



För Kalmar läns Luftvårdsförbund

Tillståndet i skogsmiljön i Kalmar län

Resultat från Krondroppsnetet t.o.m. september 2014



Gunilla Pihl Karlsson, Cecilia Akselsson¹⁾ & Per Erik Karlsson

¹⁾ Lunds universitet

Författare: Gunilla Pihl Karlsson (IVL), Cecilia Akselsson (Lunds universitet) & Per Erik Karlsson (IVL)

Medel från: Kalmar läns Luftvårdsförbund

Fotograf: Gunilla Pihl Karlsson, IVL

Rapportnummer: C 104

Upplaga: Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2015

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60,100 31 Stockholm

Tel: 08-598 563 00 Fax: 08-598 563 90

www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
1 Inledning	2
2 Mätningar inom Krondroppsnätet i Kalmar län.....	4
3 Resultat.....	6
3.1 Lufthalter.....	6
3.1.1 Svaveldioxid	6
3.1.2 Kvävedioxid.....	7
3.1.3 Ammoniak.....	8
3.2 Deposition	9
3.2.1 Krondroppsmängd/Nederbördsmängd.....	9
3.2.2 Svavel utan havssalt.....	10
3.2.3 pH.....	12
3.2.4 Klorid.....	13
3.2.5 Oorganiskt kväve.....	14
3.3 Markvatten	16
3.3.1 Svavel.....	16
3.3.2 Klorid.....	18
3.3.3 Kalcium	18
3.3.4 Ammonium- och nitratkväve.....	19
3.3.5 Försurningsrelaterade parametrar: pH, ANC och oorganiskt Al.....	22
4 Aktuellt 2014	26
4.1 Fördjupad utvärdering.....	26
4.2 Obytte-projektet	27
4.3 Branden i Västmanland	28
4.4 Vulkanutbrottet på Island	30
Bilaga 1. Årets data i tabellform - deposition, lufthalter och markvatten.	31



Sammanfattning

I denna rapport redovisas resultaten från mätningar inom Krondroppsnetet i Kalmar län från perioden oktober 2013 till september 2014, vilka relateras till tidigare års mätningar. I Kalmar län görs mätningar av lufthalter (vid tre platser), nedfall på öppet fält (vid två platser), nedfall i krondropp och kemi i markvatten (vid fyra platser). Som längst finns resultat från mätningarna i länet sedan 1990.

Halten av svaveldioxid (SO₂) i luften har sedan mätstarten minskat signifikant under sommarhalvåret vid Ottenby och vid Rockneby samt under vinterhalvåret vid länets samtliga mätstationer. Kvävedioxidhalterna (NO₂) har minskat under sommarhalvåret vid Rockneby samt under vinterhalvåret vid Ottenby och Risebo. Lufthalterna av SO₂ och NO₂ är dock fortsatt mycket höga vid Ottenby på Ölands södra udde, vilket troligen kan förklaras av påverkan från Östersjöns fartygstrafik. Svavelnedfallet (utan havssalt) i krondroppet har minskat signifikant sedan mätstarten vid alla länets mätplatser. Under 2013/14 varierade svavelnedfallet i länet mellan 1 och 2,6 kg per hektar. Status i markvattnet tyder på bestående försurningsproblem för skogsmarken, med undantag av länets norra delar. Markvattnet vid övriga mätplatser återhämtar sig endast mycket långsamt från försurning.

Kvävenedfallet, som följs främst på öppet fält på grund av interncirkulation i kronorna i skogsytor, visar sedan mätstarten inte på någon signifikant förändring i länet. Under det senaste mätåret var kvävenedfallet mellan 4,9 och 5,5 kg per hektar. Det totala nedfallet till skog kan antas vara cirka 20 % högre i länet på grund av torrdepositionen till skogen. Den kritiska belastningsgränsen med avseende på övergödning till skog, satt till 5 kg per hektar och år, överskreds därmed i hela länet och har även gjort så under lång tid. Förhöjda halter av nitrat har förekommit relativt frekvent i markvattnet vid flertalet mätplatser i länet framför allt i samband med stormarna 1999, 2005 och 2007. Detta kan tyda på en pågående upplagring av kväve i skogsmarken som resulterar i ett läckage till markvattnet i samband med störningar.

Nedfall av svavel och kväve samt markvattenkemi från Krondroppsnetet har använts till de fördjupade utvärderingarna av *Bara naturlig försurning* och *Ingen övergödning* som slutförs under 2015.

Under 2014 utvärderades av Skogsstyrelsens obsyete-program, då programmet avslutades under 2013. Inom obsyete-programmet, som startade 1984, har mätningar i träd och mark gjorts på hundratals ytor i Sverige. Merparten av Krondroppsnetets ytor utgör en delmängd av obsytor. En slutsats från utvärderingen var att obsyete-programmets mätningar bör fortsätta på Krondroppsnetets ytor, då de två mätprogrammen ger unika möjligheter till studier av orsakssamband för hela kedjan från atmosfäriskt nedfall till tillstånd i träd och mark.

31 juli 2014 startade i Västmanland den största skogsbranden i modern tid i Sverige. Röken spreds över ett stort område, och vissa indikationer tyder på att NO₂-halten i närområdet skulle kunna påverkas av branden.

Mellan 31 augusti 2014 och 27 februari 2015 inträffade det största vulkanutbrottet på Island sedan 1783, vilket påverkat luftföroreningssituationen i Sverige. Vulkanutbrottet producerade svavelemissioner i nivå med hela Europas samlade svavelutsläpp. Mätningarna inom Krondroppsnetet visade att SO₂-halterna, framförallt i norra Sverige, var kraftigt förhöjda under september 2014. Ytterligare utredning om påverkan från vulkanen i nedfallet i olika delar av Sverige kommer under 2015.

1 Inledning

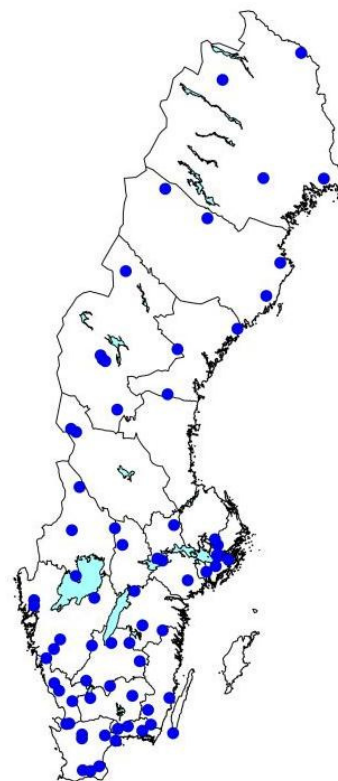
Krondroppsnätet startade 1985 och drivs av IVL Svenska Miljöinstitutet i samarbete med Lunds Universitet. Programmets fokus är att utifrån länsbaserade depositions-, markvatten- samt lufthaltsmätningar ge kunskap om regional belastning av luftföroreningar och dess effekter på växtlighet, luft, mark och vatten med avseende bland annat på försurning, övergödning och marknära ozon. Årets rapportering är den sista i nuvarande samarbetsprogram, "Program 2011" (2011-2014). Från och med 2015 startar en ny programperiod "Program 2015" som löper fram till 2020.

Krondroppsnätet drivs främst med länsvis 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 på öppet fält.

Under 2013/14 bedrev Krondroppsnätet mätningar av nedfall till skog (krondropp), nedfall på närliggande yta på öppet fält, torrdeposition med strängprovtagare, markvattenkemi samt lufthalter på totalt 73 ytor, fördelade relativt jämnt över hela Sverige, Figur 1.

De metoder som används för att mäta lufthalter, deposition samt markvatten illustreras i Figur 2.

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 2013/14, speglar huvudsakligen våtdeposition, det vill säga föroreningarna som följer med nederbörden. Krondroppsmätningarna, som bedrevs vid 60 lokaler (2013/14), speglar utöver våtdepositionen även torrdepositionen, det vill säga luftföroreningar som i gasform eller partikelburet transporteras med vinden och fastnar i trädkronorna. För vissa ämnen t ex kväve och baskatjoner, sker en interaktion med trädkronorna. Därför kompletteras depositions-mätningarna vid 10 lokaler i landet med strängprovtagare för att uppskatta torrdepositionen av de ämnen som interagerar med trädkronorna. Lufthaltsmätningar av svaveldioxid, kvävedioxid, ammoniak och ozon bedrevs vid 21 lokaler (2013/14) med hjälp av diffusionsprovtagare som kvantitativt absorberar den gas som ska mätas. Markvattenmätningar bedrevs vid 64 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.



Figur 1. Krondroppsnätet under 2013/14. Samordnade mätningar av luftföroreningar i 73 skogliga observationsytor.



Figur 2. Principskiss för mätningarna som bedrivs inom Krondroppsnätet. Lufthalter mäts på 3 meter över mark. Nedfallet till skogen består av våt- och torrdeposition. Vissa ämnen interncirkuleras i trädkronorna, vilket innebär att det som uppmäts i krondroppet är våt- + torrdeposition ± interncirkulation. Strängprovtagare under tak möjliggör en indirekt mätning av torrdepositionen. Markvattnet mäts på 50 cm djup.

En av styrkorna med Krondroppsnätet är att parallella mätningar av lufthalter, deposition och markvattenkemi har bedrivits under långa tidsperioder och med god geografisk täckning över Sverige, vilket möjliggör detaljerade studier av variationen i tid och rum. Mätresultaten analyseras i relation till effekter främst på tillstånd i mark, markvatten, ytvatten, vegetation samt på den brukade skogens långsiktiga näringstillstånd och hälsa.

Resultat från Krondroppsnätet används i stor utsträckning inom den länsvisa, den regionala samt den nationella miljöövervakningen. Resultaten används även i arbetet med uppföljning av de svenska miljö kvalitetsmålen (miljömål), framför allt: *Bara Naturlig Försurning, Ingen Övergödning och Frisk Luft*. Nedfallsdata används även för indikatorerna: "Nedfall av svavel" och "Nedfall av kväve" inom miljömålet *Bara naturlig försurning*. Förutom ovan nämnda miljömål berör aktiviteterna inom Krondroppsnätet även miljömålen *Levande sjöar och vattendrag, Grundvatten av god kvalitet, Levande skogar* samt *Storslagen fjällmiljö*.

Ofta 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.

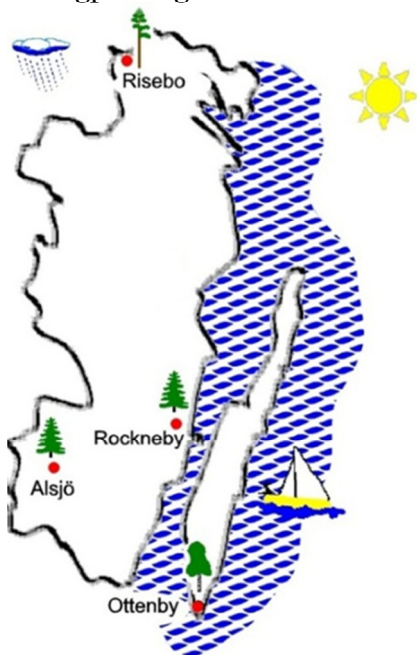
Förutom sin starka koppling till den regionala och nationella miljöövervakningen är Krondroppsnätet även starkt förankrat i forskningen. Genom att mätningarna inom Krondroppsnätet är nationellt samordnade, och bedrivs med samma metoder överallt, kan mätningarna användas för att beskriva tidsutvecklingen för olika miljöindikatorer såväl regionalt som nationellt. Krondroppsnätets verksamhet spänner över stora tidsrymder, och har bland de längsta mätserierna i hela Europa, vilket möjliggör studier av långsiktiga trender. Data från Krondroppsnätet 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 övergödningproblematiken.

2 Mätningar inom Krondroppsnätet i Kalmar län

Kalmar län, i sydöstra Sverige, ligger i en luftföroreningsgradient, där de nordliga delarna är mindre exponerade för luftföroreningar än de sydliga. Ottenby, som dessutom ligger väldigt exponerat på Ölands södra udde, är utsatt för ännu mer luftföroreningar, särskilt från sjöfarten, än de övriga sydliga ytorna.

I Kalmar län fanns fyra aktiva lokaler inom Krondroppsnätet under 2013/14; Ottenby, Alsjö, Rockneby och Risebo, Figur 3.

Mätningarna vid Ottenby, som startade 1990, har den längsta tidsserien i länet. Både vid Ottenby och vid Rockneby görs nedfallsmätningar på öppet fält och i skogen samt mätningar av markvattenkemi och lufthalter. Ottenby har dock haft ett uppehåll i öppet fältmätningarna under perioden 2001 - 2008. I Risebo ingår lufthalts-, krondroppssamt markvattenmätningar, medan det i Alsjö görs mätningar i krondropp och i markvatten. Vid Rockneby bedrivs dessutom mätningar av torrdeposition med s.k. strängprovtagare.



Figur 3. Karta över mätplatserna inom Krondroppsnätet i Kalmar län 2013/14.

I Tabell 1 presenteras vilka mätningar som genomförts vid vilka mätplatser i länet under 2013/14.

Tabell B1:1. Aktiva ytor i Kalmar län 2013/14.

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

* Vid Rockneby bedrivs dessutom mätningar av torrdeposition med s.k. strängprovtagare.

Undersökningarna i Kalmar län är resultat av ett lagarbete där provtagning utförts av G. Karlsson, M. Helström, J-E Skärle, P. Örsta och V. Åberg. På IVL har P. Andersson skött kontakter med provtagare medan främst L. Björnberg, C. Hållinder-Ehrencrona, P. Andersson, S. Honkala och V. Andersson har analyserat proverna. Databasen sköts av G. Malm. Datagranskning, databehandling och rapportering av resultaten har utförts av C. Akselsson, P. E. Karlsson, samt G. Pihl Karlsson.

Nedan presenteras de olika mätplatserna mer ingående:

Ottenby (H 01):

Gammal, 144-årig ekskog i norra delen av Ottenby lund. Mätningarna på öppet fält och i krondropp startades 1990. Skogsytan är inhägnad och inte utsatt för samma betetryck som omgivande ekskog. Ytan skall dock röjas från sly kontinuerligt. Mätningarna på öppet fält avslutades i december 2000, men återupptogs i juni 2009. Markvattenmätningarna startades 1994 och lufthaltsmätningarna 1998.



Foto vid Ottenby, Krondropp (t.v.) och öppet fält (t.h.)

Rockneby (H 03):

Yta nordväst om Kalmar med 72-årig granskog. Vegetationsskiktet vid skogsytan består i huvudsak av vägg-, husmossa, blåbär och ormbunkar. Nedfalls- samt markvattenmätningarna i Rockneby startade 1997 och lufthaltsmätningarna 1998. Öppet fältytan flyttades hösten 2000 samt en gång under 2009. Skogsytan påverkades eventuellt av avverkningar 2003 med hyggeskant ca 50 m norr om skogsytans kant. Vid Rockneby mättes 2013/14, alla inom Krondroppsnetet, förekommande parametrar, det vill säga nederbörd på öppet fält, krondropp, markvattenkemi samt lufthalter.



Foto vid Rockneby, Krondropp (t.v.) och öppet fält (t.h.)

Risebo (H 21):

Yta med 77-årig tallskog i länets nordligaste del. Ytan klarade sig bra under stormen Gudrun 2005, med endast något toppbrott. Depositions- och markvattenmätningarna startade 1995 och lufthaltsmätningarna 1998. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001. För närvarande mäts krondropp, markvattenkemi och lufthalter vid Risebo.



Foto från Risebo

Alsjö (H 22):

Yta med 77-årig granskog, belägen en halvmil öster om Emmaboda. Markvegetationen utgörs av hus- och väggmossa, skogskovall och blåbär. Under stormen Gudrun 2005 föll enstaka träd i eller i närheten av ytan. På grund av barkborreangrepp togs träden bort på en yta som tangerar provytan (1000-2000 kvm) under 2006-2007. Markvattenmätningarna startade 1997. Mätningar på öppet fält startade 1990 och avslutades 2001. Krondroppsmätningarna startade 1995. Lufthaltsmätningarna startade 1998 och upphörde 2007. 2013/14 mättes krondropp och markvattenkemi vid Alsjö.



Foto från Alsjö

3 Resultat

I denna rapport redovisas resultaten från mätningar från perioden januari 2013 till september 2014, vilka relateras till tidigare års mätningar. I Bilaga 1 redovisas det senaste årets mätdata från de aktiva lokalerna inom länet i tabellform.

3.1 Lufthalter

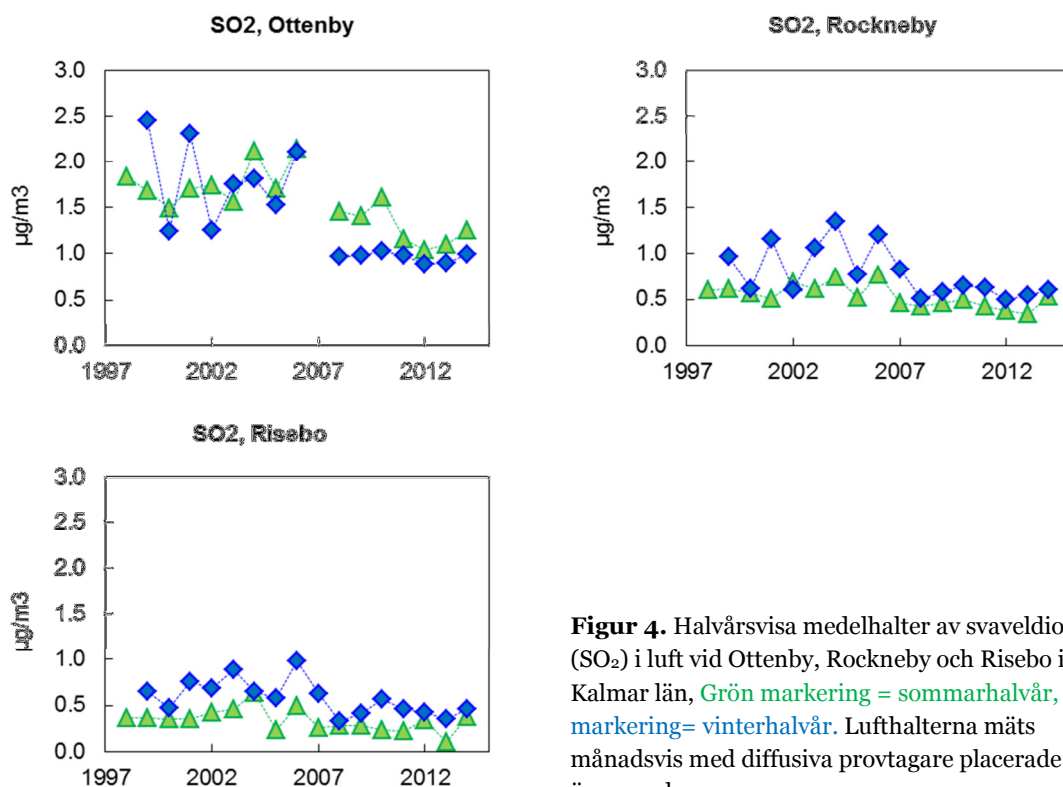
Mätningar av lufthalter har utförts i Kalmar län sedan 1998.

3.1.1 Svaveldioxid

Halterna av SO₂ har generellt varit högre på vintern än på sommaren vid både Rockneby och Risebo. Vid Ottenby har mönstret ofta varit det motsatta, troligen

påverkat av sjöfarten i området, Figur 4. Högsta halterna av svaveldioxid i länet har uppmätts vid Ottenby följt av Rockneby, Figur 4. Under vinterhalvåret 2013/14 varierade månadshalterna av SO₂ mellan 0,3 och 1,6 µg/m³ och under sommarhalvåret mellan 0,3 och 1,9 µg/m³ med högst halter vid Ottenby och lägst vid Risebo.

Halten SO₂ har minskat signifikant sedan mätstarten under sommarhalvåret vid Ottenby och vid Rockneby samt under vinterhalvåret vid länets samtliga mätstationer.

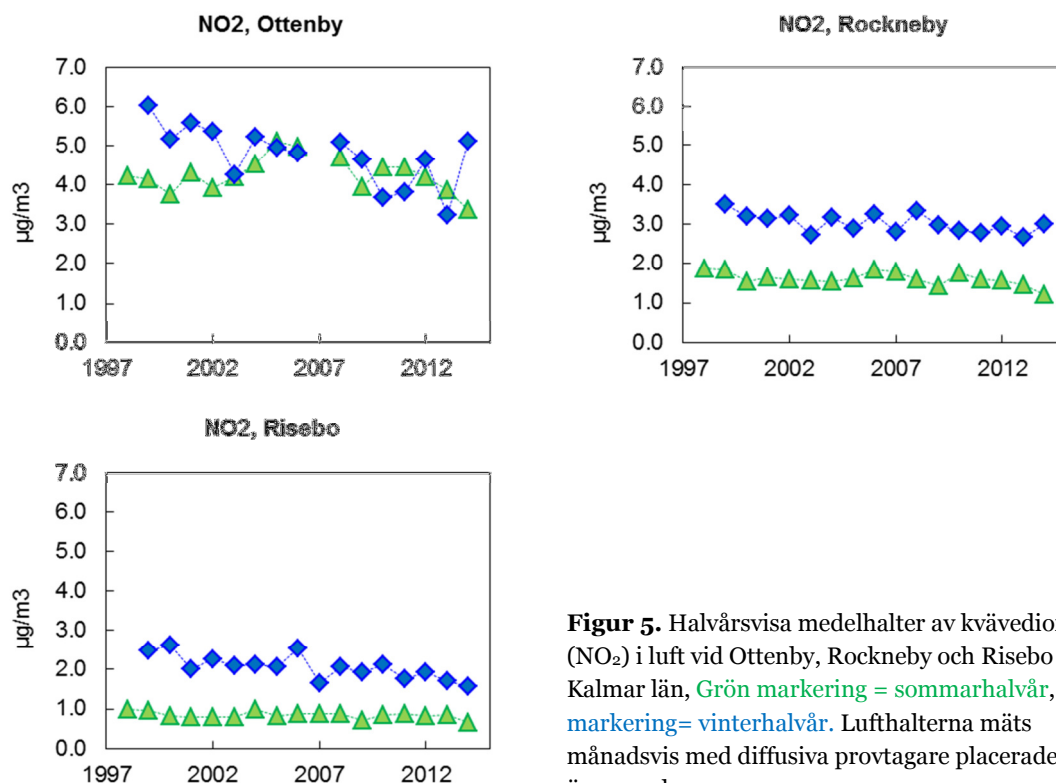


Figur 4. Halvårsvisa medelhalter av svaveldioxid (SO₂) i luft vid Ottenby, Rockneby och Risebo i Kalmar län, Grön markering = sommarhalvår, blå markering= vinterhalvår. Lufthalterna mäts månadsvis med diffusiva provtagare placerade 3 m över mark

3.1.2 Kvävedioxid

Även NO₂-halterna har generellt varit högre på vintern än på sommaren vid främst Rockneby och Risebo men även under flertalet år vid Ottenby som är starkt påverkat av fartygstrafiken i området, Figur 5. De högsta halterna av kvävedioxid i länet har liksom för svaveldioxid uppmätts vid Ottenby följt av Rockneby, Figur 5. Under vinterhalvåret 2013/14 varierade månadshalterna av NO₂ mellan 1 och 8 µg/m³ och under sommarhalvåret mellan 0,5 och 4,7 µg/m³ med högst halter vid Ottenby och lägst vid Risebo.

Halten NO₂ har minskat signifikant sedan mätstarten under sommarhalvåret vid Rockneby samt under vinterhalvåret vid Ottenby och Risebo.



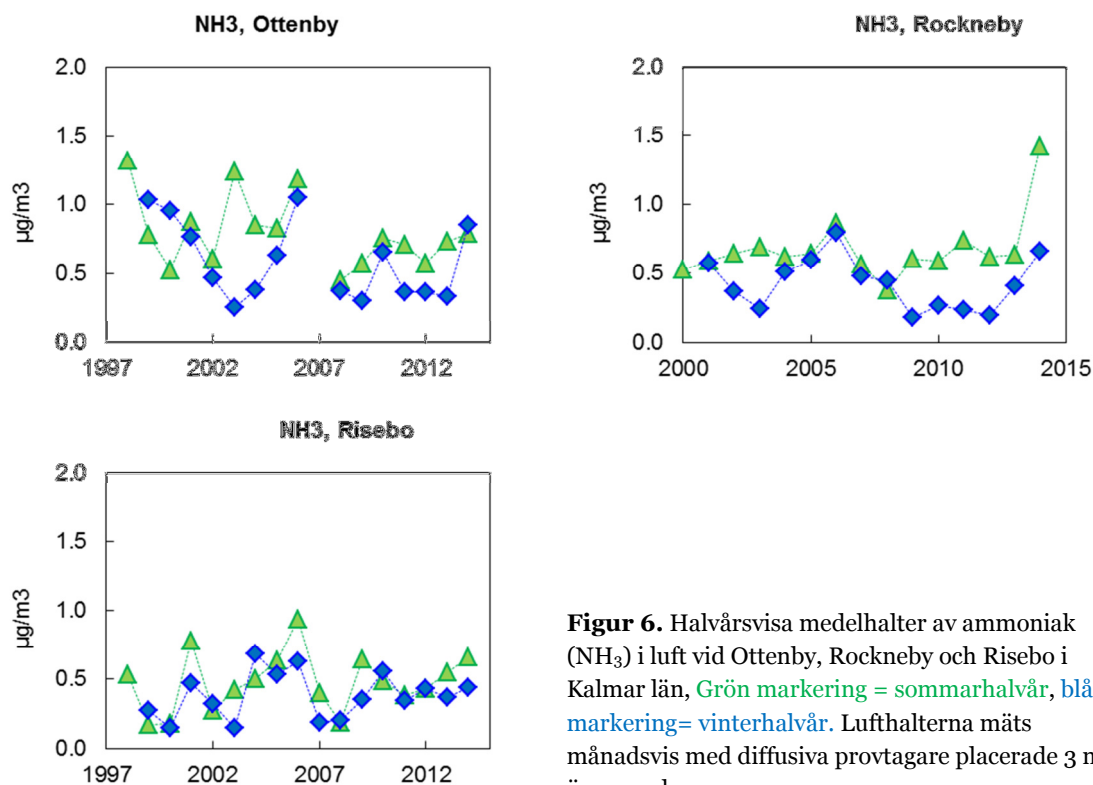
Figur 5. Halvårsvisa medelhalter av kvävedioxid (NO₂) i luft vid Ottenby, Rockneby och Risebo i Kalmar län, Grön markering = sommarhalvår, blå markering= vinterhalvår. Lufthalterna mäts månadsvis med diffusiva provtagare placerade 3 m över mark.

3.1.3 Ammoniak

Till skillnad från både svavel- och kvävedioxid har ammoniakhalterna generellt varit högre på sommaren jämfört med under vintern vid samtliga länets mätplatser, Figur 6.

De högsta halterna av NH₃ har uppmätts vid Rockneby under det senaste mätåret, Figur 6. Under vinterhalvåret 2013/14 varierade månadshalterna av NH₃ mellan 0,2 och 1,9 µg/m³ med både högst och lägst halt i Rockneby. Under sommarhalvåret 2014 varierade månadshalterna av NH₃ mellan 0,3 och 5,3 µg/m³ med högst halter vid Rockneby och lägst vid Risebo.

Halten NH₃ har ökat signifikant sedan mätstarten under sommarhalvåret vid Rockneby, inga statistiskt signifikanta förändringar har uppmätts under vinterhalvåret vid någon av länets mätplatser.



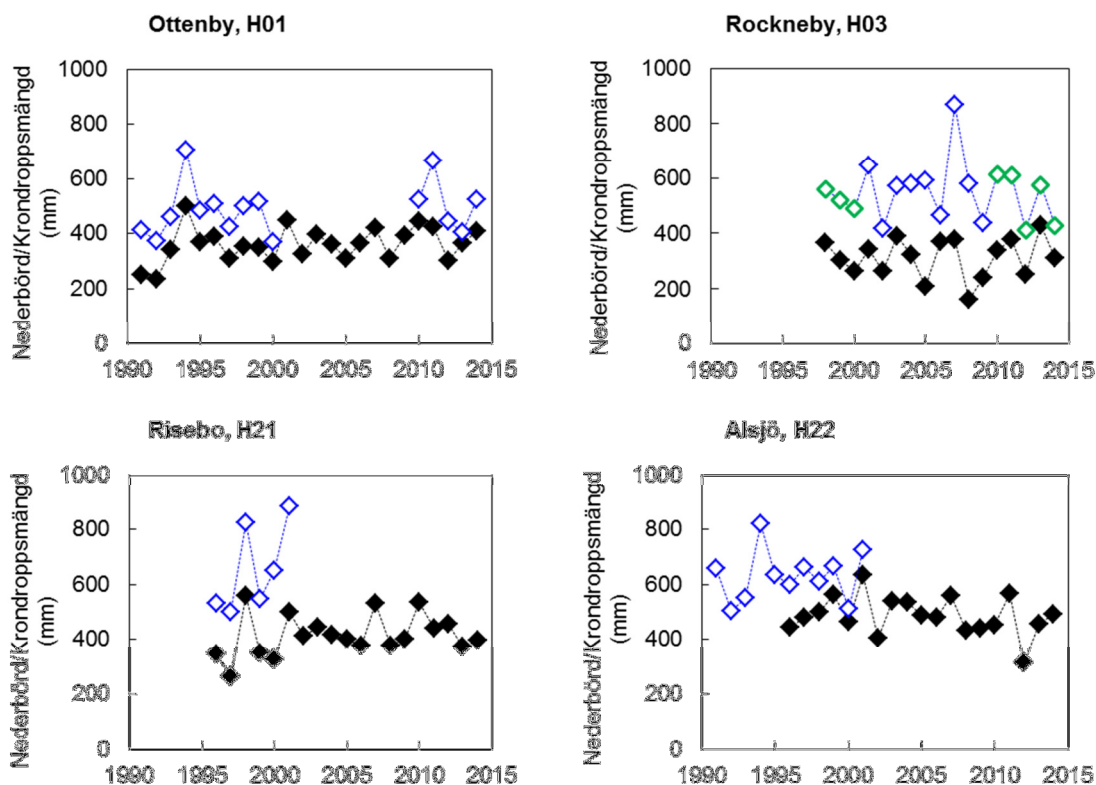
Figur 6. Halvårsvisa medelhalter av ammoniak (NH₃) i luft vid Ottenby, Rockneby och Risebo i Kalmar län, Grön markering = sommarhalvår, blå markering= vinterhalvår. Lufthalterna mäts månadsvis med diffusiva provtagare placerade 3 m över mark.

3.2 Deposition

3.2.1 Krondroppsmängd/Nederbördsmängd

Information om krondroppsmängd/nederbördsmängd är viktig för att kunna tolka nedfallet av olika ämnen. År med stora mängder krondropp/nederbörd har ofta förhållandevis högt nedfall. För närvarande finns i länet mätningar från öppet fält från Ottenby sedan 1990, med ett uppehåll 2001- juni 2009 och vid Rockneby sedan 1997. År 2000 flyttades ytan vid Rockneby under hösten och ytterligare en gång under 2009. Någon statistiskt signifikant förändring av nederbördsmängden har inte uppmätts vare sig vid Ottenby eller vid Rockneby, Figur 7.

Krondroppsmängden har varit avsevärt mindre än nederbördsmängden på ytorna i Kalmar län. Inte heller har krondroppsmängden minskat signifikant sedan mätstarten vid någon av länets ytor, Figur 7.

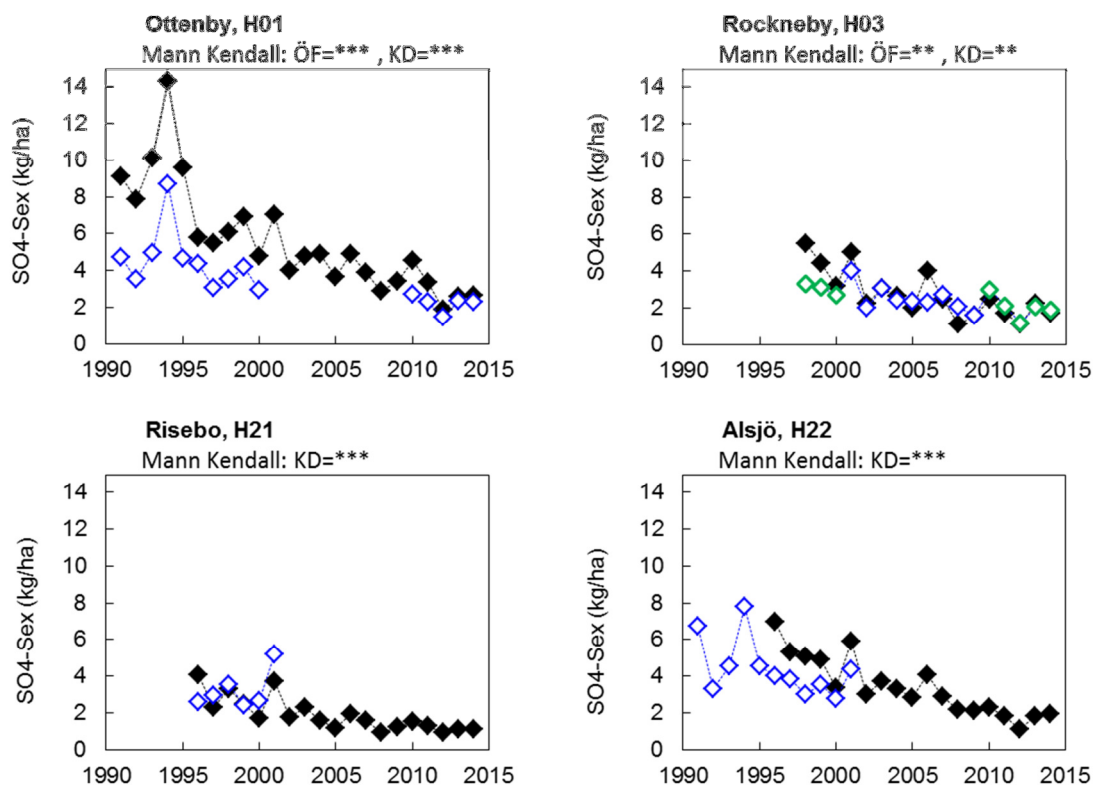


Figur 7. Årliga värden (hydrologiskt år) för krondroppsmängd (KD ◆) och nederbörds­mängd över öppet fält (ÖF ◇ (blå eller grön symbol, som indikerar olika mätplatser)) vid Ottenby, Rockneby, Risebo och Alsjö i Kalmar län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

3.2.2 Svavel utan havssalt

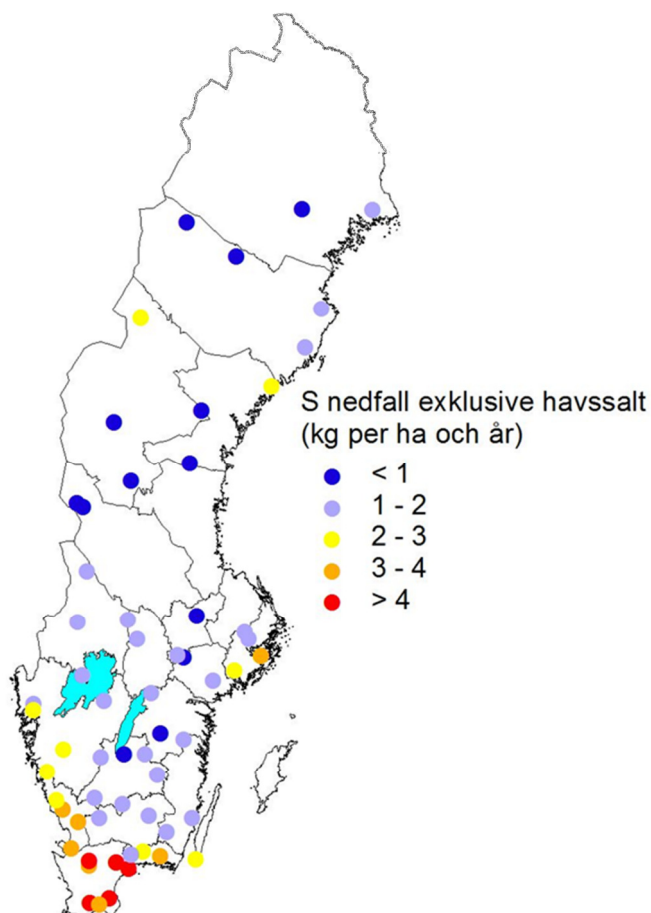
Nedfall av antropogent svavel, det vill säga allt svavel utom det som kommer från havssalt, är den viktigaste komponenten i den sura nederbörd som nått våra marker under ett antal decennier. Svavelnedfallet (utan havssalt) i krondroppet vid alla länets fyra mätplatser har minskat signifikant sedan mätstarten, Figur 8. Vid Ottenby har det högsta svavelnedfallet uppmätts på strax över 14 kg per hektar under 1993/94, Figur 8. Under 2013/14 varierade svavelnedfallet i länet mellan 1 och 2,6 kg per hektar med högst värde i Ottenby och lägst i länets norra mätplats, Risebo, Figur 8.

Även svavelnedfallet i nederbörden på öppet fält har minskat signifikant sedan mätstarten vid de platser där mätningar finns under en längre tidsperiod, Ottenby och Rockneby, Figur 8. Nedfallet på öppet fält vid Ottenby och Rockneby har under de senaste åren varit ungefär lika stort som nedfallet via krondropp, vilket tyder på en lägre torrdeposition i området än tidigare, Figur 8.



Figur 8. Årliga värden (hydrologiskt år) för nedfall av sulfatsvavel (exklusive bidraget från havssalt) uppmätt som krondropp (KD \blacklozenge) eller i nederbörden över öppet fält (ÖF \diamond (blå eller grön symbol, som indikerar olika mätplatser)) vid Ottenby, Rockneby, Risebo och Alsjö i Kalmar län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

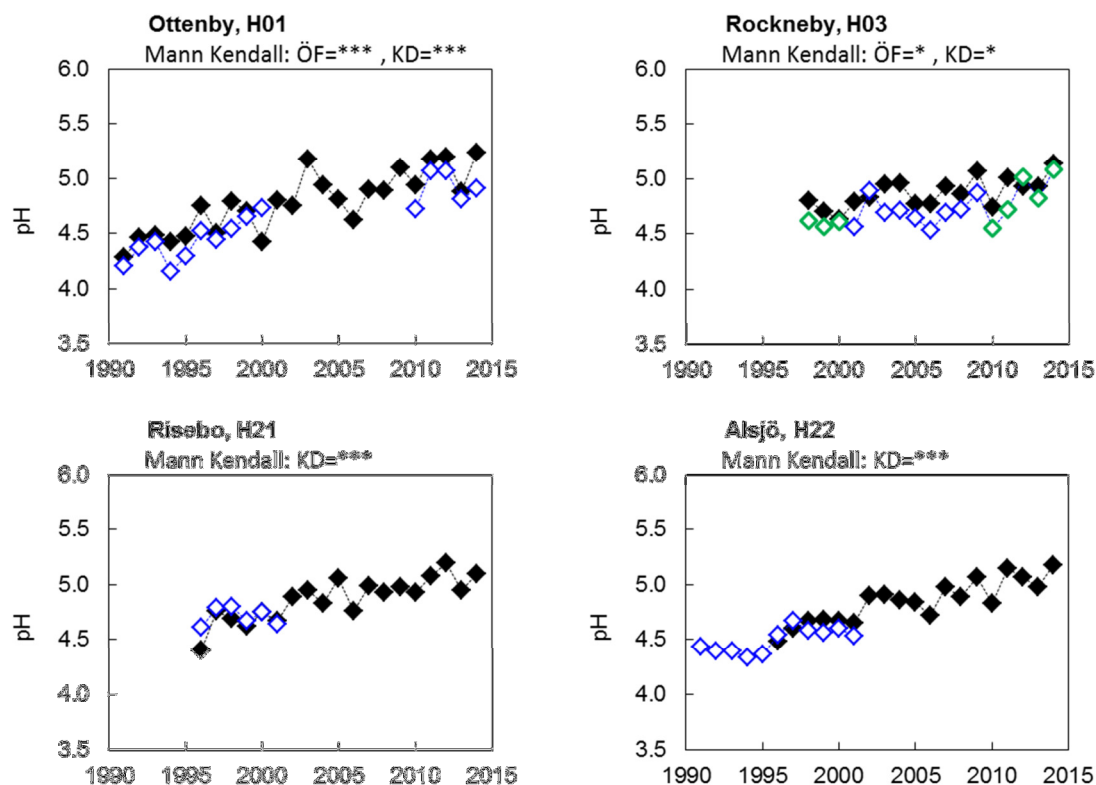
Svavelnedfall i krondropp 2013/14 visas för landet som helhet i Figur 9. Gradienten i försurningsproblematiken från sydväst mot nordost framträder tydligt. Figuren visar att under 2013/14 var svavelnedfallet utan havssalt i Kalmar län i nivå med svavelnedfallet i intilliggande län.



Figur 9. Svavelnedfall (exklusive bidraget från havssalt) under 2013/14 i krondroppet vid mätstationerna inom Krondroppsnetet i Sverige.

3.2.3 pH

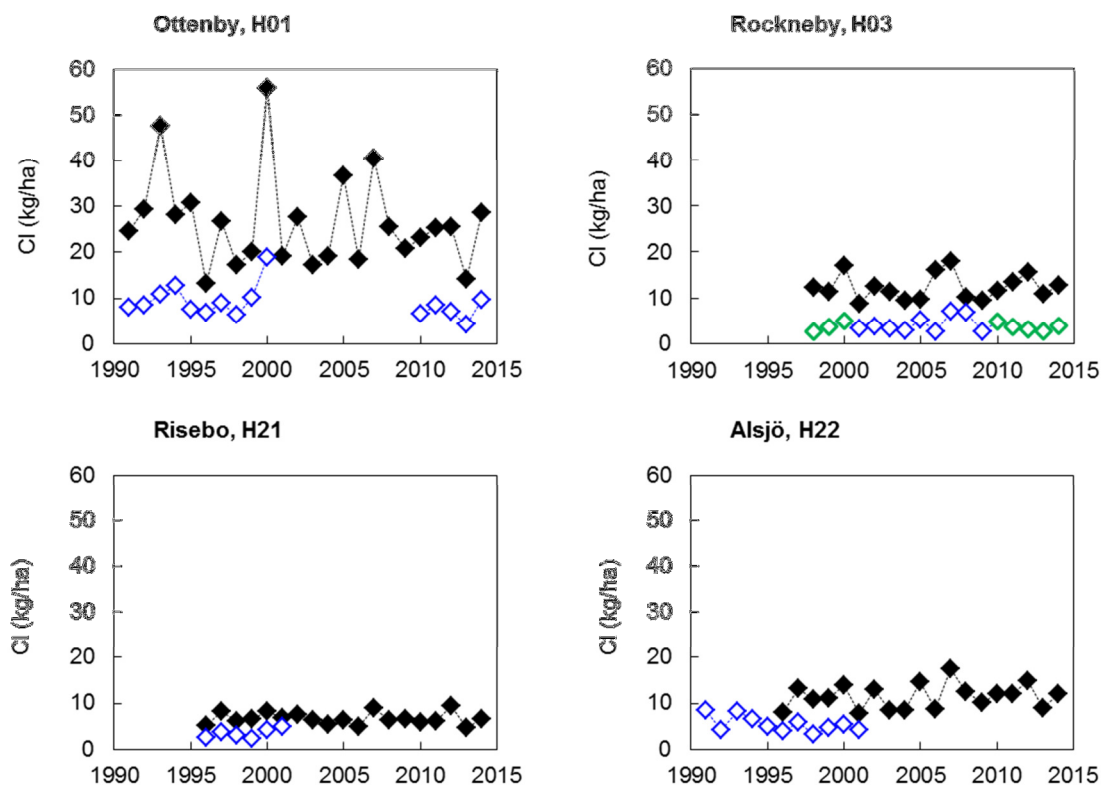
Samtliga länets ytor visar på en signifikant ökning av pH i krondropp, i enlighet med minskande svavelnedfall, Figur 10. Även vid Ottenby och Rockneby ökade pH i nederbörden över öppet fält, Figur 10. Krondroppets pH har varit på ungefär samma nivå som pH i nederbörden över öppet fält, Figur 10. Under 2013/14 har pH i krondropp varierat mellan 5,1 och 5,2 medan pH i nederbörden varierat mellan 4,9 och 5,1.



Figur 10. Årliga värden (hydrologiskt år) för pH i krondropp (KD ◆) eller i nederbörden över öppet fält (ÖF ◇ (blå eller grön symbol, som indikerar olika mätplatser)) vid Ottenby, Rockneby, Risebo och Alsjö i Kalmar län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

3.2.4 Klorid

Även om havssalt är neutralt kan havssaltsnedfall innebära surstötter i mark- och ytvatten, då framför allt natriumjoner byter plats med vätejoner, som sänker pH i markvattnet, och potentiellt även i ytvatten. Det är därför viktigt att följa tidsutvecklingen för kloridnedfallet, som ett mått på havssaltsnedfallet. Nedfallet av klorid har varierat relativt mycket mellan åren på länets ytor framförallt vid Ottenby men även vid Rockneby och Alsö i en mindre omfattning, Figur 11. Vid Risebo har kloridnedfallet varit mer lika mellan åren. Generellt är nedfallet via krondropp högre än i nederbörden över öppet fält. Den allra högsta kloriddepositionen i krondropp har uppmätts vid Ottenby på nästan 56 kg per hektar under 1999/00 och den lägsta vid Risebo på cirka 5 kg per hektar 2012/13, Figur 11. I västra Sverige har det jämförelsevis uppmätts en kloriddeposition över 100 kg per hektar och år. Under 2013/14 var dock kloridnedfallet i krondropp vid länets mätplatser mellan 7-29 kg per hektar och år.



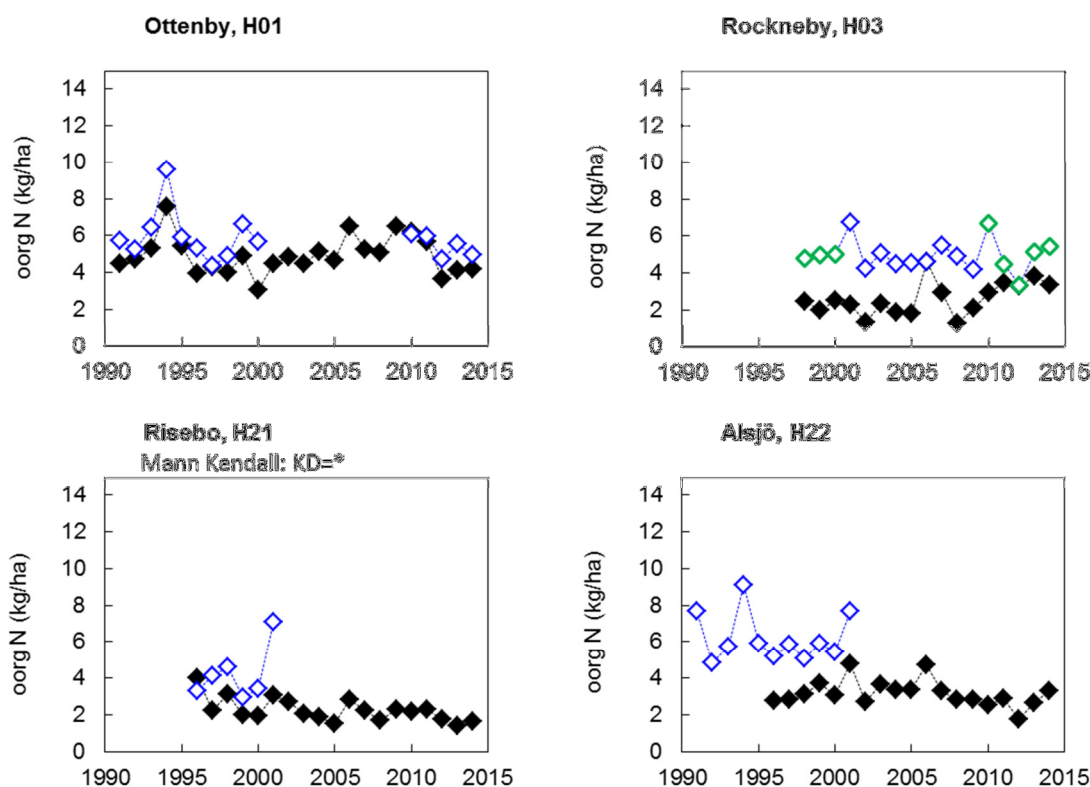
Figur 11. Årliga värden (hydrologiskt år) för nedfall av klorid uppmätt i krondropp (KD ◆) eller i nederbörden över öppet fält (ÖF ◇ (blå eller grön symbol, som indikerar olika mätplatser)) vid Ottenby, Rockneby, Risebo och Alsjö i Kalmar län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

3.2.5 Oorganiskt kväve

Nedfall av kväve bidrar till övergödning av mark och vatten, och kan även ha en försurande effekt. Förenklat kan man säga att det kväve som inte tas upp i skogsekosystemen kan bidra till övergödning av vatten och försurning av mark och vatten. I områden med högt kvävenedfall, som t.ex. sydvästligaste Sverige, är det vanligt att det finns mer kväve än vad ekosystemen behöver.

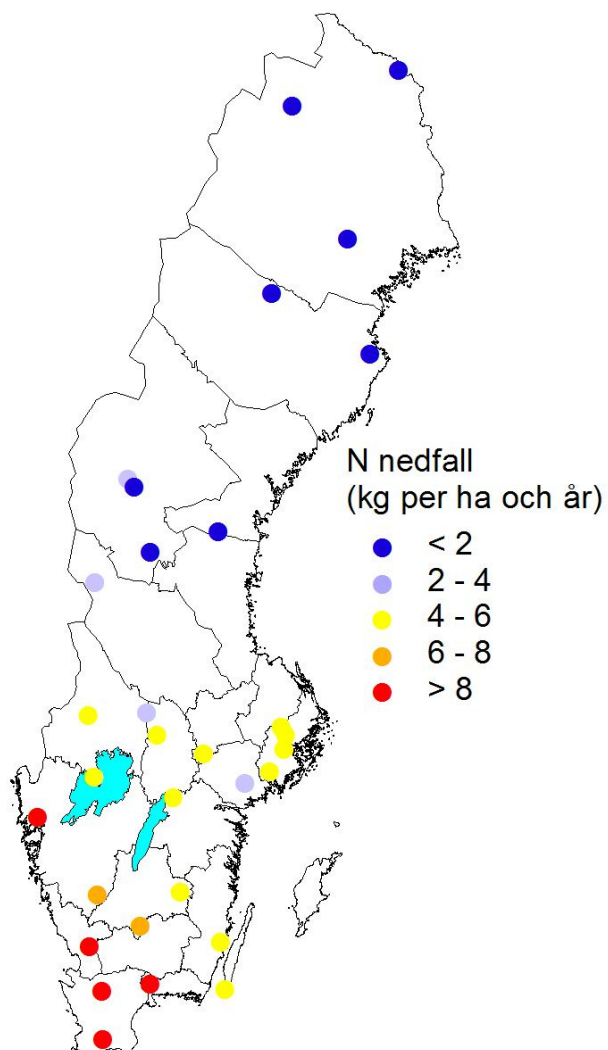
För att analysera trender i kvävenedfall brukar vanligtvis nedfall på öppet fält användas, eftersom nedfallet via krondroppet inte visar det totala nedfallet till skog, då trädkronorna direkt tar upp kväve till blad och barr. Nackdelen med att använda mätningarna från öppet fält är att torrdepositionen till skog inte kommer med. Mätningarna i nederbörden över öppet fält vid Ottenby och Rockneby visade inte någon ökande eller minskande trend för oorganiskt kvävenedfall sedan mätstarten, Figur 12. Under 2013/14 var det oorganiska kvävenedfallet i nederbörden vid Ottenby 4,9 kg per hektar och vid Rockneby 5,5 kg per hektar. Den kritiska belastningen för övergödande kväve som används för Sveriges gran- och tallskogar är 5 kg per hektar och år. Denna gräns överskreds under 2013/14 vid Rockneby även om man endast använder nedfallet

med nederbörden och tangeras vid Ottenby. Om man tar med torrdepositionen, som beräknas vara ca 20 % i länet, va kvävedepositionen vid Rockneby under 2013/14 cirka 6,5 kg per hektar och vid Ottenby cirka 6 kg per hektar, vilket överskred den kritiska belastningsgränsen för kväve. Den kritiska belastningen för kvävednedfall har redan tidigare överskridits under lång tid i Kalmar län vilket medför att vegetationen sannolikt sedan länge är påverkad av förhöjt kvävednedfall.



Figur 12. Årliga värden (hydrologiskt år) för nedfall av oorganiskt kväve (nitrat- + ammoniumkväve) uppmätt i krondropp (KD ♦) eller i nederbörden över öppet fält (ÖF ♦ (blå eller grön symbol, som indikerar olika mätplatser)) vid Ottenby, Rockneby, Risebo och Alsjö i Kalmar län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Det oorganiska kvävednedfallet med nederbörden på öppet fält 2013/14 visas för landet som helhet i Figur 13. Gradienten från sydväst mot nordost framträder tydligt. Som högst i landet uppmättes ett oorganiskt kvävednedfall över öppet fält under 2013/14 på 17 kg per hektar i Skåne på Romeleåsen. Figuren visar att under 2013/14 var kvävednedfallet i Kalmar län i nivå med motsvarande kvävednedfall i intilliggande län.



Figur 13. Nedfallet av oorganiskt kväve (oorgN) med nederbörden till öppet fält vid olika mätstationer inom Krondropps nätet under det hydrologiska året 2013/14.

3.3 Markvatten

Markvattnet är det vatten som rör sig i marklagren under rotzonen, men ovanför grundvattnet. Det utgör en länk mellan skogsmarken och rinnande ytvatten.

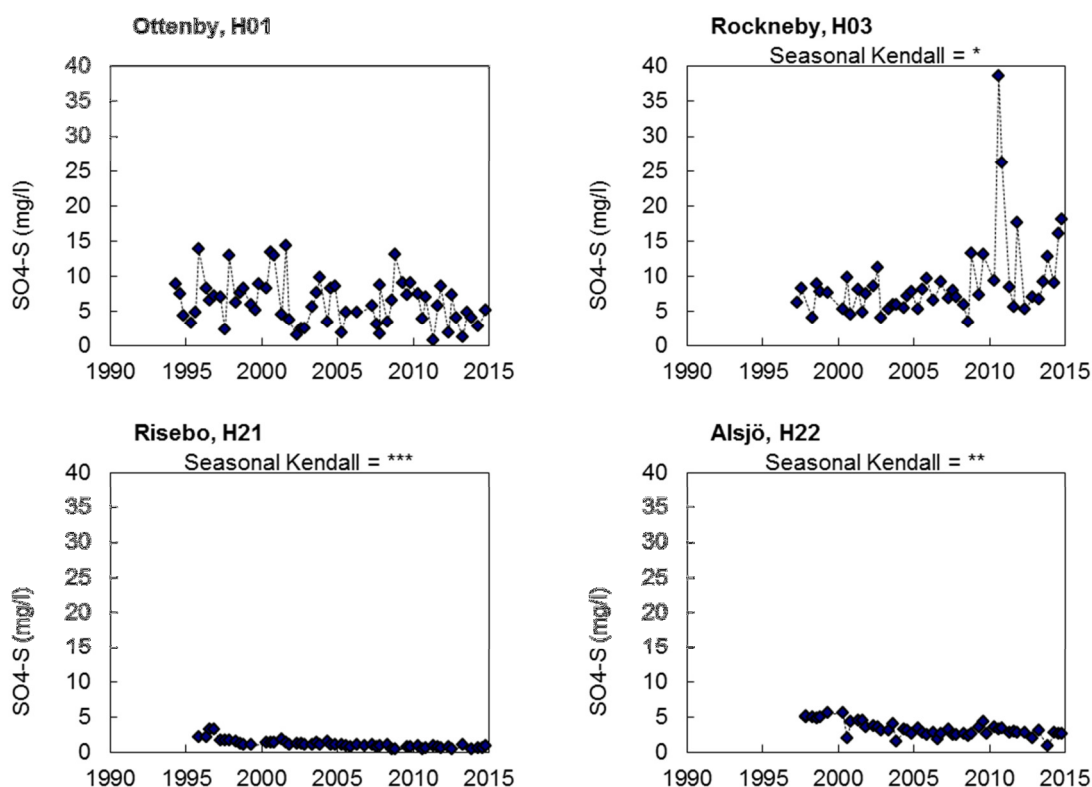
3.3.1 Svavel

Tidsutvecklingen för svavelhalten i markvattnet återspeglar utvecklingen av nedfall av svavel. Det finns dock ofta skillnader i trenderna i nedfall och markvatten vilket till stor del beror på en fördröjning p.g.a svavelabsorption/desorption i marken, som innebär

att först försurningen, och sedan återhämtningen fördröjs. Halterna av sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$) i markvattnet varierar över länet och vid framförallt Rockneby och Ottenby ligger svavelhalten sedan lång tid tillbaka på relativt höga nivåer, Figur 14. De höga halterna av $\text{SO}_4\text{-S}$ kan bero på 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 mineraler. Slutligen finns en möjlighet att svavlet kommer från historiskt upplagrade alger i marken som nu bryts ner, motsvarande förekomsten av s.k. "svartmokka" längs Norrlands kuster, men detta behöver utredas närmare.

Vid Rockneby har svavelhalten i markvattnet ökat signifikant sedan mätstarten, trots ett minskande svavelnedfall, Figur 14. Trots detta är det inte särskilt surt i markvattnet vid Rockneby (Figurer 20-22). Fortsatta mätningar får utvisa om svavelhalten ökar ytterligare vid Rockneby.

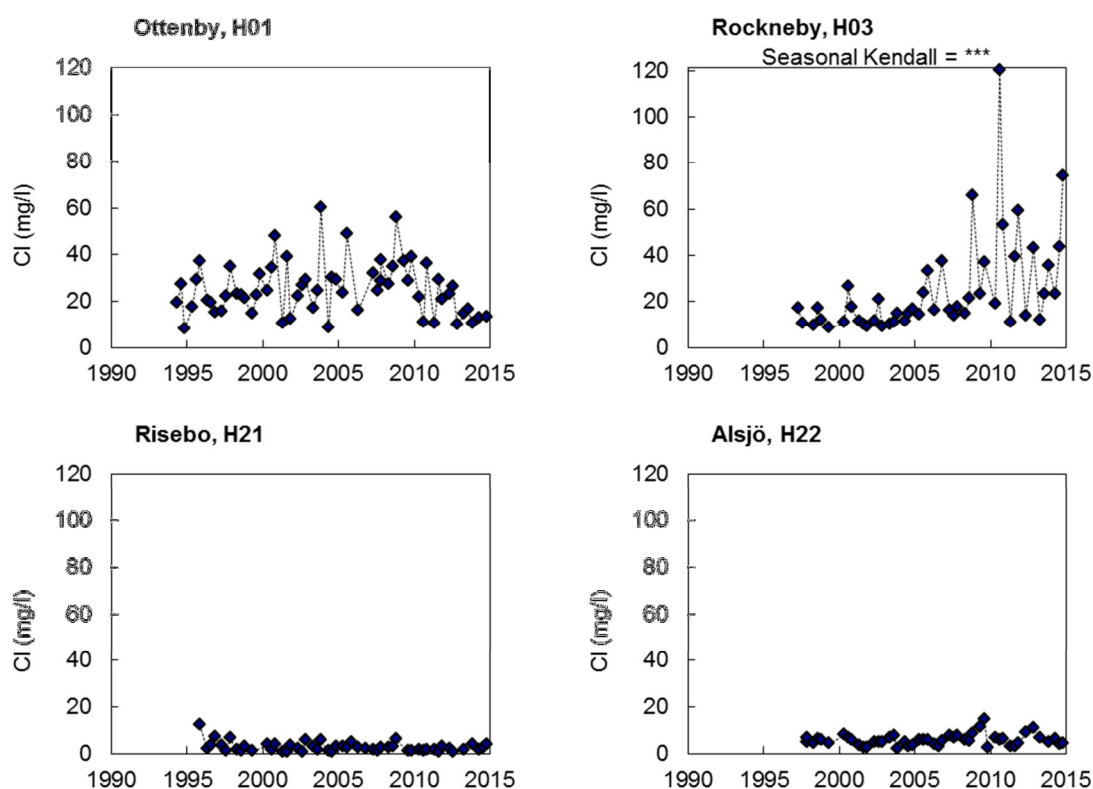
Vid tallytan Risebo, som generellt har låga svavelhalter i markvattnet, har en signifikant minskning av svavelhalten i markvattnet uppmätts sedan mätstarten, Figur 14. Även vid granytan Alsjö har svavelhalten minskat i markvattnet till följd av ett minskat svavelnedfall, Figur 14. Vid ekytan i Ottenby har ingen statistiskt signifikant förändring uppmätts under åren, Figur 14.



Figur 14. Halterna av sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$) i markvattnet på 50 cm djup vid Ottenby, Rockneby, Risebo och Alsjö i Kalmar län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

3.3.2 Klorid

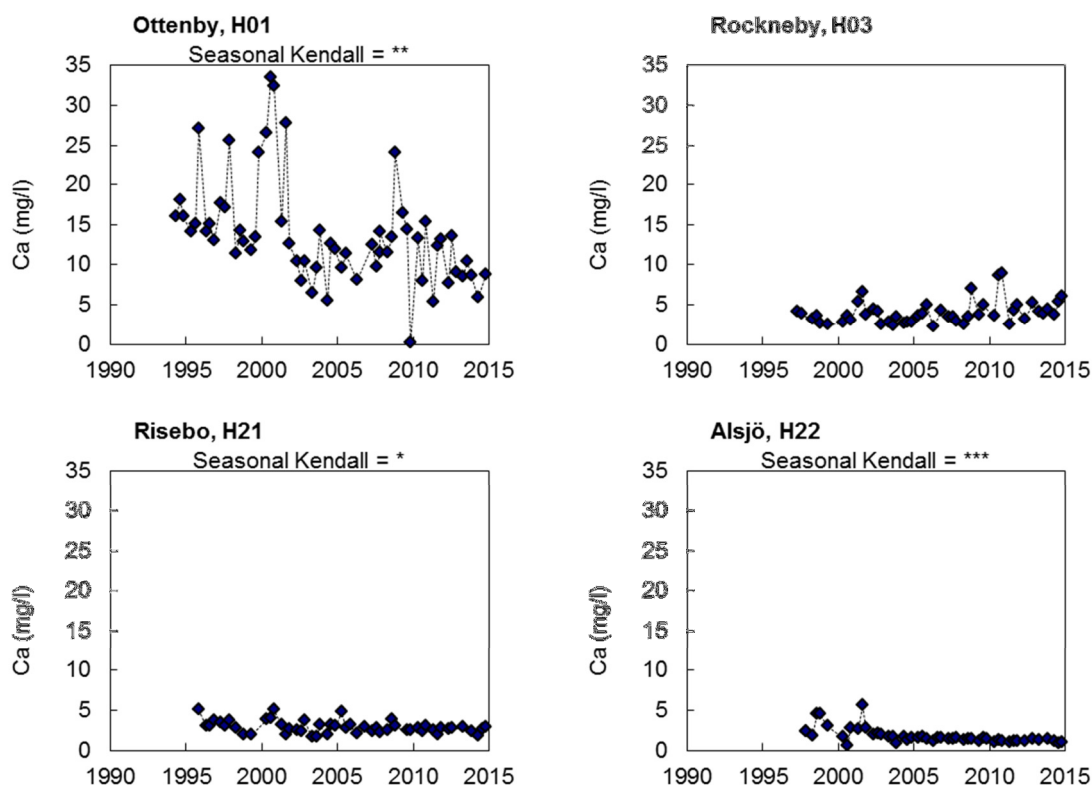
Kloridhalten i markvattnet visar hur mycket havssalt som nått markvattnet, och kan användas för att förklara de försurningsrelaterade parametrarna i markvattnet (t.ex. pH, aluminiumhalt och kalciumhalt). Ingen signifikant trend vad gäller kloridhalten i markvattnet har påvisats vid mätstationerna Ottenby, Alsö eller Risebo, däremot har kloridhalterna vid Rockneby ökat signifikant sedan mätstarten, Figur 15. Högst kloridhalter i markvattnet har uppmätts vid Rockneby följt av Ottenby och lägst kloridhalter vid Risebo och vid Alsjö, Figur 15.



Figur 15. Halterna av klorid (Cl) i markvattnet på 50 cm djup vid Ottenby, Rockneby, Risebo och Alsjö i Kalmar län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

3.3.3 Kalcium

Halten av baskatjonerna kalcium, magnesium och kalium ökar generellt i markvattnet i försurningsförloppet, då vätejoner byter plats med baskatjonerna på markpartiklarna, och baskatjonerna därmed frigörs till markvattnet. Då försurningsbelastningen minskar, minskar även denna frigörelse till markvattnet, och halterna av baskatjoner går ner. Detta syns vid Ottenby, Alsjö och Risebo men inte vid Rockneby, Figur 16.

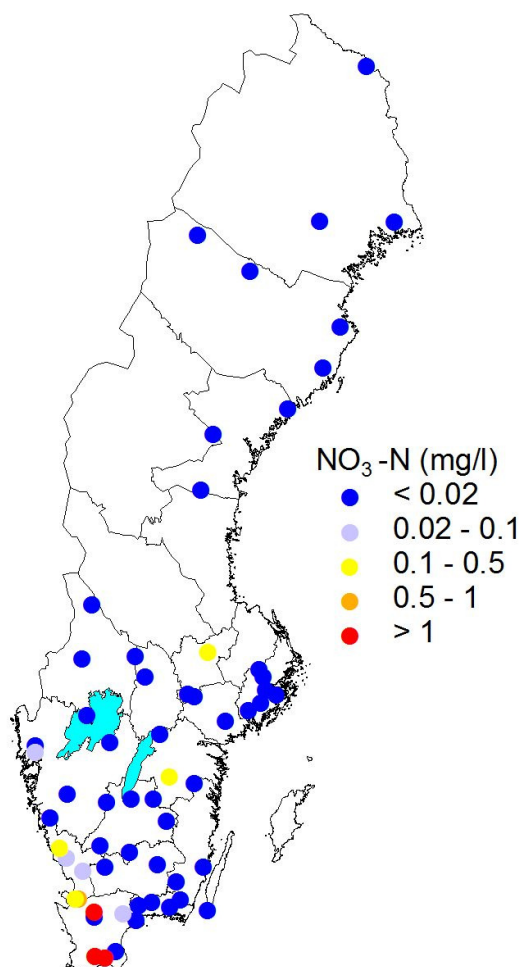


Figur 16. Halterna av kalcium (Ca) i markvattnet på 50 cm djup vid Ottenby, Rockneby, Risebo och Alsjö i Kalmar län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

3.3.4 Ammonium- och nitratkväve

Tillväxten i skogar i Sverige 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.

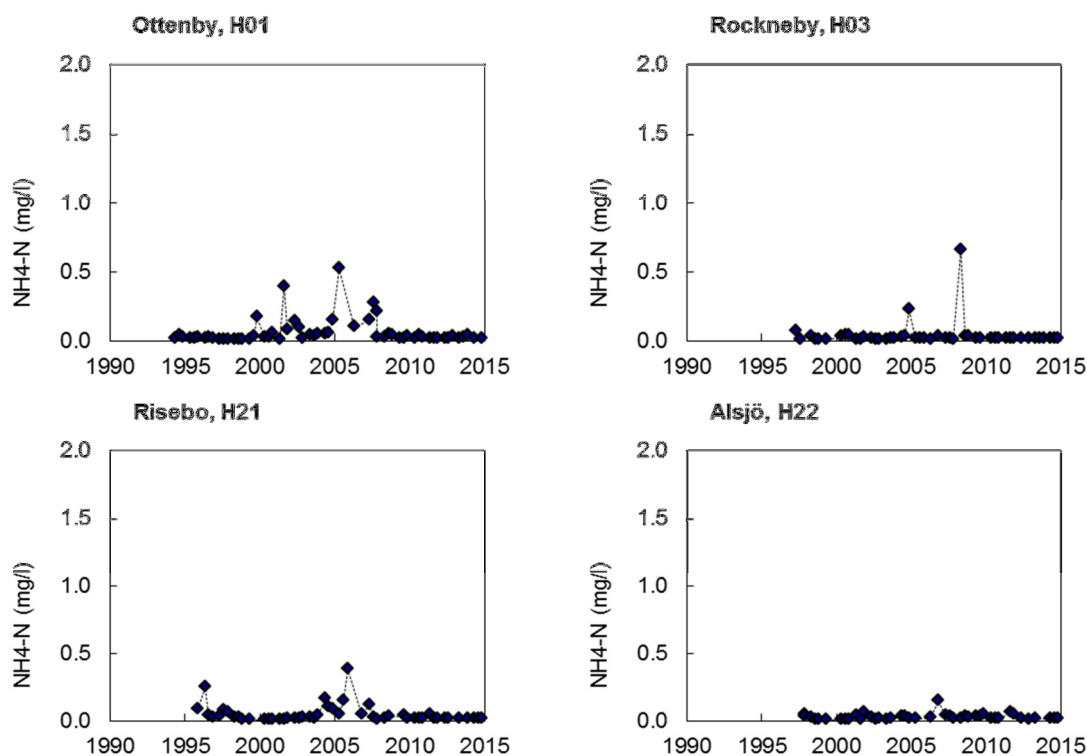
På merparten av Krondroppsnetets ytor i Sverige är kvävehalterna i markvattnet mycket låga, vilket innebär att skogen tar upp allt kväve. I sydvästra Sverige, framför allt Skåne och Halland, är det dock vanligt med förhöjda halter av framför allt nitratkväve i markvattnet, Figur 17, vilket kan förklaras av relativt högt kvävenedfall under lång tid. Förhöjda halter av nitratkväve i markvattnet kan innebära risk för utlakning till ytvatten och därigenom ett bidrag till övergödningen. Dessutom innebär utlakning av nitratkväve försurning, eftersom vätejoner frigörs vid nitrifikationsprocessen.



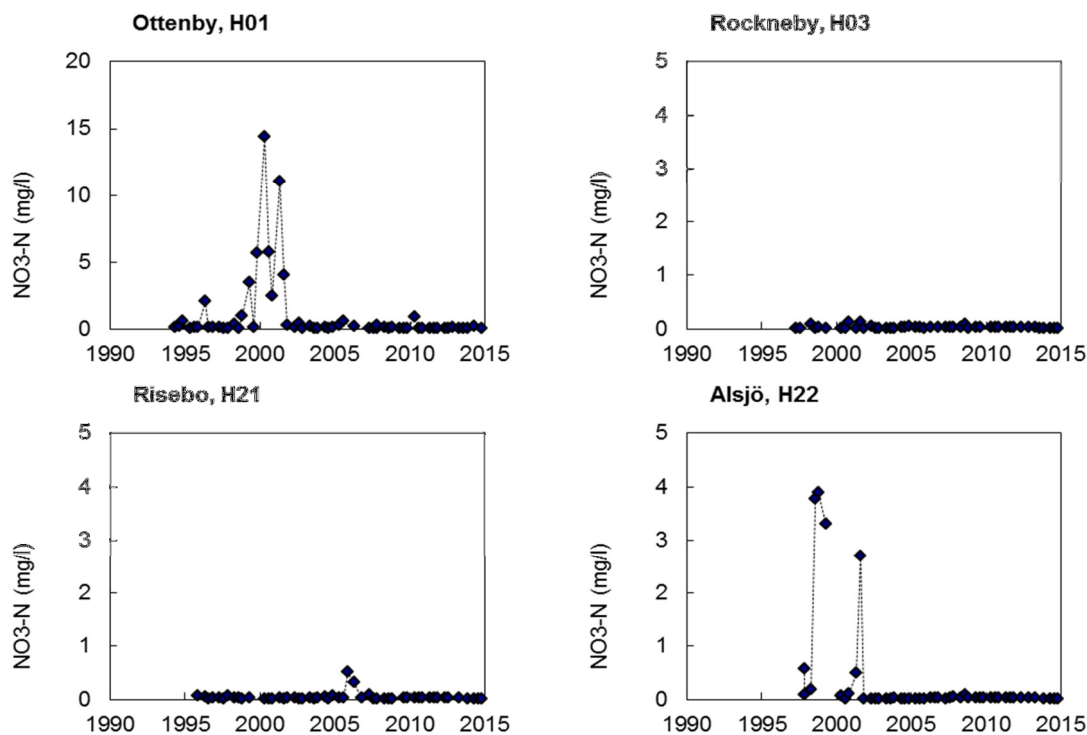
Figur 17. Koncentrationen av nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) i markvattnet vid olika platser inom Krondroppsnetet, redovisat som medianvärde från de senaste tre årens mätningar.

I Kalmar län har halterna av ammonium- och nitratkväve i markvattnet generellt varit förhöjda relativt frekvent vid de olika mätplatserna i länet, Figurerna 18 & 19. Förhöjda ammoniumhalter har uppmätts vid ett fåtal tillfällen vid framförallt Ottenby, Rockneby och Risebo efter 2005, vilket troligen kan förklaras med en påverkan av stormarna Gudrun och Per. Förhöjda nitrathalter har uppmätts vid Ottenby och Alsjö vid ett antal tillfällen runt 2000 vilket troligen kan förklaras av de stormar som inträffade i Sydsverige i december 1999. Något förhöjda nitrathalter har även uppmätts vid Risebo efter 2005 vilket även det troligen kan förklaras med effekterna efter stormarna Gudrun och Per, Figur 19.

Eftersom skogen utgör en stor andel av den samlade arealen i Kalmar län, kan förhöjda halter av nitrat i markvattnet bidra till den totala mängden kväve som läcker ut från mark till sjöar och hav.



Figur 18. Halterna av ammoniumkväve (NH₄-N) i markvattnet på 50 cm djup vid Ottenby, Rockneby, Risebo och Alsjö i Kalmar län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur 19. Halterna av nitratkväve (NO₃-N) i markvattnet på 50 cm djup vid Ottenby, Rockneby, Risebo och Alsjö i Kalmar län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

3.3.5 Försurningsrelaterade parametrar: pH, ANC och oorganiskt Al

Markvattnets pH och ANC (syraneutraliserande förmåga) är två mått på försurningen i markvattnet, som kan användas för att följa återhämtningsförloppet. Även halten oorganiskt aluminium, som är en form av aluminium som är giftig för växter och djur, och som ökar med minskande pH, kan användas som en försurningsindikator. Bedömningen av vid vilket pH som markvattnet kan anses försurat beror till viss del på jordens mineralinnehåll i området, halterna av organiska ämnen m.m. Ett pH < 4,5 anses dock i de flesta fall indikera kraftig försurning. En annan bedömningsgrund som diskuteras baseras på ANC. Om ANC är negativt innebär det att det inte finns någon buffringskapacitet i markvattnet.

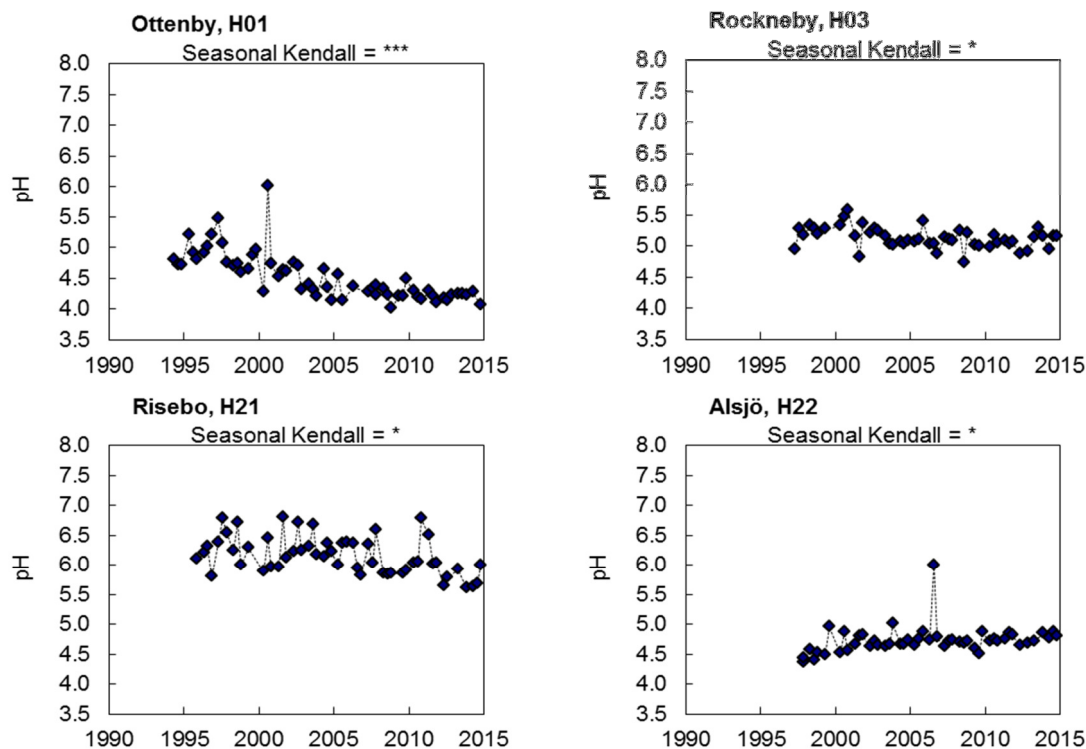
Halterna av oorganiskt aluminium (oorg-Al) i markvattnet beror till stor del av pH, så att när pH ökar brukar halterna av aluminium minska.

Bedömningen av försurningstillståndet i markvattnet i länet beror på vilken parameter som används. Vid Rockneby visar förhöjda halter av oorganiskt aluminium och ett ANC runt noll på försurning, något som också ett statistiskt signifikant minskande pH gör. Hittills ligger dock pH runt 5. Sammantaget tyder detta på att tillståndet i markvattnet i Rockneby inte är tillfredsställande ur en försurningssynpunkt.

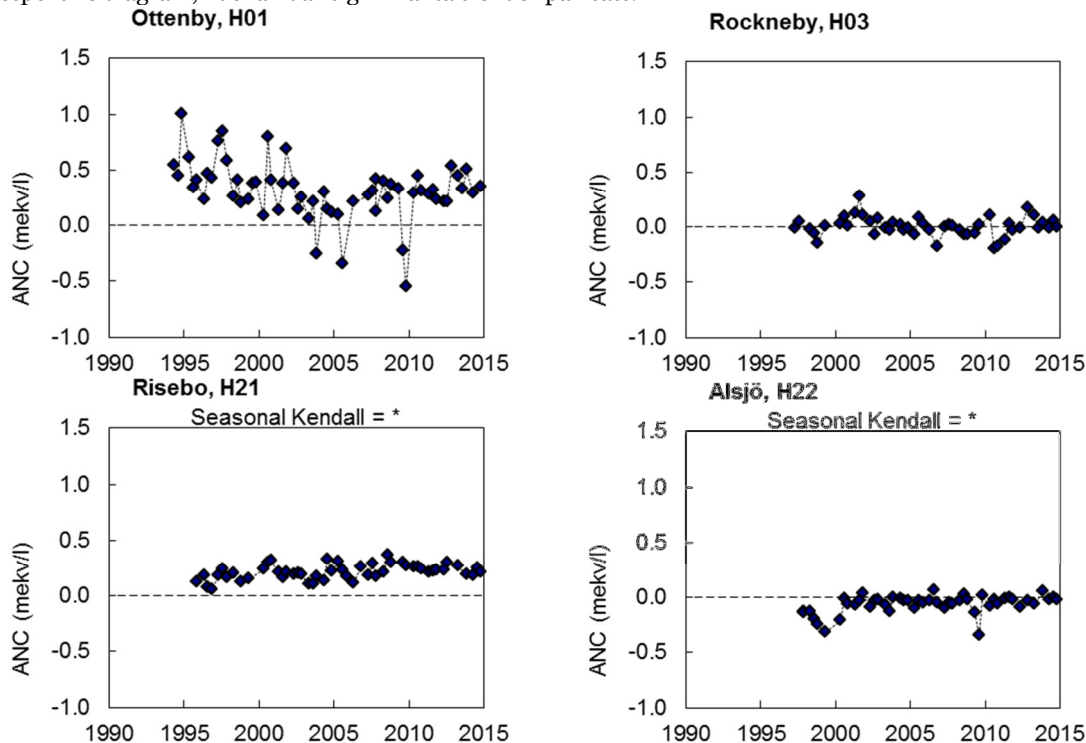
Vid Ottenby är situationen än mer oklar då mycket höga halter av oorganiskt aluminium tyder på kraftig försurning, medan ett positivt ANC visar på det motsatta. Ett mycket lågt och minskande pH i markvattnet skulle kunna vara ett tecken på försurning men det finns en interaktion med halterna av organiska ämnen i markvattnet som gör att ett visst värde för ANC sammanhänger med ett lägre pH-värde om halterna av organiska ämnen är höga, jämfört med om de är låga. Sammantaget är försurningsläget vid Ottenby därför något svårbedömt och behöver utredas vidare.

Återhämtningen från försurningen går mycket långsamt vid Alsjö, då pH fortfarande är relativt lågt, dock ökar det signifikant, ANC är runt noll eller strax under. Samtidigt som relativt höga halter av oorganiskt aluminium förekommer vilket tillsammans tyder på kvarstående försurningsproblem vid Alsjö, Figurerna 20-22.

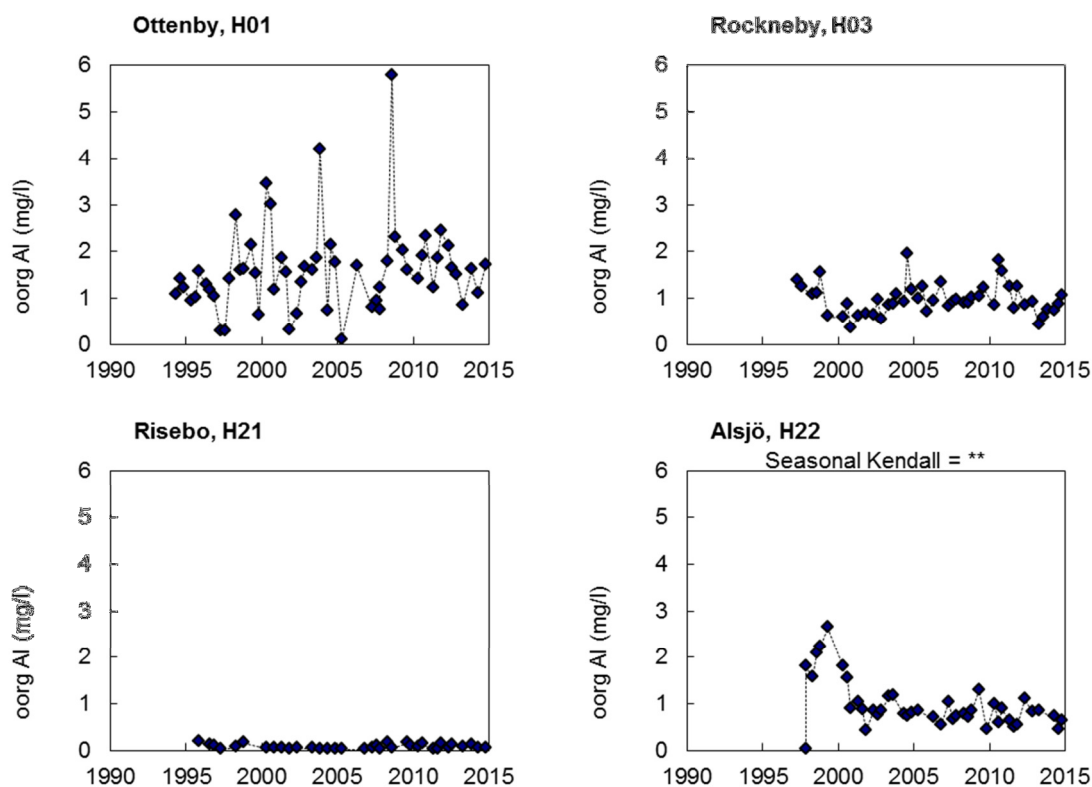
Markvattnet vid Risebo i Kalmar län visar en god försurningsstatus med ett förhållandevis högt pH, positiva ANC-värden samt låga halter av oorganiskt aluminium i markvattnet. Samtidigt är det lite oroväckande att pH-värdena vid Risebo minskar, Figurerna 20-22.



Figur 20. pH i markvattnet på 50 cm djup vid Ottenby, Rockneby, Risebo och Alsjö i Kalmar län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

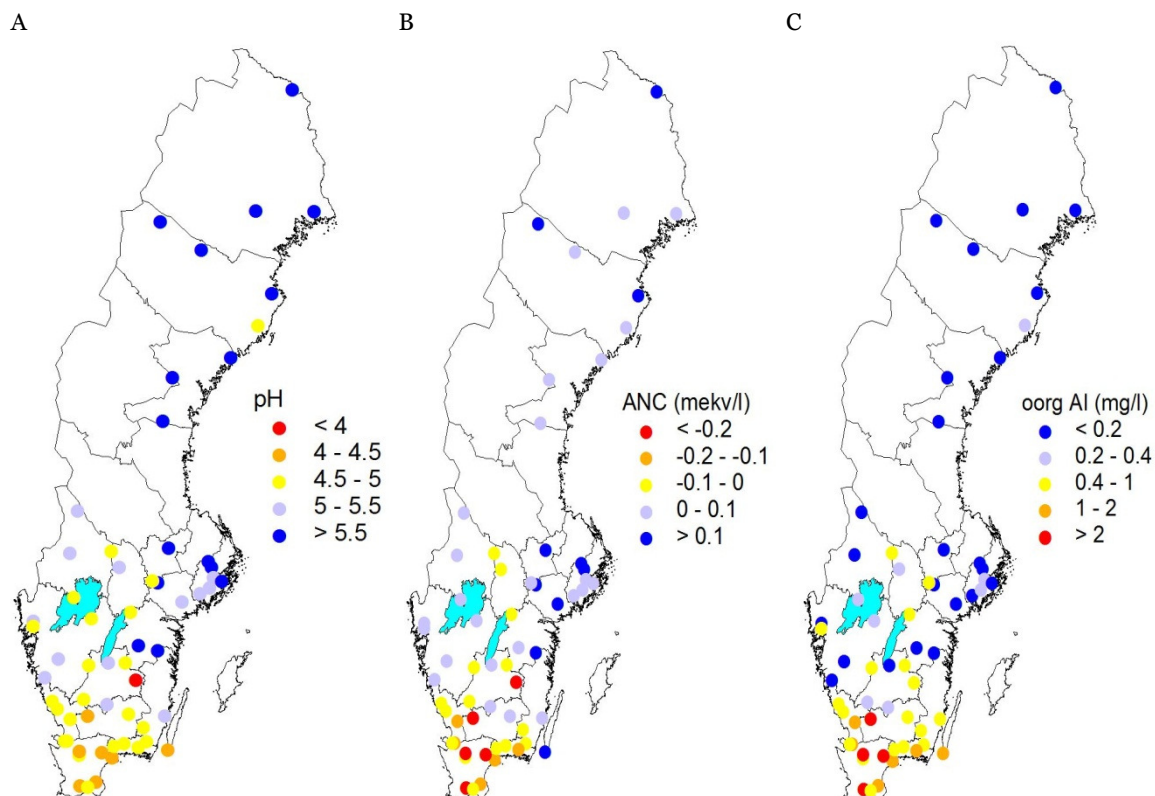


Figur 21. ANC (syreneutraliserande förmåga) i markvattnet på 50 cm djup vid Ottenby, Rockneby, Risebo och Alsjö i Kalmar län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur 22. Halterna av oorganiskt aluminium (oorg-Al) i markvattnet på 50 cm djup vid Ottenby, Rockneby, Risebo och Alsjö i Kalmar län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Figur 23 visar pH, ANC och oorganiskt aluminium i markvattnet vid olika platser inom Krondroppsnetet. 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.



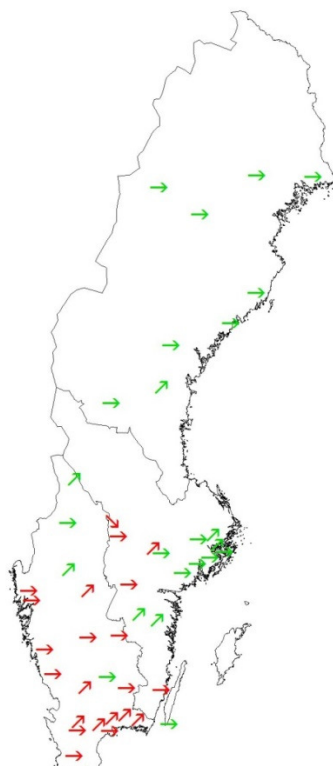
Figur 23. pH (A), ANC (B) och oorganiskt aluminium (C) hos markvattnet på 50 cm djup vid olika platser inom Krondroppsnetet. Det värde som anges är medianvärdet under de senaste tre åren. Ett värde på ANC<0 diskuteras som en indikator för försurning av skogsmarken.

4 Aktuellt 2014

4.1 Fördjupad utvärdering

I den fördjupade utvärderingen för *Bara naturlig försurning* 2015 (Naturvårdsverket, 2015) användes nedfall av svavel och kväve samt markvattenkemi från Krondroppsnetet. Tidsserier från sex platser med mätningar 1990-2013 visade på en minskning i svavelnedfall med omkring 88 %, vilket stämmer bra överens med resultat från EMEP:s modellberäkningar. Vidare konstaterades att svavelnedfallet under perioden 2000–2013 minskat i norra Sverige med 49 %, i sydöstra Sverige med 56 % och i sydvästra Sverige med 62 %. Två olika tidsserier för nedfall av kväve på öppet fält har analyserats: 1990-1999 och 2000-2013. I analysen ingick även data från Nederbördskemiska nätet. För den första perioden kunde ingen signifikant trend påvisas, medan statistiskt säkerställda minskningar kunde påvisas för den andra perioden: 25 % i norra Sverige, 30 % i sydöstra Sverige och 27 % i sydvästra Sverige.

Det konstaterades vidare att markvattenkemi från Krondroppsnetet kan användas som indikator på försurningstillståndet. Resultaten sammanfattades med att markvattnet var surt, särskilt i sydvästra Sverige där depositionen är högre än på andra håll i landet. En tidsserieanalys för perioden 1996-2013 visade på en signifikant återhämtning av försurningstillståndet i markvatten på många platser i landet, Figur 24.



Figur 24. Trender i markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) i försurad skogsmark under perioden 1996-2013. Röda pilar anger att medianvärden på ANC är under 0, medan gröna pilar visar på ANC över 0. Pilarnas riktning indikerar ökad, oförändrad eller minskad ANC-nivå.

I den fördjupade utvärderingen för *Ingen övergödning 2015* (Naturvårdsverket, 2015) användes nitratkvävehalter i markvatten från Krondropps nätet för att visa på kväveretentionen i olika delar av landet. Det konstaterades att nitratkvävehalterna var mycket låga på merparten av skogsytorna i Sverige, men att halterna i sydvästra Sverige, framför allt i Skåne och Halland, ofta var kraftigt förhöjda. Detta innebär att i princip allt kväve tas upp i skogsmark i större delen av Sverige, men inte i den sydvästligaste delen, som är den del som tagit och tar emot mest kvävenedfall. Det konstaterades slutligen att detta medför en risk för utlakning till grund- och ytvatten i denna kväverika del av Sverige.

Referenser:

Naturvårdsverket, 2015. *Mål i sikte. Analys och bedömning av de 16 miljö kvalitetsmålen i fördjupad utvärdering. Volym 1. Naturvårdsverket Rapport 6662. Maj 2015.*

4.2 Obsyte-projektet

Mellan 1984 och 2013 har skoglig miljöövervakning bedrivits av Skogsstyrelsen på skogliga observationsytor (obsytor) mot bakgrund av larm om skogsskador runt om i Europa. De mätprogram som ingått är trädvitalitet, tillväxt, barr/bladkemi, markkemi, vegetation och på ett fåtal ytor även meteorologi. Parallellt med detta har mätningar inom Krondropps nätet gjorts på ett urval av obsytor samt på andra platser. Under 2014, efter att obsyte-programmet avslutats, har en utvärdering av verksamheten genomförts (Akselsson m.fl., 2015). Syftena var att dokumentera obsyte-verksamheten, utvärdera hur miljöövervakningsdata utnyttjats och vilka slutsatser som dragits baserat på resultaten, föreslå åtgärder för att främja det fortsatta användandet av data samt att sätta verksamheten i relation till framtida miljöövervakning i brukad skog.

Utvärderingen visade att Obsytor/Krondropps nätet tillsammans genererat ett stort antal rapporter och vetenskapliga artiklar. Under den första programperioden (1984-1996) var huvudsyftet att få en god bild av skogsskadornas utveckling över tiden, och utvärderingen visade att detta syfte uppnått. Mätningarna visade bland annat att skogsskadorna ökade i början av perioden, men att denna trend därefter avstannade. Under den andra programperioden (1995-2013) var huvudsyftet att belysa effekter av luftföroreningar på skog och skogsekosystem och att öka kunskapen om sambanden mellan skogens hälsotillstånd och luftföroreningar, marktillstånd, m.m. Detta syfte bedömdes enbart delvis vara uppnått, eftersom relativt få studier av orsakssamband genomförts. Några samband har dock påvisats, t.ex. ett negativt samband mellan kronutglesning och tillväxt och ett negativt samband mellan C/N-kvoten i humuslagret och kvävehalten i barr. Krondropps nätet bedömdes ha bidragit med vad som behövs för att studera orsakssamband enligt obsyte-programmets syfte.

Ett omfattande arbete med manualer och datahantering har gjort att datakvaliteten bedömdes vara god, speciellt för data från den andra perioden. Det krävs dock ett omfattande arbete för att säkra databaser och tillhörande information. Det konstaterades att det unika med Obsytor/Krondropps nätet är att hela kedjan från nedfall till påverkan på träd och mark mäts med god geografisk spridning, vilket möjliggör studier av orsakssamband. Avveckling av obsyte-programmet innebär minskade möjligheter att följa upp och förstå effekter av klimatförändringen,

luftföroreningar och skogsbruk på skog och mark, och därmed försämrade möjligheter att ge underlag till nationellt och internationellt policy-arbete. I utredningen förespråkades att Skogsstyrelsen återupptar obsyte-verksamheten i begränsad omfattning, på i storleksordningen 70 ytor, och att detta samordnas med mätningar inom Krondroppsnetet. Vidare föreslogs en ökad myndighetssamverkan för denna typ av miljöövervakning som skär över flera olika ansvarsområden.

Referenser:

Akselsson, C., Pihl Karlsson, G., Karlsson, P.E., Ahlstrand, J., 2015. Miljöövervakning på Obsytorna 1984-2013. Beskrivning, resultat, utvärdering och framtid. Skogsstyrelsen Rapport 1: 2015.

4.3 Branden i Västmanland

31 juli 2014 startade i Västmanland den största skogsbranden i modern tid i Sverige (Länsstyrelsen i Västmanland, 2014, Figur 25). Fem dagar senare, den 4 augusti, brann ca 14 000 ha, vilket blev den slutliga utbredningen av branden. Den 11 augusti rapporterades branden vara under kontroll. Det är dock svårt att finna uppgifter om när branden var slutligen släckt.



Figur 25. Ungefärlig utbredning av skogsbranden i Västmanland 2014 (röd cirkel) i relation till krondroppsytan Hyttskogen i Västmanland (svart kryss).

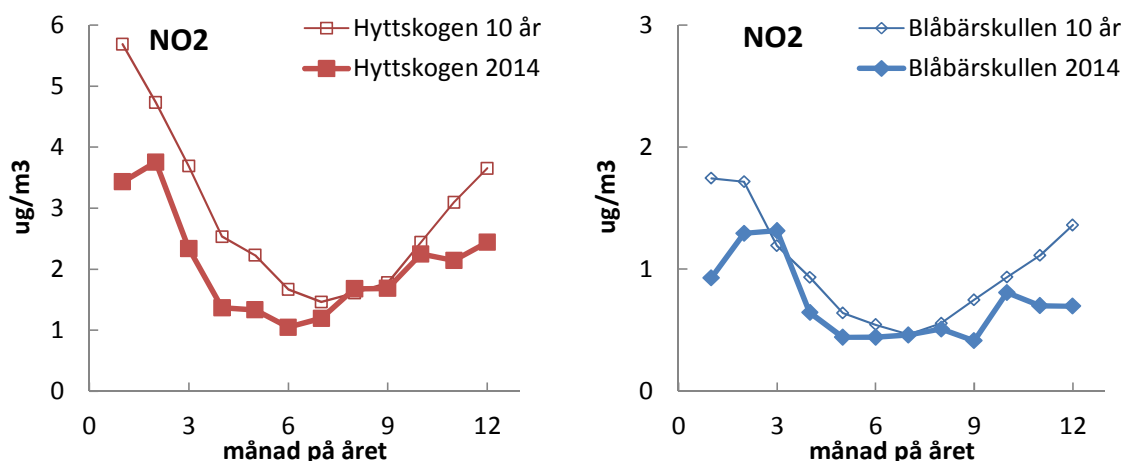
Spridningen av den förorenade luften från branden har analyserats av NILU med s.k. trajektorieanalys

(http://zardoz.nilu.no/~nina/NINA/FLEXPART_Vastmanland_forestfires_zoomut.gif). Analysen visar att den förorenade luften spred sig i huvudsak norrut, men att riktningarna hela tiden varierade mellan V/NV till Ö/NÖ.

Från ett globalt perspektiv, och vad gäller potentialen att påverka luftkvaliteten i ett större område, får branden i Västmanland betraktas som begränsad. I Ryssland brinner årligen 4-6 miljoner hektar skog (Goldammer m. fl., 2013). Om vindarna är de rätta, såsom under t ex året 2006, kan dessa ryska bränder påverka luftkvalitet och nedfall i hela norra Europa (Karlsson m. fl., 2013). Även om media rapporterat om brandluft i norra Sverige och norra Norge, kan det inte förväntas att branden i Västmanland på ett mätbart sätt påverkat luftkvaliteten på större geografiska avstånd.

Krondroppsytan Hyttskogen ligger i brandens närområde, ca 10-15 km rakt öster om brandområdet strax NV om Sala. Där mäts månadsvisa lufthalter av NO₂ och ozon, finansierat av Västmanlands Luftvårdsförbund. NILU:s trajektorieanalys visar att det förekom västlig vind vid några tillfällen under brandperioden, så augustimätningarna vid Hyttskogen borde till viss del varit påverkade av branden.

I Figur 26 visas månadsvisa lufthalter av NO₂ vid Hyttskogen i Västmanlands län och vid Blåbärskullen i Värmlands län för 2014, i jämförelse med 10 års medelvärden, för olika månader på året. Lufthalterna av NO₂ var under 2014 generellt lägre jämfört med medelvärdena för föregående 10-års period. Vid Hyttskogen förefaller dock månadshalterna under augusti, september och oktober vara förhöjda och i nivå med 10-årsmedelvärdena. Man skulle kunna tänka sig att de förhöjda halterna för dessa månader 2014 kunde bero på andra faktorer, t ex andra lokala källor i närområdet alternativt långdistanstransport. Motsvarande analys för Blåbärskullen, belägen i västra Värmland, ger dock inte lika tydlig bild av förhöjda lufthalter av NO₂ för augusti-oktober 2014. Det finns därför ett visst belägg för att branden i Västmanland skulle kunna ha orsakat en måttlig förhöjning av lufthalterna av NO₂ i närområdet. Vi har översiktligt analyserat lufthalter av olika ämnen vid andra platser i norra Sverige men inte funnit några tecken på påverkan på luftkvaliteten i augusti.



Figur 26. Månadsvisa lufthalter av NO₂ vid Hyttskogen i Västmanlands län och vid Blåbärskullen i Värmlands län för 2014, i jämförelse med 10 års medelvärden, för olika månader på året.

Referenser:

Goldammer, J.G., Stocks, B.J., Sukhinin, A.I., Ponomarev, E. 2013. Current Fire regimes, Impacts and Likely changes- II. Forest fires in Russia – Past and Current Trends. In: *Vegetation Fires and Global Change. Challenges for Concerted International Action. A White Paper directed to the United Nations and International Organizations. A publication by the Global Fire Monitoring Center (GFMC) edited by Johann Georg Goldammer. Remagen-Oberwinter, Germany. Kessel Publishing House, pp. 5-78.*

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., 2013. Biomass burning in eastern Europe during spring 2006 caused high deposition of ammonium in northern Fennoscandia. *Environmental Pollution* 176, 71-79.

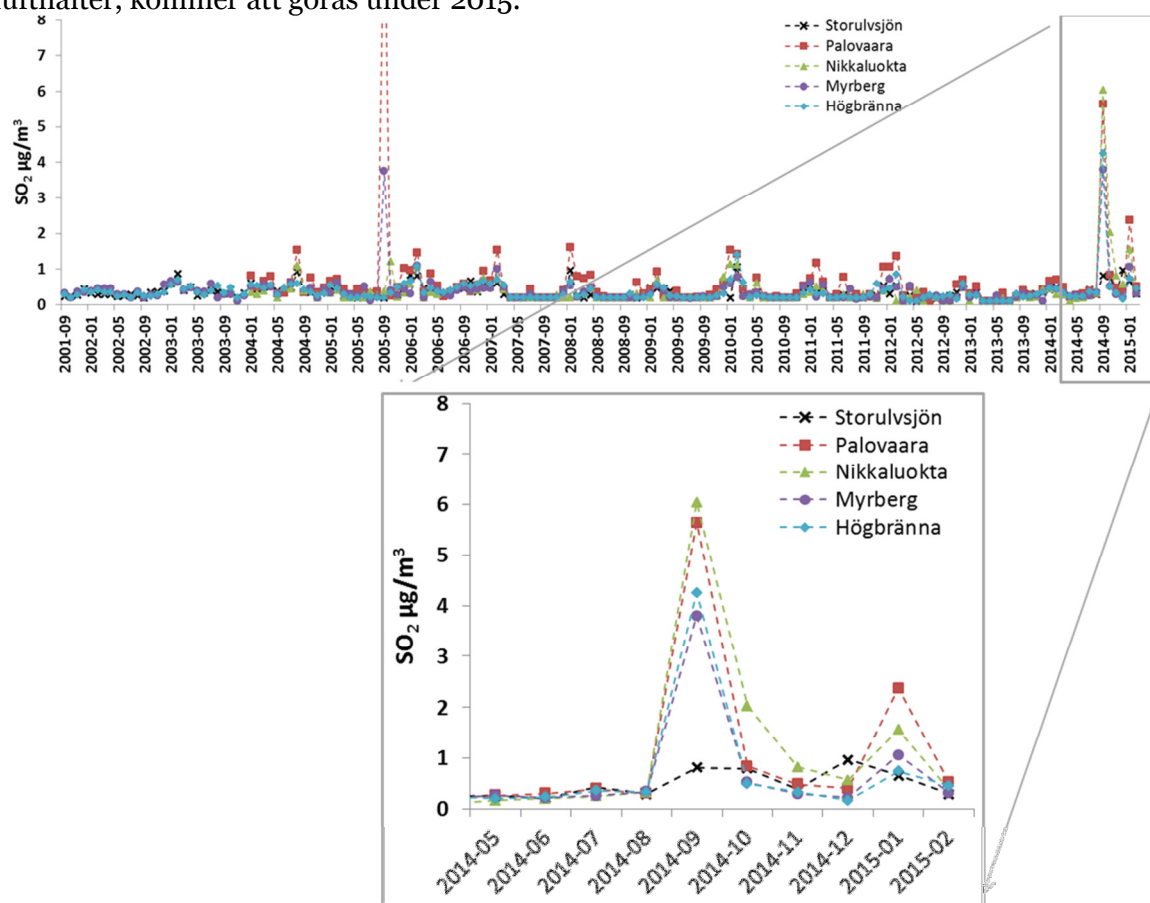
Länsstyrelsen i Västmanland, 2014. Skogsbranden i Västmanland 2014. EN DOKUMENTATION UTGIVEN AV LÄNSSTYRELSEN I VÄSTMANLANDS LÄN.

4.4 Vulkanutbrottet på Island

31 augusti 2014 inträffade ett vulkanutbrott på Island vid Holuhraun som pågick till 27 februari 2015. Mycket stora mängder lava strömmade ut och utbrottet var det största på Island sedan 1783. I marknivå i vulkanens närhet uppmättes svaveldioxidhalter på över 80 000 µg/m³. Röken från vulkanen i Holuhraun har enligt vissa beräkningar producerat mer svaveldioxid på ett halvår än hela Europas årliga samlade utsläpp, inklusive sjöfarten.

De månadsvisa lufthaltsmätningarna inom Krondroppsnetet och Luft- och Nederbördskemiska nätet visade på kraftigt förhöjda svaveldioxidhalter i norra Sverige i september 2014 samt i viss mån även under januari 2015, Figur 27. Även i norra Finland uppmättes mycket höga svaveldioxidhalter. Bara en gång tidigare, i september 2005 vid Palovaara, har lika höga svaveldioxidhalter uppmätts, då troligen orsakade av höga emissioner från ett nickelsmältverk i Nickel på Kolahalvön.

Även svaveldepositionen förefaller varit förhöjd under den aktuella perioden vid vissa mätstationer, inte bara i norra Sverige utan även längre söderut. En utförlig utredning av effekterna av vulkanutbrottet i olika delar av Sverige, både vad gäller nedfall och lufthalter, kommer att göras under 2015.



Figur 27. Månadsvisa lufthalter av SO₂ vid fem platser i norra Sverige inom Krondroppsnetet: Palovaara, Nikkaluokta och Myrberg i Norrbotten, Högrännan i Västerbotten samt Storulvsjön i Västernorrlands län. Den uppförstorade delen visar svavelhalterna under perioden maj 2014 till och med februari 2015.

Bilaga 1. Årets data i tabellform - deposition, lufthalter och markvatten.

Tabell B1:1. Medelvärde under **hydrologiskt år** samt **kalenderår** från mätningar av nedfall över **öppet fält** i Kalmar 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 →										
Ottenby	13/14	524	0,06	2,8	2,3	9,7	2,4	2,5	2,4	1,1	5,8	2,0	0,08
Rockneby	13/14	428	0,04	2,1	1,9	3,9	2,1	3,4	1,3	0,5	2,4	1,8	0,06
Ottenby	2013	423	0,05	2,1	1,8	7,2	2,1	2,6	1,8	0,8	4,2	1,6	0,06
Rockneby	2013	478	0,05	1,8	1,7	2,6	2,0	2,4	0,8	0,3	1,7	0,9	0,07

Tabell B1:2. Öppet fältdata från Kalmar län för ytor där organiskt kväve analyserats, **hydrologisk årsdeposition** samt **kalenderårsdeposition**. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO₃-N + NH₄-N) och (orgN = Kj-N - NH₄-N)

Lokal	Period	Nedb	oorg N	org N
		mm	kg/ha →	
Ottenby	13/14	524	4,9	1,0
Rockneby	13/14	428	5,4	
Ottenby	2013	423	4,7	
Rockneby	2013	478	4,4	1,0

Tabell B1:3. Krondroppsdata från Kalmar län, **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 →										
Ottenby	13/14	411	0,02	3,9	2,6	28,6	1,5	2,7	5,9	3,6	14,0	25,5	0,13
Rockneby	13/14	312	0,02	2,3	1,7	12,7	1,1	2,3	4,2	1,8	5,7	15,3	0,98
Risebo	13/14	399	0,03	1,4	1,1	6,7	0,7	0,9	2,0	1,0	3,4	12,3	0,19
Alsjö	13/14	493	0,03	2,5	2,0	12,0	0,9	2,4	2,9	1,5	6,4	12,1	1,47
Ottenby	2013	332	0,03	3,1	2,0	23,3	1,7	2,3	5,1	2,9	11,1	20,7	0,11
Rockneby	2013	344	0,03	1,9	1,4	10,6	1,6	1,5	4,4	1,9	4,8	12,2	1,21
Risebo	2013	317	0,03	1,0	0,7	5,4	0,8	0,4	1,9	0,9	2,5	10,3	0,18
Alsjö	2013	388	0,03	1,6	1,2	9,8	0,9	1,1	2,7	1,3	4,8	9,3	1,54

Tabell B1:4. Krondroppsdata från Kalmar län för ytor där organiskt kväve analyserats, **hydrologisk årsdeposition** samt **kalenderårsdeposition**. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO₃-N + NH₄-N) och (orgN = Kj-N - NH₄-N)

Lokal	Period	Nedb	oorg N	org N
		mm	kg/ha	→
Ottenby	13/14	411	4,2	2,9
Rockneby	13/14	312	3,4	3,0
Risebo	13/14	399	1,6	1,4
Alsjö	13/14	493	3,3	2,3
Ottenby	2013	332	4,0	2,4
Rockneby	2013	344	3,1	2,6
Risebo	2013	317	1,1	1,1
Alsjö	2013	388	2,0	2,4

Tabell B1:5. Lufthalter medelvärden i Kalmar län, diffusionsprovtagning, µg/m³.

Lokal	Period	SO ₂ µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	NH ₃ µg/m ³	O ₃ µg/m ³
Ottenby (H 01 A)					
Mv hydr. år	1310-1409	1,1	4,2	-	-
Mv kal. år	1301-1312	0,9	3,7	-	-
Mv sommar	1404-1409	-	-	0,8	68
Rockneby (H 03 B)					
Mv hydr. år	1310-1409	0,6	2,1	-	-
Mv kal. år	1301-1312	0,4	2,0	-	-
Mv sommar	1404-1409	-	-	1,4	-
Risebo (H 21 A)					
Mv hydr. år	1310-1409	0,4	1,1	-	-
Mv kal. år	1301-1312	0,2	1,2	-	-
Mv sommar	1404-1409	-	-	0,7	-

Tabell B1:6. Markvattendata från Kalmar län. Mätningar efter vegetationssäsongen 2013 samt före, under och efter vegetationssäsongen 2014. 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 →															
Ottenby (H 01 A)	2013-12-05	4,2	-	0,496	3,85	10,13	<0,005	0,034	8,51	1,27	11,32	<0,10	0,033	1,600	1,600	6,800	116,7	4,5	
	2014-04-24	4,3	-	0,285	2,59	12,50	0,139	<0,030	5,90	1,05	9,78	0,12	0,036	2,400	1,100	5,000	80,0	4,7	
	2014-09-29	4,1	-	0,341	4,89	12,76	<0,005	<0,030	8,66	1,08	11,13	0,05	<0,030	1,300	1,700	6,400	110,4	4,2	
	2014-11-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median	4,2		0,335	3,82	13,52	<0,01	<0,03	8,58	1,21	10,92	0,11	0,034	2,03	1,6	6,6	113,5	4,7	
<i>n</i> =	8		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	8	7		
Rockneby (H 03 B)	2013-11-06	5,1	-	0,032	12,61	35,45	<0,005	<0,030	4,38	3,22	30,56	0,23	<0,030	0,016	0,740	0,980	7,6	9,0	
	2014-04-30	4,9	-	-0,021	8,84	22,78	<0,005	<0,030	3,62	2,40	18,16	0,20	0,058	0,015	0,710	1,000	7,2	7,4	
	2014-09-10	5,2	-	0,049	15,81	43,43	<0,005	<0,030	5,24	3,71	38,90	0,06	<0,030	<0,010	0,869	0,950	4,9	8,8	
	2014-11-05	5,2	-	-0,009	17,83	73,89	<0,005	<0,020	6,00	4,63	57,60	0,10	<0,030	<0,010	1,040	1,200	6,1	8,9	
	median	5,1		0,012	8,94	29,31	<0,005	<0,03	4,19	2,75	23,94	0,24	0,026	0,016	0,783	1,1	7,4	8,9	
<i>n</i> =	8		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		
Risebo (H 21 A)	2013-11-04	5,6	-	0,191	0,23	3,59	<0,003	<0,030	2,31	0,99	1,67	1,42	0,038	0,280	0,100	1,200	-	36	
	2014-04-28	5,6	0,035	0,182	0,43	1,03	<0,005	<0,030	1,74	0,86	1,45	0,70	<0,030	0,340	0,050	1,000	22,1	52	
	2014-09-02	5,7	-	0,246	0,34	2,10	<0,005	<0,030	2,53	1,08	1,60	1,66	0,037	0,330	-	1,200	-	-	
	2014-11-03	6,0	0,051	0,204	0,67	3,83	<0,005	<0,030	2,77	1,34	1,96	0,77	<0,030	0,250	0,050	0,750	24,1	78	
	median	5,7		0,225	0,43	1,5	<0,005	<0,03	2,53	1,06	1,6	1,11	<0,03	0,33	0,06	1,2	24,1	57	
<i>n</i> =	7		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	5	6		
Alsjö (H 22 A)	2013-11-04	4,9	-	0,055	0,78	4,55	<0,003	-	1,36	0,46	2,68	0,41	0,116	-	-	-	-	-	
	2014-04-28	4,8	-	-0,032	2,54	5,78	<0,005	<0,030	1,07	0,71	4,04	0,09	0,108	0,019	0,720	1,100	9,1	2,2	
	2014-09-01	4,9	-	-0,012	2,39	3,51	<0,005	<0,030	0,84	0,53	3,40	0,14	0,081	0,028	0,440	0,860	8,2	2,8	
	2014-11-03	4,8	-	-0,029	2,52	3,89	<0,005	<0,030	0,90	0,58	3,28	0,10	0,085	0,015	0,620	0,940	7,9	2,1	
	median	4,8		-0,032	2,52	5,78	<0,005	<0,03	1,07	0,71	4,04	0,11	0,116	0,03	0,761	1,195	8,2	2,2	
<i>n</i> =	7		7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6		



IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm
Tel: 08-598 563 00 Fax: 08-598 563 90
www.ivl.se