,5 till omkring 4,8. Även Knutsta och Greckssundet uppvisar signifikant minskande trender för $\text{SO}_4\text{-S}$, men för pH finns inga signifikanta trender mer än i Kvisterhult. Markvattnets pH i Örlingen och Greckssundet har varit omkring 5 under hela tidsserien, medan pH i Knutsta och Hyttskogen oftast varit avsevärt högre

I den norra delen finns bara en yta med markvattenmätningar, Transtrandsberget. Halten $\text{SO}_4\text{-S}$ i ytan har varit låg under hela tioårsperioden och har minskat signifikant. Markvattnets pH har generellt varit omkring 5.



Figur 18. Tidsutvecklingen för markvattnets koncentration av sulfatsvavel i olika delar av Svealand under 2000-talet. Svealand, väst (A), Svealand, öst (B), Svealand, mellersta (C), samt Svealand, norr (D). Lägg märke till en annan skala på y-axeln för figur B.



Figur 19. Tidsutvecklingen för pH i markvattnet i olika delar av Svealand under 2000-talet. Svealand, väst (A), Svealand, öst (B), Svealand, mellersta (C), samt Svealand, norr (D). Röd linje markerar pH 4,5, vilket utgör en gräns varunder markvattnet får anses som betydligt försurat. Orange linje markerar pH 5,0, varunder markvattnet kan betecknas som måttligt försurat.

Tabell 3. Statistisk information från Seasonal-Kendall-analys av trender för koncentrationer av SO₄-S och pH, uppmätt i markvattnet. n.s.=ej signifikant; * signifikant p<0,05; ** signifikant p<0,01; *** signifikant p<0,001;

Plats	SO ₄ -S, mg S/l		pH	
	Medianvärde	Signifikans	Medianvärde	Signifikans
Område väst				
S Averstad	1,6	n.s.	4.8	* (ökning)
Blåbärskullen	1,7	n.s.	5.5	* (minskning)
Område mellersta				
Greckssundet	1,8	* (minskning)	5.0	n.s.
Öhrlingen	1,4	n.s.	5.0	n.s.
Kvisterhult	5,6	* (minskning)	4.6	** (ökning)
Knutsta	1,9	** (minskning)	5.8	n.s.
Område norr				
Transtrandsberget	0,7	* (minskning)	5.1	n.s.
Område öst				
Bergby	2,4	* (minskning)	5.8	n.s.
Farstanäs	3,4	n.s.	5.8	* (minskning)
Lämshaga	4,1	n.s.	5.2	n.s.
Arlanda	5,9	n.s.	5.4	n.s.
Edeby	4,2	n.s.	5.6	n.s.

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

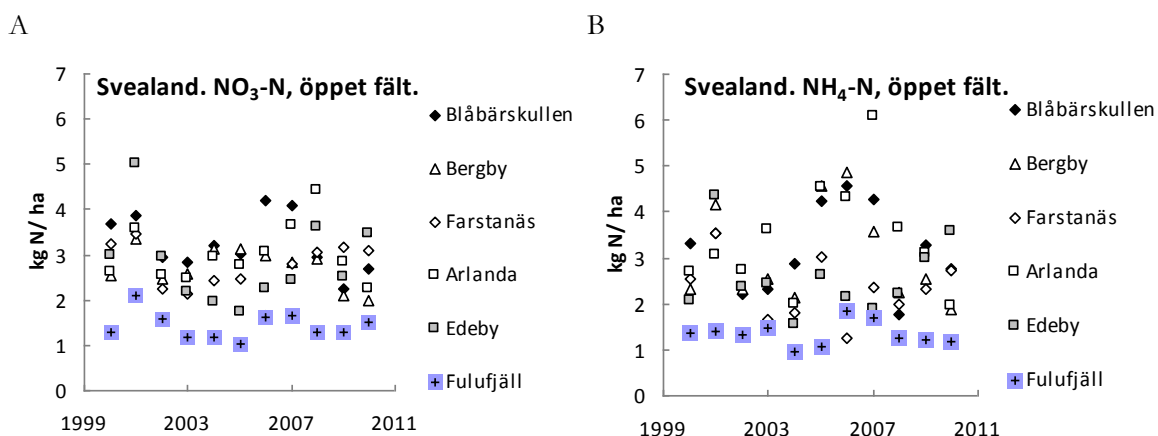
Sammanfattningsvis har svavelnedfallet fortsatt att minska under 2000-talet på många av ytorna. I början av 2000-talet var nedfallet generellt högst i den västra delen, och det är också där som den kraftigaste minskningen har skett. Men även i den norra delen, där nedfallet var lågt i början av 2000-talet, har nedfallet minskat signifikant på en av de två ytorna. De mellersta och östra delarna ligger, i enlighet med depositiongradienten, på en nivå mellan den västra och den norra delen, och nedfallet har minskat signifikant på ungefär hälften av ytorna, medan det på de övriga finns tydliga tendenser till minskat nedfall. Den minskning av halten SO₄-S i markvattnet som kan förväntas vid minskat svavelnedfall är inte lika tydlig som minskningen i nedfallet, men på knappt hälften av ytorna finns en signifikant minskning. Markegenskaper spelar in mycket, vilket gör att sambandet mellan minskat nedfall och minskade halter i markvattnet inte är helt enkelt. På de två mest försurade ytorna, Södra Averstad och Kvisterhult, där pH var omkring eller strax över 4,5 i början av perioden, har pH ökat signifikant vilket tyder på återhämtning från försurning. Utöver dessa två ytor är pH-värdet i markvattnet i Greckssundet, Öhrlingen och Transtrandsberget på en nivå, omkring 5, där det finns risk för negativ försurningspåverkan, enligt de gränsvärden som används i denna rapport. Övriga ytor har oftast pH-värden avsevärt över 5, och bedöms vara mindre försurningspåverkade.

4.3. Förändras övergödningens problematiken?

4.3.1 Nedfallet av kväve har inte minskat de senaste 10 åren

Det samlade nedfallet av kväve till skogsekosystemen, inkluderat både torr- och våtdeposition, är svårt att mäta eftersom en del av kvävet tas upp i trädkronorna. 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 nedan. Denna metod är dock ännu enbart 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.

Kvävenedfallet på öppet fält varierade mycket mellan åren, till stor del styrt av variationer i nederbörd (Figur 20). Minst nedfall uppmättes i den nordligaste ytan, Fulufjället, där nedfallet av $\text{NO}_3\text{-N}$ oftast var mellan 1 och 2 kg, och nedfallet av $\text{NH}_4\text{-N}$ ungefär lika mycket (Figur 20, Tabell 4-5). Högst medianvärde för perioden hade Blåbärskullen, med 3 kg $\text{NO}_3\text{-N}$ och 3,3 kg $\text{NH}_4\text{-N}$, men ytorna i Stockholms län var på nästan samma nivå. Någon statistiskt säkerställd förändring av kvävenedfallet under 2000-talet kan inte påvisas för någon av mätplatserna i Svealand, varken för $\text{NO}_3\text{-N}$ eller för $\text{NH}_4\text{-N}$. Det totala nedfallet av oorganiskt kväve ($\text{NO}_3\text{-N}$ och $\text{NH}_4\text{-N}$) på öppet fält var omkring 5 kg per hektar och år, eller högre, på alla ytor i Svealand utom vid Fulufjället där det var lägre. 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 20. Tidsutvecklingen för nedfallet av nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$) och ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) över öppet fält (ÖF) vid olika platser i Svealand under 2000-talet. Nedfall av $\text{NO}_3\text{-N}$ (A), Nedfall av $\text{NH}_4\text{-N}$ (B).

Tabell 4. Statistisk information från Mann-Kendall-analys av trender för årligt nedfall av NO₃-N, uppmätt på öppet fält. Medianvärdet för Svealand är beräknat utifrån årsvisa medelvärden för samtliga lokaler. Medianvärdet avser perioden 2000-2010.

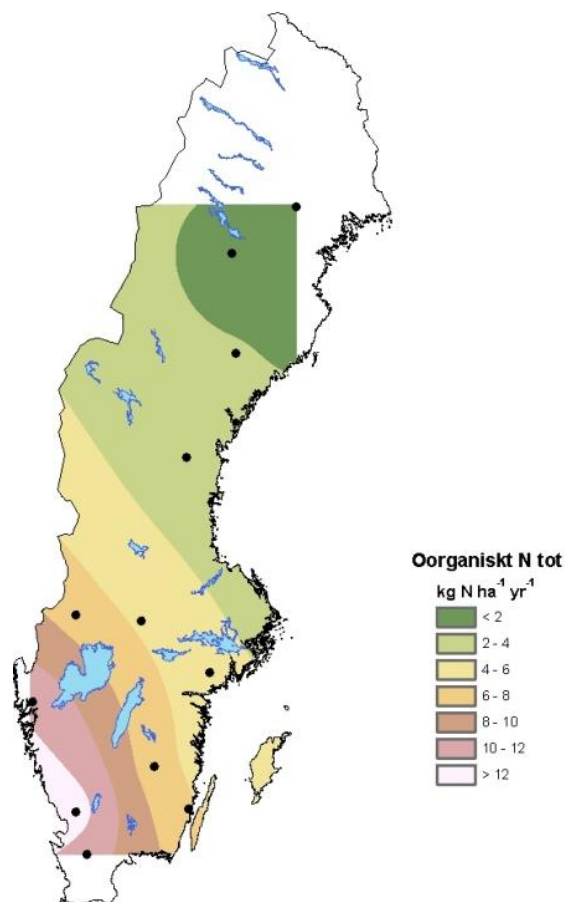
Plats	Medianvärde	signifikans
Blåbärskullen	3.0	n.s.
Bergby	2.8	n.s.
Farstanäs	2.8	n.s.
Arlanda	2.9	n.s.
Edeby	2.5	n.s.
Fulufjället	1.3	n.s.
Hela Svealand	2.7	n.s.

Tabell 5. Statistisk information från Mann-Kendall-analys av trender för årligt nedfall av NH₄-N, uppmätt på öppet fält. Ett medelvärde för de sex mätplatserna antas som representativt för Svealand. Medianvärdet för Svealand är beräknat utifrån årsvisa medelvärden för samtliga lokaler. Medianvärdet avser perioden 2000-2010.

Plats	Medianvärde	signifikans
Blåbärskullen	3.3	n.s.
Bergby	2.5	n.s.
Farstanäs	2.3	n.s.
Arlanda	3.1	n.s.
Edeby	2.4	n.s.
Fulufjället	1.3	n.s.
Hela Svealand	2.4	n.s.

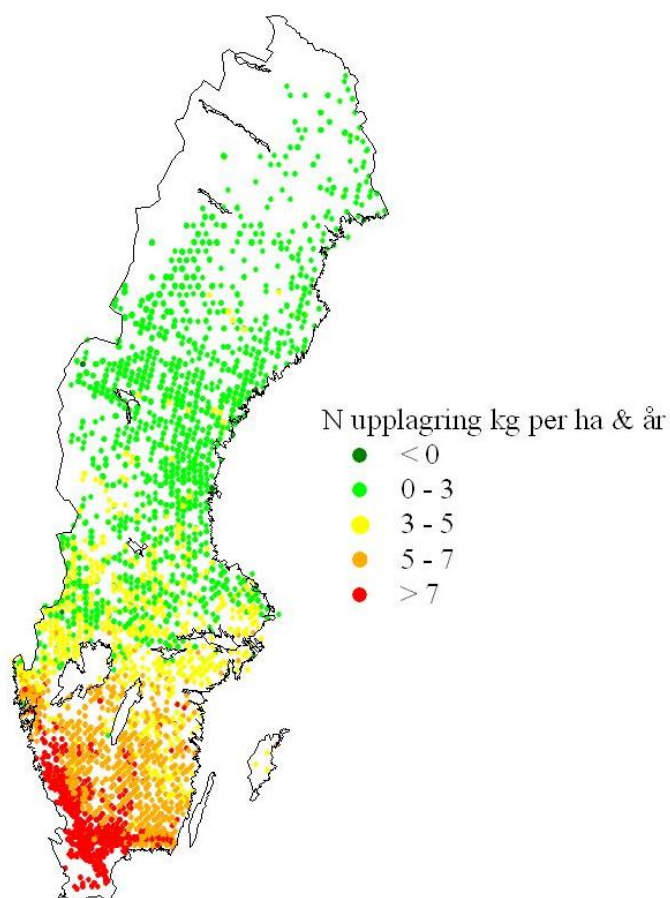
Det totala nedfallet av oorganiskt kväve, dvs. summan av våt-och torrdepositionen, har beräknats med en nyligen utvecklad metod baserad på torrdepositionen till strängar av teflon placerade under tak, samt på nettokrondroppet av natrium (Karlsson m. fl., 2010b). De antaganden som ligger till grund för 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.

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 Svealand varierar upplagringen enligt beräkningarna mellan 2 kg i delar av norra Svealand till omkring 5 kg i de södra delarna. Om grot tas ut minskar upplagringen avsevärt, och vissa delar av Svealand kan nettobalansen bli negativ, det vill säga att mer kväve förs bort än det som tillförs (Akselsson m.fl., 2008).



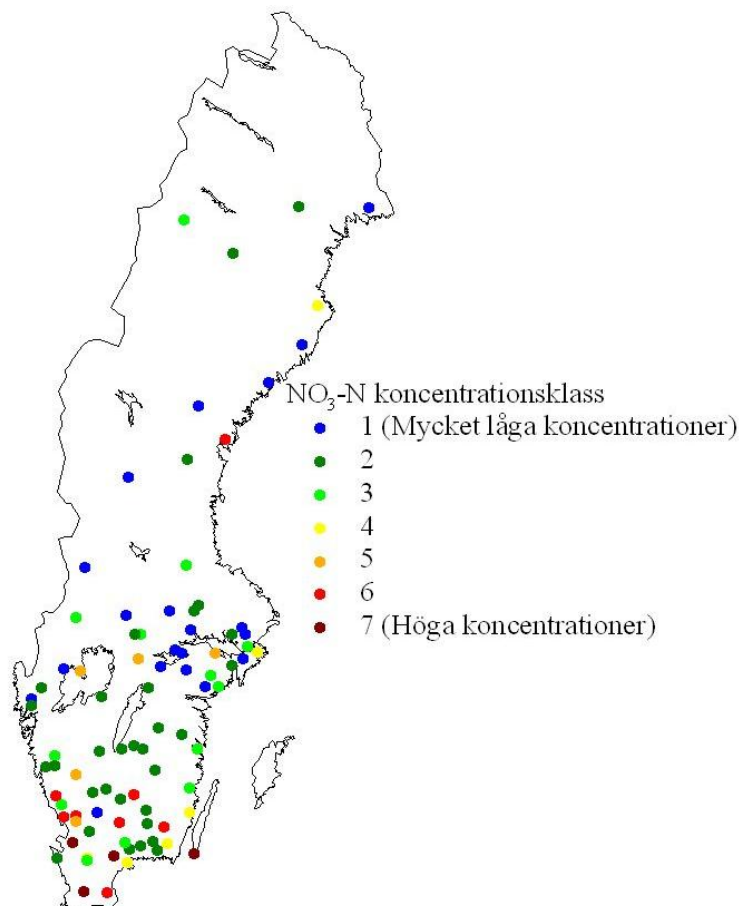
Figur 22. Kväveackumulering i granskog vid ett skogsbrukscenario baserat på enbart stamvedsuttag, baserat på kvävenedfall från åren 2003-2005 (medelvärde) (Akselsson m.fl., 2010).

4.3.3 Förhöjda kvävehalter endast i några få fall

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 24c). 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 Svealand är det få av de aktiva ytorna som har haft eller har förhöjda halter av $\text{NO}_3\text{-N}$, och det finns inget exempel med kroniskt förhöjda halter, som det finns i de mer kvävebelastade delarna i sydvästra Sverige.



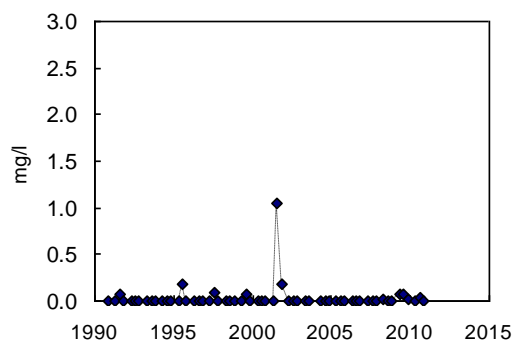
Figur 23. En översikt över mätplatser där nitrat förekommer i markvattnet mer eller mindre regelbundet (B) (Akselsson m. fl., 2010).

I Södra Averstad i sydligaste Värmland, som troligen är en av de mest kvävebelastade skogsytorna i Svealand, uppmättes förhöjda halter av $\text{NO}_3\text{-N}$ vid två tillfällen 2001, som högst 1 mg/l (Figur 24a). Mindre förhöjningar, upp 0,2 mg/l, har även förekommit vid några andra tillfällen. Förhöjningarna är för få och för små för att kunna dra några säkra slutsatser om att marken är nära kvävemättnad, men med tanke på ytans exponerade läge och att halterna på de flesta ytor ligger under 0,01 mg/l vid i stort sett alla mättillfällen, är det viktigt att följa upp utvecklingen i ytan.

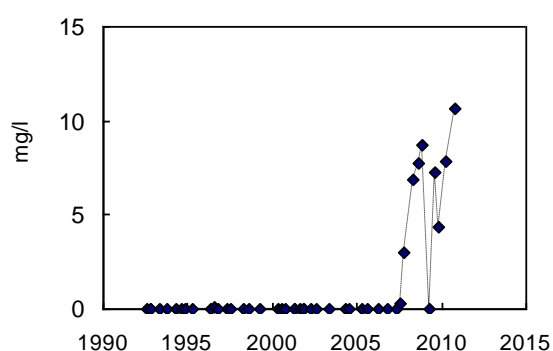
Ytan med högst uppmätta halter av $\text{NO}_3\text{-N}$ i Svealand är Alby i Stockholms län, som sedan sommaren 2007 har haft kraftigt förhöjda halter vid alla tillfällen utom ett (Figur 24b). En trolig förklaring är en kraftig storm 2007 som bland annat blåste ner en stor gran, och att ytan 2008 rensades upp efter stormen vilket innebar mycket körande med skogsmaskiner i ytan. Detta visar att även om halterna generellt är mycket låga kan störningar innebära ett

stort läckage av kväve i områden med stor tillgång på kväve i marken. Störningar kan orsakas av skogsskador till följd av exempelvis storm, insektsangrepp eller av skogsbruksåtgärder. Slutavverkning orsakar oftast en kraftig förhöjning av halterna, och effekten är större ju mer kväve som finns i systemet (Akselsson m fl., 2004).

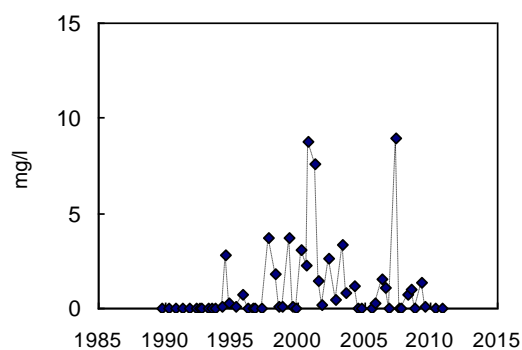
A. Södra Averstad (S 05)



B. Alby (A 21)



C. Arkelstorp, Skåne (L 05)



Figur 24. Koncentration av $\text{NO}_3\text{-N}$ i markvattnet vid två ytor i Svealand med temporärt förhöjda halter, Södra Averstad i Värmland och Alby i Stockholms län, samt som jämförelse en yta i Skåne med kroniskt förhöjda halter, Arkelstorp. Notera att skalan på y-axeln för Södra Averstad är annorlunda än för de båda andra ytorna.

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

Sammanfattningsvis finns inga signifikanta trender för kvävenedfall på öppet fält i Svealand för perioden 2000-2010. Nedfallet på öppet fält är omkring eller högre än den kritiska belastningsgräns, 5 kg per hektar och år, som används för boreala skogar i Sverige, för alla ytor utom den nordligaste ytan i Fulufjället. Nedfallet till skog, som är högre på grund av torrdepositionen, bedöms därför överskrida den kritiska belastningen i Svealand. Nitratkvävehalterna i markvattnet är generellt mycket låga på skogsytorna i Svealand. Endast i enstaka fall finns förhöjningar, och det finns inga exempel med kroniska förhöjningar som det finns längre söderut. I ytan i Alby har dock halterna ökat, till över 10 mg/l som högst, efter en storm och efterföljande röjningsarbete. Detta visar att störningar kan innebära stora effekter på kväveutlakningen i ekosystem som tagit emot relativt mycket kvävenedfall under lång tid.

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

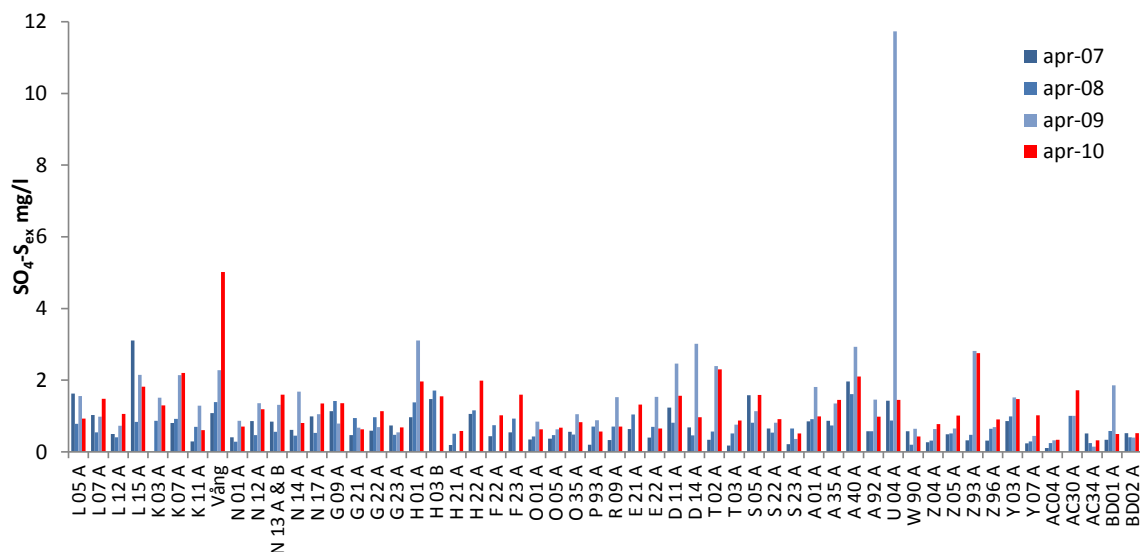
bara till 4 000 meters höjd, men den fortsatte att spridas vidare ut över Atlanten. Den 19 april passerade ett lågtryck över Island som åter drog med askan åt sydost ned mot Skandinavien och Brittiska öarna. Den 21 april avtog askproduktionen från vulkanen, och i juli 2010 ansågs vulkanutbrottet vara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

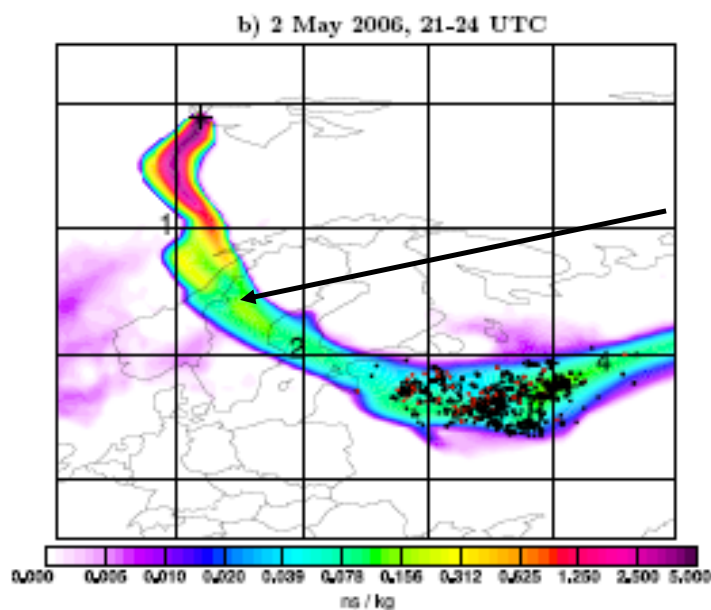
Sammanfattningsvis finns inget som tyder på att vulkanutbrottet på Island under våren 2010 hade någon märkbar påverkan på nedfallet av svavel som uppmättes inom Krondroppsnätet under april och maj. Detta stämmer även väl överens med de modellkörningar som gjordes under våren, av SMHI, av hur askmolnet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

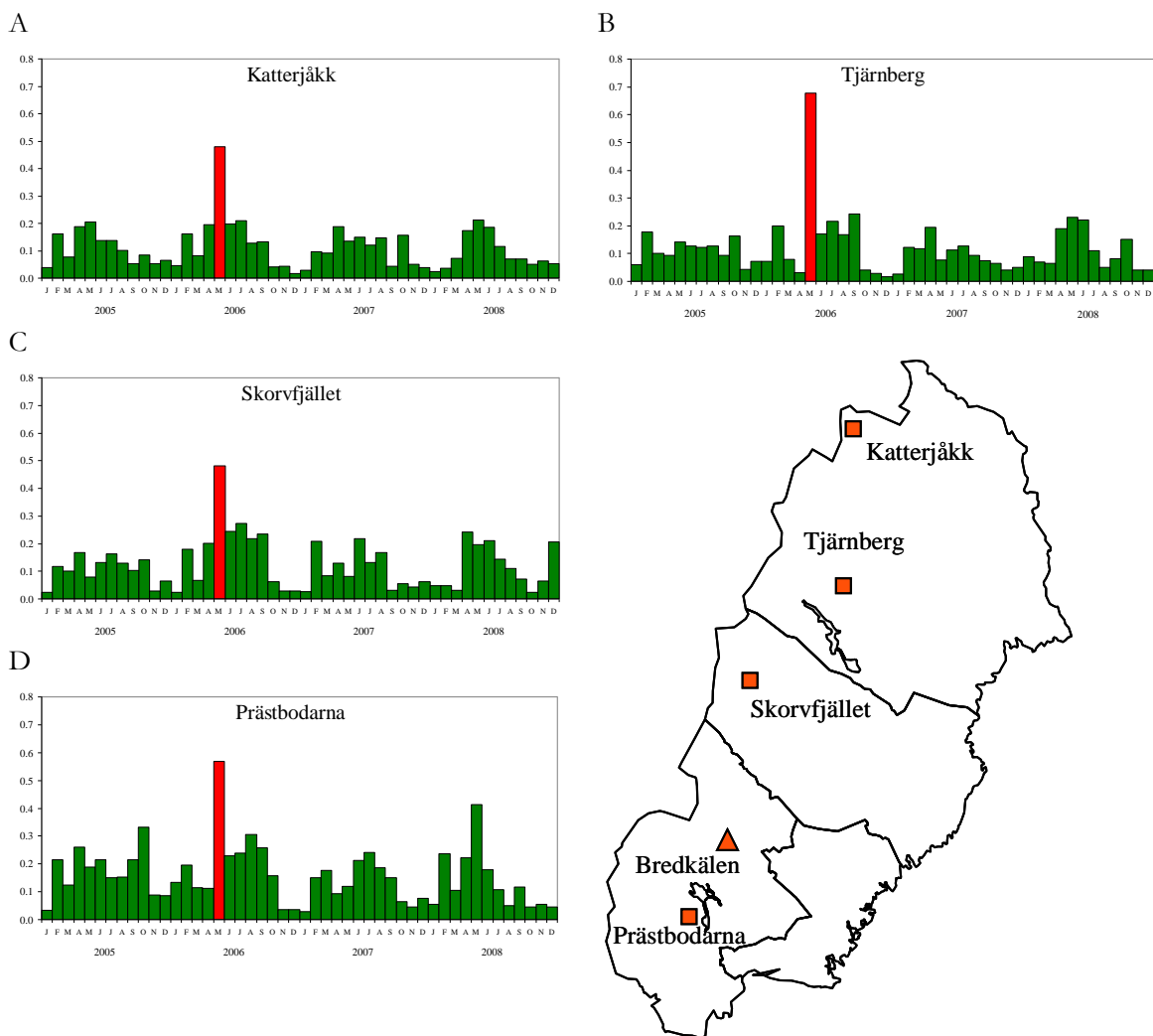
Under senvåren 2006 förekom omfattande bränder i Ryssland, i de baltiska länderna, Vitryssland och Ukraina (Stohl m.fl., 2007, Yurganov m. fl., 2008). Mellan 25 april och 6 maj noterades med hjälp av satellitdata mer än 300 bränder per dag inom detta område, med en kulmen av 800 noterade bränder under 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.

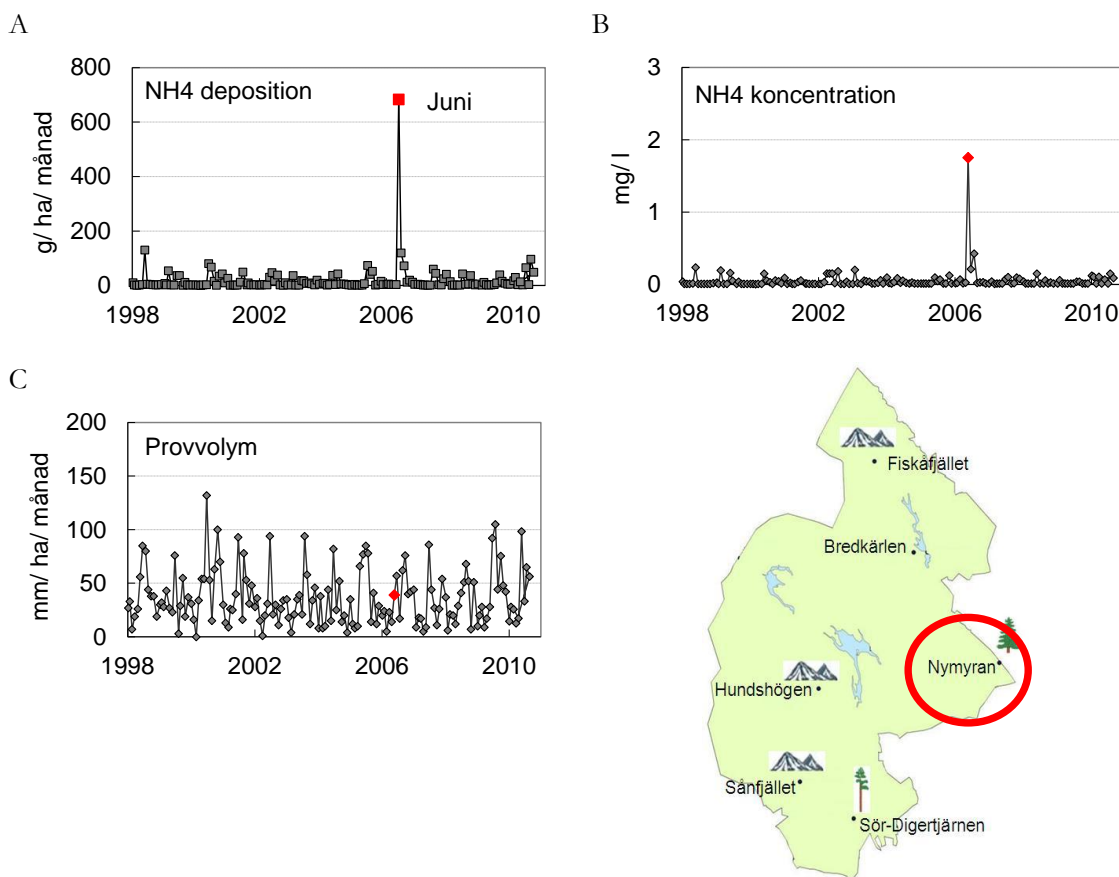


Figur 27. Månadsvisa lufthalter av ammonium (NH_4 , totalt gasformigt + partikelbundet) på hög höjd i norra Sverige under 2005-2008. Mätningarna avslutades tyvärr efter 2008. Enhet $\mu\text{g N}/\text{m}^3$. X-axeln omfattar månadsvisa medelvärden under den tid då mätningar finns tillgängliga, januari 2005 – december 2008. Röda staplar visar värden för maj 2006. Kartan indikerar mätplatsernas positioner. Höga halter av sot uppmättes under maj 2006 vid Bredkälén, 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.

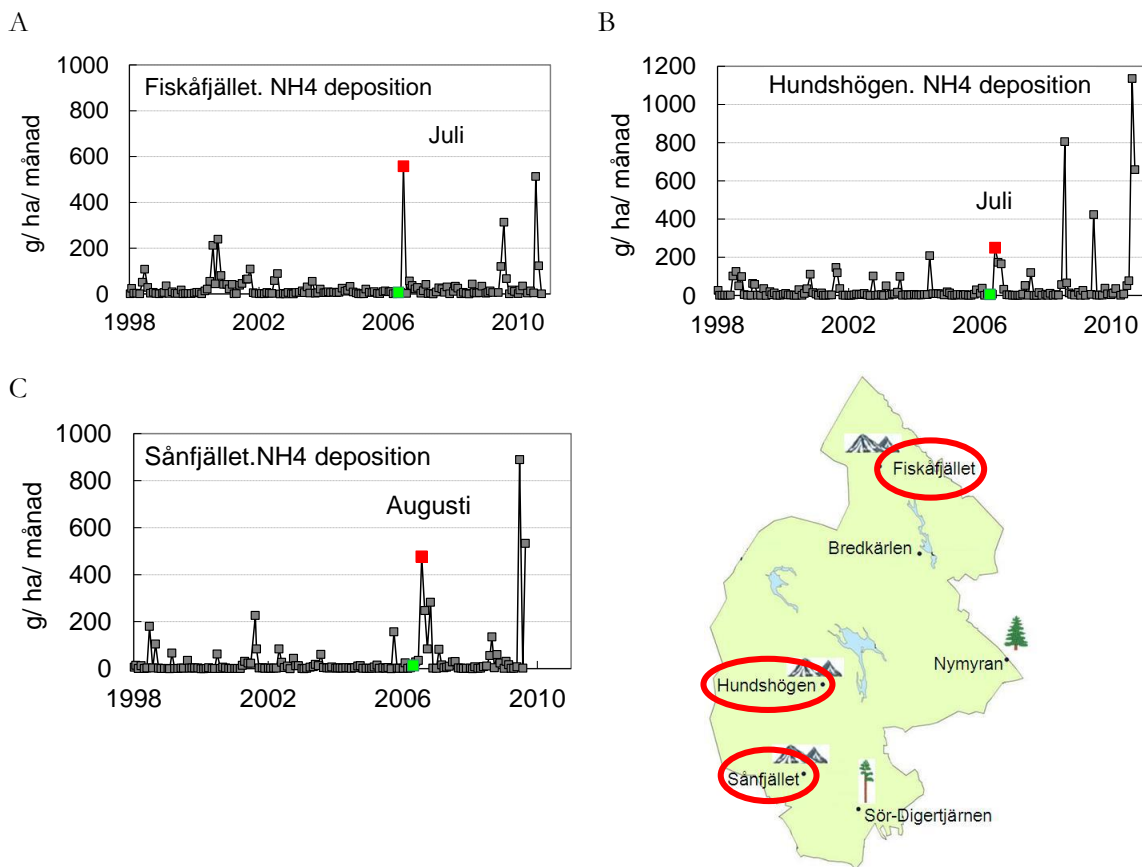
I Figur 28 visas månadsvisa värden för nedfallet av ammonium med krondroppet till en granskog vid Nymyran i Jämtlands län. Nymyran ligger i ett område som passerades av den förorenade luftmassan som redovisades i Figur 26 ovan. Nedfallet av ammonium var kraftigt förhöjt för juni månad 2006. Det beräknade höga nedfallet berodde på en förhöjd koncentration i krondroppsprovet och inte av en förhöjd krondroppsmängd. Krondroppsmätningar 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 krondroppet 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.



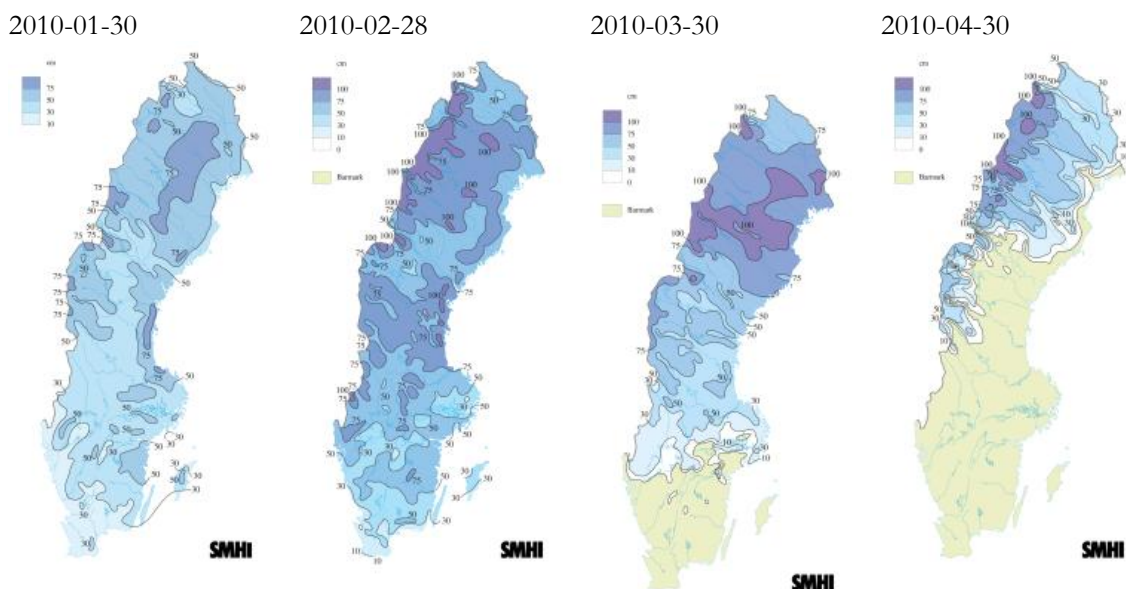
Figur 28. Månadsvisa värden för nedfall av ammonium i krondropp vid Nymyran, en yta inom Krondroppsnätet i Jämtlands län. Ytan är bevuxen på 75-årig granskog och ligger ca 300 m ö.h. Värden visas för beräknat nedfall (A), uppmätt koncentration av ammonium i krondroppsprovet (B) och uppmätt krondroppsmängd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



Figur 29. Månadsvisa värden för nedfall av ammonium i krondropp 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. Krondroppsmätningar under gran på hög höjd bedrivs med en något annorlunda metodik jämfört med övriga Krondroppsnätet. En enda samlare finns placerad rakt under trädkronan hos vardera fem enskilda 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.

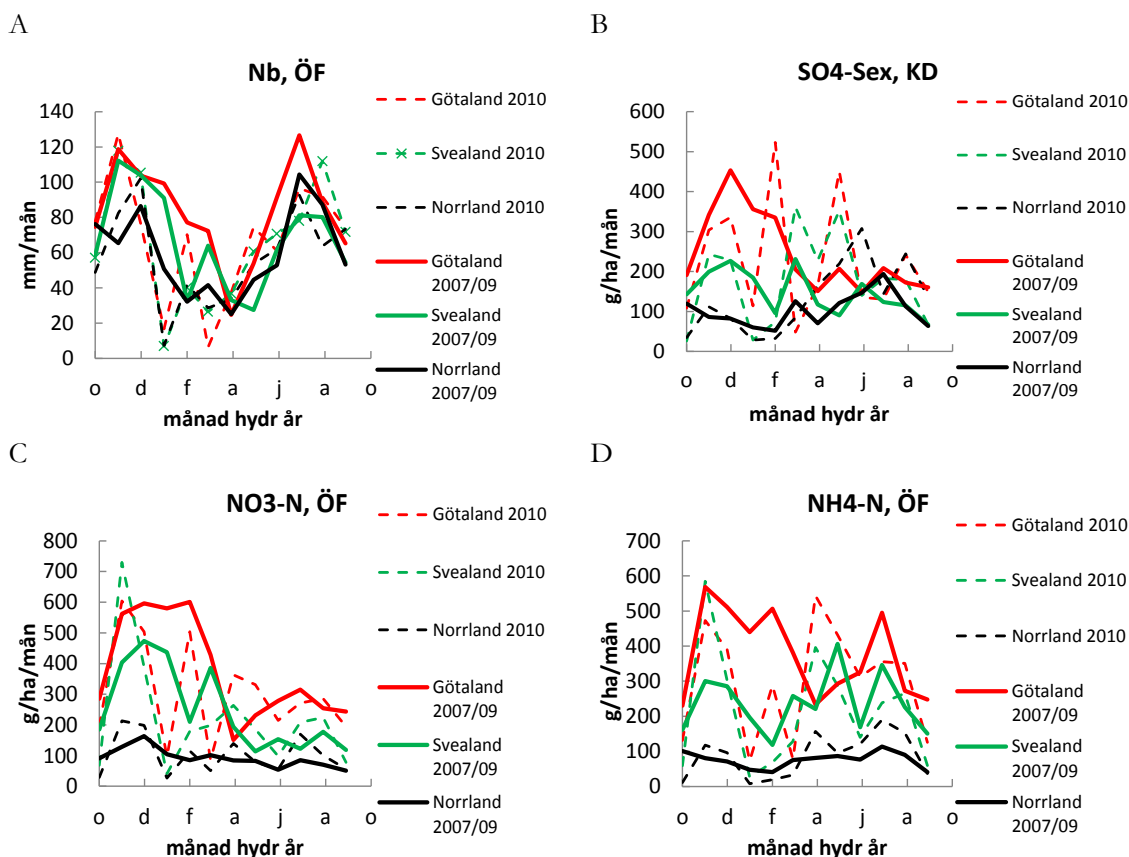
Månadsvisa mätvärden för nederbörd över öppet fält, nedfallet antropogent sulfatsvavel (exkl. bidrag från havssalt) uppmätt som krondropp samt nedfallet av nitrat- och ammoniumkväve uppmätt över öppet fält analyserades för ett urval av mätplatser med fullständiga mätningar av både krondropp och öppet-fält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

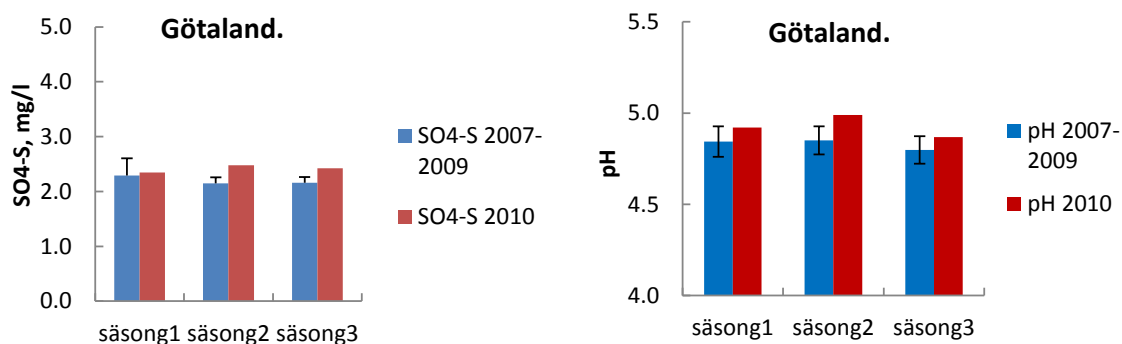
Nederbörden i Götaland under vintermånaderna hydrologiska året 2010 avvek från åren 2007-2009 främst under månaderna januari och mars, då nederbörden under 2010 var långt under motsvarande värden för de föregående åren. Det månadsvisa nedfallet av nitratkväve till Götaland under vintern hydrologiska 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 snömängderna 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 Krondroppsnätet under den nu avslutade programperioden 2007-2010. Det bör observeras att nedan presenterade aktiviteter/rapporter ofta har haft andra finansörer än Krondroppsnätet, exempelvis har Naturvårdsverket finansierat flertalet övriga rapporter. I denna rapport redovisas ej vilka forskningsprojekt som Krondroppsnätet 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 Krondroppsnätet.** Temarapport inom Krondroppsnätet som utkom i maj 2011. Rapporten handlar om hur mätningar och modellering inom Krondroppsnätet kan användas för uppföljning av miljö kvalitetsmål och miljö kvalitetsnormer på ett bättre sätt än vad som sker idag. Förslag på nya indikatorer där Krondroppsnätets 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 Krondroppsnätet, 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 Krondroppsnätet: 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 Krondroppsnätet tar över

7.Referenser

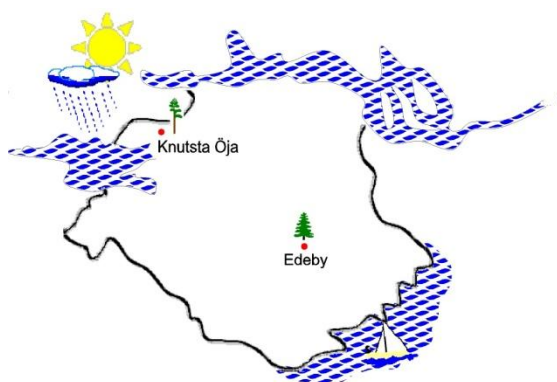
- Akselsson, C., Westling, O. och Örlander, G., 2004. Regional mapping of nitrogen leaching from clearcuts in southern Sweden. *Forest Ecology and Management* 202, 235-243.
- Akselsson, C., Westling, O., Alveteg, M., Thelin, G., Fransson, A-M. och Hellsten, S., 2008. The influence of N load and harvest intensity on the risk of P limitation in Swedish forest soils. *Science of the Total Environment* 404, 284-289.
- 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. Krondroppsnätet – 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. Ozonmättnätet 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., Rehngren, 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., Dzhol, 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.

Södermanlands län

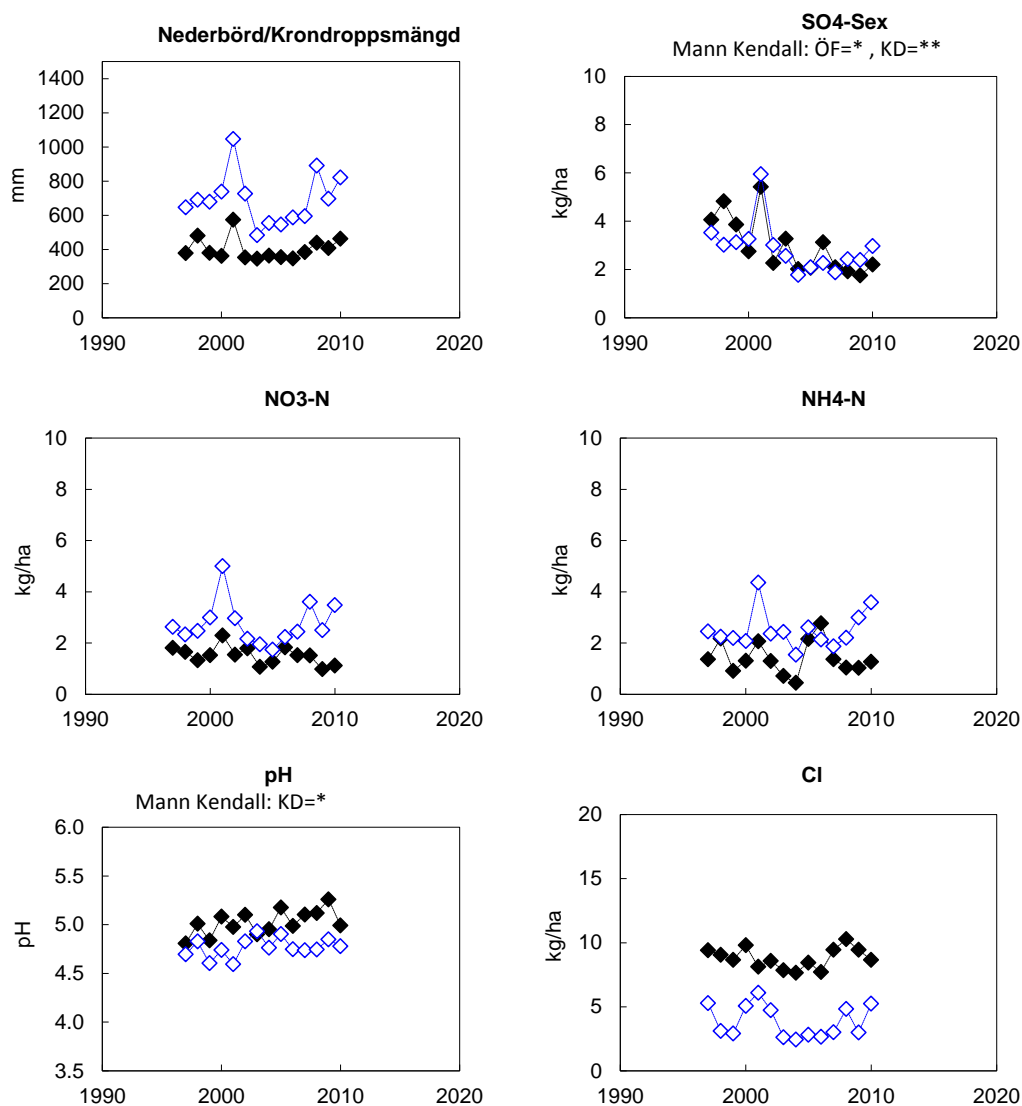


I Södermanlands län finns två aktiva lokaler inom Krondroppsnetzets (Tabell 1). Krondropp och markvattenkemi mäts både i granytan i Edeby och i tallytan i Knutsta sedan 14 år. I Edeby mäts dessutom nedfall över öppet fält.

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

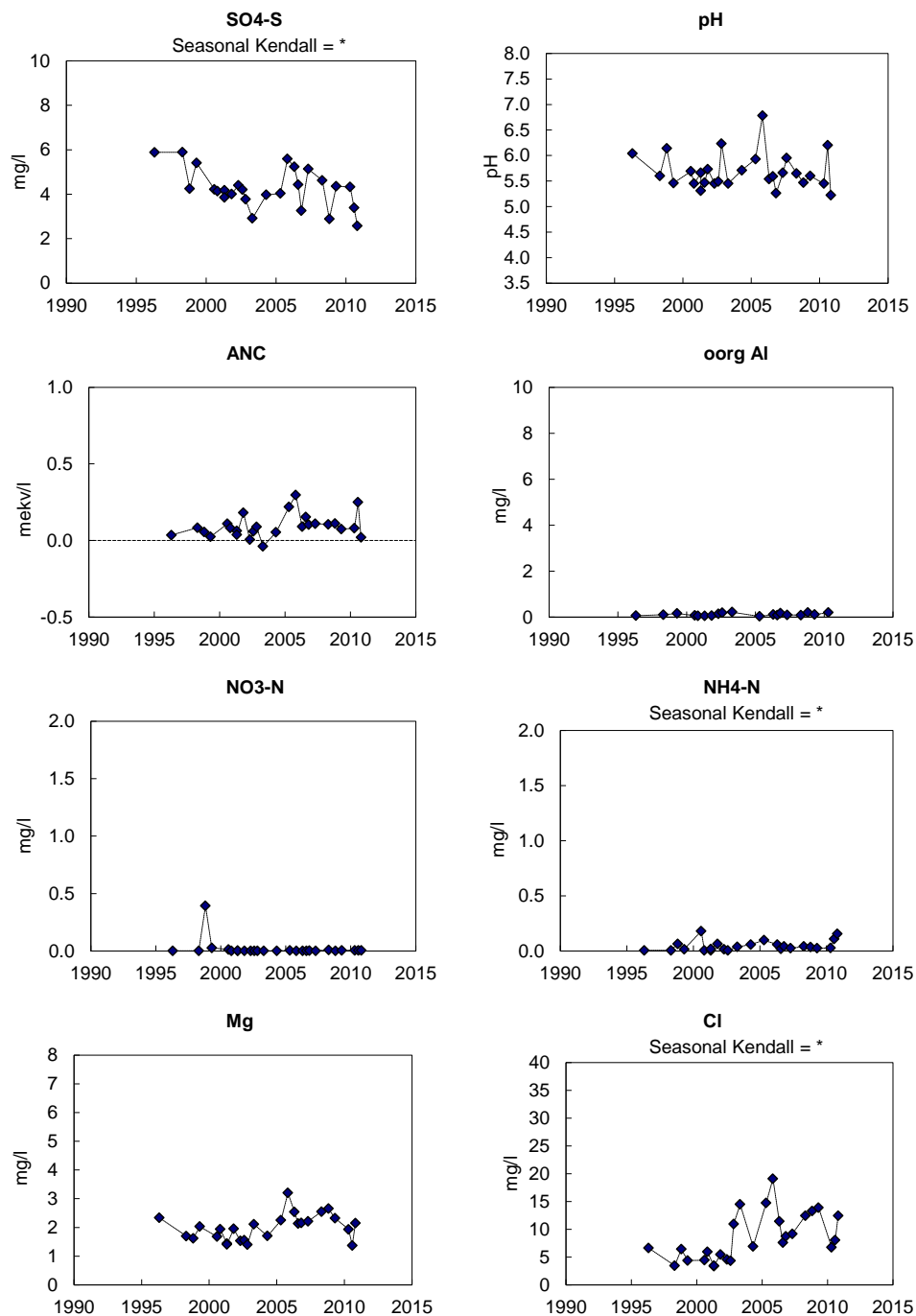
Lokal	Dominerande trädslag	Öppet fält	Krondropp	Markvatten	Lufthalter
Edeby (D 11)	Gran	X	X	X	-
Knutsta (D 14)	Tall		X	X	-

Edeby (D 11): Granyta med 80-årig skog. Lokalen ligger i nedre delen av en sluttning i en svacka mellan höjder och kalspolade hållar. Markfuktigheten i de centrala delarna är frisk-fuktig och markvegetationen består av husmossa, väggmossa och blåbär. Jordmånen är av övergångstyp utbildad på mjällig lera. Mätning av deposition och markvatten startade 1996. Lokalen är en av de ytor i landet, som sedan 2001 ingår i Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning av deposition till skog. Lufthaltsmätningarna avslutades i december 2006. För närvarande mäts nedfall till skogsytan och till ytan över öppet fält samt markvattenkemi.



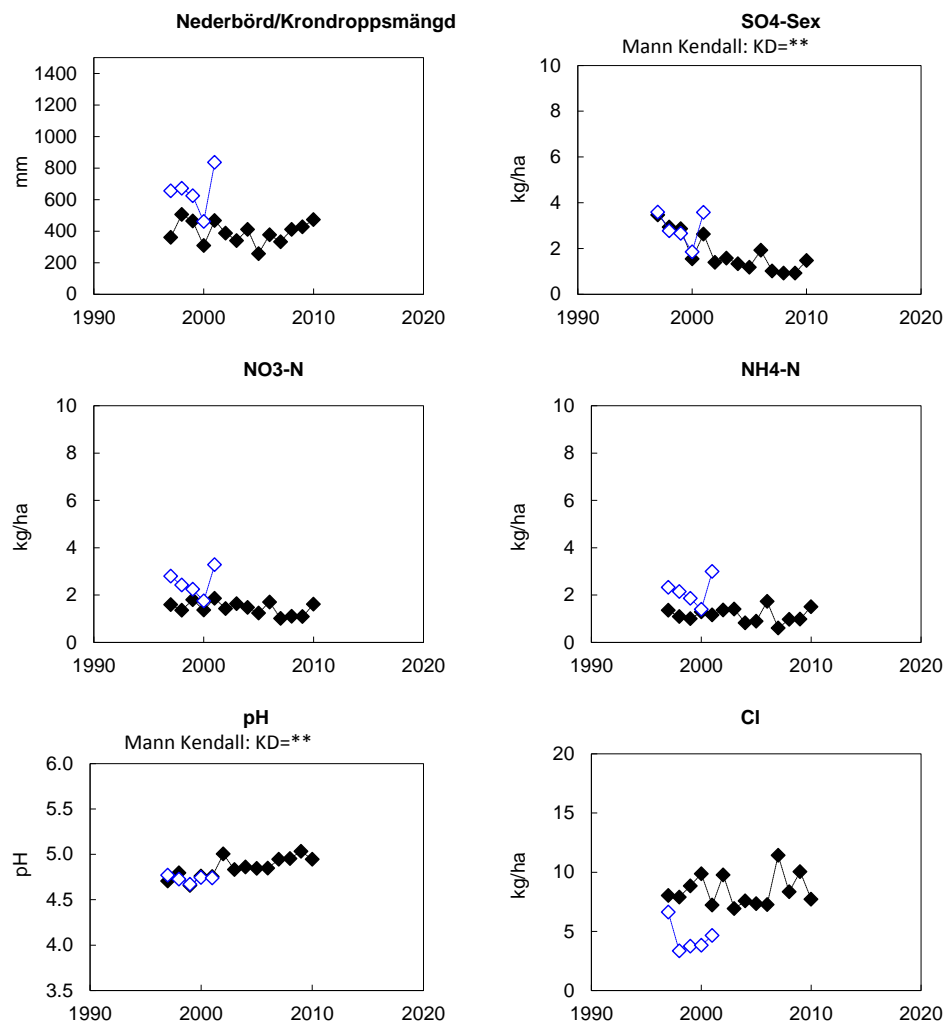
- ◆ Krondropp (KD)
- ◇ Öppet fält (ÖF)

Figur 1. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Edeby, D 11**. 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), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); pH; 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.



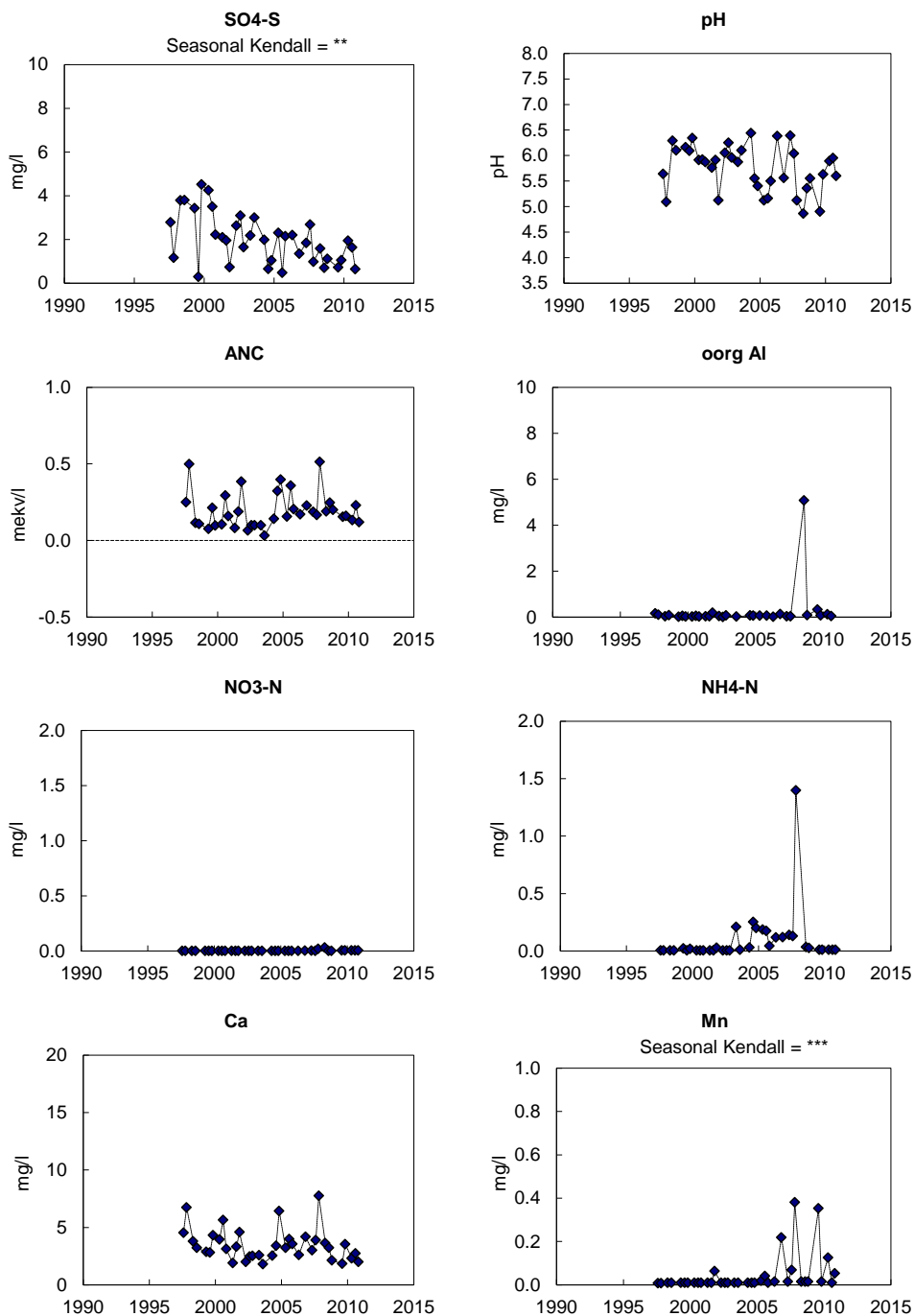
Figur 2. Markvattenkemi vid Edeby, D 11: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), magnesiumhalt (Mg^+) och kloridhalt (Cl^-). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trend-analys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall metodik och signifikans-nivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Knutsta, Öja socken (D 14): 77-årig tallskogsyta med viss inblandning av gran. Lokalen ligger på sluttningen av en rullstensås och har ett fältskikt av blåbär. Markfuktigheten är frisk, jordmånen är järnpodsol och jordarten isälvsand. Från och med december 2001 mäts enbart deposition via krondropp samt markvattenkemi i skogsytan.



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

Figur 3. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Knutsta, D 14**. 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 ($\text{SO}_4\text{-S ex}$), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$); pH; 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 4. Markvattenkemi vid **Knutsta, D 14**: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), kalciumhalt (Ca^{2+}) och mangan halt (Mn^{2+}). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Värmlands län



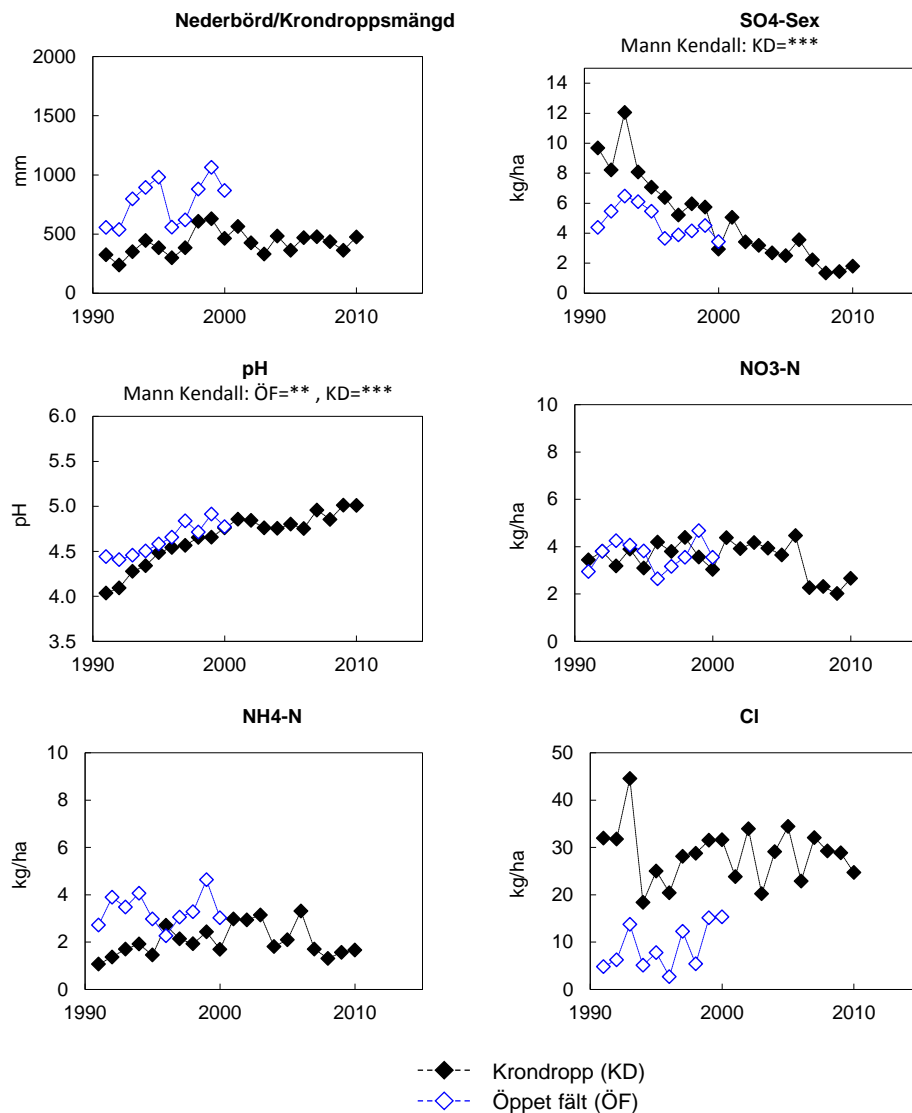
I Värmlands län finns tre aktiva lokaler inom Krondroppsnätet (Tabell 2). Samtliga ytor är granytor. I Södra Averstad finns en 20-årig tidsserie för krondropp och markvatten. I Blåbärskullen har nedfallsmätningar över öppet fält och i skogen samt mätningar av markvattenkemi och lufthaltsmätningar genomförts sedan 14 år tillbaka. Även i Transtrandberget finns en 14-årig tidsserie med krondropp och markvattenkemi.

Värmlands län är beläget i en ganska skarp luftföroreningsgradient, där de sydligaste delarna har tagit emot nedfall av samma storleksordning som i delar av Götaland, medan nedfallet i de nordliga delarna varit mer jämförbart med nedfallet i norra halvan av Sverige. Den sydligaste ytan, Södra Averstad, är extra exponerad på grund av läget vid Väneren.

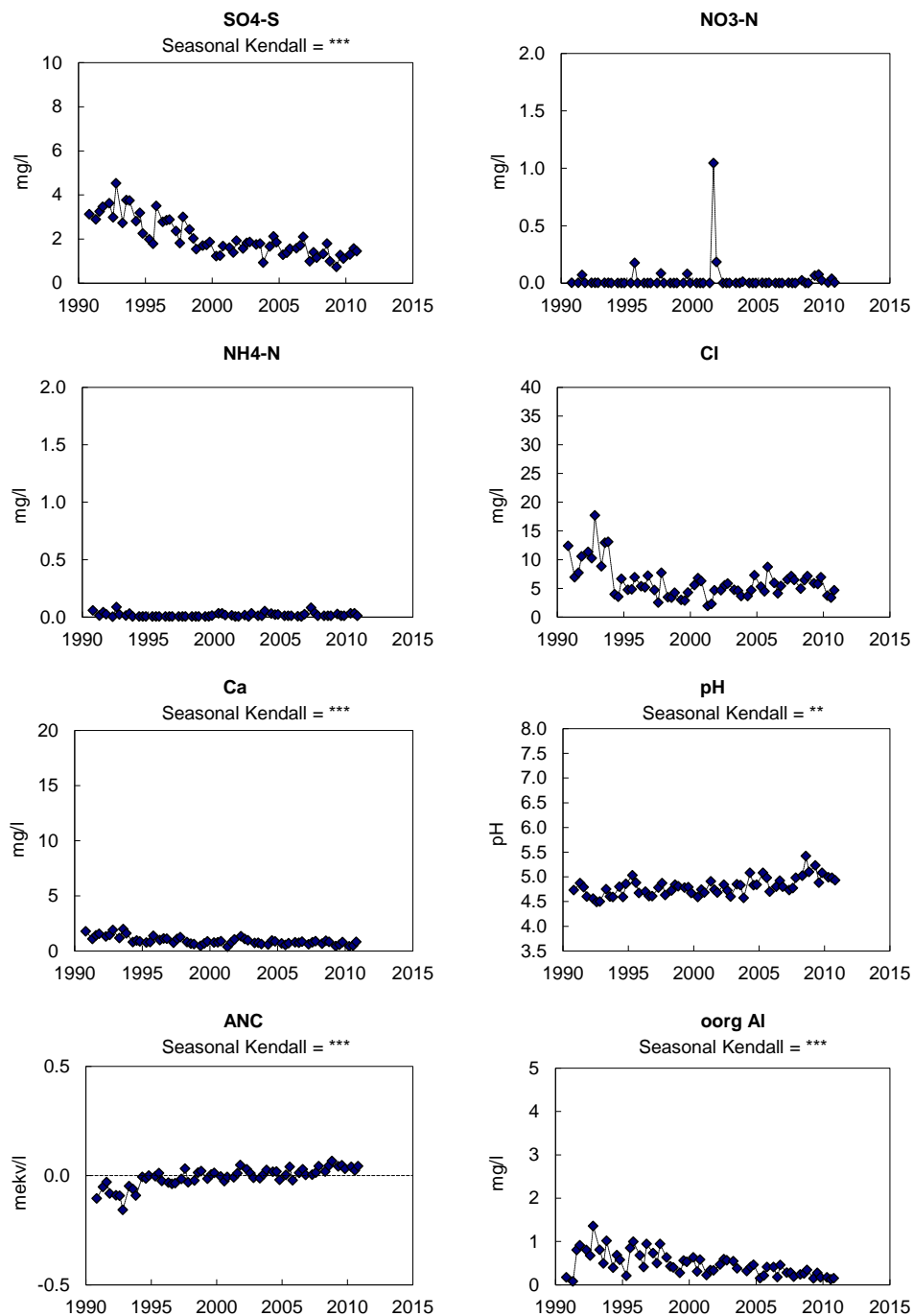
Tabell 2. Aktiva ytor i Värmlands län 2009/10.

Lokal	Dominerande trädslag	Öppet fält	Krondropp	Markvatten	Lufthalter			
					SO ₂	NO ₂	NH ₃	O ₃
Södra Averstad (S 05)	Gran		X	X				
Blåbärskullen (S 22)	Gran	X	X	X	X	X	X	X
Transtrandsberget (S 23)	Gran		X	X				

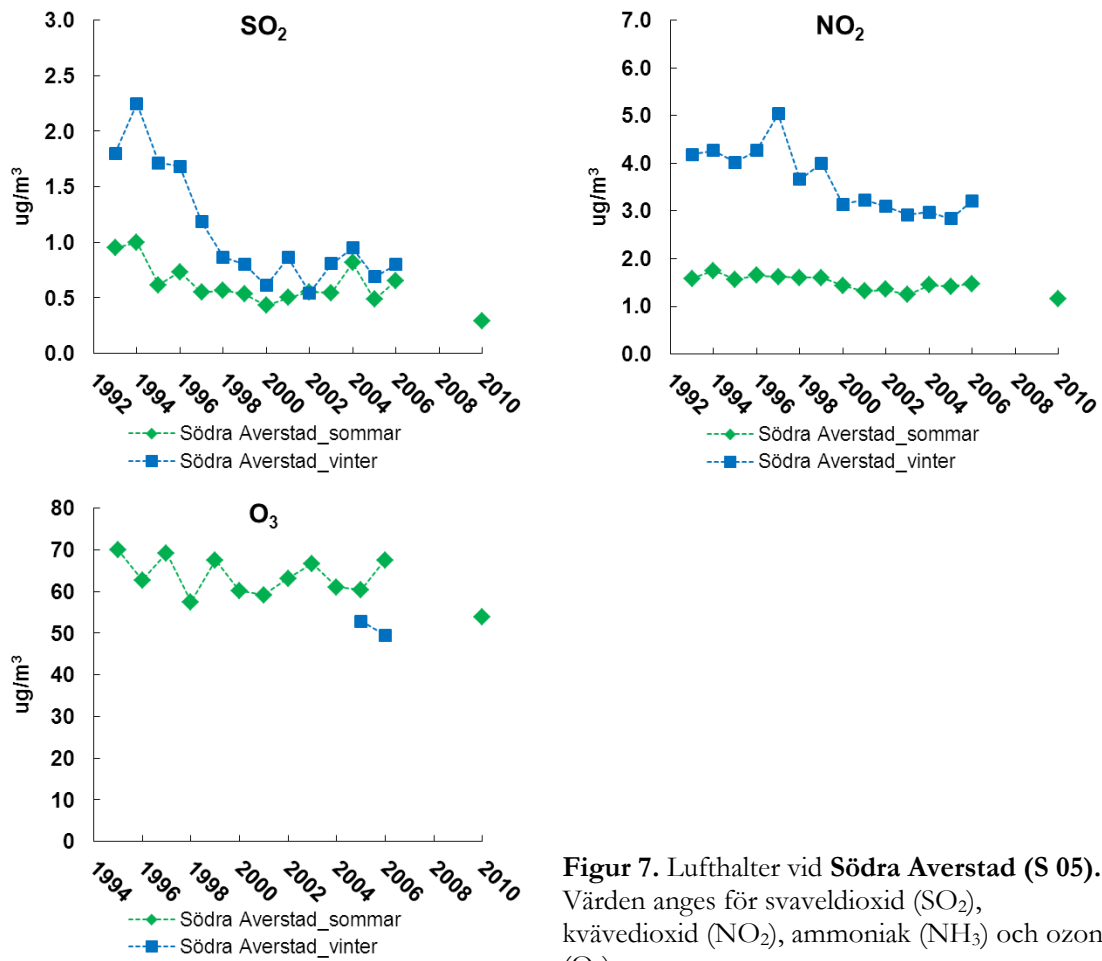
Södra Averstad (S 05): 79-årig granskog i ett flackt och kustnära område på Värmlandsnäs, exponerat för intransport av luftföroreningar över Väneren. Marken består av ett sandigt-moigt sediment med en jordmån klassad som övergång mellan brunjord och podsol. Södra Averstad är länets sydligaste lokal och är den lokal som haft länets högsta försurande nedfall. Mätning av deposition och markvatten startade 1990 och ytan har därmed länets längsta tidsserier. Mätningar på öppet fält avslutades i december 2000 och lufthaltsmätningarna avslutades i december 2006 men startades igen 2010.



Figur 5. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Södra Averstad, S 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) 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.

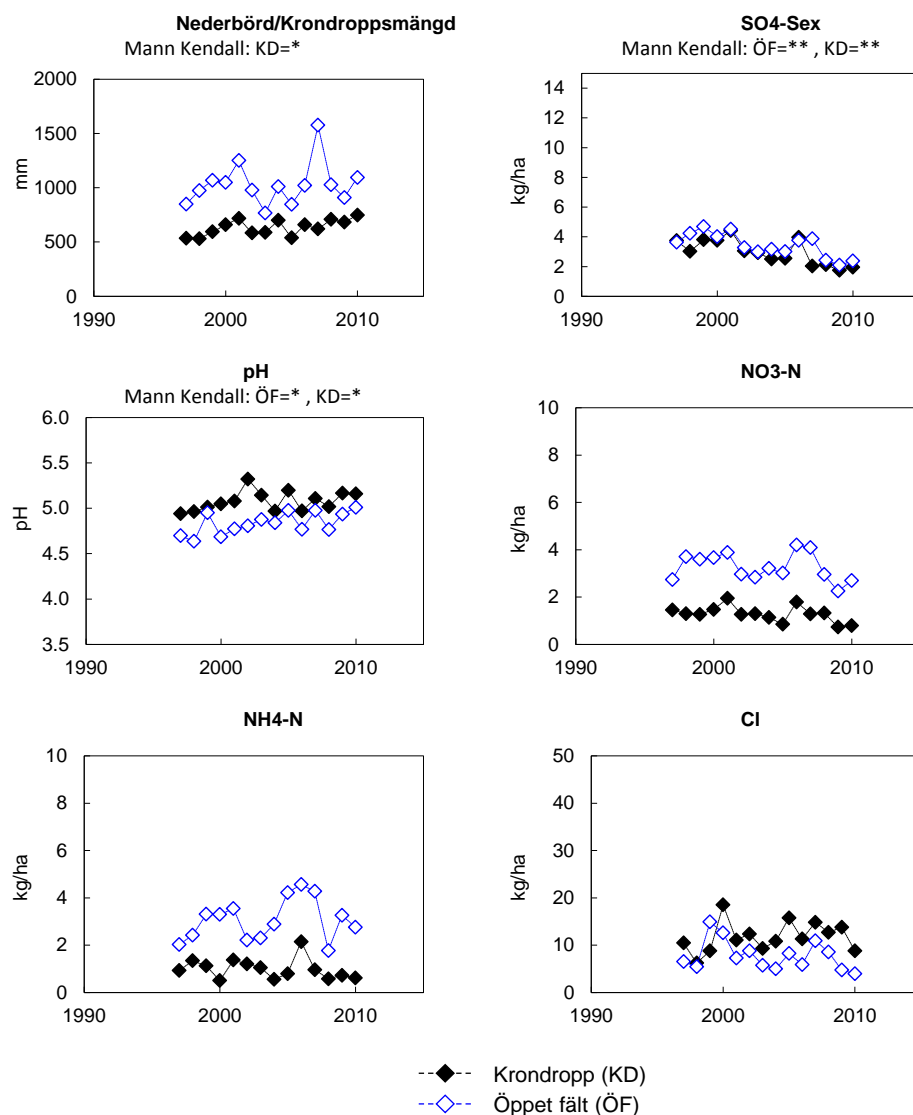


Figur 6. Markvattenkemi vid **Södra Averstad, S 05**: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), kloridhalt (Cl), kalciumhalt (Ca^{2+}), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) och oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade 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.

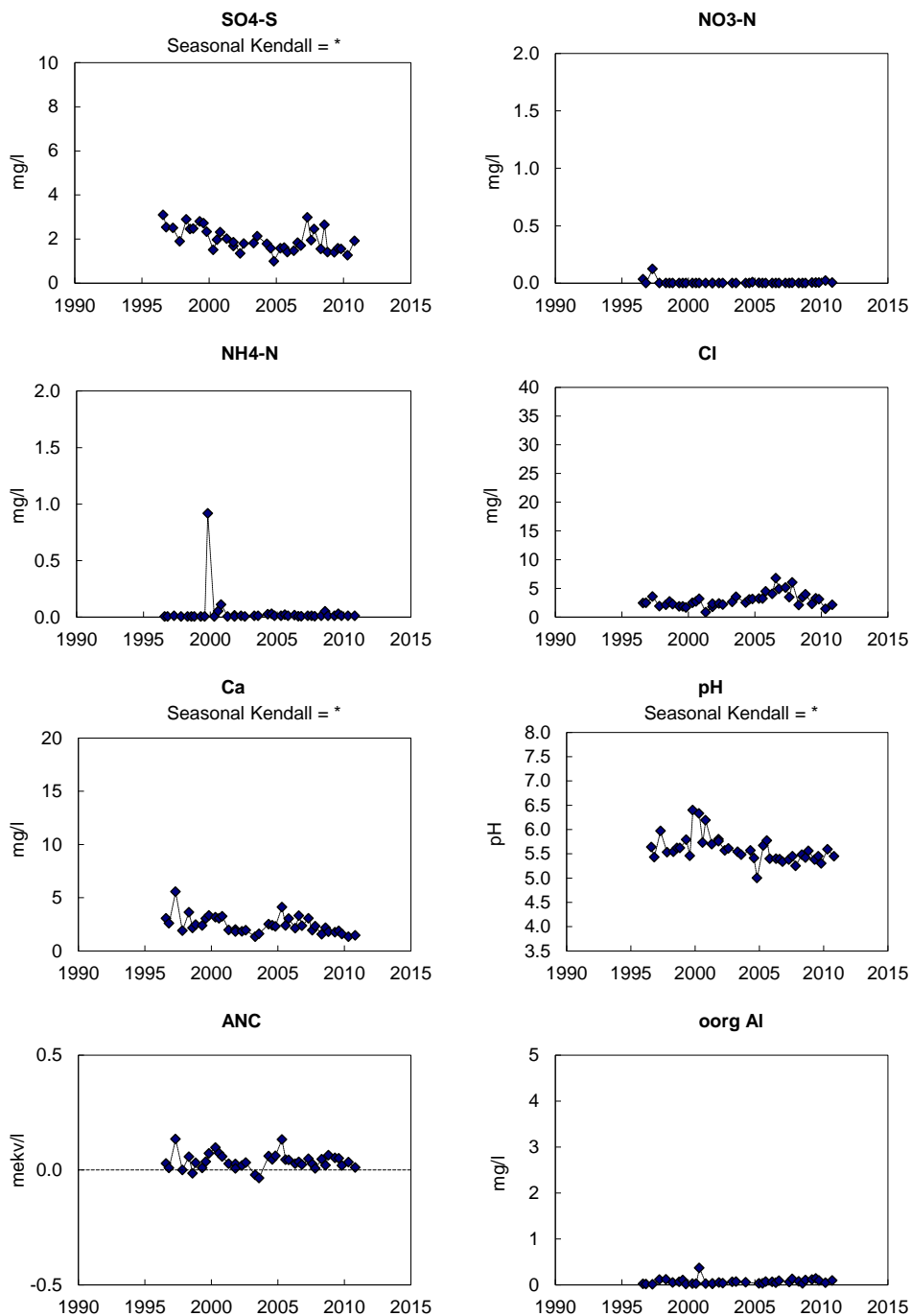


Figur 7. Lufthalter vid Södra Averstad (S 05). Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

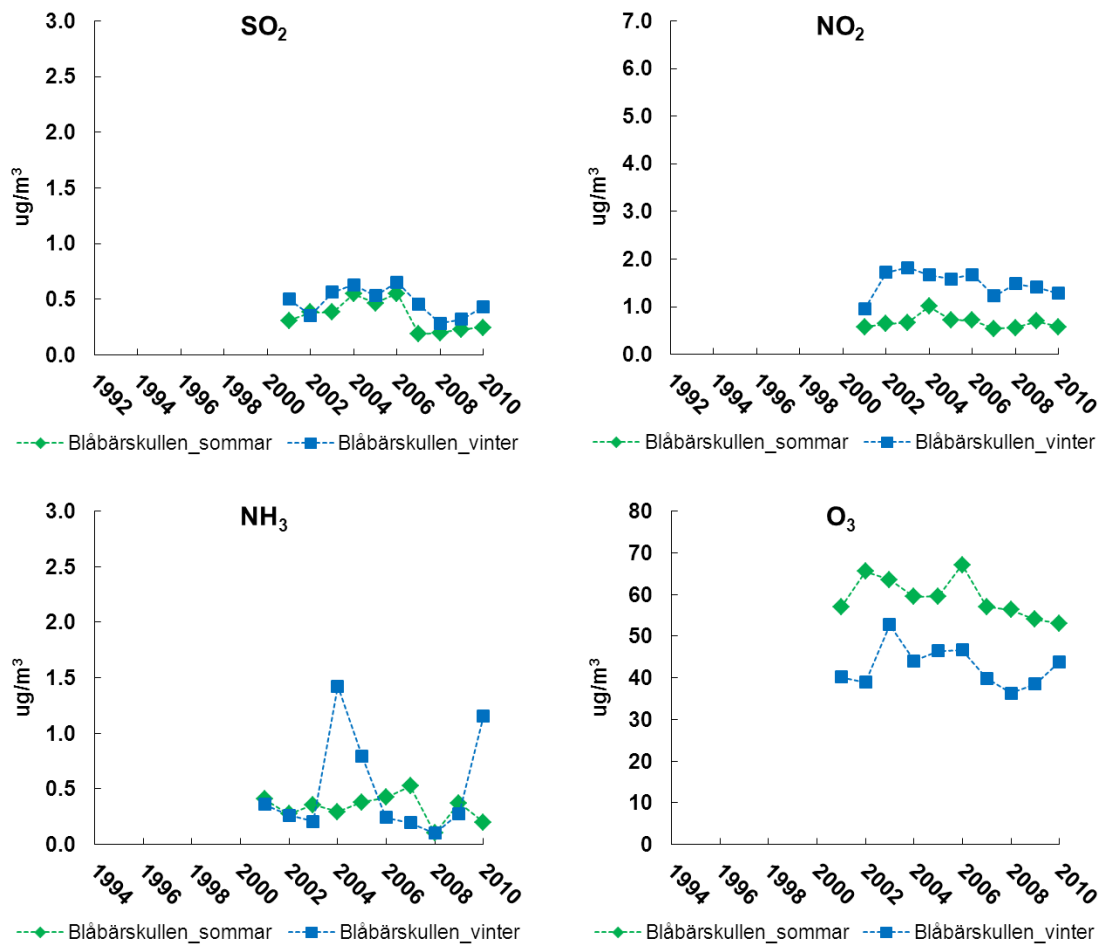
Blåbärskullen (S 22): 59-årig granskogsyta i centrala Värmland. Marken är en sandig-moig morän med viss kulturpåverkan. Ståndortsindex är G32. Markvattenkemimätningar samt depositions-mätningar i krondropp och över öppet fält startade hösten 1996. Mätningarna över öppet fält ingår sedan 2001 i Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning. Lufthaltsmätningarna startade hösten 2000.



Figur 8. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Blåbärskullen, S 22**. 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) 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.

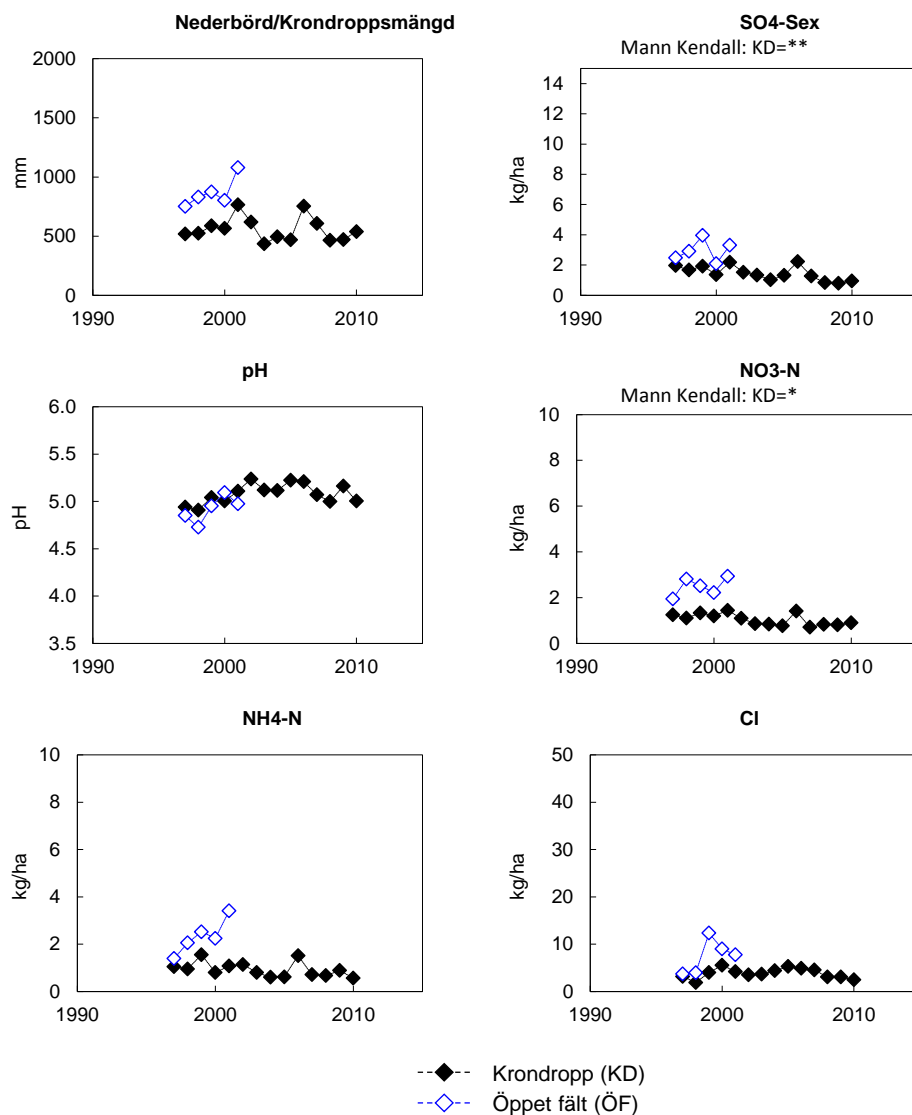


Figur 9. Markvattenkemi vid Blåbärskullen, S 22: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), kloridhalt (Cl^-), kalciumhalt (Ca^{2+}), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) och oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade 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

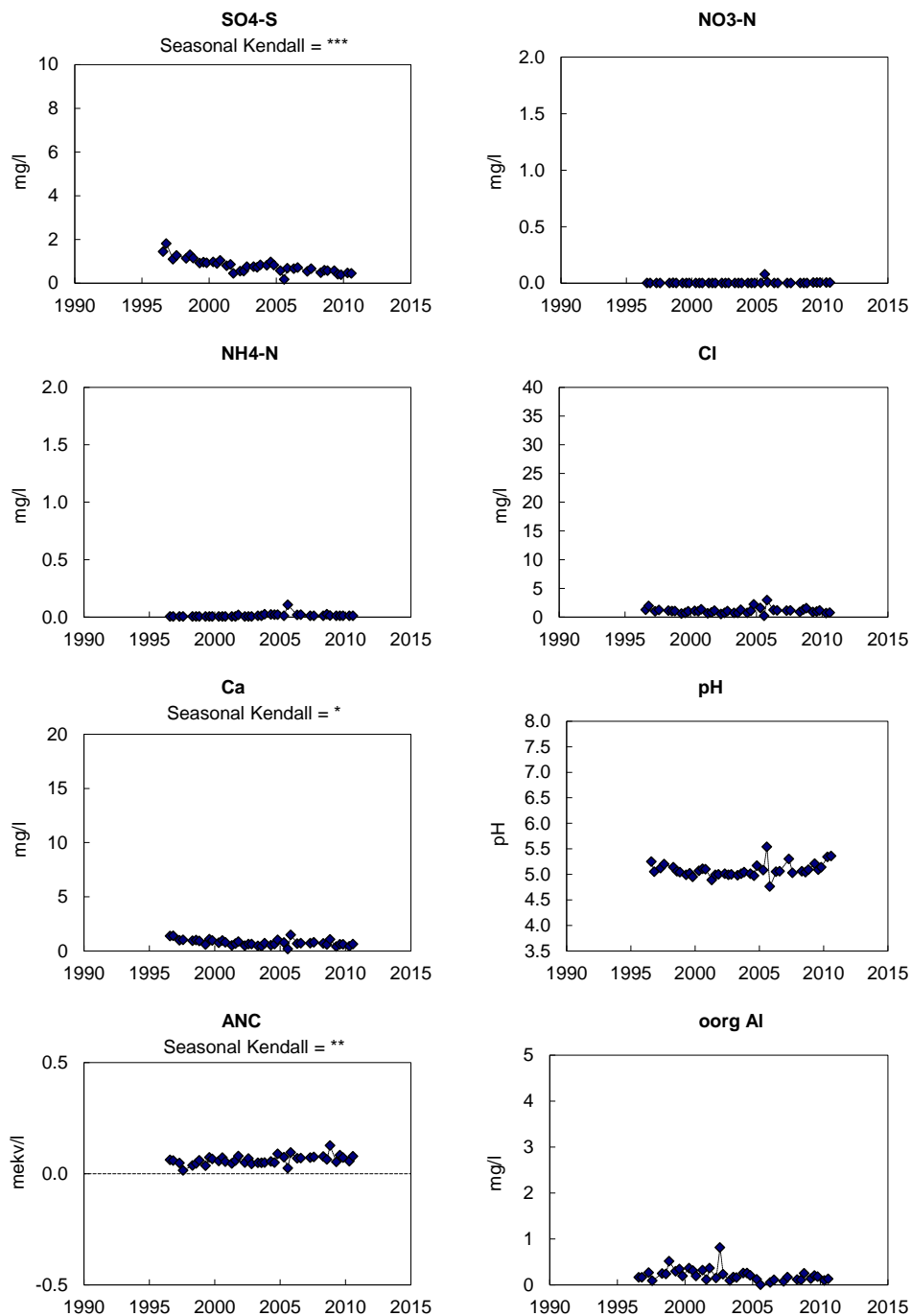


Figur 10. Lufthalter vid **Blåbärskullen (S 22)**. Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

Transtrandsberget (S 23): Yta med 58-årig granskog på sandig-moig morän och jordmånen järnpodsol i länets nordligaste del. Ytan ligger i en sluttning mot öster och kan därigenom förväntas vara mindre utsatt för dominerande vindriktningar än lokaler i sydväst-sluttningar. Nedfallsmätningar i krondropp och över öppet fält startade 1996. Nederbördskemiska mätningar över öppet fält avslutades dock i december 2001.

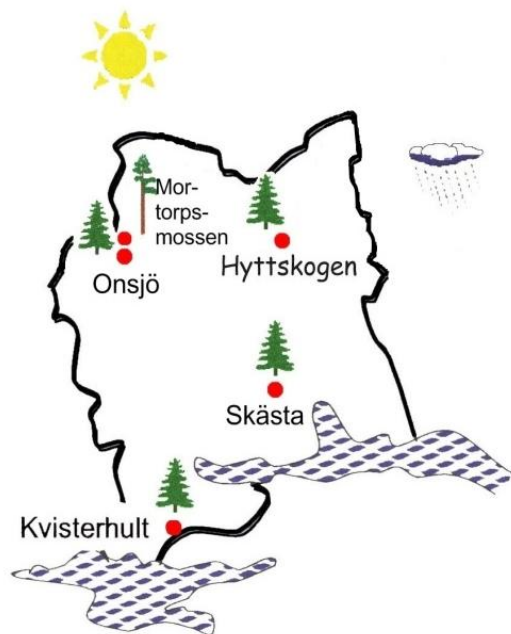


Figur 11. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Transtrandsberget, S 23**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel 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 12. Markvattenkemi vid **Transtrandsberget, S 23**: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), kloridhalt (Cl), kalciumhalt (Ca^{2+}), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) och 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.

Västmanlands län



I Västmanlands län finns fem aktiva lokaler inom Krondroppsnätet (Tabell 3). Kvisterhult är den lokal som har längst tidsserie (17 år), och den enda lokal där alla typer av mätningar görs, lufthalter, nedfallsmätningar på öppet fält och i skogen samt mätningar av markvattenkemi.

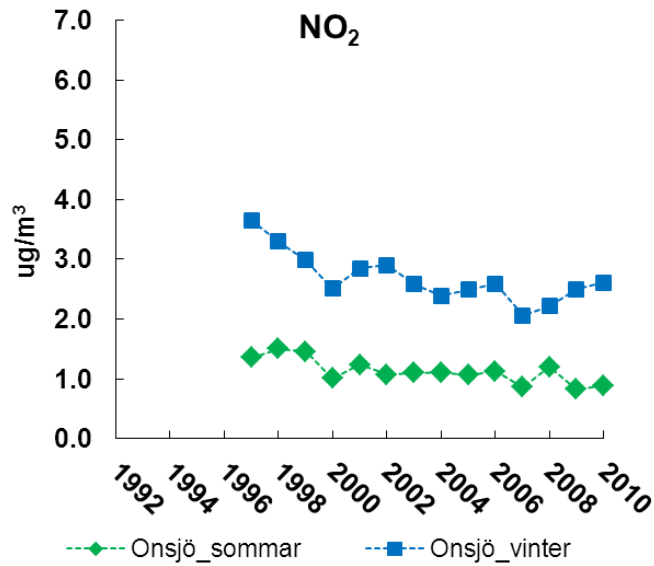
Den bästa uppskattningen av det totala svavelnedfallet fås genom mätningar av krondropp eftersom dessa mätningar inkluderar både våt- och torrdeposition och det inte sker något betydande upptag av svavel i trädkronorna. Vad gäller kvävenedfallet, förekommer upptag och omsättning av kväve i trädkronorna. Därför ger för närvarande mätningarna över öppet fält den bästa uppskattningen av det totala kvävenedfallet till skogen, även om dessa mätningar inte inkluderar torrdepositionen i någon större utsträckning.

Tabell 3. Aktiva ytor i Västmanlands län.

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

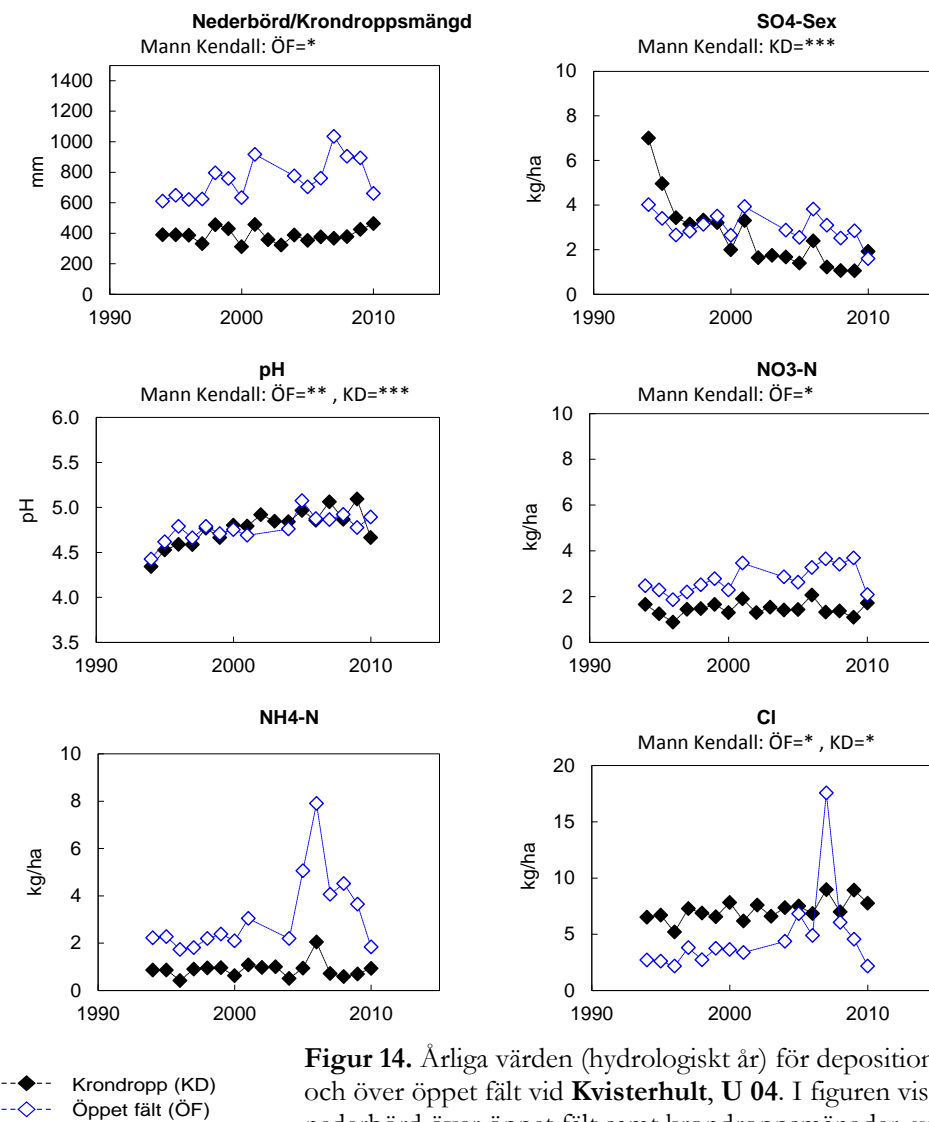
*Ingår i Ozonmättnätet i södra Sverige från och med 2009.

Onsjö (U 02): Lufthaltsmätningarna i Onsjö startade i juni 1996 och pågår än idag. Från början mättes SO₂, NO₂, NH₃ och O₃ men i dagsläget är endast mätningarna av NO₂ kvar. Tidigare har lufthaltsmätningar gjorts vid en närliggande lokal, Godkärra, där mätningarna startade 1993 och avslutades i maj 1996, varefter de flyttades till Onsjö.

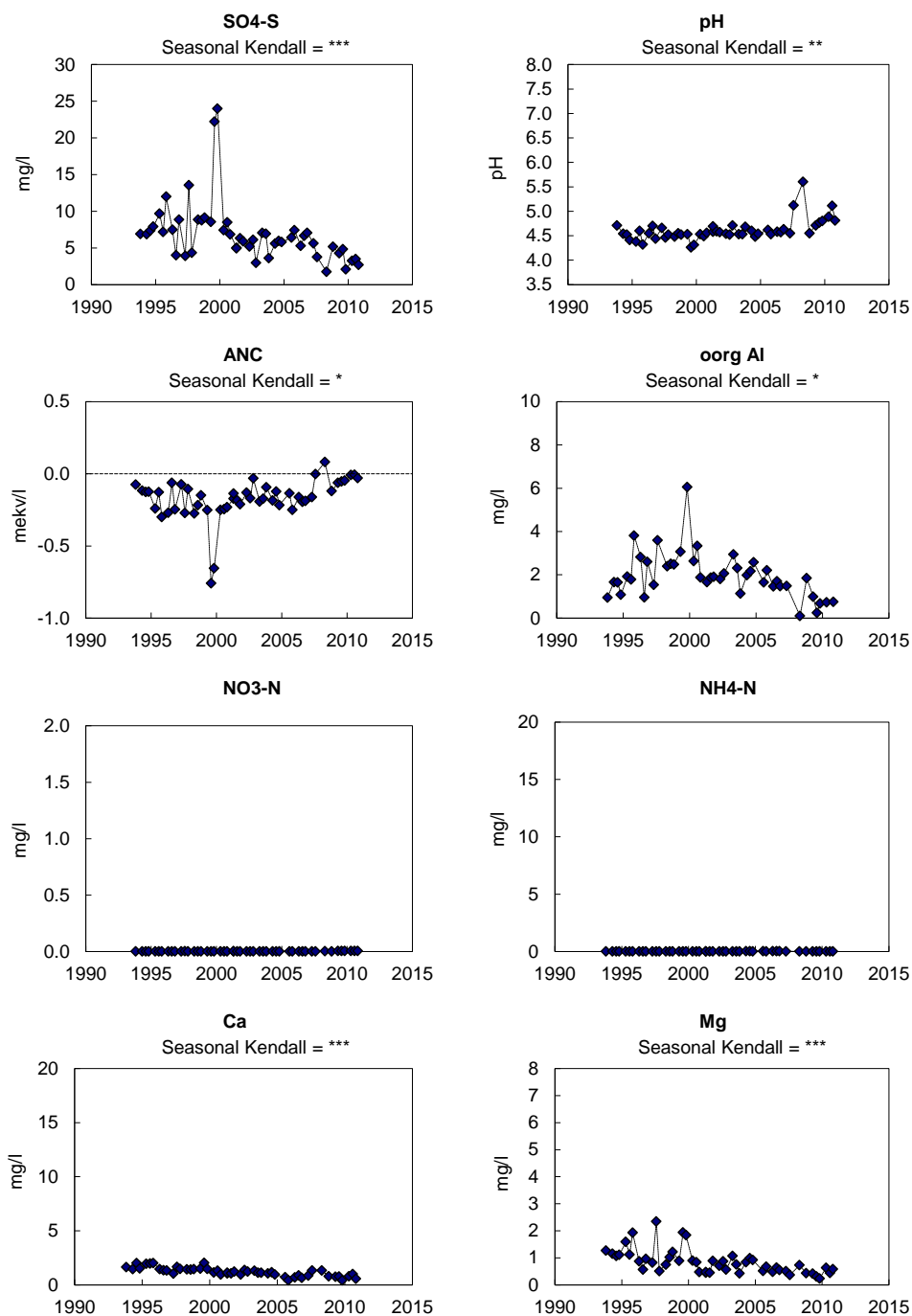


Figur 13. Lufthalter vid Onsjö (U 02). Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

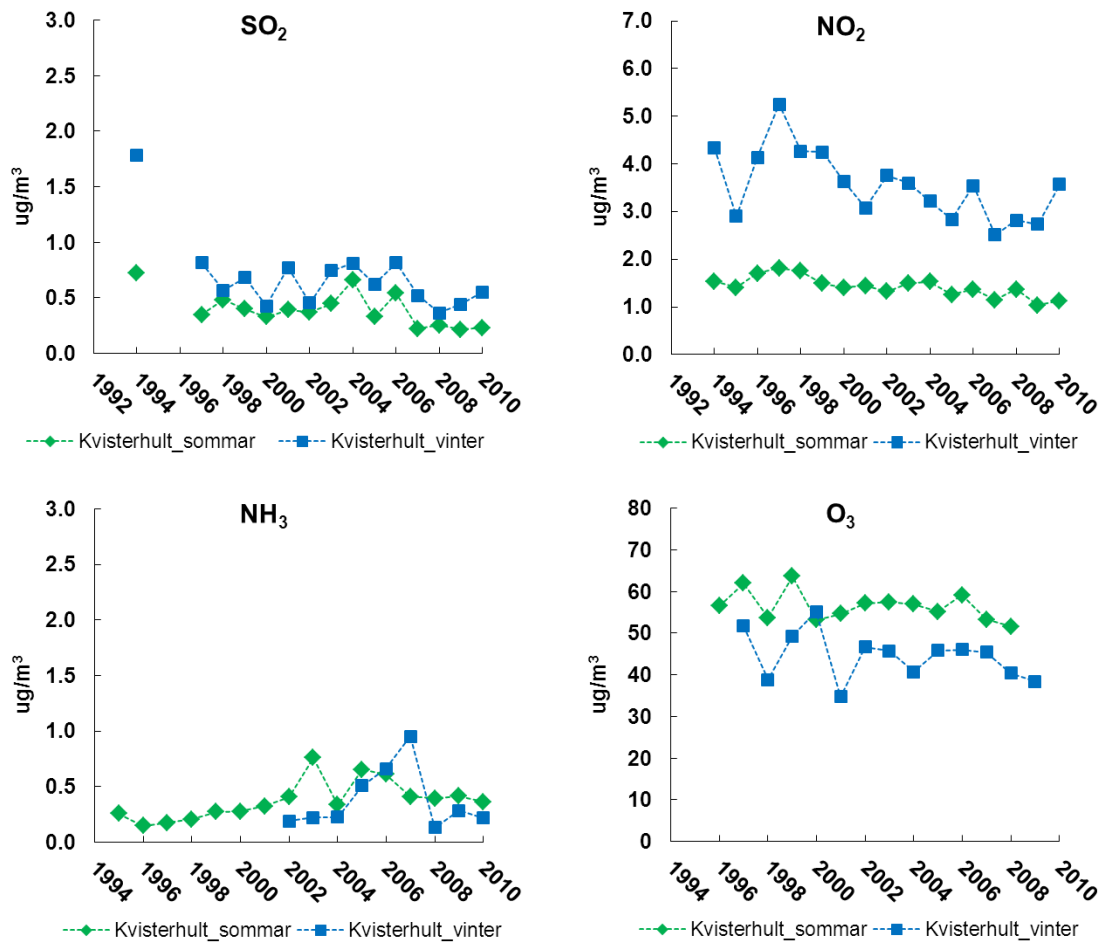
Kvisterhult (U 04): Yta med 90-årig granskog med inslag av tall och ståndortsindex G28 på finkornig moränmark, där mätningarna startade 1993. Jordmånen är järnpodsol. Vid Kvisterhult finns det knappt något fältlager, men det förekommer bl.a. ekorrhår, skogsstjärna, hundäxing och värfryle. Utanför ytan förekommer fläckvis täckande blåbärsris.



Figur 14. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen i krondropp och över öppet fält vid **Kvisterhult, U 04**. 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.

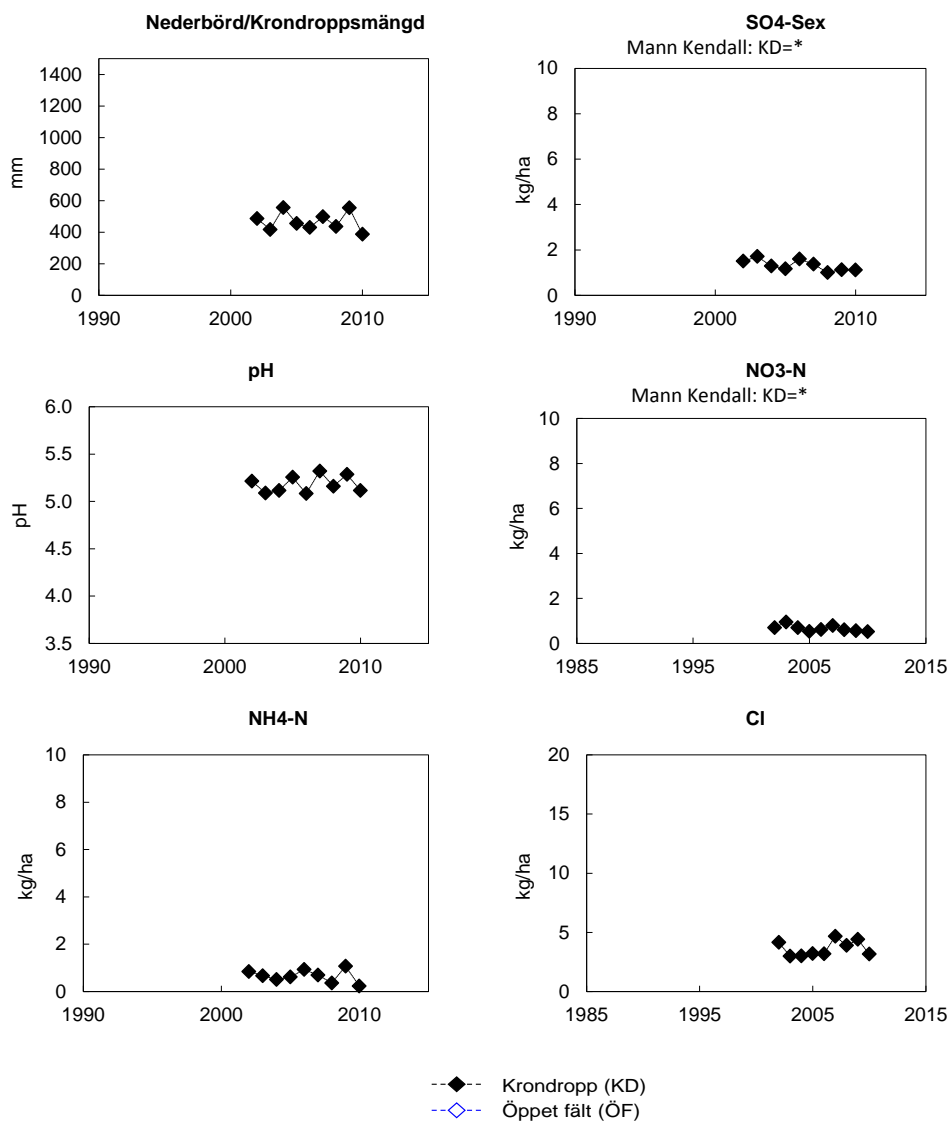


Figur 15. Markvattenkemi vid **Kvisterhult, U 04:** sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), pH, markvattnets syra-neutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammonium-kväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), kalciumhalt (Ca^{2+}), Magnesiumhalt (Mg^{2+}) och kaliumhalt (K^+). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikans-nivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

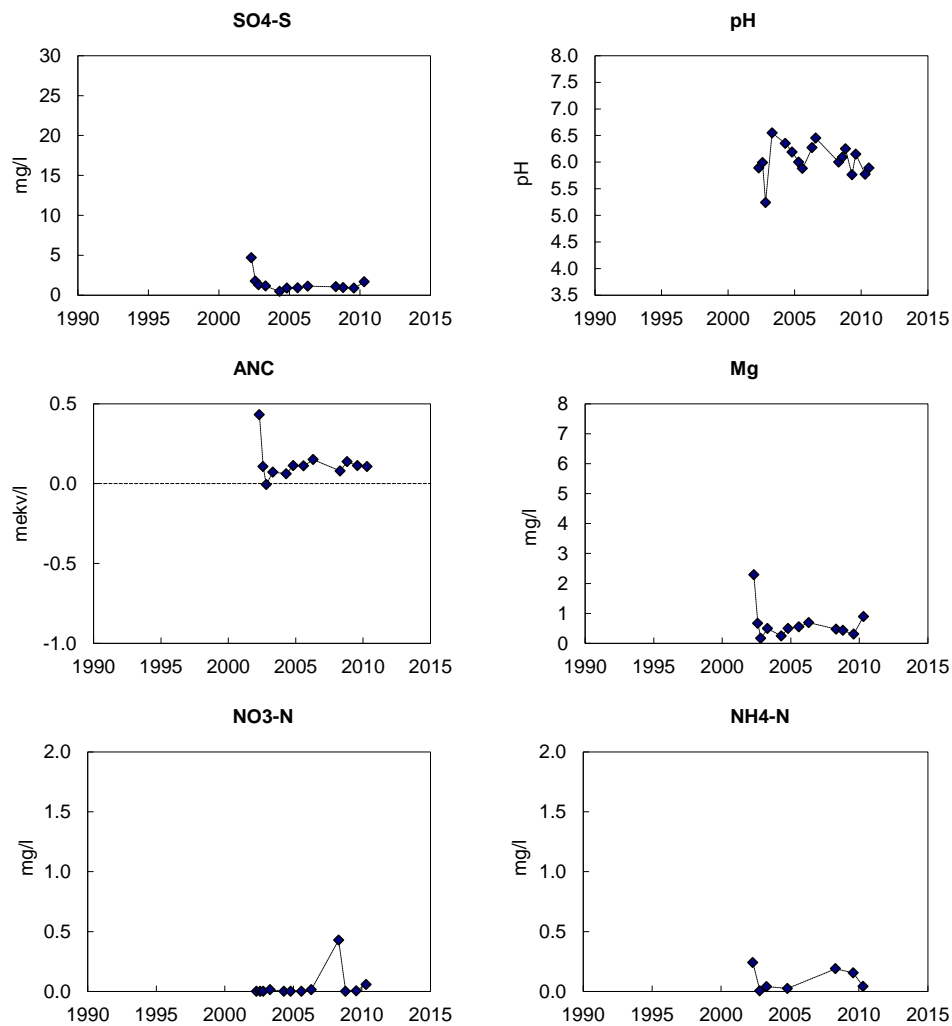


Figur 16. Lufthalter vid **Kvisterhult (U 04)**. Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

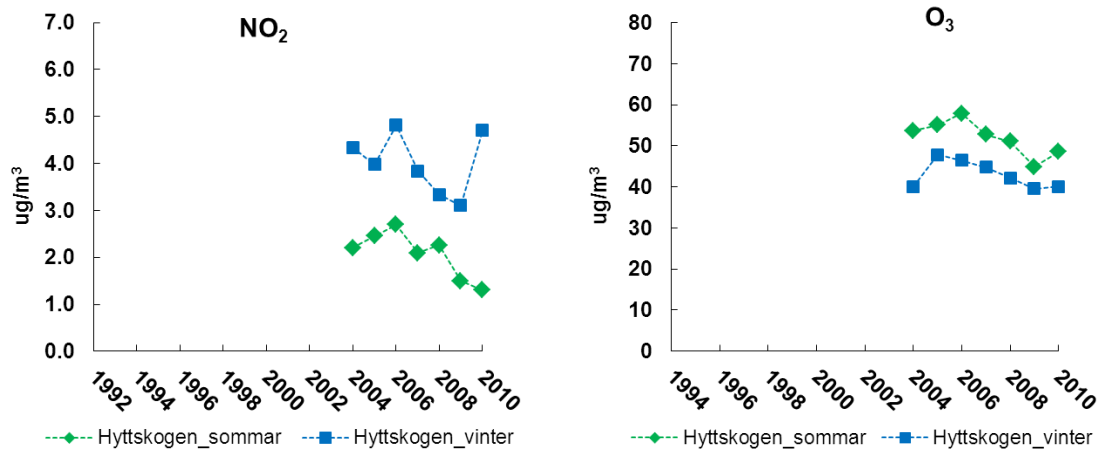
Hyttskogen (U 06): 53-årig granskog med visst inslag av tall och björk strax nordväst om Sala. Ståndortsindex är G22. Markvegetationen domineras av mossa (husmossa, väggmossa och kammossa). Jordmånen är järnpodsol och ytan är belägen i ett moränområde. Denna marktyp är länets vanligaste skogsmarkstyp. Krondropps- och markvattenmätningar startade i oktober 2001. Mätningar av lufthalter startade i juni 2003 och utförs 0,5 km norr om Hyttskogen.



Figur 17. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen i krondropp och över öppet fält vid **Hyttskogen, U 06**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: 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.

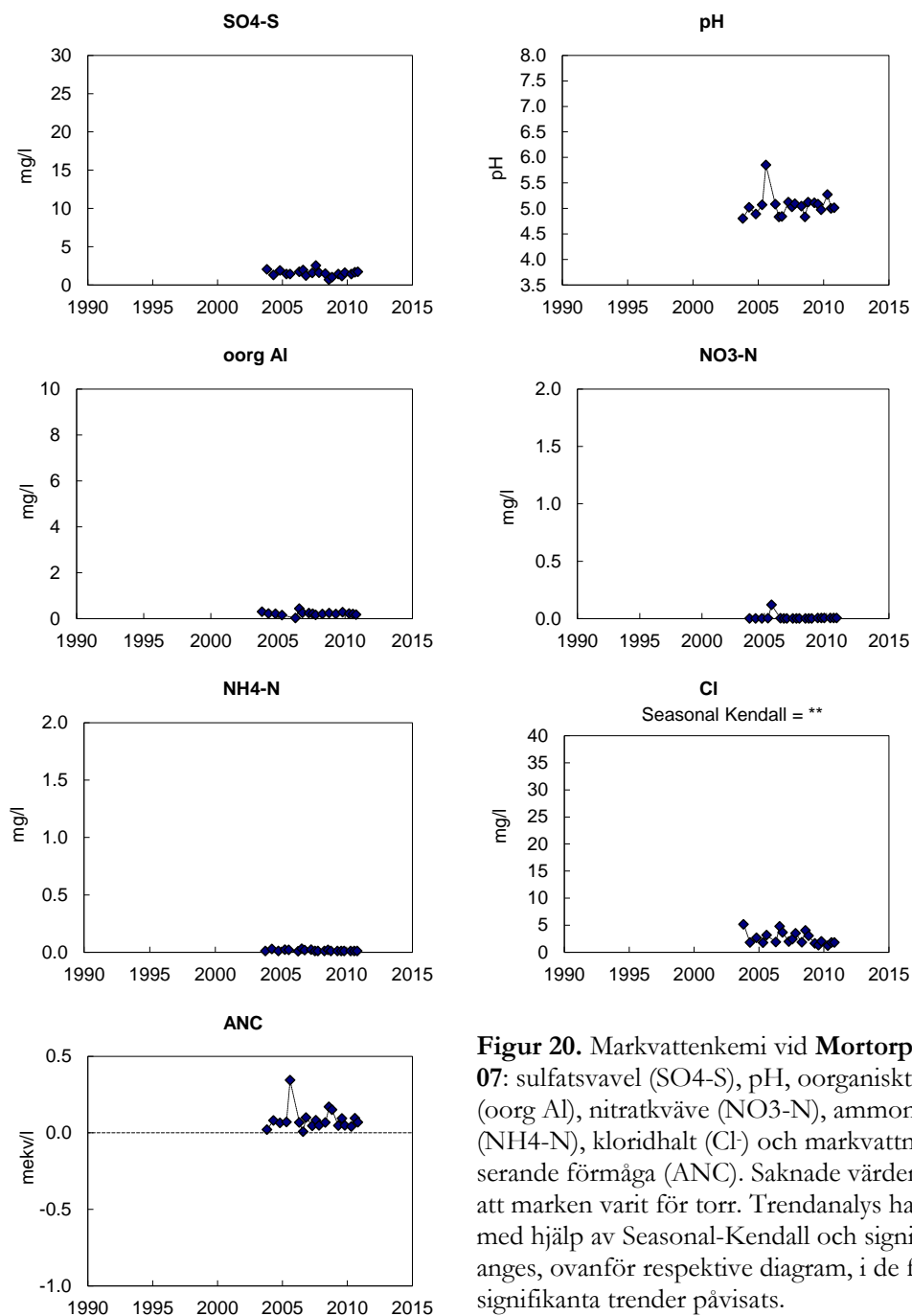


Figur 18. Markvattenkemi vid Hyttskogen, U 06: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), pH, markvattnets syra-neutraliserande förmåga (ANC), Magnesiumhalt (Mg^{2+}), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



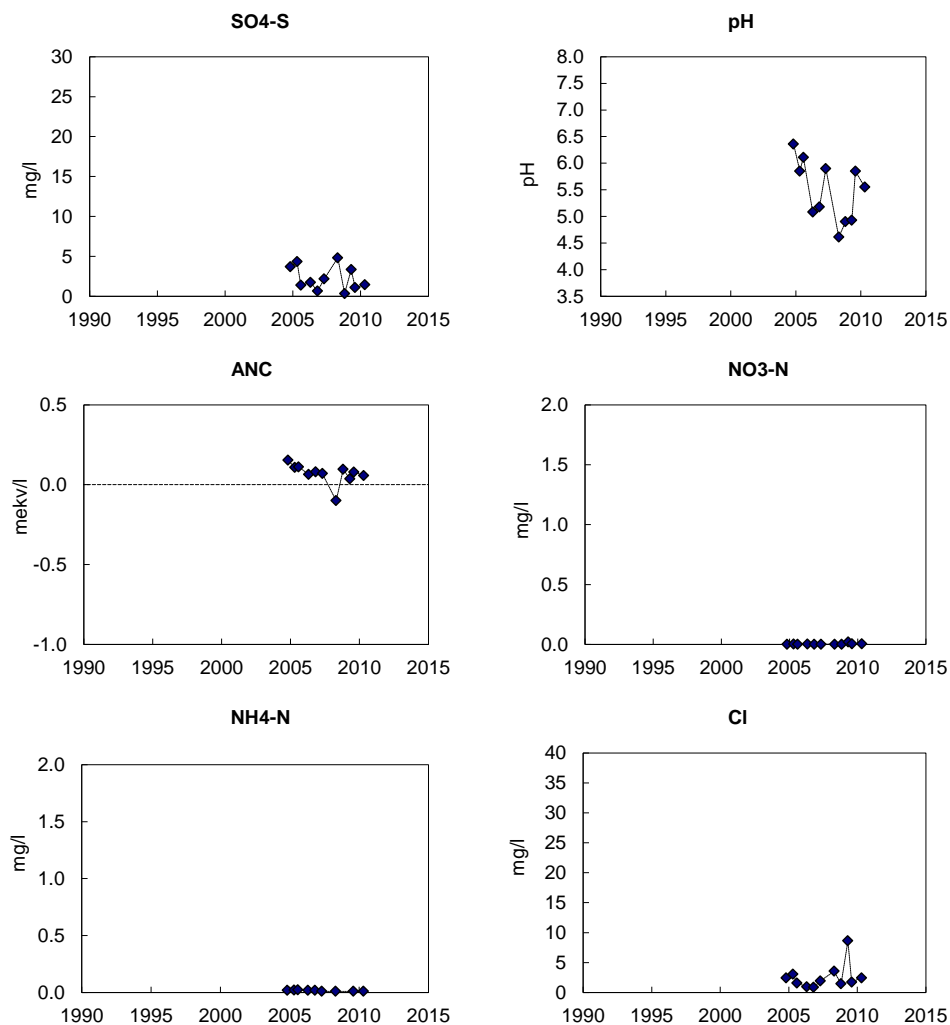
Figur 19. Lufthalter vid Hyttskogen (U 06). Värden anges för kvävedioxid (NO₂) och ozon (O₃).

Mortorpsmossen (U 07): Skogen i ytan består av 70-årig blandskog, där beståndet är grandominerat, men själva provytan domineras av tall (60 % tall och 40 % gran). Ytan är belägen på moränmark med ett ståndortsindex på T24. Mätningar av krondropp och markvatten påbörjades 2003. Mätningarna i krondropp avslutades i december 2006. I dagsläget mäts enbart markvattenkemi vid Mortorpsmossen.

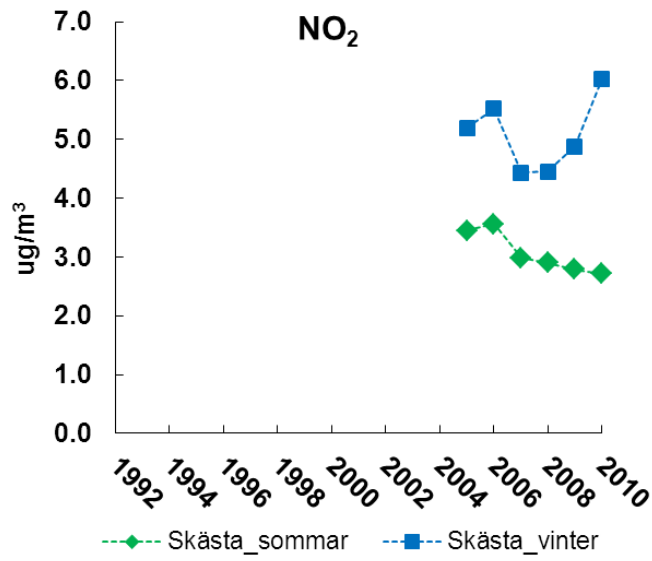


Figur 20. Markvattenkemi vid **Mortorpsmossen, U 07:** sulfatsvavel (SO4-S), pH, oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve (NO3-N), ammoniumkväve (NH4-N), kloridhalt (Cl) och markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Skästa (U 08): 66-årig granskog där mätningar av deposition i krondropp och markvatten etablerades 2004. I oktober 2004 startades även lufthaltsmätningar av kvävedioxid (NO_2) och marknära ozon (O_3). Ozonmätningarna avslutades dock i februari 2007. Ytan gallrades i december 1996 samt i mars 2004 (samma år som mätningarna startade). Krondroppsmätningarna avslutades i december 2006 och numera mäts markvattenkemi och lufthalter.

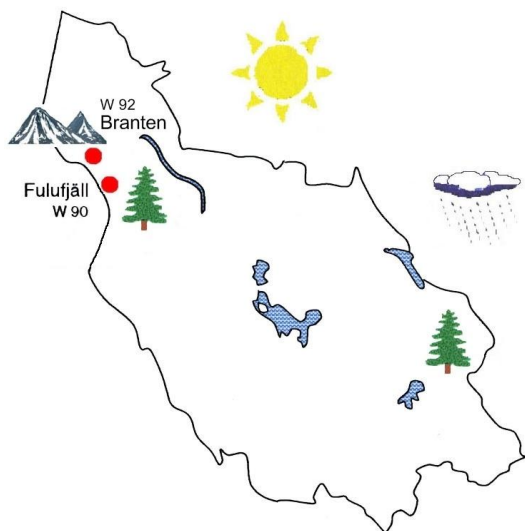


Figur 21. Markvattenkemi vid Skästa, U 08: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), kloridhalt (Cl). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur 22. Lufthalter vid Skästa (U 08).
Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

Dalarnas län

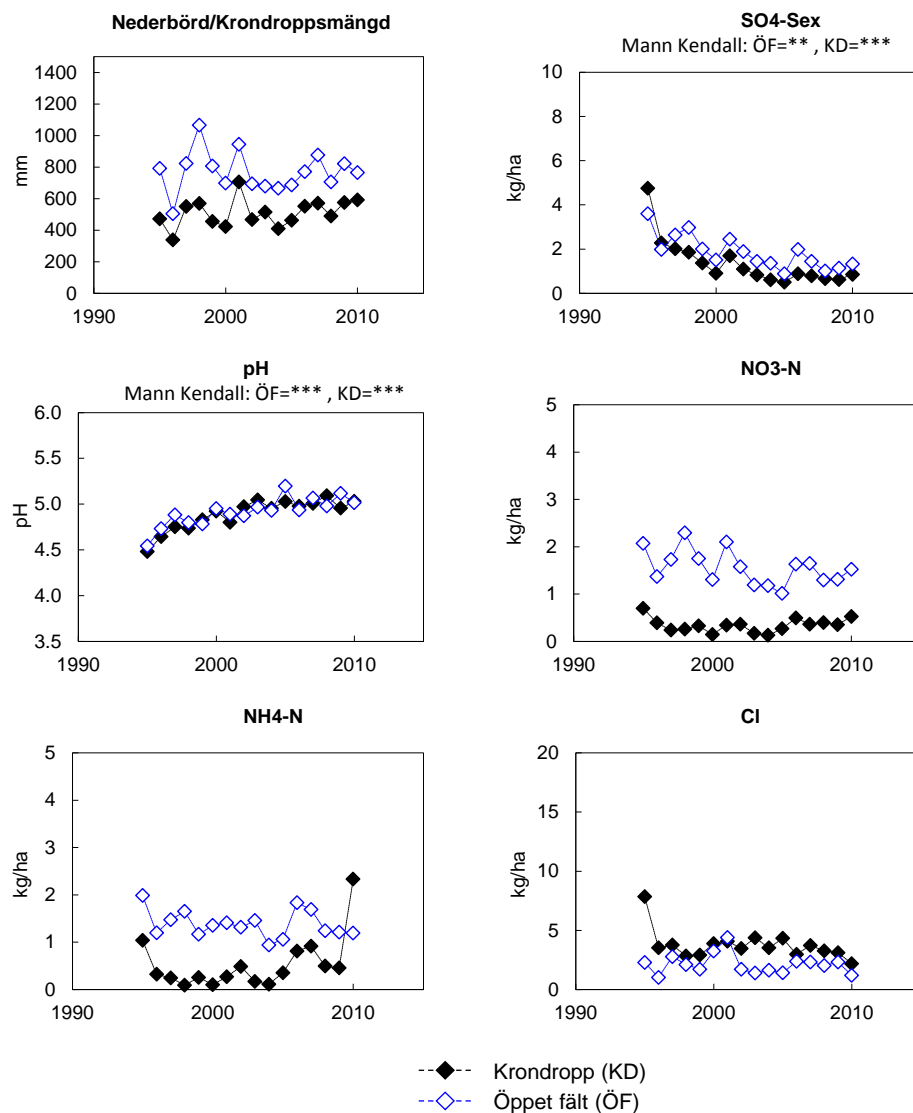


I Dalarnas län finns två aktiva lokaler inom Krondroppsnätet (Tabell 4). Vid Fulufjäll mäts depositionen över öppet fält samt via krondropp. Vid Branten mäts endast depositionen via krondropp och insamlarna är placerade mitt under trädkronorna. Denna placering skiljer sig från ordinarie lokaler inom Krondroppsnätet (t.ex. Fulufjället) men gäller vid samtliga lokaler på hög höjd där IVL utför mätningar (t.ex. Jämtlands län).

Tabell 4. Aktiva ytor i Dalarnas län 2009/10.

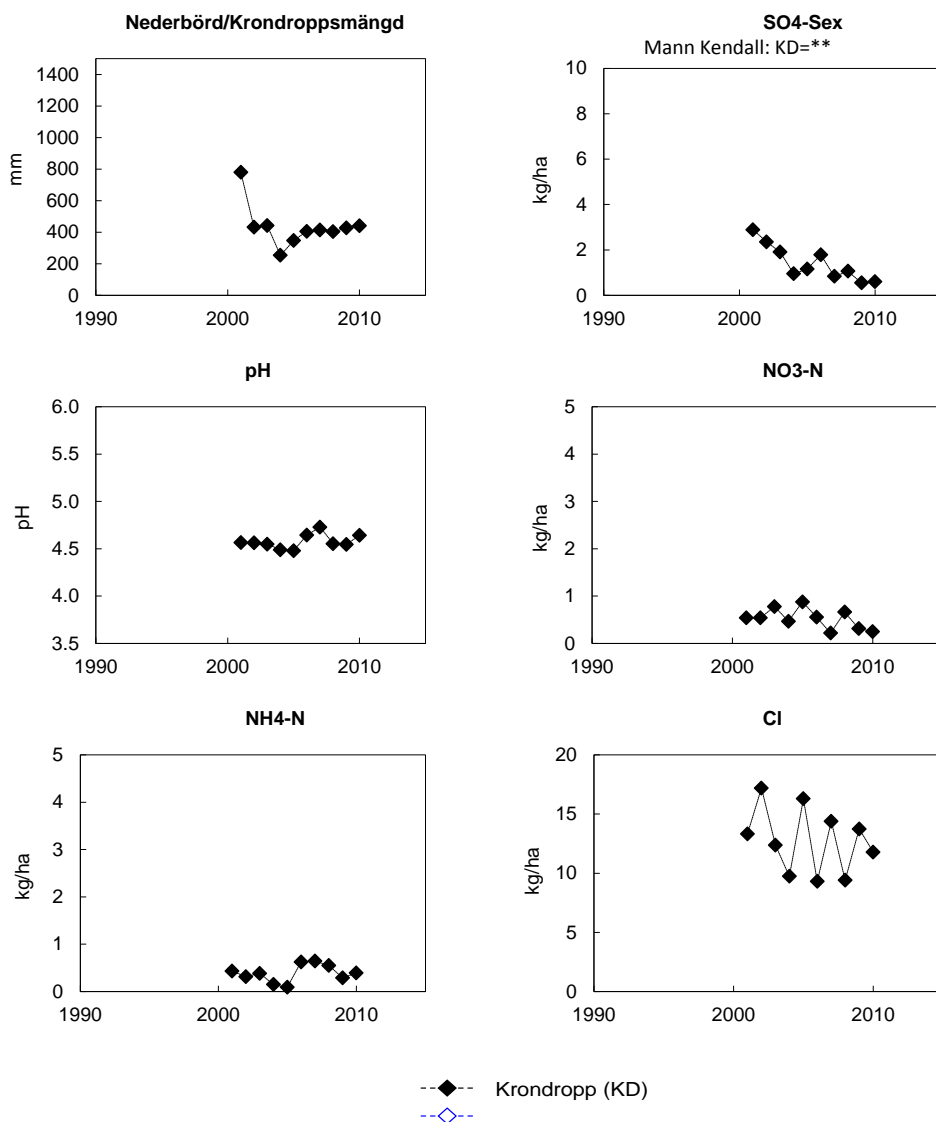
Lokal	Dominerande trädslag	Öppet fält	Krondropp	Markvatten	Lufthalter
Fulufjäll (W 90)	Gran	X	X		
Branten (W 92)	Gran		X		

Fulufjället (W90): Skogsyta med gammal granskog på plan mark öster om Fulufjället i nedre delen av Göljåns dalgång (480 m.ö.h.). Svårvittrad sandsten i området innebär näringsfattig jord. Skogen har inte brukats på länge och beståndet består nästan uteslutande av för området relativt storväxt granskog. Depositionsmätningar startade under det hydrologiska året 1994/95. Under sommaren 1997 berördes ytan av det extrema regn som orsakade en mycket omfattande erosion i dalgången på Fulufjället. Fulufjället är den enda yta i länet där mätningar på öppet fält utförs.



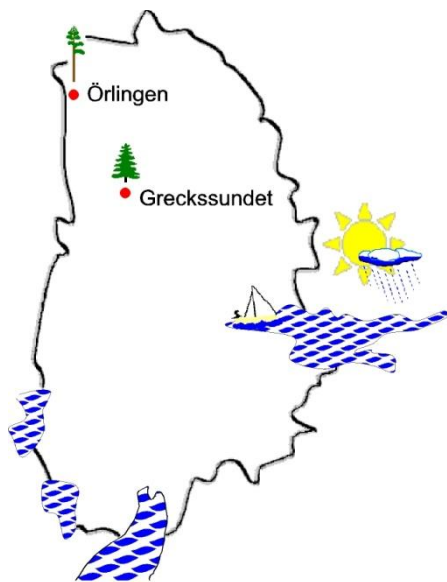
Figur 23. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och på öppet fält vid Fulufjället, W 90. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), pH, nitratkväve (NO₃-N) och 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.

Branten (W92): Skogsyta med granskog i norra Dalarnas län, 790 m.ö.h i den övre delen av en fjällsluttning mot nordost nära trädgränsen för gran. Mätning sker endast av krondropp. Liksom för övriga höghöjdsstationer, t.ex. i Jämtlands län, är krondroppsinsamlarna placerade mitt under trädkronorna, vilket skiljer sig från ordinarie lokaler inom Kron droppsnetet, t.ex. Fulufjället. Kron droppsmätningarna vid Branten startade 2000.



Figur 24. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp vid **Branten, W 92**. I figuren visas krondropps mängder, uttryckt som mm samt deposition för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), pH, nitratkväve (NO₃-N) och ammoniumkväve (NH₄-N), klorid (Cl). KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Örebro län

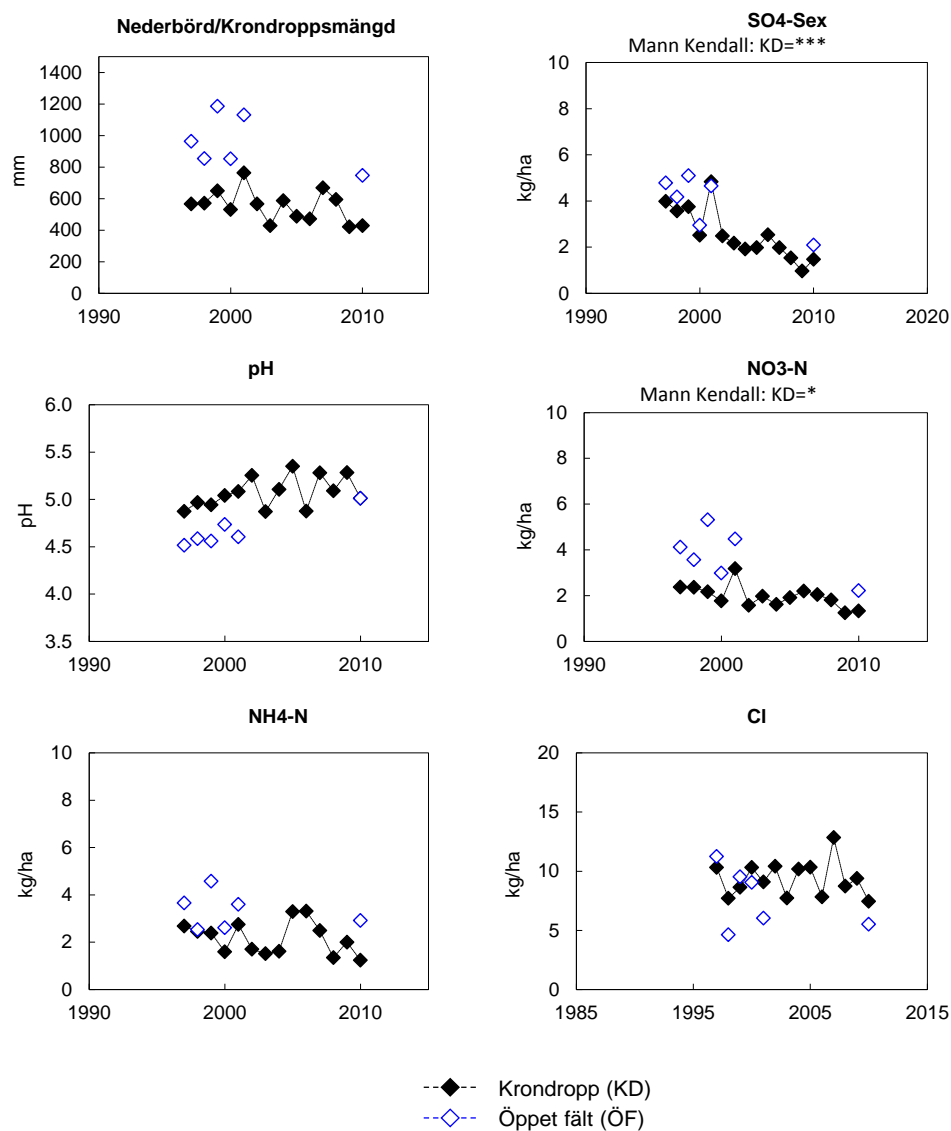


I Örebro län finns två aktiva lokaler inom Krondropps nätet (Tabell 5), Örlingen som består av tallskog och Greckssundet som är en granyta. Mätningarna vid de båda lokalerna startade i januari 1996. I denna rapportering ingår mätningar av nedfall i skogen (krondropp) samt mätningar av markvattenkemi. Från och med juli 2009 görs även mätningar på öppet fält.

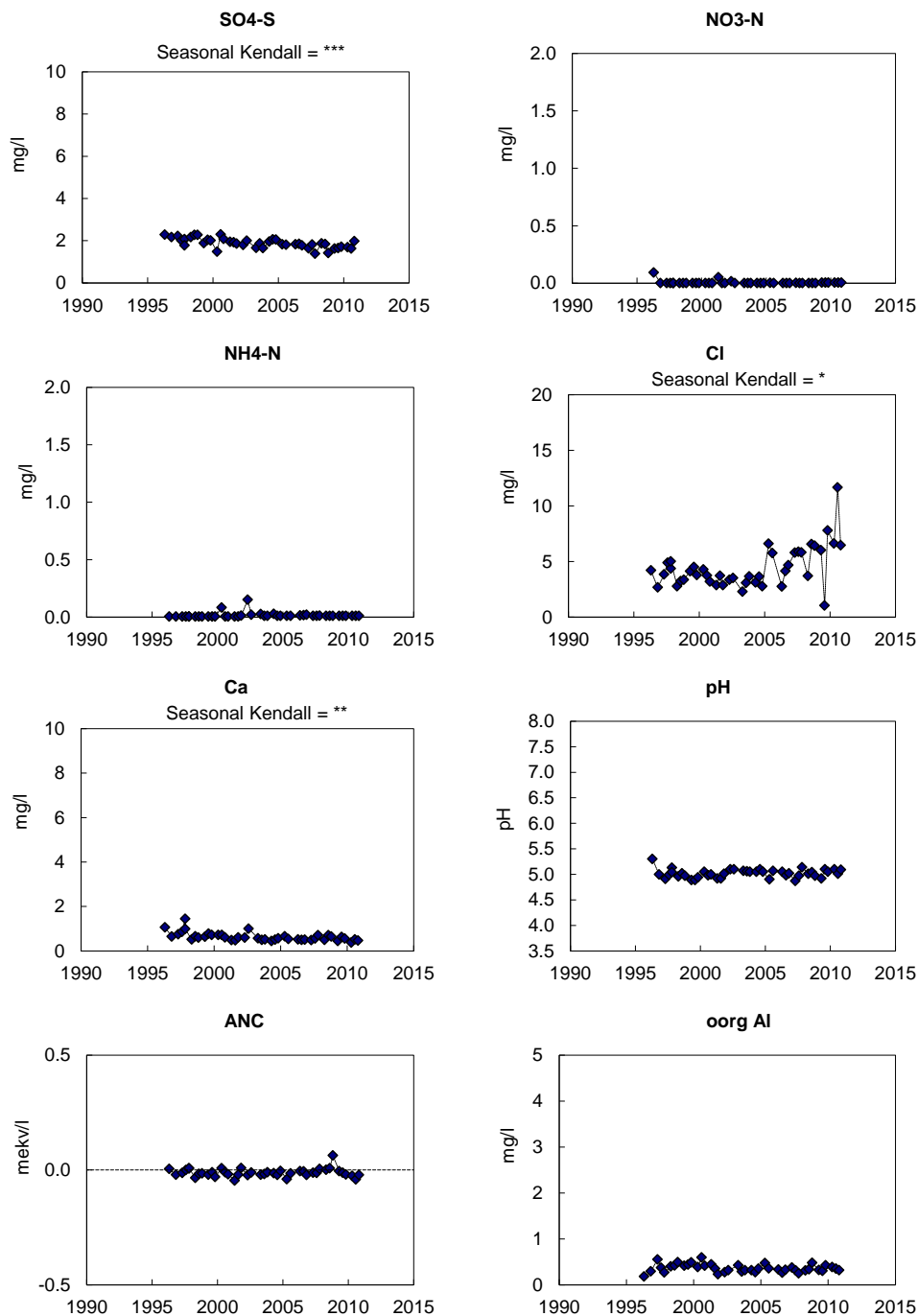
Tabell 5. Aktiva ytor i Örebro län 2009/10.

Lokal	Dominerande trädslag	Öppet fält	Krondropp	Markvatten	Lufthalter
Greckssundet (T 02)	Gran	X	X	X	
Örlingen (T 03)	Tall	X	X	X	

Greckssundet (T 02): Yta med 62-årig granskog två mil nordväst om Nora. Jordarten är finkornig moränmark och jordmånen av övergångstyp. Beståndet har hög bonitet och ståndortsindex G32. Undersökning av deposition och markvatten påbörjades i januari 1996. I december 2001 avslutades mätningarna av deposition över öppet fält, men i juli 2009 påbörjades de igen. Utöver deposition mäts även markvattenkemi.

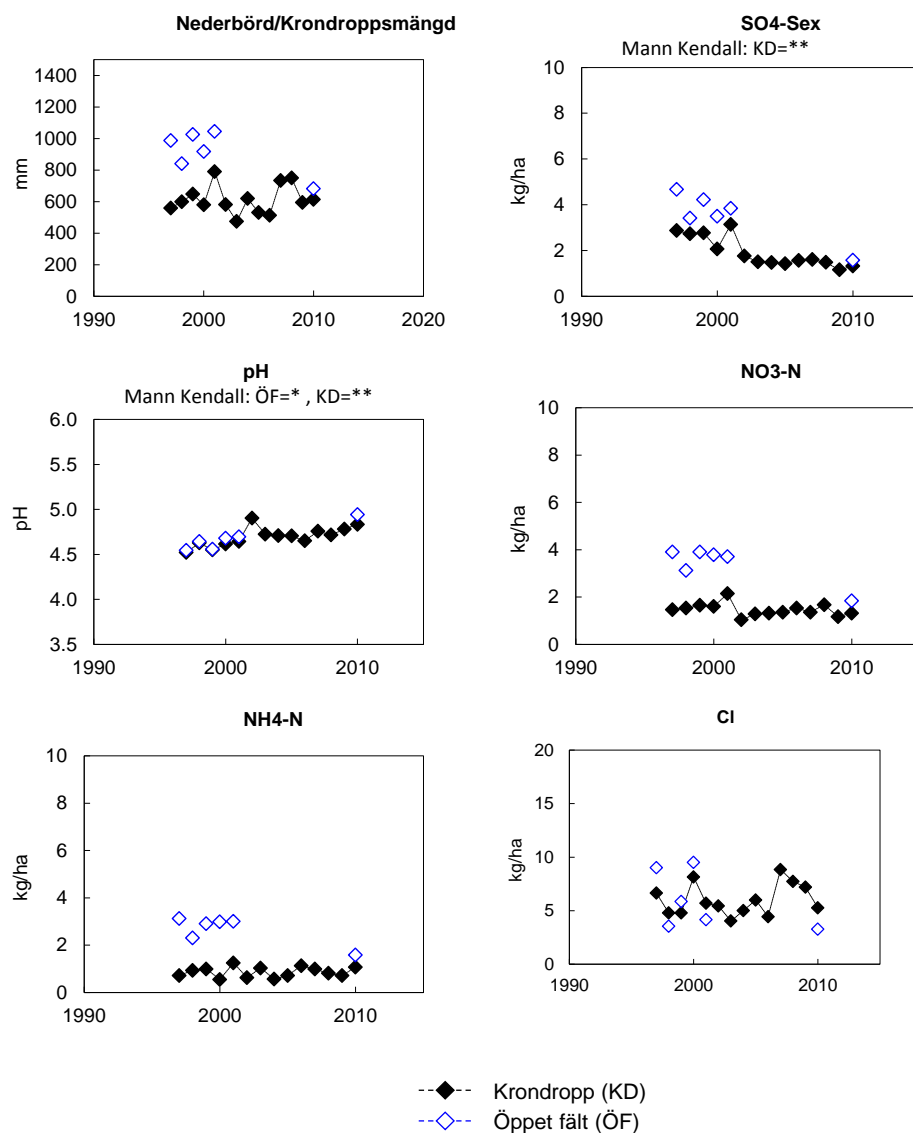


Figur 25. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Greckssundet, T 02**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan 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.

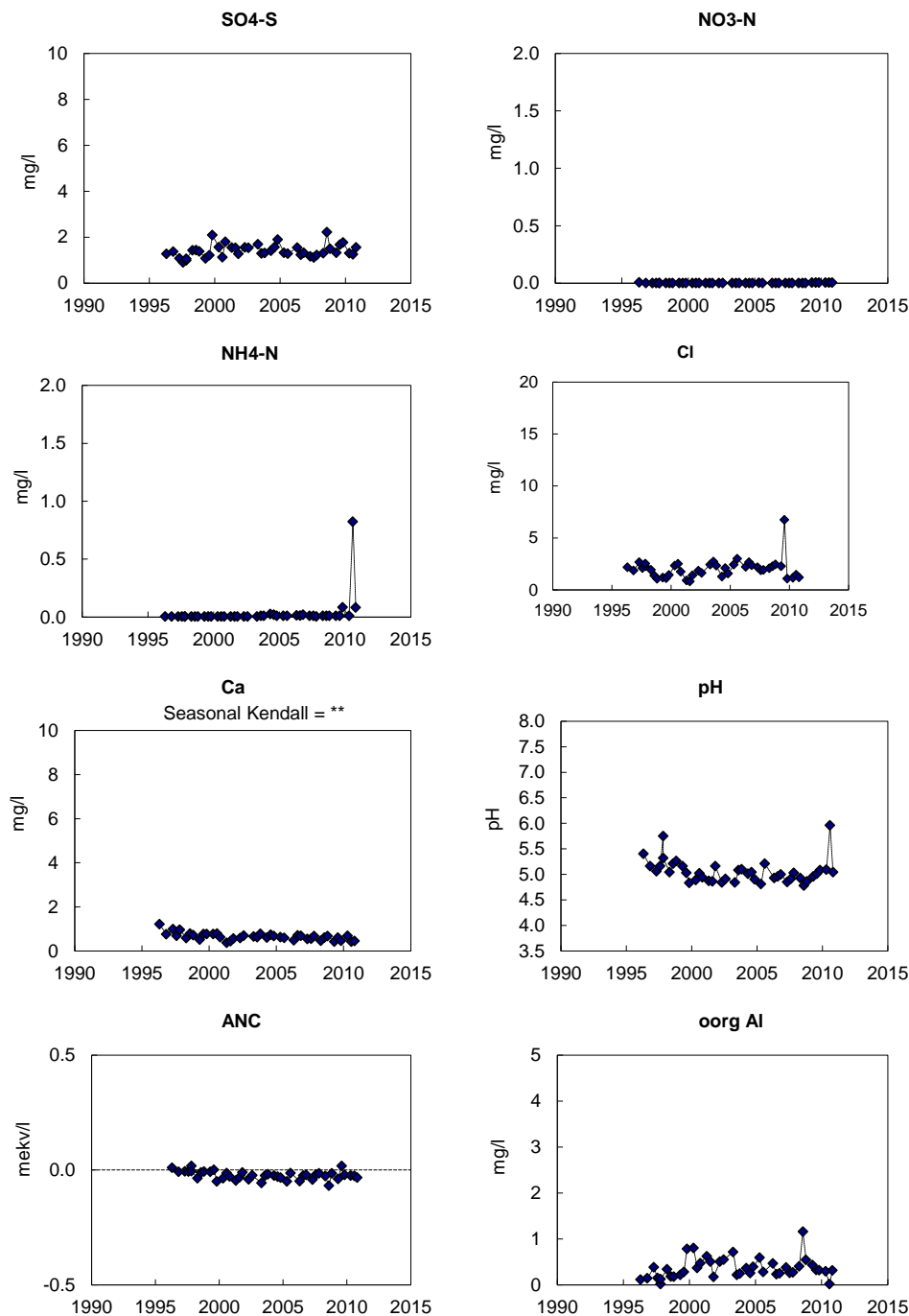


Figur 26. Markvattenkemi vid **Grecksundet, T 02**: sulfatsvavel (SO₄-S), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kloridhalt (Cl⁻), kalciumhalt (Ca²⁺), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) och oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Örlingen (T 03): Yta med 64-årig tallskog i länets nordvästra hörn. Jordarten är finkornig sedimentmark med ringa stenighet. Jordmänen är järnpodsol och boniteten T25. På samma sätt som i Greckssundet startade mätningarna i januari 1996. I december 2001 avslutades mätningarna av deposition över öppet fält, men i juli 2009 påbörjades de igen.



Figur 27. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Örlingen, T 03**. 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 28. Markvattenkemi vid Örlingen, T 03: sulfatsvavel (SO₄-S), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kloridhalt (Cl⁻), kalciumhalt (Ca²⁺), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) och 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.

Stockholms län

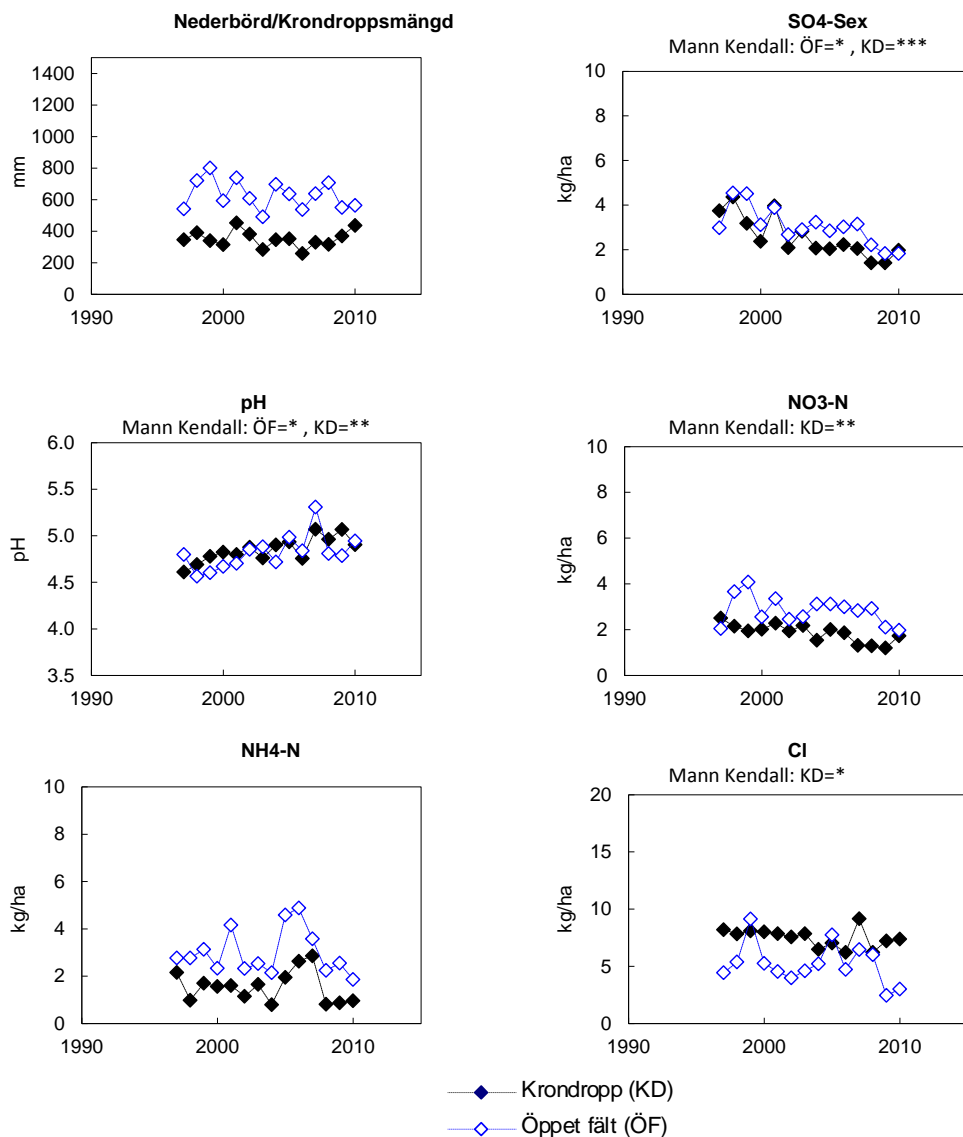


I Stockholms län finns åtta aktiva lokaler inom Krondroppsnätet (Tabell 6). Farstanäs och Lämshaga är de ytor som har längst mätserie, 18 år, och i Farstanäs är mätningarna kompletta med nedfall i skog och på öppet fält samt markvattenkemi och lufthalter.

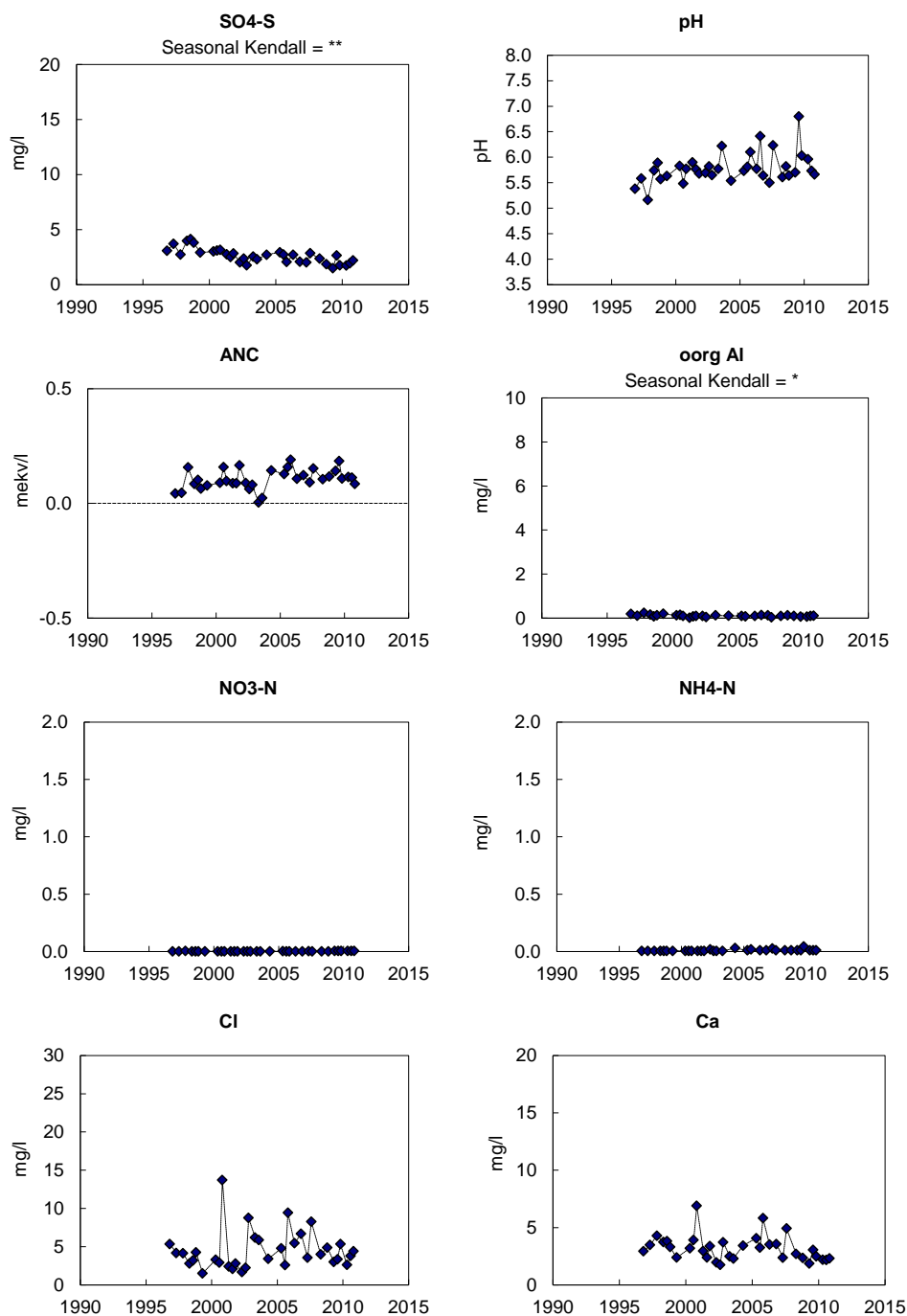
Tabell 6. Aktiva ytor i Stockholms län.

Lokal	Öppet fält	Krondropp	Markvatten
Bergby (A 01)	X	X	X
Sticklinge (A 05)			X
Alby (A 21)			X
Farstanäs (A 35)	X	X	X
Lämshaga (A 40)		X	X
Gladö (A 44)			X
Arlanda (A 92)	X	X	X
Ulriksdal (A 94)	X		

Bergby (A 01): Provyta med 80-årig tallskog med inslag av gran i Vallentuna kommun. Ståndortsindex är T24. Marktypen, med sandig-moig morän och jordmån av övergångstyp, tillhör den näst vanligaste kategorin i länet. Markvegetationen utgörs mestadels av låga örter utan ris. Mätningar av deposition och markvatten i skogsytan samt deposition i en närliggande yta på öppet fält startade i oktober 1996. Mätningar av lufthalter startade 2002. Därmed görs alla typer av mätningar som innefattas i Krondroppsnätet i Bergby, nedfall till skog och på öppet fält, markvattenkemiska mätningar samt lufthalter.



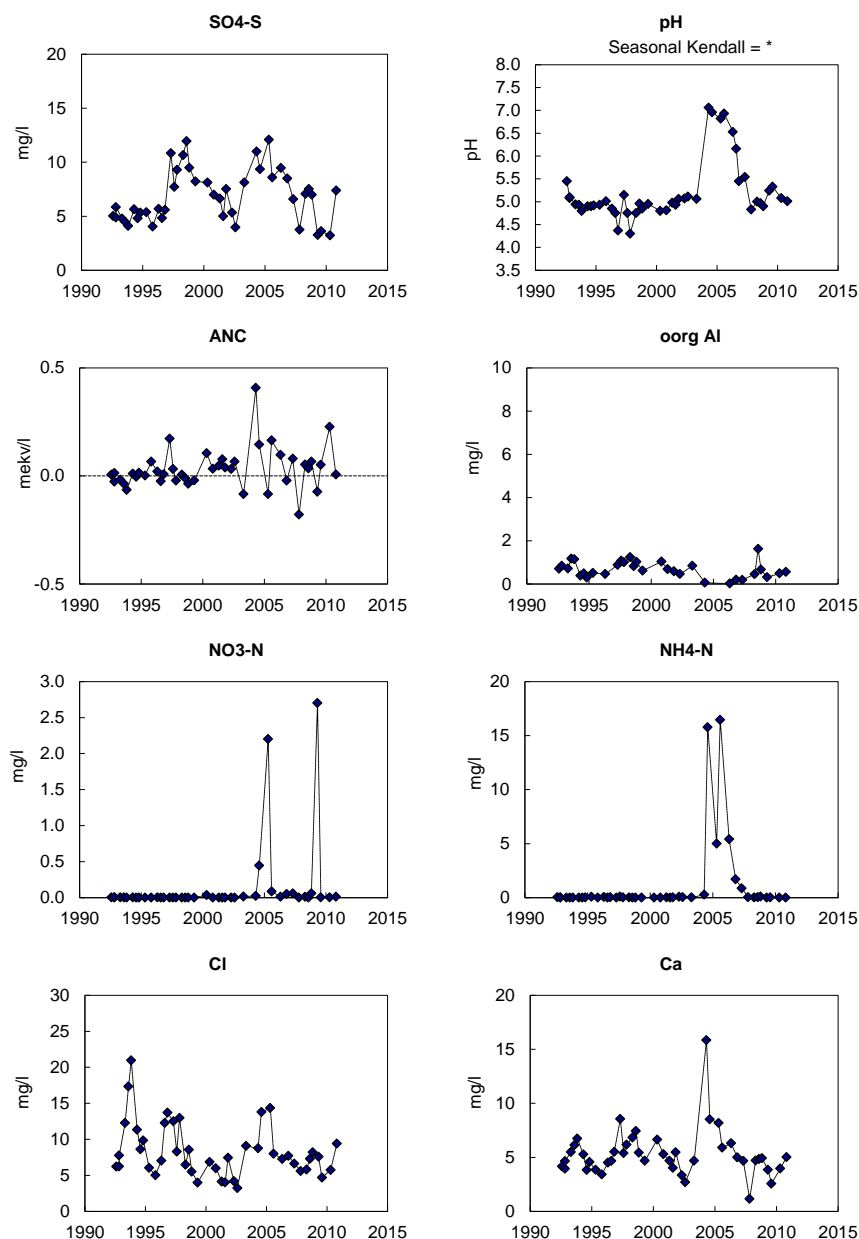
Figur 29. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp över öppet fält vid **Bergby, A 01**. Ytan består av tallskog. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: 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 30. Markvattenkemi vid **Bergby, A 01**: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$); pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC); oorganiskt aluminium (oorg Al); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$); kloridhalt (Cl); kalciumhalt (Ca^{2+}). 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.

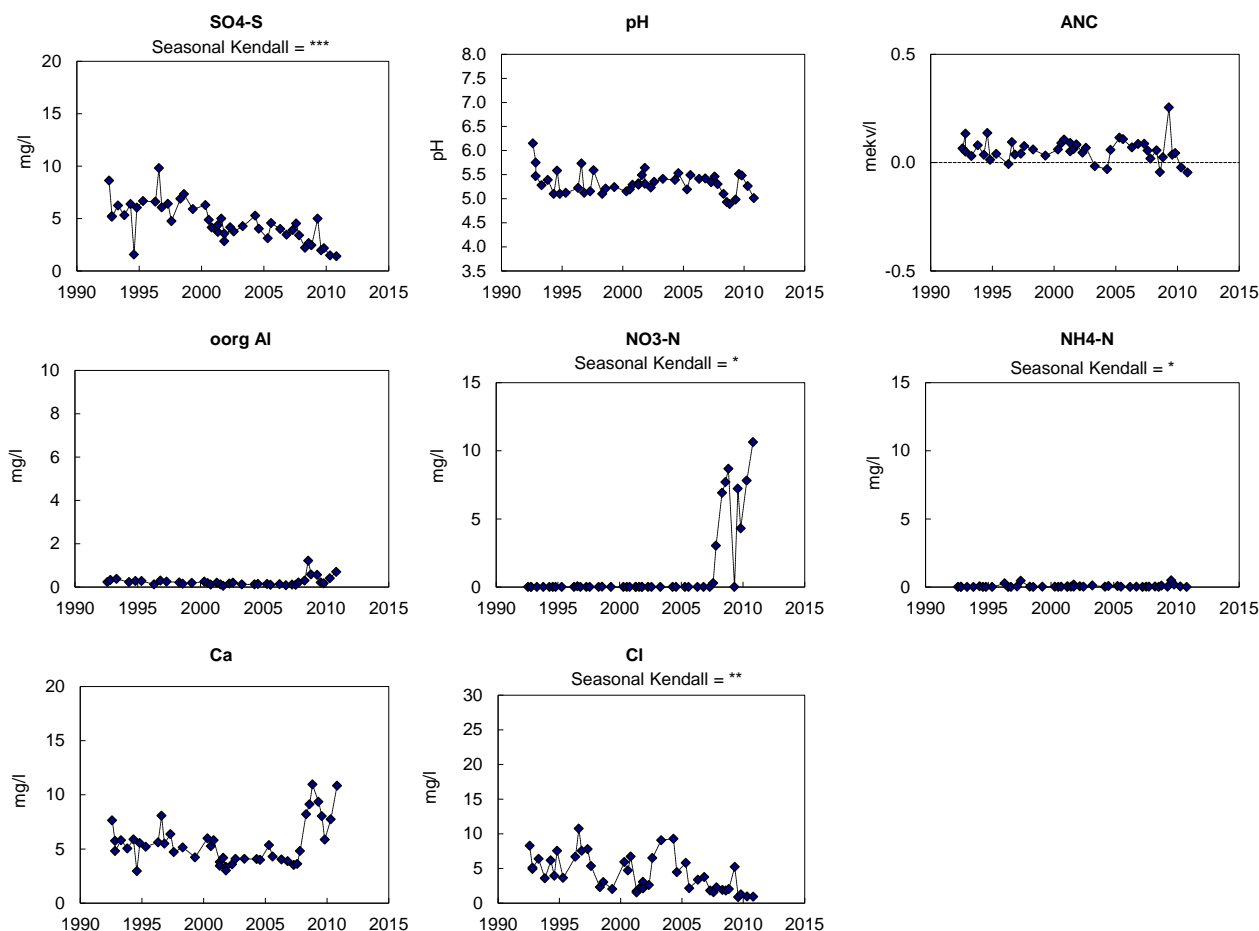
Sticklinge (A05): Provytan består av drygt 100-årig granskog i ett relativt kuperat skogsområde på nordvästra Lidingö. Undervegetationen domineras av mossor, såsom thujamossa och husmossa, samt viss förekomst av blåbär. Det finns även inslag av tall och lövträd, främst asp.

Mätningar av deposition och markvatten startade 1992. Mätningar av lufthalter startade i oktober 1993. Depositionsmätningarna avslutades på öppet fält i september 2004 och i skogsytorna i december 2006, medan mätningar av lufthalter och markvattenkemi fortfarande pågår.



Figur 31. Markvattenkemi vid **Sticklinge, A 05**: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), kloridhalt (Cl) och kalciumhalt (Ca^2). 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. Det finns misstankar om kontamination från och med våren 2004 till och med våren 2007.

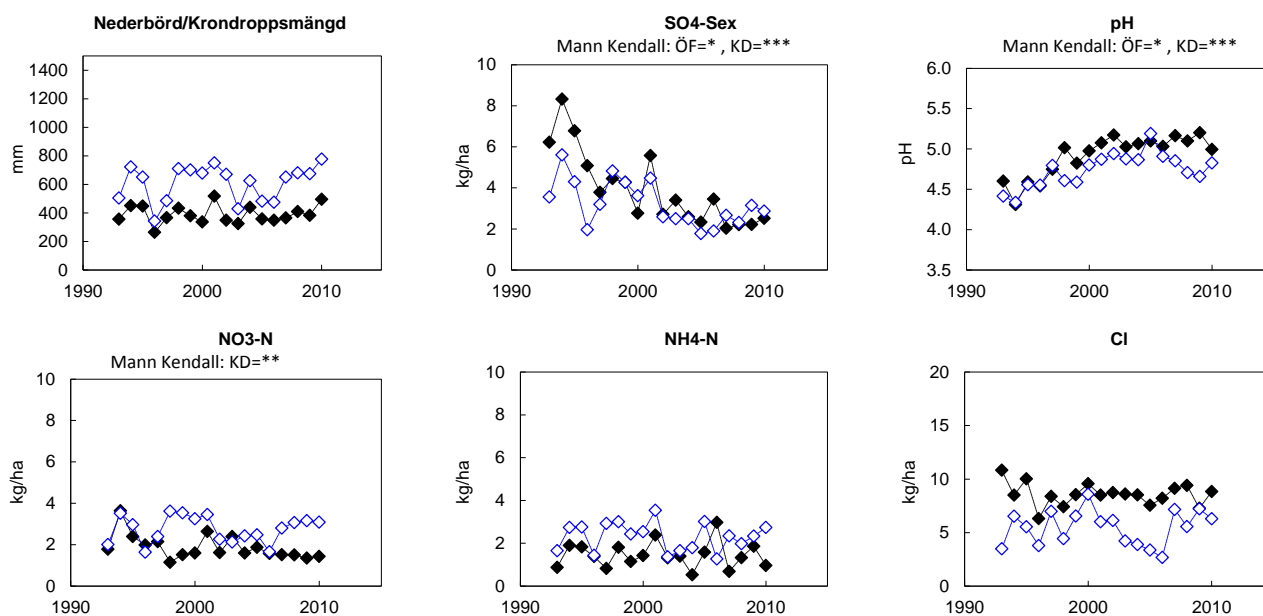
Alby (A 21): 77-årig granskog på plan, delvis blockig, mark en mil från länsgränsen mot Uppsala. Ytan har fältskikt av gräs, jordarten är sandig-moig morän och jordmänen brunjord. Från och med det hydrologiska året 2001/02 ingår inte depositionsmätningar i Alby, utan utvecklingen följs med hjälp av markvattenundersökningarna. Under 2007 blåste bland annat en stor gran ner, och i augusti 2008 rensades ytan upp vilket innebär att skogsmaskiner körde i ytan.



Figur 32. Markvattenkemi vid Alby, A 21: 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-metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

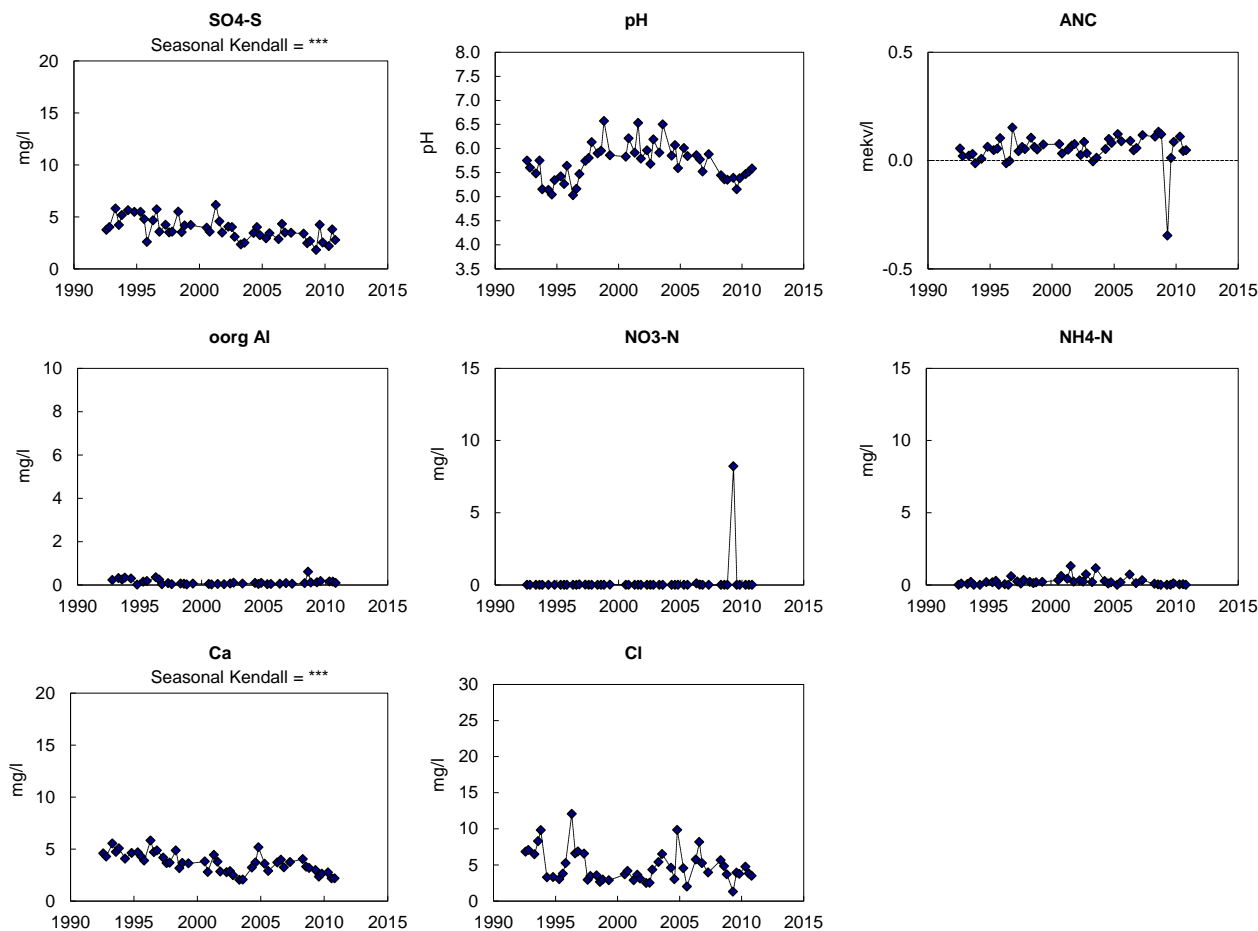
Farstanäs (A 35): 110-årig granskog i Södertälje kommun. Fältskikt består av blåbär, husmossa, kammossa samt ormbunkar. Provytan ligger i sluttning mot norr, jordarten är svallsand och jordmånen brunjord av övergångstyp. Jämfört med övriga granytor i länet har beståndet hög bonitet, ståndortsindex G28.

Som för flertalet övriga ytor i Stockholms län startade mätning av deposition och markvatten 1992. Mätningar av lufthalter startade i oktober 1993. Farstanäs är en av de ytor i länet där alla typer av mätningar som innefattas i Krondroppsnätet ingår, nedfall till skog och på öppet fält, markvattenkemiska mätningar samt lufthalter.



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

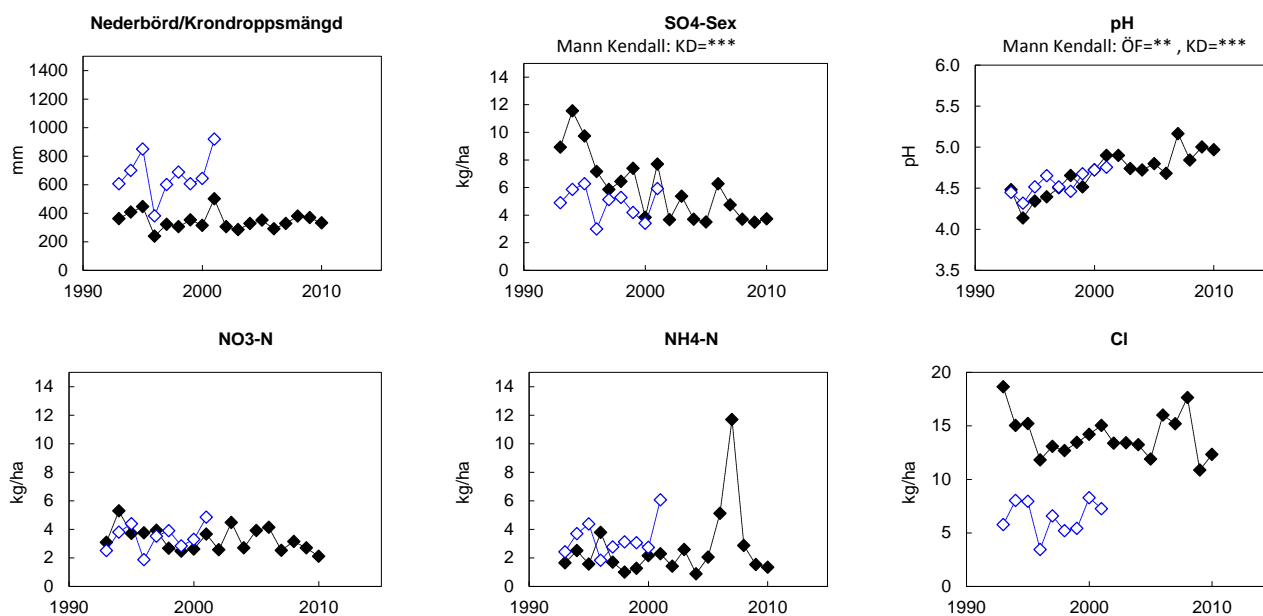
Figur 33. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Farstanäs, A 35**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); pH; nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) samt 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 34. Markvattenkemi vid **Farstanäs, A 35**: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$); pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC); oorganiskt aluminium (oorg Al); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), kalciumhalt (Ca^{2+}) och kloridalt (Cl). 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.

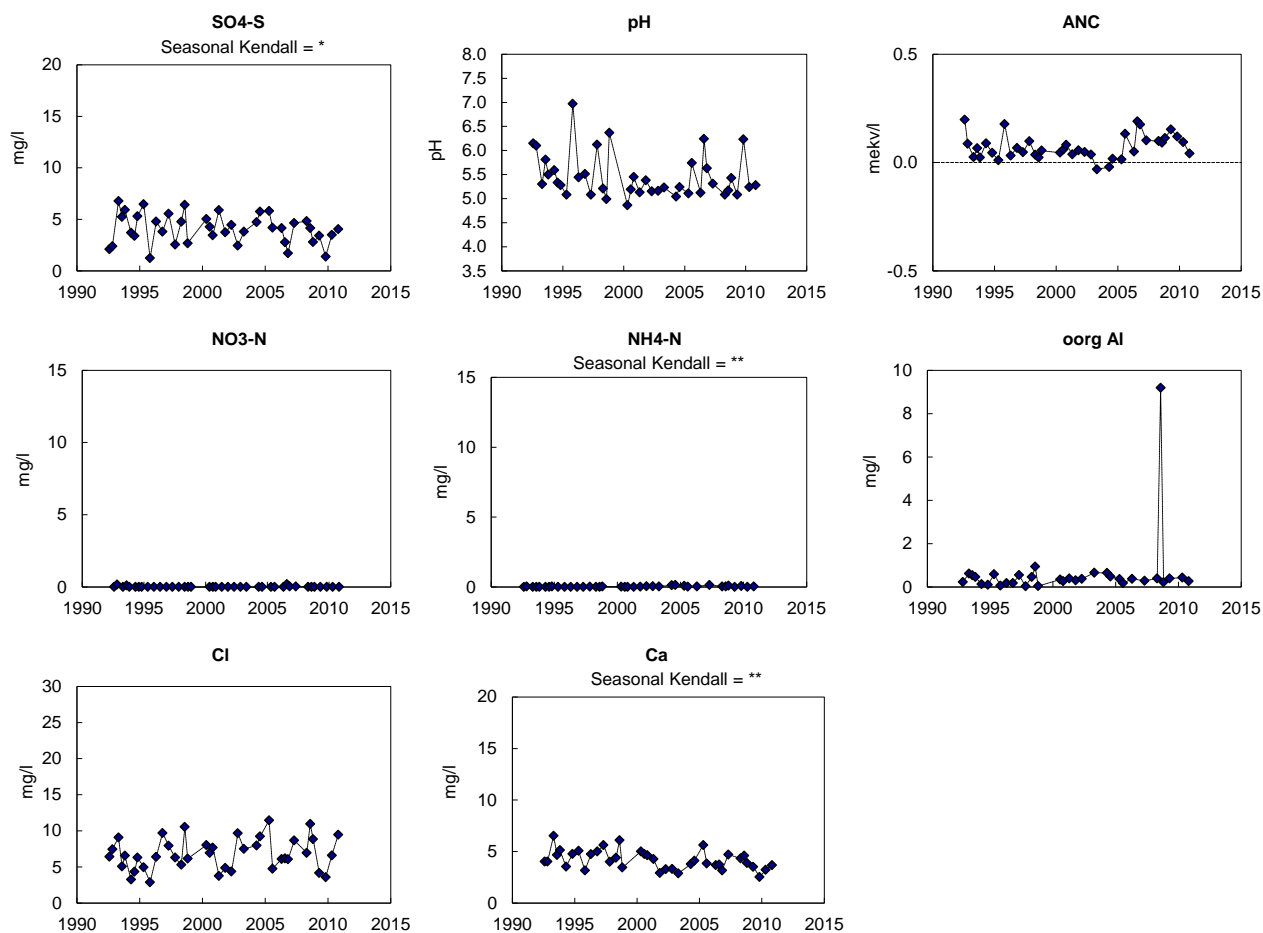
Lämshaga (A 40): 112-årig granskog i skärgårdsmiljö i Värmdö kommun. Ytan ligger i en relativt brant sluttning mot norr och är därigenom starkt utsatt för nordliga vindar. Marken är morän av övergångstyp och jorddjupet tämligen grunt. Fältskiktet består bl a av husmossa, kammossa, och kranshakmossa. Blåbär och liljekonvalj är vanligt förekommande.

Mätningar av deposition och markvattenkemi startades 1992. Från och med december 2001 mäts inte deposition på öppet fält. Tidigare har även lufthaltsmätningar gjorts, men dessa mätningar avslutades i december 2006. I Lämshaga mäts därmed i nuläget nedfall (kronddropp) i skog samt markvattenkemi.



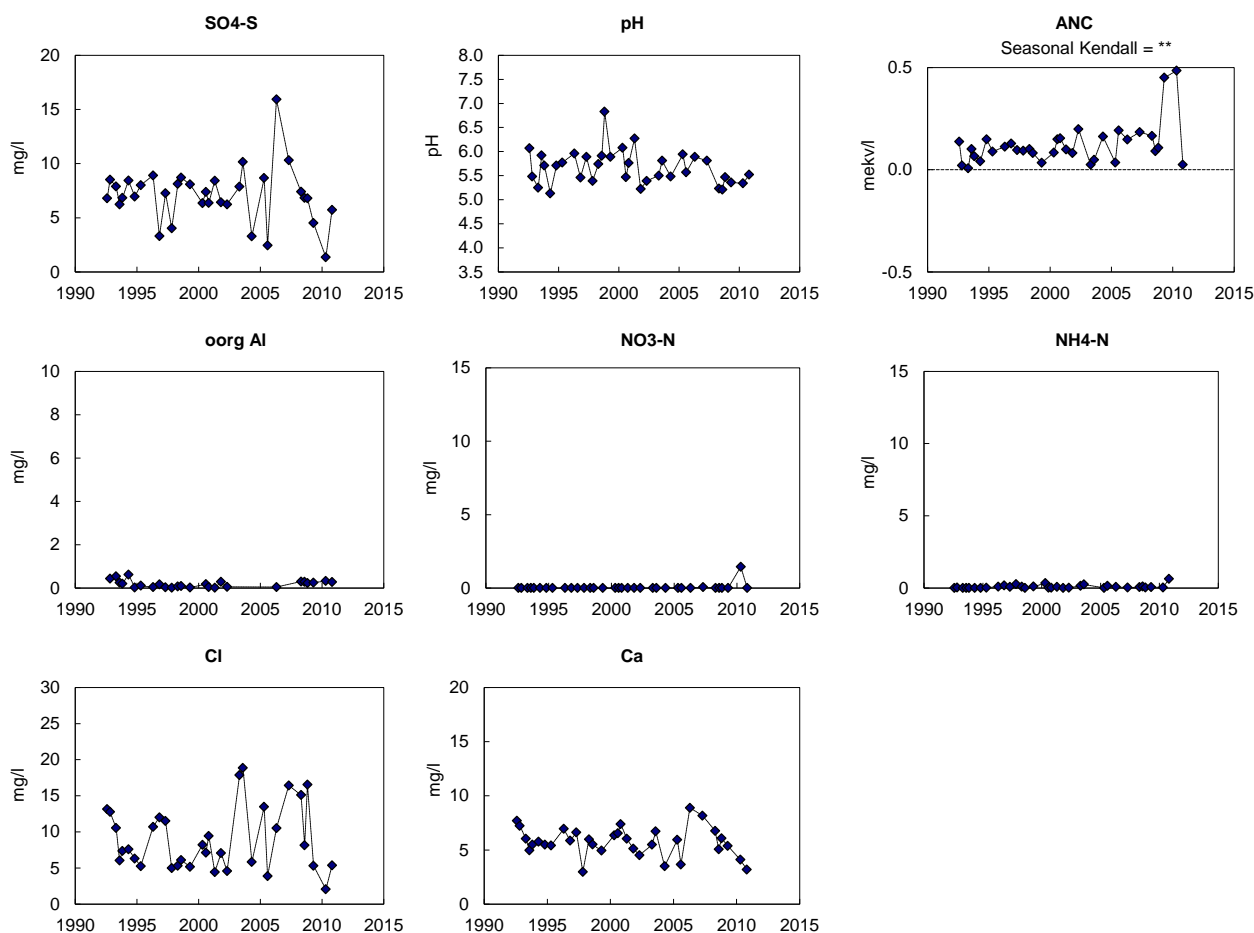
—◆— Kronddropp (KD)
—◇— Öppet fält (ÖF)

Figur 35. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via kronddropp och över öppet fält vid **Lämshaga, A 40**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt kronddroppsmängder, 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); klorid (Cl). ÖF, öppet fält; KD, kronddropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



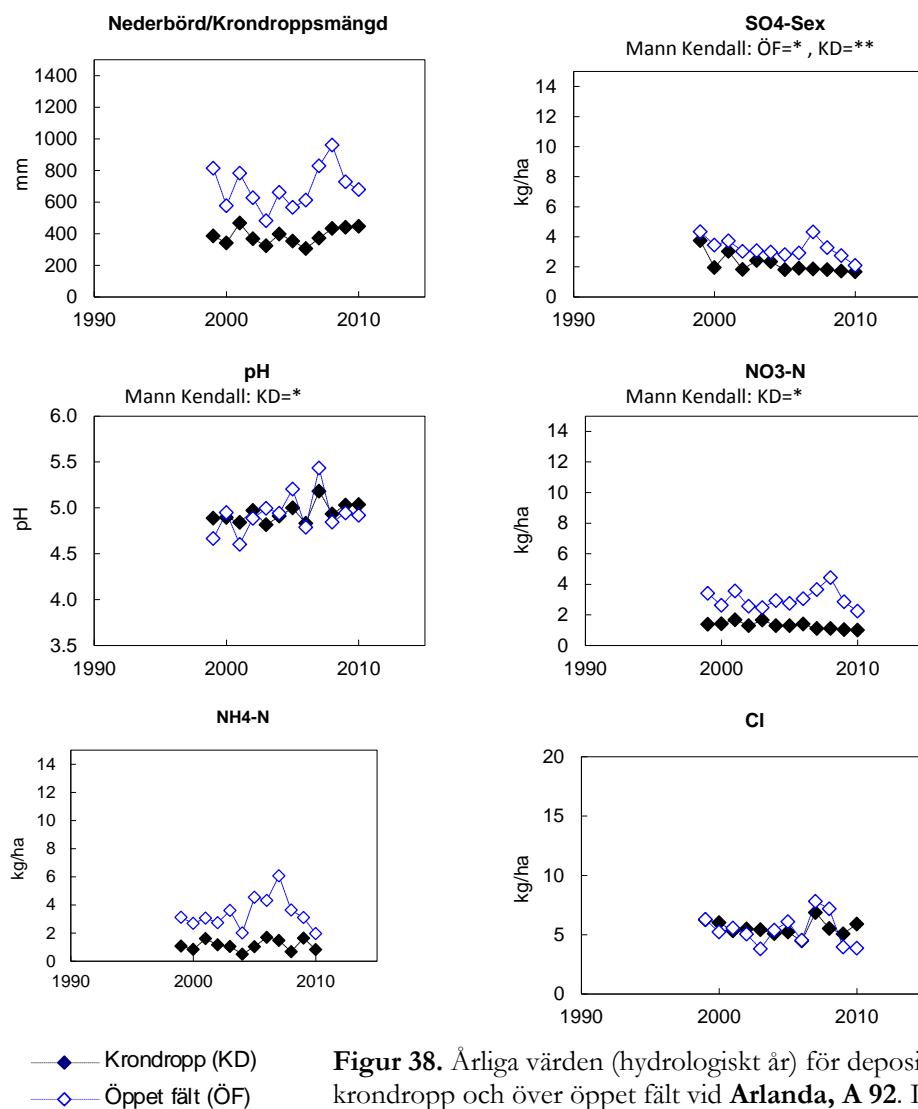
Figur 36. Markvattenkemi vid **Lämshaga, A 40**: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$); pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$); oorganiskt aluminium (oorg Al); kloridhalt (Cl) och kalciumhalt (Ca^{2+}). Saknade 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.

Gladö (A 44): Gammal granskog (117 år) i småkuperad, något blockig terräng i Huddinge kommun. Ytan har ett exponerat läge i en sydsluttning. Marken, som har fältskikt av gräs, utgörs av sediment med jordmån av övergångstyp. Från och med hydrologiska året 2001/02 ingår inte depositions-mätningar i Gladö, utan utvecklingen följs endast med hjälp av markvattenundersökningar.

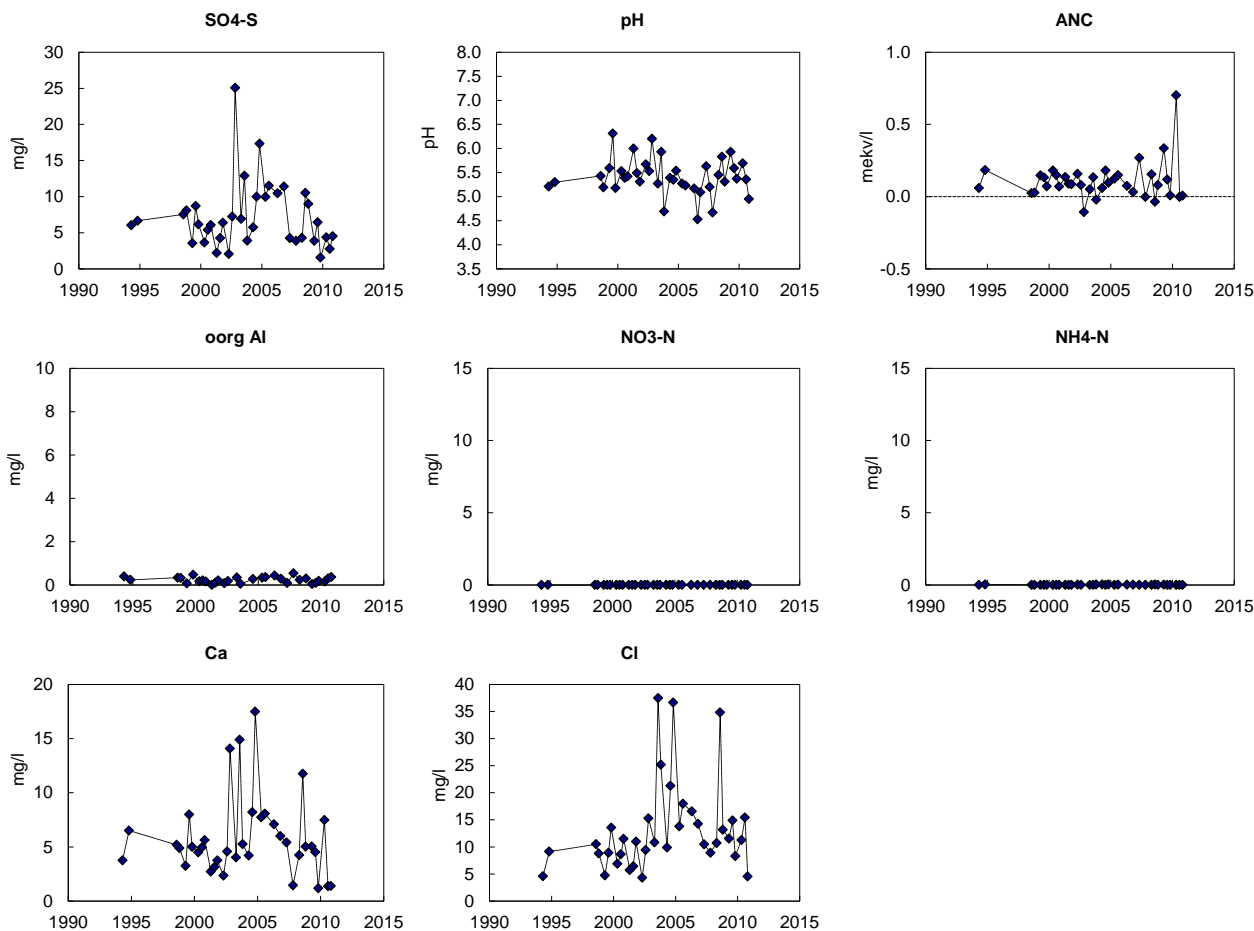


Figur 37. Markvattenkemi vid **Gladö, A 44:** sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kloridhalt (Cl) och kalciumhalt (Ca²⁺). Ssakade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall-metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Arlanda (A 92): 75-årig skog där tall dominerar över gran. Provytan är belägen på plan mark i Sigtuna kommun nordost om flygplatsen. Mätningarna ingår i Luftfartsverkets omgivningskontroll. Både deposition och markvattenkemi mäts i ytan och deposition mäts även i en närliggande yta på öppet fält.

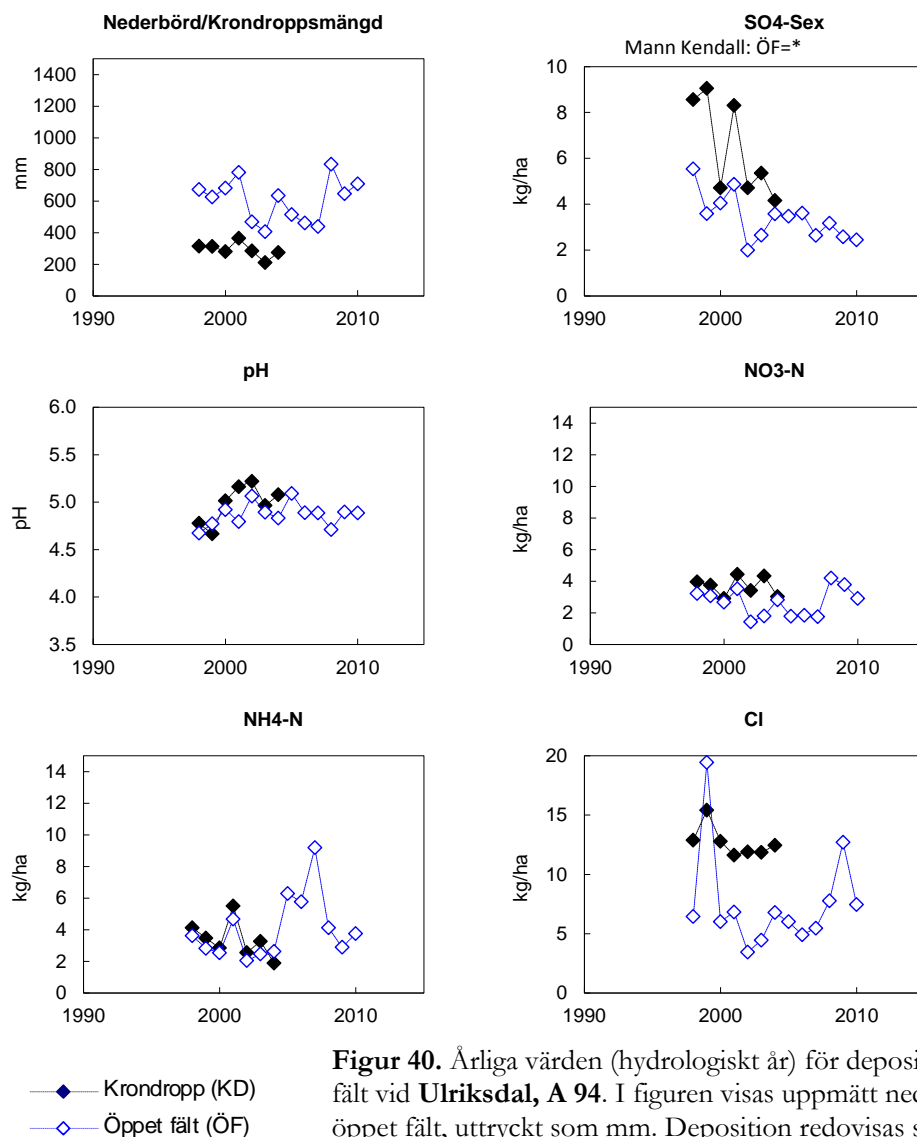


Figur 38. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Arlanda, A 92**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); pH; nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); 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 39. Markvattenkemi vid **Arlanda, A 92**: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$); pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC); oorganiskt aluminium (oorg Al); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$); kloridhalt (Cl) och kalciumhalt (Ca^{2+}). 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.

Ulriksdal (A 94): Provytan startades i oktober 1997. Från och med det hydrologiska året 2003/04 mäts endast deposition över öppet fält vid Ulriksdal. Öppet fält-ytan är en stor gräsmatta med skogen i riktning sydost-nordväst som ligger ca. 550 m från E4. Under 2002/03 har mätningarna kompletterats med en locksamlare, vilket redovisas i separat avsnitt. Lufthaltsmätningarna vid lokalen startade i januari 2004.



Figur 40. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen över öppet fält vid **Ulriksdal, A 94**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); pH. 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.

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 syrors anjoner (SO_4^{2-}, NO_3^-, Cl^-) räknat i ekvivalenter. Positivt värde utgörs av syra-buffrande 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 intern-cirkuleras i trädkronan, vilket innebär att det som uppmäts i krondropp inte överensstämmer med totaldepositionen. Exempel på ämnen som interncirkuleras är kväve som främst tas upp till barr/blad och kalcium, magnesium och kalium som främst utsöndras via barr/blad.</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 brun-jordar.</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 kväve-belastade 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 miljö kvalitetsmål.</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 torr-deposition i dessa undersökningar som nedfall via krondropp minus nedfall på öppet fält.</p> <p>Totaldeposition: Summan av våt- och torr-deposition, 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 nederbördskemi och/eller lufthalter mäts.</p>
--	--