

För Länsstyrelsen i Västra Götalands län

Tillståndet i skogsmiljön i Västra Götalands län

**Resultat från Krondroppsnätet t.o.m.
september 2011**

Krondroppsnätet



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

B 2039

Juni 2012

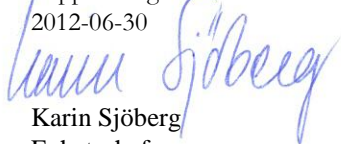
¹⁾ Lunds universitet

Innehållsförteckning

Inledning	3
Mätningar inom Krondropps nätet	4
Tillståndet i skogsmiljön i Västra Götalands län	5
Västra Götalands läns skogar – en introduktion	6
Försurningen i Västra Götalands län – fortsatta problem?	6
Blir det för mycket kväve i Västra Götalands läns skogar?	13
Nystartade mätningar av nedfallet av fosfor	17
Modellberäknad deposition av svavel och kväve på kommun- och länsnivå	17
Nya publikationer kopplade till Krondropps nätet	20
Aktuella händelser 2012	21
Krondropps dag 2013	21
Krondropps rapporter 2013	22
Krondropps nätet webbplats	22
Referenser	22
Bilaga 1. Stationsvis redovisning	24
Bilaga 2. Årets data i tabellform - deposition, lufthalter, markvatten	43
Bilaga 3. Ord att förklara	46

Rapporten godkänd

2012-06-30

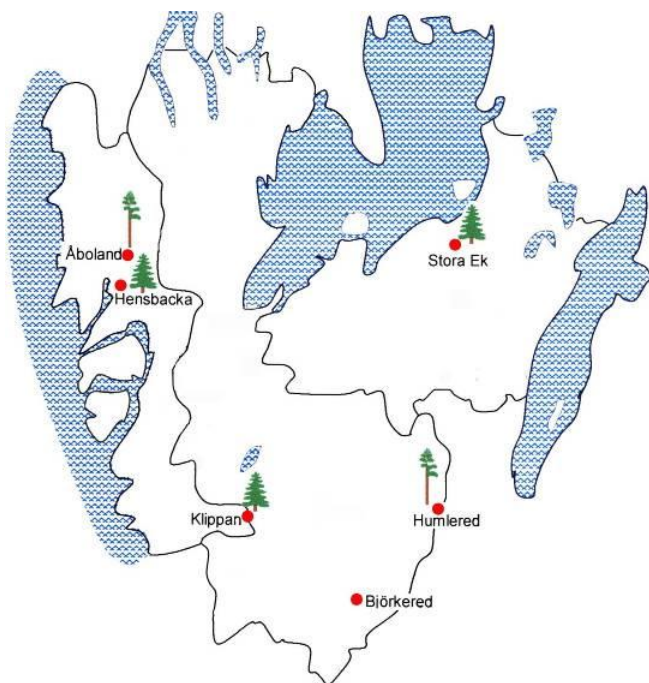


Karin Sjöberg
Enhetschef

Organisation IVL Svenska Miljöinstitutet AB	Rapportsammanfattning
Adress Box 53021 400 14 Göteborg	Projekttitel Tillståndet i skogsmiljön i Västra Götalands län - Resultat från Krondropps nätet t.o.m. september 2011
Telefonnr 031-725 62 00	Anslagsgivare för projektet Länsstyrelsen i Västra Götalands län
Rapportförfattare Gunilla Pihl Karlsson, Cecilia Akselsson, Sofie Hellsten, Veronika Kronnäs & Per Erik Karlsson	
Rapporttitel och undertitel Tillståndet i skogsmiljön i Västra Götalands län. Resultat från Krondropps nätet t.o.m. september 2011.	
<p>Sammanfattning: På uppdrag av Länsstyrelsen i Västra Götalands län mäter IVL nedfall av luftföroreningar och markvattenkvalitet på sex platser i länet. Krondropps nätet startade 1985, och 2011 initierades det fyraåriga samarbetsprojekt som råder idag. Målet är att utifrån depositions-, markvatten- samt lufthaltsmätningar ge kunskap om belastningen av luftföroreningar och deras effekter på vegetation, mark och vatten. Mätningarna kompletteras med fördjupade modellberäkningar på regional nivå som baseras på modellberäkningar på nationell nivå med hög geografisk upplösning. Denna rapport fokuserar på mätresultat i kombination med modellering av kommunvis deposition och av antropogent försurade sjöar. Svavelemissionerna i Europa har minskat med 82 % sedan 1990, vilket återspeglas bland annat i nedfall av svavel till skog och halter av svavel i markvattnet. Det sura nedfallet har dock tömt marken på buffringskapacitet, och det tar lång tid innan marken återhämtar sig. Det har skett en betydande återhämtning från försurning hos länets sjöar, men 50 % av sjöarna, främst i den sydvästra delen av länet, bedöms fortfarande som antropogent försurande. Detta är avsevärt högre än gränsen i det regionala miljömålet som skulle vara uppnått 2010. Återhämtningen är starkt beroende av storleken på det kvarvarande sura nedfallet. Sjöarna kan inte förväntas återhämta sig fullt ut förrän marken återhämtats. pH i markvattnet är fortfarande så lågt och halten oorganiskt aluminium i markvattnet är fortfarande så hög att det finns risk för fortsatt försurning och betydande skador på ekosystemet.</p> <p>Kväveemissionerna i Europa har endast minskat med 47 % för kväveoxider och 25 % för ammoniak sedan 1990. I luft syns minskningen endast i minskande kväveoxidhalter. För kvävenedfall är det svårare att påvisa tydliga trender. Interncirkulationen i trädkronorna gör att det ej går att använda krondroppsdata. För kvävenedfall på öppet fält syns ingen signifikant minskning i länet. Den kritiska belastningen för skogsmark överskreds kraftigt i länet. En hög kvävebelastning kan leda till förändringar hos växtligheten så väl som till negativa effekter för både övergödning och försurning. I slutändan kan ett högt kvävenedfall medföra att nitrat läcker ut till grundvatten och rinnande ytvatten. Markvattenmätningarna i länet visar dock ännu inte på något generellt begynnande läckage av nitrat från skogsmarken i Västra Götalands län.</p> <p>I takt med att nedfallet av svavel minskat och trycket på biomassa uttag ur skogen ökat har skogsbrukets bidrag till försurningen ökat. I Västra Götalands län har skogsbrukets bidrag beräknats till mellan 50 och 70 % beroende på om enbart stam eller även grenar och toppar (GROT) och stubbar tas ut. Andelen är dock något överskattad då kvävet bidrag till försurningen begränsats till försurningseffekten efter avverkning. Resultaten visar att det är viktigt att minskningen i svavelemissioner fortsätter och att åtgärder vidtas för att kunna minska kväveemissionerna. Arbete med detta måste göras i lokal och regional skala såväl som nationellt och internationellt. Vidare är det viktigt att skogsbrukets försurningspåverkan inte ökar. Försurningen vid uttag av GROT kan motverkas genom näringskompensation.</p>	
Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område eller näringsgren Deposition, svavel, kväve, skogsytor, försurning, markvatten, lufthalter, Västra Götalands län	
Bibliografiska uppgifter IVL Rapport B 2039	
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	

Inledning

IVL Svenska Miljöinstitutet genomför sedan 1985 samordnade, länsbaserade undersökningar av lufthalter och nedfall av föroreningar till skogsmarken samt analyser av markvattenkemi inom Krondroppsnätet på uppdrag av luftvårdsförbund, länsstyrelser, Naturvårdsverket, kommuner m.fl. Målsättningen är att utifrån depositions-, markvatten- samt lufthaltsmätningar uppskatta belastningen från luftföroreningar på skogsekosystemen och dess inverkan på växtlighet, mark och vatten. Mätningarna kompletteras med modellberäkningar för att möjliggöra ett samlat grepp främst för utvärdering av miljömålen *Bara naturlig försurning*, *Ingen övergödning* och *Frisk luft* på regional nivå. Förutom ovan nämnda miljömål berör aktiviteterna inom Krondroppsnätet även miljömålen: *Levande sjöar och vattendrag*, *Grundvatten av god kvalitet*, *Levande skogar* samt *Storslagen fjällmiljö*.



I Västra Götalands län finns sex aktiva lokaler inom Krondroppsnätet, se kartan till vänster.

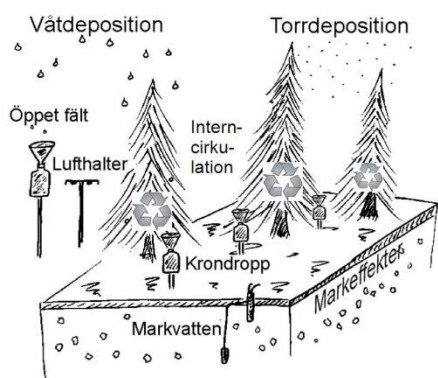
I denna rapport redovisas resultaten från mätningar från perioden januari 2010 till september 2011 och relateras till tidigare års mätningar. Först ges en allmän beskrivning av mätningarna inom Krondroppsnätet. Därefter presenteras mätningarna utifrån de perspektiv på skogsmiljön som är mest relevant för Västra Götalands län. Resultaten relateras även till miljömålen *Frisk Luft*, *Bara Naturlig Försurning* och *Ingen Övergödning*. Vidare presenteras resultat från nya modellberäkningar avseende sjöar i länet. Detta följs av

en redovisning av nedfallet i svavel och kväve till respektive kommun inom Västra Götalands län, baserat på modellerade värden. Vi redovisar därefter de aktuella publikationer som producerats under året, baserat på Krondroppsnätets aktiviteter, och slutligen blickar vi framåt mot aktiviteter under 2012 och 2013.

I Bilaga 1 och 2 redovisas mätdata (januari 2010 - september 2011) från de sex aktiva lokalerna inom Västra Götalands län i detalj, tillsammans med foton samt aktuell information om mätplatserna. I Bilaga 3 förklaras ord och begrepp som används i rapporten.

Mätningar inom Krondroppsnetet

Mätningarna inom Krondroppsnetet bedrivs i 4-åriga programperioder, och nuvarande ”Program 2011” sträcker sig över perioden 2011-2014. Ett mätår är ett hydrologiskt år som motsvarar perioden 1 oktober till 30 september. Resultaten redovisas årligen i rapporter samt på Krondroppsnetets webbplats, www.krondroppsnetet.ivl.se. Månadsvisa mätningar av deposition används för att beräkna den årliga depositionen vid mätplatsen, men bidrar även till att visa i vilken utsträckning de nationella modellberäkningarna av depositionen ger rimliga resultat.

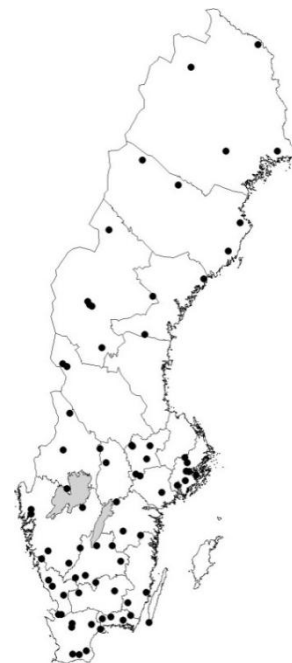


Principskiss för mätningarna inom Krondroppsnetet. Nedfallet till skogsytorna består av våtdeposition och torrdeposition. Vissa ämnen intern-cirkuleras i skogsekosystemen, vilket innebär att det som uppmäts i krondroppet är våtdeposition + torrdeposition ± intern-cirkulation.

Deposition av luftföroreningar mäts månadsvis inom Krondroppsnetet, dels på öppet fält, dels i skogen (krondropp). Mätningarna på **öppet fält**, som skedde vid 30 lokaler 2010/11, speglar huvudsakligen våtdeposition, det vill säga föroreningarna som följer med nederbörden. **Krondroppsmätningarna**, som skedde vid 61 lokaler under 2010/11, speglar utöver våtdepositionen även torrdepositionen, det vill säga luftföroreningar som transporteras med vinden och fastnar i trädkronorna. För vissa ämnen, exempelvis kväve, finns en betydande intern-cirkulation inom skogsekosystemen, vilket gör att det som mäts upp via krondropp skiljer sig från den totala depositionen.

Lufthaltsmätningar av svaveldioxid, kvävedioxid, ammoniak och ozon skedde vid 19 lokaler under 2010/11 med hjälp av diffusionsprovtagare som kvantitativt absorberar den gas som skall mätas. Lufthaltsmätningarna ger bl.a. underlag för effektbedömningar, trendanalyser och jämförelser med miljömålet *Frisk Luft*.

Markvattenmätningar skedde vid 64 lokaler under 2010/11, Figur 1, med undertryckslysimetrar som suger vatten från 50 cm djup via ett fint, keramiskt filter. Markvattenprovtagning utförs tre gånger per år för att representera förhållandena före, under samt efter vegetationsperioden. Olika parametrar i markvattnet används som indikatorer för markens tillstånd, vegetationens inverkan samt utlakning till grund- och ytvatten, för att se i vilken utsträckning utsläppsminskningar av luftföroreningar leder till förbättringar i miljötillståndet.



Figur 1. Krondroppsnetet under 2010/11. Samordnade mätningar av luftföroreningar i skogliga observationsytor.

Tillståndet i skogsmiljön i Västra Götalands län

Svavelemissionerna i Europa har minskat med 82 % sedan 1990, vilket återspeglas bland annat i nedfall av svavel till skog och halter av svavel i markvattnet. Det sura nedfallet har dock tömt marken på buffringskapacitet, och det tar lång tid innan marken återhämtar sig. Markvattnets pH är fortfarande lågt i skogarna i Västra Götalands län, och det finns ännu inga tydliga positiva trender. Det har skett en betydande återhämtning från försurning hos länets sjöar, men 50 % av sjöarna, främst i den sydvästra delen av länet, bedöms fortfarande vara antropogent försurande. Detta är avsevärt högre än gränsen i det regionala miljömålet som skulle vara uppnått 2010. Återhämtningen är starkt beroende av storleken på det kvarvarande sura nedfallet. Sjöarna kan inte förväntas återhämta sig fullt ut förrän marken återhämtats. pH i markvattnet är fortfarande så lågt så det finns risk för fortsatt försurning, och halten oorganiskt aluminium i markvattnet är fortfarande så högt att det finns risk för betydande skador på ekosystemet.

Kväveemissionerna i Europa har inte minskat i samma takt som svavel, 47 % för kväveoxider och 25 % för ammoniak sedan 1990. Minskningen syns i kvävedioxidhalterna i luft, men ej för ammoniakhalterna i luft. För kvävenedfall är det svårare att påvisa tydliga trender. Interncirkulationen i trädskronorna gör att det ej går att använda krondroppsdata på samma sätt som för svavel. För kvävenedfall på öppet fält syns ingen signifikant minskning i Västra Götalands län. Om man endast tar hänsyn till våtdepositionen överskrider den lägre gränsen i det kritiska belastningsintervallet 5-10 kg per hektar och år. Om man dessutom lägger till en uppskattad mängd torrdeposition samt det organiska kvävet i nedfallet blir överskridandet betydligt högre. En hög kvävebelastning kan leda till förändringar hos växtligheten så väl som till negativa effekter både för övergödningen och för försurningen. I slutändan kan ett högt kvävenedfall medföra att nitrat läcker ut till grundvatten och rinnande ytvatten. Markvattenmätningarna i länet visar dock ännu inte på något generellt begynnande läckage av nitrat från skogsmarken i Västra Götalands län.

I takt med att nedfallet av svavel minskat och trycket på biomassauttag ur skogen ökat har skogsbrukets bidrag till försurningen ökat. I Västra Götalands län har skogsbrukets bidrag beräknats till mellan 50 och 70 % beroende på om enbart stam eller även grenar och toppar (GROT) och stubbar tas ut. Andelen är dock något överskattad eftersom kvävet bidrag till försurningen begränsats till försurningseffekten efter avverkning.

Resultaten visar att det är viktigt att minskningen i svavelemissioner fortsätter och att åtgärder vidtas för att kunna minska kväveemissionerna. Arbete med detta måste göras i lokal och regional skala såväl som nationellt och internationellt. Vidare är det viktigt att skogsbrukets försurningspåverkan inte ökar. Försurningen vid uttag av GROT kan motverkas genom näringskompensation.

Västra Götalands läns skogar – en introduktion

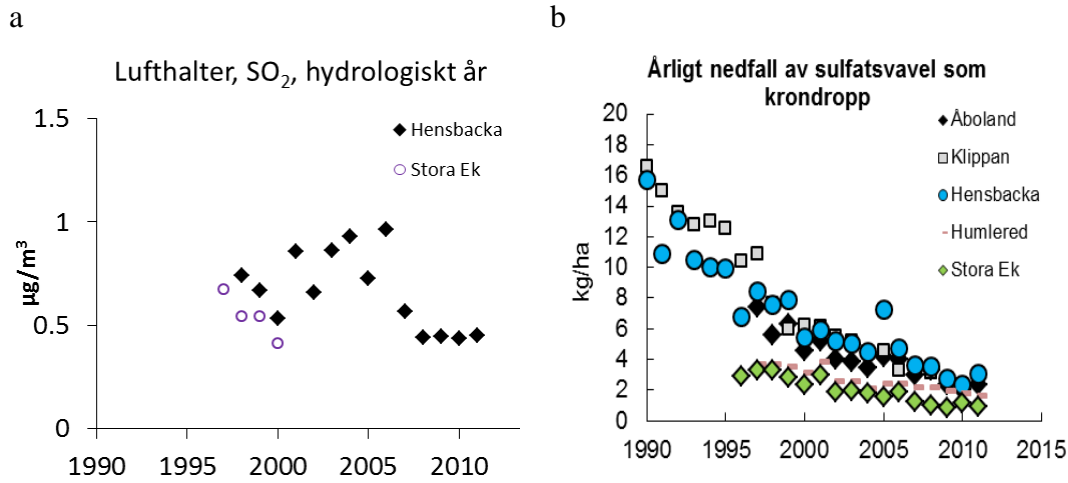
Västra Götalands län är ett skogsrikt län med ett mycket varierat skogslandskap. Här finns stora arealer barrskog, triviallövskog och ädellövskog. Skogsbruket är en viktig näring i länet då det bedrivs ett betydande skogsbruk. Av Västra Götalands läns areal utgör 53 % produktiv skogsmark, vilket är betydligt högre än riksgenomsnittet. Skogen utgörs av ca 79 % barrträd (22 % tall, 42 % gran och 15 barrblandskog), 7 % blandskog och ca 8 % lövträd. I huvudsak består Västra Götalands län av bra och välskötta produktionsskogar. Tillväxten i skogarna varierar över länet men är generellt god.

Nästan hälften av regionens skogsmark är allvarligt försurad, vilket ger effekter i marken, avrinnande vatten och också på flora och fauna. Luftföroreningarnas påverkan på skogs-ekosystemet och avrinnande vatten är särskilt tydliga i Västsverige.

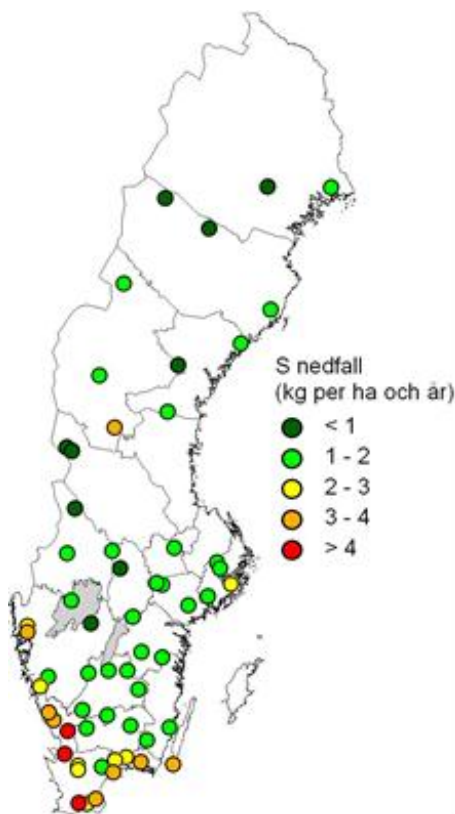
Försurningen i Västra Götalands län – fortsatta problem?

Västra Götalands län tillhör den del av Sverige som tagit emot mest svavel- och kvävenedfall, eftersom länet tillsammans med övriga sydlän; Skåne och Halland, är första anhalten för de luftföroreningar som transporteras med de sydvästliga vindarna från kontinenten. Det gör att svavel- och kvävenedfallet har påverkat Västra Götalands läns skogar negativt under en lång tid.

Mätningarna inom Krondroppsnätet visar på kraftigt minskad svavelbelastning i Västra Götalands län i takt med att utsläppen minskat (82 % sedan 1990, EMEP, 2011, gäller utsläppen från EU27, internationell fartygstrafik ej inkluderat). Detta syns både som minskade lufthalter (Figur 2a) och minskat svavelnedfall (Figur 2b). Detta syns på många ställen i Sverige genom minskande halter av svaveldioxid. I Västra Götalands län finns vid Hensbacka inte någon statistiskt signifikant trend av minskande svaveldioxidhalter, (Figur 2a). Att svavelemissionerna minskat syns dock tydligt genom ett minskat svavelnedfall i länet (Figur 2b). Mätningar av nedfallet av sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}_{\text{ex}}$, bidraget från havssalt frändraget) till skogen som krondropp har minskat mer eller mindre kontinuerligt under de senaste 20 åren. Nedgången är statistiskt säkerställd vid samtliga mätplatser i länet. Det kvarstår ett årligt nedfall runt 1-4 kg svavel/ha, mest i de kustnära delarna av länet. Figur 3 visar att det högsta svavelnedfallet under 2010/11 fortfarande finns i de kustnära delarna av södra Sverige samt att det lägsta nedfallet generellt finns i de norra delarna av Sverige. Det finns dock några undantag med relativ hög deposition även norrut i landet.



Figur 2. Lufthalter av svaveldioxid, SO₂, från olika platser i Västra Götalands län, Hensbacka och Stora Ek (a) och nedfall av antropogent svavel, SO₄-S_{ex}, från skogsytorna Åboland, Klippan, Hensbacka, Humlered och Stora Ek (b).

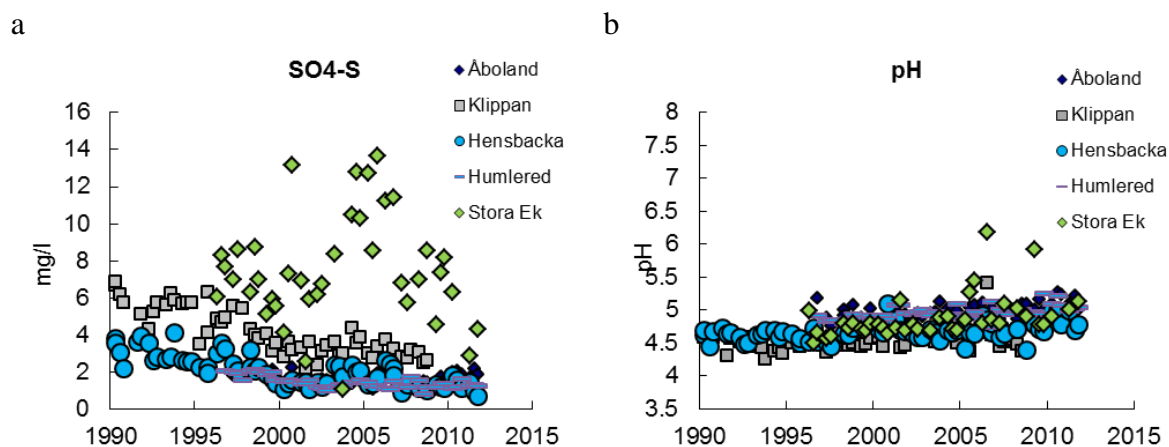


Figur 3. Svavelnedfall via krondropp, hydrologisk årsdeposition 2010/11.

Det vatten som rör sig i marklagren under rotzonen, men ovanför grundvattnet, kallas för markvattnet. Markvattnet utgör en länk mellan skogsmarken och rinnande ytvatten. Försurning av markvattnet kan beskrivas med hjälp av olika parametrar som alla ger lite olika aspekter på försurningen, såsom pH, sulfatsvavel, syraneutraliserande förmåga och halter av det toxiska ämnet oorganiska aluminium (oorg-Al). Bedömningen av vid vilket pH som

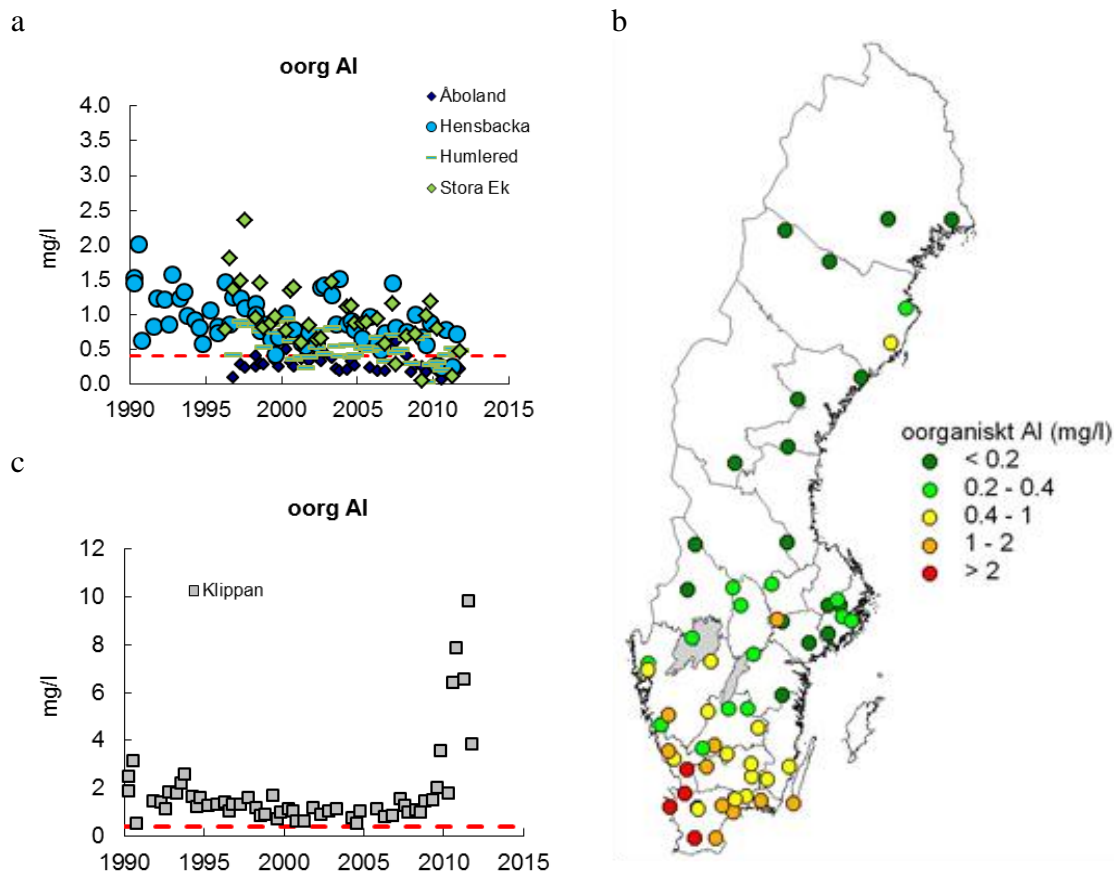
markvattnet kan anses försurat beror till viss del på vilken berggrund som föreligger i området m.m. Ett pH <4.5 anses dock i de flesta fall indikera kraftig försurning, medan pH i området 4.5 – 5.0 kan indikera risk för försurning. Oorganiskt aluminium används ofta som en indikator på markvattnets försurningsstatus eftersom oorganiskt aluminium frigörs vid sura förhållanden, och kan vara skadligt både för växter och djur. En kritisk gräns som föreslagits är 0.4 mg/l (Gustafsson m.fl., 2001).

Det minskade svavelnedfallet syns även i markvattenmätningarna från främst tre lokaler som minskade svavelhalter (Figur 4a). pH i markvattnet vid lokalerna i Västra Götalands län har länge varit så lågt att det funnits stor risk för försurning, men risken har minskat under de senaste åren (Figur 4b). I dagsläget ligger pH i länets lokaler runt 5.



Figur 4. Halten sulfatsvavel (a) och pH (b) i markvattnet på 50 cm djup vid olika platser i Västra Götalands län, uppmätt inom Krondropps nätet. Uppgången i pH är statistiskt signifikant vid Åboland, Hensbacka, Stora Ek och Humlered samt nedgången i sulfatsvavel är statistiskt signifikant vid Klippan, Hensbacka och Humlered. Vid Klippan har halterna från 2009 ej tagits med då dessa påverkats kraftigt av granbarkborreangrepp.

Mätningarna av oorganiskt aluminium inom Krondropps nätet visar att halterna överskrider den föreslagna gränsen på 0,4 mg/l vid ett flertal mätplatser i länet, framförallt vid Hensbacka och Stora Ek. I markvattnet vid Humlered varierar halterna av oorganiskt aluminium kring 0,4 mg/l (Figur 5a). Koncentrationerna av oorganiskt aluminium har legat mycket högt, men halterna har minskat signifikant vid både Hensbacka, Stora Ek och Humlered. Mätningarna inom Krondropps nätet visar att halterna oorganiskt aluminium överskrider gränsen i de flesta fall i Västra Götalands län (Figur 5b). Detta visar att trots att svavelnedfallet minskat kraftigt är marken långt ifrån återhämtad. Halten oorganiskt aluminium i markvattnet vid Klippan är kraftigt förhöjd sedan 2009 (Figur 5c). Detta beror på det kraftiga angrepp av granbarkborre som lokalen utsattes för under 2008. Till följd av angreppet har träden dött allteftersom, men de har stått kvar. Under 2011 har dock ett stort antal träd fallit omkull.

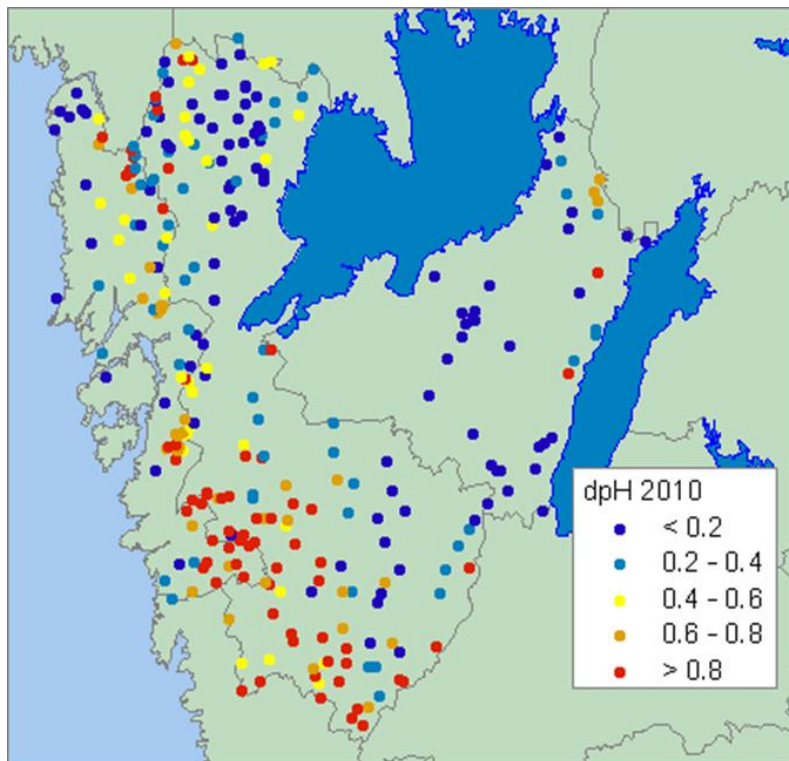


Figur 5. Halten oorganiskt aluminium (oorg-Al) (a, c) i markvattnet på 50 cm djup vid olika platser i Västra Götalands län, uppmätt inom Krondroppsnetet. Nationell karta över oorganiskt aluminium i markvattnet (median för mätningar oktober 2005 – september 2008), som ofta används som indikator på försurningstillståndet (b). Gränsen 0,4 mg oorganiskt aluminium per liter har föreslagits som kritisk gräns, syns i figur a och c som röd streckad linje. Nedgången i oorganiskt aluminium är statistiskt signifikant vid Hensbacka, Humlered och Stora Ek.

Även kvävenedfall 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 frigörs som försurar. Kvävestatusen i Västra Götalands läns skogar diskuteras vidare i nästa kapitel.

Försurad skogsmark, orsakad av försurande nedfall, kan leda till sjöförsurning om avrinningen till sjön till stor del kommer från skogsmark. Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket, 2007) är sjöar antropogent försurade om deras pH-värde minskat med minst 0,4 enheter sedan förindustriell tid. Enligt detta kriterium var 50 % av sjöarna i Västra Götalands län försurade under 2010, de flesta i de sydvästra delarna av länet (Figur 6). Olika skattningar har gett varierande resultat, men senaste skattningen är att 21 % av länets sjöar är antropogent försurade och okalkade, och att ytterligare cirka 29 % av länets sjöar skulle varit försurade om de inte hade kalkats (Fölster m.fl., 2012). För hela Sverige beräknas andelen försurade sjöar till 10 %. Det har skett en betydande återhämtning från försurning hos länets sjöar, men återhämtningen kan t.o.m.

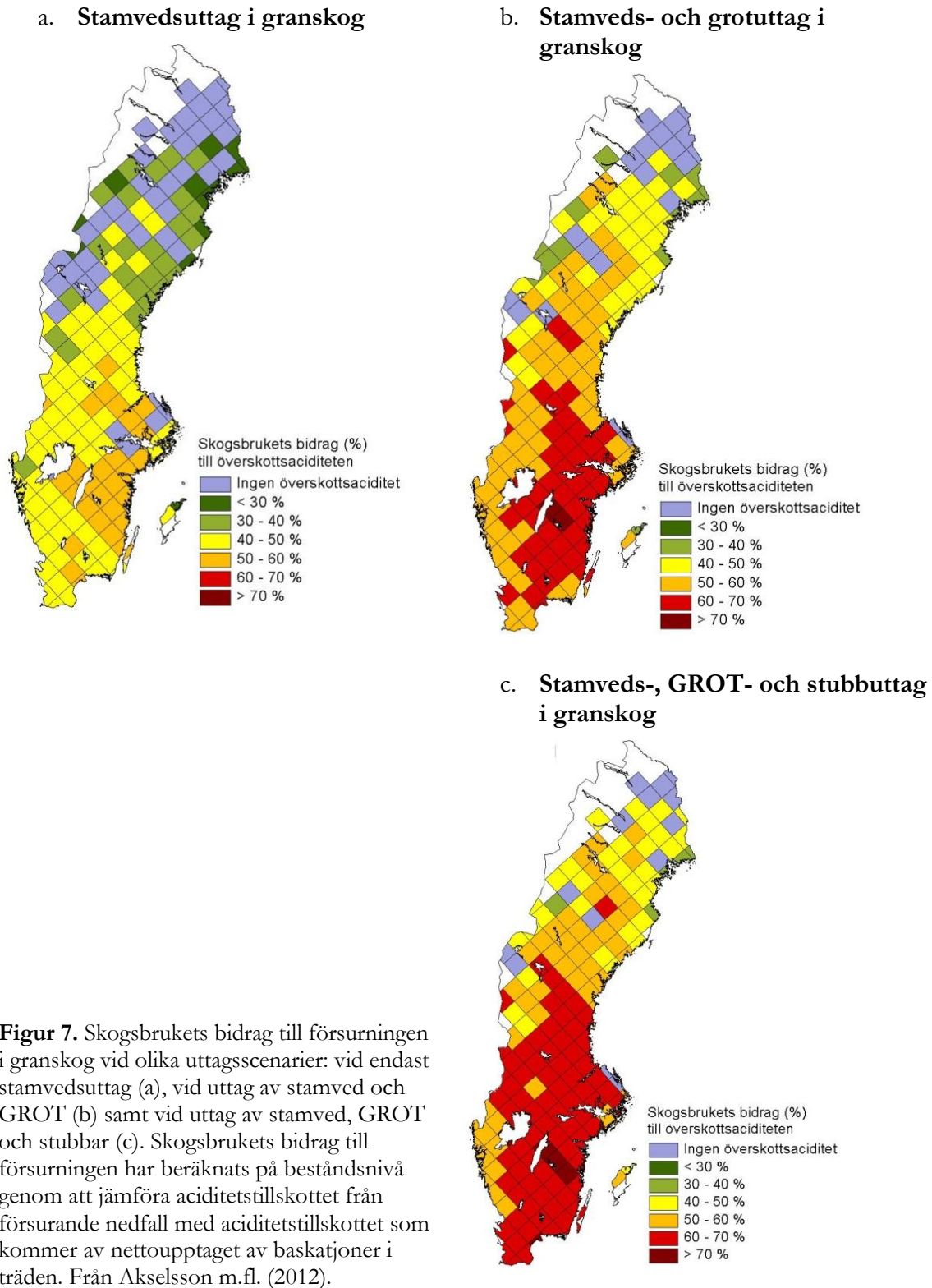
riskera att avstanna då den är starkt beroende av storleken på det kvarvarande sura nedfall som fortfarande sker till skogen, samt även av hur stort uttag av biomassa som sker från skogen.



Figur 6. 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.

När det sura nedfallet har minskat blir den försurande inverkan av uttaget av biomassa från skogen en betydelsefull faktor. Beräkningar av storleken på denna försurande verkan i relation till försurningen orsakad av surt nedfall visas i Figur 7 (Akselsson m.fl., 2012). Beräkningarna involverar stora osäkerheter, men visar på att dagens skogsbruk sannolikt påverkar försurningssituationen i Västra Götaland i betydande utsträckning. Om uttaget av biomassa från skogen ökar, t ex i form av uttag av GROT (grenar och toppar) samt i form av stubbrytning, finns det dock en möjlighet att skogsbrukets försurningspåverkan ökar.

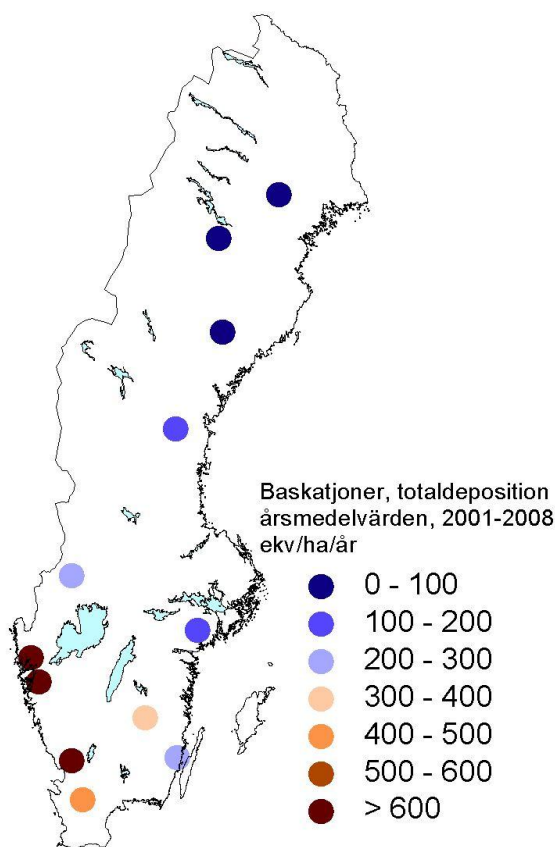
Beräkningarna visar på de konflikter som kan uppstå med ett för stort uttag av biomassa från skogen och vikten av att dessa faktorer övervakas framöver. Beräkningar av ett kritiskt uttag av baskatjoner (främst förknippat med biomassa-uttag) skulle kunna användas som en indikator för hur mycket biomassa som kan tas ut från skogen (Akselsson m.fl., 2012). Det kritiska uttaget av baskatjoner skulle vara den mängd baskatjoner som tillförs skogsekosystemen genom vittring och nedfall från luften subtraherat med den mängd baskatjoner som krävs för att neutralisera det sura nedfallet. Om den mängd baskatjoner som bortförs från skogsekosystemen via uttaget av biomassa vid avverkningar överskrider det kritiska uttaget finns det risk för att skogsbruket i längden inte är hållbart. De första beräkningarna visar att det kritiska uttaget av baskatjoner kraftigt överskrids i Västra Götalands län om GROT tas ut (Akselsson m.fl., 2012).



Mot försurningen verkar som nämnts ovan tillgången på baskatjoner (exempelvis kalcium, magnesium, kalium). Baskatjoner tillförs skogsmarken genom vittring och nedfall från luften, medan läckage till grundvatten och ytvatten, tillsammans med uttag av biomassa från skogen, bidrar till bortförsl av baskatjoner från skogsekosystemen. Försurningen av skogsmarken har medfört, och medför, ett omfattande läckage av baskatjoner från skogsmarken till avrinningen. Vittringen är en mycket långsam process och återställandet av baskatjoner i skogsmarken går därför långsamt. Nedfallet av baskatjoner till skogen blir därför en viktig faktor för skogsekosystemen i Västra Götalands län såväl som i övriga Sverige.

Nedfallet av baskatjoner till skogen är svårt att mäta på grund av att det sker ett omfattande läckage av baskatjoner ut från trädskronorna som del av en interncirkulation inom skogsekosystemen. Beräkningar av nedfallet av baskatjoner måste därför grunda sig på nedfalls-mätningar till öppet fält i kombination med ett antagande för torrdepositionen till skogen. Liksom vad gäller kväve (se nedan) har det under de senaste åren inom Krondroppsnetet bedrivits en metodutveckling för att kunna beräkna andelen torrdeposition av det totala nedfallet av baskatjoner till skogen.

Det samlade nedfallet av baskatjoner i Västra Götalands län har beräknats till att ligga mellan ca 400->600 ekv/ha/år (Figur 8). Detta är ett betydande nedfall som bidrar till att neutralisera försurningen av skogsmarken men även till att förbättra näringsbalanserna för skogsekosystemen i Västra Götalands län. Nedfallet av baskatjoner till skogen i Västra Götalands län är bland de högsta i landet.



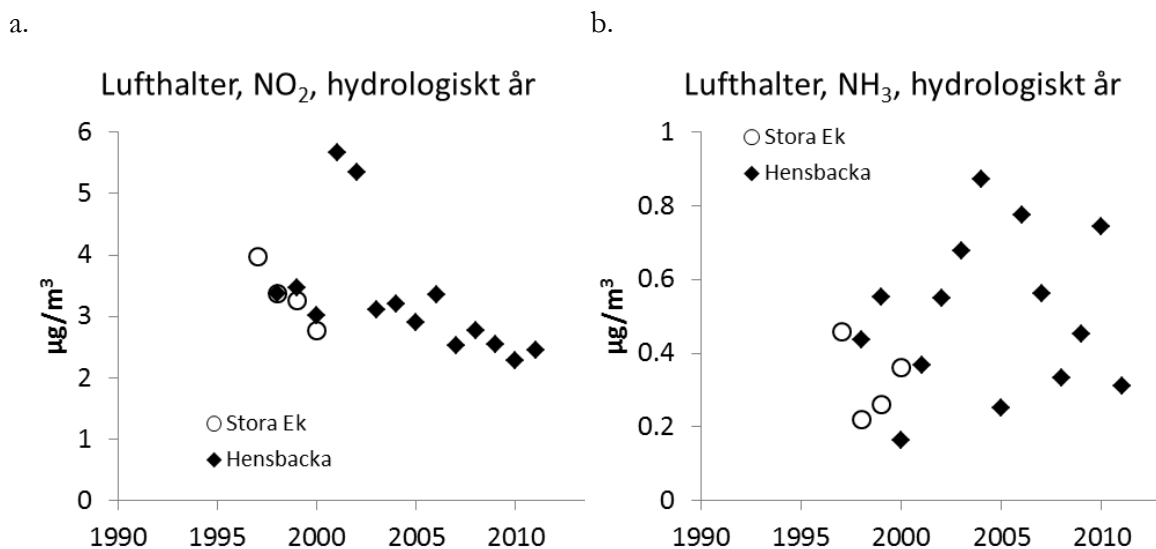
Figur 8. Det beräknade årliga nedfallet av baskatjoner (Ca, Mg, K) till gran-skog vid olika platser i Sverige. Nedfallet har beräknats som summan av torr- och våtdeposition, baserat på mätningar i krondropp, nederbörd på öppet fält samt med s.k. strängprovtagare (Karlsson m. fl., 2012).

Blir det för mycket kväve i Västra Götalands läns skogar?

Runt 1950 började nedfallet av kväve till skogen i Sverige öka kraftigt för att nå sin kulmen troligen i slutet av 1990-talet. Kväveutsläppen i Europa har inte minskat i samma utsträckning som svavelutsläppen, de har minskat med 47 % och ammoniak med 25 % sedan 1990 (EMEP, 2011, gäller utsläppen från EU27, internationell fartygstrafik ej inkluderat). Trots det har det varit svårt att påvisa att kvävenedfallet till den svenska skogen har minskat. Detta beror delvis på att det är svårt att mäta kvävenedfall till skogen eftersom kvävet kan tas upp direkt till trädkronorna. Det kan delvis även bero på att det försiggår kemiska interaktioner i atmosfären mellan kväve och andra luftföroreningar, vilket påverkar hur mycket av kvävet i luften som faller ner till skogen.

Betydelsen av kvävenedfallet till skogen i Västra Götalands län är, jämfört med svavelnedfallet, svårare att påvisa, men är icke desto mindre betydelsefullt. Kvävenedfallet kan leda till en upplagring av kväve i skogsmarken om nedfallet är större än det kväve som förs bort vid avverkningar. I slutändan kan detta leda till att nitrat läcker ut till grundvatten och rinnande ytvatten. Kvävenedfallet kan även leda till förändringar vad gäller artsammansättningen hos skogens undervegetation. Olika gräsarter kan öka på bekostnad av olika ris, t ex blåbär. Den kritiska belastningen för kvävenedfall till skydd för förändringar hos växtligheten har inom Europa fastställts till mellan 5 och 10 kg N/ha/år. Sverige har antagit den lägre gränsen 5 kg N/ha/år.

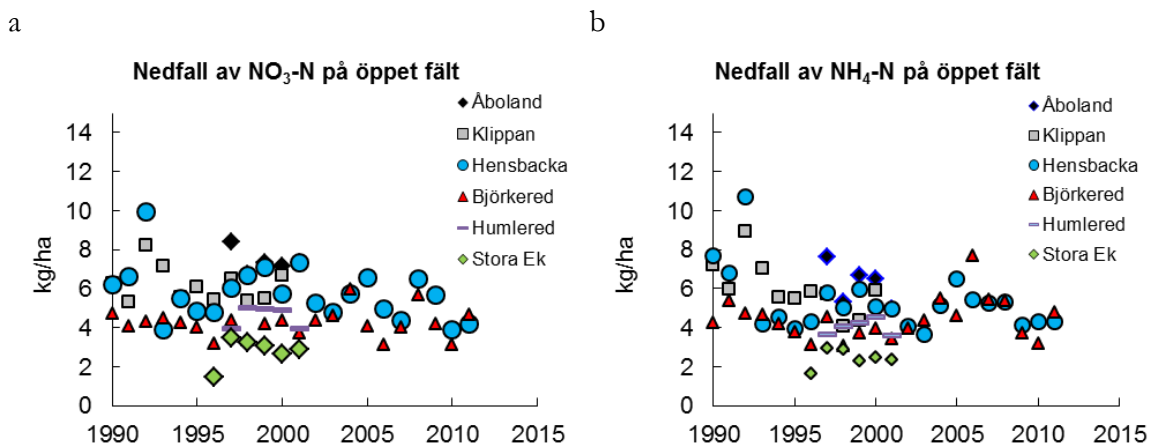
Minskande kväveemissioner syns dock i minskade kvävedioxidhalter i luft vid Hensbacka (Figur 9a). Inga signifikanta förändringar syns för ammoniakhalterna i luft i länet (Figur 9b).



Figur 9. Lufthalter av kvävedioxid, NO₂ (a) samt ammoniak, NH₃ (b) från Hensbacka och Stora Ek.

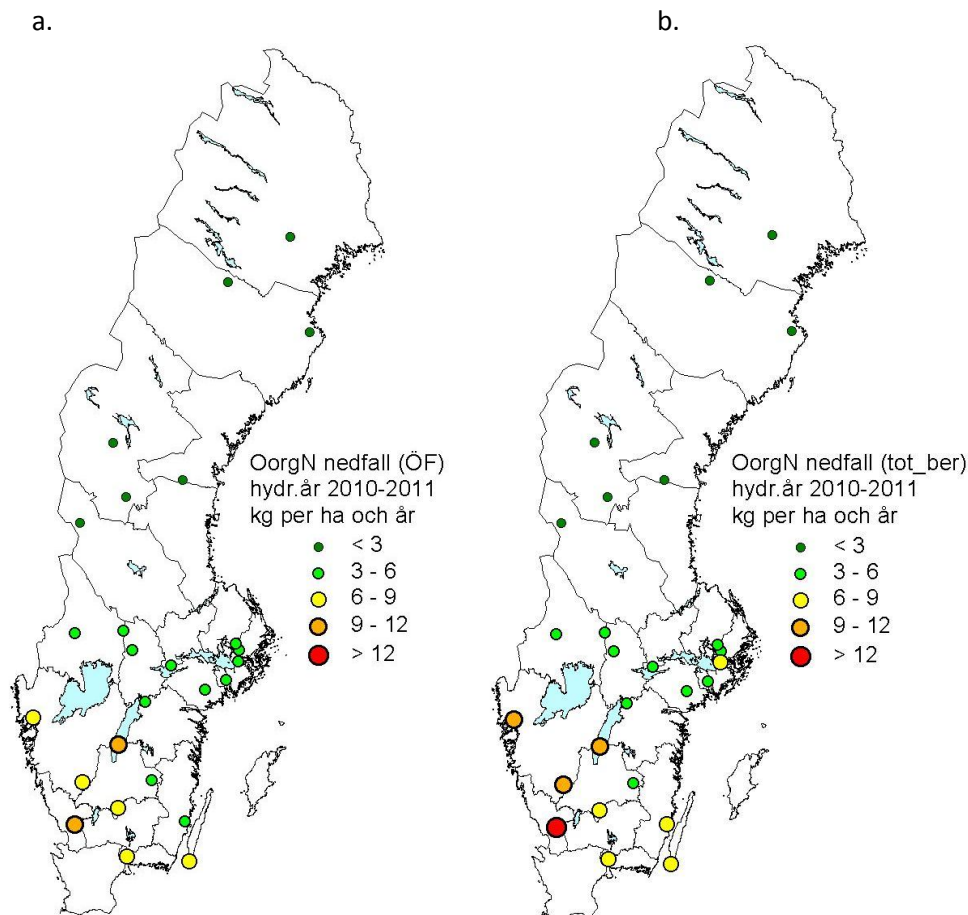
Kvävenedfallet till skogen är svårare än svavel att följa på grund av interncirkulation av kväve i trädkronan. Därför används ofta mätningar från öppet fält för att visa kvävetrender. Det innebär att torrdepositionen till skogen inte kommer med i analysen.

För kvävenedfall (öppet fält) finns ingen motsvarande tydligt minskande trend som för svavel. De två aktiva ytorna med mätningar över öppet fält i Västra Götalands län, Hensbacka och Björkered, uppvisar inga signifikanta trender för nitratkväve (Figur 10a) eller ammoniumkväve (Figur 10b). Det årliga nedfallet av oorganiskt kväve ($\text{NO}_3 + \text{NH}_4$) har varierat kring ca 8-9 kg N/ha.



Figur 10. Nedfall av nitratkväve, $\text{NO}_3\text{-N}$ (a), och ammoniumkväve, $\text{NH}_4\text{-N}$ (b) på öppet fält i Åboland, Klippan, Hensbacka, Björkered, Humlered och Stora Ek.

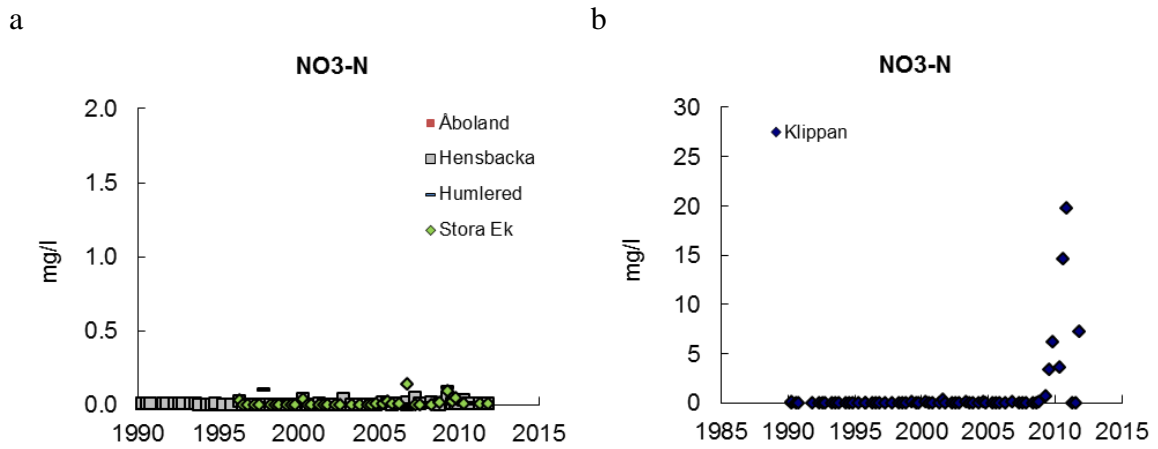
För att kunna uppskatta totaldepositionen av kväve kan man använda mätningar av våtdeposition av kväve över öppet fält och därefter lägga till ett uppskattat bidrag från torrdepositionen. Beräkningar av torrdepositionen av kväve utifrån surrogatytor, så kallade strängprovtagare, har indikerat att andelen torrdeposition av den totala oorganiska kvävedepositionen till skogen i Västra Götalands län ligger kring 25 %. Det samlade årliga kvävenedfallet till skogen i länet inklusive det organiska kvävet skulle således ligga mellan 10-11 kg N/ha. Kvävenedfallet till skogen i Västra Götaland ligger därmed högre än den kritiska belastningsgränsen för kväve. I Figur 11a visas fördelningen över Sverige av det oorganiska kvävenedfallet för ett medelvärde av de två senaste hydrologiska åren 2009/10 samt 2010/11. I Figur 11b visas en uppskattning av det totala oorganiska kvävenedfallet över Sverige. Grunddata från Figur 11a har multiplicerats med en uppskalningsfaktor baserat på analyser från Karlsson m.fl. (2011a). Observera att i denna karta är inte ett mått på det organiska kvävet med.



Figur 11. Oorganiskt kvävenedfall på öppet fält (medelvärde för de hydrologiska åren 2009/10 & 2010/11) (a). Beräknad totaldeposition av oorganiskt kväve till skog (medelvärde för de hydrologiska åren 2009/10 & 2010/11) (b), baserat på figur a, multiplicerat med en uppskalningsfaktor baserat på analyser från Karlsson m.fl. (2011a).

Tillväxten i boreala skogar anses generellt vara kvävebegränsad, och dessa skogsekosystem har en mycket stor förmåga att lagra kväve. Förhöjda halter av nitrat uppträder därför sällan i markvattnet i dessa system. Mätningar av halter av nitrat i markvattnet i Västra Götalands län uppvisar inte halter över detektionsgränsen förutom vid ett fåtal tillfällen (Figur 12a). Markvattenmätningarna i länet visar således ännu inte på något generellt begynnande läckage av nitrat från skogsmarken i Västra Götalands län.

Det finns exempel från andra Krondroppsytor i länet, samt på andra platser i södra Sverige, på att när trädens upptag av kväve från skogsmarken på något sätt begränsas, såsom vid avverkning eller vid stormskador, kan halterna av nitrat i markvattnet stiga kraftigt på kort tid. En liknande situation uppmättes vid lokalen Klippan där skogen drabbades av mycket kraftiga angrepp av granbarkborre under 2008, Figur 12b.



Figur 12. Halterna av nitrat i markvattnet på 50 cm djup vid Åboland, Hensbacka, Humlered och Stora Ek (a) samt vid Klippan där skogen drabbades av mycket kraftiga angrepp av granbarkborre under 2008 (b) i Västra Götalands län, uppmätta inom Krondroppsnetet. OBS! olika skalor på diagrammen.

Nystartade mätningar av nedfallet av fosfor

I januari 2011 startade mätningar av totalfosfor i krondropp och öppet fält vid Hensbacka. Fosfor förekommer i alla djur och växter. I olika former är fosfor oundgänglig för kroppens funktioner. Fosforföreningar rör sig i luften främst genom partikeltransport. Damm och aerosoler, fina luftburna partiklar, som innehåller fosfor kan transporteras långa sträckor. Organiska substanser, t.ex. pollen, innehåller alltid fosfor. Minerogena partiklar kan innehålla varierande mängd fosfor beroende på ursprung. Antropogena fosforutsläpp tros vara störst via jorderosion, men även förbränningsprocesser kan ge betydande utsläpp. Andra fosforkällor till atmosfären är vulkaner, meteoriter samt havet.

Fosfordynamiken i skogsmark är en viktig pusselbit för förståelsen av skogecosystemens näringsdynamik, för att öka kunskapen om försurnings- och återhämtningsförlopp samt för att göra prognoser för framtida utlakning av kväve och andra näringsämnen från mark till ytvatten. Mycket tyder på att försurade marker kvarhåller fosfor, vilket förhindrar fosfor från att tillföras till sjöar och vattendrag, och därmed ökar utarmningen av ekosystemen och leder till näringsbrist samt minskad produktion och biologisk mångfald. Ett intensifierat skogsbruk ökar fosforförlusterna. En betydande fosforbrist kan, i områden med god kvävetillgång, leda till att fosfor blir det näringsämne som begränsar skogstillväxten, vilket ökar risken för förhöjd kväveutlakning och därmed påverkar både *Bara naturlig försurning* och *Ingen övergödning*. Fosfordepositionen till skog är dåligt känd, men utgör ett viktigt underlag för att kartlägga fosfordynamiken. Detta var orsaken till att vi från januari 2011 började mäta fosfor vid 15 ytor där både öppet fält samt krondropp mäts. Resultaten från dessa mätningar kommer att presenteras i nästa årsrapport då det ännu inte finns mätningar för ett helt hydrologiskt år

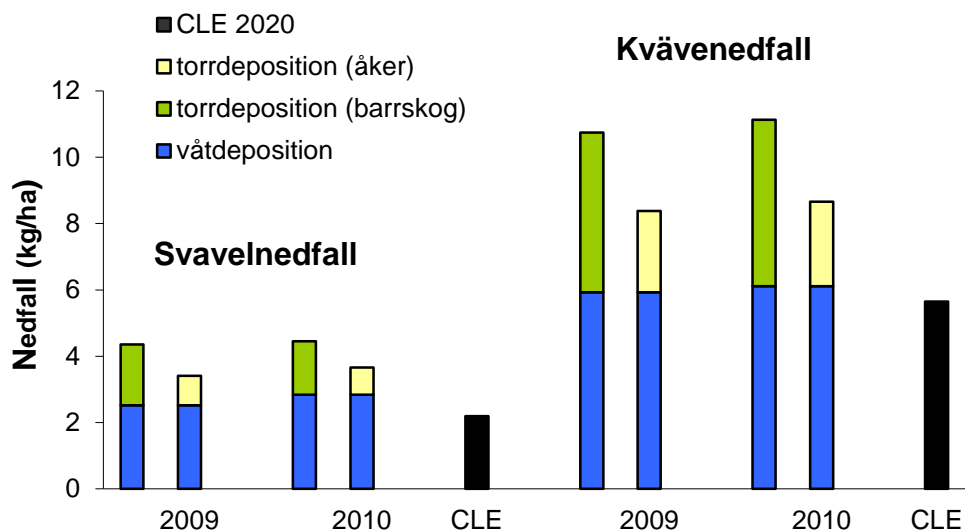
Modellberäknad deposition av svavel och kväve på kommun- och länsnivå

Inom Krondropps nätet modellberäknas deposition på regional nivå som ett komplement till mätningarna. Detta kan ge en mer omfattande geografisk täckning jämfört med vad mätningarna ger. Modellberäkningar ger dessutom möjlighet att utvärdera andra parametrar än de som mäts. Ytterligare en fördel är att modeller kan användas för att beräkna framtida trender vid olika utsläppsscenarioer.

I detta kapitel presenteras modellberäknat nedfall av svavel och kväve baserat på beräkningar med det s.k. ”MATCH-Sverige”-modellsystemet som SMHI driver på uppdrag av Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning (Persson m.fl., 2004). I MATCH-modellen anpassas de modellberäknade halterna av föroreningar i luft och nederbörd till atmosfärskemiska mätdata från de svenska och norska EMEP-stationerna samt Luft- och nederbördskemiska nätet med hjälp av s.k. Optimal Interpolation i gridrutor på 20 x 20 km.

Länsvis och kommunvis deposition för svavel och kväve i barrskog och på åkermark har tagits fram genom att beräkna medelvärdet för de depositionsrutor som ingår i respektive län/kommun (en viktning med kommunens/länets andel av arean för respektive depositionsruta). Nedfallet redovisas på länsnivå i Figur 13 och på kommunnivå i Tabell 1.

Där redovisas också en beräkning för år 2020 enligt depositionsscenarioet CLE, Current legislation. Detta är ett slags basscenario som utgår från dagens beslut om minskade utsläpp inom Europa. För CLE-scenariet har ett medelvärde beräknats för de markanvändningsslag som ingår i länet/kommunen, och det finns därmed ingen uppdelning på barrskog och åkermark så som det gör för årsberäkningarna.



Figur 13. Modellberäknat nedfall av antropogent svavel och oorganiskt kväve (kg per hektar och kalenderår) i Västra Götalands län, fördelat på våt- respektive torrdeposition under 2009-2010 och år 2020 enligt CLE-scenariet, modellerat med MATCH-Sverige-modellen. De nedre staplarna anger våtdepositionen, och de övre staplarna anger torrdepositionen (till barrskog eller åkermark).

Det modellerade totala svavelnedfallet (utan havssalt) i Västra Götalands län beräknades till omkring 4,5 kg per hektar och år i barrskog och ca 3,5 kg per ha på åkermark under 2009-2010. Kvävenedfallet beräknades till omkring 11 kg per hektar och år i barrskog och 8,5 kg på åkermark under motsvarande period. Enligt CLE-scenariet ska nedfallet minska till 2,2 kg svavel och 5,6 kg kväve per hektar till år 2020.

Tabell 1. Totalt svavelnedfall (utan havssalt) och kvävenedfall på kommunnivå i Västra Götalands län under 2009-2010 och år 2020 enligt CLE-scenariet, modellerat med MATCH-Sverige-modellen.

Kommun	Svavelnedfall (kg/ha)				CLE*	Kvävenedfall (kg/ha)				CLE*
	barrskog		Åkermark			barrskog		åkermark		
	2009	2010	2009	2010	2020	2009	2010	2009	2010	2020
Ale	5.1	5.3	4.0	4.3	2.5	9.6	11.3	7.8	9.2	6.8
Alingsås	4.7	4.9	3.8	4.1	2.4	9.3	11.0	7.5	9.0	6.7
Bengtstors	3.7	4.1	3.0	3.5	2.1	12.1	10.3	9.7	8.0	4.8
Bollebygd	4.9	5.1	4.0	4.4	2.6	9.5	11.6	8.1	9.9	7.3
Borås	4.6	4.9	3.8	4.3	2.6	9.4	11.4	7.8	9.6	7.1
Dals-Ed	3.4	4.0	2.8	3.4	2.2	12.0	10.2	9.6	7.9	5.0
Essunga	4.3	4.4	3.4	3.7	2.1	10.0	11.1	7.5	8.5	6.1
Falköping	3.9	3.8	3.0	3.2	2.0	9.7	10.8	6.9	8.0	5.8
Färgelanda	4.2	4.5	3.5	3.7	2.4	12.0	11.3	9.5	8.6	6.2
Grästorp	4.4	4.5	3.5	3.7	1.9	10.9	11.4	8.1	8.6	5.0
Gullspång	4.2	3.6	3.3	3.0	1.6	10.2	10.2	7.7	7.5	3.5
Göteborg	6.4	6.6	4.6	4.9	2.6	11.5	12.5	9.6	10.4	6.1
Götene	4.3	4.0	3.3	3.3	1.8	11.1	11.5	8.1	8.4	4.5
Herrljunga	4.1	4.1	3.3	3.6	2.2	9.3	10.8	7.0	8.4	6.4
Hjo	3.7	3.5	2.7	2.9	1.6	9.1	10.0	6.3	7.1	4.8
Härryda	5.5	5.7	4.2	4.7	2.8	10.2	12.2	8.9	10.6	7.4
Karlsborg	4.1	3.6	3.2	3.0	1.7	9.6	10.0	7.1	7.3	4.9
Kungälv	5.5	5.5	4.1	4.1	2.9	11.0	11.9	8.7	9.5	6.0
Lerum	5.3	5.4	4.1	4.5	2.6	9.5	11.5	8.1	9.7	7.0
Lidköping	4.2	4.2	3.3	3.4	1.7	11.2	11.3	8.4	8.4	4.2
Lilla Edet	5.0	5.0	3.8	4.0	2.8	9.9	11.1	7.9	8.8	6.9
Lysekil	4.8	4.9	3.6	3.6	2.8	11.2	10.7	8.5	8.1	4.7
Mariestad	4.2	3.8	3.3	3.1	1.6	11.2	11.2	8.4	8.1	3.9
Mark	4.7	5.1	3.9	4.5	2.7	11.3	13.6	10.0	11.9	7.4
Mellerud	4.1	4.3	3.4	3.6	1.9	12.0	11.4	9.3	8.6	5.6
Munkedal	4.1	4.5	3.3	3.6	2.8	11.6	10.8	9.1	8.2	6.0
Mölndal	5.9	6.1	4.4	4.8	2.1	10.9	12.6	9.7	11.0	6.9
Orust	5.1	4.9	3.8	3.7	3.0	11.2	11.3	8.6	8.6	5.5
Partille	6.1	6.3	4.6	5.0	3.0	10.6	12.4	9.4	10.8	7.2
Skara	4.2	3.9	3.2	3.2	1.9	10.5	11.2	7.5	8.3	5.4
Skövde	4.2	3.8	3.2	3.1	1.8	10.4	11.0	7.4	7.9	5.4
Sotenäs	4.6	4.9	3.4	3.6	2.7	11.2	10.3	8.5	7.7	4.5
Stenungsund	5.2	5.2	3.9	4.0	2.8	10.5	11.5	8.2	9.1	6.5
Strömstad	2.4	3.7	1.8	2.8	2.3	11.7	9.6	9.2	7.3	3.9
Svenljunga	4.6	5.0	3.9	4.5	2.6	10.9	13.2	9.4	11.5	7.3
Tanum	3.1	3.8	2.4	3.0	2.5	11.7	10.0	9.0	7.5	4.8
Tibro	4.1	3.7	3.1	3.0	1.7	10.0	10.5	7.2	7.6	5.3
Tidaholm	3.8	3.6	2.8	3.1	1.8	9.1	10.0	6.4	7.2	5.6
Tjörn	5.3	5.0	3.8	3.7	2.7	11.5	11.8	8.7	9.0	5.3
Tranemo	4.6	4.8	3.8	4.3	2.4	9.9	11.7	8.2	9.9	6.7
Trollhättan	4.7	4.8	3.7	3.9	2.4	9.6	10.9	7.4	8.5	6.3
Töreboda	4.2	3.7	3.3	3.0	1.8	10.7	10.9	8.0	7.9	4.7
Uddevalla	5.1	5.1	3.9	3.9	2.8	10.7	11.0	8.4	8.5	6.8
Ulricehamn	4.1	4.2	3.3	3.7	2.4	9.0	10.4	6.9	8.2	6.4
Vara	4.1	4.1	3.2	3.4	1.9	10.3	11.2	7.5	8.5	5.6
Värgårda	4.5	4.6	3.6	3.9	2.4	9.3	10.9	7.3	8.8	6.5
Vänersborg	4.6	4.8	3.7	3.9	2.2	11.4	11.4	8.7	8.7	6.0
Åmål	4.0	4.1	3.3	3.5	1.8	12.0	10.7	9.5	8.2	4.9
Öckerö	5.8	5.9	4.1	4.3	2.3	11.8	12.1	9.3	9.6	5.1
Västra Götaland	4.4	4.5	3.4	3.7	2.2	10.7	11.1	8.4	8.7	5.6

* Ett basscenario baserat på dagens beslut om minskade utsläpp inom Europa (medelvärde för de markanvändningslag som ingår i kommunen).

Nya publikationer kopplade till Krondropps nätet

Under året har ett antal rapporter skrivits där data från Krondropps nätet ingått. Ett urval av dessa rapporter beskrivs kortfattat nedan. Det bör observeras att nedan presenterade rapporter ofta har haft andra finansörer än Krondropps nätet, exempelvis har Naturvårdsverket finansierat flertalet övriga rapporter. I denna rapport redovisas ej vilka forskningsprojekt som Krondropps nätet nu samarbetar med, för detta hänvisas till tidigare rapporter.

Krondropps nätet har även bidragit med underlag till den nya fördjupade utvärderingen av miljömålen som presenterades den 14 juni 2012 (Naturvårdsverket, 2012). I den fördjupade utvärderingen presenteras förslag till fokusområden för den framtida miljöpolitiken. Vart fjärde år görs en fördjupad utvärdering av Sveriges 16 miljö kvalitetsmål. I år ingår för första gången en analys av generationsmålet.

Klara publikationer:

- **Förbättrad modellering och mätning av belastningen från luftföroreningar - samverkan mellan Krondropps nätet och MATCH-modellen, IVL Rapport B 1951.** Rapport som kom ut i november 2010 där ett antal förslag till utvecklingsprojekt som kan bidra till att förbättra både mätningar och modellering av nedfallet av luftföroreningar över Sverige tagits fram (Hellsten m.fl., 2010)
- Som nämndes i förra årets rapport har en vetenskaplig publikation skrivits och publicerats i *Environmental Pollution* i juni 2011. Artikeln: **Reduced European Emissions Of S And N Effects On Air Concentrations, Deposition And Soil Water Chemistry In Swedish Forests** uppmärksammades av EU-kommissionens nyhetstjänst för beslutsfattare inom miljöområdet. Artikeln baseras på resultat från 20 års mätningar inom Krondropps nätet (Pihl Karlsson m.fl., 2011a). Artikeln blev utvald att vara med i "Science for Environment Policy" som är en nyhetssajt utformad för att hjälpa beslutsfattare att hålla sig uppdaterade om den senaste miljöforskningen och går ut till 13 500 läsare. Nyhetsbrevet kan läsas här: http://www.krondroppsnetet.ivl.se/download/18.3175b46c133e617730d800012145/KD_Artikel+p%C3%A5+DG_Env.pdf
- **Mätningar och modellberäkningar inom Krondropps nätet som underlag för nationell och regional miljömålsuppföljning, IVL Rapport B 1973.** Temarapport inom Krondropps nätet som utkom i maj 2011. Rapporten handlar om hur mätningar och modellering inom Krondropps nätet kan användas för uppföljning av miljö kvalitetsmål och miljö kvalitetsnormer på ett bättre sätt än vad som sker idag. Förslag på nya indikatorer där Krondropps nätet mätningar och modelleringar kan användas presenteras ingående i rapporten (Karlsson m.fl., 2011 b).
- **Totaldeposition av kväve till skog, IVL Rapport B 1952.** Rapport som utkom i september 2011 och där det totala nedfallet av oorganiskt kväve, d.v.s. summan av våt- och torrdepositionen, har beräknats med en nyligen utvecklad metod baserad

på torrdepositionen till strängar av teflon placerade under tak, samt på nettokrondroppet av natrium. De antaganden som ligger till grund för metoden är att depositionen av natrium inte påverkas av interaktioner (upptag och/eller läckage) med träd Kronorna samt att den relativa fördelningen av torrdepositionen av olika ämnen är densamma till teflontrådarna som till träd Kronorna. Uppskattningar av nedfallet av kväve till skogen dras med vissa metodproblem eftersom en viss andel av det kväve som deponeras på träd Kronorna tas upp direkt av bladen och barren och därmed inte når insamlarna för krondropp (Karlsson m.fl., 2011a).

- **Totaldeposition av baskatjoner till skog, IVL Rapport B 2058.** Rapport som kommer att publiceras under sommaren 2012, där det totala nedfallet av baskatjoner uppskattas med en likande metod som beskrivits i IVL Rapport B 1952 ovan. 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 (Karlsson m.fl., 2012).
- **Kvävedepositionen till Sverige. Jämförelse av depositionsdata från Krondropps nätet, Luft- och nederbörds kemiska nätet samt EMEP, IVL Rapport B 2030.** Rapport som utkom i januari 2012 och som innefattar en studie av trender för nedfallet av kväve med nederbörden över Sverige inom de tre mätnäten Luft- och Nederbörds kemiska nätet (LNKN), EMEP samt Krondropps nätet. Analyserna gäller bulkdeposition. Metod föreslås för att möjliggöra en rutinmässig övervakning även av torrdepositionen av kväve, något som ej genomförs i något av ovan nämnda mätnät i Sverige idag. En omfattande analys av medelvärden för ett flertal mätplatser, uppdelat på tre olika regioner, norra, sydöstra och sydvästra området, och på två olika tio-årsperioder, 1990-1999 och 2000-2010, har genomförts. Resultat från de två mätnäten Krondropps nätet och LNKN har använts tillsammans i analysen (Pihl Karlsson m.fl., 2012).

Aktuella händelser 2012

Under 2012 kommer mätutrustningen som används för provtagning över öppet fält att bytas ut till en mer stabil provtagare som samlar in nederbörden på ett mer korrekt sätt i synnerhet vad gäller snö. Vid ett flertal platser finns redan den nya utrustningen som skall användas i framtiden. I samband med dessa besök kommer även all övrig utrustning att ses över och provtagningspersonalen kommer att utbildas.

Krondropps dag 2013

Under våren 2013 planerar vi att liksom 2009 ha en Krondropps dag där vi skall presentera resultat, diskutera olika typer av frågor med varandra, men även hur vi vill lägga upp arbetet med Krondropps nätet i framtiden från 2015 då en ny programperiod börjar.

Krondroppsrapporter 2013

Under 2013 kommer resultaten från 2011/2012 att redovisas i en nationell rapport, enligt programbeskrivningen för Krondropps nätet 2011-2014 (Pihl Karlsson m.fl. 2011b). Dessutom kommer en temarapport att ges ut som eventuellt inriktas på länens emissioner i förhållande till nedfallet av luftföroreningar i länet.

Krondropps nätets webbplats

På Krondropps nätets webbplats (www.krondroppsnetet.ivl.se) presenteras överskådligt information om hur vi arbetar inom Krondropps nätet när det gäller provtagning, analyser och databearbetning. På webbplatsen redovisas resultat från mätningarna och modellberäkningarna i form av mätdata, kartor och rapporter. Webbplatsen uppdateras kontinuerligt med ny information. Om ni har önskemål och funderingar på dess utformning kontakta oss gärna via e-post genom: gunilla@ivl.se

Referenser

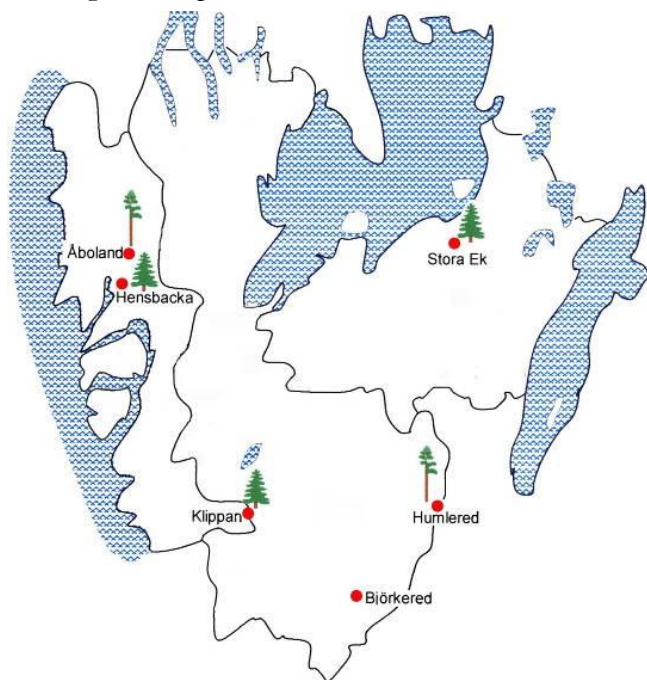
- Akselsson, C., Hellsten, S., Belyazid, S. 2012. Underlag till FU Bara naturlig försurning 2012 - Kritisk belastning för skogsmark, trender i markvatten och skogsbrukets påverkan. Rapport till Naturvårdsverket.
- EMEP, 2011. European Monitoring and Evaluation Programme (www.emep.int). Emissionsdata hämtat 2012-06-26.
- Fölster, J. and Valinia, S. (2012). Försurningsläget 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.
- Hellsten, S., Persson, C., Pihl Karlsson, G., Akselsson, C., Karlsson, P. E., Södergren, H. (2010). Förbättrad modellering och mätning av belastningen från luftföroreningar - samverkan mellan Krondropps nätet och MATCH-modellen. IVL Rapport B1951.
- Karlsson, P. E., Ferm, M., Hultberg, H., Hellsten, S., Akselsson, C. & Pihl Karlsson, G. (2011a). Totaldeposition av kväve till skog, IVL Rapport B 1952.
- Karlsson, P.E., Akselsson, C., Kronnäs, V., Hellsten, S. & Pihl Karlsson, G. (2011b). Mätningar och modellberäkningar inom Krondropps nätet som underlag för nationell och regional miljömålsuppföljning, IVL Rapport B 1973.
- Karlsson, P. E., Ferm, M., Hultberg, H., Hellsten, S., Akselsson, C., Pihl Karlsson, G. & Hansen, K. (2012). Totaldeposition av baskatjoner till skog, IVL Rapport B 2058.

- Naturvårdsverket, 2007. Bilaga A till handbok 2007:4 Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. ISBN 978-91-620-0148-3, ISSN 1650-2361
- Naturvårdsverket (2012). Steg på vägen. Länk till fördjupad utvärdering:
http://www.miljomal.se/Global/24_las_mer/rapporter/malansvariga_myndigheter/2012/fordjupad-utvardering-2012-webb.pdf
- Persson C, Ressner E. och Klein T. (2004). Nationell miljöövervakning - MATCH-Sverige modellen 1999-2002. Rapportserie: SMHI Meteorologi, Nr 113.
- Pihl Karlsson, G., Akselsson, C., Hellsten, S. and Karlsson, P E. (2011a). Reduced European emissions of S and N – effects on air concentrations, deposition and soil water chemistry in Swedish forests. *Environmental Pollution* 159, 3571-3582.
- Pihl Karlsson, G., Akselsson, C., Hellsten, S. & Karlsson, P. E. (2011b). KRONDROPPSNÄTET. Nedfall och effekter av luftföroreningar – för regional övervakning. Program 2011 (mätåren 2011-2014). www.krondroppsnatet.ivl.se
- Pihl Karlsson, G., Hellsten, S., Karlsson, P. E., Akselsson, C. & Ferm, M. (2012). Kvävedepositionen till Sverige. Jämförelse av depositionsdata från Krondroppsnätet, Luft- och nederbördskemiska nätet samt EMEP, IVL Rapport B 2030.
- Nyhetsbrevet från "Science for Environment Policy" kan läsas här:
http://www.krondroppsnatet.ivl.se/download/18.3175b46c133e617730d800012145/KD_Artikel+p%C3%A5+DG_Env.pdf

Krondroppsnätets webbplats: www.krondroppsnatet.ivl.se

Bilaga 1. Stationsvis redovisning

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



I Västra Götalands län finns sex aktiva lokaler inom Krondroppsnetet (Tabell B1:1). Björkered har med sin 23-åriga mätperiod den längsta tidsserien. I Björkered mäts dock enbart på öppet fält. Granytorna vid Klippan och Hensbacka är de krondropps-mätningar som har längst tidsserier, 21 år.

Tabell B1:1. Aktiva ytor i Västra Götalands län 2010/11.

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

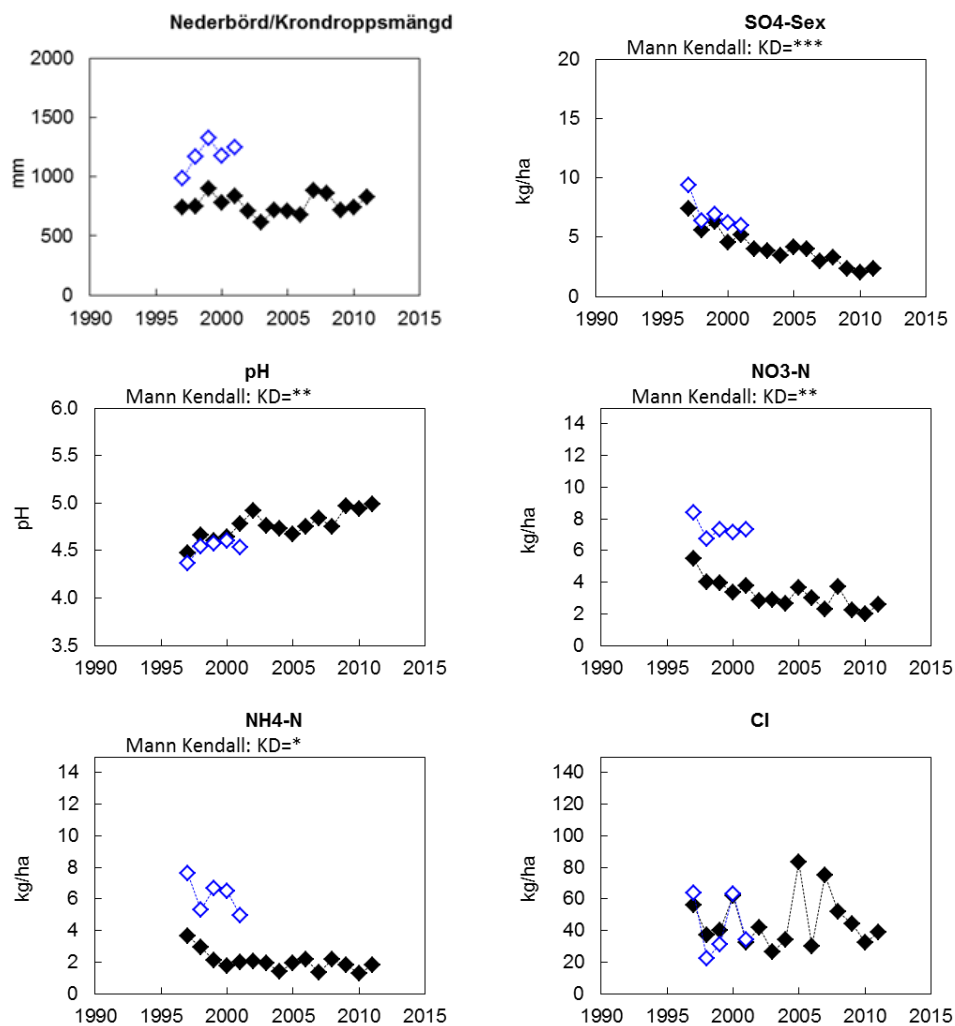
*Ozonmätningen ingår numera i Ozonmättnätet i södra Sverige och rapporteras där

Undersökningarna i Västra Götalands län är resultat av ett lagarbete där provtagning utförts av I. Strid, L. Andersson, A. Hohlfält, H. Kollander och P. Wredin. På IVL har K. Koos skött kontakter med provtagare medan främst L. Björnberg, P. Bengtsson, P. Andersson, S. Honkala, V. Andersson och M. Lidqvist 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, V. Kronnäs samt G. Pihl Karlsson.

Åboland (O 01): Tallyta på plan mark i 64-årig skog med ståndortsindex T26. Jordarten utgörs av ett sandigt sediment, och jordmånen är podsol. Mätningar startade i oktober 1996. Nederbördskemiska mätningar avslutades i december 2001. Idag mäts enbart deposition via krondropp och markvattenkemi.

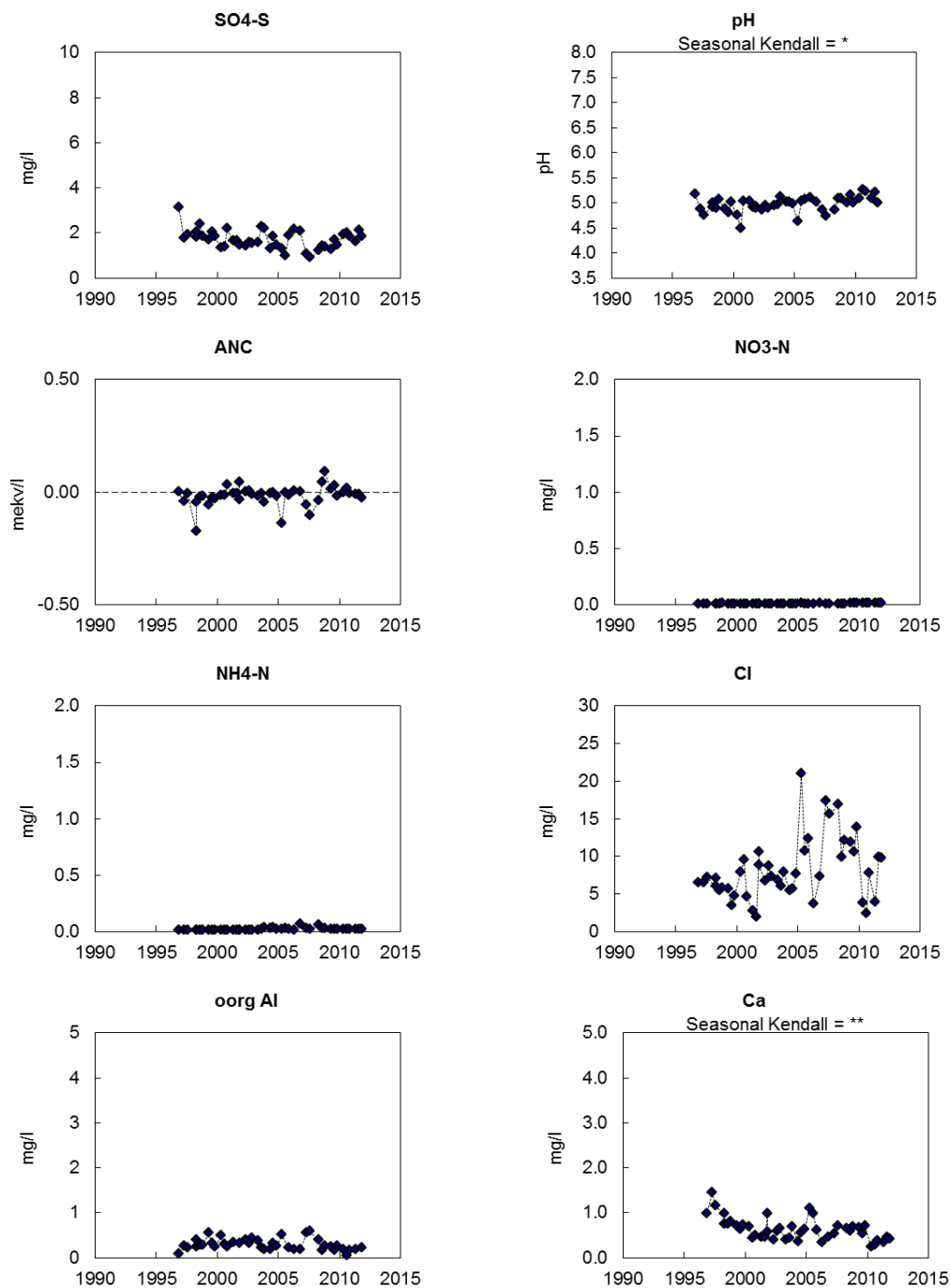


Foto från krondroppsytan i Åboland.



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

Figur B1:1. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Åboland, O 01. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt 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) samt klorid (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



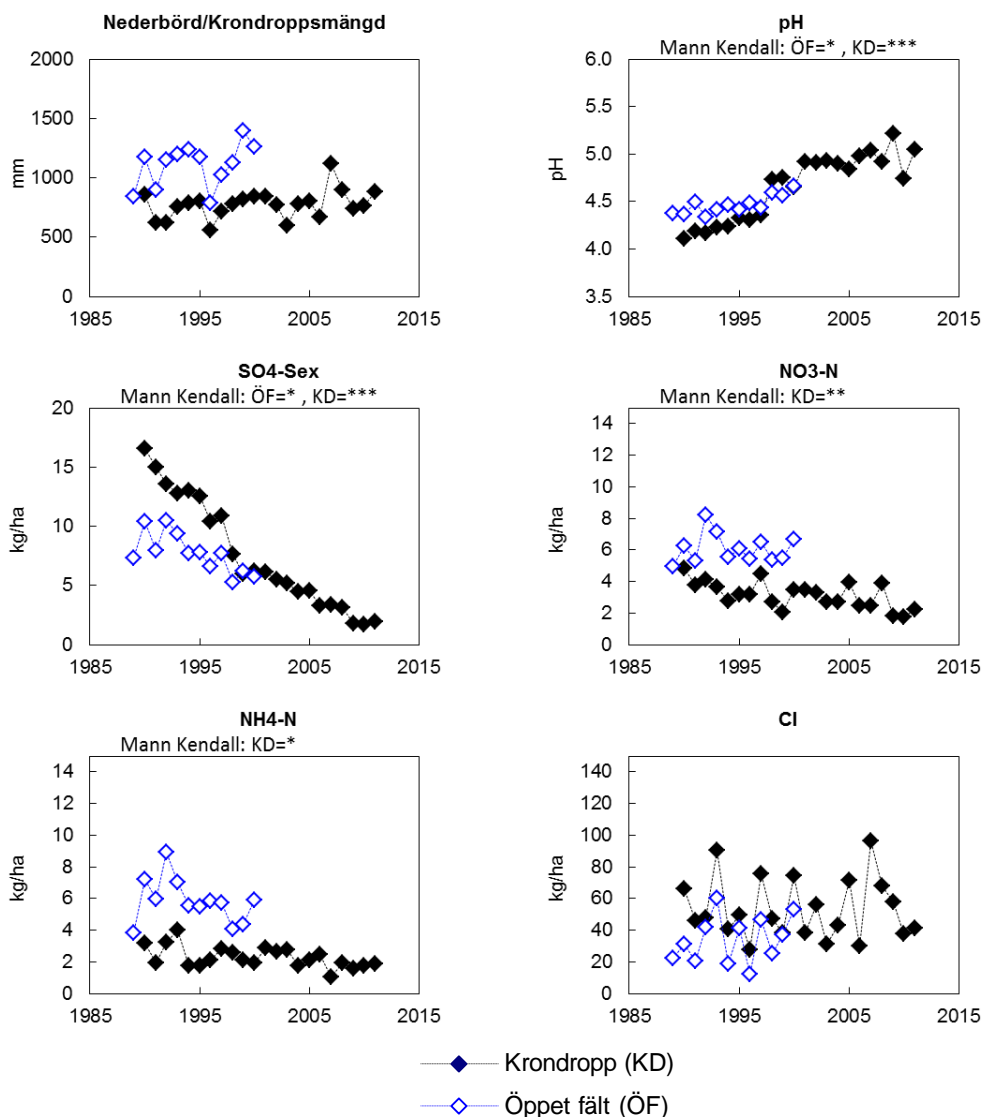
Figur B1:2. Markvattenkemi vid Åboland, O 01: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), kloridhalt (Cl); oorganiskt aluminium (oorg Al) samt kalciumhalt (Ca^{2+}). Saknade värden 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.

Klippan (O 05): 120-årig granskog med 30 % tallinblandning och ståndortsindex G22. Provytan ligger i ett naturreservat som bildades 1983 och som utgör ett Natura 2000 område. Skogen brukas inte och skadade träd avverkas ej. Våren 2008 observerades att granar började dö på grund av angrepp från granbarkborre. Vintern 2009/10 var alla granar döda och endast ett fåtal tallar återstod. De döda granarna står kvar eftersom det är naturreservat. Vid besök 2009 noterades ett flertal lågor från gamla vindfällan. Under 2011 har de flesta döda träden fallit och ytan är oerhört kraftigt skadad.

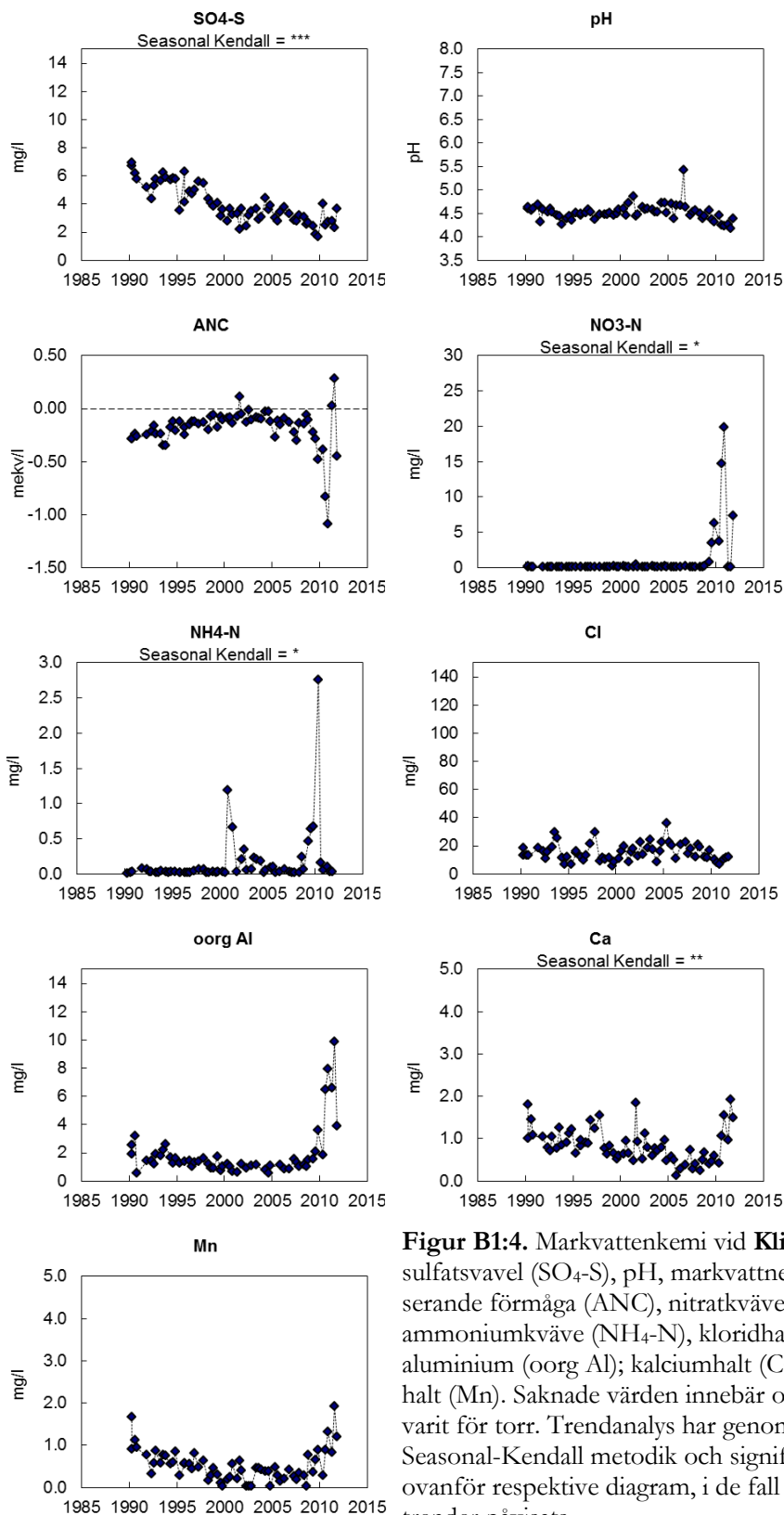
Undervegetationen består av ett flertal mossarter, såsom hakmossor, kvastmossa, gräsmossa olika vitmossor och blåbär. Jordarten är sandig-moig morän och jordmånen är podsol. Ytan ligger på en höjd och markvegetationen är av ristyp. Mätningarna startade redan 1989. Från och med 2000/01 mäts deposition enbart via krondropp. Dock mäts ej halterna av kationer i krondropp. För närvarande mäts, förutom krondropp, även markvattenkemi.



Foto från krondroppsytan i Klippan



Figur B1.3. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Klippan, O 05. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: pH; sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), 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 B1:4. Markvattenkemi vid **Klippan, O 05:** sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syra-neutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kloridhalt (Cl⁻); oorganiskt aluminium (oorg Al); kalciumhalt (Ca²⁺) samt manganhalt (Mn). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

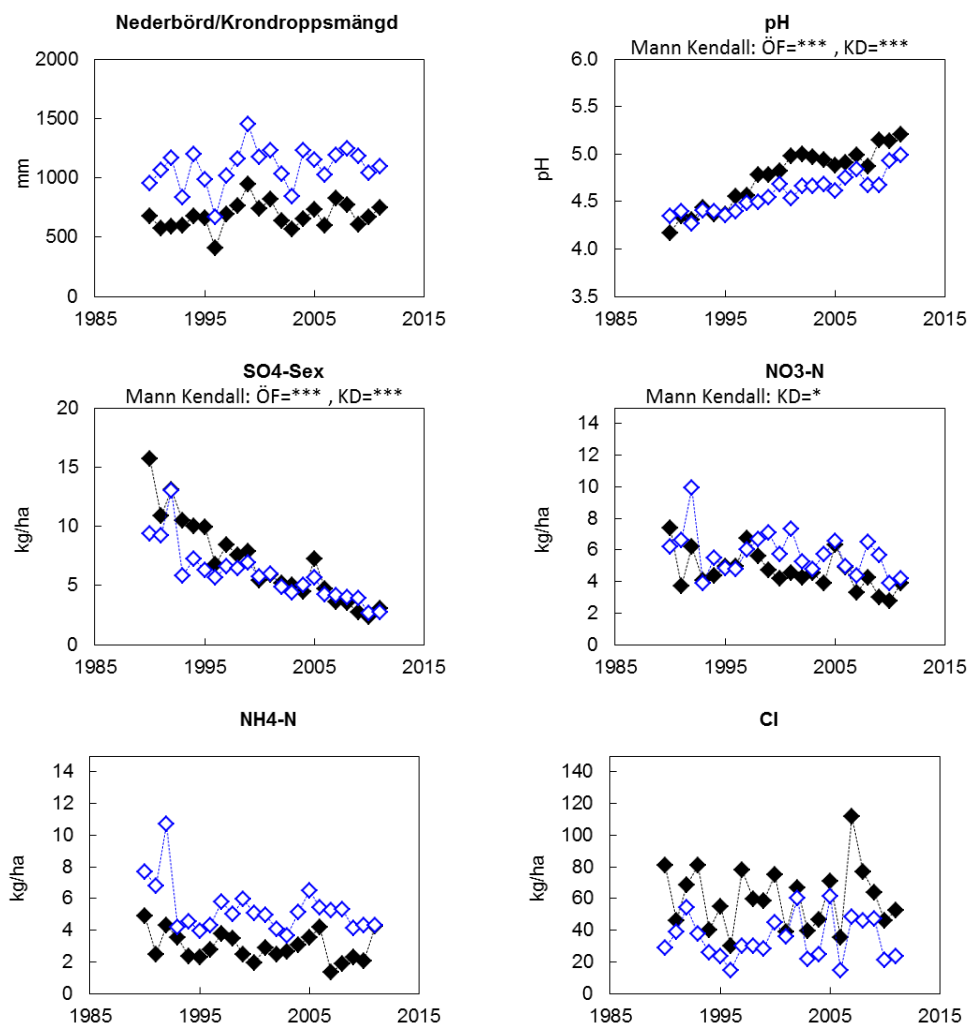
Hensbacka (O 35): 92-årig granyta med ståndortsindex G26. Marken utgörs av sandig morän, jordmånen är podsol. Humustäcket är tjockt, mer än 10 cm. Ytan är lokaliserad i den nedre delen av en sluttning åt norr och markvegetationen är av ristyp, bestående av bl a blåbär, lingon, ekorrbar, skogstjärna samt kruståtel. Rönn, bok och ek förekommer inom ytan, liksom ett flertal mossarter såsom vågig siden-, skogsbjörn-, vit-, kvast- och kranshaks-mossa.



Foto från krondroppsytan i Hensbacka

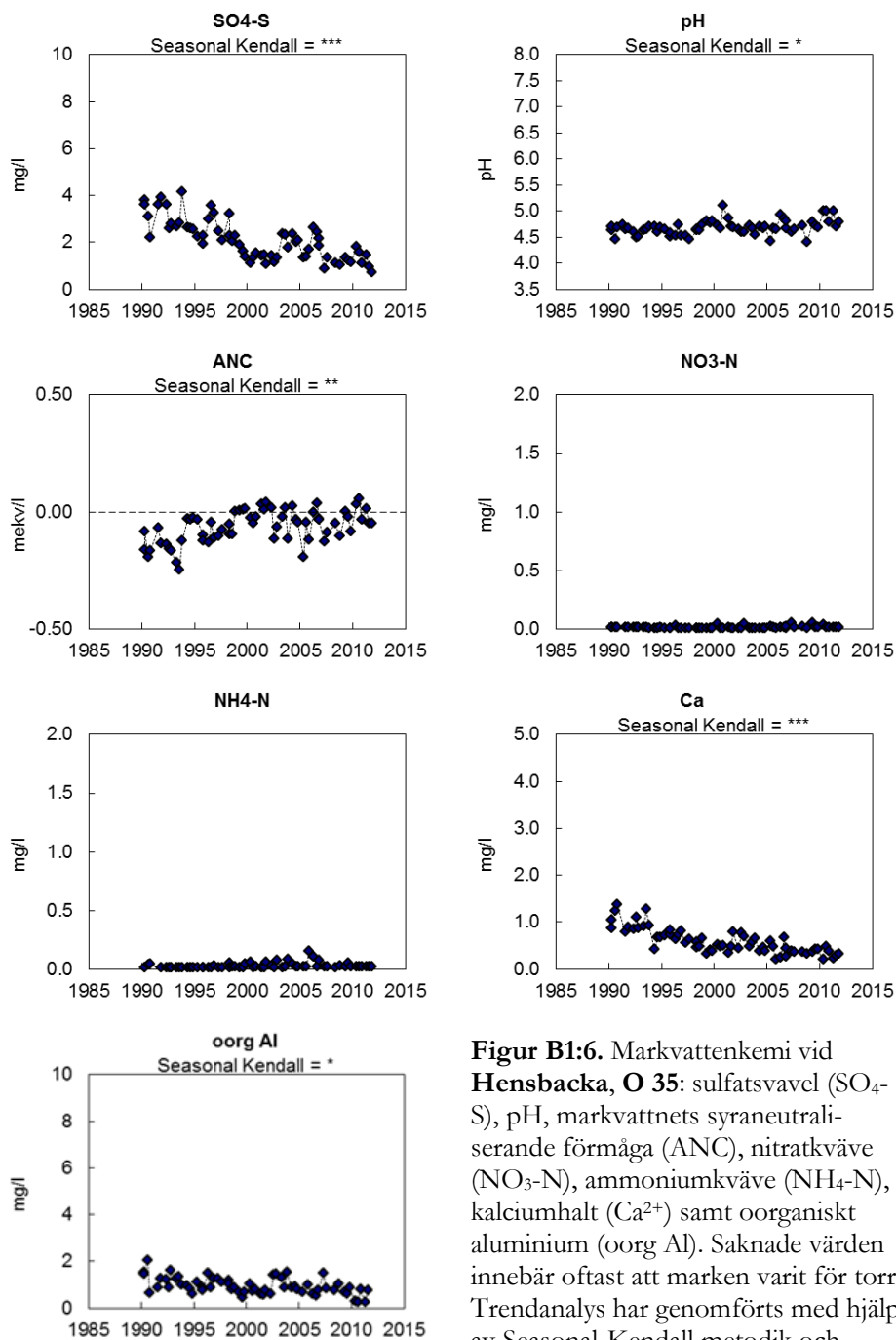


Foto från Öppet fält i Hensbacka

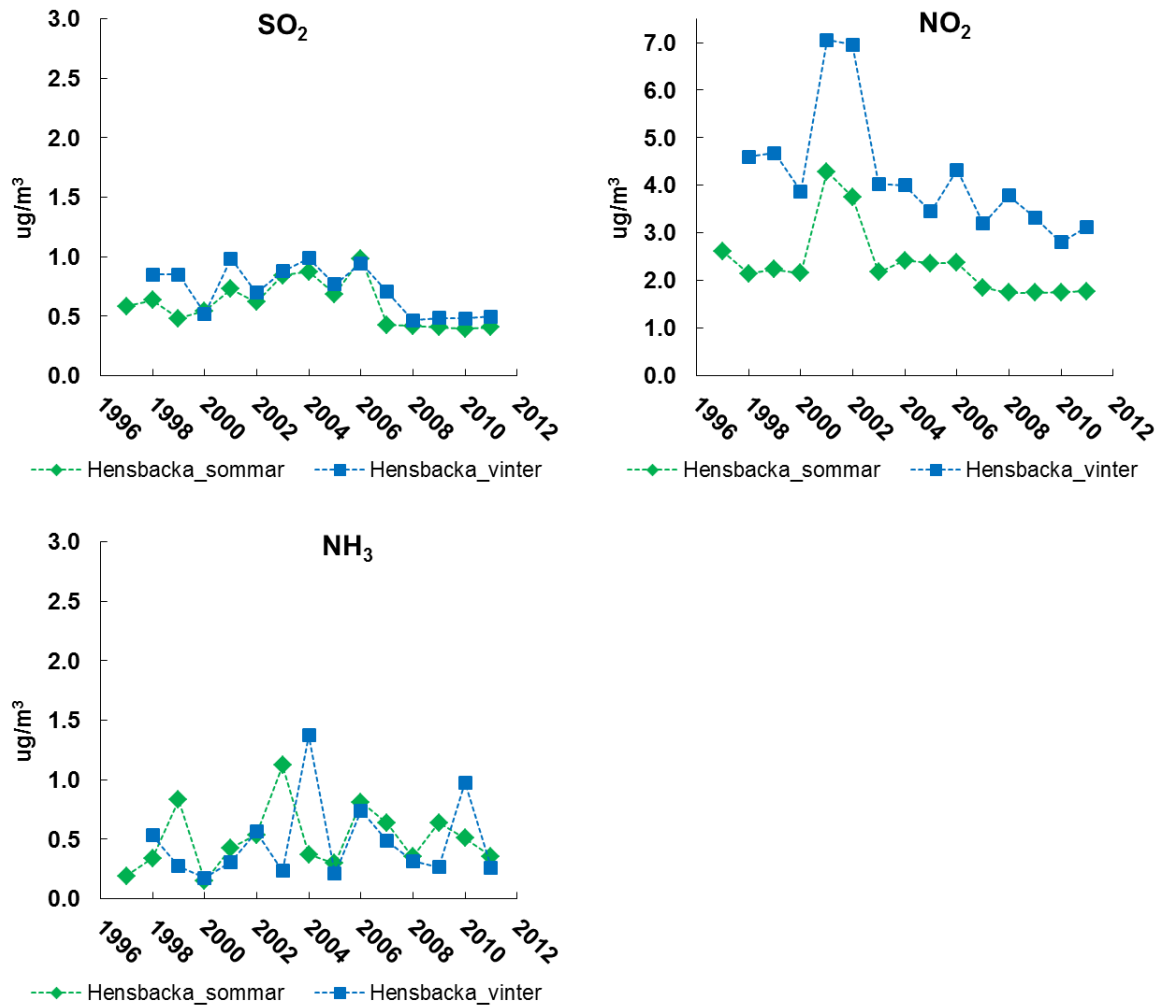


- ◆— Krondropp (KD)
- ◇— Öppet fält (ÖF)

Figur B1.5. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Hensbacka, O 35**. 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 metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur B1:6. Markvattenkemi vid **Hensbacka, O 35:** 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 metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

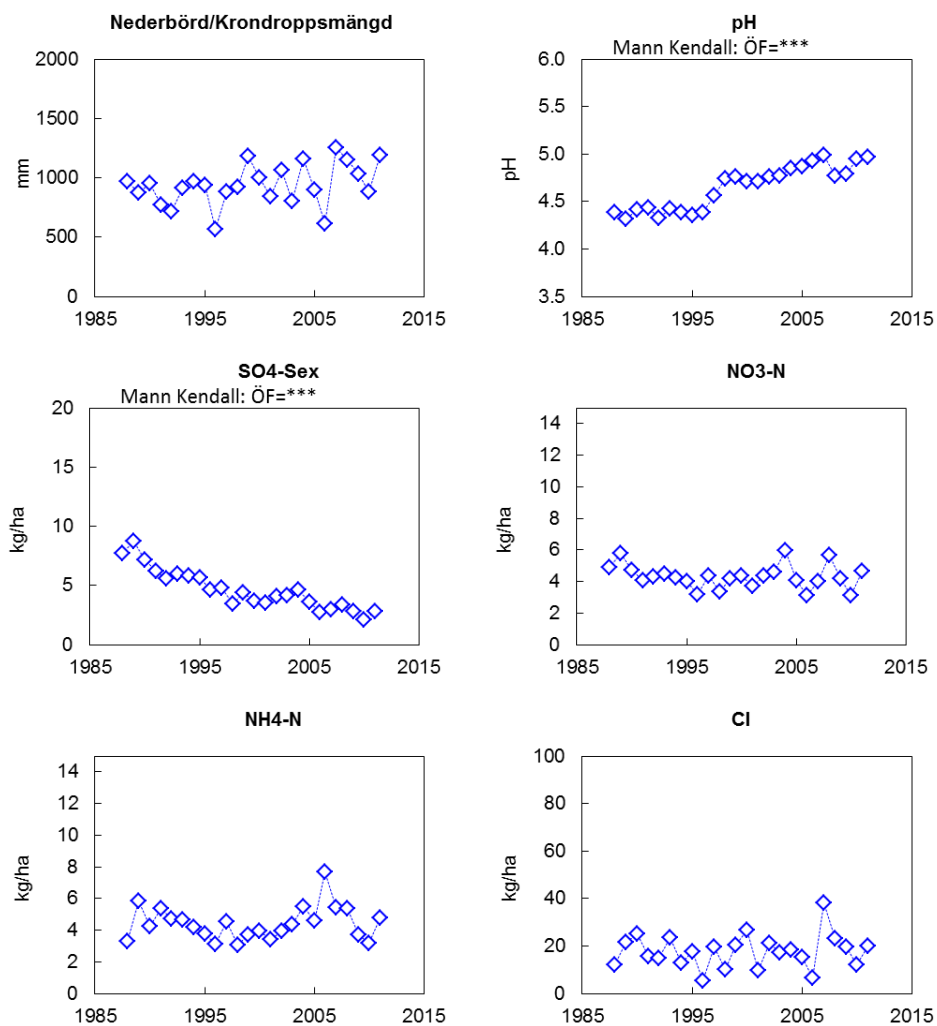


Figur B1:7. Lufthalter vid **Hensbacka (O 35)**. Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂) och ammoniak (NH₃).

Björkered, Tranemo (P 12): Lokal för undersökning av nederbörd på öppet fält. Mätningarna i Björkered startade redan 1987 och lokalen har den längsta mätserien i länet (24 år). Lokalen ligger relativt vindskyddat mellan flera berg. Enligt uppgift är provplatsen flyttad för något mer än 10 år sedan, från en plats belägen ca 100 m åt nord-väst, där det nu är uppvuxen granskog.



Foto från Öppet fält i Björkered

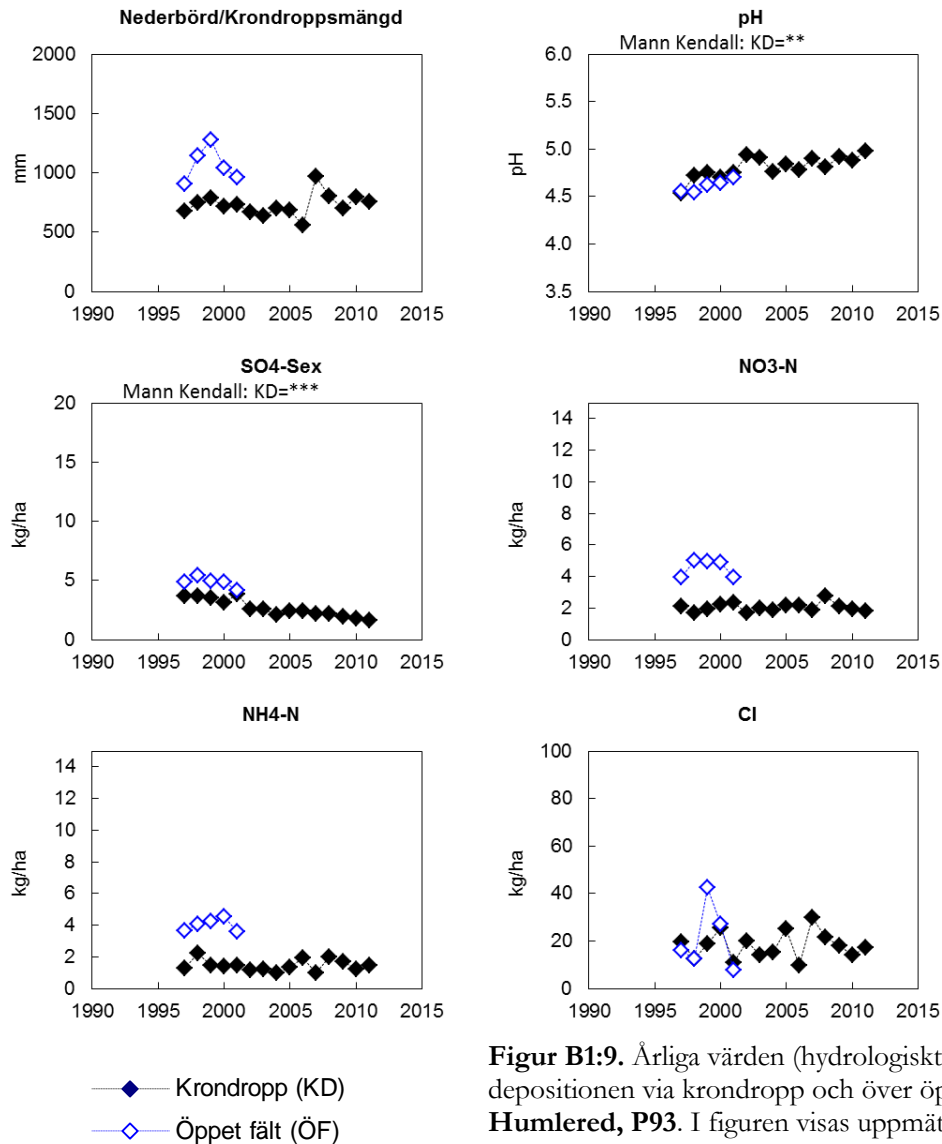


Figur B1:8. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen över öppet fält vid **Björkered, P 12**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: pH; sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) samt kloridhalt (Cl). ÖF, öppet fält; Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

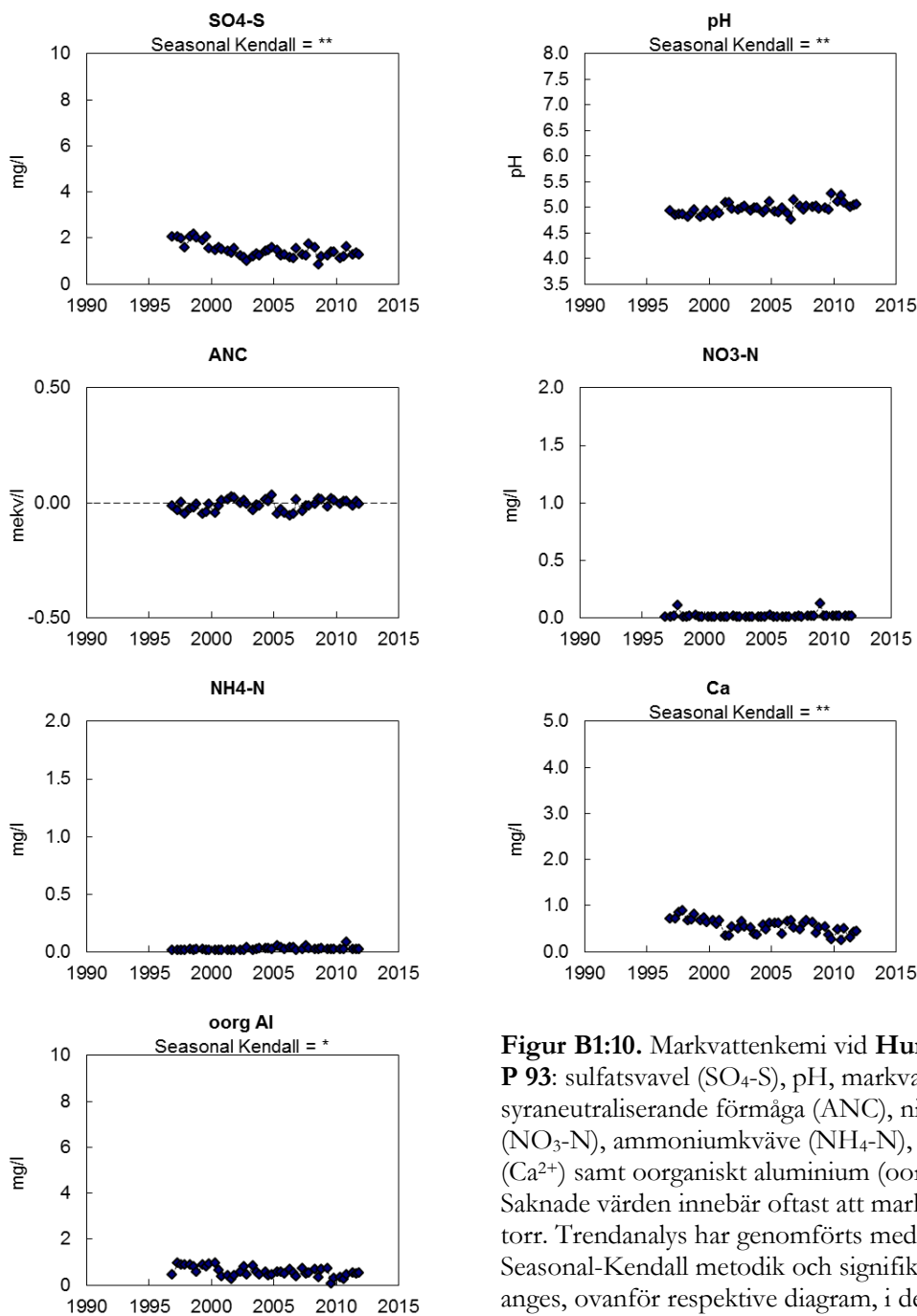
Humlered (P 93): Tallyta i 63-årig skog med ståndortsindex T24. Ytan ligger på plan mark på ett sediment (grovm), med jordmånen podsol. Från och med december 2001 mäts, förutom markvatten, deposition i krondropp.



Foto från krondroppsytan i Humlered



Figur B1:9. 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-Sex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) samt kloridhalt (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



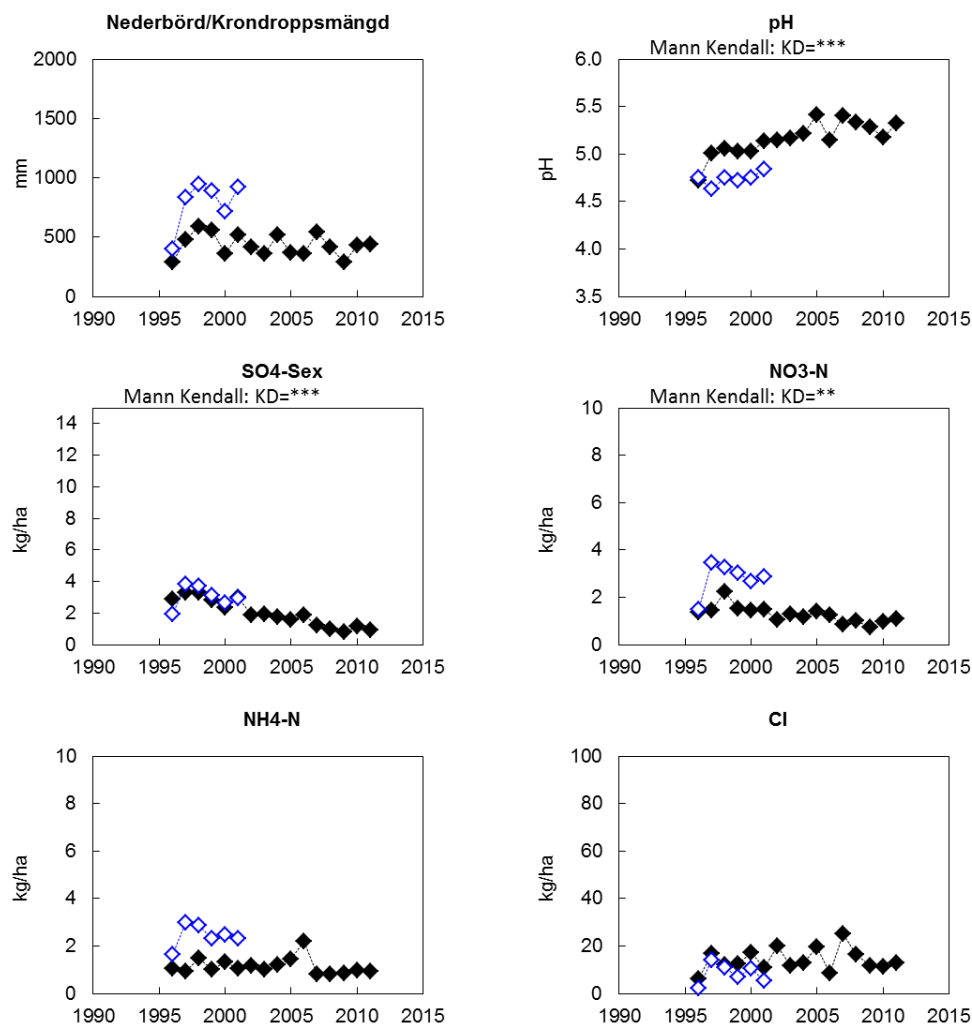
Figur B1:10. Markvattenkemi vid **Humlered, P 93:** sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalciumhalt (Ca²⁺) samt oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Stora Ek (R 09): Granyta i 70-årig skog med ståndortsindex G30, där mätningarna av deposition och markvattenkemi påbörjades hösten 1995. Jordarten är sandig morän och jordmånen av övergångstyp. Undervegetationen består bl a av husmossa, blåbär, skogsstjärna, ekorrbär, harsyra, skogskovall samt knippfryle. Ytan ligger på plan mark. Ca 5 % av ytan består av bara klippällar.

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

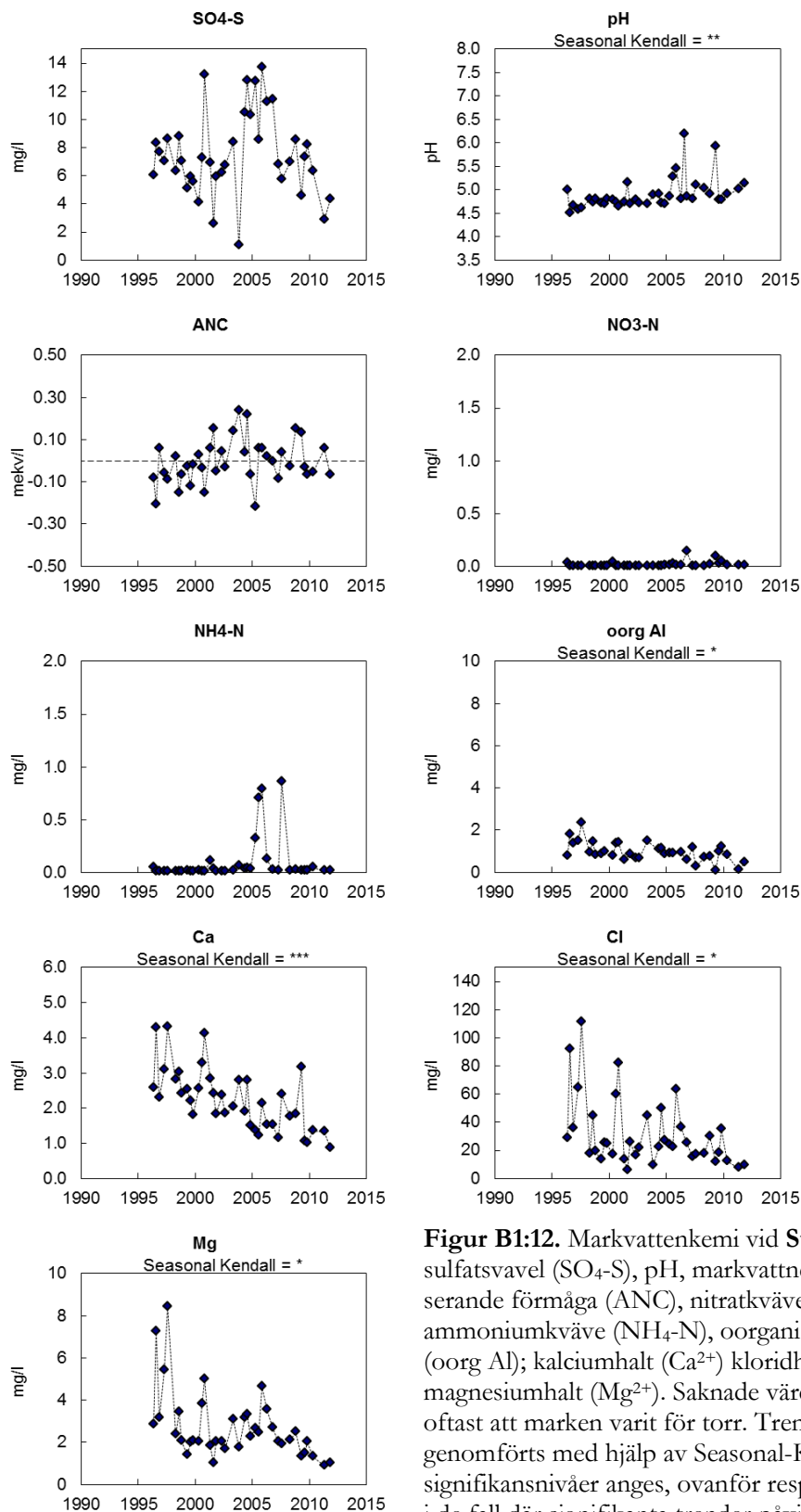


Foto från krondroppsytan i Stora Ek.



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

Figur B1:11. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Stora Ek, R 09**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: pH; sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) samt kloridhalt (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur B1:12. Markvattenkemi vid Stora Ek, R 09: sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), oorganiskt aluminium (oorg Al); kalciumhalt (Ca^{2+}) kloridhalt (Cl) samt magnesiumhalt (Mg^{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.

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

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

Lokal	Period	Nedb mm	H ⁺ kg/ha	SO ₄ -	SO ₄ -	Cl ⁻	NO ₃ -	NH ₄ -	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
				S	S _{ex}		N	N					
Hensbacka	10/11	1092	0,11	3,9	2,8	23,8	4,2	4,3	1,6	1,7	13,8	2,1	0,19
Björkered, Tranemo	10/11	1193	0,13	3,7	2,8	20,0	4,6	4,8	2,1	1,4	11,6	1,1	0,18
Hensbacka	2010	952	0,10	3,1	2,5	14,2	3,5	4,1	1,3	1,0	8,2	1,3	0,11
Björkered, Tranemo	2010	873	0,11	2,5	2,1	10,2	3,2	3,0	1,0	0,7	6,0	0,7	0,20

Tabell B2:2. Öppet fältdata från Västra Götalands 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 mm	oorg N	org N	TOC
			kg/ha	kg/ha	kg/ha
Hensbacka	10/11	1092	8,5	1,1	16
Björkered, Tranemo	10/11	1193	9,4		
Hensbacka	2010	952	7,6	1,2	
Björkered, Tranemo	2010	873	6,3		

Tabell B2:3. Krondroppsdata från Västra Götalands län, komplett hydrologisk årsdeposition samt kalenderårsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. OBS vid Klippan är träden kraftigt angripna av granbarkeborre varför denna ytans kröntäcke är kraftigt skadat

Lokal	Period	Nedb mm	H ⁺ kg/ha	SO ₄ -	SO ₄ -	Cl ⁻	NO ₃ -	NH ₄ -	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
				S	S _{ex}		N	N					
Äboland	10/11	830	0,09	4,1	2,3	38,9	2,6	1,8	3,4	2,9	21,2	12,4	0,81
Klippan O	10/11	881	0,08	3,9	2,0	41,4	2,2	1,9	3,9	3,5	23,0	8,7	1,16
Hensbacka	10/11	745	0,05	5,5	3,1	52,8	3,9	4,3	4,8	4,0	28,4	19,5	0,53
Humlered	10/11	757	0,08	2,4	1,6	17,2	1,8	1,5	2,3	1,7	9,6	6,5	0,39
Stora Ek	10/11	437	0,02	1,5	0,9	12,9	1,1	1,0	3,0	1,4	6,3	12,3	0,90
Äboland	2010	693	0,08	3,1	2,0	23,4	2,0	1,3	2,6	1,9	13,2	10,1	0,62
Klippan O	2010	704	0,14	2,9	1,6	29,7	1,7	1,6	3,5	2,8	16,5	8,9	0,94
Hensbacka	2010	604	0,05	3,6	2,2	30,6	2,7	2,0	2,9	2,4	16,6	16,8	0,43
Humlered	2010	727	0,09	2,1	1,6	11,5	1,7	1,2	2,2	1,3	6,5	5,9	0,34
Stora Ek	2010	412	0,03	1,5	1,1	8,0	1,0	1,0	1,7	1,0	4,2	9,7	0,70

Tabell B2:4. Krondroppsdata från Västra Götalands 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). *OBS vid Klippan är träden kraftigt angripna av granbarkeborre varför denna ytans kröntäcke är kraftigt skadat*

Lokal	Period	Nedb	oorg N	org N	TOC
		mm	kg/ha	→	
Åboland	10/11	830	4,4	2,2	
Klippan O	10/11	881	4,1		
Hensbacka	10/11	745	8,1	3,3	72
Humlered	10/11	757	3,3	1,5	
Stora Ek	10/11	437	2,0	1,5	
Åboland	2010	693	3,3	2,3	
Klippan O	2010	704	3,3		
Hensbacka	2010	604	4,7	2,7	69
Humlered	2010	727	2,9	1,6	
Stora Ek	2010	412	1,9	1,5	

Tabell B2:5. Lufthalter månadsmedelvärden samt medelvärden i Västra Götalands län, diffusionsprovtagning, µg/m³.

Lokal	Period	SO ₂	NO ₂	NH ₃	O ₃
		ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³
Hensbacka (O 35 A)	1010	0,3	1,8	<0,3	37
	1011	0,3	2,5	0,4	38
	1012	0,5	3,7	<0,3	32
	1101	0,6	4,9	<0,3	37
	1102	0,7	3,3	<0,3	64
	1103	0,6	2,7	0,4	-
	1104	1,0	2,8	0,6	-
	1105	0,3	1,9	0,3	-
	1106	0,4	1,5	0,3	-
	1107	0,2	1,1	0,4	-
	1108	<0,2	1,3	0,4	-
1109	0,3	2,1	<0,3	-	
Mv hydr. år	1010-1109	0,5	2,5	-	-
Mv kal. år	1001-1012	0,4	2,4	-	-
Mv sommar	1104-1109	-	-	0,4	-

Tabell B2:6. Markvattendata från Västra Götalands län. Mätningar efter vegetationssäsongen 2010 samt före, under samt efter vegetationssäsongen 2011. n = antalet mätvärden inom tidsserien. *OBS vid Klippan är träden kraftigt angripna av granbarkborre varför denna ytans kerontäcke är mycket glest.*

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 →													
Åboland (O 01 A)	2010-11-01	5,2	-	-0,011	1,81	7,69	<0,010	<0,020	0,37	0,36	5,99	0,41	<0,100	0,006	0,156	0,195	3,2	6,0
	2011-05-02	5,1	-	-0,012	1,60	3,86	<0,010	<0,020	0,33	0,17	3,75	0,16	<0,100	0,040	0,172	0,182	2,6	3,0
	2011-08-03	5,2	-	-0,012	2,10	9,78	<0,010	<0,030	0,45	0,28	7,29	1,30	<0,100	0,038	-	0,152	3,0	-
	2011-10-31	5,0	-	-0,027	1,82	9,63	<0,010	<0,030	0,40	0,40	6,71	0,53	<0,100	0,011	0,200	0,225	2,1	5,4
	median	5,0		-0,012	1,65	7,2	<0,01	<0,02	0,6	0,4	5,04	0,38	<0,1	0,006	0,244	0,275	2,7	4,7
	n=	45		45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	41	45	43	41
Klippan O (O 05 A)	2010-10-25	4,2	-	-1,097	2,67	6,43	19,737	0,049	1,54	1,19	6,79	7,43	1,310	0,011	7,864	8,600	6,5	1,0
	2011-05-02	4,3	-	0,019	2,73	9,94	<0,010	0,091	0,96	0,72	4,90	5,85	0,815	0,025	6,559	6,900	5,2	0,8
	2011-08-11	4,2	-	0,274	2,29	11,18	<0,010	<0,030	1,90	1,20	6,29	10,38	1,900	0,023	9,832	10,330	5,2	1,0
	2011-10-31	4,4	-	-0,458	3,61	11,55	7,279	<0,030	1,48	1,69	6,18	5,13	1,189	0,016	3,834	4,200	-	1,7
	median	4,5		-0,146	3,61	13,56	<0,01	0,022	0,77	0,89	7,5	1,42	0,436	0,01	1,259	1,402	6,2	1,9
	n=	66		63	63	63	61	63	63	63	63	63	62	56	62	60	56	
Hensbacka (O 35 A)	2010-11-01	4,8	-	-0,036	1,09	16,03	<0,010	<0,020	0,37	0,69	9,27	0,24	<0,100	0,041	0,782	1,340	8,6	1,5
	2011-05-02	5,0	-	0,009	1,42	6,31	<0,010	<0,020	0,20	0,39	5,27	0,16	<0,100	0,063	0,240	0,825	8,2	2,8
	2011-08-03	4,7	-	-0,054	0,94	14,84	<0,010	<0,030	0,26	0,56	8,23	0,24	<0,100	0,083	0,718	1,130	7,1	1,3
	2011-10-31	4,8	-	-0,054	0,68	14,82	<0,010	<0,030	0,31	0,37	8,14	0,28	0,177	0,506	-	1,520	-	-
	median	4,7		-0,051	2,04	13,86	<0,01	<0,02	0,48	0,75	8,18	0,25	<0,1	0,048	0,847	1,475	8,8	1,6
	n=	66		65	65	65	62	65	65	65	65	65	65	62	65	62	62	
Humlered (P 93 A)	2010-10-25	5,1	-	0,004	1,60	4,08	<0,010	0,075	0,48	0,31	3,83	0,14	<0,100	0,030	0,415	0,574	3,8	1,8
	2011-05-02	5,0	-	-0,017	1,22	4,11	<0,010	<0,020	0,28	0,28	3,15	<0,10	<0,100	0,032	0,509	0,607	2,9	1,0
	2011-08-01	5,0	-	0,003	1,32	4,30	<0,010	<0,020	0,41	0,35	3,55	0,11	<0,100	0,031	0,454	0,580	3,0	1,6
	2011-10-31	5,0	-	-0,010	1,23	4,11	<0,010	<0,030	0,42	0,31	3,07	0,10	0,176	0,376	0,481	0,633	4,0	1,5
	median	4,9		-0,010	1,38	4,55	<0,01	<0,02	0,54	0,35	3,57	0,12	<0,1	0,034	0,514	0,686	3,3	1,6
	n=	46		46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	45	46	
Stora Ek (R 09 A)	2010-11-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2011-04-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2011-05-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2011-07-06	5,0	-	0,058	2,86	7,27	<0,010	<0,020	1,32	0,87	6,87	0,24	0,173	0,302	0,101	0,692	-	20
	2011-10-31	5,1	-	-0,069	4,29	9,01	<0,010	<0,030	0,86	1,00	7,39	0,25	0,498	1,840	0,464	0,695	7,7	4,0
median	4,8		-0,028	6,98	23,66	<0,01	<0,02	2,2	2,11	17,44	0,38	<0,1	0,047	0,875	1,129	11	5,1	
	n=	40		39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	35	39	37	35	

Bilaga 3. Ord att förklara

<p>ANC: "Acid Neutralising Capacity" (syra-neutraliserande förmåga) beräknas som starka basers katjoner (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+) minus starka syror anjoner (SO_4^{2-}, NO_3^-, Cl^-) räknat i ekvivalenter. Positivt värde utgörs av syrabuffrande vätekarbonat och organiska anjoner. Negativt värde uttrycker aciditet.</p> <p>Antropogent: Orsakad av människan.</p> <p>Baskatjoner: Positiva joner av alkalimetaller med ursprung i syraneutraliserande föreningar; kalcium, magnesium, kalium och natrium.</p> <p>Deposition: Nedfall av luftföroreningar från atmosfären.</p> <p>EMEP (<i>European Monitoring and Evaluation Programme</i>): Europeiskt samarbete avseende gränsöverskridande luftföroreningar för kontroll av luftens och nederbördens sammansättning samt beräkningar av transport av luftföroreningar.</p> <p>Hydrologiskt år: Omfattar oktober till september, baseras på vattnets cirkulation i naturen.</p> <p>Interncirkulation i trädkronan: Vissa ämnen intern-cirkuleras i trädkronan, vilket innebär att det som uppmäts i krondropp inte överensstämmer med totaldepositionen. Exempel på ämnen som interncirkuleras är kväve som främst tas upp till barr/blad och kalcium, magnesium och kalium som främst utsöndras via barr/blad.</p> <p>Jordart: Sönderkrossade och vittrade bergarter bildar jordarter med olika kornstorlekar och sorteringsgrad. De vanligaste jordarterna är morän, olika sediment och torv.</p> <p>Jordmån: Övre delen av marken som påverkas av markorganismer, klimat och vegetation. Vanligaste jordmåner i skog på fastmark är podsoler, övergångsjordar och brunjordar.</p> <p>Kritisk belastning: Den högsta deposition som inte bedöms förorsaka långsiktiga skadliga effekter på strukturen och funktionen i ett ekosystem. Kritisk belastning beräknas bland annat för aciditet (försurande ämnen – svavel och kväve) och för övergödande kväve.</p> <p>Krondropp: Nederbörd som passerat trädkronorna. Ger ofta bra mått på totaldeposition i skog av ämnen som inte påverkas nämnvärt av interncirkulation, som svavel och klorid, men är ett sämre mått för t.ex. kväve, som i områden med låg eller måttlig belastning visar högre värden på öppet fält än i krondropp. I kraftigt kvävebelastade områden visar krondroppsmätningar högre deposition än mätningar på öppet fält.</p>	<p>Lufthalter: Luftens innehåll av svaveldioxid (SO_2), kvävedioxid (NO_2), ammoniak (NH_3) och ozon (O_3) mäts i dessa undersökningar som månadsmedelvärde med hjälp av diffusionsprovtagare.</p> <p>Mann-Kendall: statistisk metod för att beskriva trender.</p> <p>Markvatten: Vatten i markens omättade zon, oftast på väg nedåt mot grundvattnet. Provtas i dessa undersökningar med lysimetrar, 50 cm ner i mineraljorden. Suger vatten via ett fint, keramiskt filter (typ P 80).</p> <p>MATCH-Sverige: Spridningsmodellsystem utvecklat på SMHI, för modellering av deposition av luftföroreningar.</p> <p>pH-värde: Mått på surhetsgrad. Ju lägre pH-värde, desto mer vätejoner och surare förhållanden.</p> <p>Sammelprov: Samlingsprov</p> <p>Seasonal-Kendall: statistisk metod för att beskriva säsongsvisa trender.</p> <p>SO₄-Sex: Mängd antropogent svavel i form av sulfatjoner. Svavel från havssalt har räknats bort med hjälp av uppmätt kloridhalt. Används vid jämförelse med miljö kvalitetsmål.</p> <p>Ståndortsindex: För att uppskatta ståndortens virkesproducerande förmåga används ett ståndortsindex (H100) som uttrycker den övre höjden vid totalåldern 100 år för ett givet trädslag. G = gran och T = tall.</p> <p>Torrdeposition: Gaser och partiklar som deponeras. Dessa fastnar exempelvis på träd-kronor och sköljs ned med nederbörden mot marken. För svavel och havssalt beräknas torrdeposition i dessa undersökningar som nedfall via krondropp minus nedfall på öppet fält.</p> <p>Totaldeposition: Summan av våt- och torrdeposition, se "Krondropp".</p> <p>Våtdeposition: Deposition via nederbörd. Mäts i dessa undersökningar genom nederbördskemiska mätningar på öppet fält eller modellberäknas genom samarbete med SMHI (MATCH-Sverige-modellen).</p> <p>Öppet fält: Öppet område där nederbördskemi och/eller lufthalter mäts.</p>
--	---