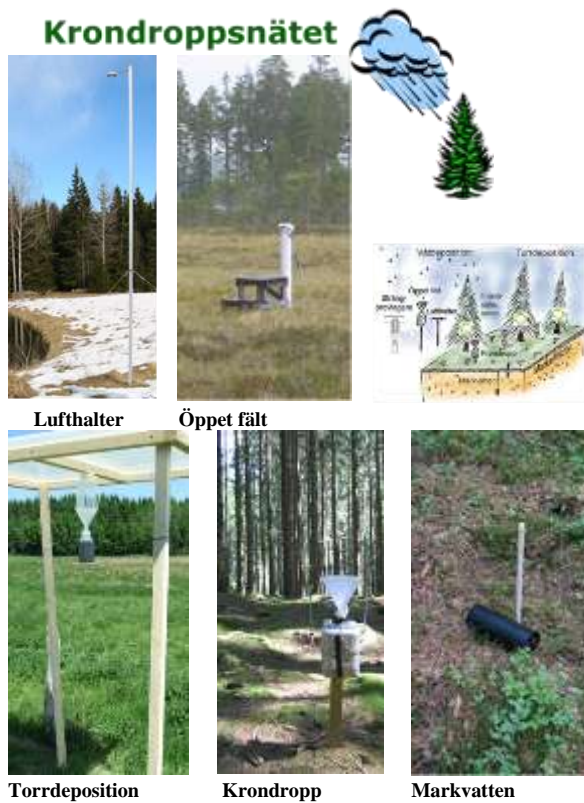




För Jönköpings läns Luftvårdsförbund

Tillståndet i skogsmiljön i Jönköpings län

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



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

B 2168

Juni 2014

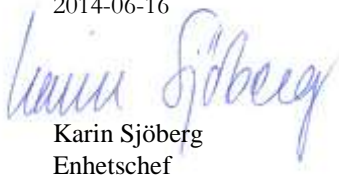
¹⁾ Lunds universitet

Organisation IVL Svenska Miljöinstitutet AB	Rapportsammanfattning
Adress Box 53021 400 14 Göteborg	Projektitel Krondropps nätet 2013
Telefonnr 031-725 62 00	Anslagsgivare för projektet Jönköpings läns luftvårdsförbund
Rapportförfattare Gunilla Pihl Karlsson, Cecilia Akselsson, Sofie Hellsten & Per Erik Karlsson	
Rapporttitel och undertitel Tillståndet i skogsmiljön i Jönköpings län - Resultat från Krondropps nätet t.o.m. september 2013	
<p>Sammanfattning:</p> <p>I denna rapport redovisas resultaten från mätningar inom Krondropps nätet i Jönköpings län för perioden oktober 2012 till september 2013, vilka relateras till tidigare års mätningar. Vidare redovisas andra aktiviteter med anknytning till Krondropps nätet.</p> <p>De senaste modellberäkningarna visar att ca 26 % av länets sjöar kan anses vara försurade 2010, på grund av mänsklig verksamhet.</p> <p>Mätningar inom länet visar att såväl lufthalter som atmosfäriskt nedfall av svavel under de senaste drygt 20 åren har minskat i takt med Sveriges och Europas rapporterade utsläppsminskningar. Det antyds även att en minskning av svavelhalterna i fartygsbränsle runt 2006-2007 resulterade i ett minskat svavelnedfall i länet.</p> <p>Provtagning och analys av markvattnet tyder på bestående försurningsproblem för skogsmarken. Markvattnets pH är fortfarande lågt i skogarna i länet, och det finns inga tydliga positiva trender. Trots att svavelnedfallet har minskat kraftigt i länet har det sura nedfallet tömt marken på buffringkapacitet, och det tar lång tid innan den försurade marken återhämtar sig.</p> <p>Även utsläppen av oxiderat och reducerat kväve uppges ha minskat avsevärt under de senaste 20 åren. Lufthalterna av NO₂ minskar mycket riktigt i länet, medan halterna av ammoniak i stort inte visar på någon förändring. Nedfallet av kväve med nederbörden visar dock inga tecken på att ha minskat under samma period. Kvävenedfallet i länet var lågt under det senaste hydrologiska året (< 5 kg N/ha/år), men de tidigare mätningarna i länet, samt mätningar i angränsande län visar på överskridande av den kritiska belastningen för kvävenedfall, 5 kg N/ha/år. Gränsen har därför sannolikt överskridits under lång tid i Jönköpings län. Kvävenedfallet kan på sikt leda till en upplagring av kväve i skogsmarken. I slutändan kan detta medföra att nitrat läcker ut till grundvatten och rinnande ytvatten. Markvattenmätningarna i länet visar att förhöjda halter av nitrat stundtals förekommer i länet vid ytorna med växande skog, dock fortfarande på relativt låga nivåer. Ett framtida högre kväveläckage från skogsmarken kan innebära negativa effekter avseende både övergödning och försurning.</p> <p>Aspekter kring skogsbrukets försurande inverkan, kvävegödsling av skogsmark, fördjupad utvärdering av miljömålet samt EU:s luftvårdspolitik diskuteras också i rapporten.</p>	
Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område eller näringsgren Deposition, svavel, kväve, skogsytor, försurning, övergödning, krondropp, markvatten, Jönköpings län	
Bibliografiska uppgifter: IVL Rapport B 2168	
Rapporten beställs via: Webbplats: www.ivl.se , e-post: publikationsservice@ivl.se , fax 08-598 563 90, eller via IVL, Box 21060, 100 31 Stockholm	

Innehållsförteckning

1.	Inledning.....	4
2.	Mätningar inom Krondropps nätet	6
3.	Miljötillståndet i skogslandskapet i Jönköpings län – en översikt.....	7
	3.1. Försurningen av skogsmarken	8
	3.2. Kvävestatusen i skogslandskapet	15
	3.3. Nedfallsmätningar av fosfor 2012/13.....	19
4.	Rapporter och artiklar 2013	21
5.	Möten och konferenser 2013.....	23
6.	Specialprojekt på krondroppsytor.....	25
7.	Pågående policyrelaterat arbete med koppling till Krondropps nätet	28
8.	Krondropps nätet webbplats	35
9.	Referenser.....	35
	Bilaga 1. Stationsvis redovisning.....	37
	Bilaga 2. Årets data i tabellform - deposition, lufthalter och markvatten.....	57

Rapporten godkänd
2014-06-16


Karin Sjöberg
Enhetschef

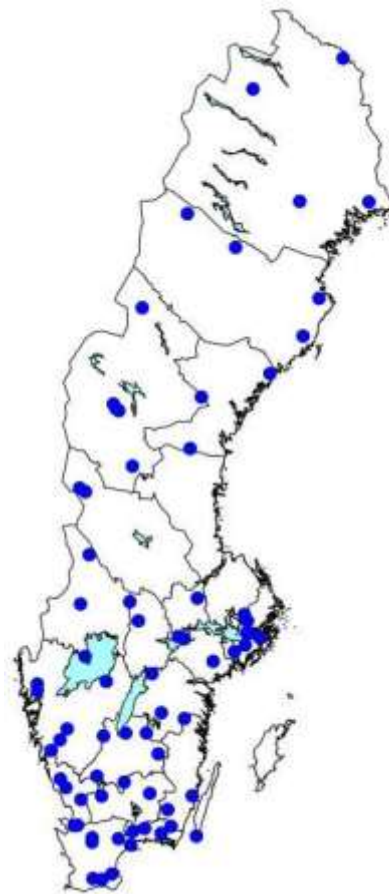
1. Inledning

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.



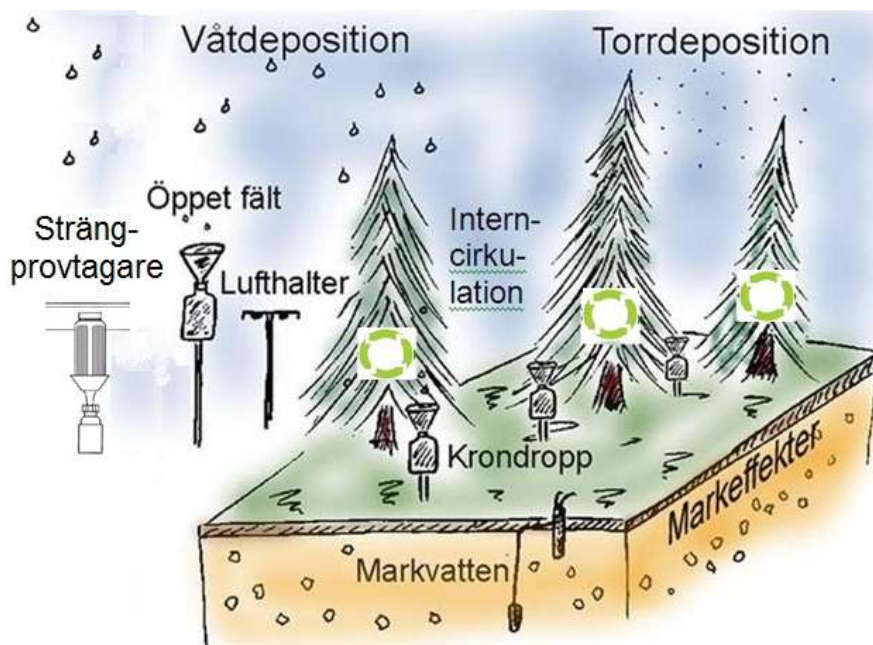
Figur 2. Mätplatser inom Krondroppsnetet i Jönköpings län, Bordsjö, Fagerhult, Värnvik och Mellby. Samtliga ytor är granytor. Dessutom visas de närliggande lokalerna Humlered (tall) i Västra Götalands län, samt Tagel (gran) i Kronobergs län.

I Jönköpings län finns fyra aktiva lokaler inom Krondroppsnetet, se Figur 2 ovan. I den här rapporten redovisas dessutom mätresultat från två ytor i angränsande län, Humlered i den sydöstra delen av Västra Götalands län, samt Tagel i norra delen av Kronobergs län. Båda dessa ytor ligger nära gränsen till Jönköpings län. Länet ligger i ett område med högt nedfall av luftföroreningar, om än inte lika högt som i sydvästra 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 Jönköpings 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 bedrevs vid 32 lokaler i landet under 2012/13, speglar huvudsakligen våtdeposition, det vill säga föroreningarna som följer med nederbörden.

Krondroppsmätningarna, som bedrevs 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 bedrevs vid 21 lokaler (2012/13) med hjälp av diffusionsprovtagare som kvantitativt absorberar den gas som ska mätas.

Markvattenmätningar bedrevs 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. Miljötilståndet i skogslandskapet i Jönköpings län – en översikt

Jönköping är ett utpräglat skogslän där 68 % av länets areal utgörs av produktiv skogsmark. Skogslandskapet i Jönköpings län har i ett historiskt perspektiv utsatts för ett betydande nedfall av luftföroreningar, både vad gäller försurande och övergödande ämnen. Skogsmarken, vattendrag och sjöar i länet påverkas fortfarande i hög grad av atmosfäriskt nedfall, i huvudsak beroende på långväga transporterade luftföroreningar. Den senaste modellberäkning visar att ca 26 % av länets sjöar har försurningsproblem. Drygt 10 000 ton kalk sprids årligen till länets sjöar och vattendrag för att motverka försurningsproblemen.

Försurningen av mark och vatten beror av flera samverkande faktorer; nedfall av svavel, läckage av kväve från skogsmarken samt skogsbrukets försurande påverkan genom bortförsel av buffrande näringsämnen. Svavelnedfallet till länets skogar har sedan 1996 minskat med 60-70%, i takt med minskningen av Europas svavelutsläpp. Kvävenedfallet har inte minskat i samma utsträckning, men under de senaste 3 åren har kvävenedfallet över öppet fält i länet varit lägre än 5 kg N/ha, vilket är den kritiska belastningen för kvävenedfall till barrskog i Sverige. Dock har mätningar i angränsande län, samt de tidigare mätningarna i länet visat på överskridande av gränsen. Den kritiska belastningsgränsen för kvävenedfall har således sannolikt överskridits under lång tid i Jönköpings län, och växtligheten är därför troligen sedan länge påverkad.

Skogsbrukets relativa betydelse för försurningen har ökat och dess andel står nu för 40 - 70 % av skogsmarkens försurning, beroende på om enbart stam eller även grenar och toppar (grot) tas ut. Skogsbruket utgör alltså idag den största regionala källan till försurning i länet. Försurningen vid uttag av grot kan dock motverkas genom näringskompensation i form av askåterföring. Höga halter av toxiskt oorganiskt aluminium i markvattnet tyder på ett bestående försurningsproblem för skogsmarken i länet, främst i de sydvästra delarna av länet. Även värden under och runt noll för markvattnets syraneutraliserande förmåga visar på försurning. pH i markvattnet har inte ökat vid någon av länets fyra mätplatser, vilket tyder på att återhämtningen från försurningen går mycket långsamt. Försurningsproblemen kommer därför att finnas kvar under lång tid framöver. Mark och vatten i Jönköpings län lider fortfarande av de stora utsläpp som en gång varit.

I Jönköpings län mäts lufthalter vid en station, Fagerhult. Lufthalterna av svaveldioxid (SO₂) och kvävedioxid (NO₂) i bakgrundsmiljön vid Fagerhult är lägre än vid mätplatserna i sydvästra Sverige (Skåne, Halland och Västra Götaland). Under det senaste hydrologiska året uppmättes de lägsta halterna av både SO₂ och NO₂ sedan mätstarten 2000. Under de senaste 6 åren har lufthalterna av SO₂ varit under 0,5 µg/m³. Denna minskning verkar sammanfalla med införandet av begränsningar av svavel i fartygsbränsle år 2007. Länets lufthalter av NO₂ minskar också, om än inte lika tydligt. Lufthalter av ammoniak (NH₃) minskar däremot inte.

Förhöjda halter av nitrat förekommer relativt frekvent i markvattnet vid flertalet mätplatser i länet framför allt i samband med stormen Gudrun 2005. Detta kan tyda på att det pågår en upplagring av kväve i skogsmarken som resulterar i ett läckage till markvattnet i samband med störningar.

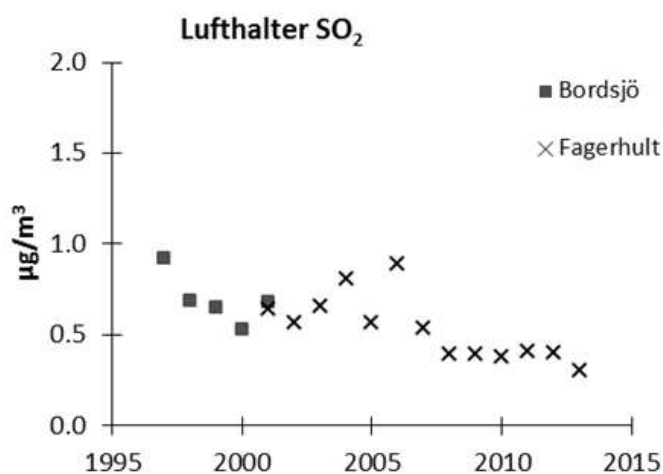
3.1. Försurningen av skogsmarken

Den senaste regionala miljömålsutvärderingen i länet visar att det inte är möjligt att nå målet *Bara naturlig försurning* till 2020, och sammanfattas enligt följande: För att målet ska nås på sikt måste det sura nedfallet minska ytterligare. Fortfarande överskrider nedfallet den kritiska belastningen i länet men utvecklingen i miljön är svagt positiv.

Nedan beskrivs emissioner, lufthalter och nedfall av svavel i Jönköpings län från Krondroppsnetets mätningar, relaterat till svavelemissionerna, följt av tre avsnitt om "Försurningseffekter i markvatten", "Andra bedömningar försurning – mark och sjöar". Resultaten presenteras även stationsvis i diagram (Bilaga 1) och tabeller (Bilaga 2).

Emissioner, lufthalter och nedfall av svavel

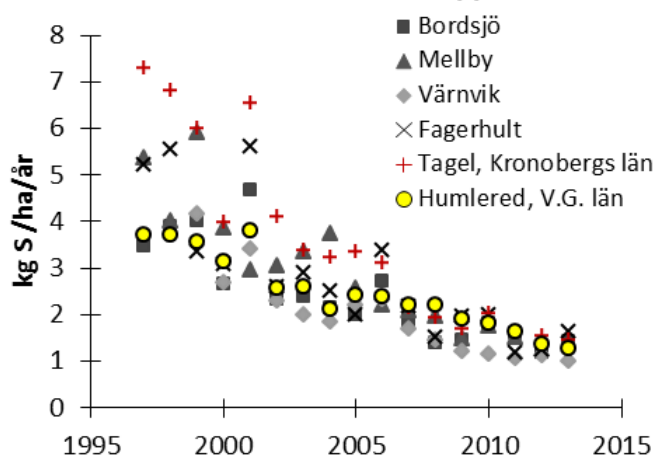
Lufthaltsmätningarna vid Fagerhult visar att de lägsta halterna av SO₂ uppmättes under föregående hydrologiska år (0,3 µg/m³) sedan mätningarna påbörjades år 2000. Lufthalterna av SO₂ minskar signifikant vid Fagerhult med i genomsnitt 5 % årligen. Runt år 2007 skedde en minskning av svavelhalterna i fartygsbränsle från 1.5 % till 1.0 %. Detta kan ha bidragit till den lite kraftigare minskning av lufthalterna av SO₂ som indikeras för tiden kring detta år (Figur 4).



Figur 4. Årliga medelhalter av svaveldioxid i luft vid två platser inom Jönköpings län. Numera mäts lufthalter enbart vid Fagerhult. Lufthalterna mäts månadsvis med diffusiva provtagare placerade 3 m över mark och medelvärde beräknas för hydrologiska år (okt-sept). Minskningen av halterna av svaveldioxid i luft vid Fagerhult är statistiskt säkerställd.

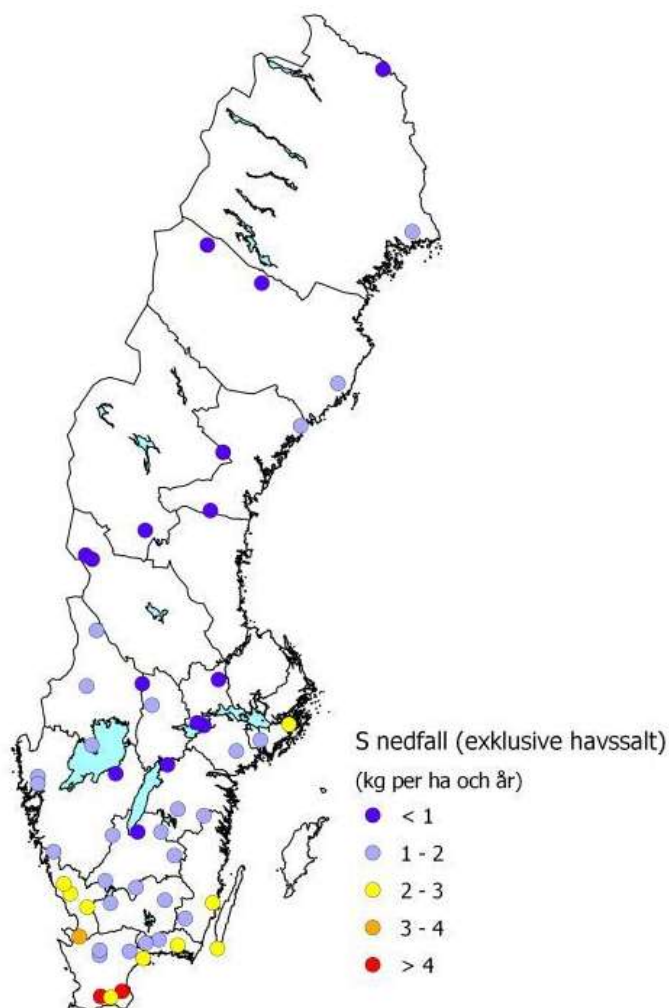
Svavelnedfallet vid samtliga ytor har minskat med 60-80 % sedan mätstarten (1997 respektive 1999), se Figur 5. De rapporterade, samlade svavelutsläppen från Europa har minskat med mer än 80 % sedan 1990, (EMEP, 2011, gäller utsläppen från EU27, internationell fartygstrafik ej inkluderat). Motsvarande minskning sedan 1999 är ca 60 %. I stort sett har svavelnedfallet till skogen i Jönköpings län minskat i samma utsträckning som minskningen av de samlade svavelutsläppen från Europa. Svavelnedfallet till länets skogar låg under det hydrologiska året 2012/13 mellan 1-2 kg S/ha.

Nedfall av sulfatsvavel som krondropp



Figur 5. Årliga värden för nedfall av sulfatsvavel (exklusive havssalt) till fyra platser i Jönköpings län, samt två ytor i angränsande län, uppmätt som krondropp. Samtliga ytor är granytor, bortsett från Humlered som är tall. Nedfallet i krondropp mättes månadsvis och summerades för hydrologiskt år (okt-sept). Samtliga ytor visar en statistiskt säkerställd minskning av svavelnedfallet i krondropp.

Svavelnedfall i krondropp 2012/13 visas för landet som helhet i Figur 6. Gradienten i försurningsproblematiken från sydväst mot nordost framträder tydligt. Prognoser för framtiden tyder på att svavelnedfallet över Sverige kommer att minska ytterligare. Även kväve- nedfall kan verka försurande, men till skillnad från svavel uppkommer den försurande effekten först om/när ekosystemet inte kan hålla kvar allt kväve. När kväve finns i överskott sker nitrifikation, varvid vätejoner som försurar frigörs. Kvävestatusen i skogarna i Jönköpings län diskuteras vidare i nästa kapitel.

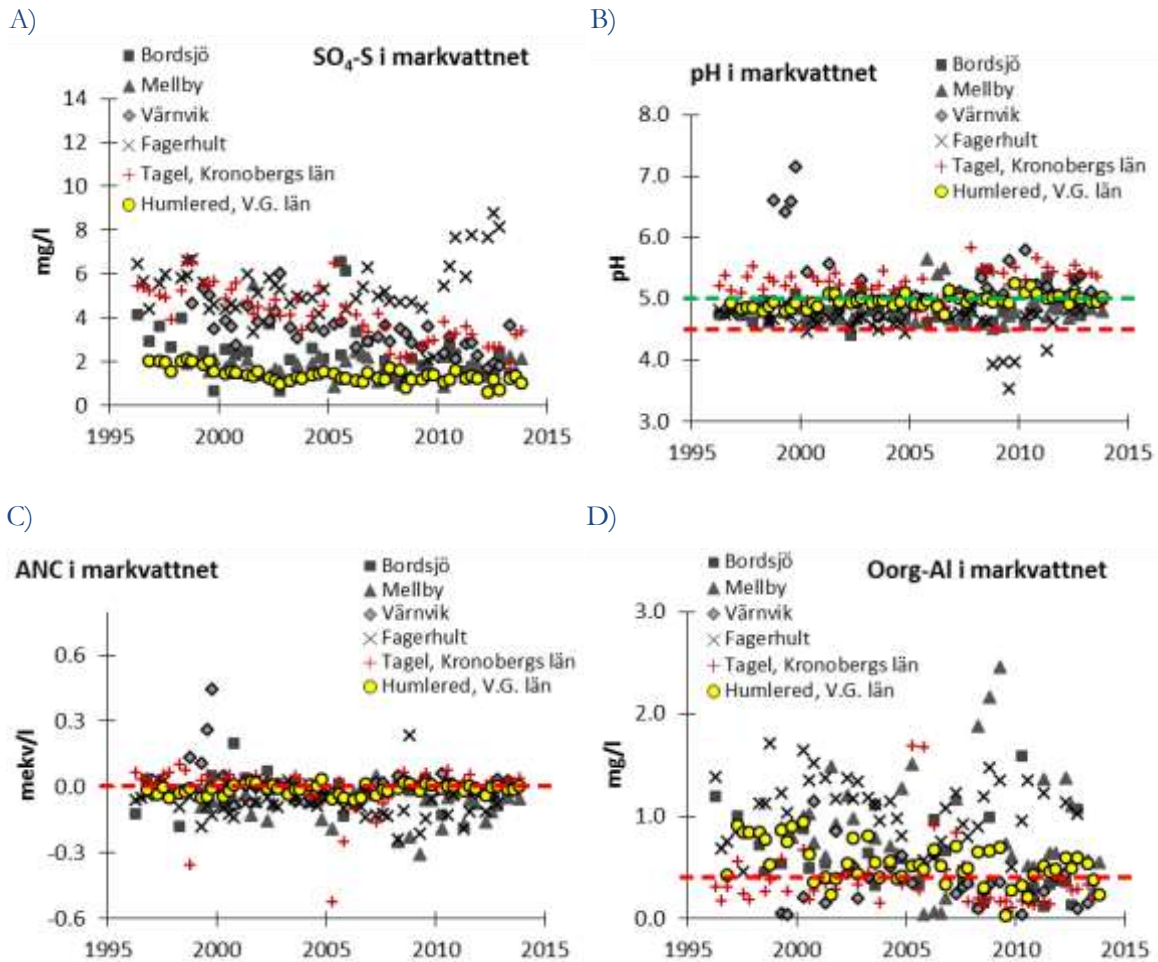


Figur 6. Nedfall av sulfatsvavel (exklusive bidraget från havssalt) som krondropp under det hydrologiska året 2012/2013 vid olika platser inom Krondroppsnetet.

Försurningseffekter i markvatten

Markvattnet är det vatten som rör sig i marklagren under rotzonen men ovanför grundvattnet. Det utgör en länk mellan skogsmarken och rinnande ytvatten. Markvattenmätningar genomförs på fyra platser i länet.

Det minskade svavelnedfallet syns i markvattenmätningarna som minskade svavelhalter vid två av de fyra ytorna (Värnvik och Bordsjö, se Figur 7A). Även vid Tagel och Humlered i angränsande län har svavelhalterna i markvattnet minskat signifikant. Vid Fagerhult har svavelhalterna däremot varit förhållandevis höga sedan 2010, trots att svavelnedfallet har minskat kraftigt vid ytan. Det är oklart vad detta kan bero på. En möjlig förklaring kan vara att svavel från atmosfäriskt nedfall lagrats upp i skogsmarken under lång tid och nu kontinuerligt läcker ut till markvattnet. Det kan också bero på vittring från vissa mineral. Höga svavelhalter i markvattnet runt 2010 uppträdde också vid Rockneby, en krondroppsytta strax väster om Kalmar. Både vid Fagerhult och Rockneby sammanfaller höga sulfathalter med höga kloridhalter.



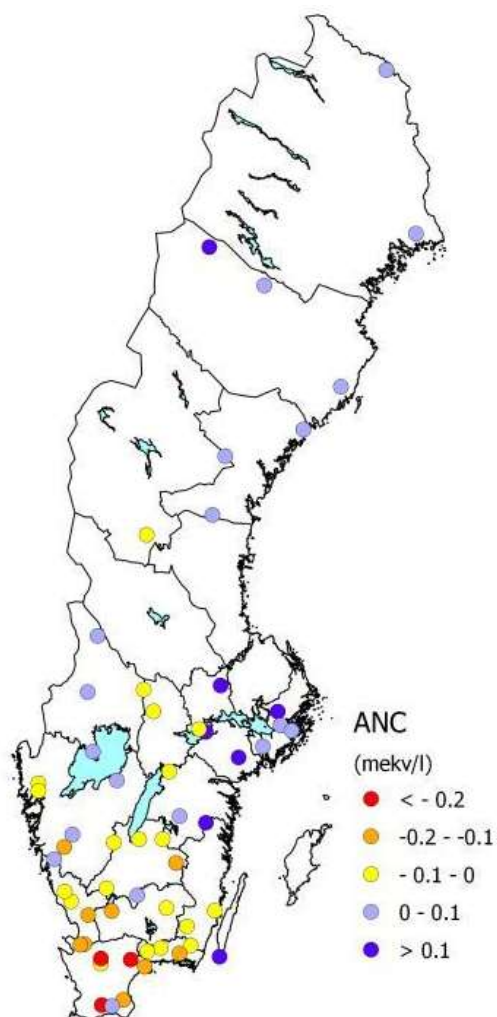
Figur 7. Halterna av A) sulfatsvavel (SO₄-S), B) pH, C) syraneutraliserande förmåga (ANC) och D) halten oorganiskt aluminium (oorg-Al) i markvattnet på 50 cm djup vid olika platser i Jönköpings län, samt vid två lokaler i angränsande län, uppmätt inom Krondroppsnetet. Följande förändringar är statistiskt säkerställda: SO₄-S har minskat signifikant vid Bordsjö, Värnvik, Tagel och Humlered; för pH, ANC och oorg-Al uppvisas inga signifikanta förändringar i markvattnet vid någon av de fyra mätplatserna i Jönköpings län, och inte heller vid Tagel i Kronobergs län. Däremot har pH ökat och halterna av oorganiskt aluminium minskat i markvattnet vid Humlered i Västra Götalands län.

Även om det sura nedfallet av svavel har minskat kraftigt vid samtliga ytor så är den positiva effekten vad gäller återhämtning från försurningen av markvattnet dock liten eller obefintlig. Försurning av markvattnet kan beskrivas utifrån olika parametrar, som alla ger lite olika aspekter på försurningen, såsom pH, syraneutraliserande förmåga (ANC) och halter av det toxiska ämnet oorganiskt aluminium (oorg-Al). Bedömningen av försurnings-tillståndet i markvattnet vid de fyra lokalerna i länet tyder på att Värnvik och Bordsjö, i de norra delarna av länet uppvisar en bättre försurningsstatus än Fagerhult och Mellby. Detta kan troligtvis kopplas till ett högre nedfall i de södra delarna av länet samt att berggrunden i norr är mer näringsrik och kalkhaltig och därför har en bättre buffringsförmåga än i de södra delarna. Tagel, just över gränsen till Kronobergs län, har den bästa försurnings-statusen med ett förhållandevis högt pH, ANC-värden över 0 samt låga halter av oorganiskt aluminium i markvattnet.

pH värdena vid Värnvik och Bordsjö är högre än både Fagerhult och Mellby och ligger i dagsläget oftast över 5,0. Bedömningen av vid vilket pH som markvattnet kan anses försurat beror till viss del på vilken berggrund som föreligger i området, halterna av organiska ämnen mm. Ett pH i området 4,5 – 5,0 kan indikera risk för försurning, och ett pH <4,5 anses i de flesta fall indikera kraftig försurning. pH i markvattnet vid samtliga fyra ytor i länet har i huvudsak legat inom området med risk för försurning, se Figur 7B. Med undantag av Fagerhult har samtliga ytor haft ett pH över 4,5 under de senaste åren. De två ytorna i angränsande län uppvisar förhållandevis bra pH-värden runt 5 eller strax däröver. Endast Humlered i Västra Götalands län har ökande pH-värden i markvattnet. Övriga ytor visar inte någon signifikant ökning av pH, vilket indikerar att återhämtningen från försurningen går mycket långsamt.

Både Bordsjö och Värnvik, liksom Tagel och Humlered, uppvisar ANC-värden runt 0, eller strax däröver, medan ANC vid Mellby och Fagerhult är något lägre (Figur 7C). Värdet för ANC ska vara tydligt över noll om markvattnet inte ska anses försurat. ANC har inte minskat vid någon av de 6 ytorna sedan mätstarten.

I Figur 8 visas den syraneutraliserande kapaciteten (ANC) hos markvattnet på 50 cm djup vid olika platser i landet inom Krondropps nätet. Det finns en gradient vad gäller markförsurningen redovisat på detta sätt från sydväst mot nordost, med det framgår också att det inom denna gradient finns betydande lokala variationer. Orsakerna till denna lokala variation är föremål för forskning. I denna framställning framgår samtliga 4 ytor i Jönköpings län som försurade och länet ligger generellt i en region där försurningsstatusen övergår till tillfredsställande status mot nordöst.



Figur 8. Den syraneutraliserande kapaciteten (ANC) hos markvattnet på 50 cm djup vid olika platser inom Krondroppsnetet. Det värde som anges är medianvärdet under de senaste tre åren. Ett värde på $ANC < 0$ diskuteras som en indikator för försurning av skogsmarken.

Mellby och Fagerhult har högre halter oorganiskt aluminium i markvattnet än övriga ytor i länet, vilket tyder på att dessa två ytor är mer försurningsdrabbade än Bordsjö och Värnvik. Oorganiskt aluminium frigörs vid sura förhållanden, och kan vara skadligt både för växter och djur. Det används ofta som en indikator på markvattnets försurningsstatus. En kritisk gräns som föreslagits är 0,4 mg/l (Gustafsson m.fl., 2001). Mätningarna inom Krondroppsnetet visar att markvattenhalterna överskrider denna gräns i de flesta fall i Jönköpings län (Figur 5D). Vid Tagel i Kronobergs län har halterna oftast legat under 0,4 mg/l. Halterna har inte minskat vid någon av ytorna i länet, men vid Humlered i Kronobergs län har halterna minskat. Detta visar att trots att svavelnedfallet minskat kraftigt är marken långt ifrån återhämtad. Mark och vatten i Jönköpings län lider fortfarande av de stora utsläpp som en gång varit, framförallt i de sydvästra delarna av länet. Ingen av de fyra ytorna i länet visar signifikanta förändringar i markvattnet, varken för pH, ANC eller oorganiskt aluminium. Detta visar att återhämtningen från försurningen går långsamt och försurningsproblemen kommer därför att finnas kvar lång tid framöver.

Andra bedömningar försurning – mark och sjöar

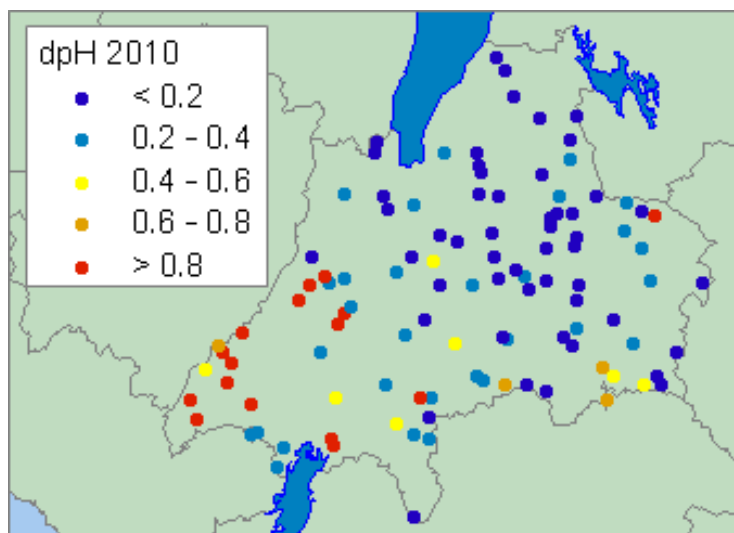
Data från markinventeringen används för uppföljning av indikatorn ”Försurad skogsmark”. Uppföljningen görs nationellt och uppdelat i tre landsdelar. I den del som Jönköping tillhör, sydvästra Sverige, är andelen mark med hög eller mycket hög surhetsgrad enligt bedömningsgrunderna för skogslandskapet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

Den senaste skattningen av andelen sjöar som anses försurande genom mänsklig påverkan är att ca 26 % av sjöarna i Jönköpings län var försurade under 2010, Figur 9 (Fölster & Valinia, 2012). Majoriteten av de försurade sjöarna ligger i de sydvästra delarna av länet. Det har skett en betydande återhämtning från försurning hos länets sjöar, men återhämtningen är starkt beroende av storleken på det kvarvarande sura nedfallet. Dessutom har bortförsel av biomassa från skogen i samband med avverkning en försurande effekt.

Figur 9. 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.



3.2. Kvävestatusen i skogslandskapet

Den senaste regionala miljömålsutvärderingen i länet visar att det inte är möjligt att nå målet *Ingen övergödning* till 2020. För att minska nedfallet av övergödande ämnen krävs arbete nationellt med att minska utsläpp från trafiken och även jordbruket, men framförallt är det en fråga som måste lyftas till EU-nivå. Utvecklingen är dock positiv. Under de senaste åren har betydelsefulla insatser i samhället skett som bedöms gynna miljötillståndet.

Kväve är tillsammans med fosfor orsaken till övergödning av hav och sjöar. (Läs mer om fosfordnedfall i kapitel 3.3). Runt 1950 började nedfallet av kväve i Sverige öka kraftigt för att nå sin kulmen under 1980-talet (Hansen m.fl., 2013).

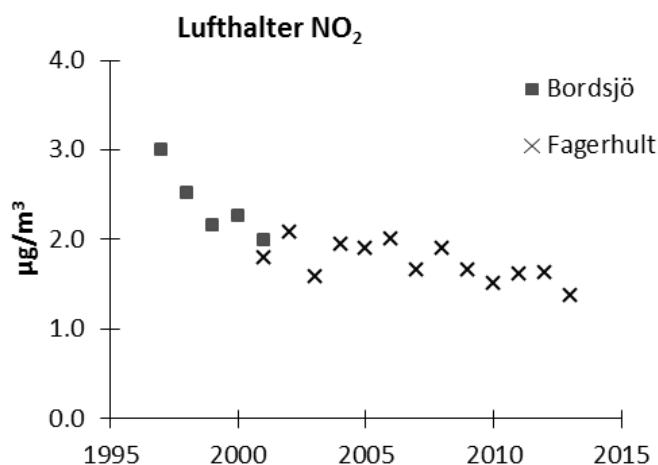
Nedan beskrivs lufthalter och nedfall av kväve i Södermanland från Krondroppsnetets mätningar, relaterat till kväveemissionerna, följt av ett avsnitt om ”Kväveeffekter i markvatten”. Resultaten presenteras även stationsvis i diagram (Bilaga 1) och tabeller (Bilaga 2).

Emissioner, lufthalter och nedfall av kväve

De rapporterade kväveoxidutsläppen i Europa har under de senaste 20 åren minskat med 47 % och ammoniak med 25 % (EMEP, 2011, gäller utsläppen från EU27, internationell fartygstrafik ej inkluderat). Det är svårt att påvisa att kvävenedfallet över Sverige har minskat under de senaste 20 åren, delvis på grund av ökande och variabla nederbördsmängder (Hansen m.fl., 2013).

Lufthalten av NO₂ vid Fagerhult under det hydrologiska året 2012/13 var den lägsta sedan mätningarna påbörjades år 2000 (1,4 µg/m³), se Figur 10. Lufthalterna av NO₂ minskar signifikant med i genomsnitt 3 % årligen. Halterna är generellt lägre än de lufthaltsmätningar som är lokaliserade sydväst om Jönköpings län (i Skåne, Halland, Västra Götaland och Kalmar län).

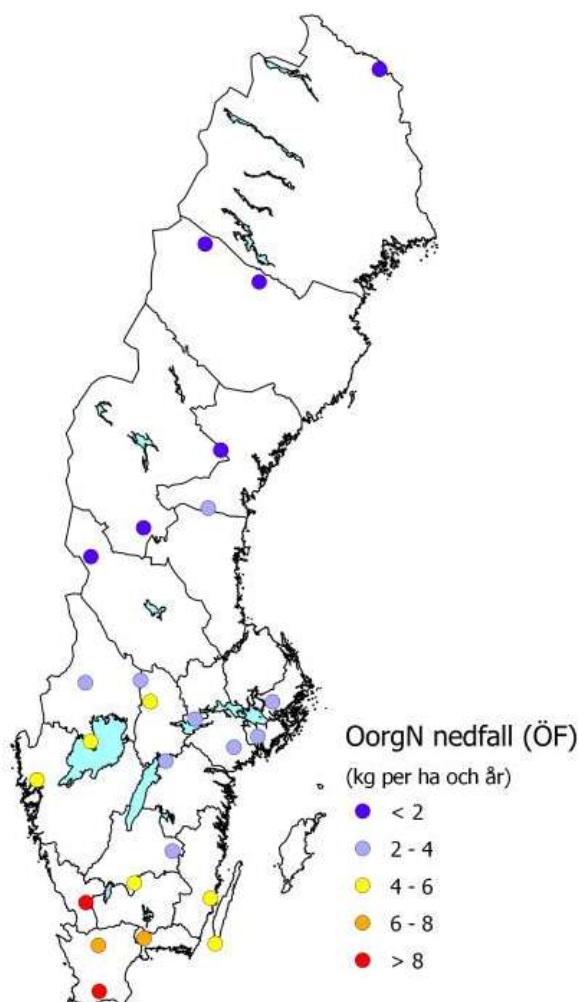
Lufthalterna av NH₃ är i allmänhet mycket låga inom länet, genomgående under 0,8 µg/m³. För ammoniak finns dock ingen statistiskt säkerställd förändring av halterna vid Fagerhult (data visas ej).



Figur 10. Årliga medelhalter av kvävedioxid i luft vid två platser inom Jönköpings län. Numera mäts lufthalter enbart vid Fagerhult. Lufthalterna mäts månadsvis med diffusiva provtagare placerade 3 m över mark och medelvärde beräknas för hydrologiska år (okt-sept). Minskningen av halterna av NO₂ i luft vid Fagerhult är statistiskt säkerställd.

Nedfallet av kväve till skogen är svårt att mäta på grund av att kvävet kan tas upp direkt till trädskronorna. Krondropps­mätningar för kväve kan därför inte användas rakt av, på samma sätt som för svavel, utan man får istället använda mätningar av våtdeposition på öppet fält och därefter lägga till ett uppskattat bidrag från torrdepositionen. Torrdepositionen beräknas med hjälp av krondropps­mätningarna. Tidigare analyser har visat att i området runt Jönköpings län bidrar torrdepositionen med ca 6 % till det samlade nedfallet av oorganiskt kväve (Karlsson m.fl., 2011).

Nedfallet av oorganiskt kväve med nederbörden till öppet fält vid olika platser inom Krondroppsnetet under det hydrologiska året 2012/13 visas i Figur 11. Det högsta kväve­nedfallet i landet förekommer i sydväst i Skåne, Blekinge och Halland. Något lägre kväve­nedfall finner man i ett stråk från sydost till nordväst, från Kalmar län till södra Värmland.

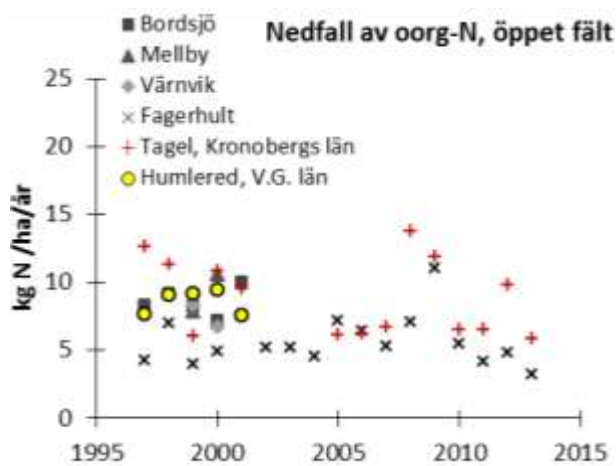


Figur 11. Nedfallet av oorganiskt kväve (oorgN) med nederbörden till öppet fält vid olika platser inom Krondroppsnetet under det hydrologiska året 2012/13.

Den längsta, obrutna tidsserien vad gäller kvävenedfall med nederbörden till öppet fält i Jönköpings län finns för Fagerhult 1997-2013 (Figur 12). Krondroppslokalen Tagel i Kronobergs län ligger väldigt nära gränsen till Jönköpings län och även där har mätningar på öppet fält bedrivits sedan 1997, dock med ett kortare uppehåll 2002-2004. Under det

hydrologiska året 2012/13 uppmättes det lägsta kvävenedfallet av oorganiskt kväve (nitratkväve + ammoniumkväve) vid Fagerhult sedan mätningarna påbörjades (3,3 kg/ha). Även vid Tagel uppmättes det lägsta kvävenedfallet (5,7 kg/ha), vilket styrker att kvävenedfallet i denna del av Sverige varit lågt under föregående år. Detta hänger troligtvis samman med att nederbörden var ovanligt låg. Trots detta finns det inga indikationer på att kvävenedfallet med nederbörden vid Fagerhult har minskat med statistisk säkerhet över denna tidsperiod, varken för NO_3 eller NH_4 . Vid Tagel har däremot nedfallet av nitrat minskat signifikant.

Under det senaste hydrologiska året var nitralthalterna i nedfallet över öppet fält vid Fagerhult för första gången lägre än i krondropp (se Figur B1:8 i bilaga 1). Även ammoniumhalterna i krondropp var nästan i nivå med mätningarna på öppet fält. Detta kan hänga samman med de låga nederbördsmängderna, eller att trädens upptag av kväve har minskat under senare år. Även stormskadorna vid Fagerhult 2005 och 2008 kan ha påverkat mätningarna, eftersom en del av krondroppslinjen bl.a. flyttades. Ytterligare mätningar kan visa om detta är en fortsatt trend, och ger möjlighet att utreda orsaken närmre.



Figur 12. Årliga värden för nedfall av oorganiskt kväve (nitratkväve + ammoniumkväve) med nederbörden till öppet fält till fyra platser i Jönköpings län, samt till två platser i angränsande län. Numera finns öppet fält mätningar i länet endast vid Fagerhult, men mätningar görs även vid Tagel, en närliggande yta i Kronobergs län. Nedfallet i nederbörden mättes månadsvis och summerades för hydrologiskt år (okt-sept). Endast en station (Tagel i Kronobergs län) uppvisade en statistiskt säkerställd nedgång av nitrat. För ammonium finns inga signifikanta förändringar.

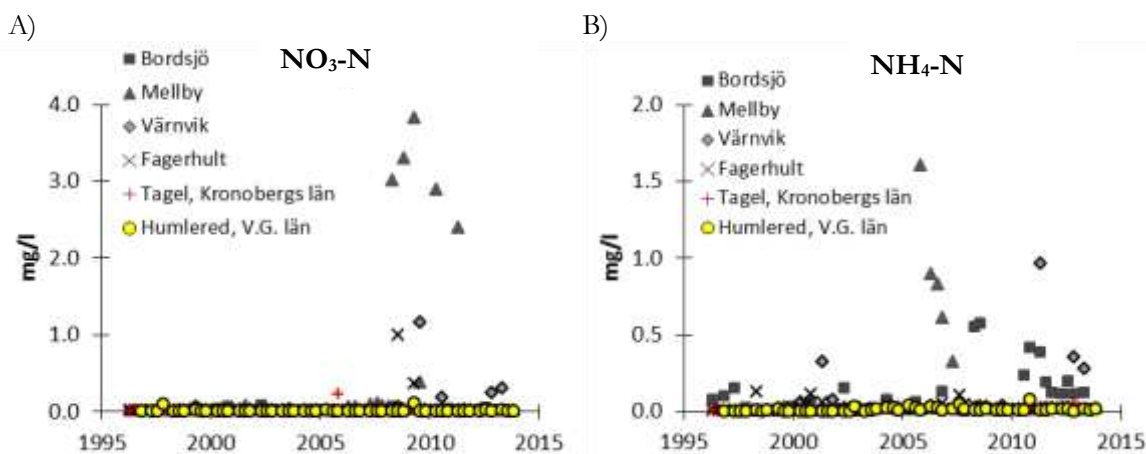
Det samlade nedfallet av $\text{NO}_3 + \text{NH}_4$ med nederbörden som medelvärde för de senaste tre åren uppgick till 4,1 kg N/ha vid Fagerhult. Genom att lägga till ett uppskattat värde på torrdepositionen (6 %) blir det beräknade totala nedfallet av oorganiskt kväve 4,3 kg N/ha. Detta är glädjande nog lägre än den gräns på 5 kg N/ha/år som fastställts för den kritiska belastningen för kvävenedfall till skydd för förändringar hos växtligheten (Moldan m.fl., 2011). En motsvarande beräkning vid Tagel ger ett kvävenedfall på 7,7 kg N/ha, vilket innebär att den kritiska belastningsgränsen överskrids. Det är lovande att kvävenedfallet vid Fagerhult är lågt, men mätningarna vid angränsande län, samt de tidigare mätningarna vid Fagerhult visar på överskridande av gränsen. Den kritiska belastningsgränsen för kvävenedfall har således sannolikt överskridits under lång tid i Jönköpings län, och växtligheten är därför sannolikt sedan länge påverkad. Sedan juni 2013 mäts torrdepositionen till skog med hjälp av strängprovtagare under tak vid Fagerhult. I nästa års rapport kommer därför

den totala kvävedepositionen vid Fagerhult att kunna redovisas, utan att baseras på ett uppskattat värde av torrdepositionen.

Kväveeffekter i markvattnet

Tillväxten i Sveriges skogar anses generellt vara kvävebegränsad, och skogsekosystemen har en mycket stor förmåga att lagra upp kväve. Förhöjda halter av nitrat uppträder därför tämligen sällan i markvattnet i växande skog. Om kväve lagrats upp i skogsmarken kan dock olika störningar såsom avverkning, vindfällen eller skadeinsekter, ge upphov till förhöjda halter av nitrat och ammonium i markvattnet.

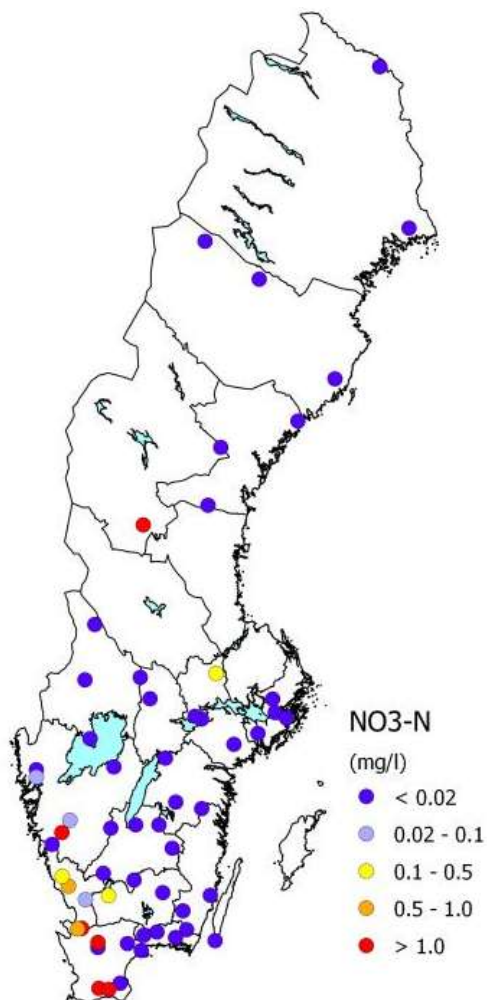
Förhöjda halter av nitrat i markvattnet förekommer relativt frekvent i länet, främst vid Mellby, Värnvik och Fagerhult. Förhöjda halter av ammonium förekommer vid alla fyra mätplatserna i länet (Figur 13). Vid de två mätplatserna i angränsande län (Tagel och Humlered) har halterna av både nitrat och ammonium varit låga. De höga nitrat och ammoniumhalterna vid Mellby hänger sannolikt samman med att skogsytan skadades i stormen Gudrun i januari 2005. Detta kan tyda på att det pågår en upplagring av kväve i skogsmarken som resulterar i ett läckage till markvattnet i samband med störningar. Eftersom skogen utgör en stor andel av den samlade arealen i Jönköpings län (68 % produktiv skogsmark), kan förhöjda halter nitrat i markvattnet innebära att den totala mängden kväve som läcker ut från mark till sjöar ökar i framtiden.



Figur 13. Halterna i markvattnet på 50 cm djup vid olika platser i Jönköpings län, samt på två platser i angränsande län av A) nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$) i markvattnet, samt B) halterna av ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) i markvattnet. Inga förändringar är statistiskt säkerställda.

I Figur 14 redovisas mätningar av nitrat i markvattnet vid olika lokaler runt om i landet inom Krondroppsnätet, som medianvärdet från de senaste tre årens mätningar. I denna karta redovisas även resultaten från platser som varit utsatta för någon form av störning. Vid provytan Klippan, en röd markering strax öster om Göteborg, dog träden på grund av ett barkborreangrepp 2008 och nitrat började läcka ut i markvattnet. Krondroppsytan vid

Sör-Digertjärn i södra Jämtlands län kvävegödlades 2012. Uttryckt som medianvärdet för de senaste tre åren är nitratförekomsten i markvattnet inom Jönköpings län ännu låg.

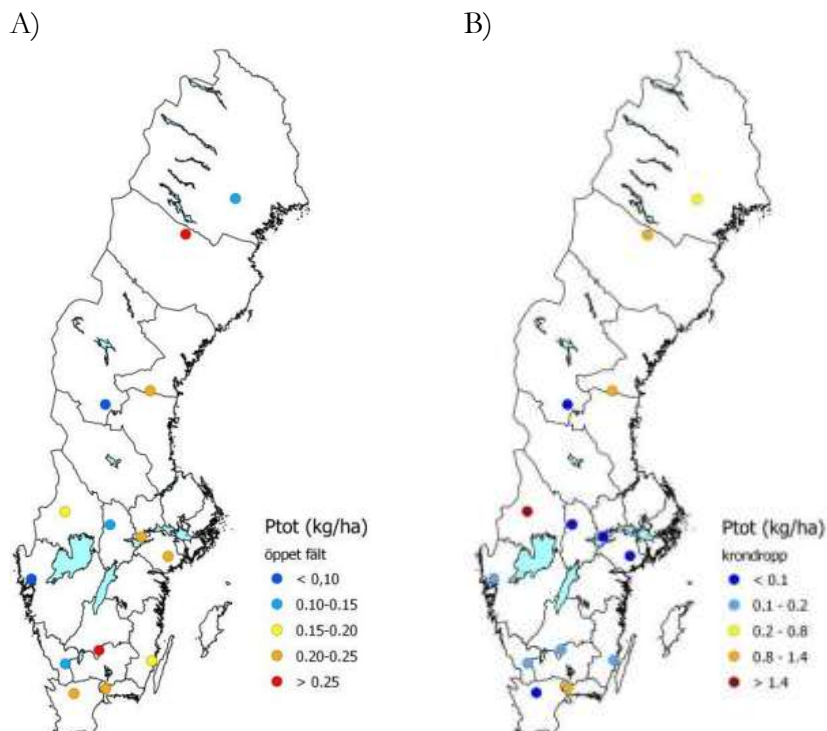


Figur 14. Koncentrationen av nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) i markvattnet vid olika platser inom Krondroppsnätet redovisat som medianvärde från de senaste tre årens mätningar.

3.3. Nedfallsmätningar av fosfor 2012/13

Sedan 2011 mäts nedfallet av fosfor inom Krondroppsnätet. 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 fosfor mineral 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 fosfornedfallet vid 14 ytor, och resultaten visade att fosfornedfallet varierade inom landet, se Figur 15. 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 15. 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 fosfornedfall 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 15 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.

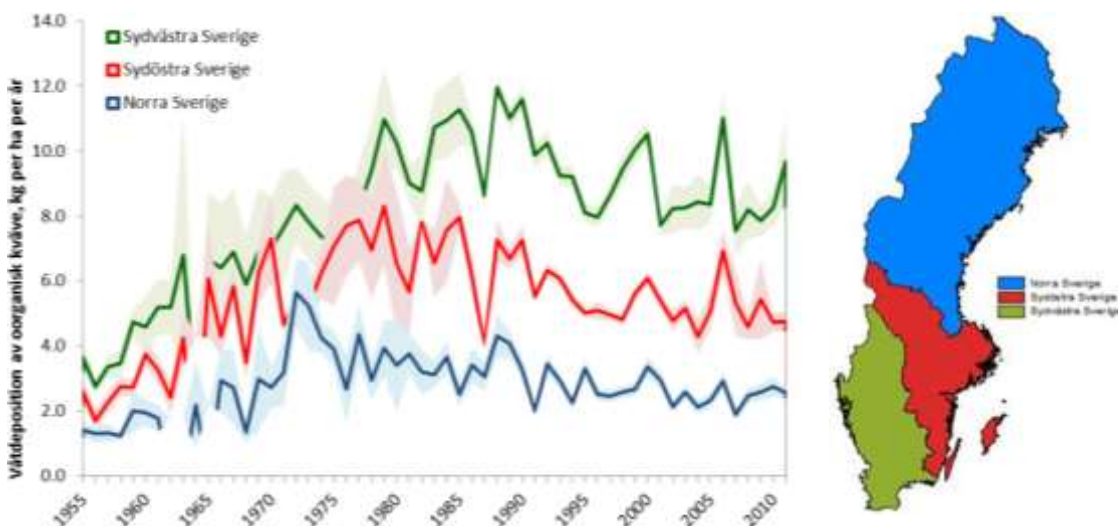
4. Rapporter och artiklar 2013

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 16. 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 16. Nedfallet av oorganiskt kväve (NO₃ + NH₄) 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 Krondroppsnätet 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 kontinental 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 krondroppsmätningar, 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 utvecklade metod baserad på torrdepositionen till strängar av teflon placerade under tak, samt på nettokrondroppet av natrium. De antaganden som ligger till grund för metoden är att depositionen av natrium inte påverkas av interaktioner (upptag och/eller läckage) med trädskronorna samt att den relativa fördelningen av torrdepositionen av olika ämnen är densamma till teflontrådarna som till trädskronorna. 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, Luftförenings- 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 Krondropps nätets nedfalls- och markvattenkemimätningar.

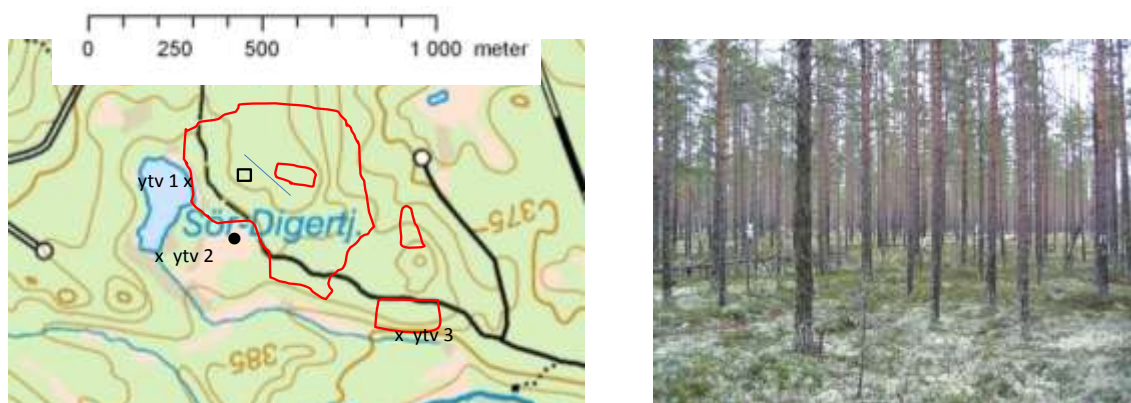
Seminarium på KSLA om skogsbruk i ett förändrat klimat. Den 16 oktober 2013 arrangerades ett seminarium på KSLA i Stockholm, "Skogsbruk i ett förändrat klimat – Hur påverkas mångfald och miljö?". Arrangörer var forskningsprogrammen BECC, Mistra-SWECIA och CLEO tillsammans med KSLA. Data från Krondropps nätet 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

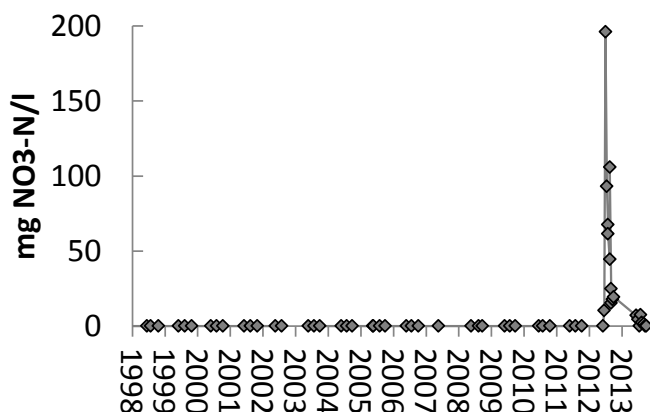
Kvävegödsling av en krondroppsyta i Jämtland

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 krondroppsytor 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 17. 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 Krondroppsnätet med tallskog i Jämtlands län, Sör-Digertjärn, gödslades i juni 2012 med 150 kg N/ha (Figur 17). 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 17), 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 18 visas nitralthalterna i markvattnet.



Figur 18. 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 krondroppsytorna, 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 krondroppsytorna 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. Krondroppsnetets 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 krondroppsytta vid Västra Torup i

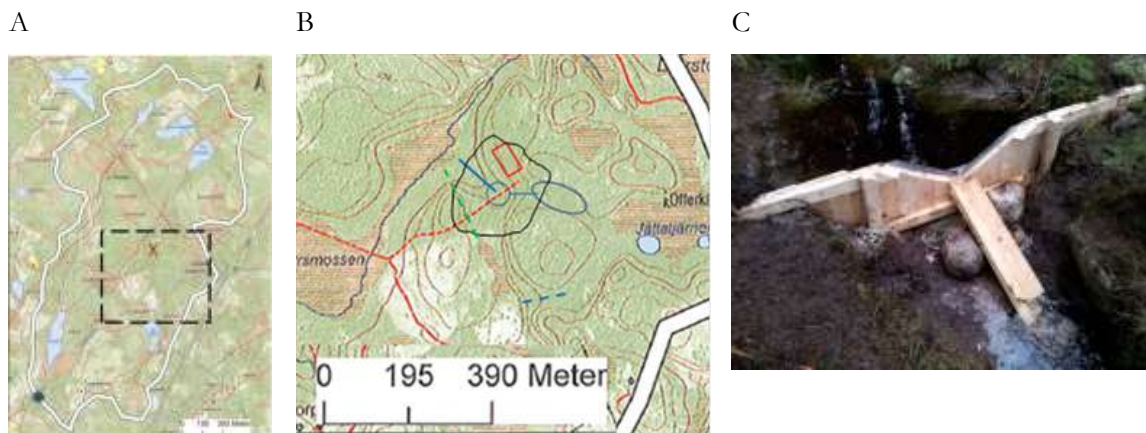
Skåne (Zanchi m.fl., 2014), kommer att jämföras med modellresultat från den närliggande nystartade ytan Hissmossa. Båda är granskogar, men markvattenkemin skiljer sig mycket åt. I Västra Torup var nitratkvävehalterna mycket låga ända tills skogen avverkades, medan halterna i Hissmossa har varit förhöjda 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 krondroppsyta, Storskogen, inom ett lämpligt avrinningsområde (Sågebäcken) finns nu i Västra Götalands län (Figur 19) 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 19. 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 19 B & C). Dessutom kommer två grundvattenrör att placeras ut i slutningen 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 Krondroppsnetet 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 Krondroppsnetet

Fördjupad utvärdering och förslag på nya indikatorer

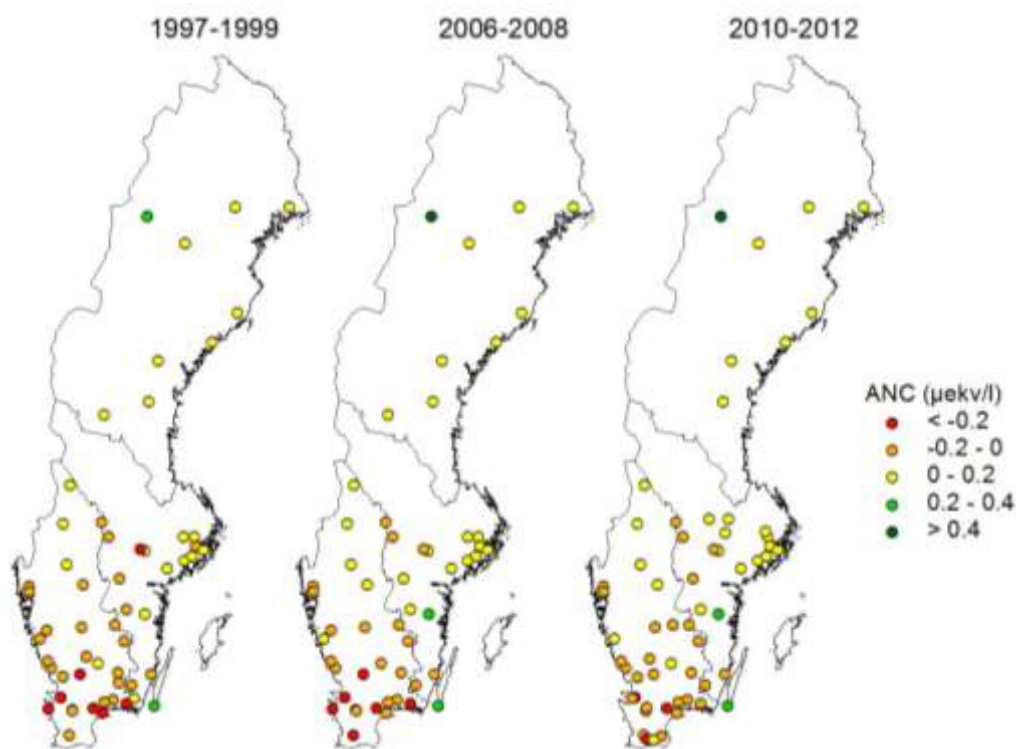
Under 2014 pågår arbete med fördjupade utvärderingar av de 16 miljö kvalitetsmålen. Utvärderingarna ska vara klara 1 september 2015. Data från krondroppsytorna används i flera sammanhang i arbetet med att ta fram underlag för miljö kvalitetsmålet *Bara naturlig försurning*.

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 20. 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*.



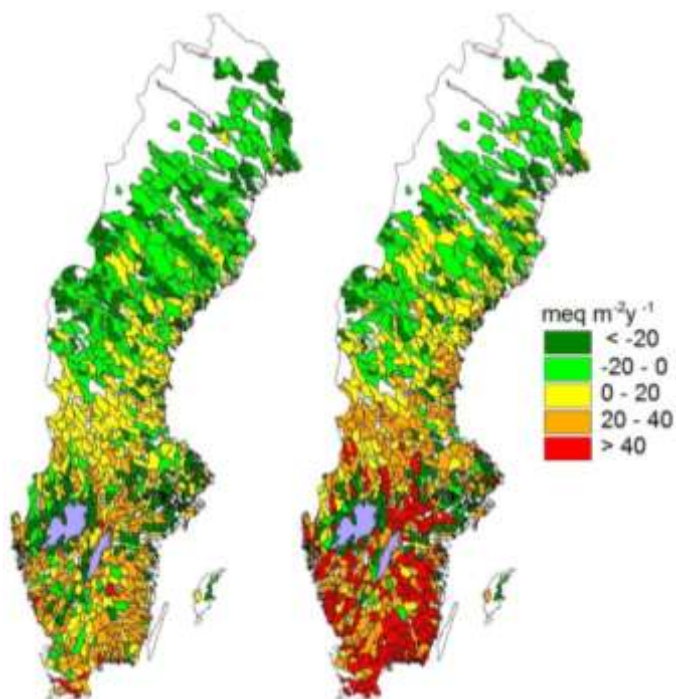
Figur 20. ANC i markvatten på 50 cm djup på krondroppsytor, medianvärde för varje yta från tre olika treårsperioder. Gränserna för de tre försurningsregionerna är utmärkta på kartan.

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 heltträdsuttag, 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. Arbeta 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 21 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 21. 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 Krondropps nätet.

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 Krondropps nätet 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 nitratutlakning i marken (NO₃, leach) varje år.

iii) huvudindikatorn kol-kväveknot (C/N) och stödindikatorn totalkväve i marken (N_{tot}) 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 nitratutlakning i marken (NO_3 , leach) antar vi att man här syftar på halterna av NO_3 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 miljökvalitetsmål 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 skogsbruksscenarier, kopplat till försurning, kväveutlakning och kolinbindning.

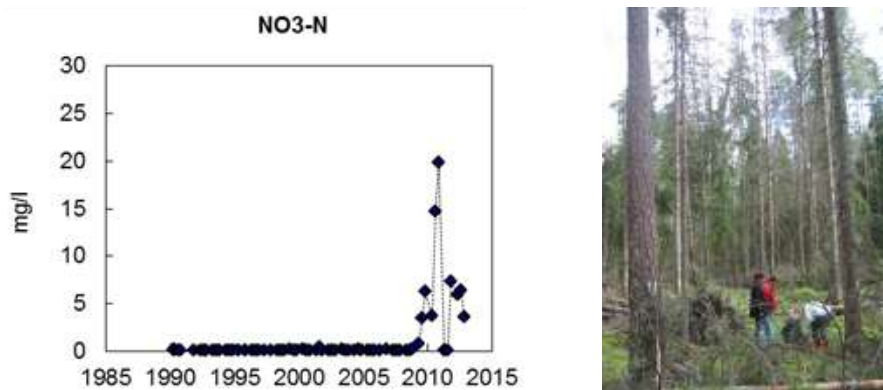
Detaljerade massbalansberäkningar

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-uttag 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 skogsbruksscenarier.

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 provtytor inom Krondroppsnetet innebär att relativt ovanliga händelser, t.ex. stormfällan och angrepp av granbarkborre (Figur 22) 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 22. 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 CO₂. 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 borrhävar 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 träd tillväxten förhoppningsvis att påvisas tillsammans med inverkan från alla övriga faktorer.

8. Krondroppsnetets webbplats

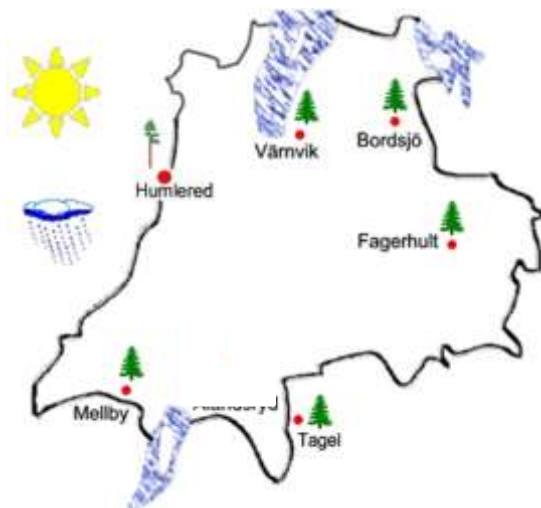
Krondroppsnetets webbplats (www.ivl.krondroppsnetet.se) kommer att kompletteras med en engelsk version där den viktigaste informationen, samt nedladdning av data kommer att finnas med. Den engelska versionen planeras finnas tillgänglig under hösten 2014.

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, O₃) and PM. Norwegian Meteorological Institute, Data Note 2011, ISSN 1890-0003.
- Fölster, J. and S. Valinia (2012). Försumningsläget i Sveriges ytvatten 2010. Komplettering till rapport 2011:24. Underlag till utvärdering av miljömålet "Bara naturlig försurning. Rapport 2012:5, Institutionen för vatten och miljö, SLU.
- Gustafsson, J-P., Karlton, E., Lundström, U., Westling, O. (2001). Urvalskriterier för bedömning av markförsurning. Temaserie Markförsurning och motåtgärder. Skogsstyrelsen, Rapport 11D.
- Hansen, K., Pihl Karlsson, G., Ferm, M., Karlsson, P.E., Bennet1, C., Granat, L., Kronnäs, V., von Brömssen, C., Engardt, M., Akselsson, C., Simpson, D., Hellsten, S. & Svensson, A. 2013. Trender i kvävenedfall 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., 2011. Totaldeposition av kväve till skog, IVL Rapport B 1952.
- 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.
- Moldan, F. 2011. Swedish NFC Report. I ”Modelling Critical Thresholds and Temporal changes of Geochemistry and Vegetation Diversity (Posch m. fl red.). CCE Status Report 2011. ISBN 978-90-6960-254-7.
- 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 medelvärde för hydrologiskt år (okt – sep). Även lufthaltsdata redovisas för hydrologiska år. För markvattendata visas de tre senaste årens mätningar. De tre markvattenprovtagningarna som genomförs varje kalenderår avses representera förhållandena före, under samt efter vegetationsperioden.

I Jönköpings län finns fyra aktiva lokaler inom Krondroppsnetet (Tabell B1:1). Samtliga ytor är granytor. Ytan Alandsryd i södra delen av Jönköpings län lades ner

2012. Vid de nuvarande fyra stationerna har nedfallsmätningar i skogen samt mätningar av markvattenkemi genomförts i 17 år (Bordsjö och Fagerhult) respektive i 15 år (Värnvik och Mellby). I Fagerhult mäts dessutom nedfall över öppet fält och lufthalter. Mätningar med strängprovtagare (torrdeposition) startades i Fagerhult i juli 2013. Resultat från dessa mätningar presenteras i nästa års rapport. Utöver mätningarna i Jönköpings län redovisas här även mätningarna från ytterligare en tallyta i Västra Götalands län (Humlered) samt en granyta i Kronobergs län (Tagel) där mätningar har pågått sedan 1996. Båda dessa ytor ligger mycket nära gränsen till Jönköpings län.

Tabell B1:1. Aktiva ytor i Jönköpings län 2012/13, samt Tagel (Kronobergs län) och Humlered (Västra Götalands län).

Lokal	Domin. trädslag	Öppet fält	Strängprovtagare	Kron-dropp	Mark-vatten	Lufthalter			
						SO ₂	NO ₂	NH ₃	O ₃
Värnvik (F 12)	gran			X	X				
Mellby (F 18)	gran			X	X				
Bordsjö (F 22)	gran			X	X				
Fagerhult (F 23)	gran	X	X	X	X	X	X	X	1)
Tagel (G22) ²⁾	gran	X		X	X				
Humlered (P93) ³⁾	tall			X	X				

1) ingår i Ozonmättnätet i södra Sverige från och med 2009, 2) Ligger i Kronobergs län, 3) Ligger i Västra Götalands län

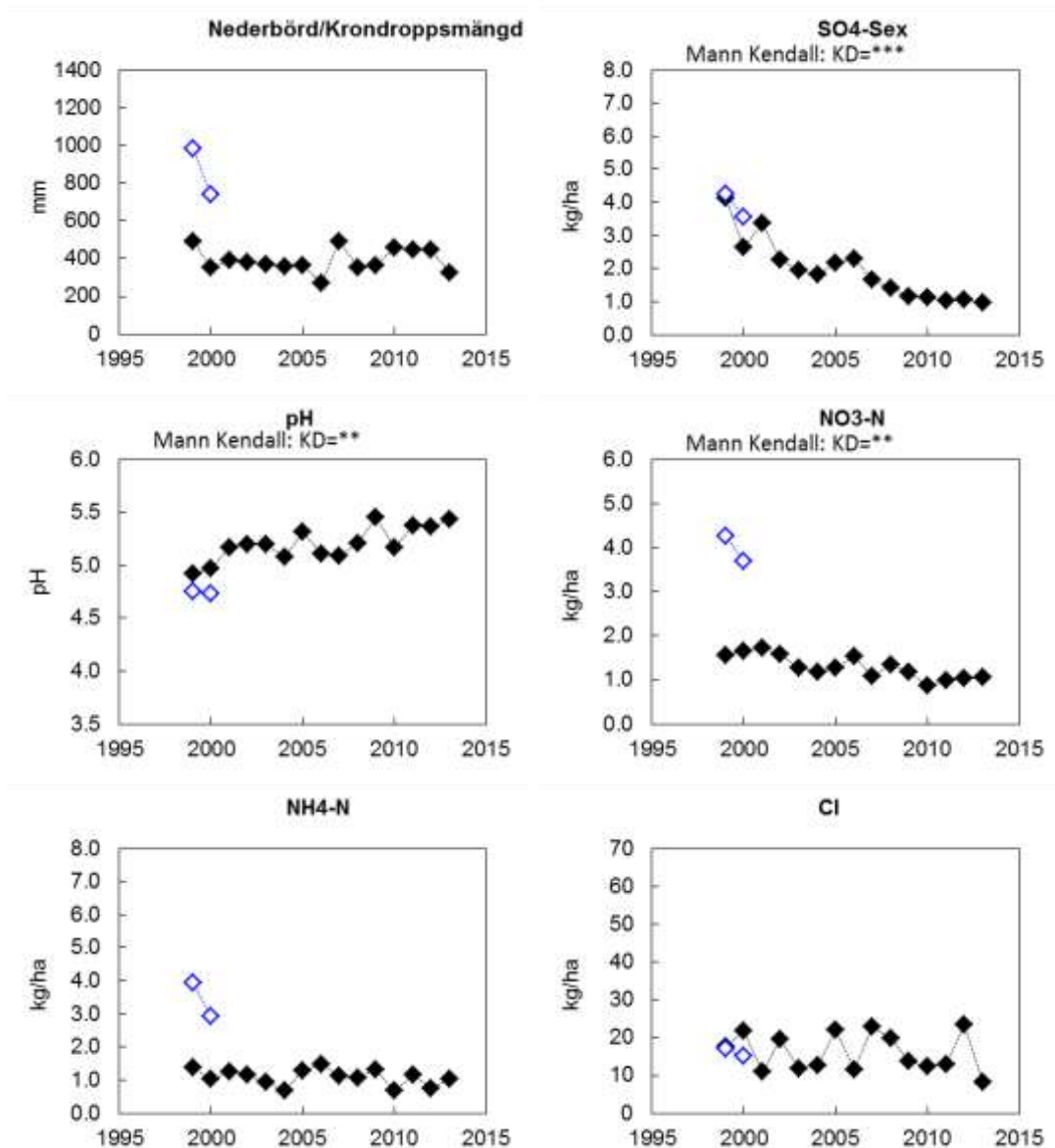
Undersökningarna i Jönköpings län är resultat av ett lagarbete där provtagning utförts av Elis Bengtsson och Stefan Eriksson, SLU. På IVL har K. Koos och P. Andersson skött kontakter med provtagare medan främst L. Björnberg, P. Bengtsson, P. Andersson, S. Kuikka, S. Honkala och V. Andersson har analyserat 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.

Alandsryd (F 09): Mätningarna avslutades 2012, och var den yta som hade den längsta mätserien i länet. Mätningar i granskogen i Alandsryd startade redan under det hydrologiska året 1989/90. I stormen Gudrun i januari 2005 blåste den då knappt 80-åriga skogen ner och därmed avslutades nedfallsmätningarna. Skogsytan i Alandsryd tog emot förhållandevis mycket deposition jämfört med övriga skogsytor i länet. Mätningarna i markvatten fortsatte fram till år 2012.

Värnvik (F 12): Granskog, planterad 1953, med ståndortsindex G28. Markvegetationen består av husmossa, väggmossa, blåbär, vitsippa, teveronika, gökärt och mycket skogskovall. Ytan skadades lite vid stormen Gudrun, då 2-3 granar vindfälldes i ytan. Mätningar av nedfall och markvatten startade under det hydrologiska året 1998/99. Mätningarna över öppet fält avslutades 2000/01. För närvarande mäts nedfall i skogsytan (krondropp) och markvattenkemi.

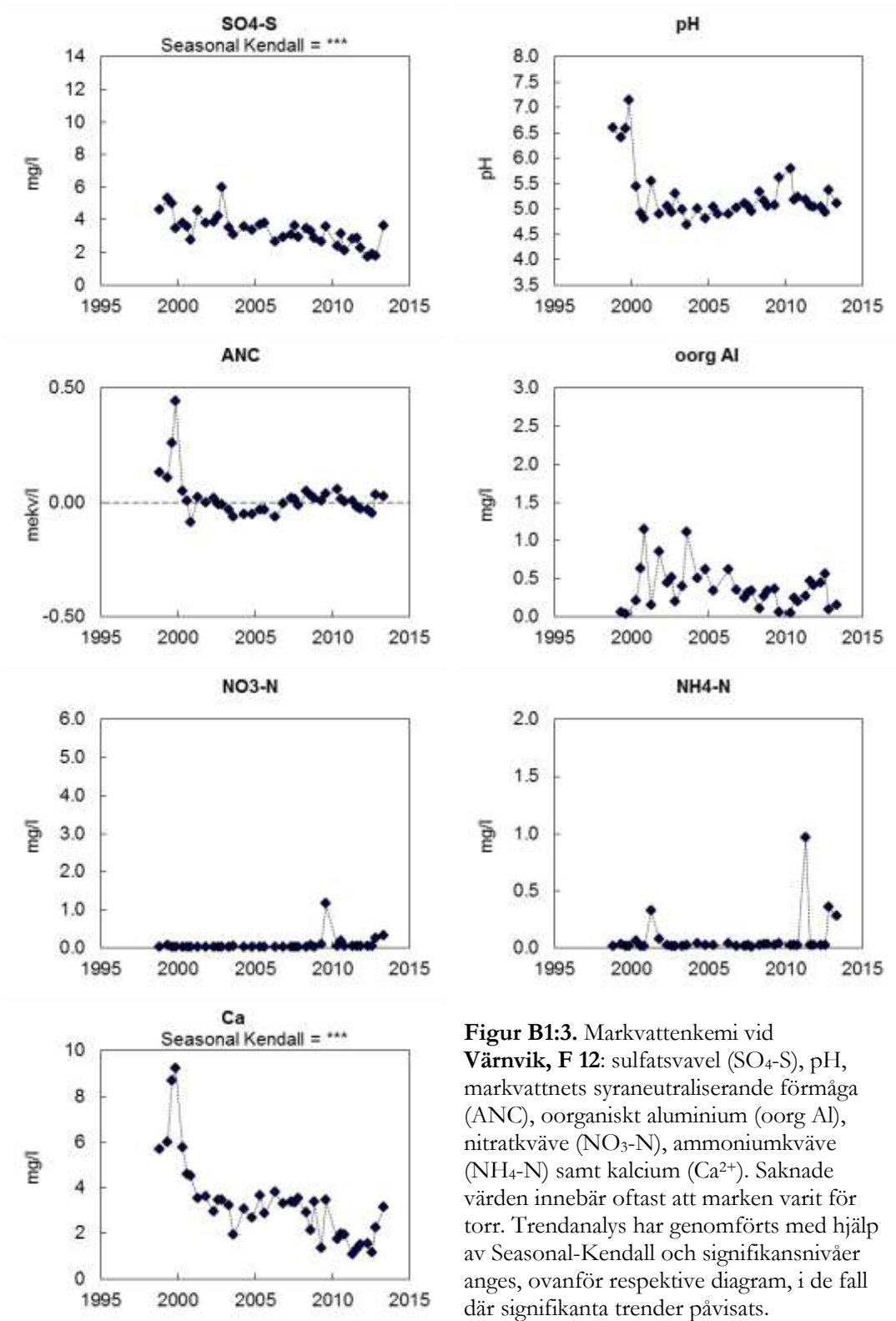


Foto från krondroppsytan vid Värnvik.



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

Figur B1:2. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Värnvik, F 12**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-Sex); pH; nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

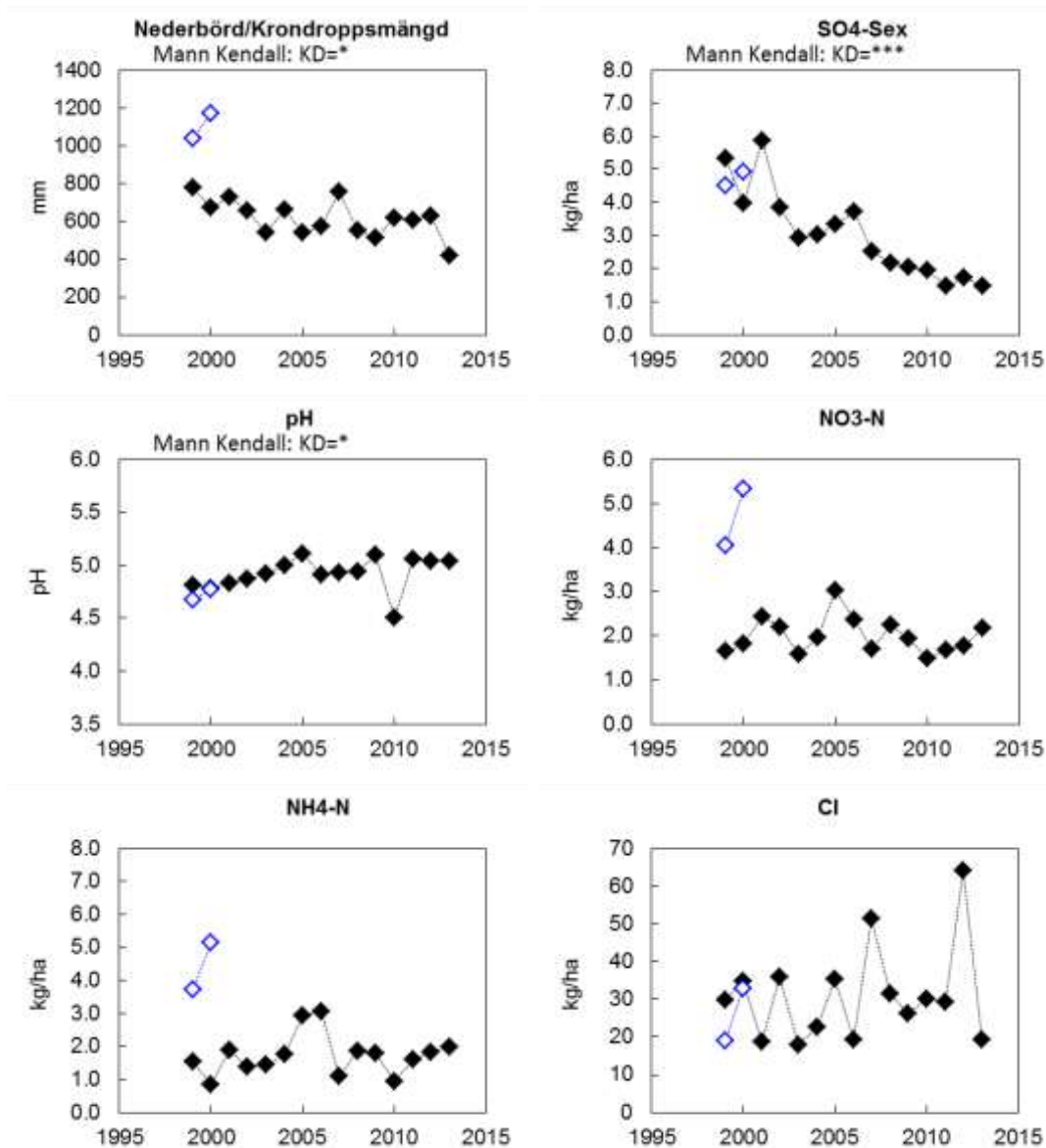


Figur B1:3. Markvattenkemi vid **Värnvik, F 12:** sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N) samt kalcium (Ca²⁺). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

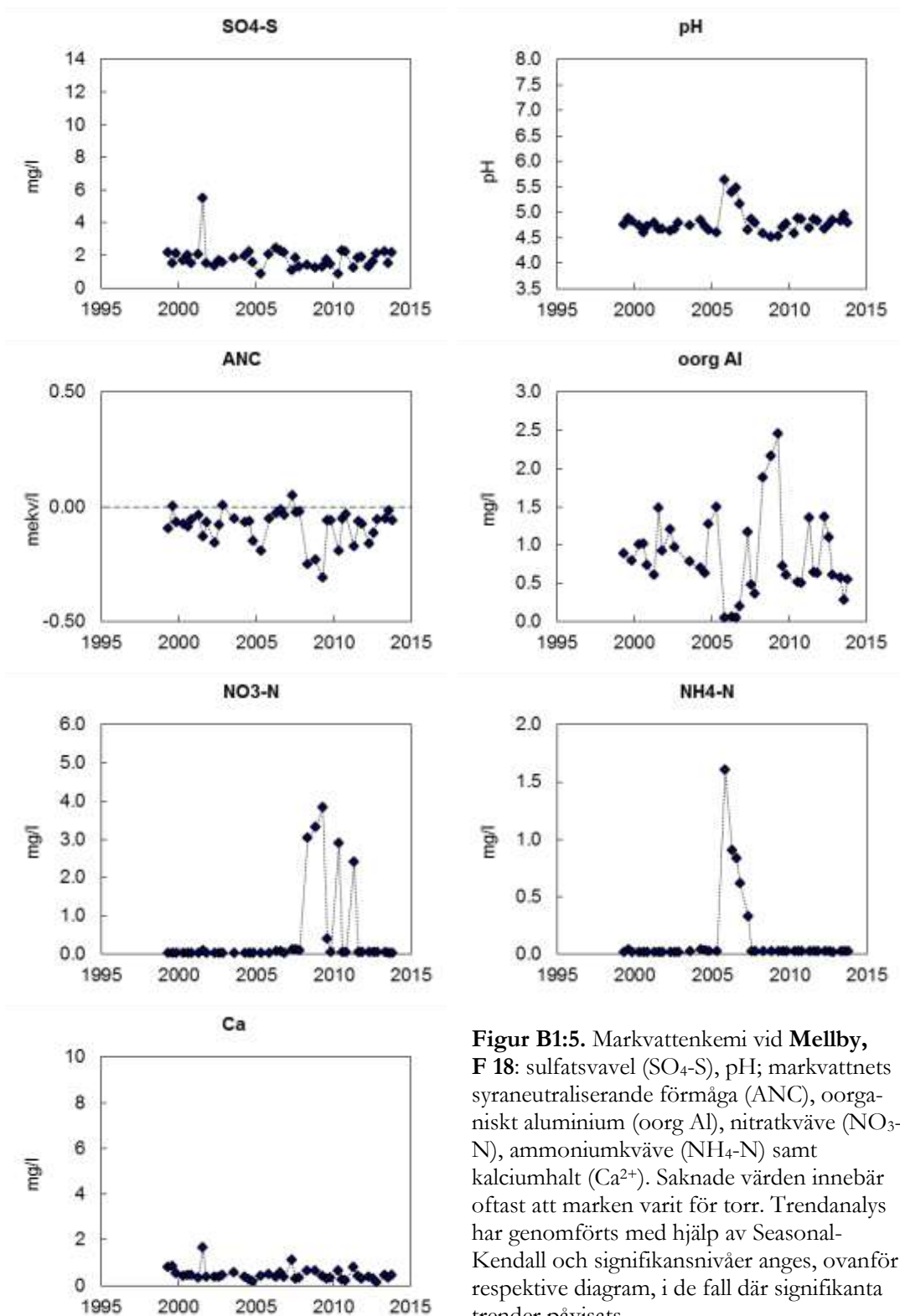
Mellby (F 18): Granyta, planterad 1954, med ståndortsindex G26, i sydvästra delen av länet. Markvegetationen består av kruståtel, cypress-, vägg-, hus-, kvast- och kammossa. I det området som påverkades av stormen Gudrun växer mest kruståtel och lite ormbunkar, tåg samt starr. Mätningar av nedfall och markvatten startade under det hydrologiska året 1998/99. Skogsytan stormskadades vid stormen Gudrun i januari 2005, då 15 granar blåste ner och många träd blåste ned utanför ytan. Mätningarna på öppet fält avslutades 2000/01 och numera mäts nedfallet i skogsytan (krondropp) samt markvattenkemi.



Foto från krondroppsytan vid Mellby.



Figur B1:4. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Mellby, F 18. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); pH; nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) samt kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

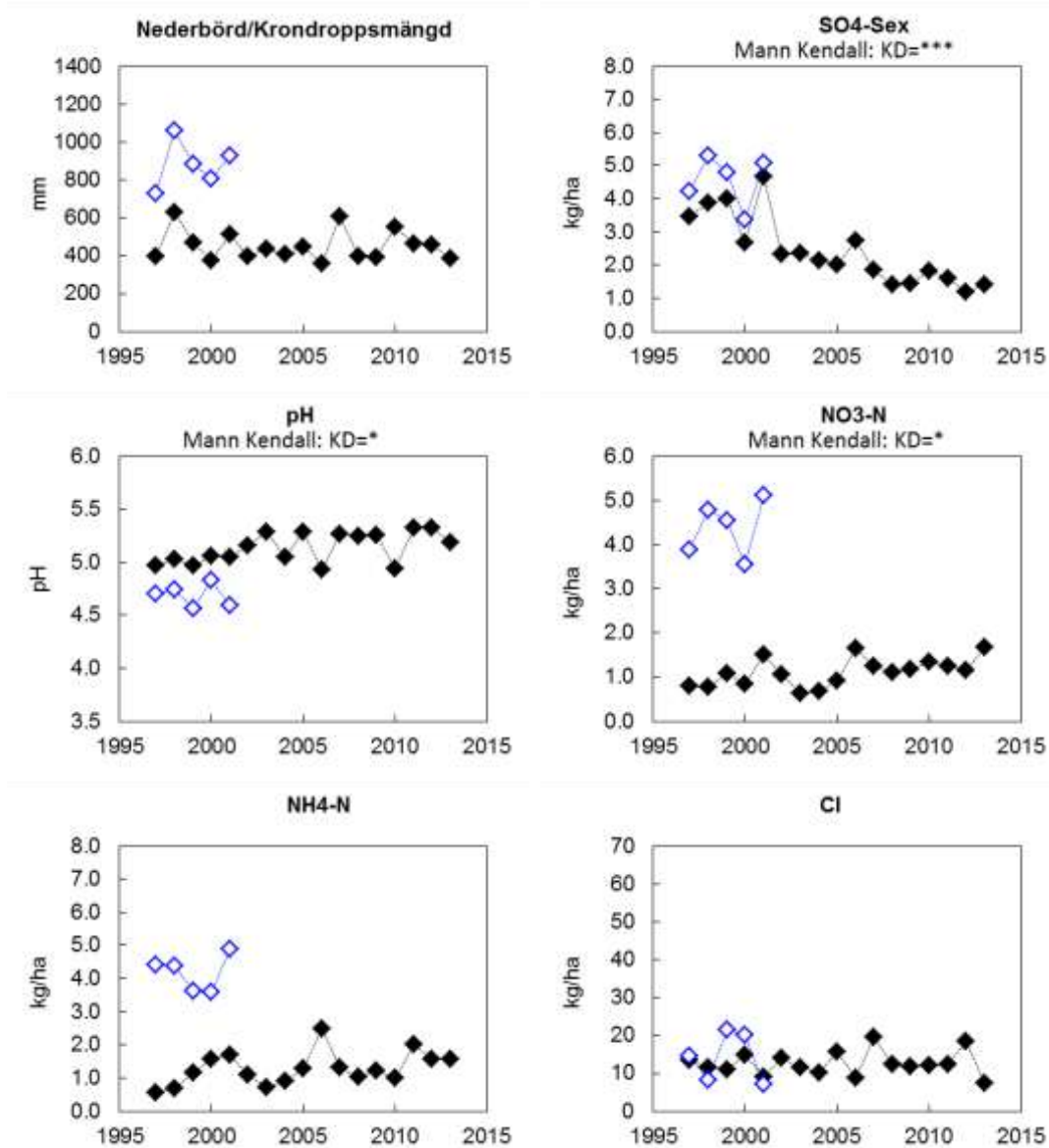


Figur B1:5. Markvattenkemi vid Mellby, **F 18:** sulfatsvavel (SO₄-S), pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N) samt kalciumhalt (Ca²⁺). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Bordsjö (F 22): Yta öster om Aneby. Skogen utgörs av ganska tät, granskog (G28) utan fältskikt, planterad 1952 på gammal betesmark. Beståndet är delvis skadat av vilt och röta. Markvegetationen består främst av hus-, vägg-, björn- och stor kvastmossa samt kruståtel. Ytan skadades måttligt i samband med stormen Gudrun i januari 2005 då 10-12 granar fälldes i ytan eller in i ytan. Mätningar av nedfall och markvatten startade i januari 1996. I februari samma år startades även mätningar av lufthalter. Lufthaltsmätningarna och nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001. Numera mäts nedfallet i skogsytan (krondropp) samt markvattenkemi.

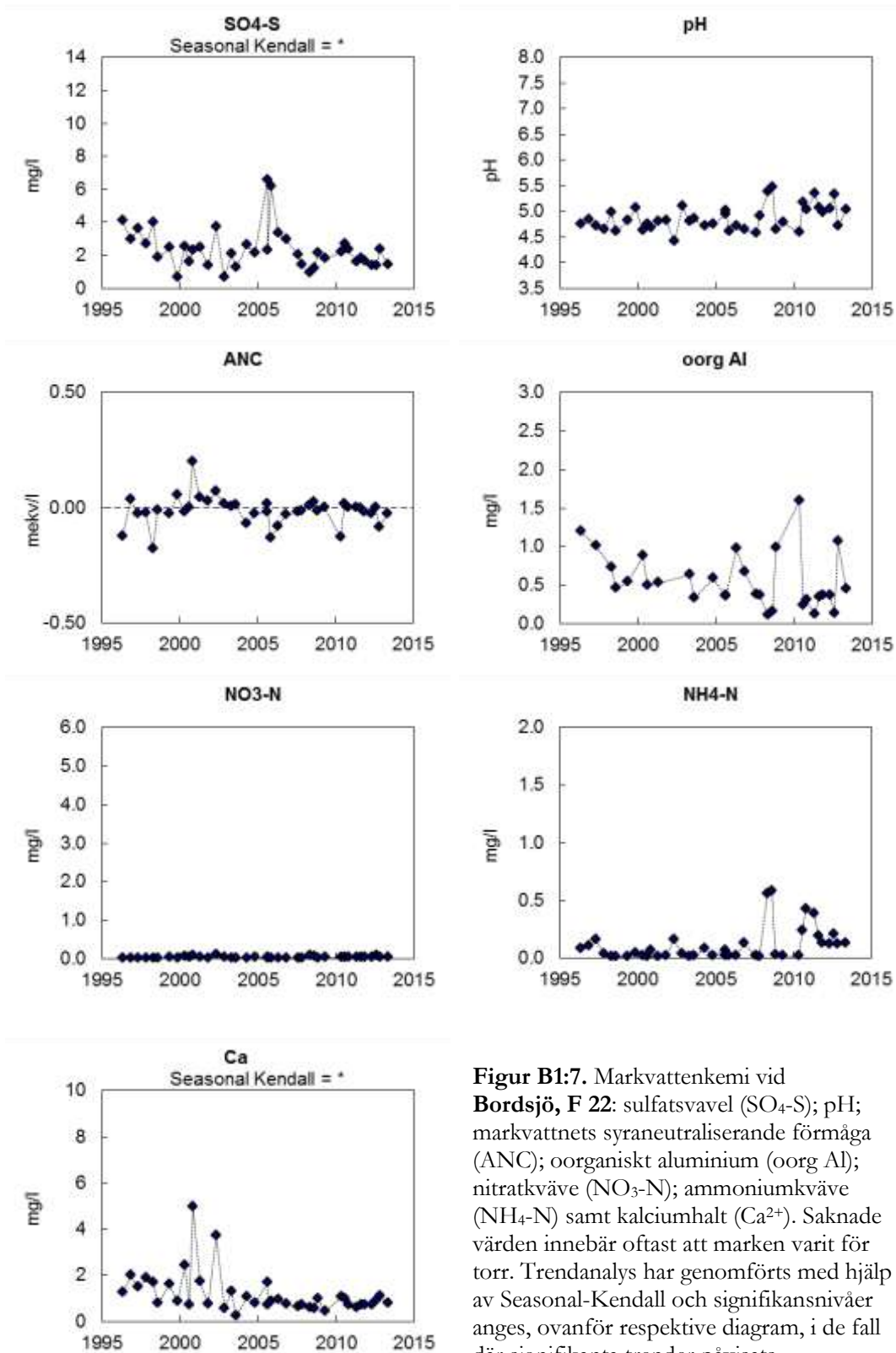


Foto från krondroppsytan vid Bordsjö.



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

Figur B1:6. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Bordsjö, F 22**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); pH; nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur B1:7. Markvattenkemi vid **Bordsjö, F 22:** sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$); pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC); oorganiskt aluminium (oorg Al); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) samt kalciumhalt (Ca^{2+}). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

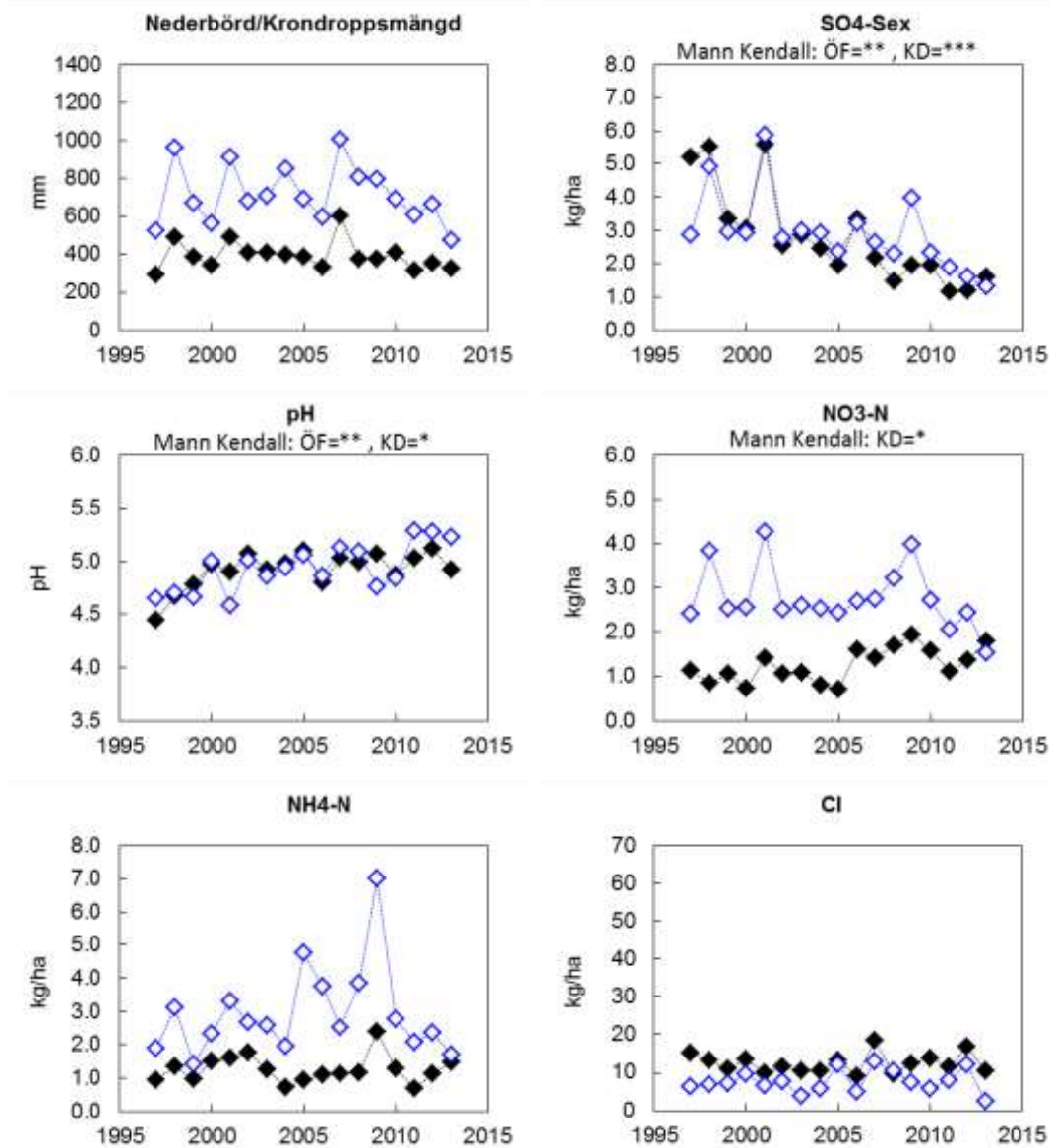
Fagerhult (F 23): Yta med granskog planterad 1951 på bördig mark, som troligtvis har varit gammal betesmark. Beståndet har högre bonitet än övriga granytor i länet, ståndortsindex G32. Mätningar av nedfall och markvatten startade i januari 1996. I november 2000 startades mätningar av lufthalter. I januari 2008 skadades ytan av en storm och vid uppröjningen i april blev skadorna större då arbetsmaskiner var på ytan. Detta medförde att vissa lysimetrar samt en del av krondroppslinjen flyttades lite. Ytan idag ligger precis i kanten av hygget. Vid Fagerhult mäts för närvarande deposition både till skog (krondropp) och öppet fält, samt lufthalter och markvattenkemi. Sedan juni 2013 mäts även torrdepositionen till skog med hjälp av strängprovtagare under tak. Eftersom det inte finns fullständiga data för ett hydrologiskt år från strängprovtagaren kommer dessa resultat att redovisas först nästa år.



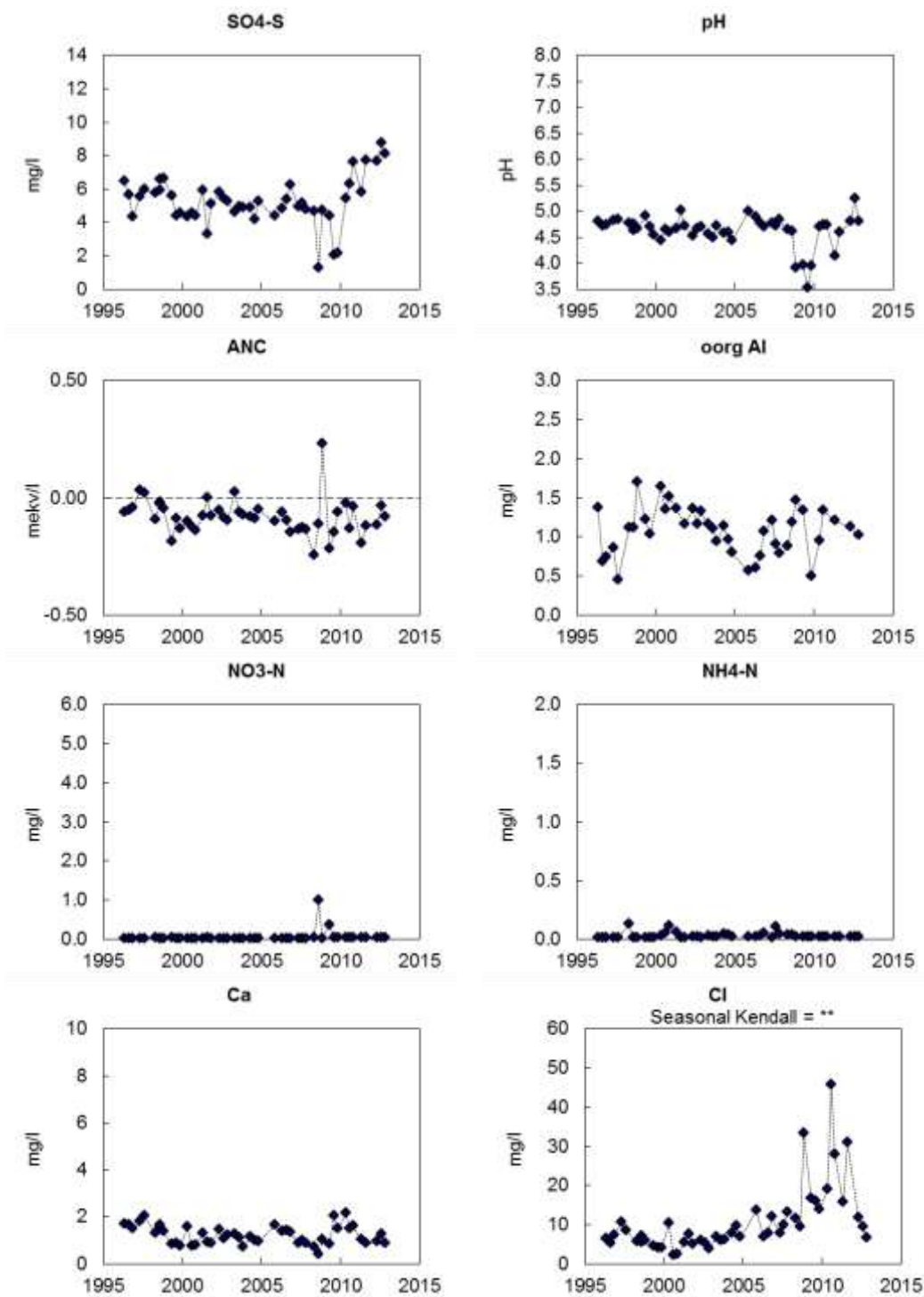
Foto vid krondroppsytan vid Fagerhult.



Foto från mätningarna över öppet fält vid Fagerhult.

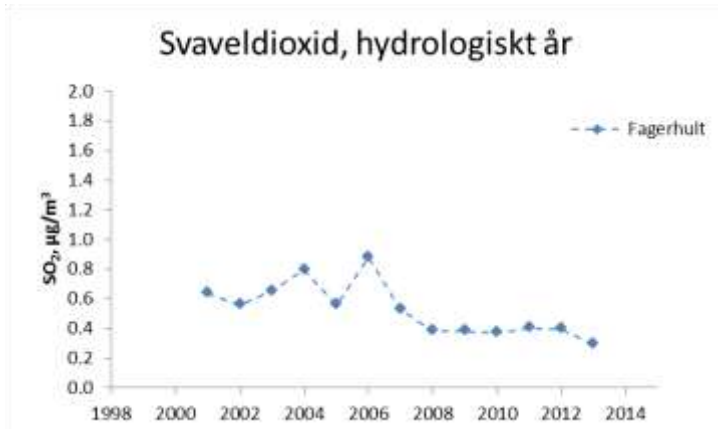


Figur B1:8. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Fagerhult, F23**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ($\text{SO}_4\text{-S ex}$); pH; nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) samt kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

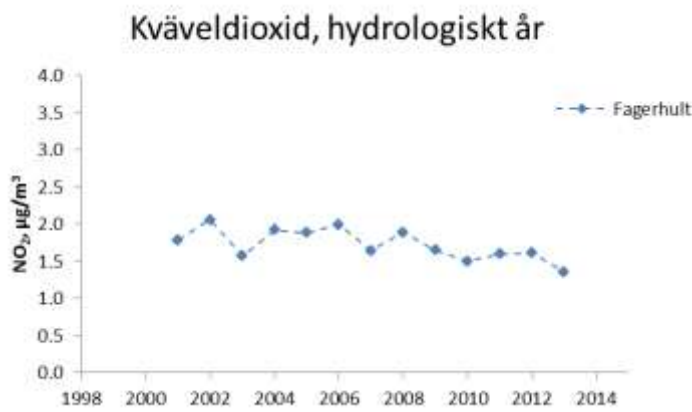


Figur B1:9. Markvattenkemi vid **Fagerhult, F 23**: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$); pH; markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC); oorganiskt aluminium (oorg Al); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$); kalciumhalt (Ca^{2+}) samt klorid (Cl). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

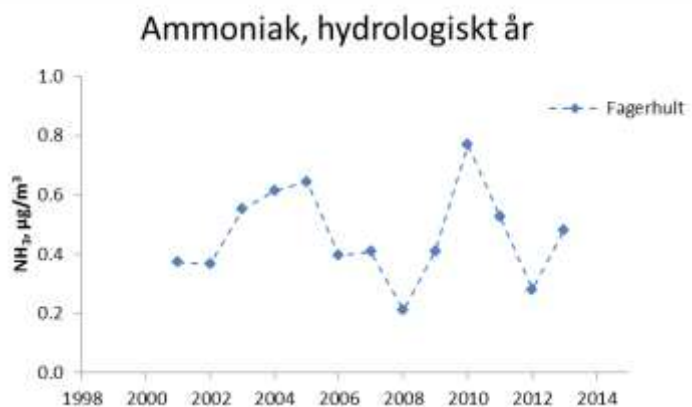
A)



B)



C)

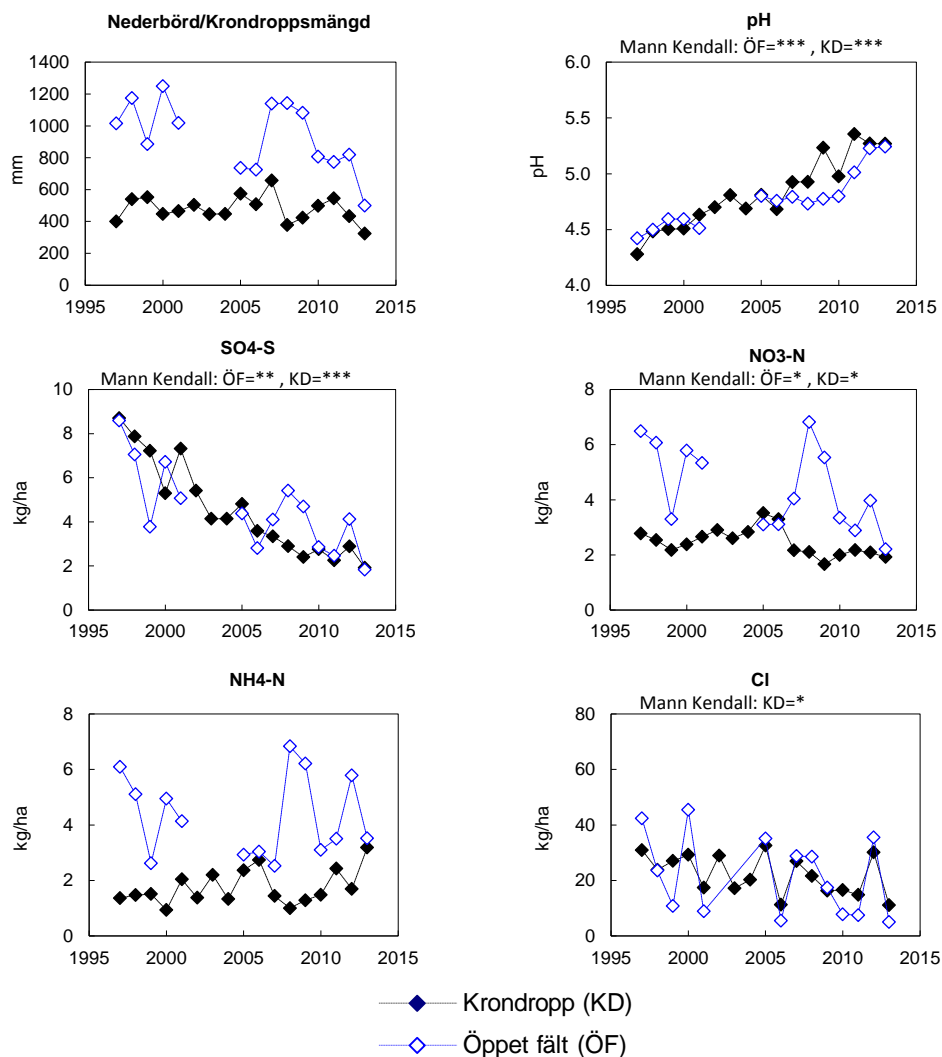


Figur B1:10. Lufthalter (hydrologiskt år) vid **Fagerhult (F 23)**. Värden anges för A) svaveldioxid (SO₂), B) kvävedioxid (NO₂) och C) ammoniak (NH₃). Minskningen av lufthalter för SO₂ och NO₂ är statistiskt säkerställda med Mann-Kendal-analys.

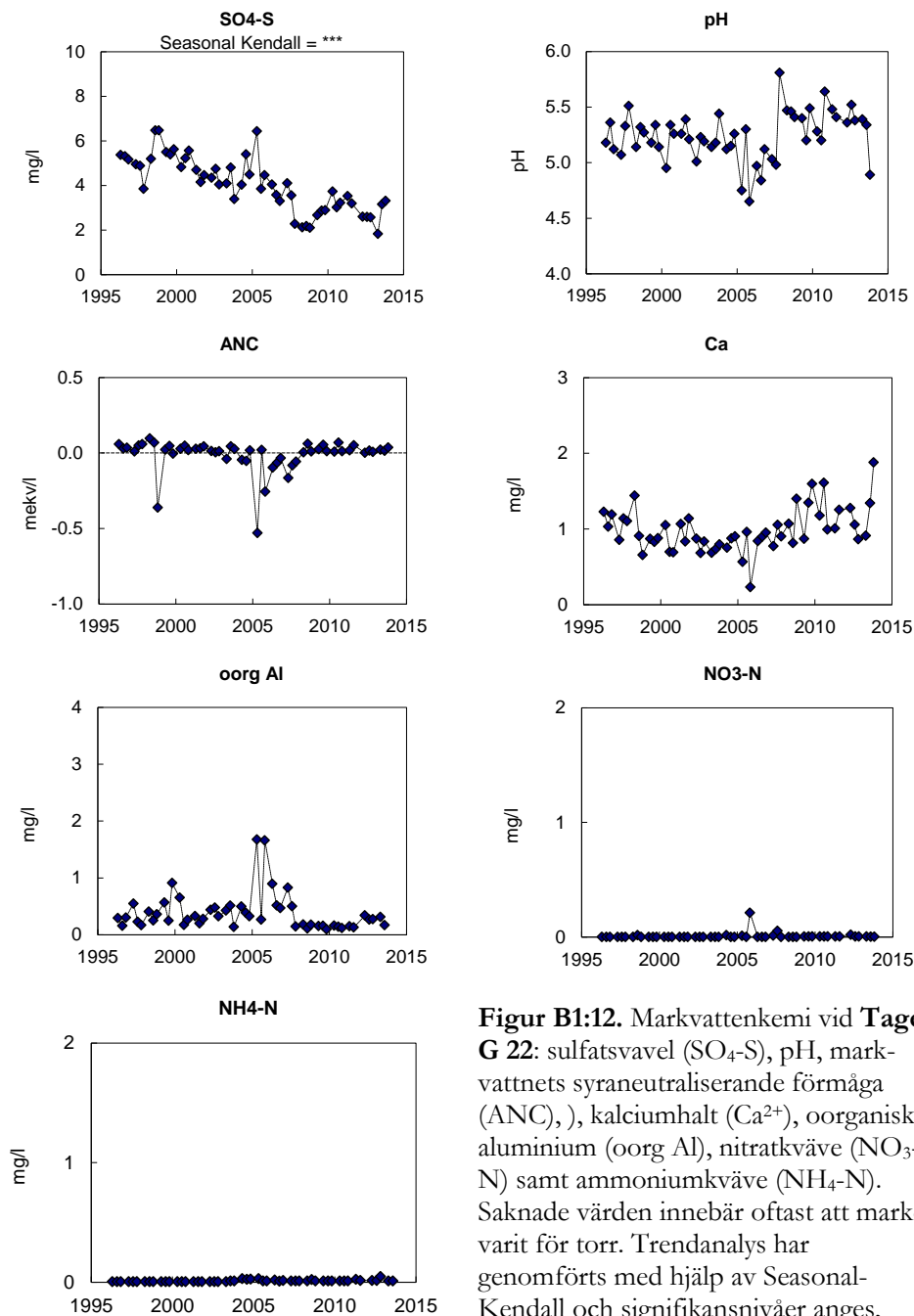
Tagel (G 22): Yta nordväst om Alvesta med granskog planterad 1925, ståndortsindex G28. Markvegetationen består främst av vit-, hus-, skogsbjörn-, vägg-, kvastmossa, blåbär, ormbunkar (örnbräken), kruståtel och skogskovall. Mellan januari 1998 och januari 2007 mättes lufthalter av svaveldioxid, kvävedioxid, ammoniak och marknära ozon på öppet fält. Nederbörds-kemiska mätningar över öppet fält avslutades i december 2001, men återupptogs i januari 2004. Krondropps- och markvattenmätningarna flyttades hösten 2007 på grund av barkborreangrepp, som uppkom efter stormen Gudrun, till en ny yta ca 800 m sydost om den gamla ytan i en granskog med ungefär samma ålder som den gamla. För närvarande mäts vid Tagel nedfallet både över öppet fält och via krondropp samt markvattenkemi.



Foto från krondroppsytan i Tagel



Figur B1:11. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Tagel, G22**. Mätplatsen för krondropp flyttades en kortare sträcka 2007. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: pH; sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N) och ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

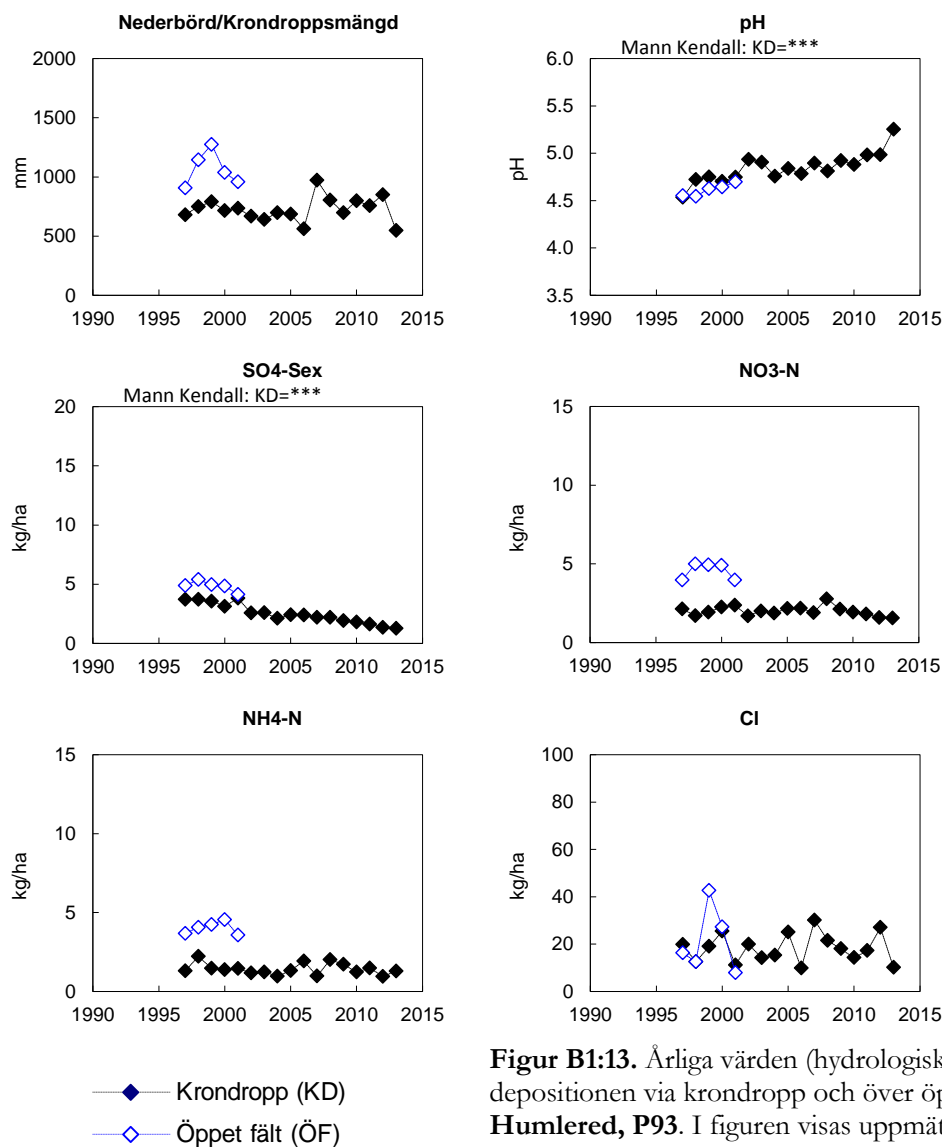


Figur B1:12. Markvattenkemi vid **Tagel, G 22:** sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), kalciumhalt (Ca²⁺), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve (NO₃-N) samt ammoniumkväve (NH₄-N). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

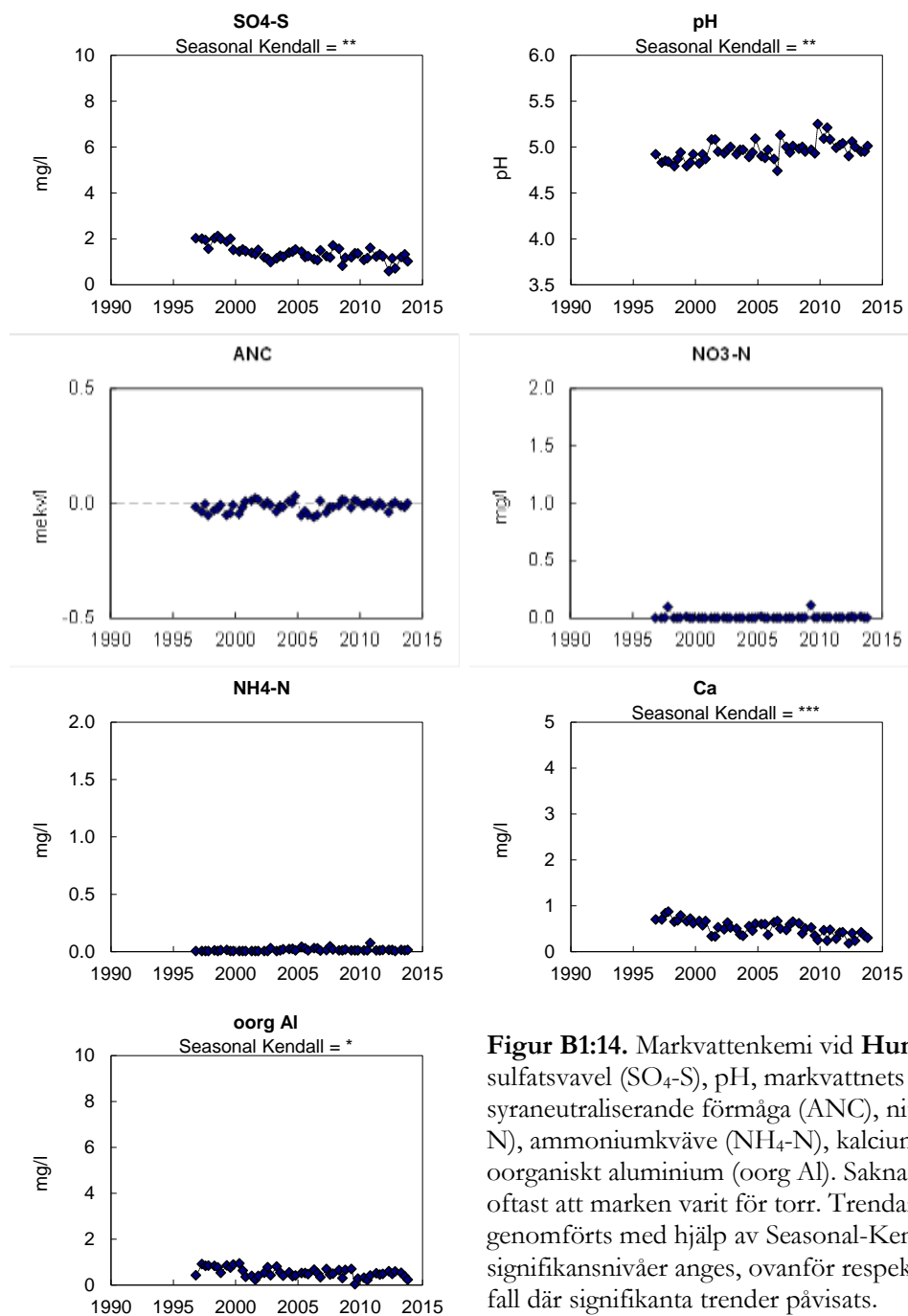
VÄSTRA GÖTALANDS LÄN: Humlered (P 93): Yta med tallskog, planterad 1948, med ståndortsindex T24. Ytan ligger på plan mark på ett sediment (grovmo), med jordmånen podsol. Från och med december 2001 mäts, förutom markvatten, deposition i krondropp.



Foto från krondroppsytan i Humlered



Figur B1:13. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Humlered, P93. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: pH; sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S_{ex}), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) samt kloridhalt (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur B1:14. Markvattenkemi vid Humlered, P 93: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), kalciumhalt (Ca^{2+}) samt oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

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

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

Lokal	Period	Nedb	H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
		mm	kg/ha	→									
Fagerhult	12/13	474	0,03	1,4	1,3	2,3	1,5	1,7	1,9	0,4	1,4	2,2	0,33
Fagerhult	2012	556	0,02	1,5	1,4	3,2	1,8	1,8	2,4	0,4	2,0	2,3	0,09

Tabell B2.2. Öppet fältdata från Jönköpings län där organiskt kväve analyserats, komplett hydrologisk årsdeposition samt kalenderårsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO₃-N + NH₄-N) och (orgN = Kj-N - NH₄-N).

Lokal	Period	Nedb	oorg N	org N
		mm	kg/ha	→
Fagerhult	12/13	474	3,3	0,9
Fagerhult	2012	556	3,6	1,5

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

Lokal	Period	Nedb	H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
		mm	kg/ha	→									
Värnvik	12/13	327	0,01	1,3	1,0	8,3	1,1	1,0					
Mellby	12/13	419	0,04	2,4	1,5	19,2	2,2	2,0					
Bordsjö	12/13	387	0,03	1,8	1,4	7,4	1,7	1,6	2,1	1,1	3,9	7,5	0,82
Fagerhult	12/13	325	0,04	2,1	1,6	10,5	1,8	1,5	2,9	1,7	4,7	8,8	1,26
Värnvik	2012	497	0,02	1,7	1,0	13,7	1,0	0,8					
Mellby	2012	644	0,05	3,3	1,7	33,7	1,9	2,0					
Bordsjö	2012	500	0,03	1,9	1,3	12,4	1,4	1,6	2,5	1,4	6,7	13,5	1,03
Fagerhult	2012	409	0,04	1,9	1,3	13,1	1,5	1,2	2,7	1,6	6,1	9,4	1,23

Tabell B2:4. Krondroppsdata från Jönköpings län för ytor där organiskt kväve analyserats, komplett hydrologisk årsdeposition samt kalenderårsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO₃-N + NH₄-N) och (orgN = Kj-N - NH₄-N).

Lokal	Period	Nedb	oorg N	org N
		mm	kg/ha	→
Värnvik	12/13	327	2,1	
Mellby	12/13	419	4,2	
Bordsjö	12/13	387	3,2	1,6
Fagerhult	12/13	325	3,3	2,0
Värnvik	2012	497	1,8	
Mellby	2012	644	3,9	
Bordsjö	2012	500	3,0	2,2
Fagerhult	2012	409	2,7	1,9

Tabell B2:5. Lufthalter medelvärden i Jönköpings län, diffusionsprovtagning, µg/m³.

Lokal	Period	SO ₂	NO ₂	NH ₃
		ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³
Fagerhult, Jönköping (F 23 A)				
Mv hydr. år	1210-1309	0,3	1,4	0,5
Mv kal. år	1201-1212	0,3	1,6	0,3
Mv vinter	1210-1303	0,4	1,9	0,4
Mv sommar	1204-1209	0,2	0,8	0,6

Tabell B2:6. Markvattendata från Jönköpings län. Mätningar efter vegetationssäsongen 2012 samt före, under samt efter vegetationssäsongen 2013. Median under de tre senaste åren, n = antalet mätvärden inom de tre senaste åren.

Lokal	Datum	pH	Alk	ANC	SO ₄ -S	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺	Fe ^{2+/3+}	ooAl	tAl	TOC	BC/ooAl
			mekv/l →		mg/l →													
Värnvik (F 12 A)	2012-11-05	5,4	-	0,028	1,75	9,22	0,227	0,350	2,23	0,54	5,56	0,62	<0,030	0,005	0,082	0,223	7,0	31
	2013-04-29	5,1	-	0,022	3,59	5,49	0,289	0,273	3,09	0,56	4,73	0,60	0,094	0,012	0,142	0,230	5,3	22
	2013-09-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2013-11-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median	5,0		-0,025	2,23	9,07	<0,01	<0,03	1,49	0,47	5,29	0,12	0,067	0,007	0,397	0,497	5,3	3,9
<i>n=</i>	<i>7</i>		<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>
Mellby (F 18 A)	2012-11-05	4,8	-	-0,061	2,05	5,40	<0,010	<0,030	0,12	0,14	4,59	0,11	0,033	0,006	0,588	0,648	2,7	0,5
	2013-04-29	4,8	-	-0,058	2,19	1,85	<0,010	<0,030	0,41	0,28	1,92	0,12	0,096	0,009	0,560	0,600	1,9	1,2
	2013-09-02	4,9	-	-0,020	1,47	2,18	<0,010	<0,030	0,29	0,12	2,47	<0,10	<0,030	<0,010	0,262	0,280	1,9	1,4
	2013-11-04	4,8	-	-0,064	2,09	4,07	<0,010	<0,030	0,41	0,26	3,16	0,10	0,067	<0,010	0,530	0,570	2,4	1,2
	median	4,8		-0,069	1,81	3,91	<0,01	<0,03	0,34	0,26	2,47	0,12	0,075	0,007	0,622	0,661	2,1	1,2
<i>n=</i>	<i>18</i>		<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>18</i>
Bordsjö (F 22 A)	2012-11-05	4,7	-	-0,089	2,34	10,53	0,014	0,113	1,07	0,62	5,54	0,35	0,189	0,008	1,065	1,390	7,4	1,6
	2013-04-29	5,0	-	-0,030	1,42	4,20	<0,010	0,120	0,76	0,30	2,54	0,17	0,080	0,005	0,440	0,590	3,6	2,2
	2013-09-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2013-11-04	-	-	-	-	-	-	<	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median	5,0		-0,023	1,54	3,25	0,014	0,12	0,71	0,3	2,18	0,18	0,089	0,008	0,357	0,561	5,8	2,6
<i>n=</i>	<i>7</i>		<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	
Fagerhult, Jönköping (F 23 A)	2012-11-05	4,8	-	-0,084	8,09	6,40	<0,010	<0,030	0,85	0,60	11,62	0,17	0,092	0,007	1,012	1,160	5,2	1,3
	2013-04-29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2013-09-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2013-11-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median	4,8		-0,119	7,69	11,56	<0,01	<0,03	0,91	0,72	13,31	0,24	0,124	0,02	1,118	1,285	8,4	1,3
<i>n=</i>	<i>5</i>		<i>5</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	

