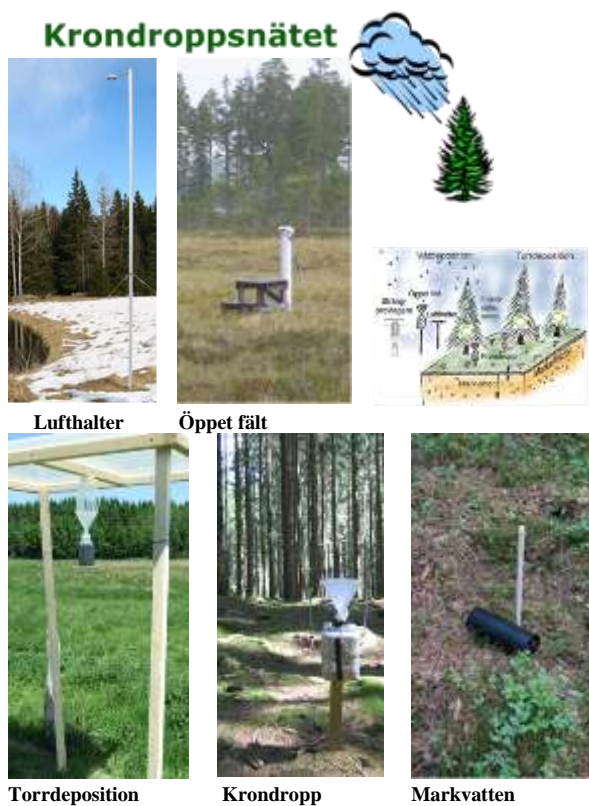


För Skånes Luftvårdsförbund

# Tillståndet i skogsmiljön i Skåne län

**Resultat från Krondroppsnätet t.o.m.  
september 2013**



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

B 2169

Juni 2014

<sup>1)</sup> Lunds universitet



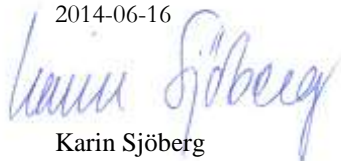
<b>Organisation</b> IVL Svenska Miljöinstitutet AB	<b>Rapportsammanfattning</b>
<b>Adress</b> Box 53021 400 14 Göteborg	<b>Projektitel</b> Krondropps nätet 2013
<b>Telefonnr</b> 031-725 62 00	<b>Anslagsgivare för projektet</b> Skånes Luftvårdsförbund
<b>Rapportförfattare</b> Gunilla Pihl Karlsson, Cecilia Akselsson, Sofie Hellsten & Per Erik Karlsson	
<b>Rapporttitel och undertitel</b> Tillståndet i skogsmiljön i Skåne län - Resultat från Krondropps nätet t.o.m. september 2013	
<p><b>Sammanfattning:</b> På uppdrag av Skånes Luftvårdsförbund mäter IVL nedfall av luftföroreningar och markvattenkemi på sex platser i länet. Vid en plats, Hissmossa, mäts även lufthalter. I Hissmossa samt Stenshult mäts även nedfall på ett närliggande öppet fält. Den längsta tidsserien i länet finns i granskogen i Arkelstorp i nordvästra Skåne, där mätningar startades 1988. Målet med nuvarande Program 2011 inom Krondropps nätet är att ge kunskap om belastningen av luftföroreningar och deras effekter på vegetation, mark och vatten.</p> <p>Skåne är, tillsammans med Halland, det län som fått ta emot mest nedfall av svavel och kväve, på grund av det geografiska läget i sydväst. Inget av miljö kvalitetsmålen <i>Bara naturlig försurning</i> och <i>Ingen övergödning</i> bedöms vara möjligt att nå till 2020. Ca 20 % av länets sjöar bedömdes vara försurade år 2010, och under 2012 spreds 1910 ton kalk i sjöar och vattendrag i länet. Andelen mark med hög eller mycket hög surhetsgrad enligt bedömningsgrunderna för skogslandskapet är 50 % i den landsdel som Skåne tillhör, sydvästra Sverige.</p> <p>Mätningarna visar på en minskande trend för svavelhalter i luft i Västra Torup/Hissmossa, samt i svavelnedfall till skogsytorna. Även svavelhalten i markvattnet har minskat signifikant på flertalet ytor. Detta visar att de senaste decenniernas utsläppsminskande åtgärder har varit lyckosamma. Mätningarna i markvattnet visar dock att marken fortfarande är starkt försurad vid alla ytor utom vid Baldringe, där markkemin varierat kraftigt under de tre första åren. På övriga ytor är pH generellt lågt och ANC är under 0, vilket visar på att det inte finns någon buffrande förmåga i markvattnet. ANC har ökat på en av provytorna, Arkelstorp, men inte de andra ytorna med långa tidsserier, Kampholma och Maryd. Det finns inga signifikanta trender i lufthalter av kvävedioxid eller ammoniak och inte heller för nedfall av nitratkväve eller ammoniumkväve. Nedfallet på öppet fält har varierat mellan 7 och 17 kg per hektar och år, vilket är högre än den kritiska belastningen 5 kg per hektar och år, trots att inte torrdepositionen till skog finns med. Den kritiska belastningsgränsen baseras på effekter på markvegetation. Förhöjda halter av nitratkväve i markvattnet är vanligt förekommande i Skåne. Halterna har generellt varit kraftigt förhöjda i Arkelstorp, Hissmossa, Stenshult och Baldringe, men inte i Kampholma och Maryd. Detta visar att det ofta finns mer kväve i ekosystemet än vad skogen kan ta upp i denna del av landet, vilket innebär en risk för utlakning till ytvatten.</p>	
<b>Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område eller näringsgren</b> Deposition, svavel, kväve, skogsytorna, försurning, övergödning, krondropp, markvatten, lufthalter, Skåne län	
<b>Bibliografiska uppgifter:</b> IVL Rapport B 2169	
<b>Rapporten beställs via:</b> Webbplats: <a href="http://www.ivl.se">www.ivl.se</a> , e-post: <a href="mailto:publikationsservice@ivl.se">publikationsservice@ivl.se</a> , fax 08-598 563 90, eller via IVL, Box 21060, 100 31 Stockholm	

## Innehållsförteckning

1.	Inledning.....	4
2.	Mätningar inom Krondroppsnetet .....	6
3.	Miljö tillståndet i skogslandskapet i Skåne län – en översikt.....	7
3.1.	Kvävestatusen i skogslandskapet .....	7
3.2.	Försurningen av skogsmarken .....	12
3.3.	Nedfallsmätningar av fosfor 2012/13 .....	17
4.	Rapporter och artiklar 2013 .....	19
5.	Möten och konferenser 2013.....	21
6.	Specialprojekt på krondroppsytor.....	22
7.	Pågående policyrelaterat arbete med koppling till Krondroppsnetet .....	26
8.	Krondroppsnetets webbplats .....	33
9.	Referenser.....	33
	Bilaga 1. Stationsvis redovisning.....	35
	Bilaga 2. Årets data i tabellform - deposition, lufthalter, markvatten.....	62

Rapporten godkänd

2014-06-16



Karin Sjöberg  
Enhetschef

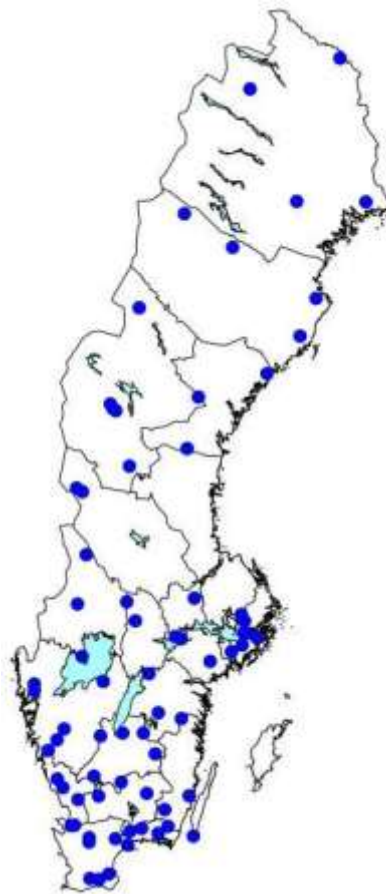
## 1. Inledning

Inom ramen för Krondropps nätet bedriver IVL sedan 1985 länsbaserade undersökningar med regional upplösning av luftföroreningar och dess effekter med avseende bland annat på försurning, övergödning och marknära ozon. Målsättningen med nuvarande samarbetsprogram, ”Program 2011”(2011-2014), är att utifrån depositions-, markvatten- samt lufthaltsmätningar ge kunskap om belastning av luftföroreningar och dess effekter på vegetation, mark och vatten.

Under 2012/13 bedrev Krondropps nätet mätningar av nedfall till skog (krondropp), nedfall på närliggande yta på öppet fält, torrdeposition med strängprovtagare, markvattenkemi samt lufthalter på totalt 71 ytor, fördelade relativt jämnt över hela Sverige, Figur 1. Krondropp och markvattenkemi mättes på de flesta av ytorna, medan övriga mätningar genomfördes på ett urval av ytor.

Resultaten från mätningarna analyseras i relation till effekter främst på tillstånd i mark, markvatten, ytvatten, vegetation samt på den brukade skogens långsiktiga näringstillstånd och hälsa. Resultaten används bland annat i arbetet med de svenska miljö kvalitetsmålen, framför allt med underlag till ”Bara Naturlig Försurning”, ”Ingen Övergödning” och *Frisk Luft*. Förutom ovan nämnda miljömål berör aktiviteterna inom Krondropps nätet även miljömålen: *Levande sjöar och vattendrag*, *Grundvatten av god kvalitet*, *Levande skogar* samt *Storslagen fjällmiljö*. Resultat från Krondropps nätet används i stor utsträckning inom den länsvisa och den regionala miljöövervakningen. Vidare relateras resultaten på regional nivå till modellresultat från det nationella miljömålsarbetet, bland annat med avseende på kritisk belastning, antropogent försurade sjöar och kväveupplagring i skogsmark samt för att ytterligare fördjupa underlaget för miljömålsuppföljningen.

En av styrkorna med Krondropps nätet är att mätningar har bedrivits under långa tidsperioder och med god geografisk täckning över Sverige, vilket möjliggör detaljerade studier av variationen i tid och rum. Krondropps nätet har en stark koppling till den regionala och nationella miljöövervakningen, men är även starkt förankrad i forskningen. Genom att mätningarna inom Krondropps nätet är nationellt samordnade, och bedrivs med samma metoder överallt, kan mätningarna användas för att beskriva tidsutvecklingen vad gäller olika miljöindikatorer såväl regionalt som nationellt. Krondropps nätetts verksamhet



**Figur 1.** Krondropps nätet under 2012/13. Samordnade mätningar av luftföroreningar i 71 skogliga observationsytor.

spänner över stora tidsrymder, och har bland de längsta mätserierna i hela Europa, vilket möjliggör studier av långsiktiga trender. Data från Krondroppsnetet bidrar till modellutveckling, med målet att kunna förutsäga den framtida utvecklingen, inte minst i perspektivet av pågående klimatförändringar som kan medföra stora förändringar vad gäller försurnings- och övergödningsproblematiken.

Krondroppsnetet har en länsvis förankring och drivs främst med regional finansiering från luftvårdsförbund, länsstyrelser och kommuner, men även från enskilda företag. Även Naturvårdsverket bidrar med viss finansiering, främst vad gäller mätningar av nederbörd och torrdeposition över öppet fält.



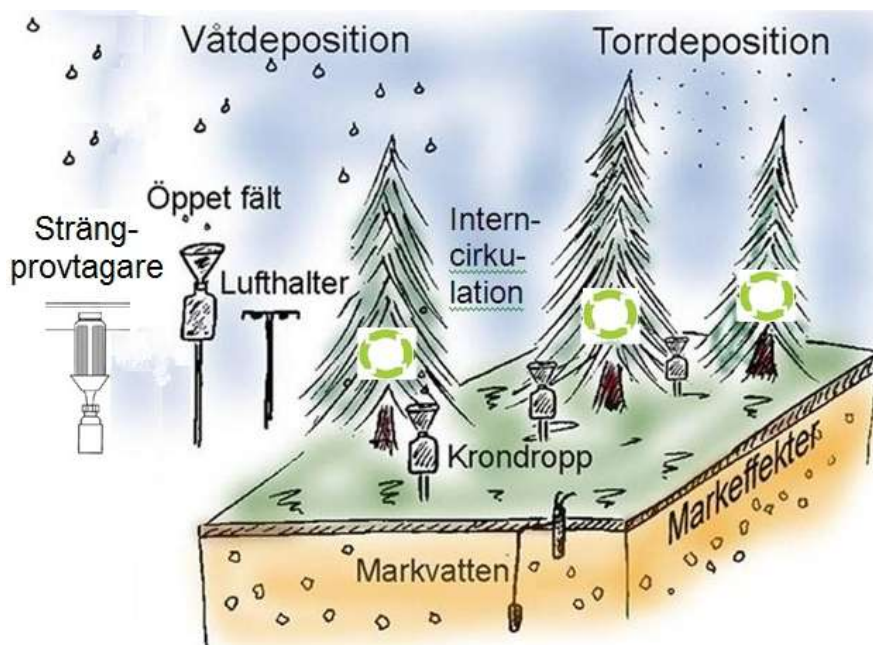
**Figur 2.** Provytor med mätningar av nedfall och markvattenkemi i skog i Skåne. Vid en av ytorna, Hissmossa (tidigare vid den närliggande ytan Västra Torup), mäts även halter i luft samt nedfall på öppet fält. Nyligen har även mätningar på öppet fält påbörjats i Stenshult.

Inom ramen för Krondroppsnetet mäts nedfall och markvattenkemi i skog på sex platser i länet (Figur 2). Vid en plats, Västra Torup/Hissmossa, mäts även lufthalter. I Västra Torup/Hissmossa samt Stenshult mäts även nedfall på ett närliggande öppet fält. Den längsta tidsserien i länet finns i granskogen i Arkelstorp i nordvästra Skåne, där mätningar startades 1988. Länet ligger i ett område med det högsta nedfallet av luftföroreningar i Sverige.

I denna rapport redovisas resultaten från mätningar från perioden januari 2012 till september 2013, vilka relateras till tidigare års mätningar. Först ges en allmän beskrivning av mätningarna inom Krondroppsnetet. Därefter presenteras mätningarna utifrån de perspektiv på skogsmiljön som är mest relevant för Skåne län. Resultaten relateras främst till miljömålen *Bara Naturlig Försurning* och *Ingen Övergödning*. Vidare redovisas publikationer, möten och konferenser under 2013, samt aktiviteter med koppling till Krondroppsnetet som är på gång under 2014 och framåt. I Bilaga 1 redovisas det senaste årets mätdata från de aktiva lokalerna inom länet i detalj, tillsammans med aktuell information om mätplatserna. I Bilaga 2 redovisas data i tabellform.

## 2. Mätningar inom Krondroppsnätet

De metoder som används för att mäta lufthalter, deposition samt markvatten illustreras i Figur 3.



**Figur 3.** Principskiss för mätningarna som bedrivs inom Krondroppsnätet. Lufthalter mäts 3 meter över marken. Nedfallet till skogstorna består av våt- och torrdeposition. Vissa ämnen interncirkuleras i trädkronorna, vilket innebär att det som uppmäts i krondroppet är våt- och torrdeposition  $\pm$  intern-cirkulation. Strängprovtagare under tak möjliggör en indirekt mätning av torrdepositionen. Markvattnet mäts på 50 cm djup.

**Deposition** av luftföroreningar mäts inom Krondroppsnätet på månadsbasis, dels på öppet fält, dels i skogen under krontaket (krondropp) och dels med hjälp av strängprovtagare under tak. Mätningarna på **öppet fält**, som bedrivs vid 32 lokaler i landet under 2012/13, speglar huvudsakligen våtdeposition, det vill säga föroreningarna som följer med nederbörden.

**Krondroppsmätningarna**, som bedrivs vid 59 lokaler (2012/13), speglar utöver våtdepositionen även torrdepositionen, det vill säga luftföroreningar som transporteras med vinden och fastnar i trädkronorna. **Strängprovtagare** används vid 10 lokaler i landet och används för att uppskatta torrdepositionen av vissa ämnen. **Lufthaltsmätningar** av svavel-dioxid, kvävedioxid, ammoniak och ozon bedrivs vid 21 lokaler (2012/13) med hjälp av diffusionsprovtagare som kvantitativt absorberar den gas som ska mätas.

**Markvattenmätningar** bedrivs vid 62 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.

### 3. Miljö tillståndet i skogslandskapet i Skåne län – en översikt

Skåne är tillsammans med Halland det län som fått ta emot mest nedfall av svavel och kväve, på grund av det geografiska läget i sydväst. Inget av miljö kvalitetsmålen *Bara naturlig försurning* och *Ingen övergödning* bedöms vara möjligt att nå till 2020. Ca 20 % av länets sjöar bedömdes vara försurade år 2010, och under 2012 spreds 1910 ton kalk i sjöar och vattendrag i länet. Andelen mark med hög eller mycket hög surhetsgrad enligt bedömningsgrunderna för skogslandskapet är 50 % i den landsdel som Skåne tillhör, sydvästra Sverige. Inom ramen för Krondropps nätet mäts nedfall och markvattenkemi i skog på sex platser i länet. Vid en plats, Hissmossa, mäts även lufthalter. I Hissmossa samt Stenshult mäts även nedfall på ett närliggande öppet fält. Den längsta tidsserien i länet finns i granskogen i Arkelstorp i nordvästra Skåne, där mätningar startades 1988.

Mätningarna visar på en minskande trend för svavelhalter i luft i Västra Torup/Hissmossa, samt i svavelnedfall till skogsytor. Även svavelhalten i markvattnet har minskat signifikant på flertalet ytor. Detta visar att de senaste decenniernas utsläppsminskande åtgärder har varit lyckosamma. Mätningarna i markvattnet visar dock att marken fortfarande är starkt försurad vid alla ytor utom vid Baldringe, där markkemin varierat kraftigt under de tre första åren. På övriga ytor är pH generellt lågt och ANC under 0, vilket visar på att det inte finns någon buffrande förmåga i markvattnet. ANC har ökat på en av provytorna, Arkelstorp, men inte i de andra ytorna med långa tidsserier, Kampholma och Maryd. Det finns inga signifikanta trender i lufthalter av kvävedioxid eller ammoniak och inte heller för nedfall av nitratkväve eller ammoniumkväve. Nedfallet på öppet fält har varierat mellan 7 och 17 kg per hektar och år, vilket är högre än den kritiska belastningen 5 kg per hektar och år, trots att inte torrdepositionen till skog finns med. Den kritiska belastningsgränsen är satt baserat på effekter på markvegetation. Förhöjda halter av nitratkväve i markvattnet är vanligt förekommande i Skåne. Halterna har generellt varit kraftigt förhöjda i Arkelstorp, Hissmossa, Stenshult och Baldringe, men inte i Kampholma och Maryd. Detta visar att det ofta finns mer kväve i ekosystemet än vad skogen kan ta upp i denna del av landet, vilket innebär en risk för utlakning till ytvatten.

#### 3.1. Kvävestatusen i skogslandskapet

Skåne är tillsammans med Halland det län som har fått ta emot mest nedfall av kväve. Kvävetillförsel har många effekter på ekosystem, det kan öka skogstillväxten, men påverkar även artsammansättningen både på land, i ytvatten och i havet. Kväve är tillsammans med fosfor orsaken till övergödning av hav och sjöar. Den senaste regionala miljömålsutvärderingen av Länsstyrelsen i länet visar att det inte är möjligt att nå målet *Ingen övergödning* till 2020, och sammanfattas enligt följande:

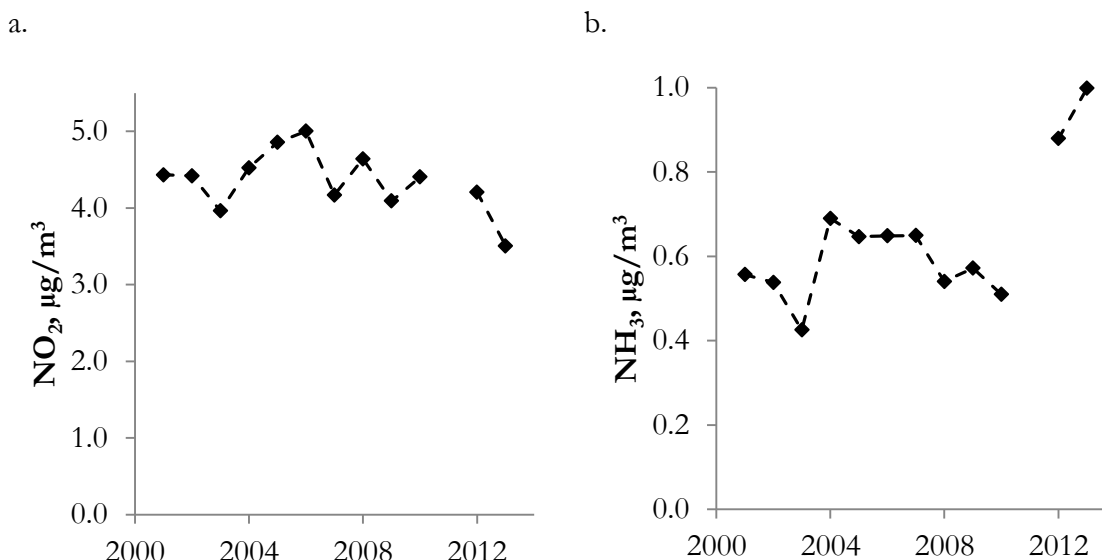
” Övergödningssituationen är allvarlig i Skåne. Andelen jordbruksmark är stor och avloppen många samtidigt som den fysiska påverkan på våra vatten är utbredd. Åtgärdsbehovet är mycket stort samtidigt som storleken på olika finansieringskällor, såsom våtmarksstöd och LOVA-bidrag, ständigt är osäker.”



Jordbruk är den markanvändning som bidrar mest till förhöjd kväveutlakning, men även skogsbruket påverkar påtagligt. Generellt är det framför allt i hyggesfasen som kväveutlakningen är förhöjd, men i de sydvästra delarna av Sverige, framför allt Skåne och Halland, finns åtskilliga exempel från Krondroppsnätet på skogsytor med förhöjda halter av kväve i markvattnet, vilket är en första indikation på att det finns mer kväve än vad skogen kan ta upp, och därmed innebär en uppenbar risk för utlakning. Nedan beskrivs lufthalter och nedfall av kväve i Skåne från Krondroppsnätets mätningar, relaterat till kväveemissionerna, följt av ett avsnitt om ”Kväveeffekter i markvatten”. Kvävetts effekter på försurningen behandlas i kapitlet ”Försurningen i skogslandskapet”. Resultaten presenteras även stationsvis i diagram (Bilaga 1) och tabeller (Bilaga 2).

### Emissioner, lufthalter och nedfall av kväve

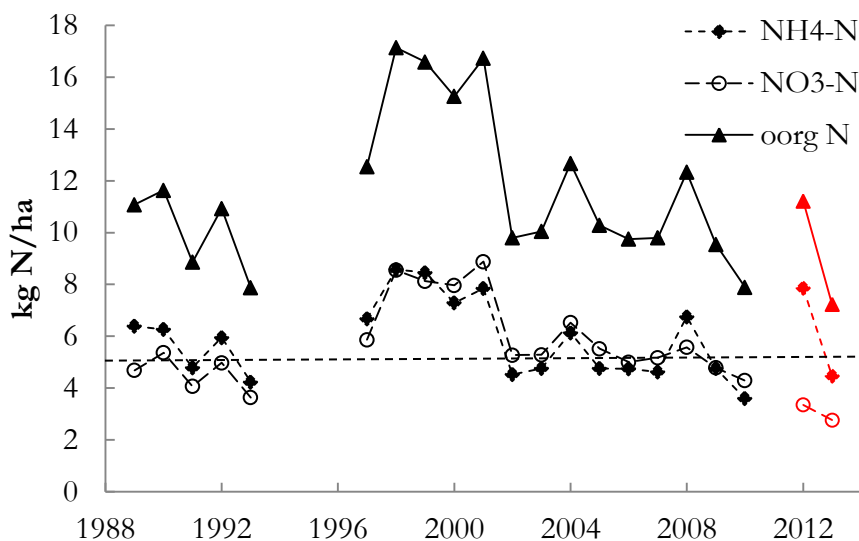
Emissionerna av kväve från EU-27 har minskat sedan de senaste decennierna, med 47 % för kväveoxider och 28 % för ammoniak (1990-2010) (EMEP, 2011, internationell fartygstrafik ej inkluderat). Mätningar av lufthalter utförs i norra Skåne i Västra Torup/Hissmossa (mätutrustningen flyttades några kilometer från Västra Torup till Hissmossa 2010 i samband med att Krondroppsytan flyttades på grund av avverkning). Varken för kvävedioxid eller ammoniak finns någon signifikant trend (Figur 4). För ammoniak är dock halterna avsevärt högre efter flytten till Hissmossa, vilket troligen beror på lokala utsläpp från jordbruket. Tidsserien bör därför redovisas var för sig för de två lokalerna framöver vad gäller ammoniak.



**Figur 4.** Lufthalter för kvävedioxid, NO<sub>2</sub> (a) och ammoniak, NH<sub>3</sub> (b) i Västra Torup/Hissmossa. Halterna från 2001 till 2010 är från Västra Torup, medan de två senaste årens mätningar är från Hissmossa.

Kvävenedfall beskrivs oftast baserat på mätningar på öppet fält, eftersom kvävenedfallet via krondropp inbegriper interncirkulation som är svår att kvantifiera. Den totala depositionen till skog kan dock på grund av mer torrdeposition i skog antas var högre än vad som uppmäts på öppet fält. Mätningar av kvävenedfall på öppet fält startade 1988 i

Västra Torup/Hissmossa. Variationen i kvävenedfall på öppet fält i Västra Torup/Hissmossa är stor, nedfallet har varit mellan 7 och 17 kg per hektar och år (Figur 5). Nedfallet var högst i mitten av perioden och det finns ingen trend sett till hela perioden. Hälften av kvävet kommer från nitratkväve och hälften från ammoniumkväve. Den kritiska belastningsgränsen, 5 kg per hektar och år, som har satts med skydd av markvegetation i skogsmark i åtanke, överskrids betydligt under hela perioden, även då inte torrdepositionen till skog är medräknad.



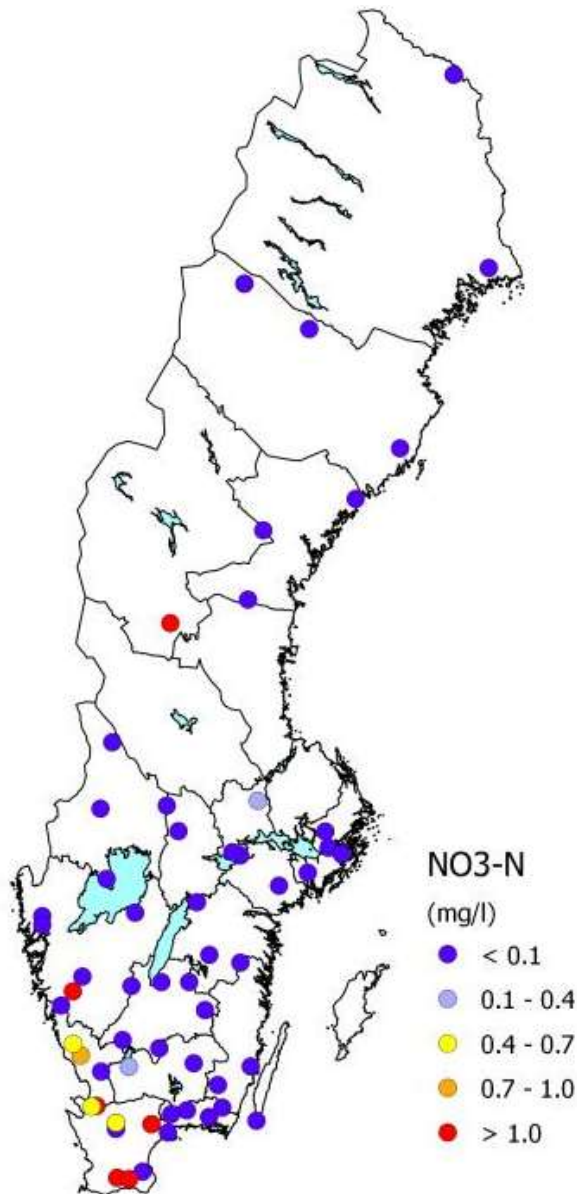
**Figur 5.** Kvävenedfall (ammoniumkväve, nitratkväve och totalt oorganiskt kväve) på öppet fält i Västra Torup/Hissmossa. Provtagaren stod först i Västra Torup (svarta symboler) men flyttades till närliggande Hissmossa (röda symboler) i samband med att skogen i krondroppsytan i Västra Torup avverkades i december 2010. Den streckade linjen visar den kritiska belastningen för övergödande kväve, 5 kg per hektar och år.

Uppmätt kvävenedfall via krondropp på Skåneytorna har oftast varit på samma nivå eller lägre än nedfallet på öppet fält på senare år, vilket kan förklaras av att trädens kväueupptag är större än torrdepositionen av kväve. Stenshult skiljer sig dock från övriga lokaler, då kvävenedfallet på öppet fält varit cirka 10 kg per hektar och år de två år för vilka det finns mätningar, medan nedfallet via krondropp varit omkring 20 kg per hektar och år. Detta indikerar att torrdepositionen i Stenshult är stor, vilket kan förklaras av det utsatta läget på Romeleåsen. Ingen annan krondroppsytta i Sverige har lika stort kvävenedfall via krondropp som Stenshult.

### Kväveeffekter i markvatten

Nitratkvävehalten i markvattnet under rotzonen är ofta mycket låg i skogsmark i Sverige, vilket visar att skogsekosystemet tar upp ammonium- och nitratkväve som finns tillgängligt, och kväveutlakningen begränsas till utlakning av organiskt kväve, som ofta brukar betraktas som en naturlig bakgrundsutlakning. I Skåne och Halland, som är de delar som tagit emot

mest kvävenedfall, är det dock vanligt med kraftigt förhöjda nitratkvävehalter i markvattnet (Figur 6).

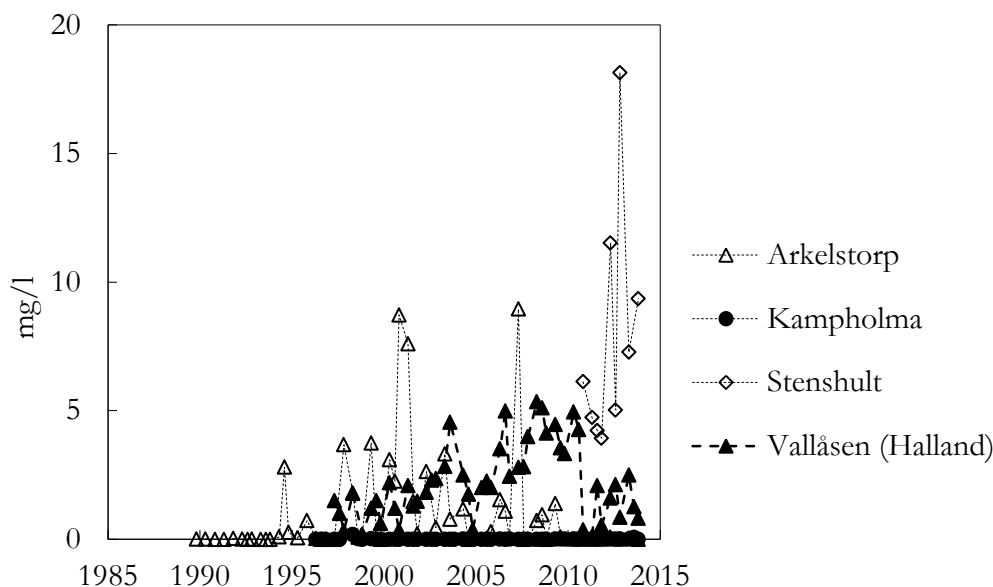


**Figur 6.** Nitratkväve i markvattnet som median för de tre hydrologiska åren 2010/11-2012/13.

I Skåne finns bara en yta, bokytan i Kampholma, som genomgående uppvisar mycket låga nitratkvävehalter (Figur 7). Arkelstorp uppvisade låga halter i början och slutet av mätperioden, men kraftigt förhöjda halter, upp till 9 mg/l, däremellan. En gallring 1995, och en mindre gallring 1998, har troligen bidragit till detta mönster. I Maryd har halten varierat mellan mycket låg och förhöjd, vid två tillfällen har halten varit över 1 mg/l. Högst halter har uppmätts på ytan Stenshult på Romeleåsen, en av de tre ytor som startats på senare år. Sedan mätningarna startade vintern 2010 har halterna varit kraftigt förhöjda vid

samtliga tillfällen, mellan 4 och 18 mg/l. Stenshult är därmed den krondroppsyta i Sverige som har störst förhöjning av nitratkvävehalt i markvattnet, vilket till stor del kan förklaras av det höga nedfallet. Även Hissmossa och Baldringe, som startades 2010, har uppvisat förhöjda halter av nitratkväve i markvattnet vid samtliga mättillfällen. I Hissmossa har halten varierat mellan 0,5 och 2,3 mg/l. I bokyten i Baldringe har variationen i markvattenkemi varit mycket stor under de tre år för vilka det finns mätningar, nitratkvävehalten har varierat mellan 0,1 och 7,6 mg/l. Där krävs en längre tidsserie för att kunna bedöma ytans kvävestatus på ett bra sätt. Vallåsen, som ligger precis norr om Skånegränsen, är en av de mest utsatta ytorna inom Krondroppsnätet och har generellt haft kraftigt förhöjda halter, drygt 5 mg/l som mest.

Markvattenmätningarna indikerar att det finns mer kväve än vad skogsekosystemet kan ta upp i Skåne, och att kväveutlakning från markens rotzon därmed är utbrett i länet. Detta innebär en potentiell risk för att skogsmarken ska bidra till övergödning av ytvatten och hav inte bara från hyggen, utan även från växande skog. Resultaten från Arkelstorp indikerar att även mindre störningar, i form av till exempel gallring, kan initiera kväveutlakning i denna region, där många års kvävenedfall har gjort att det finns god tillgång på kväve i marken. Hur mycket av det kväve som läcker från rotzonen som når ytvattnet, beror på läget i avrinningsområdet samt avrinningsområdets hydrologiska egenskaper. Mycket av kvävet som läcker från rotzonen kan tas upp på vägen och därmed aldrig nå ytvattnet. Utlakning från rotzonen i områden nära sjöar, vattendrag och kusten medför större risk för övergödning än utlakning längre upp i avrinningsområden, då vattnet har en längre väg till ytvattnet.



**Figur 7.** Nitratkväve i markvattnet i Arkelstorp, Kampholma, Stenshult samt Vallåsen (på Hallandsåsen nära gränsen till Skåne).

## 3.2. Försurningen av skogsmarken

Skåne är ett av de län i Sverige som har störst problem med försurning. Den senaste regionala miljömålsutvärderingen av Länsstyrelsen i länet visar att det inte är möjligt att nå målet till 2020 och sammanfattas enligt följande:

”Sjöar, vattendrag, skogsmark samt växter och djur skadas av den försurning som drabbar landskapet. Svavel- och kväveutsläpp samt skogsavverkning är drivkrafter i försurningsprocessen. Utvecklingen är överlag positiv men drabbade ekosystem uppvisar ännu starka, negativa effekter.” ([www.miljomal.nu](http://www.miljomal.nu))

Kalkning har utförts med statlig finansiering sedan 1977 i Skåne. Under 2012 spreds 1910 ton kalk i sjöar och vattendrag i länet.

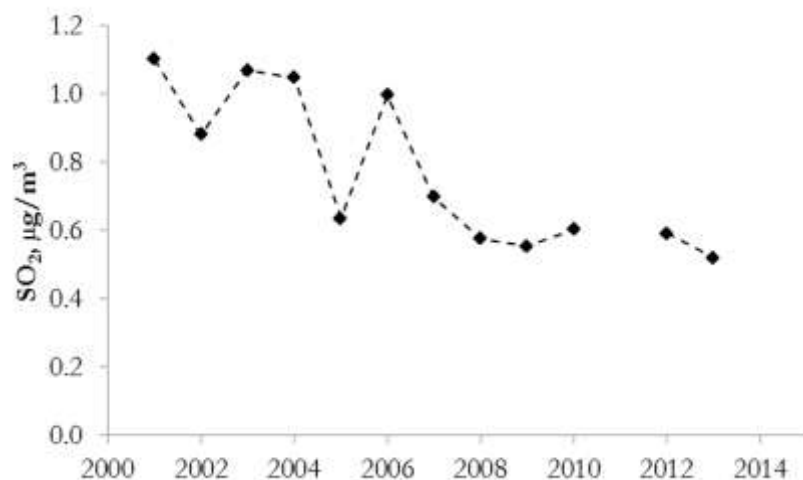
Försurningen orsakas av försurande nedfall, framför allt svavel, men även kväve, samt skogsbruk. Svavelnedfall har en direkt försurande effekt medan kvävenedfall försurar först om skogsekosystemets förmåga att ta upp kväve överskrids, och det börjar läcka nitratkväve. För nitratkvävenedfallet går försurningen till på samma sätt som för svavel, genom att nitratkvävet kan reagera med vatten och bilda en syra. Ammoniumkvävet försurar om det inte tas upp av vegetationen, genom att det frigörs vätejoner under nitrifieringen som sker. Skogsbruket försurar genom bortförsl av buffringskapacitet vid skörd av stammar samt ofta numera även grenar och toppar (grot).

Nedan beskrivs lufthalter och nedfall av svavel i Skåne från Krondropps nätets mätningar, relaterat till svavelemissionerna, följt av två avsnitt om ”Försurningseffekter i markvatten” och ”Andra bedömningar försurning – mark och sjöar”. Resultaten presenteras även stationsvis i diagram (Bilaga 1) och tabeller (Bilaga 2).

### Emissioner, lufthalter och nedfall av svavel

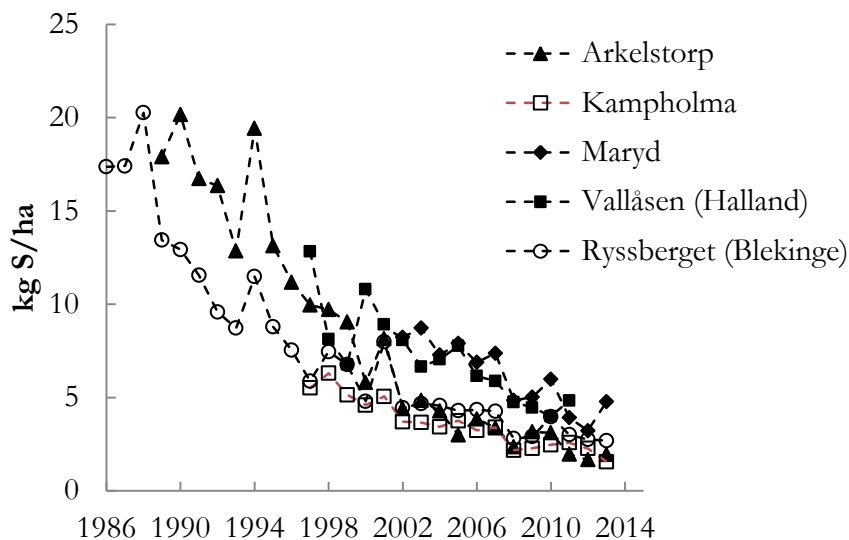
Skåne tillhör den del av Sverige som har, och har haft, störst nedfall av svavel. I takt med att de samlade svavelutsläppen från Europa (EU-27) minskat, med 82 % från 1990 till 2010 (EMEP, 2011, internationell fartygstrafik ej inkluderat), har även lufthalter och nedfall av svavel i Skåne minskat.

Lufthalter av svaveldioxid mäts liksom kvävedioxid och ammoniak i Västra Torup/Hissmossa sedan 2001 (Figur 8). Variationen mellan åren är tidvis stor, men minskningen av halten är statistisk säkerställd. Under det hydrologiska året 2012/13 uppmättes den hittills lägsta noteringen, 0,52 µg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>.



**Figur 8.** Svavelhalter i luften i Västra Torup/Hissemossa. Haltarna från 2001 till 2010 är från Västra Torup, medan de två senaste årens mätningar är från Hissemossa.

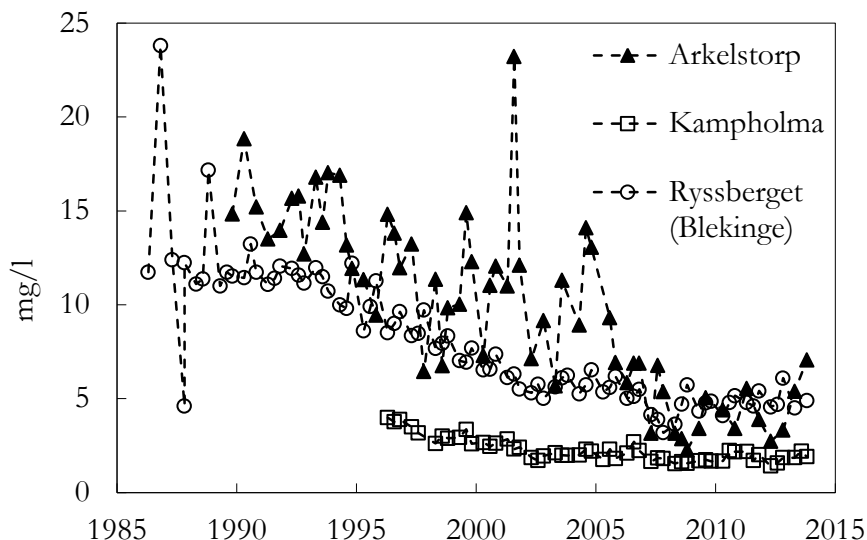
Nedfall i skog mäts för närvarande på sex platser i Skåne. Det finns även två ytor i angränsande län som ligger mycket nära Skånegränsen, och därför redovisas även data för granytan i Vallåsen på Hallandsåsen och bokytan vid Ryssberget i Blekinge. Mätningarna visar att minskningen i svavelnedfall har varit mycket kraftig i Skåne (Figur 9), liksom i övriga delar av sydvästra Sverige. I Arkelstorp, ytan med längst tidsserie, var nedfallet av antropogent svavel som högst 20 kg per hektar och år kring 1990, och har de senaste tre hydrologiska åren varit under 2 kg per hektar och år. Även i bokytan i Ryssberget, Blekinge, där mätningarna startade redan 1985, har svavelnedfallet minskat kraftigt. Under första halvan av tidsserien var dock nedfallet i granytan avsevärt högre än i bokytan, men skillnaden har avtagit successivt. Fram till och med 1999 var nedfallet mellan 2 och 8 kg högre i granytan än i bokytan, medan nedfallet var i samma storleksordning från 2000 och framåt. Detta kan förklaras med att torrdepositionen minskat kraftigt, och eftersom granskog fångar upp mer torrdeposition än lövskog syns det tydligare i granytan än i bokytan. Bokytan i Kampholma uppvisade något lägre nedfall än i Ryssberget. I granytorna i Vallåsen och Maryd var nedfallet högre än i Arkelstorp, vilket kan förklaras av deras läge i depositionsgradienten som går från sydväst mot nordost. Av de nya ytorna Stenshult, Baldringe och Hissemossa utmärker sig Stenshult, med ett nedfall av antropogent svavel på omkring 7 kg per hektar och år, vilket innebär att Stenshult är den yta i Sverige som tar emot mest svavel. Ytan ligger på Romeleåsen och är starkt exponerad.



**Figur 9.** Svavelnedfall i granskogarna i Arkelstorp, nordvästra Skåne, Maryd, sydöstra Skåne och Vallåsen på Hallandsåsen nära gränsen till Skåne, samt i bokskogen i Kampholma i norra Skåne och Ryssberget i Blekinge, nära gränsen till Skåne.

### Försurningseffekter i markvatten

Det minskade svavelnedfallet återspeglas i signifikant minskande svavelhalter i markvattnet i alla ytor med längre tidsserier i länet förutom i Maryd, där mätningar gjorts under 12 år och där det trots vissa tendenser till minskning inte kunnat påvisas någon signifikant minskning (Figur 10). Även i de två ytorna i angränsande län, Vallåsen och Ryssberget, har svavelhalterna minskat signifikant. Den största minskningen har skett i Arkelstorp, från mellan 15 och 20 mg/l omkring 1990 till ca 5 mg/l vid de senaste mätningarna. I Ryssberget (Blekinge) har svavelhalterna minskat till ungefär samma nivå, men från en lägre nivå, drygt 10 mg/l runt 1990. I Vallåsen har halten minskat på ungefär samma sätt som Ryssberget mellan 1997 och 2010, men därefter har halten i Vallåsen minskat till lägre nivåer än Ryssberget. Även i Kampholma har en tydlig minskning skett, men på betydligt lägre nivå, från omkring 4 mg/l 1996 till omkring 2 mg/l de senaste mättillfällena. I Maryd har nivån varit ungefär samma som i Kampholma, men mätningarna startade senare och det är större variation mellan mättillfällena, vilket lett till att ingen signifikant minskning kunnat påvisas där.



**Figur 10.** Sulfatsvavel i markvattnet i granytan i Arkelstorp, bokytan i Kampholma, samt i bokytan i Ryssberget i Blekinge, nära gränsen till Skåne.

Markvattnets pH, ANC (syranutraliserande förmåga) och halten oorganiskt aluminium används ofta för att beskriva markvattnets försurningsstatus. Under 2013 var pH i Arkelstorp, Hissmossa, Stenshult, Vallåsen (Halland) och Ryssberget (Blekinge) 4,5 eller under. I Kampholma och Maryd var pH högre, men fortfarande under 5. I Baldringe har pH varierat mycket under de tre år som mätningar pågått, mellan 4,5 och 6,8, och det krävs här en längre tidsserie för att kunna tolka resultaten. För pH finns små, men statistiskt säkerställda ökningarna i Arkelstorp, Kampholma och Ryssberget (Blekinge), men inte i Maryd och Vallåsen (Halland).

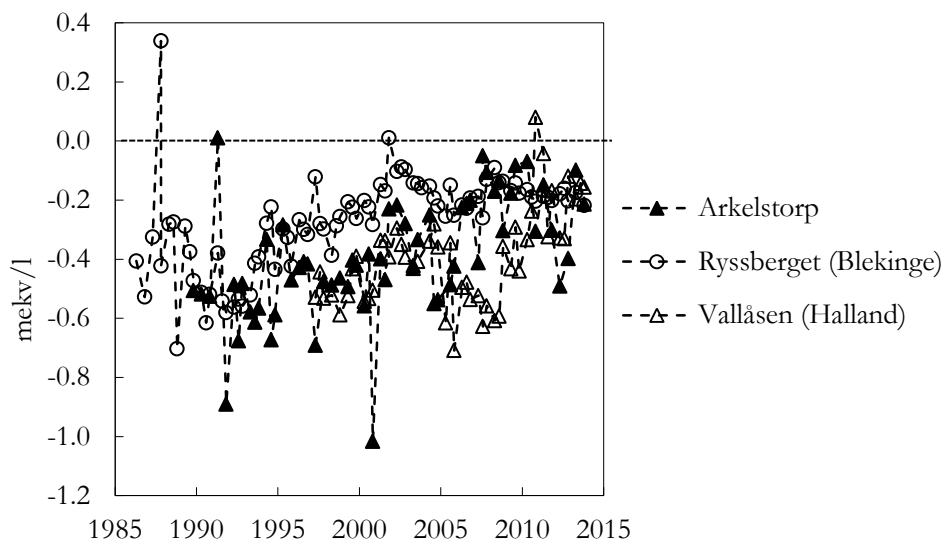
ANC är ett mått på markens syranutraliserande förmåga. Om värdet är negativt, vilket det kan bli av surt nedfall och försurning från skogsbruk, finns ingen förmåga att neutralisera syra. Det finns ett framtaget förslag till att komplettera miljömålsindikatorn med ANC i markvattnet. I Skåne var ANC negativt vid alla lokaler under 2013, förutom i Baldringe där det var positivt vid ett tillfälle. Även i de närliggande ytorna Vallåsen i Halland och Ryssberget i Blekinge var ANC negativt. Stenshult var den yta som hade lägst ANC, omkring -0,3 mekv/l. Det finns statistiskt säkerställda uppåtgående trender i Arkelstorp, Vallåsen (Halland) och Ryssberget (Blekinge), men inte i Maryd och Kampholma (Figur 11 och 12).

Halten oorganiskt aluminium, som är giftigt för djur och växter, har generellt varit hög. Högst halter under mätperioden har uppmätts i Arkelstorp. Även i Stenshult har höga halter uppmätts, som mest 7 mg/l. I Vallåsen (Halland) har som mest 6 mg/l uppmätts. Signifikanta minskningar av halten oorganiskt aluminium har påvisats i Kampholma, Ryssberget (Blekinge) och Vallåsen (Halland), men inte i Arkelstorp och Maryd.

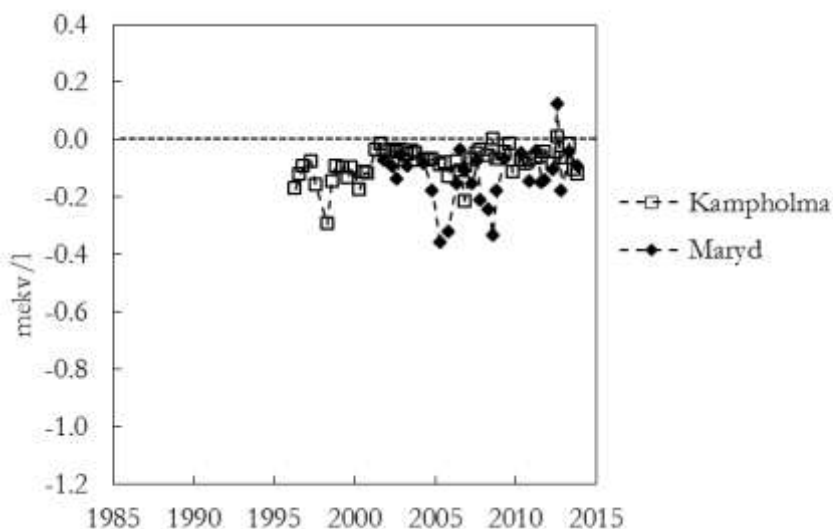
Variationerna över tiden av försurningsstatusen i markvattnet påverkas av utvecklingen i svavelnedfall, som avspeglas i svavelhaltererna i markvattnet, frigörelsen av nitratkväve som



sker via nitrifiering som är en försurande process, samt havssaltsepisoder, som i områden med försurad mark kan leda till surstötter (Akselsson m.fl., 2013).



**Figur 11.** ANC i markvatten i Arkelstorp, Ryssberget (Blekinge) och Vallåsen (Halland). På samtliga tre ytor har ANC ökat signifikant.



**Figur 12.** ANC i markvatten i Kampholma och Maryd. Ingen signifikant trend har kunnat påvisas på dessa ytor.

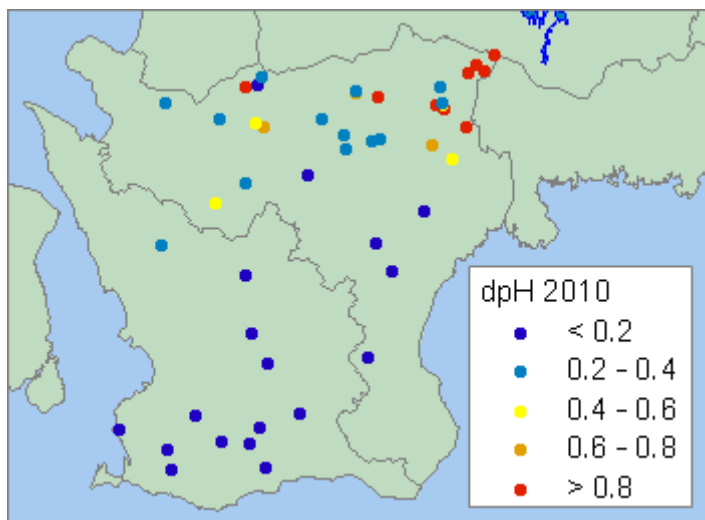
### Andra bedömningar försurning – mark och sjöar

Data från markinventeringen används för uppföljning av indikatorn ”Försurad skogsmark”. Uppföljningen görs nationellt och uppdelat i tre landsdelar. I den del som Skåne tillhör, sydvästra Sverige, är andelen mark med hög eller mycket hög surhetsgrad enligt

bedömningsgrunderna för skogslandskapet 50 %. Trots att det sura nedfallet minskat kraftigt är försurningstillståndet i skogsmarken relativt oförändrat.

Kritisk belastning för skogsmark har traditionellt beräknats med PROFILE-modellen och kvoten mellan koncentrationen av baskatjoner och oorganiskt aluminium har använts som kemiskt kriterium. De senaste nationella beräkningarna (från 2014) visar på att den kritiska belastningen överskrids på 11 % av skogsmarken i Sverige. I denna rapport har vi dock valt att inte presentera resultat på länsnivå de senaste åren. I modellberäkningen finns inte det historiska nedfallet med, och när nedfallet minskat kraftigt kan resultatet bli missvisande, till exempel i sydvästra Sverige där den kritiska belastningen enligt beräkningarna enbart överskrids på en liten andel av skogsmarken, i och med att svavelnedfallet minskat kraftigt och baskatjonnedfallet är relativt stort. Den historiska försurningen av marken gör dock att mark, markvatten och ytvatten fortfarande är surt på många håll. Vi förespråkar därför en övergång till dynamisk modellering med ForSAFE-modellen. Det finns ett framtaget förslag på metodik för detta.

Indikatorn *Försurade sjöar* följs upp genom en bedömning av andel antropogent försurade sjöar, på länsnivå, där antropogent försurade sjöar definieras som sjöar vars pH-värde minskat med 0,4 enheter sedan förindustriell tid. Enligt detta kriterium bedömdes att 20 % av länets sjöar är antropogent försurade och okalkade och att cirka 17 % av länets sjöar skulle varit försurade om de inte hade kalkats (Fölster & Valinia, 2012) (Figur 13).



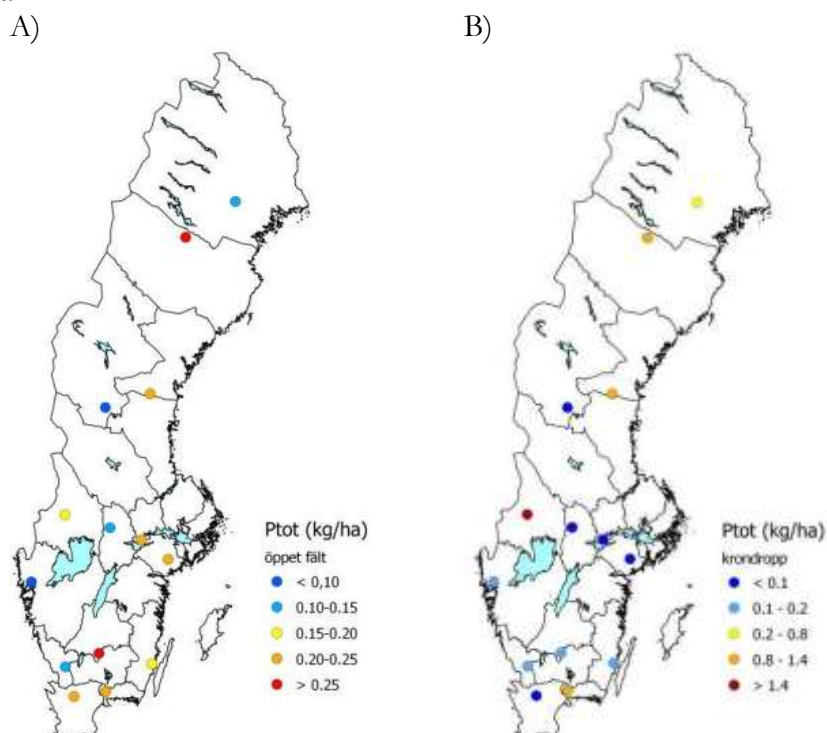
**Figur 13.** pH-förändring sedan förindustriell tid (dpH) i sjöar 2010, baserat på MAGIC-biblioteket. En sjö räknas som antropogent försurad om pH som årsmedian har sjunkit med minst 0,4 enheter sedan förindustriell tid (dpH>0,4), vilket markeras med gula, orange och röda symboler på kartan. Analyserna inkluderar kalkade, försurade sjöar, genom att sjökemin i frånvaro av kalkning beräknats.

### 3.3. Nedfallsmätningar av fosfor 2012/13

Sedan 2011 mäts nedfallet av fosfor inom Krondroppsnetet. Mätningarna startade mot bakgrund av det bristande underlaget vad gäller fosfordnedfall, och ett ökat fokus på fosfor som en potentiellt begränsande faktor för tillväxt. Det ämne som vanligtvis begränsar skogstillväxten på våra breddgrader är kväve, men i kväverika områden med små mängder fosformineral i marken kan fosfor bli det begränsande ämnet. Vid stora uttag av näringsrika

grenar och toppar (grot) ökar risken för fosforbrist. Vid fosforbrist blir tillväxten lägre vilket i sin tur kan innebära en ökad risk för kväveutlakning, eftersom träden inte längre kan ta upp lika mycket kväve, vilket i sin tur kan påverka både övergödning och försurning. I sjö- och havsekosystem är i stället ett överskott av fosfor, främst från jordbruket, ett stort problem.

För det hydrologiska året 2012/13 mättes fosfordnedfallet vid 14 ytor, och resultaten visade att fosfordnedfallet varierade inom landet, se Figur 14. Baserat på mätningarna från 2011/12 drogs slutsatsen att det är vanligare med högre nedfall av fosfor i södra Sverige, framförallt över öppet fält (Pihl Karlsson m.fl. 2013). Resultaten från 2012/13 visar inte detta lika tydligt. Nedfallet över öppet fält var i nivå med föregående års mätningar, 0,18 kg/ha som genomsnitt jämfört med 0,20 kg/ha under det hydrologiska året 2011/12 för de 14 lokalerna.



**Figur 14.** Årligt nedfall av totalfosfor för hydrologiska året 2012/2013 vid olika platser i Sverige, mätt som A) nedfall med nederbörden till öppet fält, samt B) via krondropp.

Det förefaller inte finnas några lika tydliga geografiska gradienter för fosfordnedfall som för svavel och kväve. Värdena vad gäller krondroppsmätningarna av fosfor var generellt sett högre i norra jämfört med övriga Sverige under 2012/13, se Figur 14 B. Nedfallet via krondropp var i nivå med föregående års mätningar, 0,46 kg/ha som genomsnitt jämfört med 0,45 kg/ha föregående år, för de 13 lokaler som fanns representerade under båda dessa år.

Våtdepositionen av fosfor beskrivs på ett bra sätt med mätningarna, men fortsatt arbete krävs för att kunna tolka resultaten från krondropp – hur mycket som är torrdeposition och hur mycket som är interncirkulation.

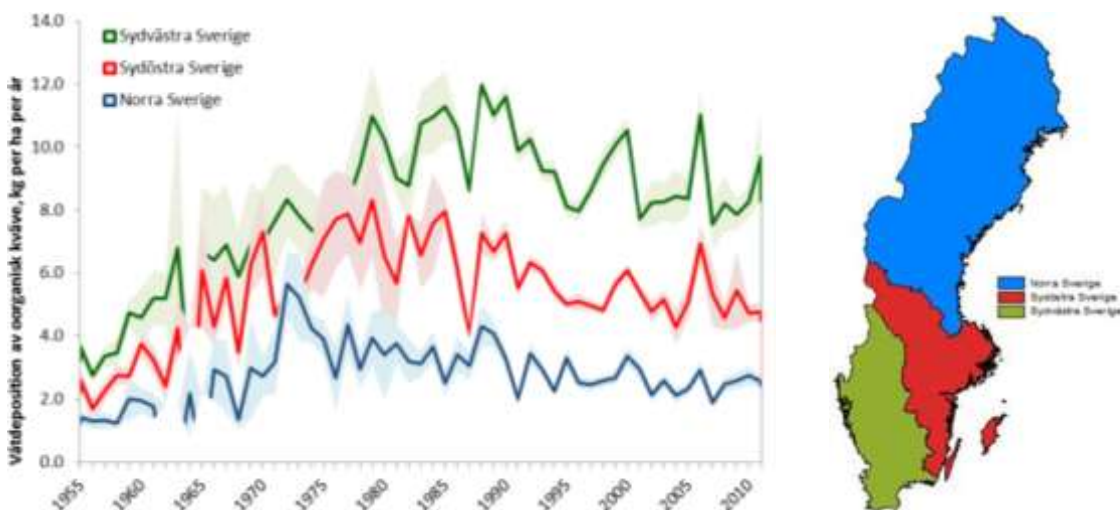
## 4. Rapporter och artiklar 2013

### Kvävetrendrapport

Kvävenedfallet till öppet fält i sydvästra Sverige är i dagsläget runt 10-15 kg N/ha/år och avtar till ca 1-2 kg N/ha/år längst i norr. I sydligaste Skåne kan kvävenedfallet nå över 20 kg N/ha/år. På senare år har mycket diskussioner pågått kring huruvida det finns några tidstrender för kvävenedfall eller inte. Detta föranledde två projekt om trender i kvävenedfall finansierade av Naturvårdsverket (Pihl Karlsson m.fl., 2012, Hansen m.fl., 2013).

Rapporten som blev klar i november 2013 blev även en temarapporten från Krondroppsnetet för 2013 (Hansen, m.fl. 2013). I temarapporten redovisades alla månadsdata som hittills producerats inom Krondroppsnetet vad gäller atmosfäriskt nedfall av kväve med nederbörden till öppet fält. Dessutom användes en del data från Krondroppsnetet avseende kvävenedfall som krondropp. Dessa data användes tillsammans med data från Meteorologiska Institutionen Stockholms Universitet (MISU), Luft och nederbördskemiska nätet och EMEP. I rapporten analyserades trender i kvävedepositionen med nederbörden i Sverige sedan mitten av 1950-talet och framåt. Detta ställdes bl.a. i relation till rapporterade utsläpp av kväve från olika källor i Europa. Dessutom jämfördes med modellerade värden för kvävenedfall från SMHI:s MATCH-modell. I rapporten delades Sverige in i tre områden, Figur 15. Det är samma områden som används i den fördjupade utvärderingen av miljömålet *Bara naturlig försurning*.

Temarapportens övergripande slutsatser visar att kvävenedfallet med nederbörden har ökat sedan mitten av 1950-talet för att kulminera runt 1980-1990.



**Figur 15.** Nedfallet av oorganiskt kväve (NO<sub>3</sub> + NH<sub>4</sub>) med våtdepositionen (kg/ha/år) i tre regioner (se karta) för åren 1955-2011. Utöver våtdepositionen finns ett litet inslag av torrdeposition från provtagningsutrustningen i provet. Linjerna visar årsvisa medelvärden från de lokaler som det finns mätdata från det aktuella året. Det färgade området kring linjerna visar medelfelet i data (Standard Error). Det är olika antal stationer olika år. Man ser att variationen i data minskade efter det att Krondroppsnetet startade 1985 främst på grund av att antalet mätstationer

ökade. Efter 2003 har antalet mätplatser återigen minskat. Källa: IVL, 2013; Hansen m.fl., 2013. Analys av de senaste 20 årens månadsvisa data visar på olika mönster vid olika platser, men en sammanvägning visar att kvävenedfallet med nederbörden generellt inte minskat i sydvästra samt norra Sverige på ett statistiskt säkerställt sätt. Dock har kvävenedfallet med nederbörden minskat på ett statistiskt säkerställt sätt i sydöstra Sverige. Resultaten stämmer relativt väl överens med en tidigare studie, där årsdata från Krondroppsnetet och Luft- och Nederbördskemiska nätet användes (Pihl Karlsson m.fl., 2012). I analysen med årsdata erhöles inte någon statistiskt säkerställd förändring av kvävenedfallet med nederbörden under de senaste 20 åren i något område.

Det finns olika förklaringar till att kvävenedfallet inte minskar som förväntat då utsläppen i Europa (EU-27) minskat. Utsläppsinventeringar är behäftade med stora osäkerheter, samtidigt som alla utsläpp från hela EU-27 ej når Sverige. Utsläppen från vissa länder har större betydelse för nedfallet över Sverige än andras. Emissionerna från internationell sjöfart är inte heller med i emissionsberäkningen från EU-27. Vidare har det skett betydande förändringar av atmosfärens kemiska sammansättning vilket kan medföra att norra Europa i större utsträckning påverkas av det kväve som släpps ut i kontinentala och södra Europa.

## Förslag till nytt program

Ett förslag till nytt program för en ny mätperiod 2015-2020 har tagits fram. Programförslaget skickades på remiss till alla deltagare i början på december 2013. Inför den nu föreslagna programperioden 2015-2020 får alla medverkande luftvårdsförbund och länsstyrelser tillsammans med Naturvårdsverket möjlighet att ge synpunkter och kommentarer. Dessa synpunkter kommer att utgöra underlag för den slutliga utformningen av Program 2015. Programförslaget innebär en optimering utifrån aktuella frågeställningar och rådande ekonomiska ramar. I sin helhet anses antalet mätplatser inom programmet vara något i underkant. Därför har en besparing skett på bekostnad av antal analysparametrar i stället för antal mätplatser. En ambition inför Program 2015 är att ytterligare samordna och samredovisa resultaten mellan olika mätplatser, oavsett länsstillhörighet.

## Totaldeposition av baskatjoner till skog

Arbete med att uppskatta totaldepositionen av olika baskatjoner pågår då krondroppsamtningar, på grund av en interncirkulation av dessa ämnen, inte ger ett fullständigt mått på totaldepositionen. Under 2013 publicerades en rapport där det totala nedfallet av baskatjoner uppskattas 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 trädkronorna samt att den relativa fördelningen av torrdepositionen av olika ämnen är densamma till teflontrådarna som till trädkronorna. Med hjälp av strängprovtagare samt nedfallsmätningar på öppet fält och i krondropp beräknas den partikelbundna torrdepositionen av baskatjoner för 12 platser i landet under en period av 8 år.

Per Erik Karlsson, Martin Ferm, Hans Hultberg, Sofie Hellsten, Cecilia Akselsson, Gunilla Pihl Karlsson, Karin Hansen. 2013a. Totaldeposition av baskatjoner till skog. IVL B2058.

## Tre nya vetenskapliga publikationer:

Under 2013 publicerades tre vetenskapliga publikationer där data från Krondropps nätet ingick.

- Akselsson, C., Hultberg, H., Karlsson, P.E., Pihl Karlsson, G., Hellsten, S., 2013. Acidification trends in south Swedish forest soils 1986-2008 – slow recovery and high sensitivity to sea-salt episodes. *Science of the Total Environment* 444, 271-287.
- Bahr, A., Ellström, M., Akselsson, C., Ekblad, A., Mikusinska, A., Wallander, H., 2013. Growth of ectomycorrhizal fungal mycelium along a Norway spruce forest nitrogen deposition gradient and its effect on nitrogen leakage. *Soil Biology and Biochemistry* 59, 38-48.
- Karlsson, P.E., Ferm, M., Tømmervik, H., Hole, L.R., Pihl Karlsson, G., Ruoho-Airola, T., Aas, W., Hellsten, S., Akselsson, C., Nørgaard Mikkelsen, T., Nihlgård, B. 2013b. Biomass burning in eastern Europe during spring 2006 caused high deposition of ammonium in northern Fennoscandia. *Environmental Pollution* 176, 71–79.

Publiceringen av ovan nämnda artiklar finansierades av Naturvårdsverkets miljömålsarbete, forskningsprogrammet CLEO, forskningsprogrammet LUCCI, FORMAS samt av Nordiska Ministerrådet.

## 5. Möten och konferenser 2013

**Havs- och vattenforum, HaV.** Den 16 april medverkade Cecilia Akselsson vid Havs- och vattenforum i Göteborg, arrangerat av HaV. Hon ledde tillsammans med Christer Ågren, Luftförorenings- och klimatsekretariatet, en workshop om försurningspåverkan från luftutsläpp och skogsbruk, och presenterade då bland annat resultat från Krondropps nätet nedfalls- och markvattenkemimätningar.

**Krondropps dagarna 2013.** Den 24-25 april 2013 genomfördes Krondropps dagarna 2013. Senast Krondropps dagarna genomfördes var 2009, varför det återigen var viktigt att samlas och diskutera verksamheten. Syftet med dessa dagar var att presentera resultat, ge en överblick över verksamheten samt få synpunkter på och diskutera hur Krondropps nätet ska utvecklas i framtiden. 30 personer deltog i mötet och många intressanta frågeställningar diskuterades, allt ifrån situationen i norra Sverige och fjällen, meteorologiska mätningar, RUS, modellering och nya indikatorer i miljömålsuppföljningen baserade på markvatten till kopplingen skogsbruk-markvatten-ytvatten. Utöver föredragen om resultat från Krondropps nätet hölls även föredrag av representanter från Naturvårdsverket, Skogsstyrelsen, Havs- och vattenmyndigheten, Luftförorenings- och klimatsekretariatet samt Göteborgs universitet.



***IUFRO-konferens om effekter på vegetation av klimatförändring och luftföroreningar.*** Den 1-6 september anordnade IUFRO, "International Union of Forest Research Organizations", konferensen "Vegetation Response to Climate Change and Air Pollution – Unifying Evidence and Research from Northern and Southern Hemisphere" i Ilhéus i Brasilien. Cecilia Akselsson höll ett föredrag, "Can increased weathering rates due to future warming compensate for base cation losses at whole-tree harvesting?". I presentationen ingick resultat från Krondroppsnetets nedfalls- och markvattenkemimätningar.

***Seminarium på KSLA om skogsbruk i ett förändrat klimat.*** Den 16 oktober 2013 arrangerades ett seminarium på KSLA i Stockholm, "Skogsbruk i ett förändrat klimat – Hur påverkas mångfald och miljö?". Arrangörer var forskningsprogrammen BECC, Mistra-SWECIA och CLEO tillsammans med KSLA. Data från Krondroppsnetet ingick i tre presentationer, av Cecilia Akselsson, Håkan Wallander och Salim Belyazid, Lunds universitet.

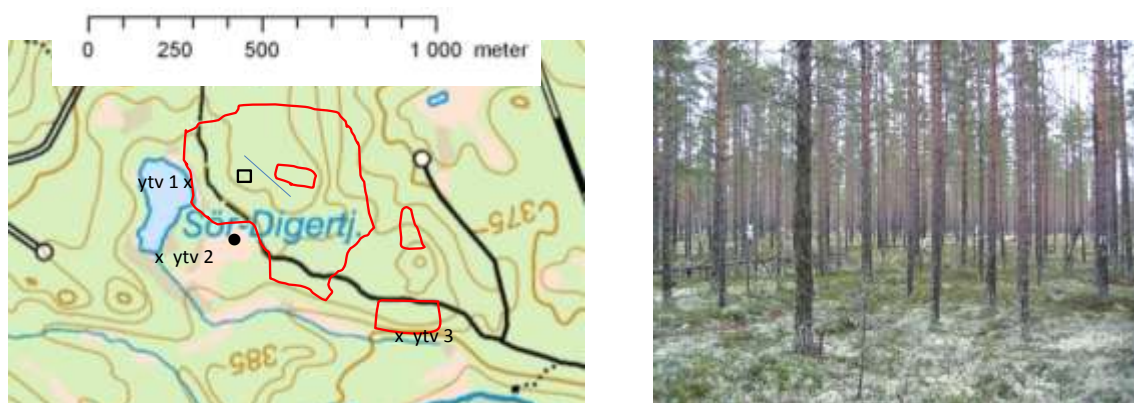
***Seminarium vid ICOS workshop.*** Forskningsprogrammet ICOS (Integrated Carbon Observation Systems) arrangerade en workshop med temat "The role of the boreal ecosystems for the regional carbon cycle" i Ultuna 21-22 oktober 2013. Per Erik Karlsson presenterade där metodiken för att bestämma torrdepositionen till skog med hjälp av s.k. "strängprovtagare".

## 6. Specialprojekt på krondroppsytor

### Kvävegödsling av en krondroppsytta i Jämtland

Ökad kvävegödsling är ett sätt att öka tillväxten i den svenska skogen. Skogsstyrelsen ser för närvarande över sina allmänna råd vad gäller kvävegödsel på skogsmark. I norra Sverige är det tillåtet att kvävegödsla skogsmarken 2 alternativt 3 gånger med 150 kg N per

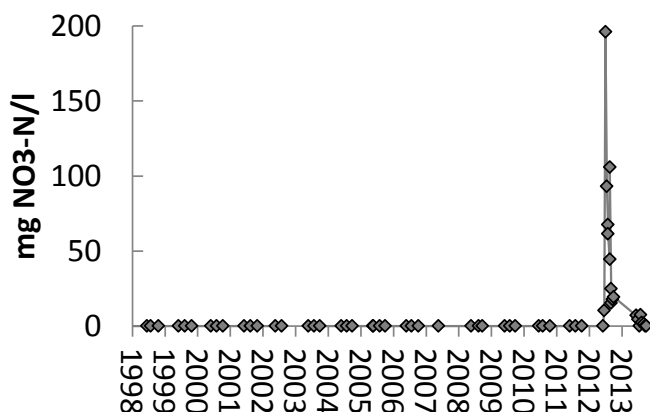
skogsgeneration. Kvävegödsling av skogsmark är i nuläget inte tillåtet i sydvästra Sverige och tillåtet i mycket begränsad omfattning i sydöstra Sverige (Skogsstyrelsen, 2007) till stor del beroende på att det atmosfäriska nedfallet av kväve till skogen i dessa områden är så pass hög att det finns en risk för överskott av kväve, vilket kan leda till kväveutlakning (Zetterberg m.fl., 2006). Det förs diskussioner om att minska något på restriktionerna bland annat vad gäller gödsling av tallskog i sydöstra Sverige. Resultat från mätningar av markvatten vid krondroppsytorna kan bidra med viktig information vad gäller risker för kväveläckage, t.ex. i samband med störningar som stormar eller insektsangrepp, eller vid olika typer av skogsbruksåtgärder, t.ex. skogsgödsling eller gallring.



**Figur 16.** Karta över området vid Sör-Digertjärn som gödslades 2012, markerat med en röd linje. En svart fyrkant i figuren markerar krondroppsytan. En tunn blå linje öster om KD-ytan markerar den uppskattade vattendelaren vad gäller avrinningen mot sjön. Tre platser för provtagning av ytvatten, ytv 1, ytv 2, samt ytv 3, är markerade. Till höger, ett fotografi av krondroppsytan, taget mot nordost.

En provyta inom Krondroppsnetet med tallskog i Jämtlands län, Sör-Digertjärn, gödslades i juni 2012 med 150 kg N/ha (Figur 16). Genom finansiering från C.F. Lundströms Stiftelse, samt från Länsstyrelsen i Jämtlands län och från Havs- och vattenmyndigheten, intensifierades pågående mätningar av markvattenkemi. Dessutom startades nya mätningar av ytvattenkemi i en närbelägen tjärn och även i dess utlopp (Figur 16), för att kunna följa upp gödslingseffekterna på mark- och ytvatten. Tidigare mätningar av markvattenkemi vid provytan sedan 1997 har inte visat några förhöjda halter av nitrat eller ammonium. Mätningar under 2012 och 2013 visade att skogsgödslingen vid Sör-Digertjärn redan efter tre veckor resulterade i mycket höga halter av både nitrat- och ammoniumkväve i markvattnet. Även under 2013 har halterna av nitratkväve i markvattnet varit klart förhöjda, medan halterna av ammoniumkväve återgått till samma låga nivå som före gödslingen. I Figur 17 visas nitralthalterna i markvattnet.





Figur 17. Halterna av nitrat i markvatten från 50 cm djup vid krondroppsytan Sör-Digertjärn.

Det finns ännu inga tecken på ökade halter av kväve i ytvattnet i Sör-Digertjärn eller nedströms i den avrinnande bäcken som ett resultat av gödningen. Tolkningen av dessa resultat försvåras dock av att det saknas jämförbara mätningar i ytvattnet från tidigare år. Eftersom den gödslade ytan ligger på en moränås är det möjligt att huvuddelen av kväveöverskottet gick ner i grundvattnet. Tyvärr genomfördes inga grundvattenmätningar.

Det är angeläget att följa halterna av nitrat- och ammoniumkväve i ytvatten under ytterligare några år samt i samband med en framtida avverkning. Då först kan en samlad bedömning göras av effekterna av skogsgödningen på ett lågproduktivt tallbestånd i norra Sverige.

## Dynamisk modellering på krondroppsytor

Under 2010 initierades FORMAS-projektet "Kväveomsättning i skogsmark – vilka faktorer påverkar kväveutlakningen och hur kan vi förbättra de dynamiska modellerna?", som finansierade en omfattande provtagning av de då aktiva krondroppsytor, bland annat med avseende på trädegenskaper som höjd och diameter och markegenskaper i olika markskikt. Många av ytorna ingår i Skogsstyrelsens nät av skogliga observationsytor, vilket innebär att det finns tidigare mätningar, bland annat av tr addediameter och trädhöjd, som i sin tur gör att tillväxtberäkningar kan göras.

De kartlagda krondroppsytor utgör underlag för dynamisk ekosystemmodellering med ForSAFE-modellen i ett flertal projekt vid Lunds universitet. ForSAFE behöver indata i form av tidsserier för klimat, nedfall och skogsbruk, samt totalkemi i marken, kornstorleksfördelning och densitet, och kan då modellera vittring, nedbrytning, träd tillväxt samt halter av kol, kväve och baskatjoner i fast mark och i markvatten. Krondroppsnätets ytor är optimala som underlag för ForSAFE-modellering, eftersom indata är av bra kvalitet, och eftersom det även finns bra tidsserier på markvattenkemi och träd tillväxt för utvärdering av modellresultaten.

Modellering på krondroppsytor kan tjäna olika syften. Det kan bidra till ökad processförståelse och modellutveckling, vilket till exempel utnyttjas i ovan nämnda FORMAS-projekt, där modellresultat från en nyligen avverkad krondropsyta vid Västra Torup i

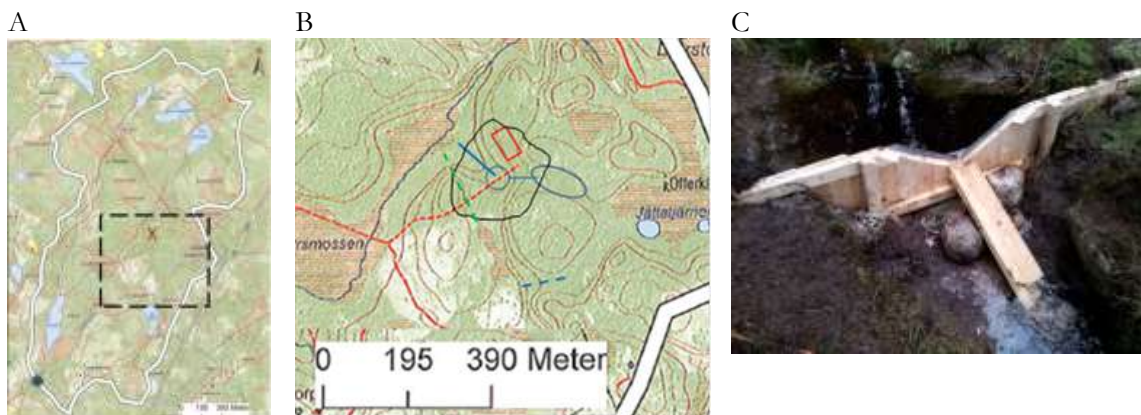
Skåne (Zanchi m.fl., 2014), kommer att jämföras med modellresultat från den närliggande nystartade ytan Hissmossa. Båda är granskogar, men markvattenkemin skiljer sig mycket åt. I Västra Torup var nitratkvävehalterna mycket låga ända tills skogen avverkades, medan halterna i Hissmossa har varit förhöjda vid samtliga tillfällen sedan mätstarten i slutet av 2010. Modelleringen i Västra Torup fångar in ökningen i kvävehalt i markvattnet efter avverkning. Modelleringen i Hissmossa kommer att visa om modellen kan prediktera de förhöjda kvävehalterna i markvattnet som uppmäts där, och studien kommer att vara en bra grund för ökad förståelse av kväveprocesser i marken.

Modellering vid krondroppsytorna kan även utnyttjas för framtidssimuleringar av markvattenkemi och tillväxt vid olika klimat-, skogsbruks- och depositionsscenarioer. Arbete med detta pågår inom CLEO-programmet (se sid 31).

*Zanchi, G., Belyazid, S., Akselsson, C., Yu, L., 2014. Modelling the effects of management intensification on multiple forest services: a Swedish case study. Ecological Modelling 284, 48–59.*

## Från markvatten till bäckvatten

Mellan markvatten och de mindre vattendragen finns en bäcknära zon som har en betydande inverkan på vattenkemin. Fördelen med att övervaka markvattenkemi i skogsmarken ligger i att få en tidig varning om förändringar av skogsmarken innan de har blivit så genomgripande att de syns ända ut i vattendragen. Nackdelen ligger i svårigheten att bedöma konsekvenserna i ytvattnet av förändringarna i markvattnet. Krondropps nätet har som en målsättning att förbättra kunskaperna vad gäller samband mellan mark- och bäckvatten, genom att etablera nya krondroppsytor i väl definierade avrinningsområden och att få till stånd provtagning och analys av bäckvattnet som kommer ut från dessa områden. En första etablering av en ny krondroppsytta, Storskogen, inom ett lämpligt avrinningsområde (Sågebäcken) finns nu i Västra Götalands län (Figur 18) mellan Alingsås och Borås. Provtagning av avrinningen ut från området har genomförts av Länsstyrelsen i Västra Götalands län sedan slutet av 1990-talet. Bäckvattnet är fortfarande kraftigt försurat och transporten av oorganiskt aluminium ut från området är hög (Länsstyrelsen VG län: 2012:02).



**Figur 18.** A, Avrinningsområdet Sägebäcken. Avrinningsområdet avgränsas av den breda vita linjen. ● Befintliga ytvattenmätningar i Sägebäcken som avvattnar hela avrinningsområdet (finansierat av Länsstyrelsen i Västra Götaland). B, En uppförstoring (från figur A) av ett mindre delavrinningsområde i anslutning till krondroppsytan. En svart oregelbunden linje indikerar avgränsningen för delavrinningsområdet. En tjockare blå linje visar bäcken där provtagningen av bäckvatten sker. En tjock röd rektangel visar krondroppsytan. Blå cirklar indikerar sankmarker. C, Ett foto av den nyanlagda dammen (2014-04-10).

Med finansiellt stöd från HaV-myndigheten etablerades under våren 2014 en damm för provtagning av bäckvattnet i bäcken nedanför, väster om krondroppsytan (Figur 18 B & C). Dessutom kommer två grundvattenrör att placeras ut i sluttningen mellan krondroppsytan och provtagningsbäcken. Provtagning av bäck och grundvatten kommer att ske månadsvis året runt. Tillsammans med nedfallsmätningar på öppet fält samt mätningar av torrdeposition med strängprovtagare finns möjlighet till beräkningar av totalbudgetar för olika ämnen för avrinningsområdet Sägebäcken om mätningar med öppet fält och strängprovtagare startas. Mätningarna i mark-, grund- och bäckvatten kommer bl.a. att kunna användas som underlag för att utveckla modellen ForSAFE till att kunna beskriva markkemiska förändringar vid lateralt vattenflöde från mark till bäckvatten. Inom Krondroppsnätet finns målsättningen att starta liknande provtagningar även i andra län där det finns möjlighet att etablera nya krondroppsytor i lämpliga avrinningsområden.

## 7. Pågående policyrelaterat arbete med koppling till Krondroppsnätet

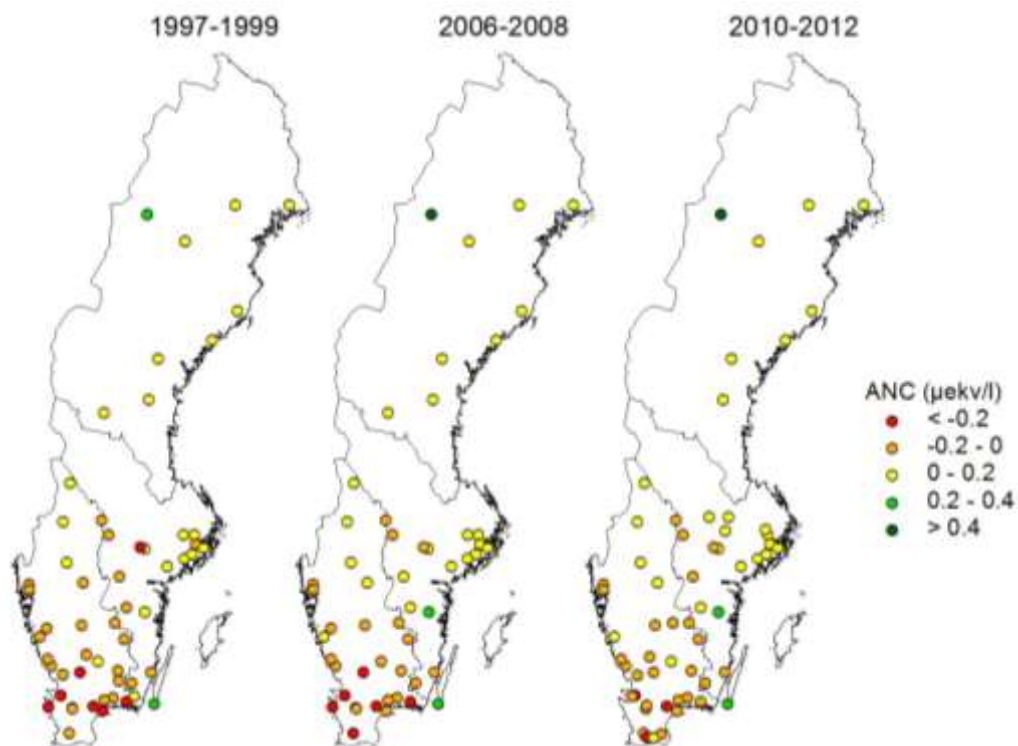
### Fördjupad utvärdering och förslag på nya indikatorer

Under 2014 pågår arbete med fördjupade utvärderingar av de 16 miljö kvalitetsmålen. Utvärderingarna ska vara klara 1 september 2015. Data från krondroppsytor används i flera sammanhang i arbetet med att ta fram underlag för miljö kvalitetsmålet *Bara naturlig försurning*.

### **Förslag på att inkludera ANC i markvatten i indikatorn "Försurad skogsmark"**

Markkemi från Markinventeringen har hittills använts för att utvärdera indikatorn *Försurad skogsmark*. Krondroppsnetets projektledningsteam förespråkar att indikatorformuleringen ändras så att även markvattenkemi, från Krondroppsnetet, ingår tillsammans med markkemi från Markinventeringen. Markvattenkemin skulle med sina goda förutsättningar för trendanalys på ett bra sätt komplettera Markinventeringen, som i sin tur ger en bra geografisk täckning. Ett färdigt förslag på hur markvattenkemin skulle kunna användas har tagits fram och testats under 2012-2013. Indikatorformuleringen lyder: "Andel krondroppsytor med ANC<0 i markvattnet".

ANC (syraneutraliserande förmåga) i markvattnet för tre olika tidsperioder (medianvärde) visas i Figur 19. Andel krondroppsytor med ANC<0 tenderar att minska något från första perioden till sista. I den sydvästra regionen minskade andelen från 83 % till 77 %. I den centrala/sydöstra delen var motsvarande minskning från 47 % till 30 %. I den norra delen har ingen provyta haft ANC<0 under någon av tidsperioderna. ANC i markvatten kommer att tas upp i den fördjupade utvärderingen, men det är ännu inte klart om det kommer att ingå i indikatorn *Försurad skogsmark*.

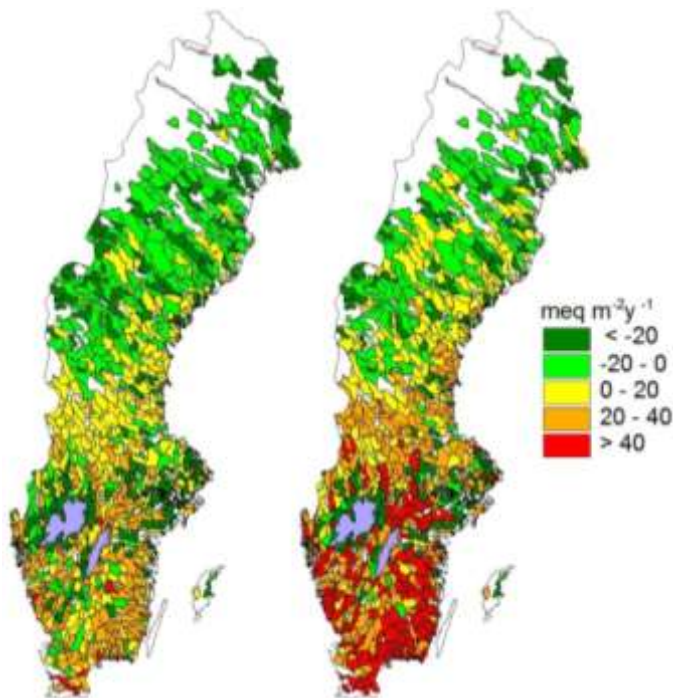


**Figur 19.** ANC i markvatten på 50 cm djup på krondroppsytor, medianvärde för varje yta från tre olika treårsperioder. Gränserna för de tre försurningsregionerna är utmärkta på kartan.

### **Förslag på ny indikator för skogsbrukets försurningspåverkan**

Svavelnedfallet har minskat kraftigt under de senaste decennierna, och därmed har försurningspåverkan på skogsmark från luftföroreningar minskat. Försurningspåverkan från skogsbruket har däremot ökat, då efterfrågan på förnybar energi ökat frekvensen av helträdsuttag, det vill säga uttag av grenar och toppar (grot) utöver stamuttaget. Detta har gjort att försurningspåverkan från luftföroreningar och skogsbruk nu troligen är i samma storleksordning, och skogsbrukets betydelse kan förväntas öka i framtiden. För miljö kvalitetsmålet *Bara naturlig försurning* finns indikatorer på nedfall av försurande ämnen, men ingen indikator som hanterar skogsbrukets försurning. Mot bakgrund av skogsbrukets ökade roll är det motiverat att tillföra en sådan indikator, och ett förslag på indikatorformulering, "Överskridande av kritiskt baskatjonuttag i granskog", har tagits fram.

Kritiskt baskatjonuttag bygger på samma princip som kritisk belastning, som använts under många år i arbetet med att begränsa emissionerna av svavel och kväve. Skillnaden är att i stället för att beräkna det högsta nedfall som kan tillåtas utan att en kritisk gräns överskrids, då baskatjonuttag och övriga parametrar hålls konstanta, beräknas det högsta baskatjonuttag som kan tillåtas utan att en kritisk gräns överskrids, då nedfall och övriga parametrar hålls konstanta. Arbetet pågår för närvarande med att finslipa metodiken för att utvärdera indikatorn. Några frågor som diskuteras är vilket nedfall som ska användas, vilken kritisk gräns som ska sättas samt hur askåterföringen ska vägas in. I Figur 20 visas överskridande av kritiskt baskatjonuttag i granskog, med antagandet att enbart det kväve som läcker från systemet som nitratkväve försurar, med ANC=0 som kritisk gräns, och utan att hänsyn tagits till askåterföring. Gul, orange samt röd färg indikerar överskridanden.



**Figur 20.** Överskridande av kritiskt baskatjonuttag i granskog vid stamuttag (a) och uttag av stam och grot (b).

### ***Utvärdering av förändring i markkemi på krondroppsytor***

Under åren 1995-1998 provtogs Skogsstyrelsens skogliga observationsytor med avseende på markkemi. Prover togs från humuslagret, 0-5 cm samt 5-10 cm i mineraljorden. Under 2010-2011 upprepades provtagningen av markkemi på de av observationsytorna som då fortfarande var aktiva krondroppsytor. Provtagningen och analyserna finansierades av FORMAS, med bidrag från Naturvårdsverket. Syftet med provtagningen var att ta fram ett underlag för studier av återhämtning i mark på väl undersökta ytor, där det även finns tidsserier för markvattenkemi.

Inför den fördjupade utvärderingen av *Bara naturlig försurning* kommer återhämtning från försurning studeras på de 46 ytorna genom att jämföra data från de två tidpunkterna, till exempel för pH och basmättnad, i de tre lager där mätningar gjorts. Det översta mineraljordskiktet är av särskilt intresse då det används i bedömningsgrunden för markförsurning. Resultaten kommer även att jämföras med tidsserierna för markvattenkemi på samma platser. Detta kan bidra till kunskapen om interaktionen mellan mark och markvatten vid återhämtning från försurning, och kan vara till hjälp vid tolkning av resultat från tidsserieanalys av markkemi från Markinventeringen och markvattenkemi från Krondroppsnetet.

## **Förslag till reviderad luftvårdspolitik inom EU**

Det finns ett nytt förslag till revidering av ett EU-direktiv som är ute på remiss i Sverige. Det gäller Europaparlamentets och rådets direktiv om minskning av nationella utsläpp av vissa luftföroreningar och om ändring av direktiv 2003/35/EG. Om förslaget går igenom kan mätningarna i Krondroppsnetet i flera fall användas för uppföljningen av direktivet framöver.

Syftet med direktivet är bland annat att fastställa gränser för medlemsstaternas utsläpp till luften av försurande och övergödande föroreningar, ozonbildande ämnen, primära partiklar och utgångsämnena för bildning av sekundära partiklar och andra luftföroreningar. Direktivet inför krav på att nationella luftvårdsprogram utarbetas, antas och genomförs samt krav på att utsläpp av föroreningar och **deras effekter övervakas** och rapporteras.

Enligt artikel 8 ska medlemsstaterna om möjligt **övervaka luftföroreningars negativa effekter på** akvatiska och **terrestra ekosystem**, i enlighet med bestämmelserna i bilaga V till direktivförslaget.

### **Ur BILAGA V framgår: "Övervakning av föroreningars effekter i miljön**

21. Medlemsstaterna ska se till att deras nät av övervakningsstationer är representativt för sötvattensystem, naturliga och halvnaturliga ekosystem samt **skogsekosystem**.

22. Medlemsstaterna ska se till att övervakningen baseras på följande obligatoriska indikatorer vid alla stationer i det nät som avses i punkt 1:

(f) **För terrestra ekosystem: bedömning av markens surhetsgrad, förlust av näringsämnen i mark, kvävestatus och kvävebalans samt förlust av biologisk mångfald:**

i) huvudindikatorn markens surhetsgrad: utbytbara fraktioner av baskatjoner (basmättnad) och utbytbart aluminium i mark vart tionde år

**samt stödindikatorerna pH, sulfat, nitrat, baskatjoner, aluminiumhalter i marklösningen varje år (i tillämpliga fall).**

- ii) **huvudindikatorn nitrattutlakning i marken (NO<sub>3</sub>, leach) varje år.**
- iii) huvudindikatorn kol-kväveknot (C/N) och stödindikatorn totalkväve i marken (N<sub>tot</sub>) vart tionde år.
- iv) **huvudindikatorn näringsämnesbalans i blad och barr (N/P, N/K, N/Mg) vart fjärde år.”**

Beträffande de förslag som ges i Bilaga V, vad gäller övervakning av föroreningars effekter i miljön, har Krondropps nätets projektledningsteam följande synpunkter:

- Det är bra att det i förslaget inkluderas övervakningsstationer representativa för skogsekosystem. I Sverige är en överväldigande del av skogsarealen brukad skog och det finns konflikter mellan ett intensifierat uttag av biomassa från skogen i samband med avverkningen och den pågående återhämtningen av skogsmarken från försurningspåverkan.
- Det är bra att mätningar av markkemi kombineras med kemiska mätningar i marklösningen, för att följa upp effekter av minskat atmosfäriskt nedfall till följd av minskade emissioner i Europa. Markvattenmätningar har fördelen att de ger en första indikation på risken för påverkan på ytvatten.
- De parametrar som föreslås som stödindikatorer för att beskriva en försurningspåverkan i markvatten, pH, sulfat, nitrat, baskatjoner och aluminiumhalter, är adekvata.
- Vad gäller huvudindikatorn nitrattutlakning i marken (NO<sub>3</sub>, leach) antar vi att man här syftar på halterna av NO<sub>3</sub> i marklösningen. Detta är i så fall en adekvat parameter för att indikera kvävestatus och kvävebalans för skogsmarken.
- Implementeringen av förslaget underlättas av att det sedan 1985 finns ett för Sverige geografiskt heltäckande, väl fungerande övervakningssystem med långa tidsserier (Krondropps nätet) som tre gånger årligen mäter ovan nämnda kemiska egenskaper i marklösningen i representativa skogsekosystem med olika trädslag i brukad skog.
- Det finns sedan 1995 ett övervakningssystem med skogliga observationsytor som drivits av Skogsstyrelsen, där provtagning av blad/barrkemi har bedrivits med regelbundna intervall, med 2-4 års mellanrum. Detta övervakningssystem är nu under avveckling, men skulle kunna tas i bruk igen för att möjliggöra övervakning av den föreslagna huvudindikatorn näringsämnesbalans i blad och barr (N/P, N/K, N/Mg). Dessa mätningar genomförs i många fall på samma ytor som övervakas inom Krondropps nätet.

## Analys av synergier och konflikter mellan miljömål i CLEO-programmet

CLEO-programmet (CLimate change and the Environmental Objectives) är ett forskningsprogram finansierat av Naturvårdsverket, som löper 2010-2015. Fyra miljö kvalitetsmål hanteras i CLEO, *Bara naturlig försurning*, *Ingen övergödning*, *Giftfri miljö* och *Frisk luft*.

Krondropps nätets ytor används på olika sätt i ett av CLEO:s delprogram, om synergier och konflikter kopplat till ett intensifierat skogsbruk.

### *Dynamisk modellering på krondroppsytor*

Som beskrivits ovan används krondroppsytorna tillsammans med kompletterande mätningar för modellering med den dynamiska ekosystemmodellen ForSAFE. Syftena med ForSAFE-modelleringen i CLEO är dels att utvärdera effekten av klimatförändring och förändrat skogsbruk på försurning och kväveutlakning, dels att identifiera synergier och konflikter vid olika klimat- och skogsbruksscenarioer, kopplat till försurning, kväveutlakning och kolinbindning.

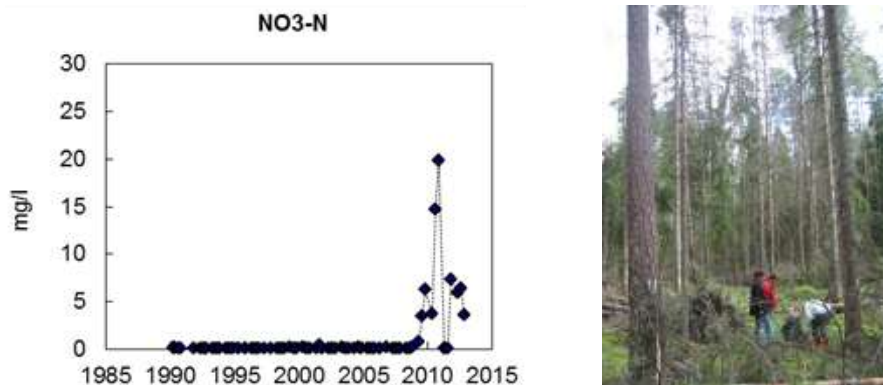
### *Detaljerade massbalansberäkningar*

Inom CLEO har massbalansberäkningar för baskatjoner och kväve gjorts i nationell skala, med 2000 sammanslagna delavrinningsområden (SMED-områden; www.smed.se) som bas. Detta ska kompletteras med beräkningar på krondroppsytor, där mycket mer detaljerade data finns att tillgå. Olika scenarier för biomassa- och nedfall kommer att testas, och osäkerhetsanalyser av vittringsuppskattningar kommer att göras i samarbete med FORMAS-programmet QWARTS, om vittring kopplat till uthålligt skogsbruk. Resultatet av osäkerhetsanalysen kommer att vägas in vid tolkningen av resultaten. Massbalansberäkningarna i SMED-områdena, de mer detaljerade beräkningarna i krondroppsytorna och den dynamiska modelleringen på krondroppsytorna kommer tillsammans att ge ett mer robust underlag till bedömningen av försurning och övergödning i olika delar av landet och vid olika scenarier. Vilket kommer att utgöra viktig input till analysen av synergier och konflikter mellan miljömål vid olika skogsbruksscenarioer.

### *Extrema händelser*

Ett förändrat klimat kan komma att leda till flera extrema situationer i skogen som kan påverka försurning och kväveutlakning. Ett intensifierat skogsbruk kan också påverka försurning och kväveutlakning, till exempel om gödsling ökar i omfattning.

Det stora antalet provytor inom Krondroppsnetet innebär att relativt ovanliga händelser, t.ex. stormfällan och angrepp av granbarkborre (Figur 21) samt skogsgödsling, ändå inträffar med en viss regelbunden frekvens. Data från sådana extrema händelser inom Krondroppsnetet kommer att användas som underlag för att testa hur väl modellen ForSAFE kan användas för att beskriva påverkan på markvattnet från dylika händelser vad gäller försurning och kväveutlakning.



**Figur 21.** Halter av nitrat i markvattnet på 50 cm djup vid krondroppsytan Klippan, belägen i Västra Götalands län, strax öster om Göteborg. År 2008 rapporterades första gången att granarna på provytan var angripna av granbarkborre. Träden stod dock i stor utsträckning kvar uppräta. Längst till höger visas ett foto från ytan taget 2010-08-26.



## Utvärdering av miljöövervakning på Skogsstyrelsens observationsytor

Under 2014 pågår en utvärdering av miljöövervakningen som pågått under 30 år vid Skogsstyrelsens observationsytor (obsytenätet). Miljöövervakningen startade 1984, men dagens nät av observationsytor etablerades mellan 1995 och 1998 och samordnades delvis med regionala mätningar av deposition och markvattenkemi inom Krondropps nätet. Huvudsyftet med programmet var att dokumentera utbredningen av skogsskador och förklara orsakssambanden. På senare år har resurserna till miljöövervakningen minskat kraftigt, mycket på grund av att finansieringen från EU upphörde 2006. Ytor har fallit bort sedan mätningarna startade, på grund av storm- och insektsskador samt avverkning. Allt fler ytor kommer upp i en ålder som gör att slutavverkning blir aktuellt. För att kunna fortsätta mätningarna på ett bra sätt hade därför en revidering av ytsystemet behövts. På grund av bristande resurser har Skogsstyrelsen beslutat att i stället lägga ner obsytenätet.

Mot bakgrund av detta har Skogsstyrelsen tillsatt en utvärdering för att få en bra dokumentation av den genomförda verksamheten, för att insamlade data ska kunna utnyttjas på bästa sätt och för att ha som grund för diskussioner om framtida skoglig miljöövervakning i brukad skog. Utvärderingen utförs av Lunds universitet i samarbete med IVL och kommer att slutrapporteras i december 2014. Ett öppet seminarium planeras till hösten 2014.

## Analys av ozonets inverkan på träd tillväxt

Under 2013 startade ett nytt forskningsprogram, finansierat av Naturvårdsverket, ”Frisk Luft och Klimat” (SCAC, Swedish Clean Air and Climate Research Program). SCAC ska producera underlag till stöd för Naturvårdsverkets internationella och nationella förhandlingsarbete om klimat och luftkvalitet. En del av programmet handlar om kortlivade klimatgaser, s.k. ”short lived climate forcers” (SLCF).

Ozon räknas som en SLCF, dels därför att den är en växthusgas i sig, dels därför att ozon nära marken verkar begränsande för växtlighetens tillväxt och därmed begränsande för det upptag av koldioxid som sker till växtligheten, främst vad gäller skogen. I dagsläget tar den globala terrestra växtligheten upp ca 25 % av de antropogena utsläppen av CO<sub>2</sub>. Ozonets negativa inverkan på unga träd under experimentella förhållanden är relativt väl känd. Däremot har det varit svårare att påvisa ozonets inverkan på vuxna träd i bestånd.

Ett sätt att studera ozonets inverkan på tillväxten hos träd är att korrelera den årliga stamtillväxten med ozonexponeringen för samma år. Svårigheten ligger i att många andra faktorer som styr tillväxten varierar samtidigt. Det krävs därför att även alla andra faktorer som påverkar tillväxten kvantifieras och att alla data analyseras med en avancerad statistisk modell, ett s.k. epidemiologiskt angreppssätt (Karlsson m.fl., 2006). Detta gör det särskilt lämpligt att använda Krondropps nätets försöksytor i denna typ av studier. Med finansiering från SCAC kommer den historiska, årliga träd tillväxten att mätas vid ca 20-30 krondroppsytor genom att borrhår tas från trädstammarna, s.k. dendrokronologi. Förutom faktorer som ozonexponering, atmosfäriskt nedfall, meteorologi inklusive nederbörds mängder, markförhållanden, beståndskaraktärer m.m., kommer årlig markfuktighet att modelleras.

Alla dessa data kommer att sammanställas i en databas som sedan med hjälp av statistisk expertis kommer att analyseras.

Med hjälp av denna statistiska analys kommer ozonets negativa inverkan på trädutväxten förhoppningsvis att påvisas tillsammans med inverkan från alla övriga faktorer.

## 8. Krondroppsnetets webbplats

Krondroppsnetets webbplats ([www.ivl.krondroppsnetet.se](http://www.ivl.krondroppsnetet.se)) kommer att kompletteras med en engelsk version där den viktigaste informationen, samt nedladdning av data kommer att finnas med. Den engelska versionen planeras finnas tillgänglig under hösten 2014.

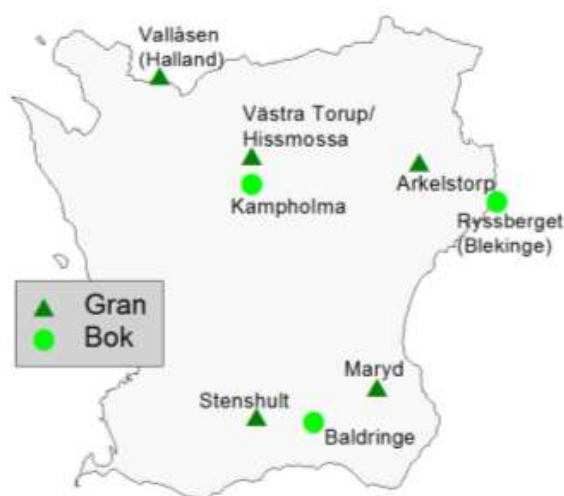
## 9. Referenser

- Akselsson, C., Hultberg, H., Karlsson, P.E., Pihl Karlsson, G., Hellsten, S., 2013. Acidification trends in south Swedish forest soils 1986-2008 – slow recovery and high sensitivity to sea-salt episodes. *Science of the Total Environment* 444, 271-287.
- Bahr, A., Ellström, M., Akselsson, C., Ekblad, A., Mikusinska, A., Wallander, H., 2013. Growth of ectomycorrhizal fungal mycelium along a Norway spruce forest nitrogen deposition gradient and its effect on nitrogen leakage. *Soil Biology and Biochemistry* 59, 38-48.
- EMEP, 2011: Klein, H., Gauss, M., Nyíri, Á., Steensen, B.M. (2011). Transboundary air pollution by main pollutants (S, N, O<sub>3</sub>) and PM. Norwegian Meteorological Institute, Data Note 2011, ISSN 1890-0003.
- Fölster, J. and S. Valinia 2012. Förurningsläget i Sveriges ytvatten 2010. Komplettering till rapport 2011:24. Underlag till utvärdering av miljömålet ”Bara naturlig förurning. Rapport 2012:5, Institutionen för vatten och miljö, SLU.
- Hansen, K., Pihl Karlsson, G., Ferm, M., Karlsson, P.E., Bennet, C., Granat, L., Kronnäs, V., von Brömssen, C., Engardt, M., Akselsson, C., Simpson, D., Hellsten, S. & Svensson, A. 2013. Trender i kvävedeposition över Sverige 1955-2011. IVL Rapport B 2119.
- IVL, 2013. Opublicerat.
- Karlsson, P.E., Örlander, G., Langvall, O., Uddling, J., Hjorth, U., Wiklander, K., Areskoug, B., Grennfelt, P. 2006. Negative impact of ozone on the stem basal area increment of mature Norway spruce in south Sweden. *Forest Ecology and Management* 232, 146-151.
- Karlsson, P.E., Ferm, M., Hultberg, H., Hellsten, S., Akselsson, C., Pihl Karlsson, G. & Hansen, K. 2013a. Totaldeposition av baskatjoner till skog. IVL B2058.
- Karlsson, P.E., Ferm, M., Tømmervik, H., Hole, L.R., Pihl Karlsson, G., Ruoho-Airola, T., Aas, W., Hellsten, S., Akselsson, C., Nørgaard Mikkelsen, T., Nihlgård, B.

- 2013b. Biomass burning in eastern Europe during spring 2006 caused high deposition of ammonium in northern Fennoscandia. *Environmental Pollution* 176, 71–79.
- Länsstyrelsen VG län: 2012:02. Regional övervakning av avrinningen från brukad skogsmark i Västra Götalands, Hallands och Jönköpings län. Utvärdering av perioden 1996-2009.
- Pihl Karlsson, G., Hellsten, S., Karlsson, P.E. Akselsson, C., & Ferm, M. 2012. Kvävedepositionen till Sverige - Jämförelse av depositionsdata från Krondropps nätet, Luft- och nederbörds kemiska nätet samt EMEP. IVL Rapport B 2030.
- Pihl Karlsson, G., Karlsson, P.E., Akselsson, C., Kronnäs, V. & Hellsten, S. 2013. Krondropps nätetns övervakning av luftföroreningar i Sverige – mätningar och modellering. IVL Rapport B 2095.
- Skogsstyrelsen, 2007. Kvävegödsling av skogsmark. Skogsstyrelsen Meddelande 2 • 2007.
- Zanchi, G., Belyazid, S., Akselsson, C., Yu, L., 2014. Modelling the effects of management intensification on multiple forest services: a Swedish case study. *Ecological Modelling* 284, 48–59.
- Zetterberg, T., Hellsten, S., Belyazid, S., Karlsson, P.E. och Akselsson, C. 2006. Regionala förutsättningar och miljörisker till följd av skogsmarksgödsling vid olika scenarier för skogsskötsel och kvävedeposition – modellerade effekter på kväveupplagring, biomassa, markkemi. IVL Rapport B 1691.

## Bilaga 1. Stationsvis redovisning

Här presenteras årets mätningar vid de olika lokalerna tillsammans med tidigare års mätningar. För deposition redovisas data som årssumma för hydrologiskt år. För markvattendata visas de tre senaste årens mätningar. De tre markvattenprovtagningarna som genomförs varje kalenderår avses representera förhållandena före, under samt efter vegetationsperioden. Lufthaltsdata redovisas som medelhalt över hydrologiska år.



I Skåne län finns sex aktiva lokaler inom Krondroppsnätet, varav fyra är granytor och två är bokytor (Tabell B1:1). Tre av ytorna, Hissmossa, Stenshult och Baldringe startades 2010 och för dem finns nu tre års mätningar. Den längsta tidsserien kommer från granytan i Arkelstorp, där mätningar började 1988. I bokskogen i Kampholma startade mätningarna 1996 och mätningarna i granskogen i Maryd har pågått sedan 2001. Utöver mätningarna i Skåne redovisas här även mätningar från granytan Vallåsen i sydligaste Hallands län och bokytan Ryssberget i västra Blekinge, båda mycket nära gränsen till Skåne.

Tabell B1:1. Aktiva ytor i Skåne län 2012/13.

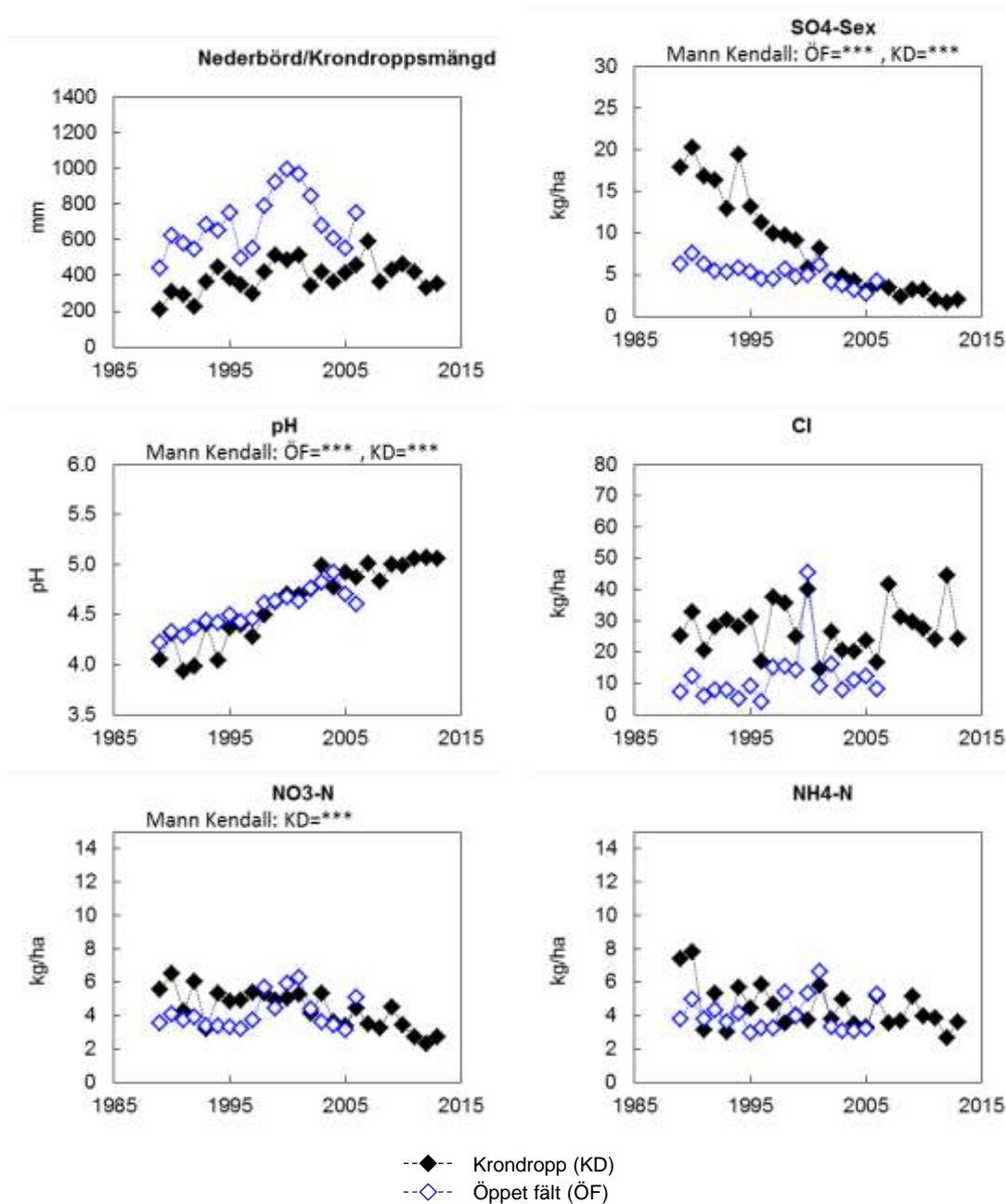
Lokal	Dominerande trädslag	Öppet fält	Kron-dropp	Mark-vatten	Lufthalter			
					SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	O <sub>3</sub>
Arkelstorp (L 05)	Gran		X	X				
Kampholma (L 12)	Bok		X	X				
Maryd (L 15)	Gran		X	X				
Hissmossa (L 18)	Gran	X	X	X	X	X	X	X
Stenshult (M 16)	Gran	X	X	X				
Baldringe (M 17)	Bok		X	X				
Vallåsen (N 17) (Halland)	Gran		X	X				
Ryssberget (K 07) (Blekinge)	Bok		X	X				

Undersökningarna i Skånes län är resultat av ett lagarbete där provtagning utförts av K. Koos och A. Jonshagen via IVL. På IVL har K. Koos och P. Andersson skött kontakter med provtagare medan främst L. Björnberg, P. Bengtsson, P. Andersson, S. Kuikka, S. Honkala och V. Andersson har analyserat proverna. Granskning av data har huvudsakligen utförts av P. E. Karlsson, S. Hellsten och G. Pihl Karlsson. Databasen sköts av G. Malm. Databehandling och rapportering av resultaten har utförts av C. Akselsson, S. Hellsten, P. E. Karlsson samt G. Pihl Karlsson.

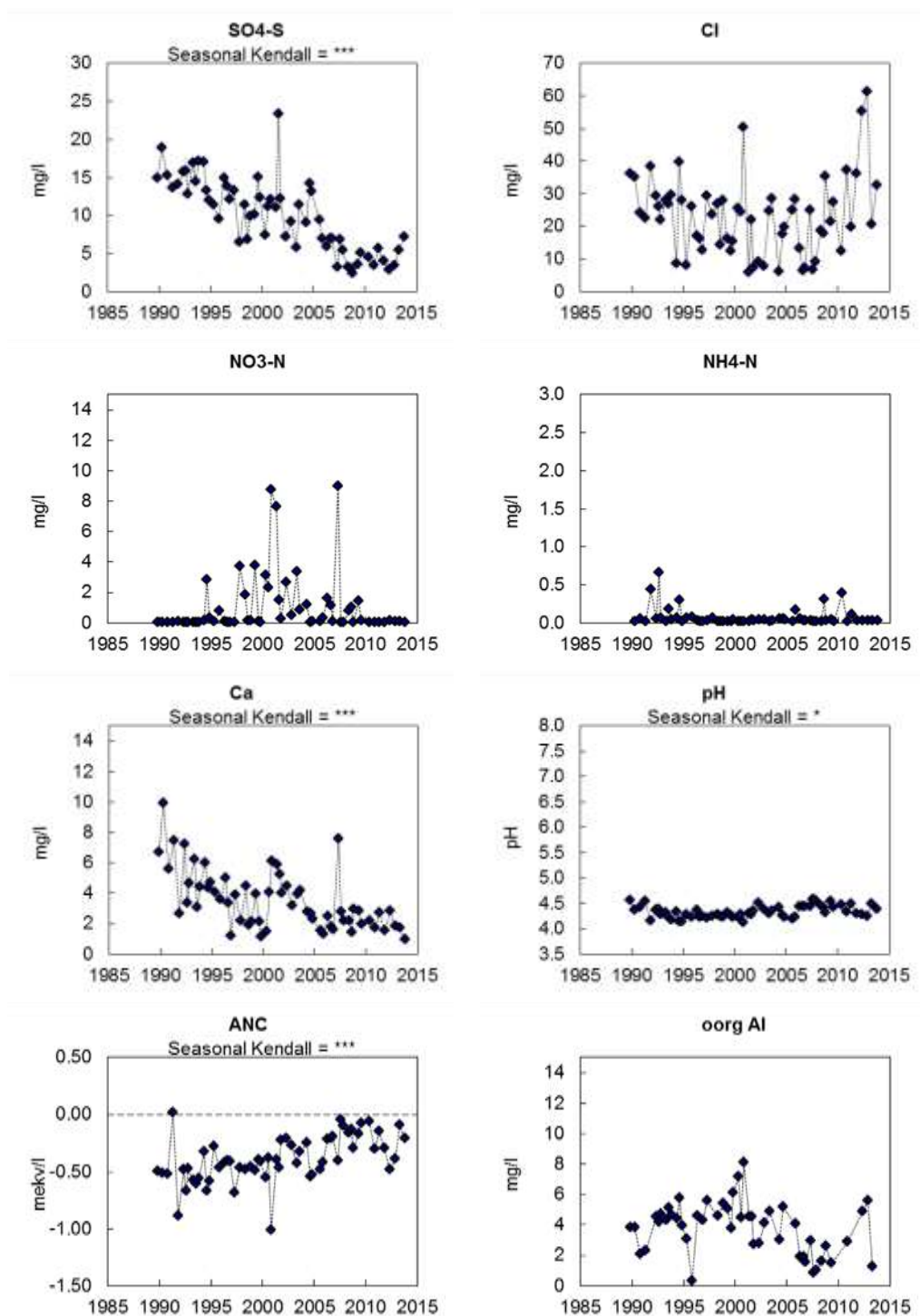
**Arkelstorp (L 05):** Högt belägen granyta med ståndortsindex G32 på stenig/blockig moränmark i en relativt vindskyddad nordlig sluttning i nordöstra Skåne. Vegetationen består av husmossa, kvastmossa, kranshakmossa, skogsbjörnmossa, cypressfläta, ormbunkar, harsyra, kruståtel, hallon, näva, fläder och bredbladigt gräs. Skogen är 58 år (2013) och gallrades sommaren 1995. Måttlig gallring gjordes även i september 1998. I samband med stormen Gudrun 2005 föll 2-3 träd i ytan. Mätningarna på öppet fält avslutades 2006 och lufthaltsmätningarna avslutades i januari 2007. I skogsytan provtas deposition (krondropp) och markvatten.



**Figur B1:1.** Krondroppsytan i Arkelstorp.



**Figur B1:2.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Arkelstorp, L 05**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO<sub>4</sub>-S ex), pH, kloridjoner (Cl), nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N) och ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N). 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.



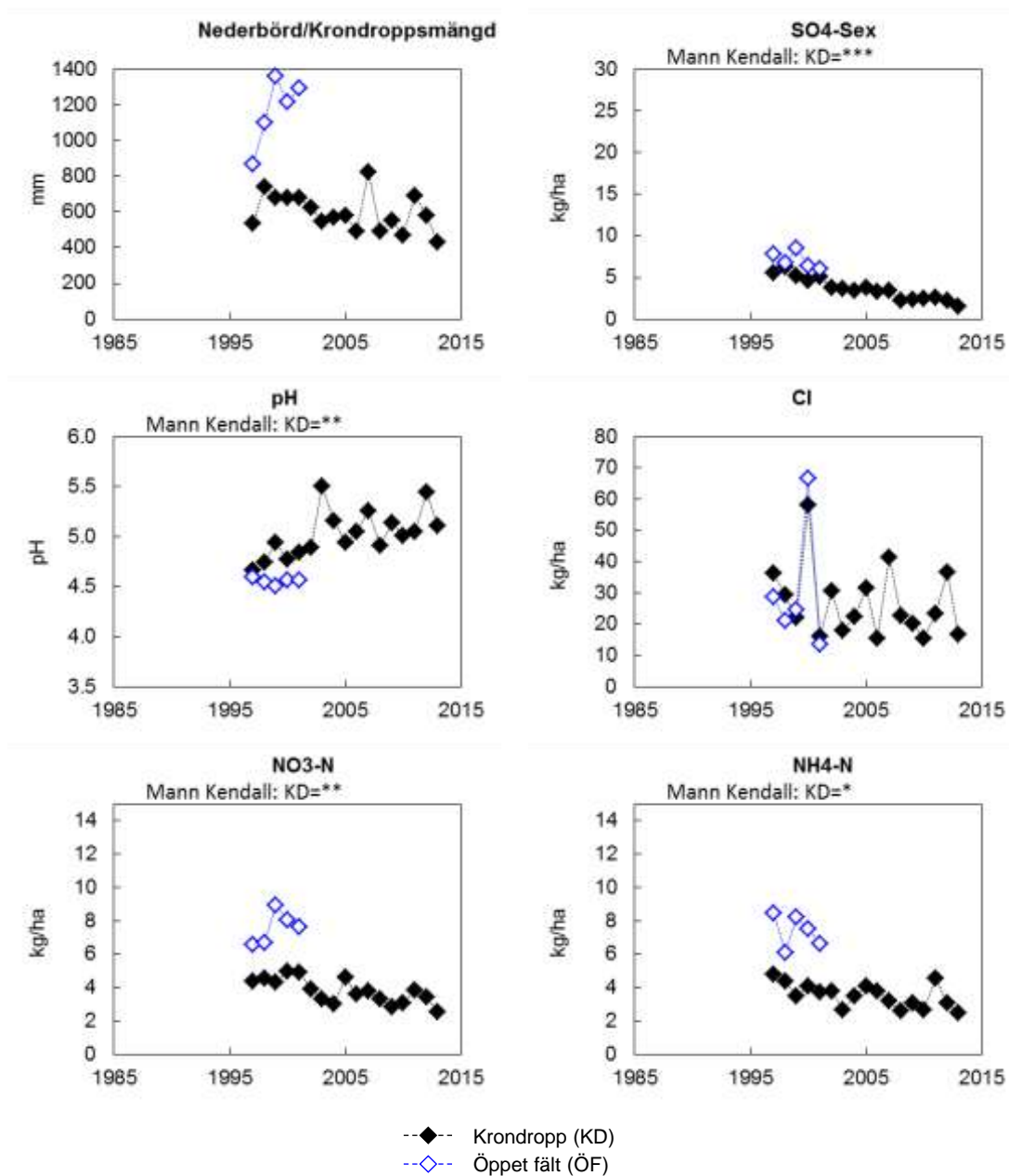
**Figur B1.3.** Markvattenkemi vid **Arkelstorp, L 05**: sulfatsvavel ( $\text{SO}_4\text{-S}$ ), kloridhalt ( $\text{Cl}$ ), nitratkväve ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), ammoniumkväve ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), kalciumhalt ( $\text{Ca}^{2+}$ ), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) och oorganiskt 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.

**Kampholma (L 12):** Högt belägen bokyta med 115-årig skog belägen 135 m över havet. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001. Numera mäts deposition via krondropp samt markvattenkemi.

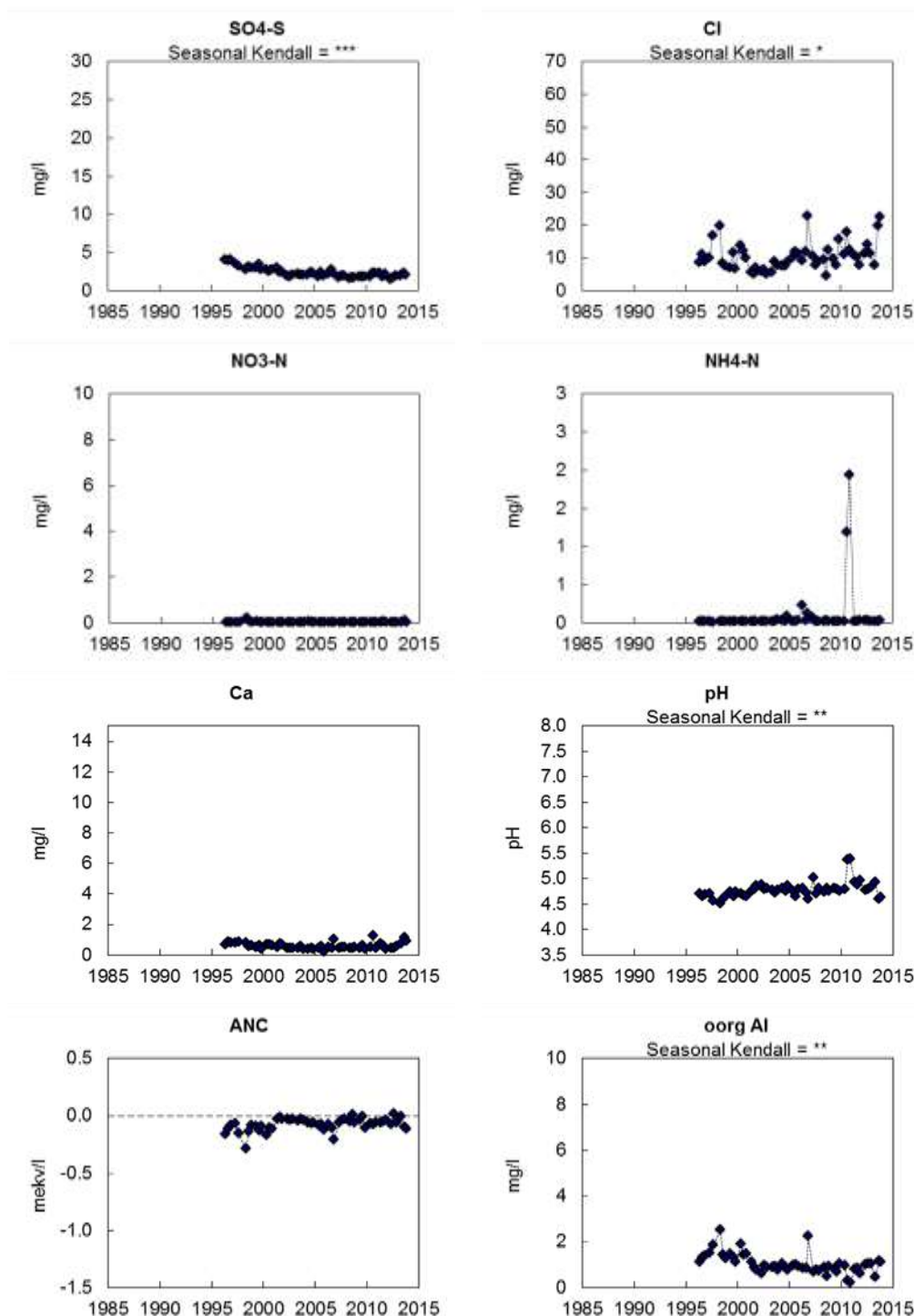


**Figur B1:4.** Krondroppsytan i Kampholma.





**Figur B1:5.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Kampholma, L 12**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO<sub>4</sub>-S ex), pH, kloridjoner (Cl), nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N) och ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N). 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.

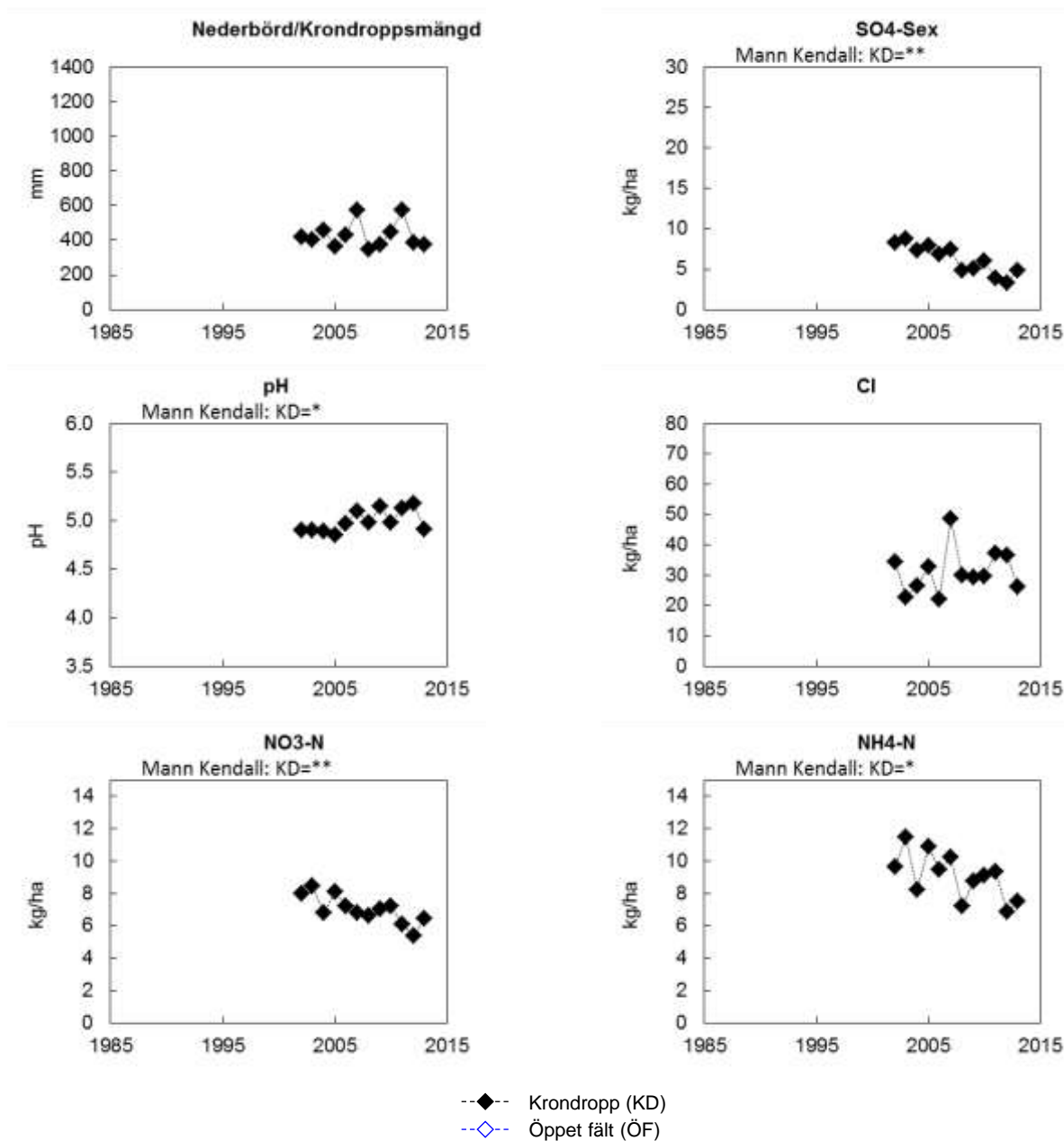


**Figur B1:6.** Markvattenkemi vid **Kampholma, L 12**: sulfatsvavel ( $\text{SO}_4\text{-S}$ ), kloridhalt ( $\text{Cl}$ ), nitratkväve ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), ammoniumkväve ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), kalciumhalt ( $\text{Ca}^{2+}$ ), pH, markvattnets syranutraliserande förmåga (ANC) och oorganiskt 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.

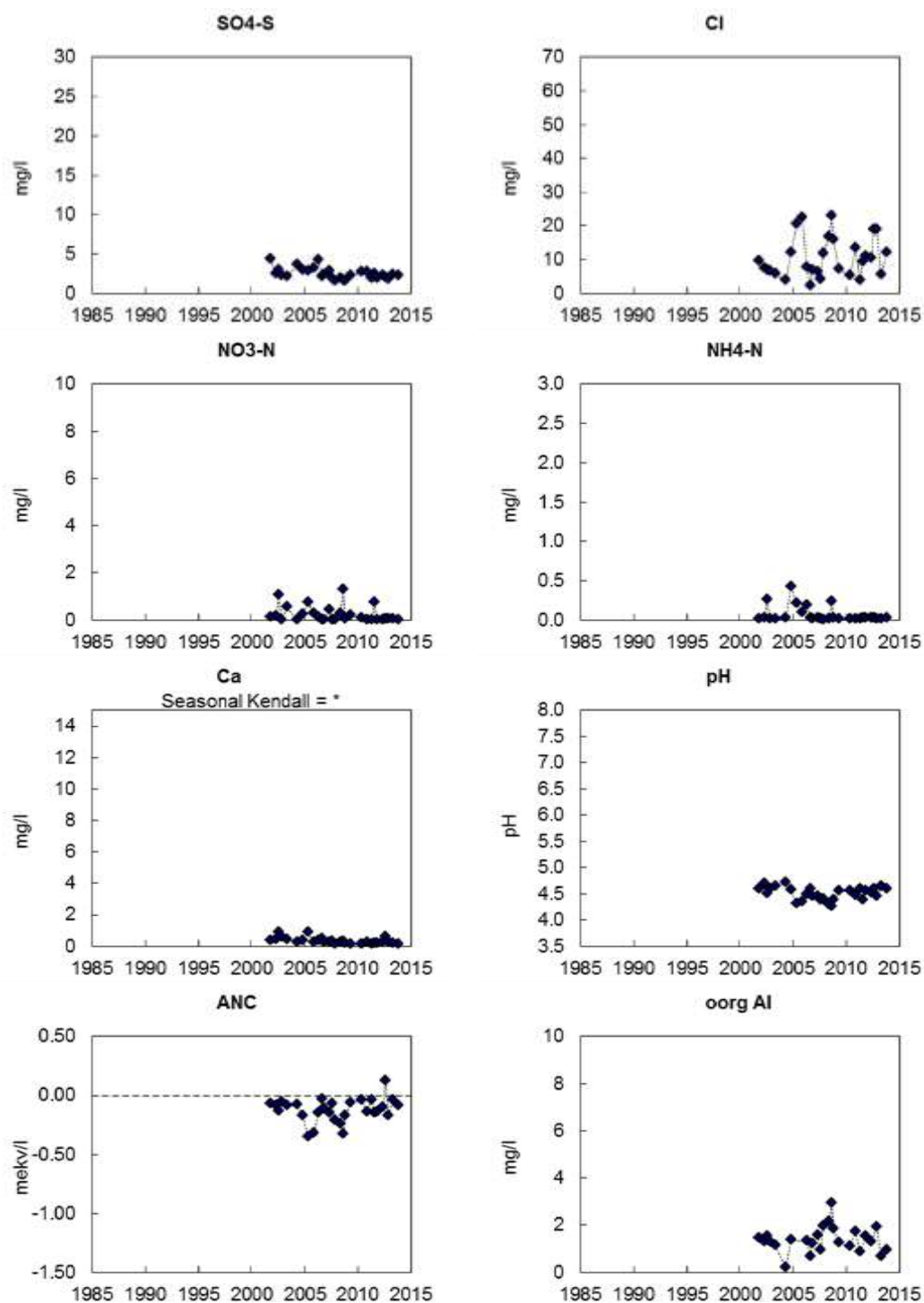
**Maryd (L 15):** 54-årig granskog (2013) på bördig mark (G34) i sydöstra Skåne. Ytan ligger nära en hästgård (ca 100 m) och markvegetationen utgörs av skogsbjörnmossa, cypressfläta och kruståtel. Ytan ingår i Skogsstyrelsens nät av observationsytor. Lufthaltsmätningarna avslutades i januari 2007. Mätning av nedfall (krondropp) och markvattenkemi i Maryd startade i oktober 2001. Den här typen av mätningar har dock utförts kontinuerligt i området sedan 1988 (tidigare lokaler, Tunbyholm och Tunby, har ersatts på grund av att skogen blåste ner).



**Figur B1:7.** Krondroppsytan i Maryd.



**Figur B1:8.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Maryd, L 15**. 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 (SO<sub>4</sub>-S ex), pH, kloridjoner (Cl), nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N) och ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N). 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 B1:9.** Markvattenkemi vid **Maryd, L 15**: sulfatsvavel (SO<sub>4</sub>-S), kloridhalt (Cl), nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N), ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N), kalciumhalt (Ca<sup>2+</sup>), pH, markvattnets syranneutraliserande förmåga (ANC) och oorganiskt aluminium (oorg Al). Sknade 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.

**Hissmossa (L 18):** 42-årig granskog i norra Skåne med ståndordsindex G30. Ytan är tänkt som ersättningsyta för Västra Torup, och ligger ungefär 5 km norr om Västra Torup. Mätningarna på öppet fält bedrivs på en åkermark som används för bete, ca 1 km sydväst om krondroppsytan. Det är tillfredsställande avstånd till närmaste skogsbryn, men det har framkommit att åkermarken gödslas med naturgödsel i april varje år. Detta kan möjligen påverka mätningarna av lufthalter av ammoniak. Mätningarna i krondroppsytan i Hissmossa startade i mitten av augusti 2010. Första mätningarna på öppet fält är från november samma år. Därmed finns hydrologisk årsdeposition 2010/11 enbart för krondropp.

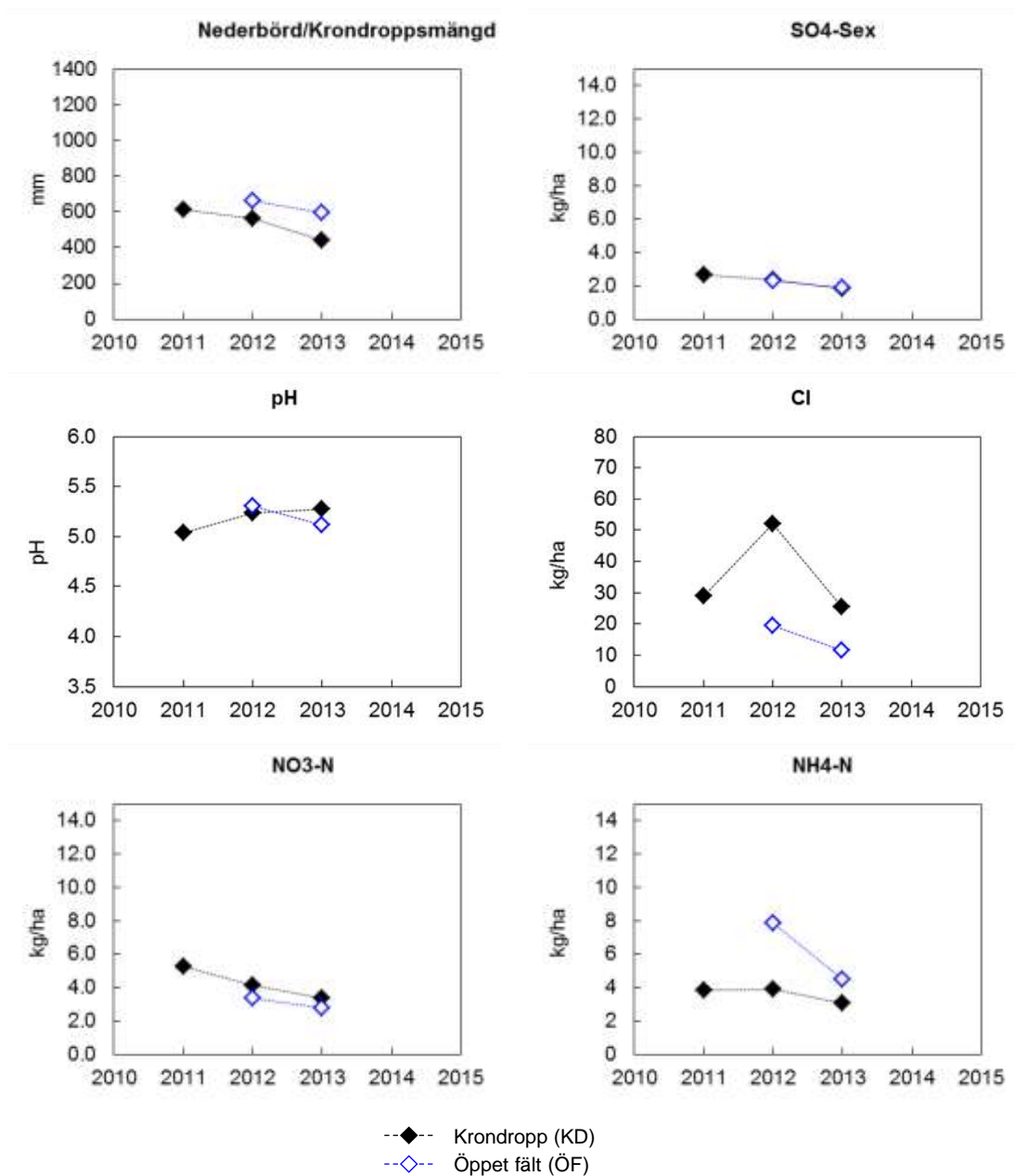


**Figur B1:10.** Krondroppsytan i Hissmossa.



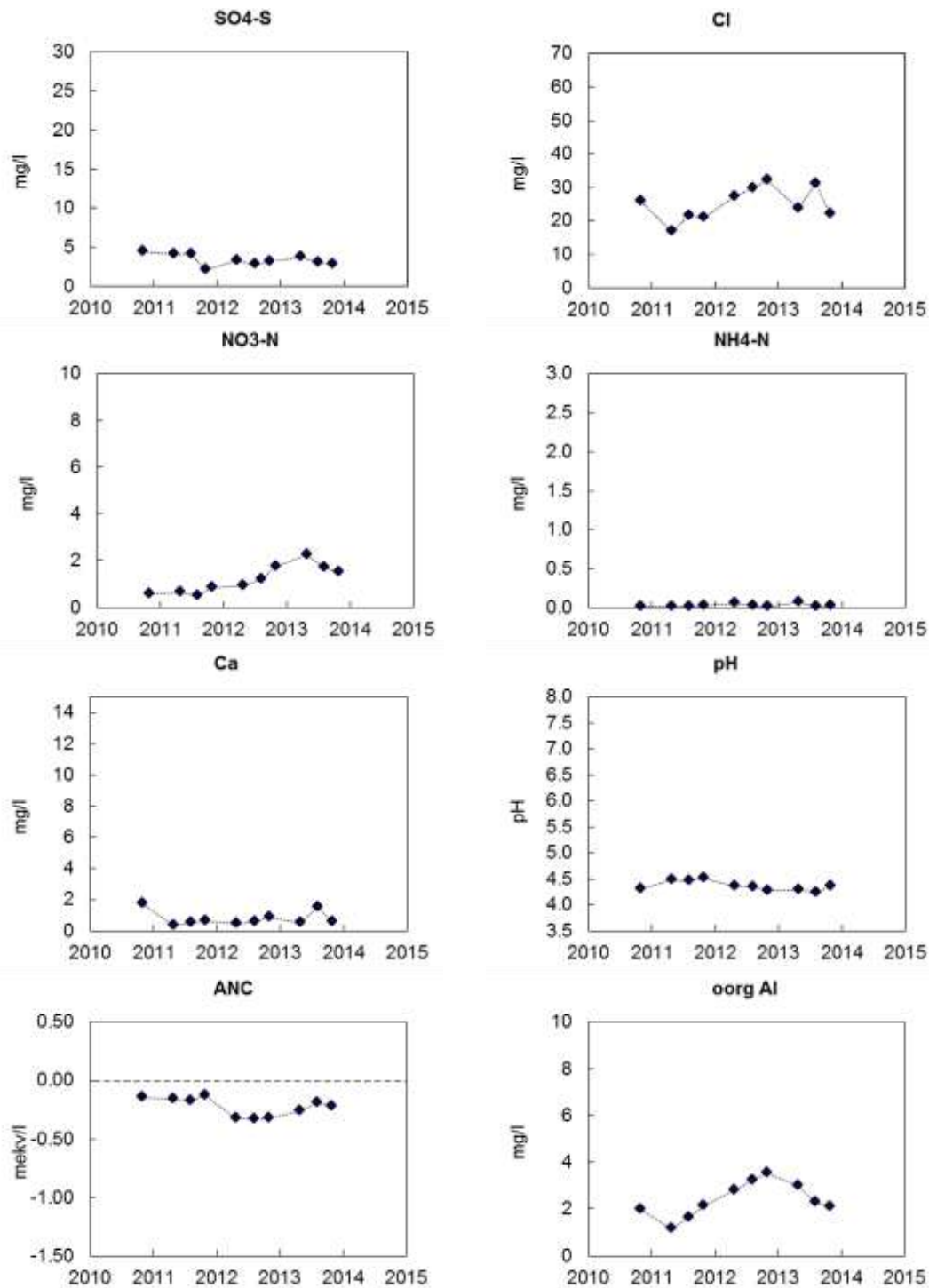
**Figur B1:11.** Öppet fältytan i Hissmossa.



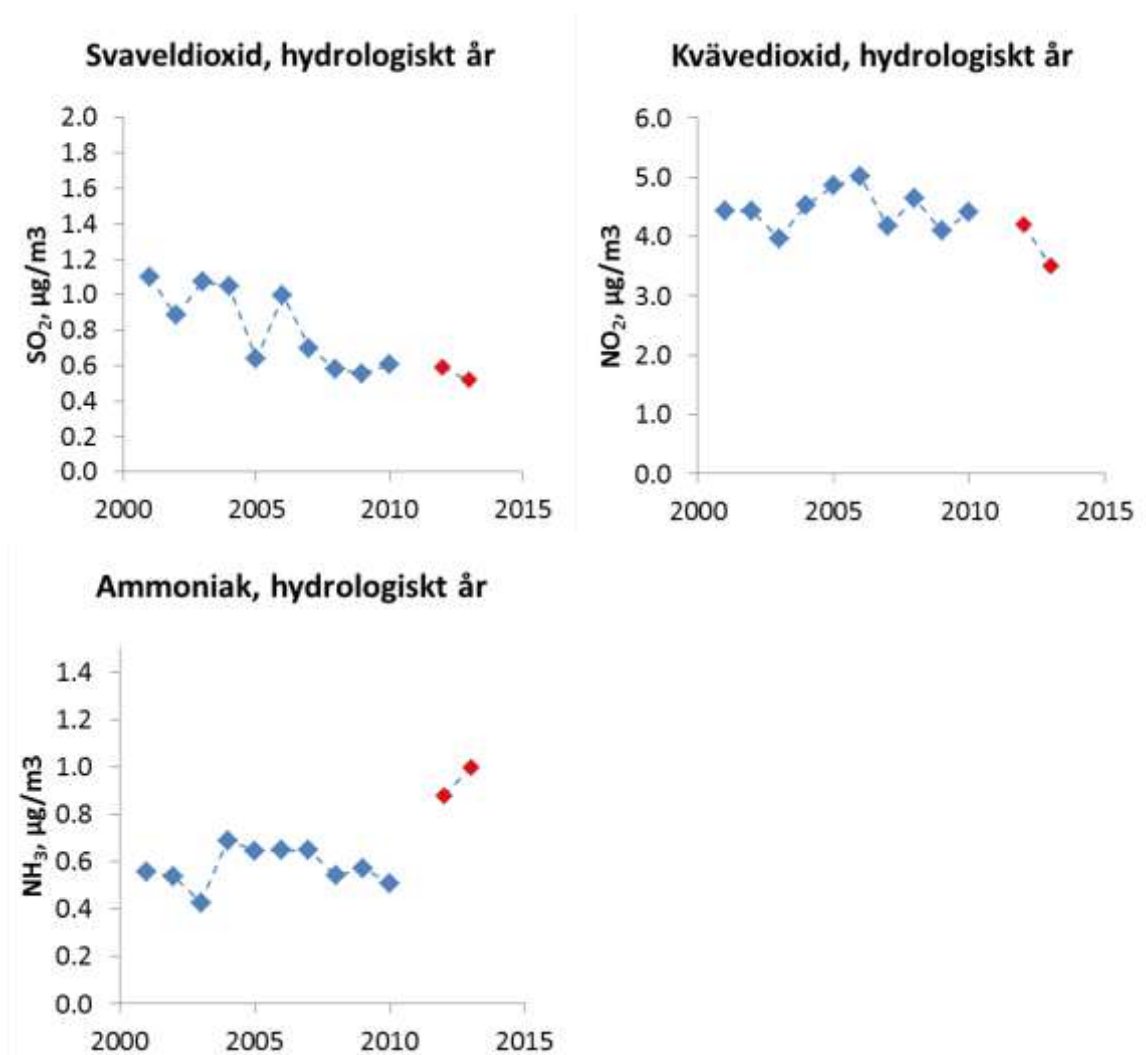


**Figur B1:12.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Hissmossa, L 18**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondropsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO<sub>4</sub>-S ex), pH, kloridjoner (Cl), nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N) och ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N). 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 B1:13.** Markvattenkemi vid **Hissmossa, L 18**: sulfatsvavel (SO<sub>4</sub>-S), kloridhalt (Cl), nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N), ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N), kalciumhalt (Ca<sup>2+</sup>), 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.

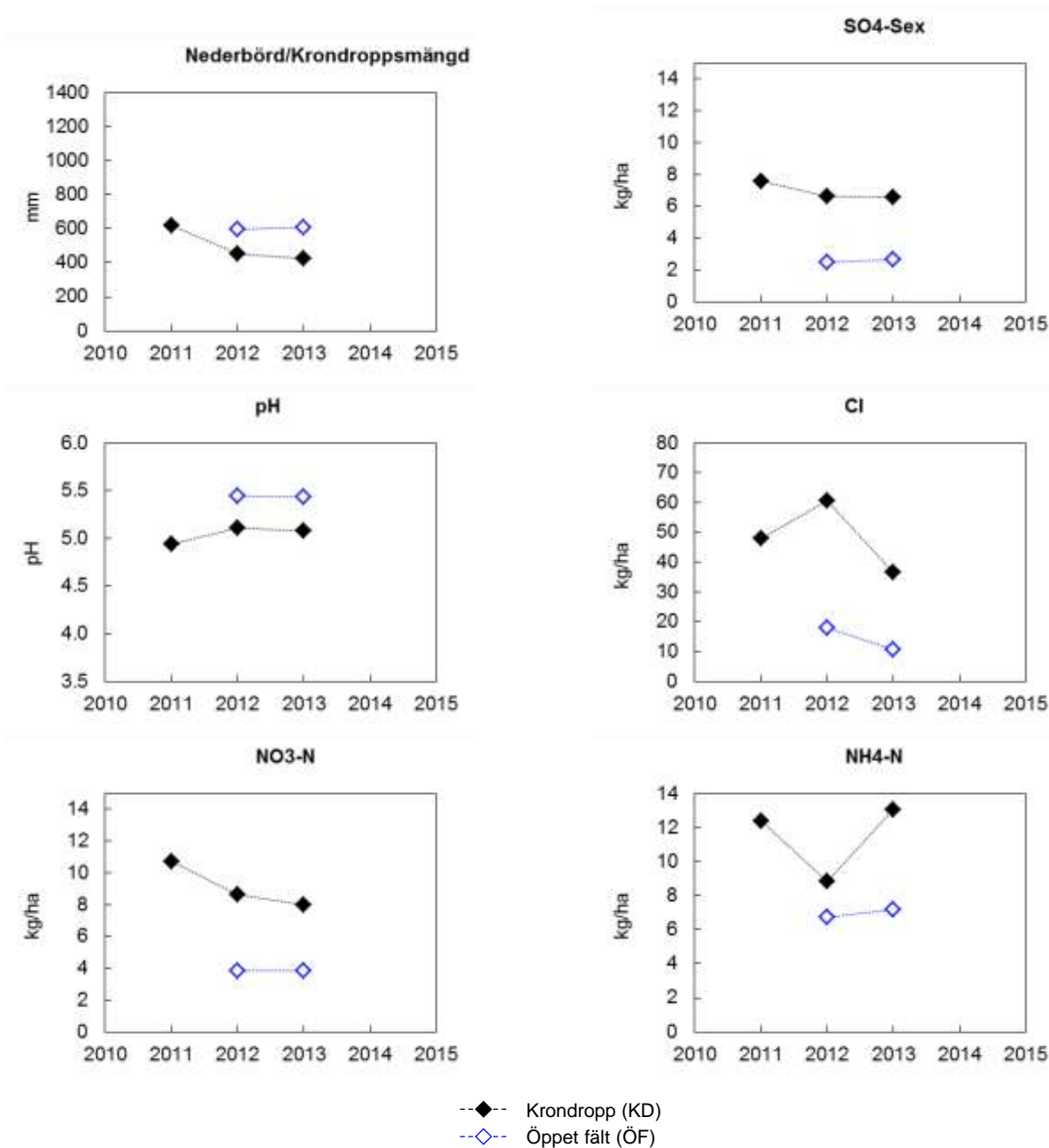


Figur B1:14. Lufthalter vid Västra Torup (L 07) (blå markering) och Hissmossa (L 18) (röd markering). Värden anges för svaveldioxid ( $\text{SO}_2$ ), kvävedioxid ( $\text{NO}_2$ ) och ammoniak ( $\text{NH}_3$ ).

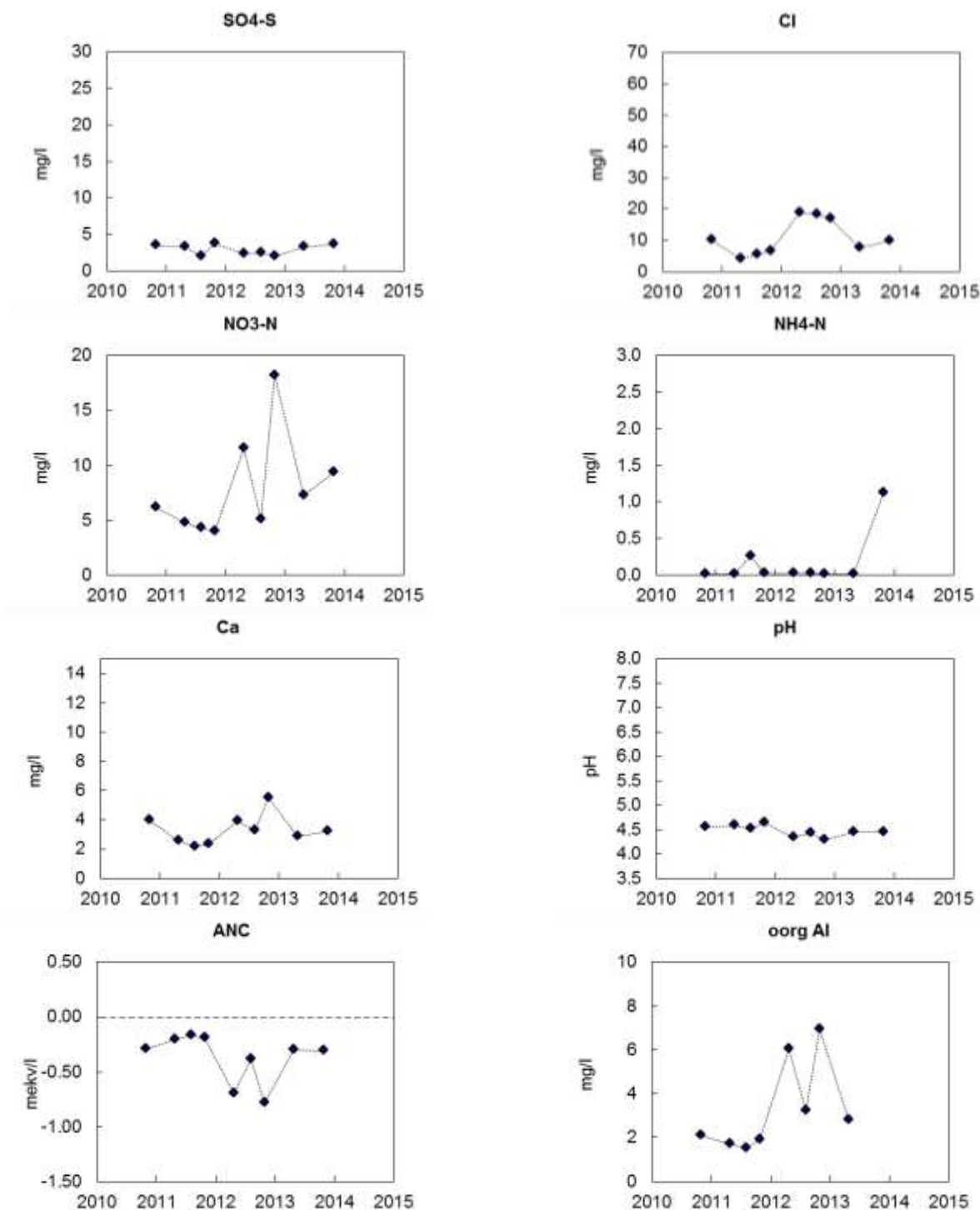
**Stenshult (M 16):** Snart 40-årig granyta på relativt plan mark längst uppe på östra delen av Romeleåsen. Ståndortsindex är ungefär G32. Ytan startades som ersättning för den nyligen avslutade Klintaskogen, som också var belägen på Romeleåsen, 12 km sydväst om Stenshult. Mätningar på öppet fält etablerades på ett fält ca 1 km sydost om krondroppsytan. Runt om ligger betesfält för hästar. Platsen är mycket öppet exponerad åt söder. Krondroppsmätningar startade i maj 2010, och första markvattenmätningen är från november samma år. I november startades även mätningar på öppet fält. Därmed finns hydrologisk årsdeposition 2010/11 enbart för krondropp.



**Figur B1:15.** Krondroppsytan i Stenshult.



**Figur B1:16.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Stenshult, M 16**. 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 (SO<sub>4</sub>-S ex), pH, kloridjoner (Cl), nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N) och ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N). 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.

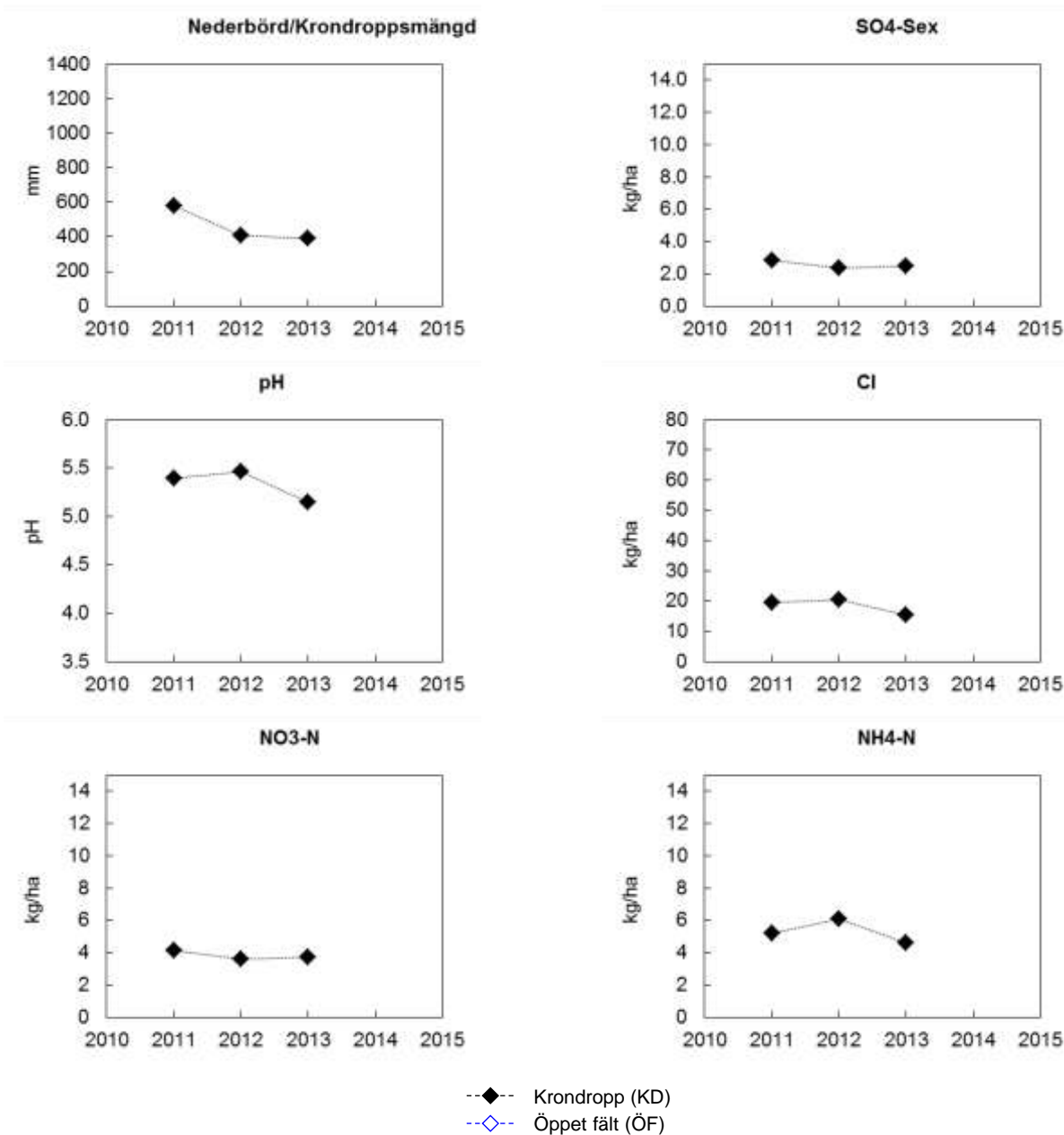


**Figur B1:17.** Markvattenkemi vid **Stenshult, M 16:** sulfatsvavel (SO<sub>4</sub>-S), kloridhalt (Cl), nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N), ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N), kalciumhalt (Ca<sup>2+</sup>), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) och oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden 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.

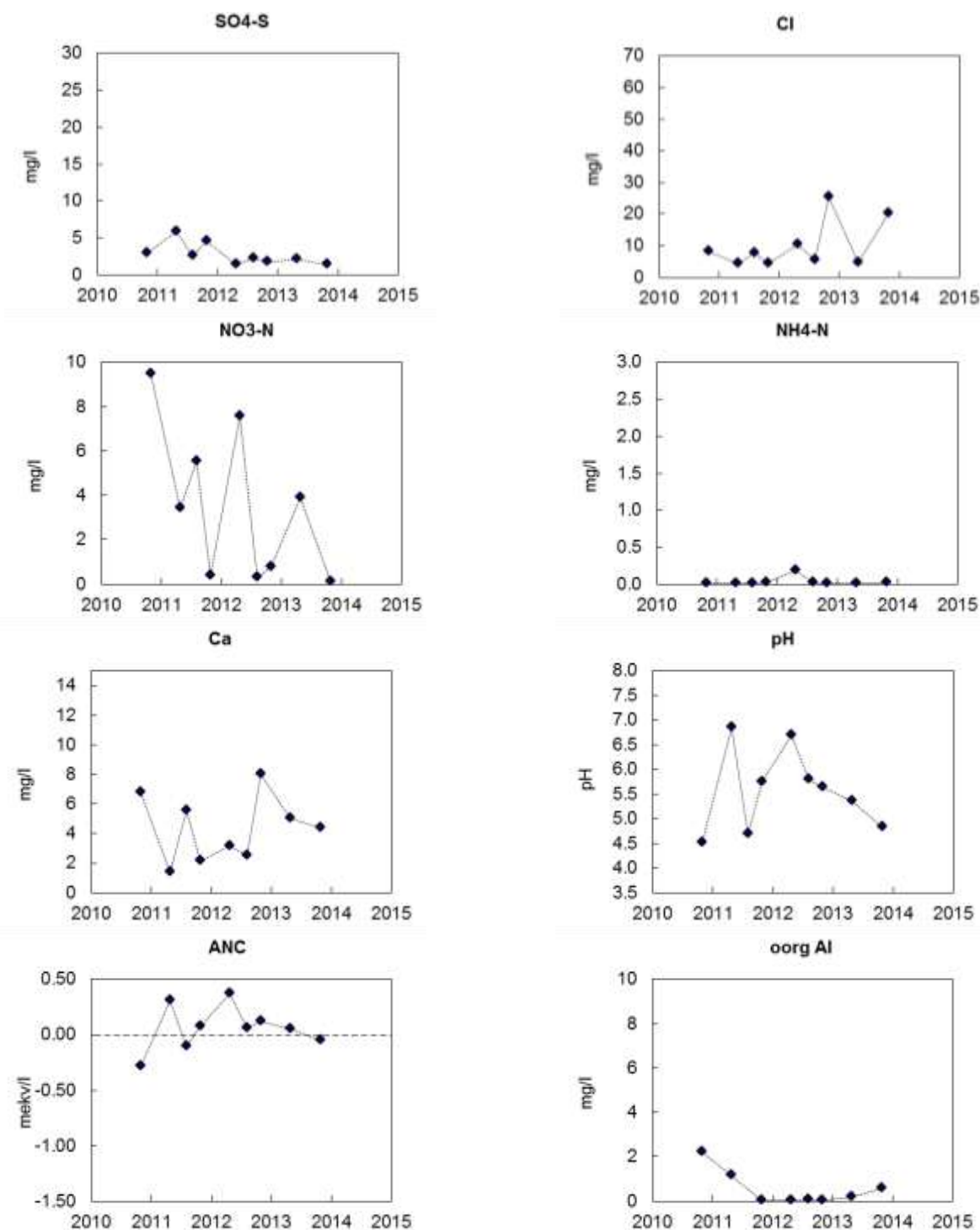
**Baldringe (M 17):** Bokyta på relativt kuperad mark. 60-70-årig bokskog med örtrik undervegetation med mycket nässlor, gulplister och gräs. Då granytan i Allreum i nordöstra Skåne avverkades bestämdes att starta en ny lövyta som ersättning. Innan var den enda aktiva lövytan i Skåne Kampholma, med mycket gammal bokskog, och det har därför inte funnits någon yngre lövskog representerad förrän nu. Krondroppsmätningar i Baldringe startade i maj 2010 och den första markvattenmätningen gjordes i november samma år.



**Figur B1:18.** Krondroppsytan i Baldringe.



**Figur B1:19.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Baldringe, M 17**. 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 (SO<sub>4</sub>-S ex), pH, kloridjoner (Cl), nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N) och ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N). 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.



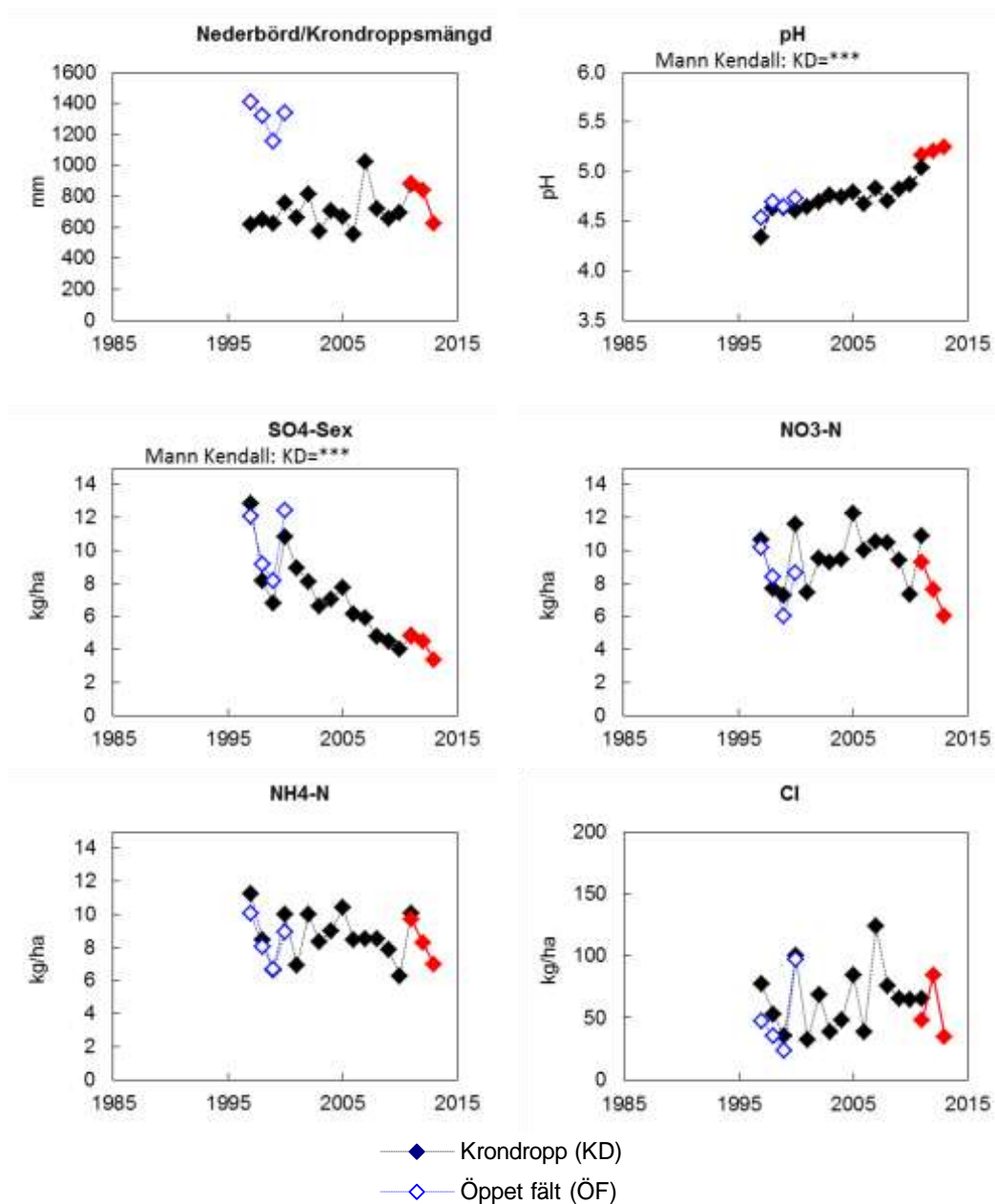
**Figur B1:20.** Markvattenkemi vid **Baldringe, M 17**: sulfatsvavel (SO<sub>4</sub>-S), kloridhalt (Cl), nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N), ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N), kalciumhalt (Ca<sup>2+</sup>), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) och oorganiskt aluminium (oorg Al). Sknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



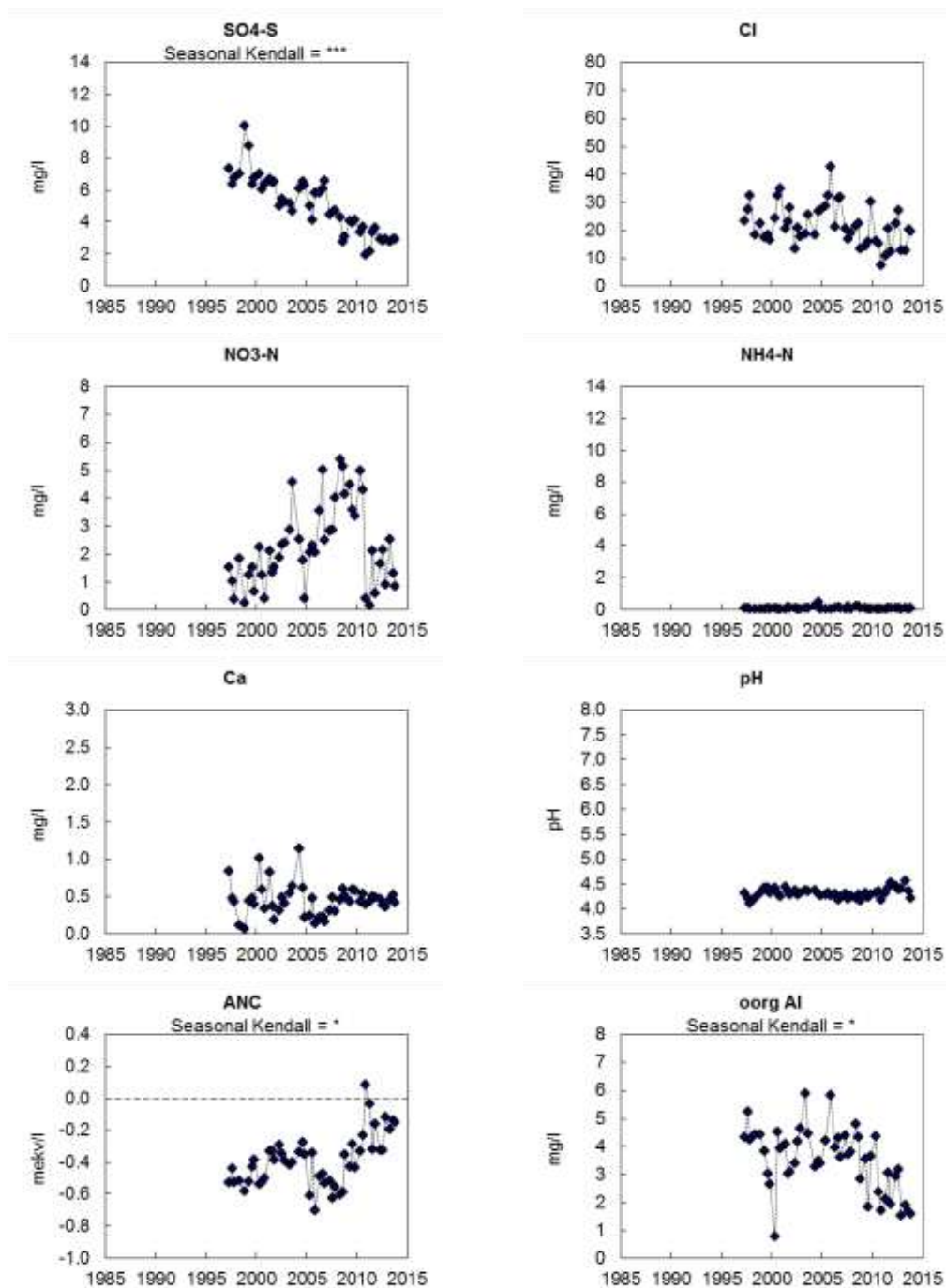
**Vallåsen N 17 (Halland):** består av en sluten 76-årig granskog, utan markvegetation, på östra delen av Hallandsåsen. Ytan är placerad på ett krön och är därigenom starkt exponerad. Ståndortsindex är G34. Markvegetationen består av cypressfläta, kvastmossa, kruståtel samt björnmossa och ormbunke i det öppnare blötare området där även tåg, fryle och skogskovall finns. Mätning av deposition och markvattenkemi startade 1996. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2000, och numera mäts nedfallet i skogsytan (krondropp) och markvattenkemi. Granytan skadades relativt kraftigt i stormen Gudrun 2005 då 13 granar blåste ner. I närmaste omgivningen har beståndskanter kommit närmare ytan och luckor har bildats. Det finns även körskador i området. Det har aviserats att ytan kommer att avverkas, och därför avslutades nedfallsmätningarna efter det hydrologiska året 2010/11, medan markvattenmätningarna fortgår för att följa effekten av avverkningen. Ersättningsyta för Vallåsen blir Kullahus.



**Figur B1:21.** Krondroppsytan i Vallåsen i Hallands län.



**Figur B1:22.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Vallåsen, N 17. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: pH; sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO<sub>4</sub>-S ex), nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N); ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N) och kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. När det gäller krondroppsmätningarna så avslutades de i oktober 2011 varför senare mätningar av krondropp vid en nystartad närliggande lokal Kullahus, N 19 anges med en röd symbol. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram. I de fall där statistiskt signifikanta trender erhålls i krondropp gäller de enbart mätningar vid Vallåsen, N 17.

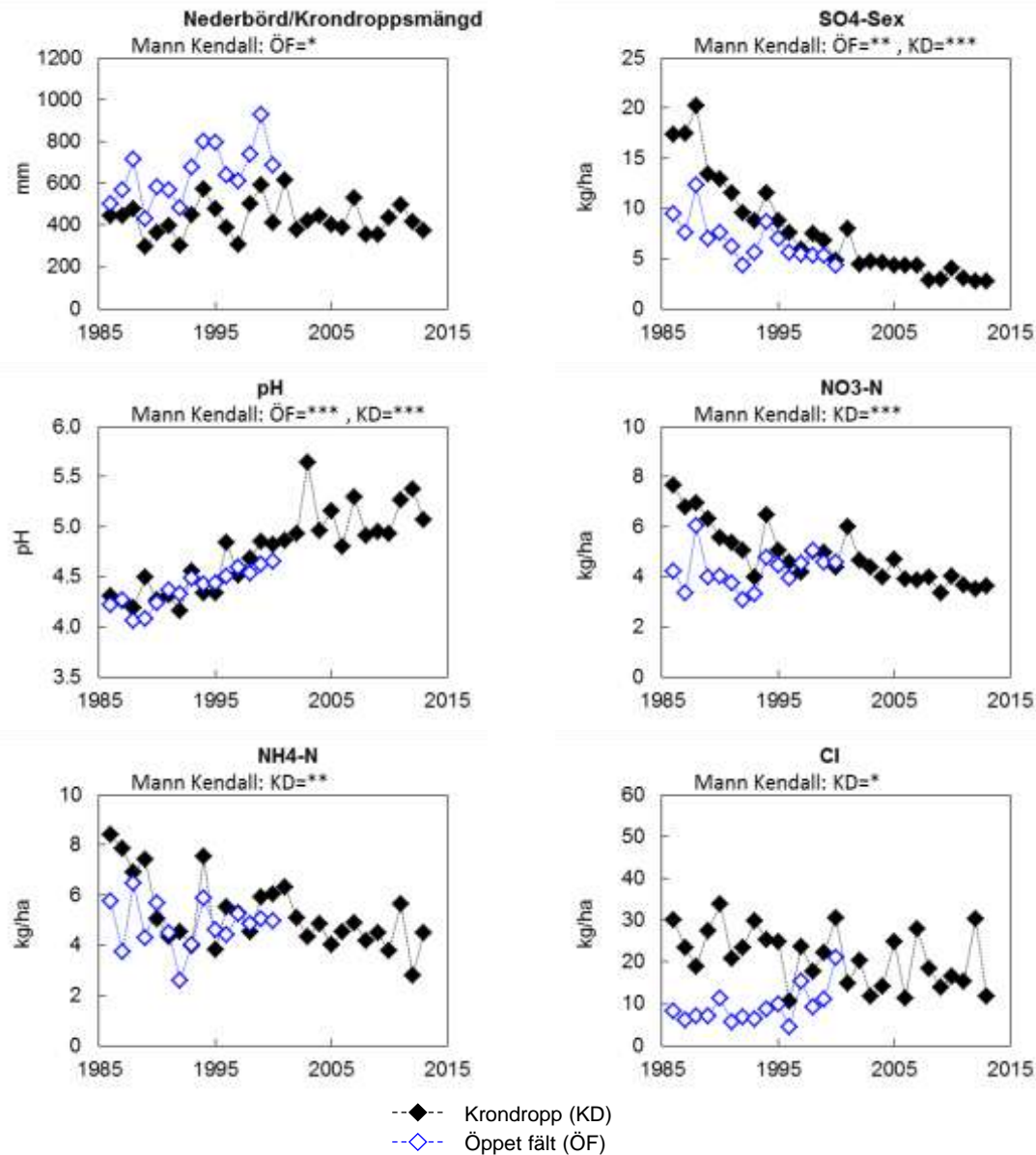


**Figur B1:23.** Markvattenkemi vid Vallåsen, N 17: sulfatsvavel (SO<sub>4</sub>-S); klorid (Cl<sup>-</sup>); nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N); ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N); kalcium (Ca<sup>2+</sup>); pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) samt oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

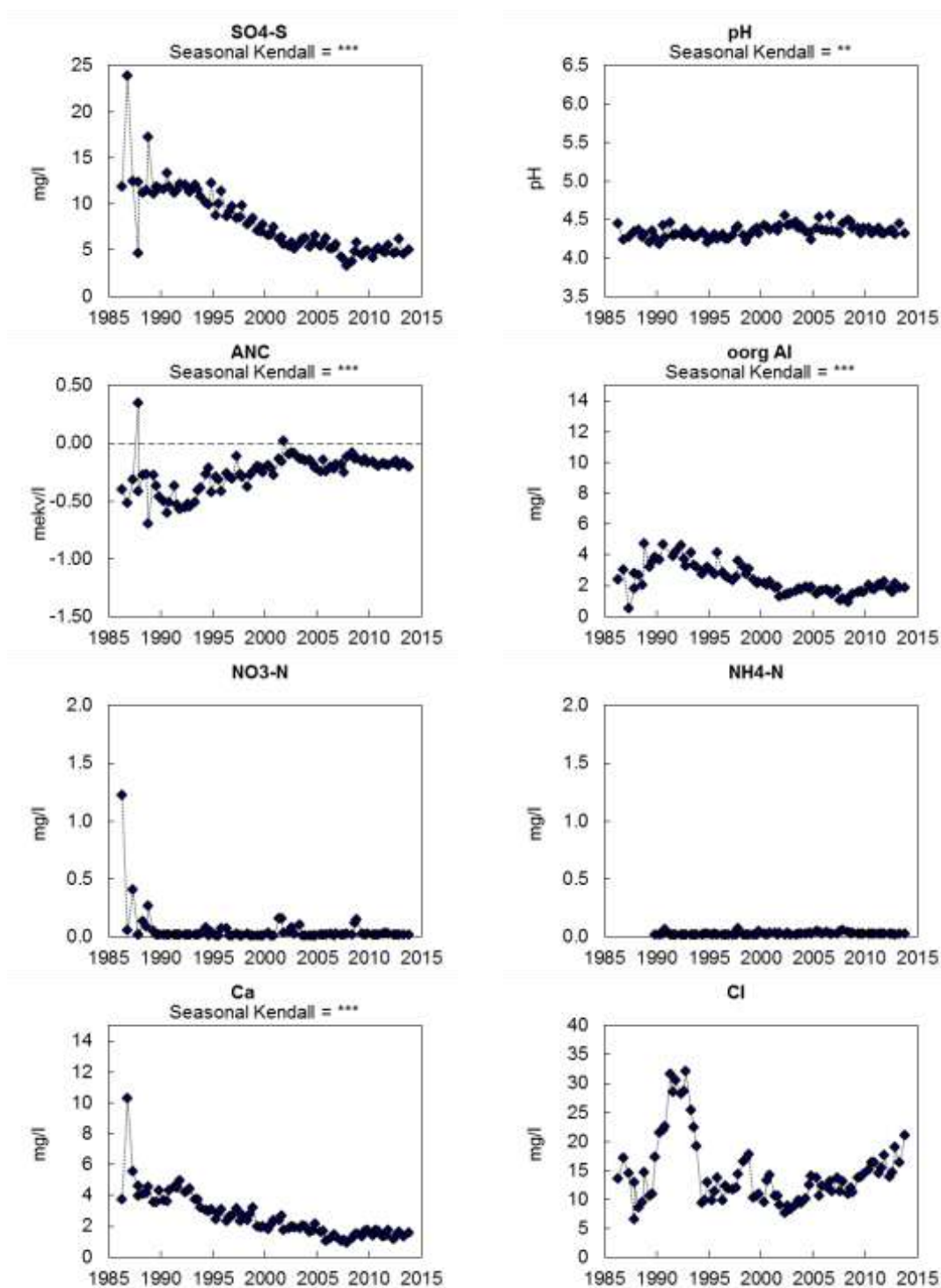
**Ryssberget (K 07) (Blekinge):** Yta med gammal bokskog med en mycket lång mätserie, från 1985. Ytan är belägen strax norr om Sölvesborg. Ytan ligger topografiskt mycket högt jämfört med omgivande landskap och är starkt vindexponerad. De nederbördskemiska mätningarna på öppet fält vid Ryssberget avslutades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



**Figur B1:24.** Foto från krondroppsytan vid Ryssberget.



**Figur B1:25.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Ryssberget, K 07**. 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 (SO<sub>4</sub>-S ex); pH; nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N); ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N); kloridjoner (Cl<sup>-</sup>). 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 B1:26.** Markvattenkemi vid **Ryssberget, K 07**. Sulfatsvavel (SO<sub>4</sub>-S); pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC); oorganiskt aluminium (oorg Al); nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N); ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N), kalciumhalt (Ca<sup>2+</sup>) samt klorid (Cl). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal- Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

## Bilaga 2. Årets data i tabellform - deposition, lufthalter, markvatten.

**Tabell B2:1.** Medelvärde under hydrologiskt år samt kalenderår från mätningar över öppet fält i Skåne län. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	Period	Nedb mm	kg/ha →										
			H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> -S	SO <sub>4</sub> -S <sub>ex</sub>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
Hissmossa	12/13	597	0,05	2,4	1,9	11,6	2,8	4,5	1,4	1,0	6,9	1,7	0,29
Stenshult	12/13	604	0,02	3,2	2,7	10,6	3,8	7,2	1,9	1,1	6,4	2,4	0,33
Hissmossa	2012	643	0,04	2,8	2,2	12,2	3,2	7,3	1,7	1,1	7,4	1,9	0,10
Stenshult	2012	616	0,02	3,2	2,7	10,9	4,2	7,3	1,8	1,0	6,5	2,0	0,09

**Tabell B2:2. Öppet fältdata** från Skåne län där organiskt kväve analyserats, komplett hydrologisk årsdeposition samt kalenderårsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO<sub>3</sub>-N + NH<sub>4</sub>-N) och (orgN = Kj-N - NH<sub>4</sub>-N).

Lokal	Period	Nedb mm	org N kg/ha →	
			oorg N	org N
Hissmossa	12/13	597	7,2	2,6
Stenshult	12/13	604	11,0	3,7
Hissmossa	2012	643	10,5	4,1
Stenshult	2012	616	11,5	2,6

**Tabell B2:3. Krondroppsdata** från Skåne län, komplett hydrologisk årsdeposition samt kalenderårsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	Period	Nedb mm	kg/ha →										
			H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> -S	SO <sub>4</sub> -S <sub>ex</sub>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
Arkelstorp	12/13	350	0,03	3,1	1,9	24,3	2,7	3,6	4,8	2,7	11,4	8,6	2,24
Kampholma	12/13	428	0,03	2,3	1,6	16,7	2,5	2,5	1,5	8,6	8,8	0,26	
Maryd	12/13	375	0,05	6,0	4,8	26,0	6,5	7,5	4,6	2,7	13,5	17,6	1,00
Hissmossa	12/13	443	0,02	3,0	1,8	25,5	3,4	3,1	3,0	2,2	13,1	13,9	0,26
Stenshult	12/13	423	0,04	8,3	6,6	36,5	8,0	13,1	6,3	3,7	19,1	19,4	1,97
Baldringe	12/13	392	0,03	3,2	2,5	15,5	3,7	4,6	4,1	1,8	7,5	17,5	0,31
Arkelstorp	2012	441	0,04	3,5	2,0	34,0	2,6	3,4	4,9	3,1	17,1	11,1	1,72
Kampholma	2012	621	0,03	3,3	2,1	25,1	3,5	2,9	3,4	2,2	13,0	11,9	0,37
Maryd	2012	431	0,03	4,2	3,0	25,3	5,1	6,1	3,3	2,1	12,6	17,1	0,70
Hissmossa	2012	572	0,03	3,6	2,1	33,2	3,9	3,7	3,3	2,6	17,1	16,3	0,31
Stenshult	2012	483	0,04	7,7	5,7	45,2	7,8	7,8	6,5	3,9	23,4	20,0	1,91
Baldringe	2012	472	0,02	3,4	2,7	16,8	4,1	6,2	4,9	2,0	8,3	18,0	0,29

**Tabell B2:4. Krondroppsdata** från Skåne län för ytor där organiskt kväve analyserats, **hydrologisk årsdeposition samt kalenderårsdeposition**. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO<sub>3</sub>-N + NH<sub>4</sub>-N) och (orgN = Kj-N - NH<sub>4</sub>-N).

Lokal	Period	Nedb	oorg N	org N
		mm	kg/ha	→
Arkelstorp	12/13	350	6,3	2,9
Kampholma	12/13	428	5,0	1,6
Maryd	12/13	375	14,0	4,3
Hissmossa	12/13	443	6,4	2,6
Stenshult	12/13	423	21,1	5,7
Baldringe	12/13	392	8,3	2,3
Arkelstorp	2012	441	6,1	3,0
Kampholma	2012	621	6,5	1,1
Maryd	2012	431	11,2	3,7
Hissmossa	2012	572	7,6	2,3
Stenshult	2012	483	15,6	4,9
Baldringe	2012	472	10,2	2,1

**Tabell B2:5.** Lufthalter som årsmedelvärden samt som sommarhalvårsmedelvärden i Skåne län, diffusionsprovtagning, µg/m<sup>3</sup>.

Lokal	Period	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
		ug/m <sup>3</sup>	ug/m <sup>3</sup>	ug/m <sup>3</sup>
Hissmossa (L 18 A)				
<b>Mv hydr. år</b>	<b>1210-1309</b>	<b>0,5</b>	<b>3,5</b>	-
<b>Mv kal. år</b>	<b>1201-1212</b>	<b>0,6</b>	<b>4,1</b>	-
<b>Mv sommar</b>	<b>1304-1309</b>	-	-	<b>1,2</b>



**Tabell B2:6.** Markvattendata från Skåne län. Mätningar efter vegetationssäsongen 2012 samt före, under samt efter vegetationssäsongen 2013. Median beräknad för de senaste tre åren. n = antalet mätvärden som använts i medianvärdet.

Lokal	Datum	pH	Alk		ANC		SO <sub>4</sub> -S		Cl	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+/3+</sup>	ooAl	tAl	TOC	BC/ooAl
			mekv/l	→	mg/l	→	mol/mol														
Arkelstorp (L 05 A)	2012-11-07	4,2	-	-0,398	3,32	60,97	0,012	0,017	1,80	3,39	26,59	0,21	0,748	0,071	5,517	6,200	17,7	0,9			
	2013-04-29	4,5	-	-0,099	5,39	20,30	0,048	<0,030	1,67	1,37	14,15	<0,10	0,199	0,046	1,238	2,188	15,1	2,2			
	2013-09-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	2013-11-05	4,4	-	-0,214	7,06	32,35	<0,010	<0,030	0,92	1,80	21,69	<0,10	0,261	0,076	-	2,800	-	-			
	<b>median</b>	<b>4,3</b>	<b>-0,258</b>	<b>4,64</b>	<b>34,13</b>	<b>0,008</b>	<b>&lt;0,03</b>	<b>1,73</b>	<b>1,81</b>	<b>17,81</b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>0,268</b>	<b>0,06</b>	<b>4,837</b>	<b>3,88</b>	<b>16,1</b>	<b>1,2</b>				
<i>n=</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>5</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>4</i>	<i>3</i>			
Kampholma (L 12 A)	2012-11-07	4,8	-	-0,063	1,86	11,12	<0,010	<0,030	0,50	0,60	6,63	0,15	0,092	0,070	0,987	1,120	3,1	1,1			
	2013-04-30	4,9	-	-0,014	1,86	7,59	<0,010	<0,030	0,66	0,59	5,27	0,24	0,052	0,028	0,430	0,620	3,2	2,9			
	2013-09-04	4,6	-	-0,103	2,21	19,53	0,070	<0,030	1,10	0,89	10,47	0,25	0,051	0,059	1,120	1,300	3,8	1,7			
	2013-11-06	4,6	-	-0,121	1,91	22,35	<0,010	<0,030	0,85	0,91	11,62	0,26	0,062	0,044	1,090	1,300	4,0	1,6			
	<b>median</b>	<b>4,8</b>	<b>-0,063</b>	<b>1,86</b>	<b>11,1</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>&lt;0,03</b>	<b>0,56</b>	<b>0,59</b>	<b>6,57</b>	<b>0,15</b>	<b>0,051</b>	<b>0,032</b>	<b>0,967</b>	<b>1,1</b>	<b>3,2</b>	<b>1,2</b>				
<i>n=</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>				
Maryd (L 15 A)	2012-11-07	4,4	-	-0,177	1,74	18,88	0,015	0,011	0,20	0,35	9,67	0,24	0,077	0,026	1,898	2,500	10,1	0,4			
	2013-04-29	4,6	-	-0,043	2,31	5,26	0,039	<0,030	0,13	0,24	5,08	0,18	0,060	0,039	0,670	1,600	11,0	0,7			
	2013-09-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	2013-11-06	4,6	-	-0,092	2,24	11,93	<0,010	<0,030	0,11	0,15	8,40	<0,10	0,035	0,034	0,910	1,500	9,0	0,3			
	<b>median</b>	<b>4,6</b>	<b>-0,098</b>	<b>2,07</b>	<b>10,54</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>&lt;0,03</b>	<b>0,17</b>	<b>0,2</b>	<b>6,62</b>	<b>0,13</b>	<b>0,044</b>	<b>0,037</b>	<b>1,085</b>	<b>1,71</b>	<b>10,4</b>	<b>0,4</b>				
<i>n=</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>6</i>				
Hissmossa (L 18 A)	2012-11-07	4,3	-	-0,321	3,12	32,23	1,760	<0,030	0,89	1,41	16,94	0,43	0,206	0,141	3,533	4,360	17,4	0,7			
	2013-04-30	4,3	-	-0,261	3,66	23,63	2,253	0,062	0,52	1,00	15,51	0,47	0,150	0,320	2,980	3,880	17,0	0,6			
	2013-09-04	4,2	-	-0,195	2,98	30,93	1,699	<0,030	1,53	1,51	17,42	1,04	0,121	0,230	2,290	2,970	13,7	1,5			
	2013-11-06	4,4	-	-0,221	2,82	21,93	1,527	<0,030	0,59	0,89	13,07	0,44	0,072	0,100	2,100	2,800	12,3	0,8			
	<b>median</b>	<b>4,4</b>	<b>-0,221</b>	<b>3,12</b>	<b>23,63</b>	<b>1,203</b>	<b>&lt;0,03</b>	<b>0,56</b>	<b>0,95</b>	<b>14,28</b>	<b>0,32</b>	<b>0,145</b>	<b>0,23</b>	<b>2,29</b>	<b>3,01</b>	<b>13,5</b>	<b>0,7</b>				
<i>n=</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>				

**Forts. Tabell B2:6.** Markvattendata från Skåne län. Mätningar efter vegetationssäsongen 2012 samt före, under samt efter vegetationssäsongen 2013. Median beräknad för de senaste tre åren. n = antalet mätvärden som använts i medianvärdet.

Lokal	Datum	pH	Alk	ANC	SO <sub>4</sub> -S	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+/3+</sup>	ooAl	tAl	TOC	BC/ooAl
			mekv/l →	→	mg/l →	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Stenshult (M 16 A)	2012-11-07	4,3	-	-0,782	1,98	16,97	18,137	0,012	5,48	4,54	10,30	0,81	1,856	0,048	6,947	7,800	8,4	1,3
	2013-04-29	4,4	-	-0,302	3,29	7,43	7,273	<0,020	2,88	2,22	6,76	0,45	1,130	0,041	2,804	3,114	6,9	1,7
	2013-09-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2013-11-06	4,5	-	-0,305	3,54	9,72	9,356	1,124	3,22	2,75	10,06	1,33	1,024	0,030	-	3,000	-	-
	<b>median</b>	<b>4,4</b>		<b>-0,303</b>	<b>2,8</b>	<b>8,58</b>	<b>6,151</b>	<b>&lt;0,03</b>	<b>3,05</b>	<b>2,38</b>	<b>6,25</b>	<b>0,79</b>	<b>1,077</b>	<b>0,043</b>	<b>2,804</b>	<b>3,057</b>	<b>7,7</b>	<b>1,7</b>
<i>n=</i>	8		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	8	7	7	
Baldringe (M 17 A)	2012-11-07	5,6	0,040	0,118	1,67	25,37	0,758	<0,030	7,99	2,46	8,17	1,41	0,301	0,005	0,031	0,183	8,0	297
	2013-04-29	5,4	-	0,050	2,01	4,55	3,886	<0,030	4,99	1,63	4,13	0,70	0,211	0,010	0,200	0,360	5,2	28
	2013-09-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2013-11-06	4,8	-	-0,048	1,35	20,01	0,105	<0,030	4,36	1,68	4,66	1,94	0,299	<0,010	0,560	0,750	7,3	11
	<b>median</b>	<b>5,7</b>		<b>0,069</b>	<b>2,09</b>	<b>6,38</b>	<b>2,099</b>	<b>&lt;0,03</b>	<b>3,74</b>	<b>1,41</b>	<b>5,76</b>	<b>2,03</b>	<b>0,233</b>	<b>0,009</b>	<b>0,07</b>	<b>0,3</b>	<b>7,6</b>	<b>59</b>
<i>n=</i>	8		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	8	6	7	

