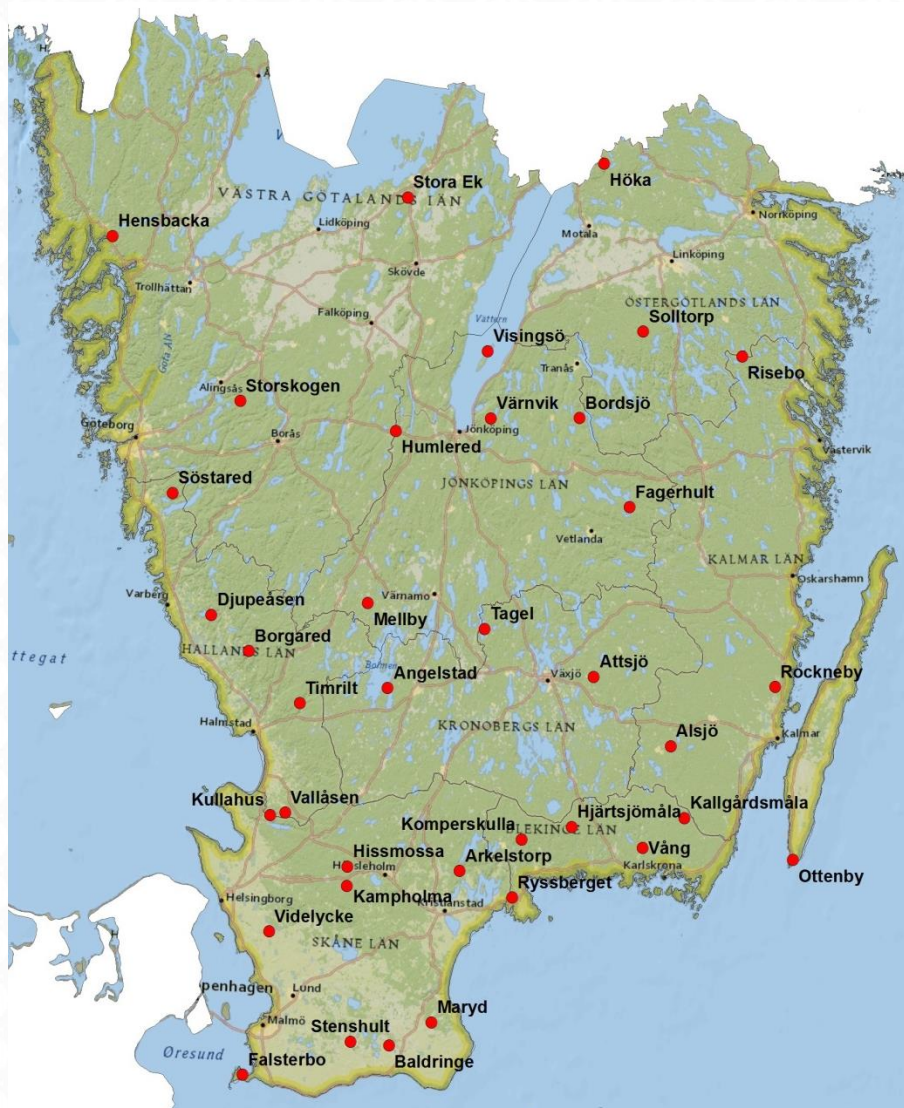




Nr C 236
April 2017



Krondroppsnetet i södra Sverige - övervakning av luftföroreningar och dess effekter i skogsmiljön

Resultat till och med september 2016

Gunilla Pihl Karlsson, Cecilia Akselsson*, Sofie Hellsten & Per Erik Karlsson

*Lunds universitet



På uppdrag av: Luftvårdsförbunden i Blekinge, Jönköpings, Kalmar, Kronobergs, Skåne och Östergötlands län samt Länsstyrelserna i Hallands och Västra Götalands län

Författare:

Medel från: Luftvårdsförbunden i Blekinge, Jönköpings, Kalmar, Kronobergs, Skåne och Östergötlands län samt Länsstyrelserna i Hallands och Västra Götalands län

Framtagning av framsida: Sofie Hellsten (IVL)

Rapportnummer C 236

ISBN 978-91-88319-55-5

Upplaga Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2017

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

Tel 010-788 65 00 // Fax 010-788 65 90 // www.ivl.se

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

Förord

På uppdrag av Luftvårdsförbunden i Blekinge, Jönköpings, Kalmar, Kronobergs, Skåne och Östergötlands län samt Länsstyrelserna i Hallands och Västra Götalands län redovisas resultaten från 2015/16 års mätningar inom Krondropps nätet, tillsammans med tidigare års resultat, i en för södra Sverige sammanhållen regional rapport. I rapporten redovisas även andra relaterade projekt samt aktuella händelser från 2016, som är relevanta ur Krondropps nätet synvinkel. Dessutom beskrivs kortfattat några projekt, med anknytning till Krondropps nätet, som är på gång under 2017.

Sammanfattning

I denna andra omgång av årsrapporter inom Krondroppsnätets Program 2015-2020 fokuserar vi på en analys av hur atmosfäriskt nedfall, och effekterna på markvattenkemi, av försurande och övergödande ämnen har förändrats under de senaste 19 åren. Vi redovisar denna analys såväl nationellt som för södra Sverige separat. Vi visar även resultaten för samtliga mätstationer i södra Sverige var för sig i Bilaga 1.

De europeiska utsläppen till luft av svavel har minskat med nästan 90 % mellan 1990 och 2014. Motsvarande minskning för kväveoxider är drygt 50 %. Sverige har minskat sina utsläpp i ungefär samma omfattning. Mer problematiskt är det med ammoniak, där Europas utsläpp endast minskat 24 % och Sveriges utsläpp knappt förändrats alls. Lufthalterna av svavel- och kväveoxider på olika platser i Sverige har generellt minskat i samma utsträckning som rapporterade utsläppsminskningar, vilket utgör en värdefull bekräftelse av metodiken för svensk och europeisk utsläppsrapportering.

De minskade svavelutsläppen i Europa har kraftigt reducerat svavelnedfallet i Sverige sedan slutet av 1980-talet. I de högst belastade sydvästra delarna av södra Sverige har nedfallet minskat från omkring 20 till under 4 kg per hektar och år. Under det hydrologiska året 2015/16 understeg svavelnedfallet 1 kg per hektar och år på flertalet mätplatser i Sverige. En bidragande orsak till den låga nivån på nedfallet 2015/16 var de låga nederbörds mängderna i stora delar av landet.

Effekterna av det minskade svavelnedfallet syns även tydligt i minskade svavelhalter i markvattnet på 50 cm markdjup vid flertalet platser i Sverige, även om svavelprocesser i marken gör att minskningen ofta inte är lika kraftig som nedfallsminskningen.

Markvattnet är dock fortfarande försurat på många platser, framför allt i stora delar av södra Sverige. Den syraneutraliserande förmågan, ANC, har varit negativ på flertalet platser under den senaste treårsperioden, och pH har varierat från mycket surt, mindre än 4.4, på flera av platserna i söder, till över 5.2 på några platser i de mellersta/norra delarna av södra Sverige. Ungefär hälften av mätplatserna i södra Sverige visar på en signifikant, men långsam, återhämtning från försurning. Den långsamma återhämtningen beror dels på frigörelse av tidigare i marken adsorberat svavel (svavel-desorption), dels på att vittringen, som är den process som motverkar försurningen, generellt är långsam i de relativt näringsfattiga moränmarker som finns i södra Sverige.

Det samlade nedfallet av oorganiskt kväve (nitrat + ammonium), uppmätt som våtdeposition på öppet fält, har under perioden mellan 1996/97 och 2015/16 minskat statistiskt säkerställt vid 7 av 24 platser i Sverige. Av de 10 platserna i södra Sverige minskade våtdepositionen av kväve vid två av dessa. Beräknat totalt nedfall av oorganiskt kväve, som summan av torr- och våtdeposition till skogsmark, har för de tre senaste hydrologiska åren överskridit den kritiska belastningen för barrskog, 5 kg N/ha/år, i hela södra och drygt hälften av mellersta Sverige. Även den kritiska belastningen för lövskog, 10 kg N/ha/år, överskrids i stora delar av sydvästra Sverige, där lövskogsandelen är hög. Överskridanden kan leda till påverkan på markvegetationen i skogsekosystemen, samt risk för läckage av nitrat till yt- och grundvatten.

Nitrat förekommer dock hittills sällan i markvattnet i ostörda skogsekosystem, förutom i de sydvästligaste delarna av Sverige. Som våra mätningar i södra Sverige inom Krondroppsnätet visat kan dock halterna av nitrat öka till ganska höga nivåer i markvattnet efter relativt begränsade stormskador.

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	4
1 Inledning	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Metoder	7
1.3 Mätplatser	9
1.4 Hur används resultaten?	9
2 Minskande utsläpp och lufthalter av svavel och kväve	10
2.1 Betydelsen av långväga transporterade luftföroreningar	10
2.2 Utsläppsminskningar	11
2.3 Minskar lufthalterna av svavel och kväve över Sverige som förväntat?	11
3 Tillståndet i skogsmiljön i Sverige	15
3.1 Sammanfattning av väderläget det hydrologiska året 2015/16.....	15
3.2 Nederbörd	16
3.3 Försurning	17
3.4 Övergödning.....	21
4 Tillståndet i skogsmiljön i södra Sverige	24
4.1 Vad händer med försurningen av skogsekosystemen i södra Sverige?	24
4.1.1 Svavelnedfallet i södra Sverige – effekter av emissionsminskning och vädervariationer	25
4.1.2 Markvattnet reagerar långsamt på minskat svavelnedfall	27
4.2 Övergödningsproblematiken i skogsmiljön i södra Sverige.....	31
4.2.1 Små förändringar i kvävenedfall	31
4.2.2 Kväve förekommer i markvattnet längst i sydväst och i samband med störningar	33
5 Aktuellt 2016.....	35
5.1 Temarapporten om vulkanutbrottet och dess effekter	35
5.2 Har sänkt svavelinnehåll i fartygsbränsle fortsatt gett bättre luftkvalitet?	37
5.3 Krondroppsnätet som bas för ekosystemforskning	39
5.3.1 Effekter av skogsbruk på ekosystemtjänster i skogen	39
5.3.2 Effekter av stormskador på mark- och markvattenkemi	40
5.4 Halt i mossa – nedfall, metaller, svavel och kväve – NV-rapport	40
5.5 Miljöövervakningsdagarna, Kiruna.....	41
5.6 Publikationer/rapporter under 2016.....	44
5.6.1 Vetenskaplig artikel om Lamb Weather Types	44
5.6.2 Nytt nationellt miljöövervakningsprogram 2017	45
6 Vad är på gång 2017?	46
6.1 Vad händer efter 2020? - förstudie.....	46
6.2 RUT-försök.....	46
7 Referenser.....	47

Bilaga 1. Stationsvis redovisning.....	48
B1. Blekinge	48
B2. Hallands län.....	54
B3. Jönköpings län	62
B4. Kalmar län	68
B5. Kronobergs län.....	76
B6. Skåne län.....	81
B7. Västra Götalands län.....	94
B8. Östergötlands län.....	100

1 Inledning

Sedan 1985 har Krondroppsnetet följt utvecklingen av lufthalter, nedfall (på öppet fält och som krondropp) och markvattenkemi i skogen och studerat dess effekter på mark och vatten i Sverige. Idag sker mätningar på 63 mätplatser fördelade över hela landet.

Resultaten från Krondroppsnetet används i stor utsträckning inom den regionala, lokala samt den nationella miljöövervakningen bl.a. för att följa upp de svenska miljökvalitetsmålen, framför allt: *Bara Naturlig Försurning* och *Ingen Övergödning*.

Förutom sin starka koppling till den regionala och nationella miljöövervakningen är Krondroppsnetet även väl förankrat i forskningen bl.a. kring försurning och övergödning av skogsekosystemen.

1.1 Bakgrund

Mätprogrammet Krondroppsnetet har sedan 1985 följt utvecklingen av lufthalter och atmosfäriskt nedfall av luftföroreningar i skogen och dess effekter på mark och vatten i Sverige.

Krondroppsnetet drivs av IVL Svenska Miljöinstitutet i samarbete med Lunds universitet.

Programmets fokus är att utifrån länsbaserade nedfalls-, markvatten- samt lufthaltsmätningar ge kunskap om regional belastning av luftföroreningar med avseende på bland annat försurning, övergödning och marknära ozon.

Krondroppsnetet drivs främst med länsvis finansiering från luftvårdsförbund och länsstyrelser, men även via finansiering från enskilda företag. Även Naturvårdsverket bidrar med finansiering, främst vad gäller mätningar av nederbörd och torrdeposition på öppet fält. Årets rapportering är den andra i nuvarande samarbetsprogram, "Program 2015" (2015-2020) och görs i år i form av tre rapporter som tillsammans täcker hela landet: södra, mellersta och norra Sverige där resultaten analyseras för de senaste 19 åren. Detta för att samtidigt omfatta långa tidsserier och många platser. I varje rapport finns även en samlad analys av luftföroreningssituationen i Sverige samt några gemensamma kapitel om olika aktuella frågor, publikationer och händelser under 2016 samt vad som är på gång under 2017 inom Krondroppsnetet. Slutligen redovisas länsvis årliga mätresultat för alla mätplatser i Bilaga 1.

1.2 Metoder

De metoder som används för att mäta lufthalter, nedfall samt markvatten illustreras i Figur 1. Nedfall av luftföroreningar mäts månadsvis inom Krondroppsnetet, på öppet fält, i skog under krontak (krondropp) samt med hjälp av strängprovtagare under tak. Mätningarna redovisas för hydrologiska år d.v.s. från oktober ena året till och med september påföljande år.

Nedfall av luftföroreningar sker i huvudsak via två olika processer, våt- respektive torrdeposition. Våtdeposition är helt knuten till nederbörden och består av olika ämnen lösta i regndropparna. Torrdeposition sker oberoende av nederbörden och beror av att olika gasformiga eller partikelbundna ämnen adsorberas till olika ytor i ekosystemen. Regnet sköljer sedan dessa

adsorberade ämnen till marken. Vissa torrdeponerade ämnen kan dock till viss del tas upp direkt i trädkronorna, se nedan.

Mätningarna av nedfall på det öppna fältet speglar huvudsakligen våtdepositionen. Dock fastnar en mindre mängd torrdeposition på provtagningsutrustningen. Mätningarna under trädkronorna (krondroppsmätningarna) speglar utöver våtdepositionen även torrdepositionen, det vill säga luftföroreningar som i gasform eller partikelburet transporterats med vinden och fastnat i trädkronorna. Vissa ämnen, t ex kväve och baskatjoner, samverkar med trädkronorna så att de antingen tas upp eller läcker ut från blad och barr. Därför kompletteras nedfallsmätningarna vid 10 mätplatser i landet med strängprovtagare för att få ett bättre mått på torrdepositionen av de ämnen som interagerar med trädkronorna.

Lufthaltsmätningar av svaveldioxid, kvävedioxid, ammoniak och ozon bedrivs med hjälp av diffusionsprovtagare som kvantitativt absorberar den gas som mäts och som ger en medelhalt för den period som de exponerats.

För att undersöka effekter av nedfallet i skogsmarken mäts även kemin i vattnet under trädens rötter (markvattnet). Markvattenmätningar bedrivs med lysimetrar som med hjälp av undertryck suger vatten från 50 cm djup via ett fint, keramiskt filter. Markvattenprovtagning utförs normalt tre gånger per år för att representera förhållandena före, under samt efter vegetationsperioden. Vid enstaka provtillfällen är det dock för torrt i marken för att det ska gå att få upp något markvattenprov.

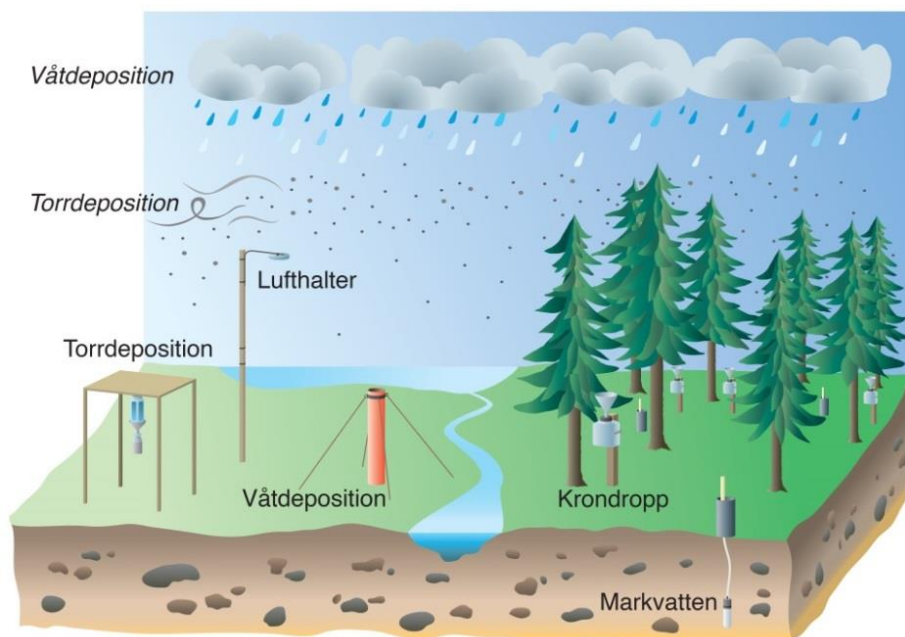


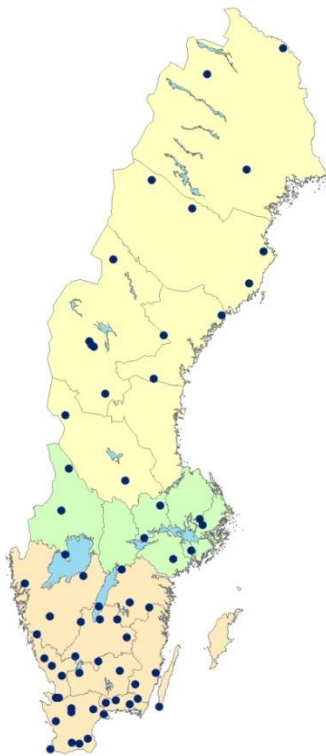
Illustration: Bo Reinerdahl

Figur 1. Inom Krondroppsnätet mäts lufthalter, våt- och torrdeposition samt markvattenkemi. Lufthalter mäts 3 meter över mark. Nedfallet till skogen består av våt- och torrdeposition och mäts dels på öppet fält, dels under trädkronorna som krondropp. Vissa ämnen samverkar med trädkronorna, och därför används även strängprovtagare för att kunna bestämma torrdepositionen av dessa ämnen. Markvattnet provtas på 50 cm djup.

Allt arbete inom Krondroppsnätet, från provtagning till kemisk analys, validering och databearbetning, utförs enligt väl utarbetade rutiner, och laboratorerna har ackreditering för de analysmetoder som används. Detta ger en hög kvalitet på data och garanterar att data från olika platser och från olika år är direkt jämförbara.

1.3 Mätplatser

Genom åren har antalet mätplatser inom Krondroppsnätet varierat, som mest fanns i mitten av 1990-talet cirka 185 mätplatser. Då övervakningen bedrivs i brukad skog har mätplatser flyttats vid avverkning eller andra händelser som påverkat mätplatserna. Idag omfattas Krondroppsnätet av 63 mätplatser fördelade över hela Sverige, se Figur 2. Mätningarna startade redan 1985 och därför finns numera för några platser i landet mätserier för drygt 30 år.



Figur 2. Krondroppsnätets mätplatser under 2015/16. De färgade områdena anger indelningen för årets regionala rapporter.

Mätningar under trädkronor (krondroppsmätningarna), bedrevs vid 54 mätplatser medan markvattenkemiska mätningar bedrevs vid 56 mätplatser under 2015/16 i landet. Mätningar av nederbörd på öppet fält bedrevs vidare vid 32 mätplatser och lufthaltsmätningar av svaveldioxid, kvävedioxid, ammoniak och ozon vid 20 mätplatser.

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

1.4 Hur används resultaten?

Resultaten från Krondroppsnätet används i stor utsträckning inom den länsvisa, den regionala samt den nationella miljöövervakningen bl.a. för att följa upp de svenska miljö kvalitetsmålen (miljömål), framför allt: *Bara Naturlig Försurning* och *Ingen Övergödning*. Nedfallsdata används för indikatorerna: "Nedfall av svavel" och "Nedfall av kväve" som bland annat används inom miljömålet *Bara naturlig försurning* och både nedfalls- och markvattenkemiska data används i de

fördjupade utvärderingarna av *Bara Naturlig Försurning* och *Ingen Övergödning*. Förutom ovan nämnda miljömål berör aktiviteterna inom Krondroppsnetet även miljömålen *Frisk Luft*, *Levande sjöar och vattendrag*, *Grundvatten av god kvalitet*, *Levande skogar* samt *Storslagen fjällmiljö*.

Mätningarna inom Krondroppsnetet används även vid tillståndsprövningar och för en del företag även som recipientkontroll för utsläpp till luft. I vissa län används även de samordnade mätningarna för att i viss mån ersätta enskilda industriers krav på recipientkontroll.

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, för att fördjupa underlaget för miljömålsuppföljningen.

Förutom sin starka koppling till den regionala och nationella miljöövervakningen är Krondroppsnetet även väl förankrat i forskningen bl.a. kring försurning och övergödning av skogsekosystemen. Noggranna och enhetliga mätningar under lång tid har gjort det möjligt att genomföra detaljerade studier av luftföroreningars effekter på skog, mark, vatten och vegetation. På ett tidigt stadium kan man fånga upp effekter på miljön i skogen orsakade av såväl lokala som långväga föroreningar. Genom att mätningarna inom Krondroppsnetet är nationellt samordnade, och bedrivs med samma metoder överallt, kan de användas för att beskriva tidsutvecklingen för olika miljöindikatorer såväl regionalt som nationellt. Mätserierna, som är bland de längsta i Europa, används för att beskriva tidsutvecklingen för olika miljöindikatorer och möjliggör studier av långsiktiga trender. Data från Krondroppsnetet bidrar även till utvecklingen av modeller, med målet att kunna förutsäga den framtida utvecklingen, inte minst i perspektivet av pågående klimatförändringar som kan medföra stora förändringar vad gäller försurnings- och övergödningens problematik.

Data från Krondroppsnetet är fritt tillgängliga från Krondroppsnetets hemsida: <http://www.krondroppsnetet.ivl.se/>. På hemsidan finns även kontaktuppgifter.

2 Minskande utsläpp och lufthalter av svavel och kväve

Utsläppen av svavel från Europa var nästan 90 % lägre 2014 jämfört med 1990. Motsvarande minskning för kväveoxider var drygt 50 %. Sverige har minskat sina utsläpp i ungefär samma utsträckning. Mer problematiskt är det med ammoniak, där Europas utsläpp endast minskat 24 % och Sveriges utsläpp knappt förändrats alls sedan 1990. Lufthalterna av svavel och kväveoxider på olika platser i Sverige har generellt minskat i samma utsträckning som rapporterade utsläppsminskningar, vilket utgör en värdefull bekräftelse av metodiken för utsläppsrapportering.

2.1 Betydelsen av långväga transporterade luftföroreningar

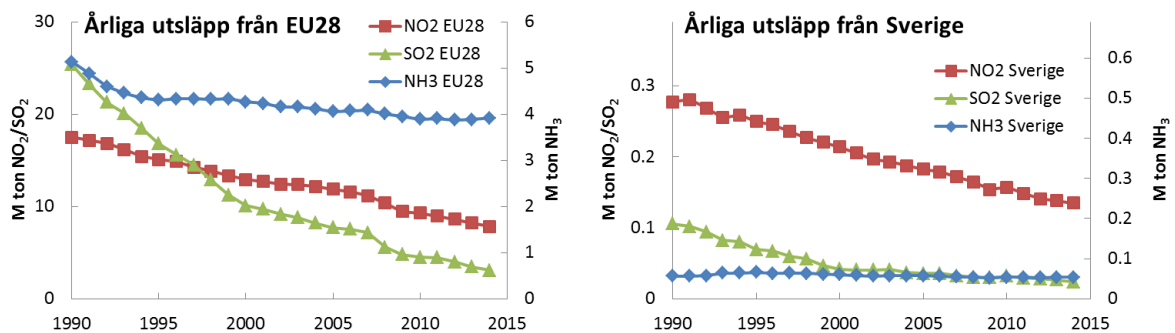
Luftföroreningsbelastningen i de svenska skogarna bestäms till stor del av långväga transporterade luftföroreningar från kontinentala och södra Europa, men även av transporter globalt över hela norra halvklotet. Belastningen från dessa långväga transporterade föroreningar, i kombination

med kritiska belastningsgränser, avgör hur mycket utrymme det finns när det gäller lokala utsläpp av luftföroreningar. Därför är det motiverat att inom regional miljöövervakning även analysera förändringar i den storskaliga luftföroreningssituationen.

2.2 Utsläppsminskningar

De samlade utsläppen av oxiderat svavel (SO_x) från EU minskade med 88 % under perioden 1990-2014 (Figur 3). Den globala ekonomiska nedgången, som startade under senare delen av 2008, gav ett visst utslag i utsläppsstatistiken. Motsvarande minskningar vad gäller utsläppen av oxiderat svavel från Sverige var 77 % mellan 1990 och 2014.

Utsläppen av oxiderat kväve (NO_x) från EU har minskat i mindre utsträckning, 55 % fram till år 2014. Motsvarande värde för Sverige var 51 % minskning. Vad gäller utsläppen av reducerat kväve (NH_3) föreligger en viss skillnad mellan Sverige och EU. EU minskade sina utsläpp med 24 % mellan 1990 och 2014 medan Sverige minskade sina utsläpp av NH_3 med endast 5 % under samma period. Sveriges utsläpp av NH_3 ligger dock proportionerligt mycket lågt, jämfört med de samlade utsläppen från EU.



Figur 3. Årliga utsläpp av oxiderat svavel (SO_2) samt oxiderat (NO_2) och reducerat kväve (NH_3) från Europeiska Unionen, EU28 (vänster diagram) och från Sverige (höger diagram). Källa: www.EMEP.int
Observera att skalan för NH_3 ligger på högra y-axeln och att skalorna på y-axlarna vad gäller diagrammet för Sverige ligger ca hundra gånger lägre än i diagrammet för EU28.

2.3 Minskar lufthalterna av svavel och kväve över Sverige som förväntat?

Metoder för rapportering av utsläpp involverar betydande osäkerheter och det är därför värdefullt att analysera om uppmätta lufthalter minskar i den utsträckning som kan förväntas utifrån rapporterade utsläppsminskningar.

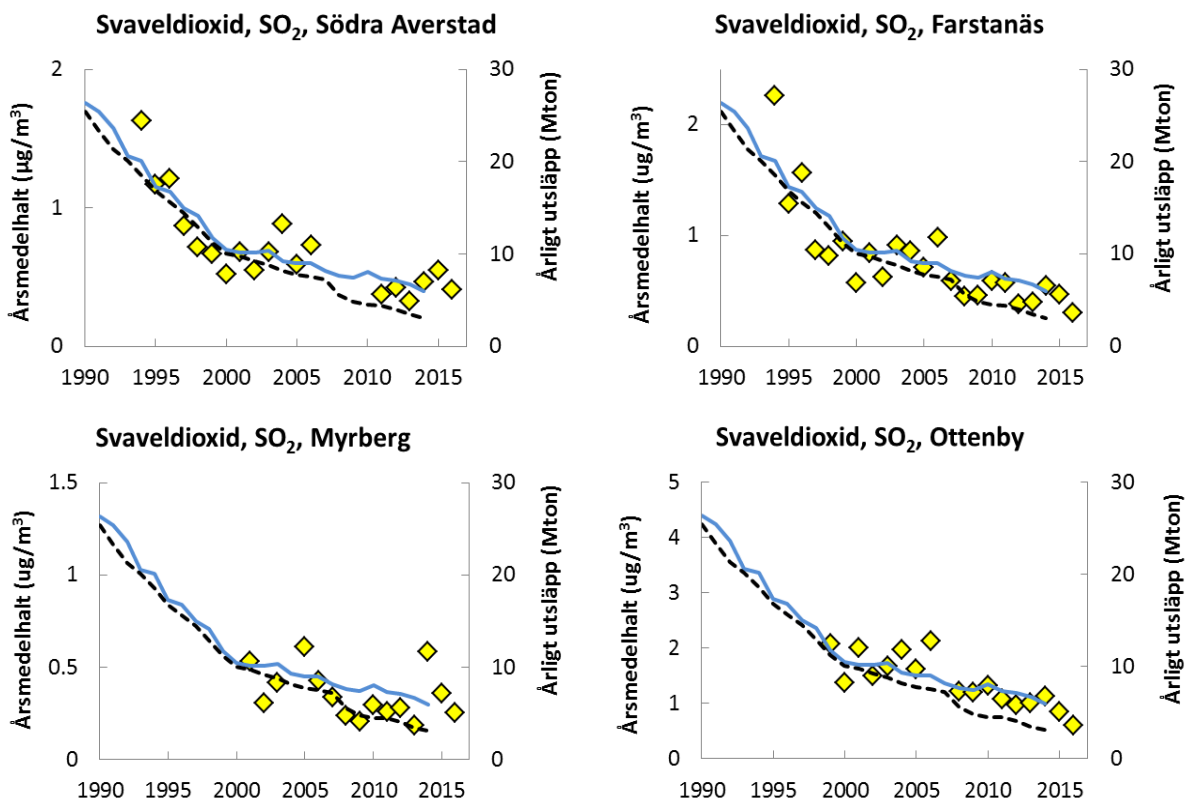
I Figurerna 4 respektive 5 visas årsmedelhalter (hydrologiskt år) av svaveldioxid (SO_2) och kvävedioxid (NO_2) från fyra olika mätplatser inom Krondroppsnetet, se karta nedan. Södra Averstad i Värmlands län och Farstanäs i Stockholms län har bland de längsta mätserierna, med data från 1994. Dessutom visas data för en plats i Norrbottens län, Myrberg, samt data från Ottenby på Ölands södra udde. Data från Ottenby visas eftersom denna mätplats är starkt påverkad av utsläpp från fartygstrafiken på Östersjön.



Som jämförelse visas i figurerna även den årliga utvecklingen när det gäller utsläpp av SO₂ respektive NO₂ från Sverige och ifrån Europa som helhet (EU28), vilka är samma data som visats ovan i Figur 3. Skalorna för såväl lufthalter som utsläpp är valda så att de så långt möjligt sammanfaller i början av mätserierna. När det gäller skalorna för emissionerna är Sveriges utsläpp avseende SO₂ multiplicerat med en faktor 250 och för NO₂ multiplicerat med en faktor 62. Detta för att ligga på liknande nivå som utsläppen för EU28.

Tidsutvecklingen vad gäller utsläpp av SO₂ för såväl Sverige som Europa uppvisar två faser, med en snabb minskning fram till ca år 2000 och därefter en långsammare minskning, Figur 4. Lufthalterna av SO₂ vid Södra Averstad och Farstanäs visar en liknande utveckling över tid, med en möjligen ännu mer utpräglad skillnad mellan de olika faserna. I norra Sverige (Myrberg) har nedgången under 2000-talet varit mindre och påverkats b.l. a. av vulkanutbrott på Island, Figur 4.

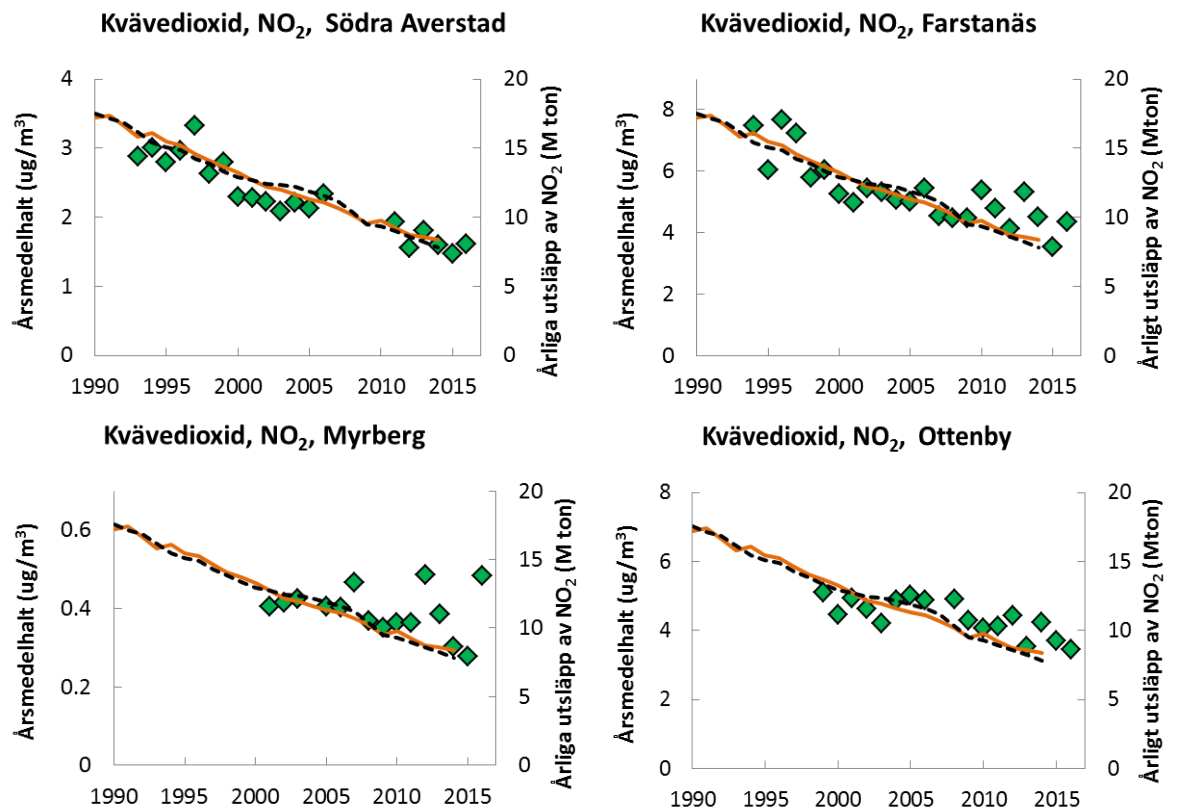
Tidsutvecklingen vad gäller lufthalter efter år 2000 förefaller i större utsträckning följa den långsammare nedgången vad gäller utsläpp av SO₂ från Sverige, jämfört med den för EU28. Lufthalterna av SO₂ vid Ottenby i relation till minskade utsläpp av svavel från fartygstrafiken analyseras mer i detalj i Kapitel 5.2 nedan.



Figur 4. Årsmedelhalter av svaveldioxid (SO₂, hydrologiska år) för fyra olika platser inom Krondroppsnetet (gula symboler, vänstra y-axeln). För jämförelse visas även rapporterade årliga utsläpp av oxiderat svavel (SO₂) från Europeiska Unionen, EU28 (svart streckad linje, högra y-axeln) och från Sverige (blå linje, högra y-axeln). För att underlätta jämförelser är Sveriges utsläpp multiplicerat med en faktor 250. Källa för utsläpp: EMEP.

◆ lufthalt SO₂
 — SE Utsläpp SO₂ *250
 - - - EU28 Utsläpp SO₂

De rapporterade årliga utsläppen av NO₂ uppvisar en linjär nedgång över perioden 1990-2014. Utvecklingen för Sverige och Europa är mycket likartad, vilket gör att linjerna ligger på varandra i Figur 5. De uppmätta lufthalterna av NO₂ har även de minskat i stort sett linjärt, i synnerhet vid Södra Averstad i Värmlands län vid Väneren. Vid Farstanäs, söder om Södertälje, och vid Ottenby på Ölands södra udde har inte lufthalterna av NO₂ minskat under senare åren i samma utsträckning som rapporterade utsläppsminskningar. Det kan bero på att lufthalterna av NO₂ vid dessa platser är påverkade av lokala källor, t ex fartygstrafiken. Vid Myrberg i Norrbottens län, är de eventuella lokala källorna för NO₂ mer oklara.



Figur 5. Årsmedelhalter av kvävedioxid (NO₂, hydrologiska år) för några olika platser inom Krondroppsnetet (gröna symboler, vänstra y-axeln). För jämförelse visas även rapporterade årliga utsläpp av oxiderat kväve (NO₂) från Europeiska Unionen, EU28 (svart streckad linje, högra y-axeln) och från Sverige (brandgul linje, högra y-axeln). För att underlätta jämförelser är Sveriges utsläpp multiplicerat med en faktor 62. Källa för utsläpp: EMEP.

◆ lufthalt NO₂
 — SE Utsläpp NO₂*62
 - - - EU28 Utsläpp NO₂

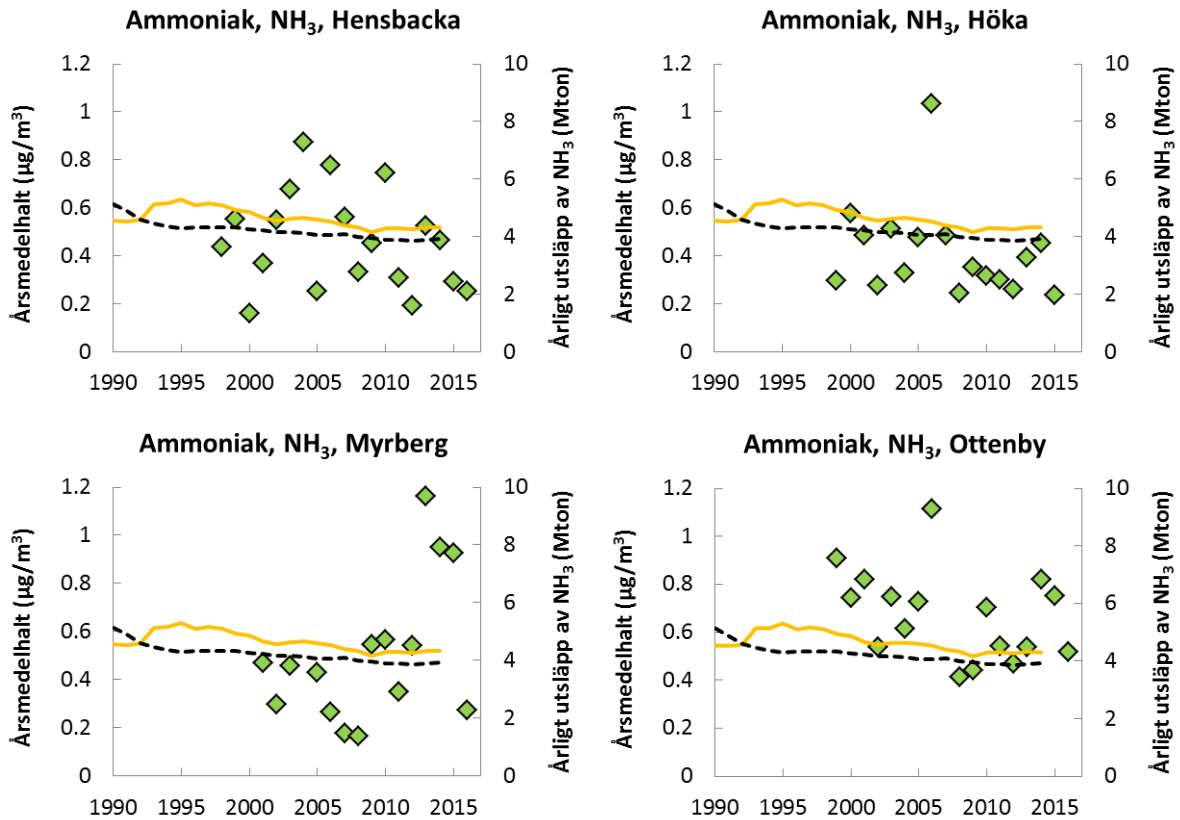
Jämförelsen mellan förändrade utsläpp och uppmätta lufthalter är svårare att göra för ammoniak. Detta beror på att gasformigt ammoniak deponeras snabbt till den lokala omgivningen. Halterna av gasformigt ammoniak är därför generellt mycket låga. Ammoniak kan dock omvandlas till partikelformigt ammonium, vilket kan transporteras längre sträckor.

Mätningar av NH₃ i luft har inte bedrivits lika länge som mätningarna av SO₂ och NO₂. I Figur 6 visas årsmedelhalter (hydrologiskt år) av ammoniak (NH₃) från fyra olika mätplatser inom Krondroppsnetet, se karta nedan. De längsta tidsserierna finns för Hensbacka i Bohuslän (start 1998) och Höka i Östergötland (start 1999). Dessutom visas data för en plats i Norrbottens län, Myrberg (start 2001), samt data från Ottenby på Ölands södra udde (start 1999), Figur 6. På motsvarande sätt som för Figur 4 och 5 är skalan för NH₃-emissionerna för Sverige multiplicerade med en faktor 80 för att ligga på liknande nivå som motsvarande utsläpp för EU28.



Luftmätningarna av NH_3 visar inte på någon förändring av halterna över tid, vilket i viss mån bekräftar avsaknad av trender i rapporterade utsläpp av NH_3 . Mätningarna visar på relativt små skillnader i NH_3 -halter över landet.

Vid vissa platser i jordbruksstata områden i Skåne är dock halterna av NH_3 avsevärt högre, speciellt sommartid. Vissa år förekommer relativt höga halter av NH_3 vintertid vid flera platser i norra Sverige. Det kan förekomma utsläpp av NH_3 till luft i samband med olika typer av förbränning.



Figur 6. Årsmedelhalter av ammoniak (NH_3 , hydrologiska år) för några olika platser inom Krondroppsnätet (gröna symboler, vänstra y-axeln). För jämförelse visas även rapporterade årliga utsläpp av ammoniak (NH_3) från Europeiska Unionen, EU28 (svart streckad linje, högra y-axeln) och från Sverige (gul färgad linje, högra y-axeln). För att underlätta jämförelser är Sveriges utsläpp multiplicerat med en faktor 80. Källa för utsläpp: EMEP.

- ◆ lufthalt NH_3
- SE Utsläpp $\text{NH}_3 \cdot 80$
- - - EU28 Utsläpp NH_3

3 Tillståndet i skogsmiljön i Sverige

3.1 Sammanfattning av väderläget det hydrologiska året 2015/16

Stora delar av Sverige hade ett nederbördsfattigt hydrologiskt år 2015/2016. Markvatten och grundvattennivåer minskade kontinuerligt under året till och med september 2016. Låga nederbördsmängder medförde generellt låga värden för nedfallet.

Vädret spelar en stor roll när det gäller mellanårsvariationen i lufthalter och nedfall. Grundvattennivåer och markvattenmängder kan även inverka på markvattenprovtagningen. Nedan följer en sammanställning av vädersituationen under det hydrologiska året 2015/16. Uppgifterna är hämtade från SMHI (www.smhi.se).

Oktober 2015 var varmare än normalt med små nederbördsmängder, särskilt i Mellansverige. I början av **november 2015** drog stormen *Freja* in över södra Sverige. *Freja* drabbade hårdast områden vid västkusten och i Blekinge. I slutet av månaden passerade även stormen *Gorm* över södra Sverige. I Skåne uppmättes vindhastigheter på upp mot 36 m/s och *Gorm* drabbade hårdast ett område från Skåne mot ostkusten via Blekinge till Gotland. Under november föll mycket nederbörd i södra Götaland och nordöstra Norrland. I Skåne föll lokalt stora mängder snö.

I **december 2015** drabbade flera större oväder landet, bl a stormen *Helga* som i början av månaden främst drabbade norra Götaland och sydligaste Svealand. *Helga* hade knappt bedarrat innan nästa oväder, *Synne*, följde i en något nordligare bana. Det var en varm och snöfattig december. På juldagen drog stormen *Staffan* in från väster. Det var i fjällen som det blåste allra mest, men även vid Bohuskusten noterades åter höga vindstyrkor. **Januari 2016** var kallare än normalt. Mer än halva landet fick dessutom mindre nederbörd än normalt. Underskottet var störst i västra och mellersta Norrland. Under slutet av månaden gav ovädret *Tor* blåsigt väder i hela Sverige. Byvindar över 20 m/s uppmättes på många håll från Bohuslän till södra Lapplandsfjällen. Vid Blåhammaren i Jämtlandsfjällen uppmättes orkanvindar. **Februari 2016** var varmare än normalt i hela landet. Det var en ganska nederbördsrik månad, i södra Sverige föll mycket av nederbörden i form av regn. För norra Norrlands del var månaden snörik utanför fjällkedjan.

Även mars 2016 var varmare än normalt i hela landet. Det var även torrare än normalt på många håll och i slutet av månaden var det snöfritt upp till sydligaste Norrland. Som helhet var också **april 2016** varmare än normalt med mycket nederbörd på många håll. Mest nederbörd föll i nordöstra Norrland. **Maj 2016** präglades av varmt väder i början och slutet av månaden med en nederbördsrikare del i mitten av månaden, framförallt i mellersta Sverige.

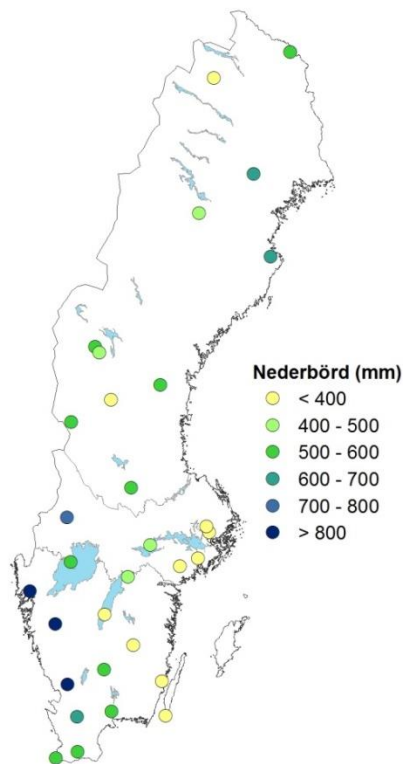
Juni 2016 inleddes och avslutades varmt med en svalare period i mitten av månaden. Stormbyar förekom i början av månaden över ett stort område i Norrland. Den långvariga torkan i södra Sverige började nu märkas på allvar. I sydöstra Sverige var det nästintill varje månad ett underskott på nederbörd under det senaste året, medan juni gav ett överskott. Även **juli 2016** bjöd på variationsrikt väder. Torkan i södra Sverige fortsatte under juli, medan nordligaste Norrland berördes av flera regnområden. **Augusti 2016** bjöd på en mycket sen värmebölja, men blev dock lite regnigare än normalt i större delen av landet.

September 2016 var på flera håll i Götaland och Svealand rekordvarm. I slutet av månaden var det blåsigt och mycket nederbörd. Grundvattennivåerna i framförallt södra halvan av landet var under de normala under flertalet månader under det hydrologiska året 2015/16 och framemot september var nivåerna mycket under det normala. De lägsta grundvattennivåerna uppmättes i östra Götaland, men även västra Götaland, delar av Svealand samt stora delar av södra Norrland hade nivåer under de normala.

3.2 Nederbörd

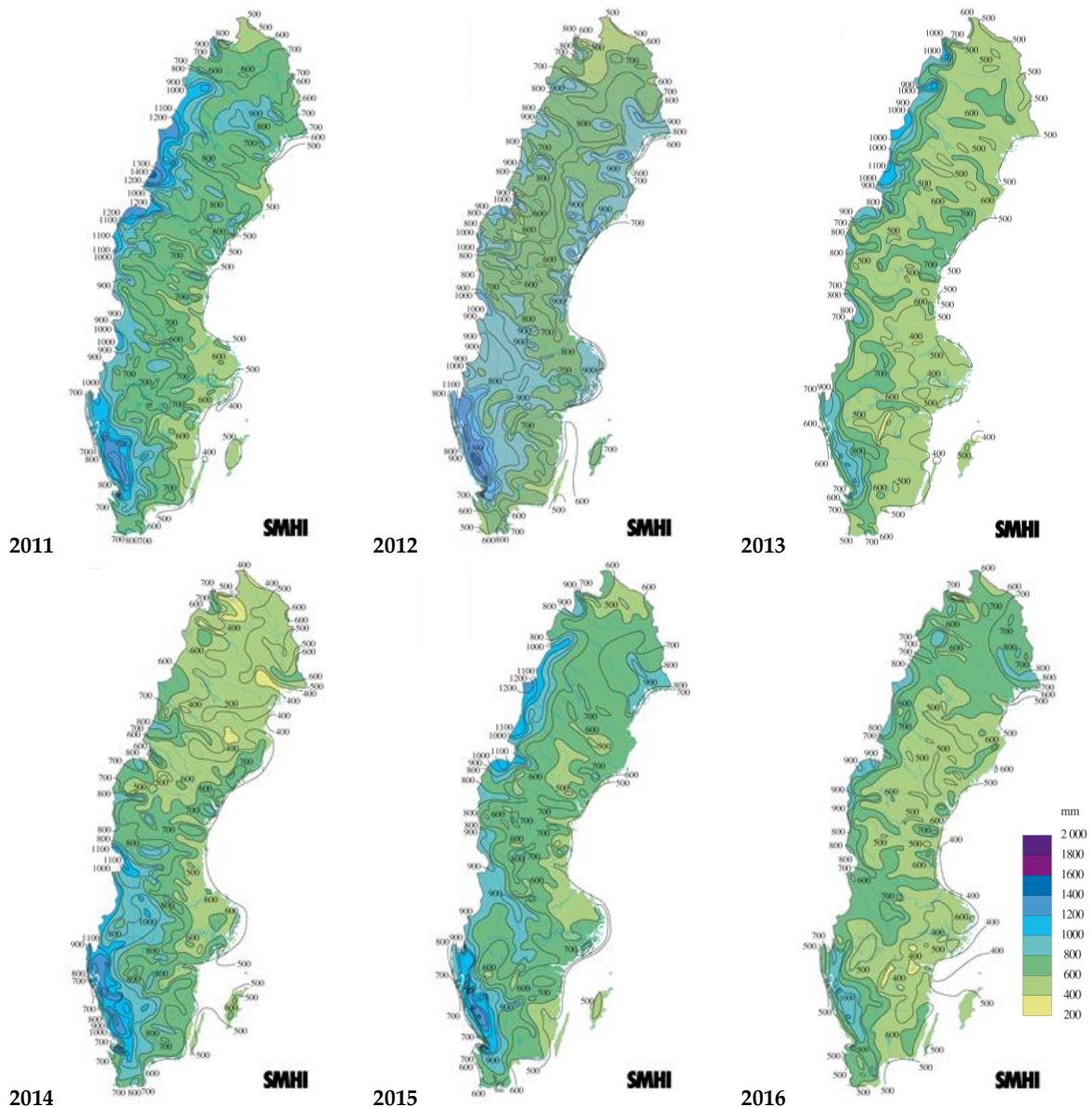
Det hydrologiska året 2015/16 kännetecknades av låga nederbördsmängder över hela landet. Detta bidrog till låga värden för nedfall. Det finns dock andra år på senare tid med lika låga nederbördsmängder.

Atmosfäriskt nedfall, i synnerhet våtdeposition, beror starkt på nederbördsmängderna. I Figur 7 visas uppmätta nederbördsmängder under det hydrologiska året 2015/16 vid stationer inom Krondroppsnätet med mätningar över öppet fält. Det skiljde minst en faktor två mellan de högsta och de lägsta nederbördsmängderna. Inte förvånande uppmättes den högsta nederbörden på västkusten och den lägsta på ostkusten. Vissa platser i norra Sveriges inland hade också låga nederbördsmängder, såsom Sör-Digertjärnen i Jämtlands län och Nikkaluokta i Norrbottens län.



Figur 7. Nederbördsmängd över öppet fält under det hydrologiska året 2015/16.

I Figur 8 visas kartor över Sverige med årsvisa nederbördsmängder under 2011 - 2016, hämtade från SMHI (Observera att SMHI redovisar kalenderår). Av kartorna framgår att kalenderåret 2016 var ett torrt år i större delen av landet. Under de senaste sex åren finns det dock även andra år med motsvarande låg nederbördsmängd för ungefär samma områden som 2016, till exempel var året 2013 ungefär lika torrt.



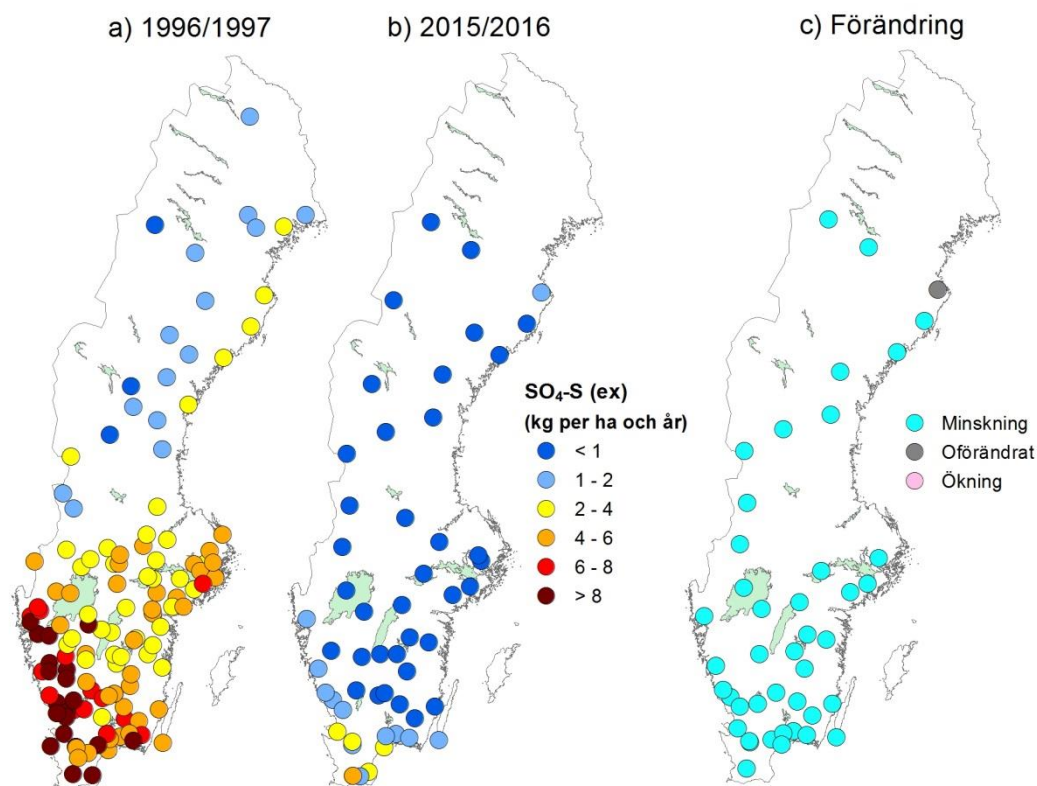
Figur 8. Kartor med årsvisa nederbördsmängder under 2011 – 2016. Kartorna är hämtade från SMHI, <https://www.smhi.se/klimat/arssammanställningar/vader>.

3.3 Försurning

Minskade svavelemissioner i Europa har kraftigt reducerat svavelnedfallet i Sverige. Det hydrologiska året 2015/16 understeg nivåerna 1 kg per hektar och år på flertalet mätplatser i Sverige bortsett från i ett område i sydväst där nedfallet var mellan 1 och 5 kg per hektar och år. Effekterna av det minskade nedfallet syns tydligt i minskade svavelhalter i markvattnet på de allra flesta platserna, även om svavelprocesser i marken gör att minskningen ofta inte är lika kraftig som nedfallsminskningen. Markvattnet är dock fortfarande försurat på många platser, framför allt i södra delen av Sverige, där den syraneutraliserande förmågan, ANC, ofta är under 0 och pH i flera fall är så lågt som 4,4. Trendanalyser visar att återhämtning pågår på en del platser, men inte på andra, och att där återhämtning sker är den långsam.

Svavelnedfallet har minskat kraftigt de senaste decennierna, i takt med att svavelemissionerna minskat (Figur 3). Svavelnedfallet, utan havssalt, under 2015/16 var mycket lågt, under 1 kg per hektar och år, förutom i södra och sydvästra Sverige (Figur 9). På nästan alla 43 platser där mätningar pågått under den 19 år långa perioden mellan det hydrologiska året 1996/97 och 2015/16, har minskningen i svavelnedfall varit signifikant. Endast vid Holmsvattnet vid Skellefteå har det under perioden inte skett någon statistiskt signifikant förändring.

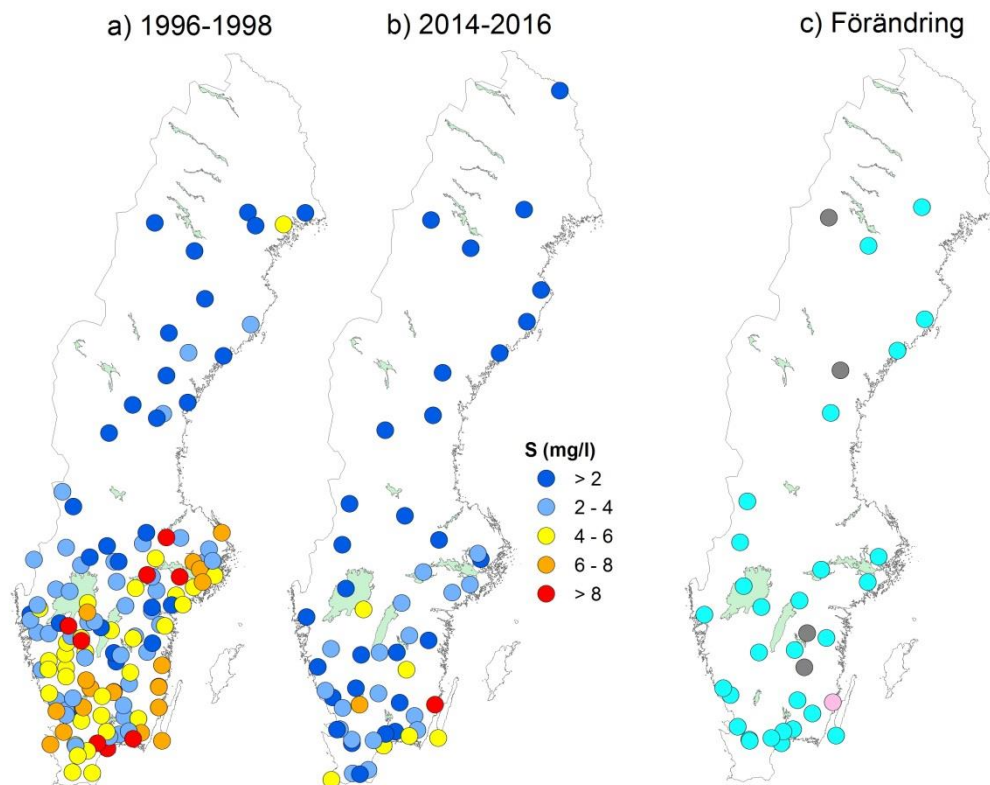
Svavelnedfallet uppvisar en tydlig geografisk gradient, med högst nedfall i de sydvästra delarna av Sverige, och lägst nedfall i norr. Detta kan förklaras med att den rådande vindriktningen är sydvästlig, och att vindarna för med sig svavel från kontinenten, som främst deponeras i de sydvästra delarna av Sverige. Minskningen i svavelnedfall har varit störst i sydväst, där nedfallet varit som störst. I de sydvästra delarna av landet var nedfallet över 8 kg per hektar och år på många platser under 1996/97, och hade sjunkit till under 4 kg per hektar på alla platser utom den extremt utsatta ytan på Romeleåsen i Skåne, 19 år senare.



Figur 9. Svavelnedfall till skogen (krondropp) under två tidsperioder 1996/97 och 2015/16 samt resultatet av statistisk analys av förändringen mellan dessa år. Statistisk analys är gjord med Mann-Kendall-metodik för de mätplatser där mätningar fanns både 1996/97 samt 2015/16.

Den mest direkta effekten på markvattenkemin som kan förväntas av en minskning av svavelnedfall, är en minskning av svavelhalten i markvattnet. Svavelhalten i markvattnet påverkas dock inte bara av svavelnedfallet, utan även av svavelprocesser i marken, vilket beskrivs närmre i kapitel 4.1.2.

Trendanalys på koncentrationen i markvattnet har kunnat göras på 34 mätplatser för 19-årsperioden mellan 1996/97 och 2015/16, Figur 10. På alla utom fem platser har svavelhalten minskat signifikant under denna period.

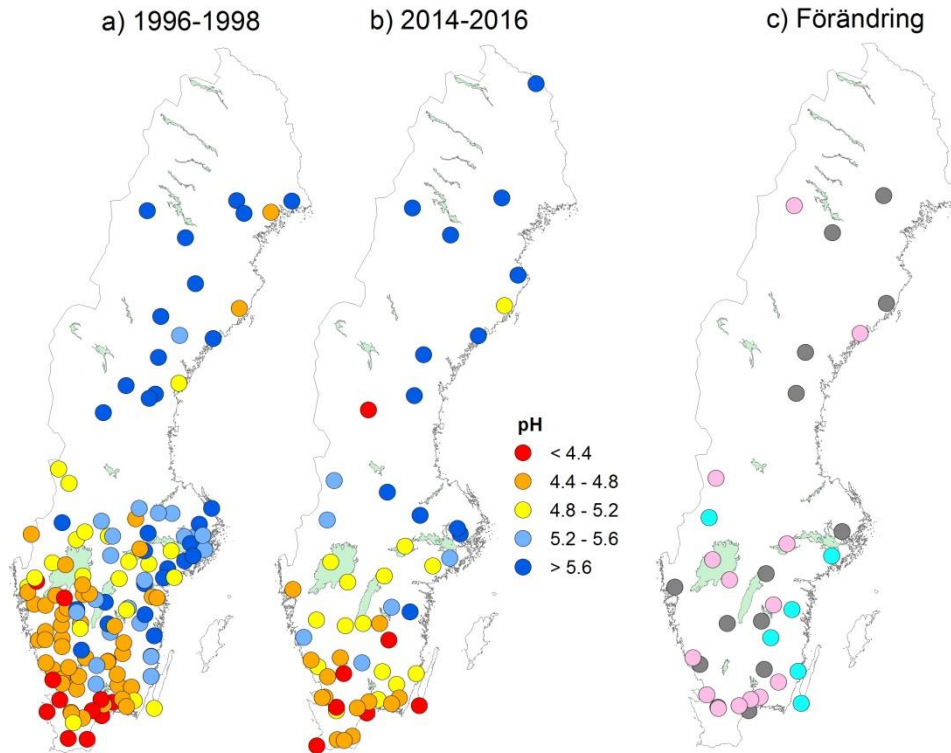


Figur 10. Svavelkoncentration ($\text{SO}_4\text{-S}$) i markvattnen provtagna vid 50 cm djup under två tidsperioder 1996-1998 och 2014-2016 (medianvärde) samt resultatet av statistisk analys av förändringen mellan dessa perioder. Statistisk analys är gjord med Seasonal-Kendall-metodik för de mätplatser där mätningar fanns för båda perioderna.

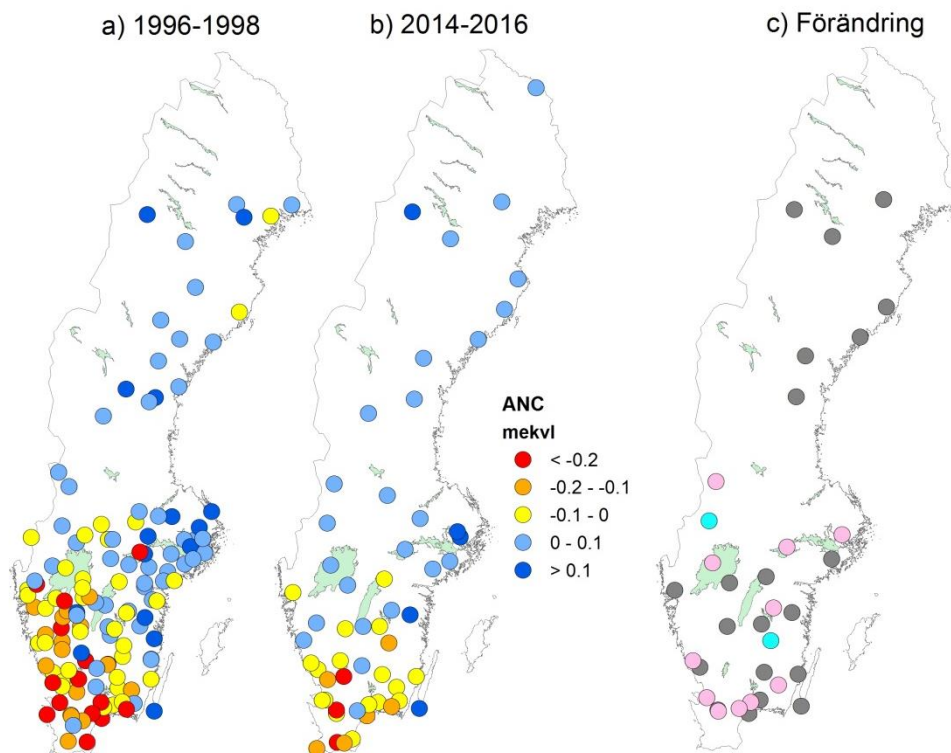
Två av de mått som används för försurningsbedömning är pH och syraneutraliserande förmåga, ANC ("Acid Neutralizing Capacity"). För pH finns gränser i bedömningsgrunder för markförsurning i skogsmark, där $\text{pH} < 4,4$ bedöms innebära hög surhet, pH mellan 4,4 och 5,5 måttlig surhet och pH över 5,5 låg surhet. ANC i avrinnande vatten bör vara positivt så att det finns en buffringskapacitet i vattnet.

Markvattnets pH och ANC uppvisar i grova drag samma geografiska gradient som nedfallet av svavel, med lägre pH och ANC i sydväst, men med betydande regionala variationer som beror på skillnader i markegenskaper (Figur 11 & 12). Under 2014-2016 var pH (medianvärdet) som lägst mindre än 4,4 på flera platser i södra Sverige. I mellersta Sverige var pH oftast omkring 5 eller högre och i norr var pH i de flesta fall över 5,6. Två undantag i norr är Sör-Digertjärn, som gödslades 2011 och som efter det uppvisat mycket låga pH-värden, samt den kustnära norrlandslokalen Bäcksjö. Bäcksjö har även tidigare år utmärkt sig som en yta med lågt pH, vilket kan förklaras av en kombination av högre svavelnedfall längs norrlandskusten än längre inåt landet, och jordar med låg motståndskraft mot försurning.

I södra halvan av Sverige visar ungefär hälften av platserna på återhämtning i markvattnet, genom signifikant ökat pH och/eller ANC, ett fåtal platser visar på ökad försurning medan resten inte visar på någon signifikant förändring. I norra halvan av Sverige, där markvattnet har relativt högt pH och ANC oftast är över noll under hela perioden, uppvisar de flesta mätplatserna ingen signifikant trend.



Figur 11. pH i markvatten provtagen vid 50 cm djup under två tidsperioder 1996 – 1998 och 2014-2016 (medianvärde) samt resultatet av statistisk analys av förändringen mellan dessa perioder. Statistisk analys är gjord med Seasonal-Kendall-metodik för de mätplatser där mätningar fanns för båda perioderna.



Figur 12. ANC i markvatten provtagen vid 50 cm djup under två tidsperioder 1996 – 1998 och 2014-2016 (medianvärde) samt resultatet av statistisk analys av förändringen mellan dessa perioder. Statistisk analys är gjord med Seasonal-Kendall-metodik för de mätplatser där mätningar fanns för båda perioderna.

3.4 Övergödning

Det samlade nedfallet av oorganiskt kväve (nitrat + ammonium) som våtdeposition med nederbörden har under perioden mellan 1996/97 och 2015/16 minskat på ett statistiskt säkerställt sätt vid sju av 24 platser i södra och mellersta Sverige, där jämförelser kunnat göras. Beräknat totalt nedfall av oorganiskt kväve, som summan av torr- och våtdeposition, har för de tre senaste hydrologiska åren överskridit den kritiska belastningen för barrskog, 5 kg kväve per hektar och år, i större delen av södra och mellersta Sverige. Även den kritiska belastningen för lövskog, på 10 kg N/ha/år, överskrids i stora delar av sydvästra Sverige där lövskogsandelen är hög.

Inom konventionen om långväga transporterade luftföroreningar (LRTAP) uppdateras kontinuerligt kunskapen runt s.k. kritisk belastning vad gäller inverkan av luftföroreningar på ekosystemen. När det gäller kritisk belastning av kvävenedfall relaterat till effekter på ekosystemen finns en uppdatering från 2011 (Moldan m. fl., 2011). I denna uppdatering finns ett särskilt kapitel för kritisk belastning av kväve för olika ekosystem i Sverige. För lövskog i Sverige gäller en kritisk belastning på 10 kg N/ha/år, för barrskog och myrmark 5 kg N/ha/år, och för fjällvegetation 3 kg N/ha/år.

Uppskattningar av nedfallet av kväve till skog är problematiska, eftersom en viss andel av det kväve som deponeras på trädkronorna tas upp direkt av bladen och barren och därmed inte når insamlarna för krondropp. En vidareutvecklad metod med strängprovtagare (Karlsson m. fl., 2011) kan kompensera för detta. Denna metod används inom Krondroppsnetet sedan 2013 vid tio platser runt om i landet, med finansiering från Naturvårdsverket inom den nationella miljöövervakningen. Metoden beskrivs i detalj i faktarutan nedan. Denna metod är ännu inte använd under längre tidsperioder och tidsutvecklingen vad gäller det årliga nedfallet av kväve till skogen måste därför bedömas utifrån provtagningar på öppet fält. Dessa mätningar speglar dock i huvudsak endast våtdepositionen.

Faktaruta: Metodik för att beräkna totalt nedfall av kväve och baskatjoner till skog.

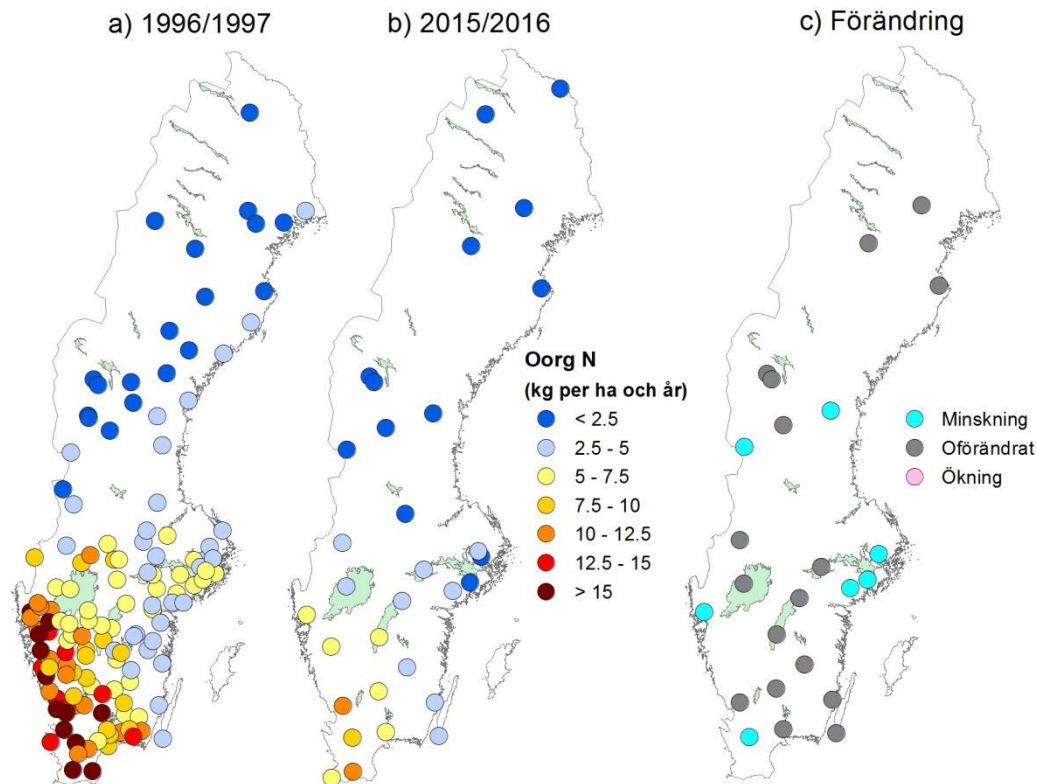
Mätningar med strängprovtagare kan, tillsammans med mätningar av nederbördskemin över öppet fält samt krondropp från platsen, ge en uppskattning av torrdepositionen för ämnen som samverkar med trädkronorna. Mätningar av nedfallet med nederbörden på öppet fält används som tidigare för att beräkna våtdepositionen.

Beräkningarna av det årliga, totala kvävenedfallet i denna rapport utgår från våtdepositionen över öppet fält för de hydrologiska åren 2013/14, 2014/15 och 2015/16 vid de mätplatser som markerats med svarta prickar i kartorna, Figur 14. Våtdepositionen kombineras med resultaten från tre års mätningar (samma år som ovan) med strängprovtagare vid 10 platser fördelade över Sverige, där andelen torrdeposition av den totala nedfallet (våt+torrdeposition) har beräknats.

Torrdepositionen uppskattas genom användandet av surrogatytor, strängprovtagare av teflon, placerade under tak. Natrium används som en biologiskt inert markör för nedfallet till skogen. Torrdepositionen av ett specifikt ämne beräknas som koncentrationen av ämnet i provet från strängprovtagaren dividerat med koncentrationen av natrium i strängprovet och multiplicerat med nettokrondroppet för natrium till skogen vid provplatsen. Nettokrondroppet utgör för inerta ämnen såsom natrium, ett mått på torrdepositionen och beräknas som nedfallet i krondropp subtraherat med nedfallet på öppet fält, korrigerat för en viss torrdeposition till provtagningstrattarna.

Andelen torrdeposition av den totala nedfallet varierar geografiskt på ett systematiskt sätt från sydväst mot nordost. Andelen torrdeposition kan därför beräknas för alla platser som markerats i Figur 14. Utifrån detta kan det totala nedfallet av oorganiskt kväve beräknas för dessa platser. Slutligen interpoleras det totala nedfallet av oorganiskt kväve geografiskt med Kriging-teknik för att generera kartan i Figur 14.

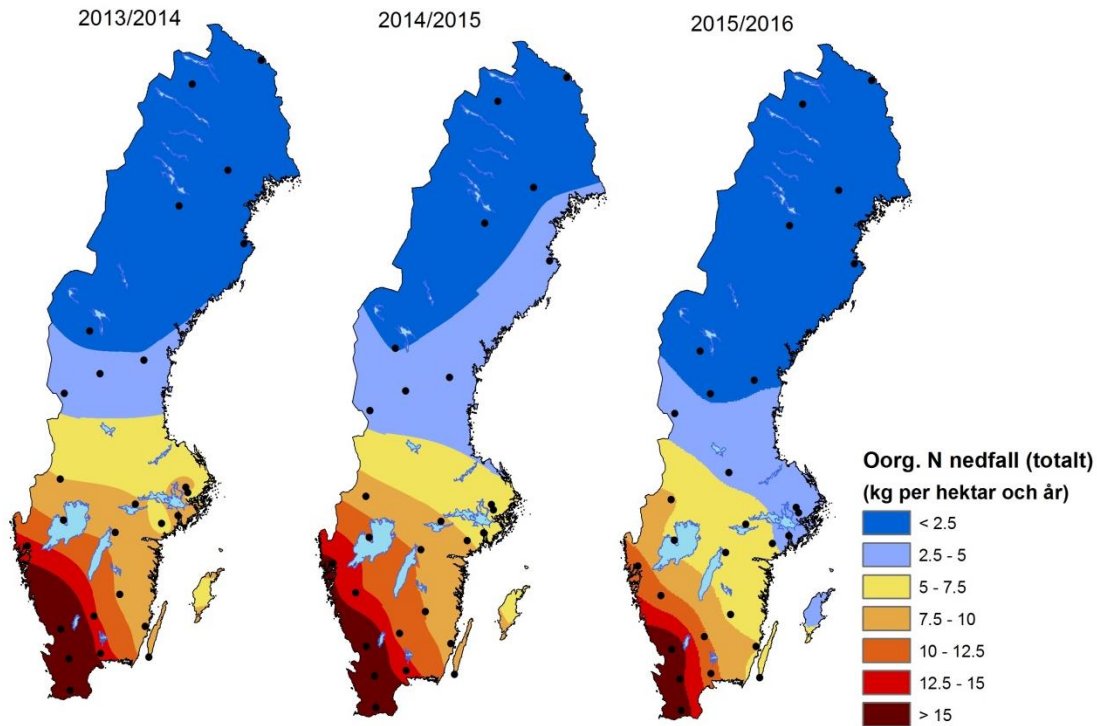
Det samlade nedfallet av oorganiskt kväve (nitrat + ammonium) som våtdeposition med nederbörden över öppet fält har under perioden mellan 1996/97 och 2015/16 minskat på ett statistiskt säkerställt sätt vid sju av totalt 24 platser, (Figur 13). Under 1996/97 varierade kvävenedfallet mellan 1 och 15 kg/ha över landet medan det under 2015/16 varierade mellan 1 och 11 kg/ha. Kvävenedfallet till öppet fält är som nämnts ovan starkt beroende av nederbörds mängderna. Av de sju platser som uppvisar en statistiskt säkerställt minskning i kvävenedfallet är det dock endast en plats, Hissmossa i Skåne, som uppvisar en statistiskt säkerställt nedgång i nederbörds mängder.



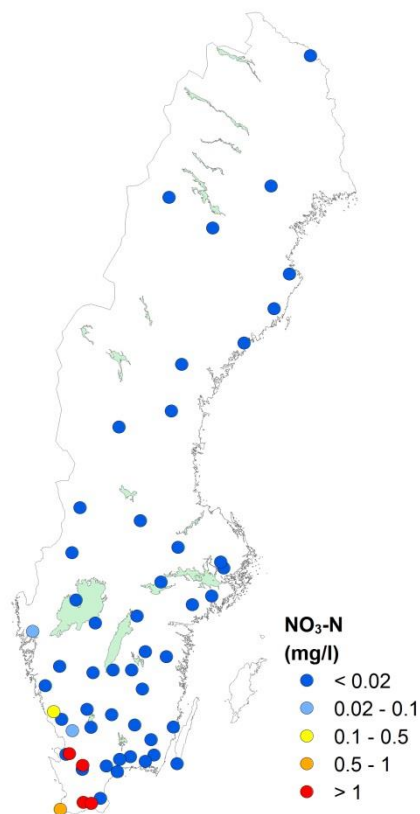
Figur 13. Nedfall av oorganiskt kväve (öppet fält) under två tidsperioder 1996/97 och 2015/16 samt resultatet av statistisk analys av förändringen mellan dessa år. Statistisk analys är gjord med Mann-Kendall-metodik för de mätplatser där mätningar fanns både 1996/97 samt 2015/16.

Beräknat totalt nedfall av oorganiskt kväve till granskog, det vill säga summan av torr- och våtdeposition, visas i Figur 14 för de tre hydrologiska åren 2013/14, 2014/15 och 2015/16. Ur kartorna kan avläsas att kvävenedfallet har varierat mellan åren. Generellt var kvävenedfallet lägst under 2015/16 och det högsta nedfallet beräknades för södra Sverige under 2013/14 medan det högsta nedfallet i norra Sverige beräknades för 2014/15, Figur 14.

Den kritiska belastningen för barrskog, 5 kg N/ha/år, överskreds i hela södra halvan av landet under alla tre åren, möjligen med undantag av nordöstra delen av södra Sverige 2015/16. I sydvästra delarna var överskridandet av belastningsgränsen kraftigt. Även den kritiska belastningen för lövskog, på 10 kg N/ha/år, överskreds i stora delar av sydvästra Sverige där lövskogsandelen är hög. Den geografiska gradienten i storleken på kvävenedfallet varierar dock mellan åren. Det allra högsta kvävenedfallet beräknades för Stenshult på Romeleåsen i Skåne till 26 kg N/ha under 2013/14. Det lägsta värdet i norr var 0.8 kg N/ha under 2015/16 vid Nikkaluokta.



Figur 14. Beräknat totalt nedfall av oorganiskt kväve till granskog för de tre hydrologiska åren 2013/14, 2014/15 och 2015/16. För beskrivning av metodik, se faktaruta i texten. Interpolering har utförts med Kriging, baserat på beräknade data för 26 platser (2013/14), 27 platser (2014/15) och 28 platser (2015/16) över landet, vilka illustreras med svarta punkter.



Figur 15. Nitrat (NO₃-N) i markvatten provtagen vid 50 cm djup under perioden 2014-2016 (medianvärde).

Förhöjda koncentrationer av nitrat, och i viss mån ammonium, förekommer i markvattnet med mycket oregelbundna intervaller. I Figur 15 visas medianvärdet för nitrathalter i markvattnet för en treårsperiod 2014-2016. Det är tydligt att de högsta halterna av nitrat i markvattnet förekommer i de sydvästra delarna av landet. I övriga Sverige ligger halterna av nitrat i markvattnet mycket lågt. Gradienten för nitrat med de högsta halterna i de sydvästra delarna av landet och minskande halter mot norr indikerar ett starkt samband med storleken på kvävenedfallet, Figur 14. I nuläget verkar ett kvävenedfall på >15 kg N/ha/år sammanfalla med hög risk för bestående läckage av nitrat till markvattnet. Det ska dock påpekas att det historiska kvävenedfallet spelar stor roll.

4 Tillståndet i skogsmiljön i södra Sverige

I södra Sverige gjordes mätningar på 37 platser i åtta län under 2015/16 (Figur 16).



Figur 16. Mätplatser och län som ingår i denna rapportering för södra Sverige. Bakgrundskarta: National Geographic World Map (ESRI).

4.1 Vad händer med försurningen av skogsekosystemen i södra Sverige?

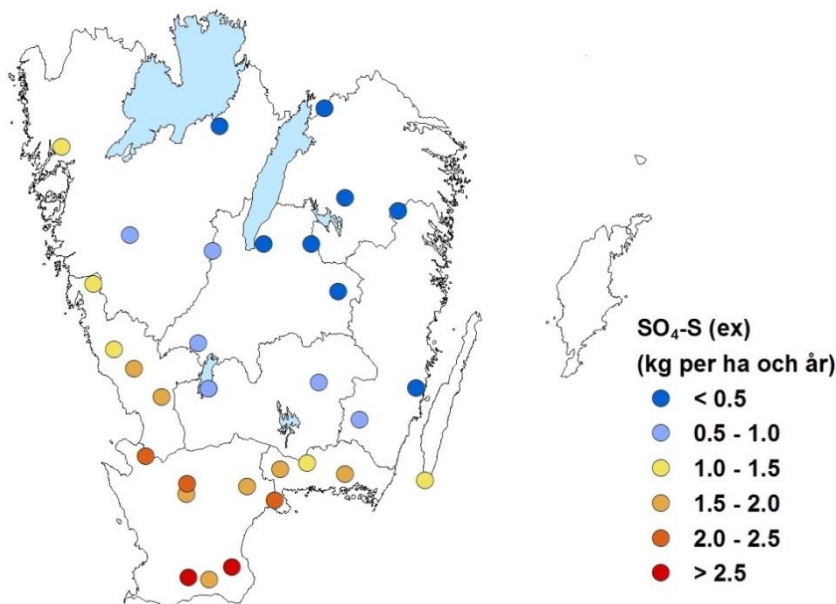
I följande kapitel visas resultaten från ett antal utvalda platser i södra Sverige för att ge en bild av variationen i hela området. När det gäller svavelnedfallet bör noteras att det i denna rapport alltid anges som svavelnedfallet utan havssaltsbidrag. Detta för att representera det antropogena svavelnedfallet.

4.1.1 Svavelnedfallet i södra Sverige – effekter av emissionsminskning och vädervariationer

Svavelnedfallet i södra Sverige har minskat kraftigt sedan slutet av 1980-talet, i takt med de minskade emissionerna. Minskningen är störst i de sydvästra delarna, där nedfallet minskat från omkring 20 till under 4 kg per hektar och år. Under 2015/16 uppmättes på många ställen det hittills lägsta nedfallet. Det beror till stor del på att nederbörden var ovanligt låg, men sannolikt har även de kontinuerligt minskande svavelemissionerna spelat roll.

Svavelnedfallet i södra Sverige minskade kraftigt i slutet av 1980-talet samt under hela 1990-talet (Figur 18). Även under 2000-talet har nedfallet minskat, men i långsammare takt. Minskningen kan direkt relateras till den minskning av europeiska emissioner som skett under denna period (Kapitel 2.3). Variationer mellan åren beror till stor del på meteorologiska variationer, som gör att luftmassorna kommer från olika håll och bär med sig olika mycket luftföroreningar. Andra faktorer som kan spela in är mellanårsvariationer i emissioner.

Det finns en geografiskt tydlig gradient i södra Sverige, med minskat nedfall mot nordost (Figur 17). Denna gradient var ännu starkare under 1990-talet, när nivåerna var högre (Figur 9). Högst svavelnedfall uppmättes vid Stenshult på Romeleåsen med 4,9 kg/ha under 2015/16.



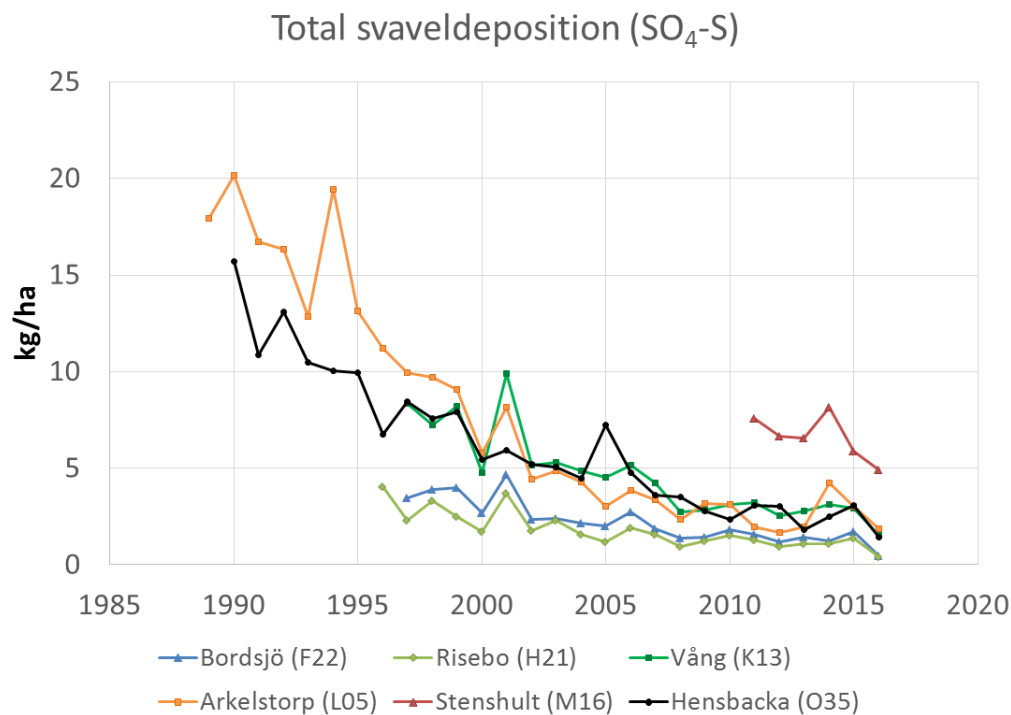
Figur 17. Svavelnedfallet till skogen (krondropp) under 2015/16 vid mätplatser i södra Sverige.

Granskogen i Arkelstorp i nordöstra Skåne är en av de mätplatser i södra Sverige, med lång mätserie, som haft högst svavelnedfall, upp till 20 kg per hektar och år omkring 1990 (Figur 18). De senaste hydrologiska åren har nedfallet i Arkelstorp varierat mellan under 2 och 4 kg per hektar och år. I granskogen i Hensbacka, norr om Göteborg, uppmättes 1990 ett svavelnedfall på 15 kg per hektar, men sedan omkring år 2000 har nivån varit ungefär den samma som i Arkelstorp. I Vång, som ligger i östra halvan av Blekinge, började mätningarna först 1996, men under denna period följer nedfallsutvecklingen den för Hensbacka. I de centrala och östra delarna har nivån varit avsevärt lägre. I Bordsjö, några mil öster om Jönköping, uppmättes omkring 4 kg per hektar och år när mätningarna startade 1996, och under de senaste fem åren har nedfallet varierat mellan 0,5 och 1,5 kg per hektar och år. Ännu längre österut, i tallytan i Risebo i norra Kalmar län, följde

nedfallsutvecklingen den i Bordsjö väl, men på en något lägre nivå. Det beror troligtvis mest på det ostliga läget, men den lägre torrdepositionen i tallskog kan också ha bidragit, även om den effekten har minskat med åren, i takt med att torrdepositionen minskat.

Omkring 2010 startades flera nya mätplatser i Skåne och Halland, på grund av avverkningar på äldre mätplatser. En av mätplatserna, Stenshult på Romeleåsen i Skåne, tar emot avsevärt mer nedfall än övriga mätplatser, vilket kan förklaras av det exponerade läget mot sydväst på åsen, som innebär stor påverkan av luftföroreningarna från kontinenten. Svavelnedfallet har under de sex år som mätningar pågått varierat mellan 5 och 8 kg per hektar och år.

Under det hydrologiska året 2015/16 uppmättes det hittills lägsta svavelnedfallet på många platser i södra Sverige. I Stenshult var nedfallet 1-3 kg mindre än tidigare år. I Vång var nedfallet för första gången under 2 kg per hektar och år och i Hensbacka var det under 1,5 kg, vilket var den lägsta noteringen hittills. Även i Arkelstorp var nedfallet under 2 kg per hektar och år, vilket dock inträffat vid tre tidigare år. I Bordsjö och Risebo var nedfallet under ett halvt kg, vilket är avsevärt lägre än tidigare år. Detta beror till stor del på att nederbörden var ovanligt låg under 2015/16. I januari 2015 minskade den tillåtna svavelhalten i fartygsbränsle från 1 % till 0,1 %. Detta kan också ha påverkat svavelnedfallet i södra Sverige (Kapitel 5.2).



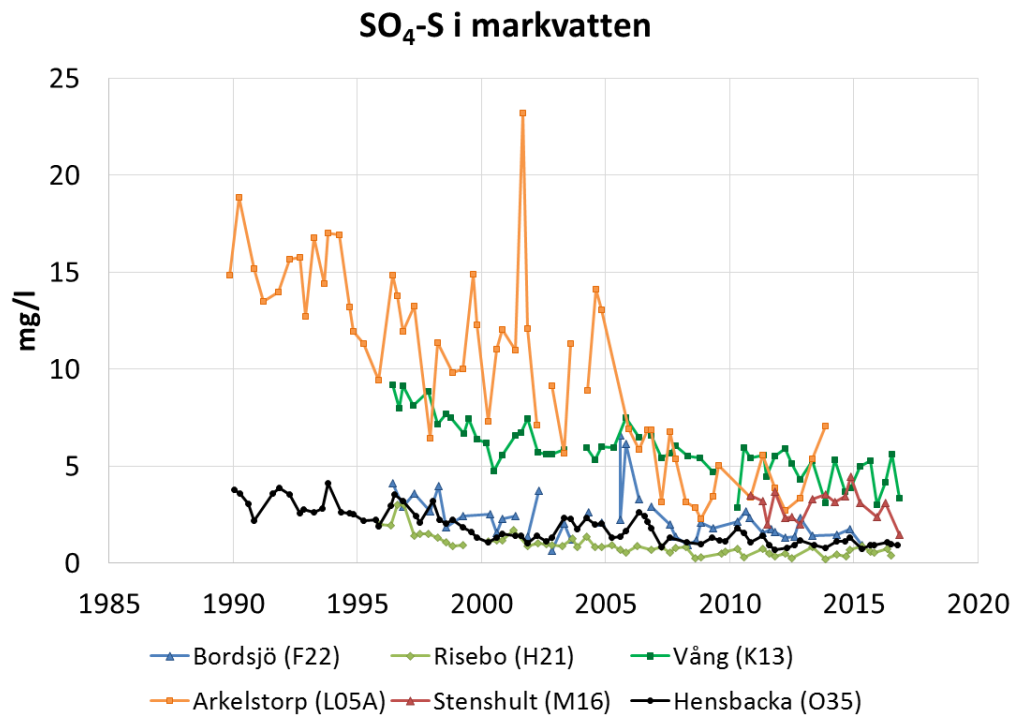
Figur 18. Årlig total svavelnedfallet (krondropp) vid sex mätplatser i södra Sverige sedan mätstart vid respektive plats.

4.1.2 Markvattnet reagerar långsamt på minskat svavelnedfall

Det minskade svavelnedfallet åtföljs i de flesta fall av signifikant minskande svavelhalter i markvattnet. Minskningens storlek beror, förutom på nedfallets förändring, på hur starka sulfatprocesserna i marken, som fördröjer återhämtningen, är. ANC har varit negativt på flertalet platser under den senaste treårsperioden och pH har varierat, från mycket surt, mindre än 4,4, på flera av platserna i söder, till över 5,2 på några platser i de mellersta/norra delarna av södra Sverige. Ungefär hälften av mätplatserna i södra Sverige visar på en signifikant men långsam återhämtning från försurning, i form av ökat pH och/eller syranneutraliserande förmåga, ANC. Den långsamma återhämtningen beror dels på svaveldesorptionen, dels på att vittringen, som är den process som motverkar försurningen, generellt är långsam i våra relativt näringsfattiga moränmarker.

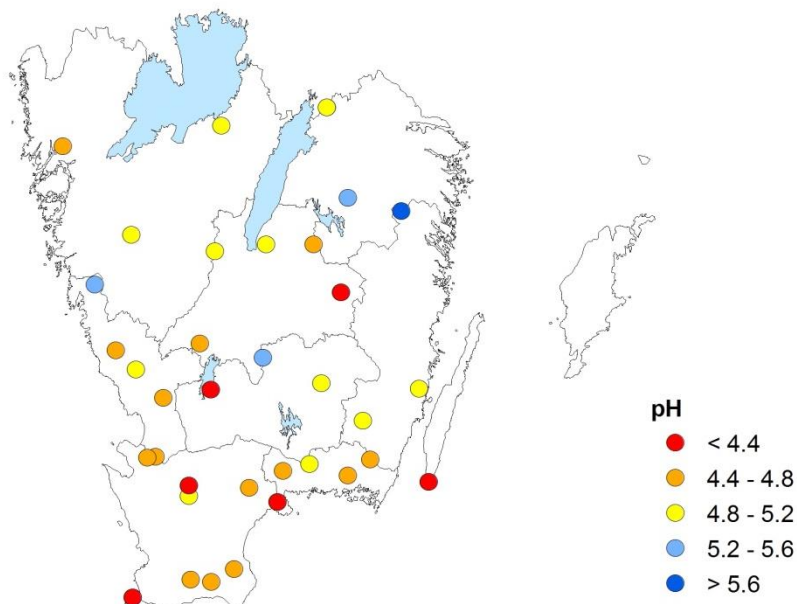
Under perioder med högt svavelnedfall adsorberas svavel i jorden, vilket gör att försurnings-effekten minskar. Under återhämtningen desorberas dock detta svavel, vilket försenar återhämtningen. Olika jordar har olika kapacitet att binda svavel, och tidsutvecklingen för svavelhalten i markvattnet kan ge en bra indikation på vilket återhämtningsförlopp som kan förväntas. Om svavelhalten minskar kraftigt är förutsättningarna bättre för att även pH och ANC förändras.

Svavelhalten i markvattnet har minskat signifikant under de senaste två decennierna på de flesta mätplatserna i södra Sverige (Figur 10). Hur kraftig minskningen varit på olika platser beror på olikheter mellan olika jordar vad gäller svavelprocesser i marken. I Arkelstorp i nordöstra Skåne, en av de mätplatser där störst minskning av svavelnedfall uppmätts, har svavelhalten minskat från omkring 15 mg/l (1990) till oftast under 5 mg/l innan skogsbeståndet avverkades i slutet av 2013 (Figur 19). I Vång i Blekinge och Stenshult i södra Skåne har halterna varit på samma nivå som i Arkelstorp på senare år, men innan 2005 var nivån i Vång lägre än i Arkelstorp, vilket stämmer överens med det lägre svavelnedfallet i Vång. Risebo i norra Kalmar län och Bordsjö öster om Jönköping har uppvisat låga svavelhalter jämfört med Arkelstorp, Stenshult och Vång, och trenderna är även där minskande. Detta avspeglar i stora drag skillnaderna i svavelnedfall mellan södra och mellersta/östra delen av södra Sverige. I Hensbacka norr om Göteborg har svavelhalterna varit på ungefär samma nivå som på Smålandslokalerna, och har på senare år varit omkring 1 mg/l, trots avsevärt högre svavelnedfall. Skillnaden beror i viss mån på att nederbördsmängderna är större i Hensbacka vilket ger en utspädningseffekt, men skillnader i svavelprocesser har troligen också påverkat.



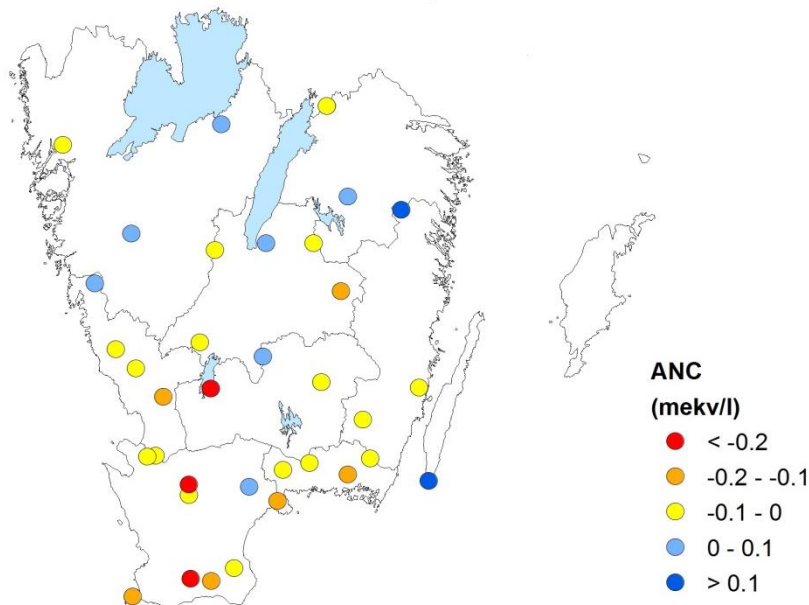
Figur 19. Halter av sulfatsvavel (SO₄-S) i markvattnet vid sex platser i södra Sverige.

Markvattnets pH följer samma geografiska gradient som svavelnedfallet, med ökat pH mot nordost, även om den regionala variationen är större (Figur 20). I de södra delarna finns flera platser där pH-medianen de tre senaste åren varit under 4,4, medan två av de tre mätplatserna med medianer över 5,2 ligger i nordost.



Figur 20. pH i markvatten, provtagen vid 50 cm djup, under tidsperioden 2014-2016 (medianvärde) vid samtliga mätplatser i södra Sverige.

Medianen för ANC har varit under 0 på flertalet mätplatser i södra Sverige, och de platser som uppvisar störst negativa värden återfinns i de södra delarna, Figur 21.



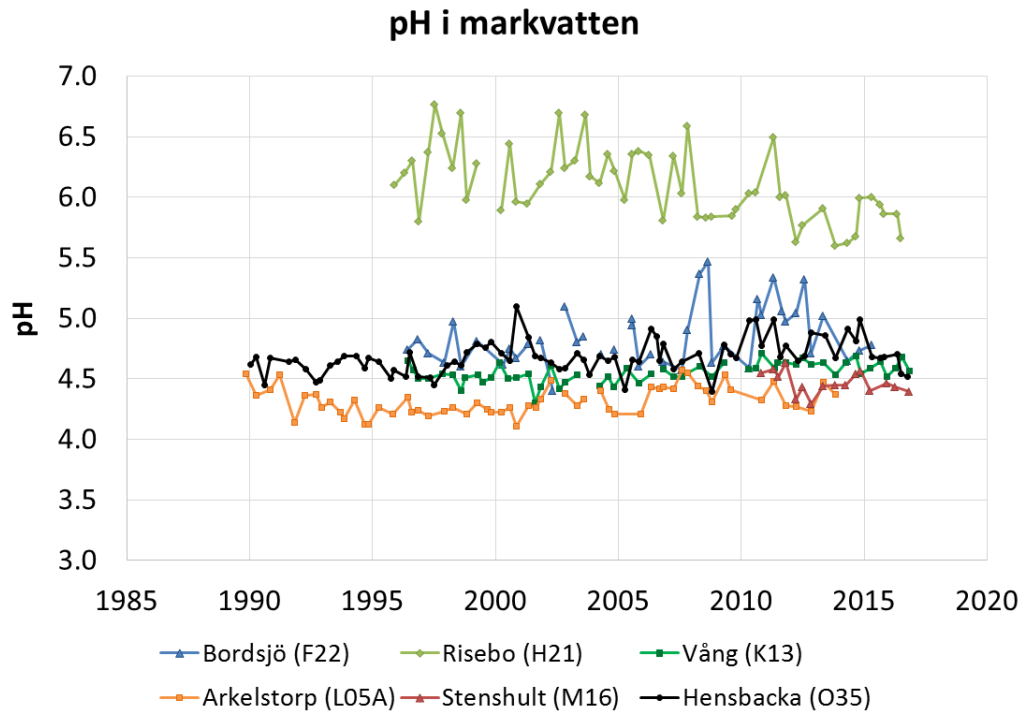
Figur 21. ANC i markvattnet, provtagen vid 50 cm djup, under tidsperioden 2014-2016 (medianvärde) vid samtliga mätplatser i södra Sverige.

Återhämtning från försurning kännetecknas av förhöjt pH och förhöjt ANC i markvattnet. I södra Sverige har pH ökat signifikant på hälften av mätplatserna med långa tidsserier under de senaste 19 åren (Figur 11). ANC har ökat signifikant på något färre platser (Figur 12). På några platser i de östra delarna har försurningsstatusen försämrats, på en plats (Fagerhult) har både pH och ANC minskat signifikant och pH har minskat på ytterligare tre mätplatser (Ottenby, Rockneby och Risebo).

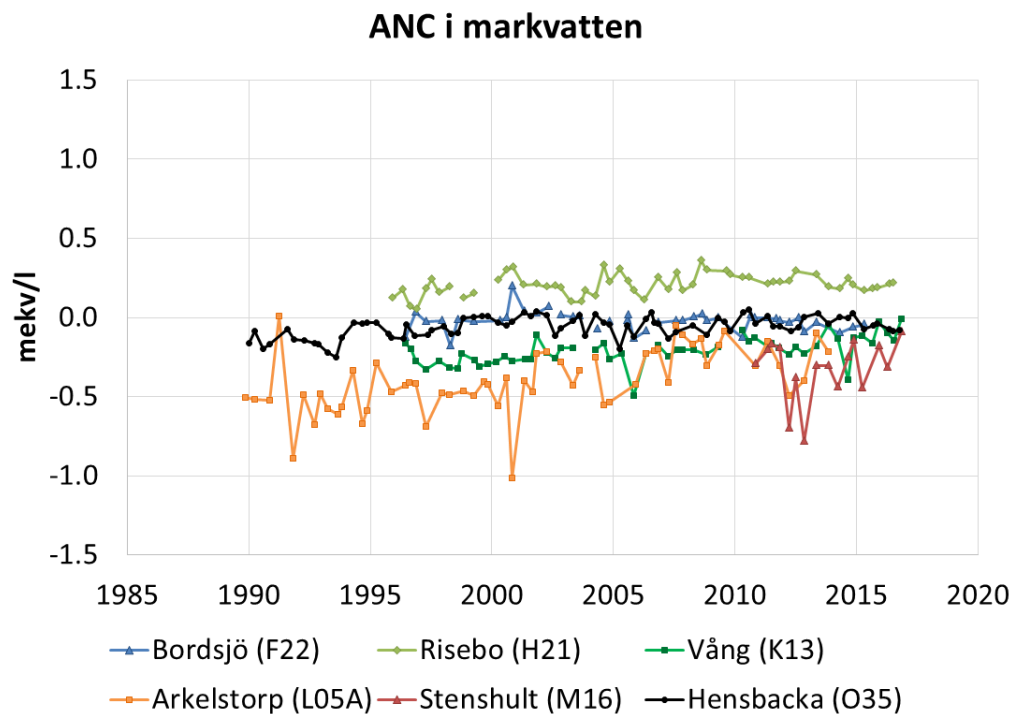
Markens försurningsstatus i ett skogsbestånd beror dels på hur mycket försurande nedfall som har deponerats i beståndet, dels på markens egenskaper och dess förmåga att stå emot försurningen. Arkelstorp och Stenshult i Skåne är två exempel på mätplatser med högt svavelnedfall. Det återspeglas i lågt pH, oftast under 4,5, och oftast starkt negativt ANC. Arkelstorp, som har en lång tidsserie, visar dock på en signifikant ökning i pH och ANC under de senaste 19 åren (Figur 22 & 23). Vång i Blekinge, där nedfallet var lägre, men ändå relativt högt, har haft ett pH omkring 4,5 och ett negativt ANC, men högre än i Skånelokalerna. Även i Vång har både pH och ANC ökat signifikant under de senaste 19 åren. I Hensbacka i nordvästra delen, som hade lika högt svavelnedfall som Vång, men med betydligt lägre svavelhalter i markvattnet, uppvisades även mindre försurningspåverkan i marken. Markvattnets pH har varit omkring 4,5 under andra halvan av den drygt 25 åriga tidsserien, och något lägre dessförinnan. De senaste 19 åren visar på en signifikant ökning. ANC har varit omkring 0, eller strax under, på senare år, och något lägre i början av perioden, och ökningen de senaste 19 åren är signifikant. Bordsjö och Risebo har tagit emot jämförelsevis lite svavelnedfall, men Bordsjö uppvisar ändå en försurningsstatus på samma nivå som Hensbacka, dock utan signifikanta trender. Att nivån är densamma som i Hensbacka kunde förväntas eftersom svavelhalterna i markvattnet är på samma nivå.

Risebo i norra Kalmar län skiljer sig från övriga mätplatser i södra Sverige med avseende på försurningsparametrarna pH och ANC. Markvattnets pH har varierat mellan 5,6 och 6,8 under de dryga 10 år som mätningarna pågått, och det finns en svag men signifikant nedåtgående trend. ANC har varit starkt positiv under hela mätperioden, vilket inte gäller för någon annan yta i södra

Sverige. Basmättnaden i marken på nivån 0-5 cm i B-horisonten har uppmätts till 52 %, vilket är mycket högt i denna del av landet, och motsvarar "låg försurningsgrad" enligt bedömningsgrunderna. Detta indikerar att marken i Risebo innehåller lättvittrade mineral, kanske kalk, som gör att den står emot försurning bra.



Figur 22. pH i markvatten, provtagen vid 50 cm djup, sedan mätstart vid sex mätplatser i södra Sverige.



Figur 23. ANC i markvatten, provtagen vid 50 cm djup, sedan mätstart vid sex mätplatser i södra Sverige.

4.2 Övergödningsproblematiken i skogsmiljön i södra Sverige

4.2.1 Små förändringar i kvävenedfall

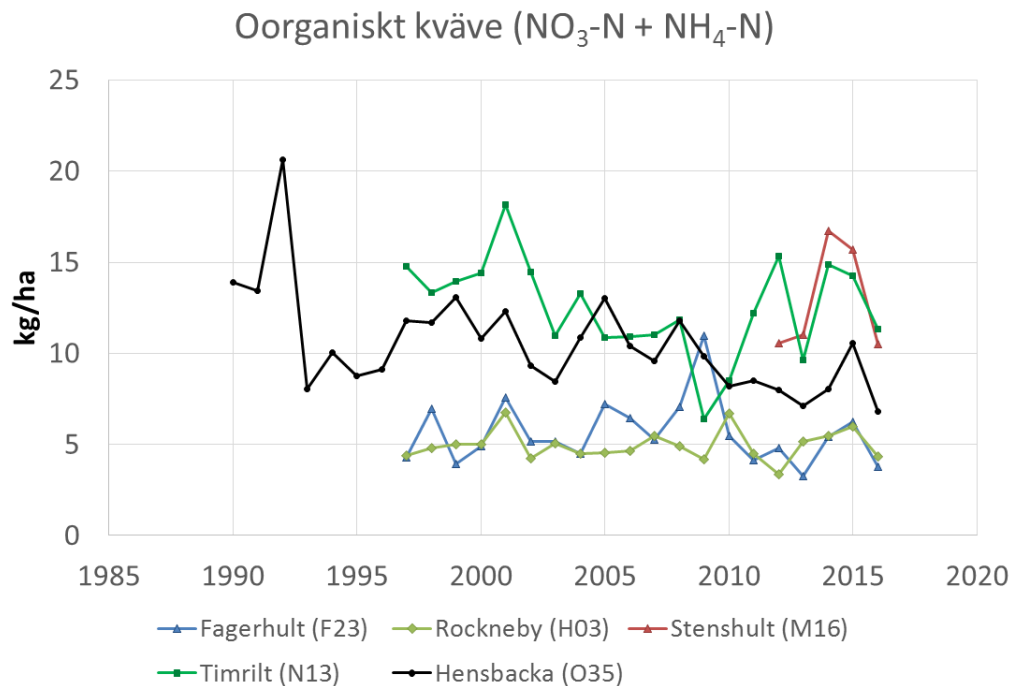
Våtdepositionen av kväve med nederbörden har minskat endast vid två av totalt tio tillgängliga mätplatser i södra Sverige mellan 1996/97 och 2015/16. Den kritiska belastningen för nedfall av oorganiskt kväve till barrskog, 5 kg kväve per hektar och år, överskreds i hela södra Sverige under de senaste tre åren. Även den kritiska belastningen för lövskog, 10 kg N/ha/år, överskreds i stora delar av sydvästra Sverige där lövskogsandelen är hög. Överskridanden kan leda till påverkan på markvegetationen i skogsekosystemen, samt risk för läckage av nitrat till mark- och grundvatten.

Våtdepositionen av kväve med nederbörden har under en period av 19 år mellan 1996/97 och 2015/16 minskat vid två av totalt tio tillgängliga mätplatser i södra Sverige, Hensbacka i Bohuslän och Hissmossa/Västra Torup i Skåne (Figur 13), medan den var oförändrad vid de övriga åtta mätplatserna. Torrdepositionen av kväve var inte inkluderad i dessa trendanalyser.

Torrdepositionen utgjorde under de senaste tre åren mellan 20 och 50 % av den beräknade totala nedfallet i södra Sverige. En analys av våtdepositionen av kväve sedan mitten av 1950-talet (Ferm m. fl., under utarbetande) tyder på att kvävenedfallet i sydvästra Sverige ökade mellan 1955 och 1980 för att därefter ligga konstant till 1990 och därefter långsamt minska. När det gäller totalt kvävenedfall, summan av torr- och våtdeposition, finns ännu inga längre tidsserier.

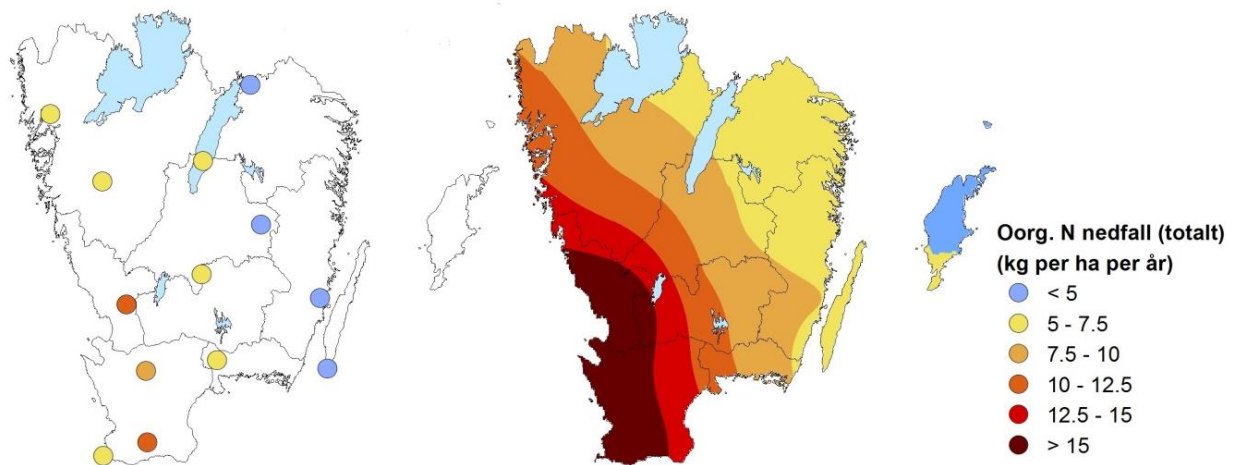
Ett grundläggande problem vad gäller trendanalyser av atmosfäriskt nedfall är mellanårsvariationen, vilket framgår tydligt i Figur 24. Mellanårsvariationen beror till relativt stor del i skillnader i nederbördsmängder mellan åren. Exempelvis syns de torra åren 2013 och 2016 relativt tydligt när det gäller våtdepositionen av kväve vid Timrilt i Halland och Stenshult i södra Skåne (Figur 24, se även Figur 8). Mellanårsvariationen beror dock även på skillnader när det gäller ursprunget hos de förorenade luftmassor som med vindarna drar in över Sverige. Det finns nya metoder att kompensera för mellanårsvariation i väder och vindriktningar (se Kapitel 5.6.1), men denna metodik har ännu inte tillämpats på nedfallsdata inom Krondroppsnetet i någon större omfattning.

Den geografiska variationen mellan olika delar av södra Sverige framträder dels när det gäller tidsserier för uppmätt våtdeposition (Figur 24), dels när det gäller beräknad totaldeposition av kväve för året 2015/16 (Figur 25). Två platser i östra delen, Fagerhult i östra Jönköpings län och Rockneby i Kalmar län, uppvisar konsekvent lägre våtdeposition jämfört med platser från andra delar av södra Sverige. Högst är nedfallet i Skåne (Stenshult) och södra Halland (Timrilt).



Figur 24. Årligt nedfall av oorganiskt kväve som våtdeposition med nederbörden till öppet fält vid fem mätplatser i södra Sverige sedan mätstart vid respektive plats.

Det totala nedfallet av kväve, summan av torr- och våtdeposition, kan beräknas med hjälp av strängprovtagare, se kapitel 3.4. Den kritiska belastningen för nedfall av oorganiskt kväve till barrskog, 5 kg N/ha/år, överskrids i hela södra Sverige under 2015/16, Figur 25. I sydvästra delen överskrids även den kritiska belastningen för lövskog, 10 kg N/ha/år.



Figur 25. Nedfall av oorganiskt kväve (NO₃-N + NH₄-N) över öppet fält (t.v.) och som totalkväve (t.h.) under 2015/16 vid samtliga mätplatser i södra Sverige.

Vad kan det höga kvävenedfallet få för konsekvenser i södra Sverige?

En risk med det höga kvävenedfallet är att det kan leda till en förändring av markvegetationen i skogsekosystemen. Kvävegynnade arter, t ex gräs, kan komma att öka i förekomst på bekostnad av mindre kvävegynnade arter, t ex blåbär. Inom Riksskogstaxeringens årliga inventeringar ingår

även att göra en bedömning av det s.k. fältskiktet, inklusive att bedöma täckningsgrad av vissa växtslag. Återinventering av en viss provyta görs dock endast ca vart tionde år. En jämförelse av täckningen av blåbärsris mellan perioderna 1993-2002 och 2003-2010 visade på en minskning för norra Sverige men ingen förändring för övriga landet (Skogsdata, 2011). Som diskuterats ovan har dock kvävebelastningen på skogsekosystemen i södra Sverige varit hög under lång tid och visar små tecken på förändring.

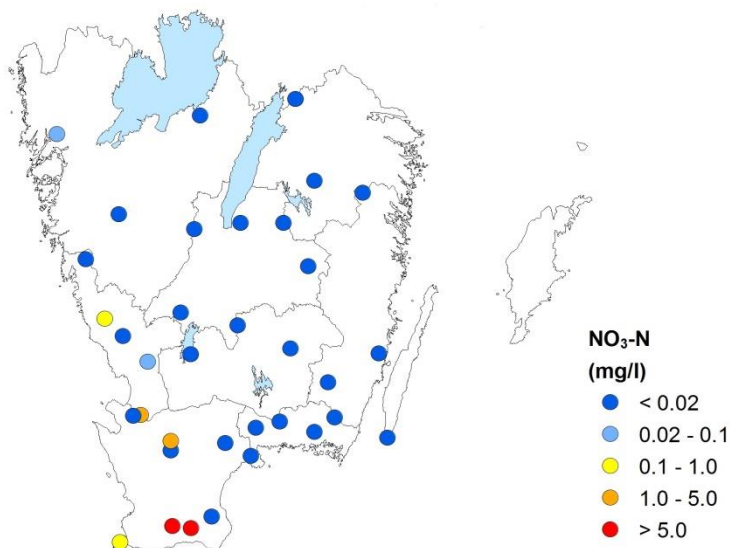
En annan risk är att kvävenedfallet kan påverka nedbrytningen och omsättningen av organiska ämnen i skogsmarken, vilket i sin tur kan påverka halterna av lösta organiska ämnen i ytvattnet. En ökad halt av lösta organiska humusämnen, s.k. "brunifiering", i vattendrag och sjöar har observerats över hela Sverige under de senaste decennierna (Sonesten, 2010). Att kvävenedfall kan öka förekomsten av lösta organiska ämnen i mark- och ytvatten har visats från modelleringsstudier (Rowe m. fl., 2014) såväl som från experimentella studier (Fröberg m. fl., 2013; Rappe-George m. fl., 2013).

En ytterligare risk med högt kvävenedfall är att nitrat kan läcka ut i markvattnet och sedan vidare till grund- och ytvatten. Detta behandlas vidare i nästa kapitel.

4.2.2 Kväve förekommer i markvattnet längst i sydväst och i samband med störningar

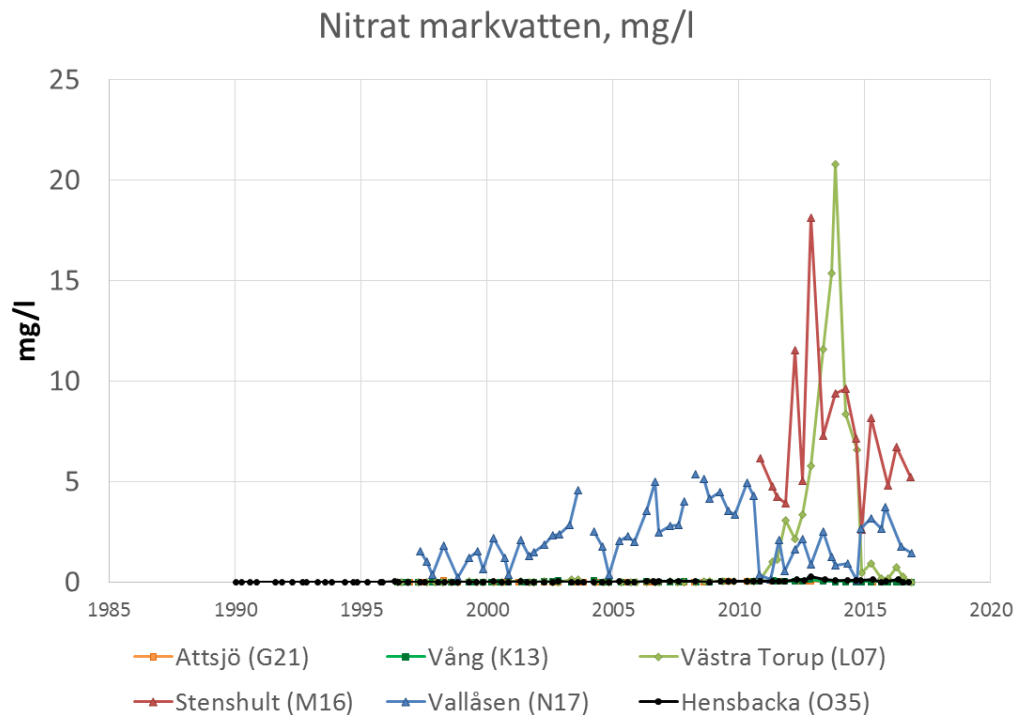
Nitrat förekommer sällan i markvattnet i ostörda skogsekosystem, förutom längst ner i sydvästra Sverige. Efter relativt begränsade stormskador kan dock halterna av nitrat öka till ganska höga nivåer i markvattnet, även om det kan ta något år efter det att störningen inträffade.

Mycket tyder på att kväve kontinuerligt lagras upp i skogsmarken i södra Sverige (Akselsson m. fl., 2010). Trots detta förekommer nitrat sällan i markvattnet, förutom längst ner i sydvästra Sverige (Figur 26). Det är främst vid platser i Skåne och Halland som halterna av nitrat i markvattnet når bestående höga halter (Figur 26).



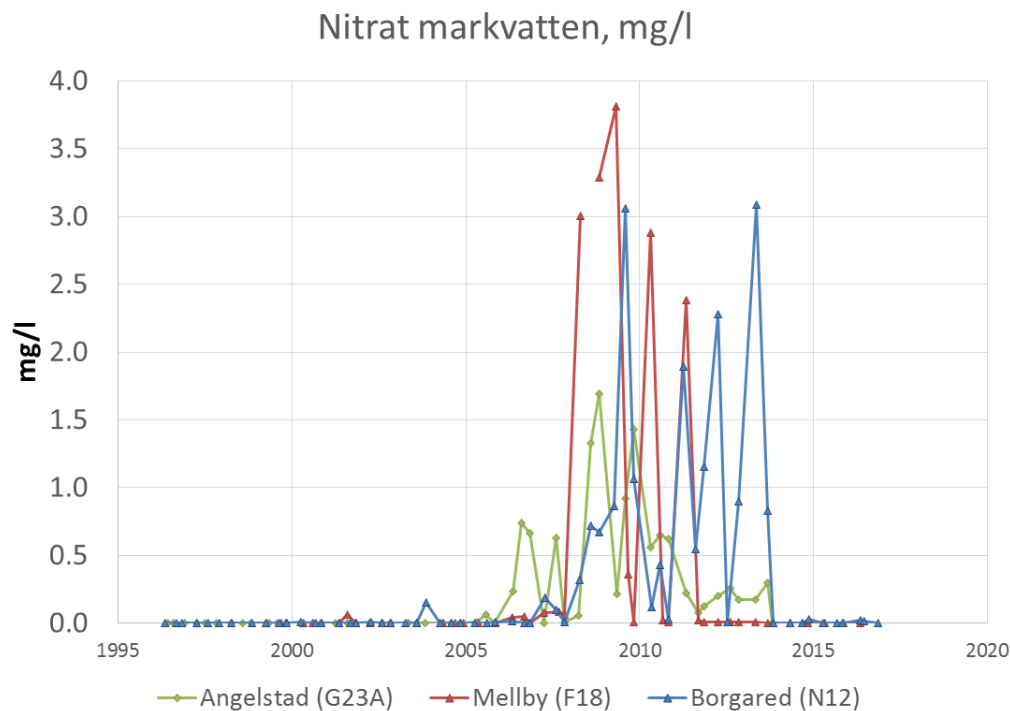
Figur 26. Nitrat i markvattnet, provtagen vid 50 cm djup, under tidsperioden 2014-2016 (medianvärde) vid samtliga mätplatser i södra Sverige.

I Figur 27 visas tidsserier för nitratkväve i markvattnet vid några representativa platser i södra Sverige. Vid en del platser med växande ostörd skog uppträder i stort sett aldrig förhöjda halter av nitrat i markvattnet, såsom vid granskogen i Hensbacka i Bohuslän, tallskogen i Attsjö öster om Växjö samt granskogen vid Vång i Blekinge. Vid några platser är dock halterna av nitrat mer eller mindre konstant förhöjda, såsom vid granskogen vid Vallåsen i södra Halland och vid granskogen i Stenshult på Romeleåsen i södra Skåne. Vid granskogen i Västra Torup i Skåne steg halterna av nitrat kraftigt, men övergående, efter en avverkning 2010.



Figur 27. Halter av nitratkväve i markvattnet vid sex platser i södra Sverige.

Störningar i skogsmarken kan öka risken för tillfälliga perioder med läckage av nitrat till markvattnet. Stormarna Gudrun (2005) och Per (2007) med flera, orsakade omfattande stormfällan i södra Sverige, vilket medförde ett omfattande läckage av nitrat till markvattnet vid dessa platser (Hellsten m. fl., 2015). Vid de mest drabbade platserna ökade nitrathalterna inom två år efter stormen. Det finns emellertid andra platser där stormarna orsakade mindre skador och som därefter löpande drabbats av ytterligare stormfällan. I Figur 28 visas halter av nitrat i markvattnet vid tre platser med granskog, som drabbades av begränsade skador av stormarna Gudrun och Per, Borgared i Hallands län, Angelstad i Kronobergs län och Mellby i Jönköpings län. Vid Angelstad föll cirka 30 % av träden i stormen Gudrun, och i Mellby och Borgared ca 15 % av träden. Halterna av nitrat i markvattnet ökade vid dessa platser, och nådde efterhand relativt höga nivåer. Efter 2013 har dock halterna återgått till normalt låga halter. Partiella stormskador i trädbestånd är troligen relativt vanliga i södra Sverige.



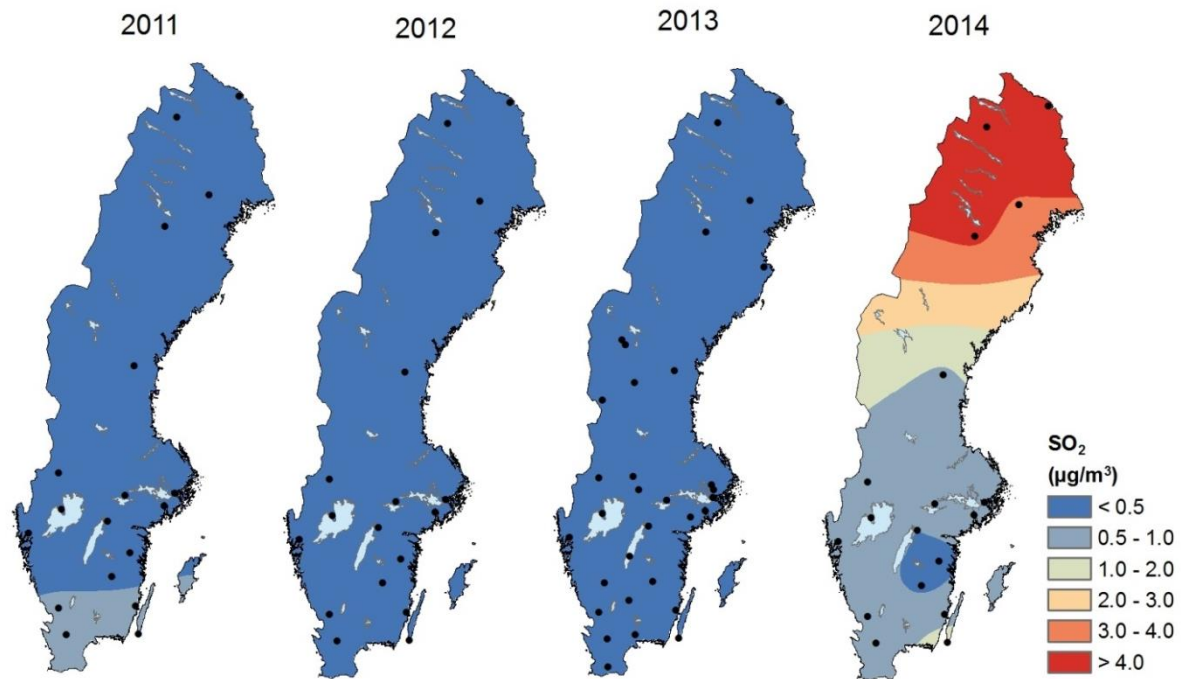
Figur 28. Halter av nitrat i markvattnet, provtaget vid 50 cm djup vid tre platser med granskog, som drabbades av begränsade skador av stormarna Gudrun och Per, Borgared i Hallands län, Angelstad i Kronobergs län och Mellby i Jönköpings län. Vid Angelstad föll ca 30 % av träden i stormen Gudrun, och i Mellby och Borgared ca 15 % av träden.

5 Aktuellt 2016

5.1 Temarapporten om vulkanutbrottet och dess effekter

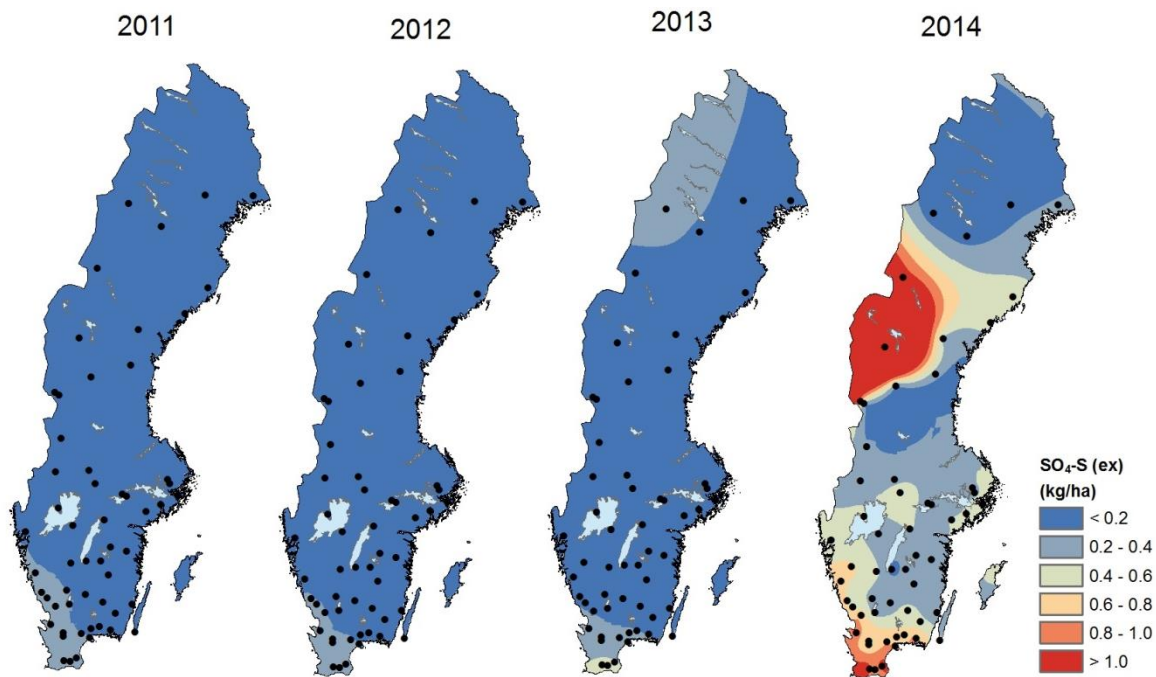
Under sensommaren och hösten 2014 samt början av 2015 inträffade ett mycket stort vulkanutbrott på Island, med utsläpp av svaveldioxid i samma storleksordning som de samlade antropogena utsläppen från Europa under ett helt år. Högst svavelutsläpp från vulkanen inträffade under september till november 2014. Vulkanutbrottet påverkade periodvis luftkvaliteten i Sverige, främst under september 2014, och i synnerhet i norra Sverige, som normalt är en ren miljö utan större föroreningskällor. Tack vare den omfattande geografiska täckningen av mätplatser inom Krondroppsnätet kunde påverkan från svavelutsläppen från vulkanen på Island bekräftas på ett relativt tidigt stadium och göras känt för massmedia och allmänhet.

Samtliga mätplatser inom Krondroppsnätet uppvisade förhöjda lufthalter av SO₂ i september 2014 jämfört med tidigare år, Figur 29. Den uppmätta genomsnittliga SO₂-halten för september 2014 över Sverige var nästan åtta gånger så hög jämfört med motsvarande treårsmedelvärde för september under 2011-2013. Spridningsmodellering med EMEP-modellen visade att över 90 % av uppmätt SO₂ under september 2014 hade sitt ursprung i SO₂-emissioner från vulkanutbrottet.



Figur 29. SO₂-halter i Sverige under september 2011, 2012, 2013 och 2014. Kartorna är ett resultat av en geografisk interpolering (Kriging), baserat på mätpunkter inom Krondroppsnetet.

Även svavelnedfallet över Sverige påverkades av vulkanutbrottet på Island. Såväl våtdepositionen som totaldepositionen som krondropp till granskog ökade allra mest i norra Sverige. Den största förhöjningen av det totala svavelnedfallet inträffade för flertalet mätstationer under oktober månad, Figur 30. Detta kan förklaras av ett högt svavelutsläpp från vulkanen under oktober månad men även av den låga nederbördsmängden under september, varför en stor mängd torrdepositionen av svavel från september främst samlades in tillsammans med oktoberprovet. Det uppmätta genomsnittliga totala svavelnedfallet i oktober 2014 över Sverige, var cirka tjugotvå gånger så hög jämfört med motsvarande treårsmedelvärde för oktober under 2011-2013. Spridningsberäkning med EMEP-modellen visade att våtdepositionsandelen från vulkanen var mer än 80 % i vissa delar av norra Sverige. Under september månad var vulkanens bidrag till våtdepositionen av svavel i Sverige ännu högre och i stort sett hela Sverige hade då ett nedfall där mer än 60 % härrörde från vulkanen.



Figur 30. Totalt svavelnedfall via krondropp i Sverige under oktober 2011, 2012, 2013 och 2014. Kartorna är ett resultat av en geografisk interpolering (Kriging), baserat på mätpunkter inom Krondroppsnätet.

Även om det antropogena svavelnedfallet och lufthalten av SO_2 minskat dramatiskt i Sverige under de senaste 30 åren, belyser den här studien vikten av att upprätthålla luftkvalitetsmätningar. Krondroppsnätets mätningar bekräftar inte bara återhämtning, utan är också ett användbart verktyg för att spåra effekterna av specifika föroreningshändelser såsom vulkaniska utsläpp av SO_2 .

I Rapporten "Påverkan på atmosfäriskt nedfall och luftkvaliten i Sverige av SO_2 -emissioner från vulkanutbrottet på Island, 2014-2015" (Hellsten m.fl., 2017) redovisas en mer ingående analys av hur svavelutsläppen från vulkanen påverkade lufthalter och atmosfäriskt nedfall över Sverige. Rapporten är en del av den serie av temarapporter som produceras inom Krondroppsnätet.

5.2 Har sänkt svavelinnehåll i fartygsbränsle fortsatt gett bättre luftkvalitet?

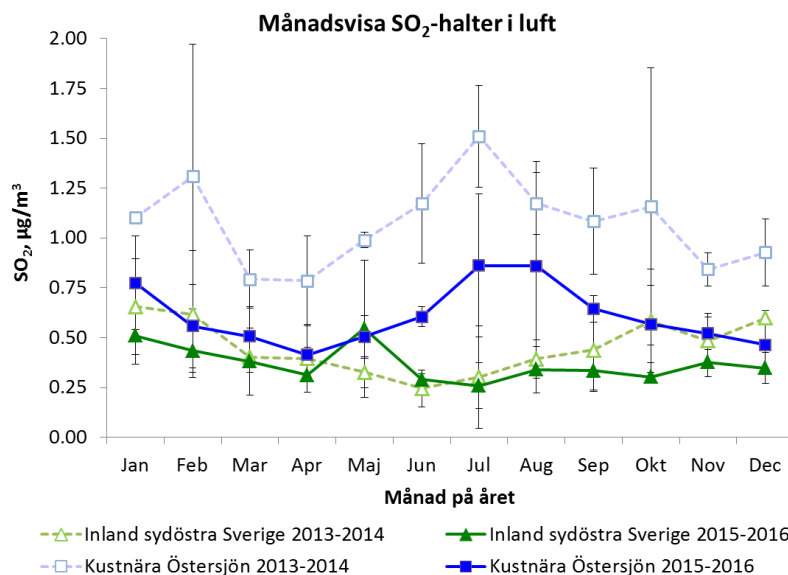
Den 1 januari 2015 skärptes gränsvärdena för hur mycket svavel som fartygsbränsle får innehålla, från tidigare 1 procent till 0,1 procent svavel. Resultaten från förra årets rapportering inom Krondroppsnätet (Pihl Karlsson m. fl., 2016) visade att svaveldioxidhalterna (SO_2) vid kustnära platser under 2015 var cirka 30 % lägre jämfört med motsvarande medelvärde för de tre närmast föregående åren, medan en motsvarande minskning inte kunde uppmätas vid platser i inlandet. Vi fortsätter här dessa analyser efter ännu ett år med mätningar efter det att halten svavel i fartygsbränsle sänktes.



För analysen har mätningar av lufthalter (SO₂) inom Krondroppsnätet och Luft- och Nederbördskemiska nätet (LNKN)¹ använts, se kartan till vänster. I den kustnära kategorin ingår mätplatsen Ottenby som ligger på Ölands södra udde samt mätplatsen Hoburgen på Gotlands södra udde. I inlandskategorin ingår fyra mätplatser, Rockneby och Risebo i Kalmar län, Sannen i Blekinge län och Fagerhult i östra delen av Jönköpings län. Mätplatserna Ottenby, Rockneby, Risebo och Fagerhult ingår i Krondroppsnätet medan Hoburgen och Sannen ingår i LNKN. Mätningarna har finansierats av Naturvårdsverket (Ottenby, Hoburgen samt Sannen), Kalmar läns luftvårdsförbund (Rockneby och Risebo) samt Jönköpings läns luftvårdsförbund (Fagerhult).

För analyser av eventuella skillnader av medelkoncentrationer, mellan år och mellan månader, för de kustnära platserna och platserna i inlandet har variansanalys (ANOVA) använts, Tabell 1. Detta är en statistisk metod som används för att undersöka skillnader i medelvärde mellan två eller fler grupper. Analysen har utförts med hjälp av statistikprogrammet STATGRAPHICS Plus for Windows.

Resultaten från 2016 visar fortsatt på lägre SO₂-halter vid kustnära platser som ett medelvärde för 2015-2016 jämfört med motsvarande mätningar för perioden 2013-2014, Figur 31. Halterna av svaveldioxid vid de två kustnära platserna i Östersjön som medelvärde för perioden 2015/2016 (jan-dec) var 43 % lägre jämfört med motsvarande medelvärde för perioden 2013/2014. Minskningen mellan åren är statistiskt signifikant säkerställd vid de kustnära platserna. Även vid mätplatserna i inlandet, i sydöstra Sverige, fanns en statistiskt signifikant minskning mellan medelvärdet för perioderna 2015-2016 och 2013-2014, dock var minskningen betydligt lägre 19 %.



Figur 31. Månadsvisa medelvärden dels för kalenderåren 2015-2016 (fyllda symboler), dels för 2013-2014 (ofyllda symboler). Blå symboler visar medelvärdet för de kustnära platserna och gröna symboler gäller platserna i inlandet. Standardavvikelse visas med vertikala staplar.

¹ Mätningarna inom Luft- och Nederbördskemiska nätet genomförs av IVL inom ramen för den nationella miljöövervakningen, finansierad av NV.

Den statistiska analysen på månadsbasis visade på statistiskt signifikant minskning vid kustnära platser, under 2015-2016 jämfört med 2013-2014, för samtliga månader, förutom maj, där ingen statistiskt signifikant förändring erhöles, Tabell 1. Vid inlandsplatserna var svaveldioxidhalterna signifikant lägre under 2015-2016 jämfört med 2013-2014 under 5 månader och signifikant högre under 1 månad (juni), under resterande 6 månader erhöles ingen signifikant förändring. Att även lufthalterna av svavel i södra Sveriges inland påverkas av minskade svavelutsläpp från fartygstrafiken är vad som kan förväntas.

Tabell 1. Statistisk analys, med envägs ANOVA, av skillnader i medelkoncentrationer av svaveldioxid vid två kustnära platser (Ottenby och Hoburgen) samt fyra platser belägna i inlandet (Sännen, Rockneby, Risebo samt Fagerhult) mellan tidsperioderna 2013-2014 samt 2015-2016. Samma bokstäver (a, b, c, d) i kolumnerna för olika månader indikerar att platserna och åren inte är signifikant skilda åt.

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec	Hela året
Kust 2013-2014	c	b	b	b	-	c	c	c	c	b	c	c	d
Kust 2015-2016	ab	a	a	a	-	a	a	a	ab	a	b	b	b
Inland 2013-2014	b	a	a	a	-	b	b	b	b	a	b	a	c
Inland 2015-2016	a	a	a	a	-	a	a	a	a	a	a	a	a
p-värde <	0.01	0.001	0.001	0.001	ns	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

5.3 Krondroppsnetet som bas för ekosystemforskning

Under 2016 slutförde Giuliana Zanchi och Lin Yu, som baserat delar av forskningen på data från Krondroppsnetet, sina avhandlingar vid Lunds universitet. Båda använde och vidareutvecklade ekosystemmodellen ForSAFE, som används för att simulera effekter av nedfall, klimat och skogsbruk på kväve och försurningsindikatorer i mark, kolinlagring i mark och träd, samt träd tillväxt.

Två platser inom Krondroppsnetet, Västra Torup och Klintaskogen i Skåne, användes vid modelleringen. Dessa två mätplatser ingår i de ca 40 platser inom Krondroppsnetet som kartlades noggrant omkring 2010, inom ramen för ett projekt finansierat av FORMAS. I kartläggningen ingick diameter- och höjdmätning av träden samt analyser av jordprover från olika marklager i gropar. Markdata behövs som ingångsdata till ForSAFE-modellen, och trädmätningarna användes för att beräkna tillväxt, för utvärdering av resultaten.

Giuliana Zanchis avhandling: "Modelling the effects of management intensification on multiple forest services: a Swedish case study"

Lin Yus avhandling: "Storm disturbances in a Swedish forest - A case study comparing monitoring and modelling".

5.3.1 Effekter av skogsbruk på ekosystemtjänster i skogen

I Västra Torup kördes ForSAFE-modellen för olika skogsbruksscenarioer, t.ex. stamuttag och uttag av både stammar och grot (grenar och toppar) (Zanchi m.fl., 2014). Scenarierna jämfördes med

avseende på virkesproduktion, kolinlagring samt aciditet och kväve i markvattnet. På så sätt kunde en integrerad analys av scenarierna göras utifrån flera olika miljö- och produktionseffekter.

Modelleringen visade att kolinlagringen i marken minskade vid grot-uttag, samtidigt som halterna av kväve och löst organiskt kol i markvattnet minskade. Markvattnets surhet, angiven som syraneutraliserande förmåga (ANC), påverkades i olika riktning beroende på tidsskala. Under första halvan av omloppstiden ledde grot-uttagen till försurning av markvattnet, till följd av den ökade baskatjonbortförslin. På längre sikt var dock ANC högre i scenariot med grot-uttag, vilket kan förklaras av större kvävebortförslin och därmed minskad nitrifikation och minskad försurning. Det visar att kvävet har stor betydelse för försurningsutvecklingen i denna region. En annan lärdom från modelleringen var att den historiska markanvändningen påverkar mycket, och att kunskap om den är viktig för att modelleringen ska fungera bra.

5.3.2 Effekter av stormskador på mark- och markvattenkemi

I Klintaskogen på Romeleåsen användes ForSAFE-modellen för att studera stormeffekter på återhämtning från försurning (Yu m.fl., 2016). De stormar som drabbade Klintaskogen mest var Lothar 1999 och Gudrun 2005. Båda stormarna orsakade stormfällning som ledde till förhöjda nitrathalter i markvattnet. Stormen Lothar ledde även till en havssaltsepisod, med förhöjda halter av klor, natrium och magnesium samt sänkt pH i markvattnet som följd.

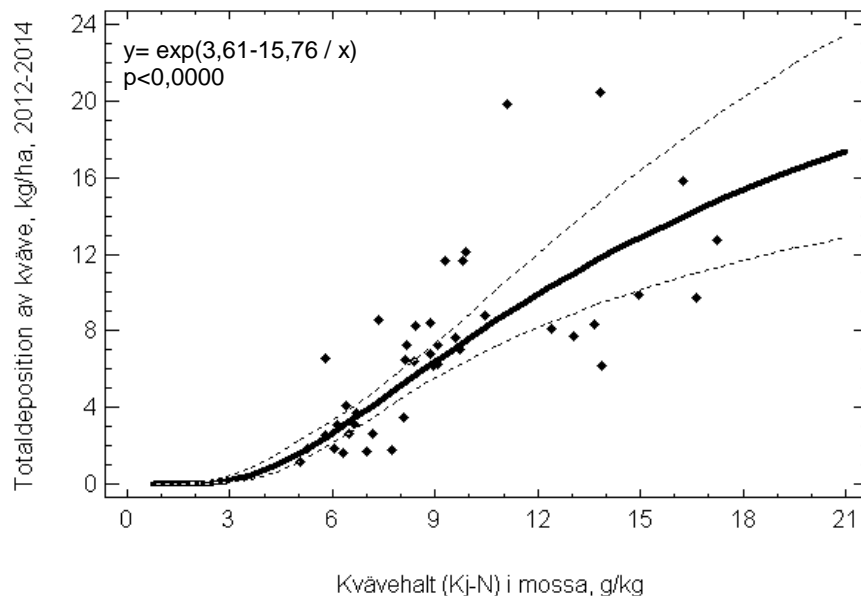
Modelleringen indikerade att återhämtning pågår, och att den kommer att fortsätta i framtiden. Både mätningar och modellering visade dock att stormarna kan innebära en störning av återhämtningen. Havssaltsepisoder kan leda till en tillfällig surstöt i markvattnet, då natrium byter ut vätejoner på markpartiklarna. På lång sikt innebär dock episoderna att basmättnaden ökar, eftersom natrium och magnesium tillförs. Modelleringen indikerade även att stormfällningar kan leda till minskad mängd baskatjoner i marken, då utlakningen av baskatjoner ökar vid stormfällningar.

5.4 Halt i mossa – nedfall, metaller, svavel och kväve – NV-rapport

En studie, på uppdrag av Naturvårdsverket, har genomförts om möjligheten att finna samband mellan halter i mossa och nedfall av metaller, svavel och kväve (Pihl Karlsson m. fl., 2017). I studien analyserades bl.a. svavel- och kvävehalt i mossa, insamlad inom den nationella mossundersökningen 2015 och användes tillsammans med nedfallsdata från bl.a. Krondroppsnetet.

Resultaten visade att det fanns statistiskt säkerställda samband mellan halter i mossa och det atmosfäriska nedfallet av motsvarande ämnen vid eller i närheten av platsen där mossan samlats in för vissa av metallerna samt för svavel och kväve. Resultaten visade att spridningen kring regressionslinjerna för svavel dock var betydande och en förutsägelse av nedfallet utifrån halt i mossa i dessa fall bör därför användas med försiktighet samt även åtföljas av ett osäkerhetsintervall. Vad gäller relationerna mellan kvävenedfall och motsvarande halt i mossa fanns ett relativt linjärt samband, Figur 32. Sambandet var starkt och spridningen relativt låg,

varför detta samband bör kunna användas vidare för nedfallsuppskattningar baserat på halter av kväve i mossa.



Figur 32. Kvävehalt (Kj-N) i mossa i g/kg torrsvikt och totaldepositionen av kväve i kg/ha som ett medelvärde för perioden 2012-2014. Streckade linjer visar 95 % konfidensintervall. Figur från Pihl Karlsson m. fl., 2017.

5.5 Miljöövervakningsdagarna, Kiruna

Den 20-22 september 2016 anordnades Miljöövervakningsdagarna i Kiruna, där Krondroppsnetets projektledningsteam medverkade. Cecilia höll en presentation "Extrema händelser – allt viktigare i miljömålsarbetet" i sessionen "Miljöövervakning under utveckling". Cecilia fokuserade på miljömålen *Bara naturlig försurning* och *Ingen övergödning*, och visade exempel på hur fyra olika typer av "extrema" händelser har påverkat resultaten från mätningarna inom Krondroppsnetet och har påverkat utvärderingen av miljömålen.

Ytan i Klippan i Västra Götalands län visades som exempel på hur kvävehalterna kan öka kraftigt samtidigt som pH minskar efter barkborreangrepp. Timrilt i Hallands län visade på liknande effekter efter stormskador. Slutsatserna som drogs var att stormskador och insektsangrepp kan ge stora effekter på kväveutlakningen från skog, vilket kan påverka miljömålen *Ingen övergödning* och *Bara naturlig försurning*. Havssaltepisoder i början av 1990-talet i Hjärtsjömåla i Blekinge visades som exempel på hur sådana episoder kan leda till surstötter, vilket påverkar miljömålet *Bara naturlig försurning*.

Resultat från Krondroppsnetet i norra Sverige visade hur vulkanutbrottet på Island hösten/vintern 2014/15 påverkade svavelnedfallet i norra Sverige. Detta visar att både naturliga och antropogena utsläpp behöver följas för att kunna bedöma nedfallstrenderna för svavel och kväve i uppföljningen av miljömålen *Ingen övergödning* och *Bara naturlig försurning*.

Alla dessa exempel visar att långa tidsserier, som de som har byggts upp inom Krondroppsnetet, är nödvändiga för att kunna utvärdera miljömålen på ett bra sätt.

Under miljöövervakningsdagarna presenterades även en poster där Krondroppsnetets verksamhet visades, se nästa sida. Intresset för postern var stort och det blev givande diskussioner.

I samband med Kirunaresan besöktes även krondroppsytan i **Palovaara** (i Karesuando socken, Kiruna kommun) och öppet fält-ytan vid **Nikkaloukta** (vid gränsen mellan Gällivare och Kiruna kommun). Vi vill tacka Folke Söderfalk och Åke Jönsson, för visning av mätplatserna och givande diskussioner kring mätningarna på dessa platser, se foto nedan.



Folke Söderfalk, provtagare i Palovaara (t.v.) tillsammans med Per Erik Karlsson. Foto: Sofie Hellsten



Åke Jönsson, provtagare i Nikkaluokta (t.v.) tillsammans med Per Erik Karlsson. Foto: Sofie Hellsten



Projektledningsteamet ute i verkligheten 😊

Foto: Åke Jönsson

Krondroppsnetets mätningar 2016

- 64 provytor
- Mätningar av lufthalter, våt- och torrdeposition samt markvattenkemi.
- Nedfallet mäts dels på öppet fält och dels under trädkronorna som krondropp.
- Markvattnet mäts på 50 cm djup.

Våtdeposition
Torrdeposition
Lufthalter
Torrdeposition
Våtdeposition
Krondropp
Markvatten

Illustration: Bo Reinertsh

Överg. N nedfall (totalt)
(kg per hektar och år)

- < 2.5
- 2.5 - 5
- 5 - 7.5
- 7.5 - 10
- 10 - 12.5
- 12.5 - 15
- > 15

Kvävenedfallet är högt och det förekommer nitrat i markvattnet

- Det totala kvävenedfallet av nitrat plus ammonium har beräknats uppgå till drygt 20 kg N/ha och år i sydvästra Sverige, och till mindre än 2 kg N/ha och år i nordligaste Sverige (karta till vänster).
- Torrdepositionen av kväve beräknas med provtagare där teflonsträngar används som surrogat för barren.
- Nitrat förekommer frekvent i markvattnet på 50 cm djup i sydvästra Sverige (karta till höger).

NO₃-N
(mg/l)

- < 0.02
- 0.02 - 0.1
- 0.1 - 0.5
- 0.5 - 1
- > 1

Svavelnedfallet har minskat kraftigt men markvattnets buffrande förmåga är ännu inte återställt

- Svavelnedfallet till den svenska skogen har under de senaste 20 åren minskat med mer än 80 procent (karta nedan till vänster).

- Vulkanutbrottet på Island i augusti 2014 till februari 2015 bidrog till ett högre svavelnedfall under denna perioden, framförallt i norra Sverige.
- Trots det minskade sura nedfallet saknar markvattnet vid många platser i södra Sverige ännu en buffrande förmåga och den syraneutraliserande förmågan (ANC) i markvattnet är fortfarande negativ (karta nedan till höger).

SO₄-S (ex)
kg/ha/år

- < 2
- 2 - 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- 8 - 10
- 10 - 12
- 12 - 14
- 14 - 16
- > 16

Krondroppsnetet drivs av IVL Svenska Miljöinstitutet i samarbete med Lunds universitet och finansieras främst av länsstyrelser och luftvårdsförbund men även av Naturvårdsverket och enskilda företag.

ANC
(meq/l)

- < -0.2
- 0.2 - 0
- 0 - 0.1
- > 0.1

5.6 Publikationer/rapporter under 2016

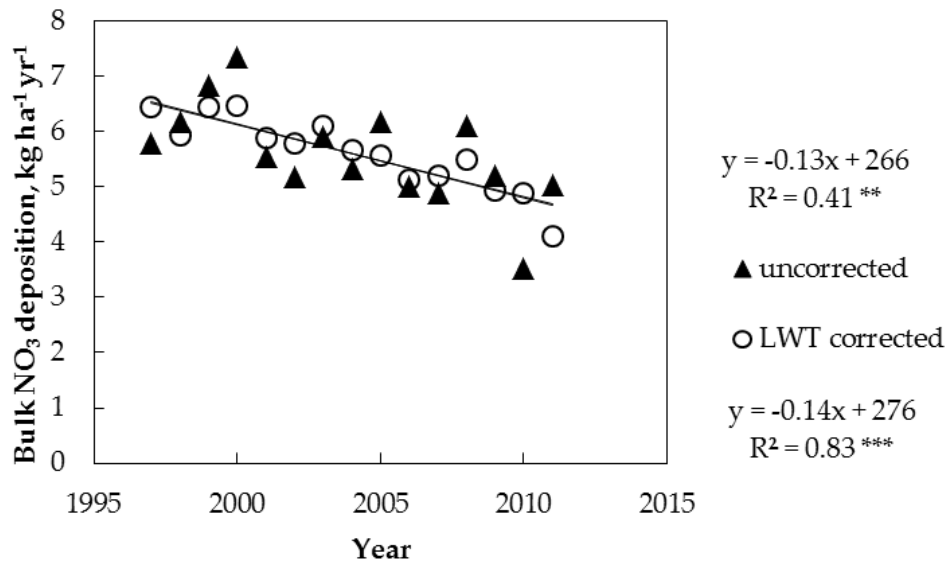
5.6.1 Vetenskaplig artikel om Lamb Weather Types

Utsläppen av flera luftföroreningar minskar enligt tillgänglig utsläppsstatistik för Europas länder. I vissa fall, som för svavel, är förändringen stor och har yttrat sig i en tydlig minskning av nedfallet. För oxiderat, och ännu tydligare för reducerat kväve, är utsläppsreduktionerna mindre. Det finns indikationer på att nedfallet av oxiderat kväve har minskat, men i vissa fall är denna minskning inte statistiskt signifikant eller otydlig. Att det är svårt att påvisa en nedåtgående trend beror i stor utsträckning på att det finns en betydande mellanårsvariation i nedfallet som överlagrar och skymmer en eventuell övergripande trend. Som diskuterats ovan i kapitel 4.2.1 beror mellanårsvariationen i kvävenedfall i stor utsträckning på mellanårsvariationer i nederbörds mängder. Det vore därför av värde att teoretiskt kunna analysera hur variationen i nedfall med tiden hade sett ut, om den storskaliga vädersituationen hade varit konstant mellan åren.

I artikeln Pleijel m. fl. 2016 har vi använt det vädertypssystem som kallas Lamb Weather Types (LWT). LWT är 26 till antalet men kan konsolideras till 10, vilket är det vi använt i studier av luftföroreningar. Det finns då LWT som beskriver det regionala cirkulationsmönstret i form av åtta riktade (NE, E, SE, S, SW, W, NW, N) och två cirkulerande vädertyper (högtrycks- och lågtrycksväder) baserat på det mönster för lufttryck som finns över den aktuella regionen. Varje LWT på en viss plats karaktäriseras av ett visst vädermönster vad gäller temperatur, fuktighet, vind (riktning och styrka) nederbörd, lufttryck mm. Styrkan i denna analys är att det just är reella mönster eller kombinationer av vädervariabler som beskrivs. Vädertyperna varierar geografiskt och man kan inte ta fram en LWT för t ex hela Sverige eftersom klimat och väder varierar betydligt över landet.

Pleijel m. fl. (2016) tillämpade denna metodik på trender för luftföroreningar i sydvästra Sverige. Här ingick såväl lokala luftföroreningar i Göteborg (NO₂, PM₁₀ och CO), som den regionala föroreningen marknära ozon (Göteborg och Råö) samt nedfallet av sulfat, nitrat och ammonium vid en krondroppsytta (Hensbacka) i mellersta Bohuslän. I samtliga fall kunde mellanårsvariationen för de olika föroreningarna förklaras till en betydande del (52-90 %) av den kombination av vädertyper som rådde ett visst år. Förenklat kan metodiken med justeringar utifrån LWT uttryckas som att den visar hur nedfallet skulle ha varit om vädret under hela den analyserade perioden varit genomsnittligt.

I Figur 33 visas trenden för nedfall av nitrat med nederbörden till öppet fält vid Hensbacka, dels utan och dels med justering för de årliga anomalierna med hjälp av LWT. Det är tydligt att de LWT-justerade värdena, som ligger närmare trendlinjen, resulterar i en betydligt högre korrelation och även högre signifikans hos trenden.



Figur 33. Trenden i nederbörd till öppet fält av nitrat vid Hensbacka baserat på observerade data och på LWT-justerade data. Figur från Pleijel m. fl., (2016).

5.6.2 Nytt nationellt miljöövervakningsprogram 2017

Övervakningen inom Programområde Luft i den nationella miljöövervakningen syftar dels till att uppfylla de krav som ställs på Naturvårdsverket genom olika direktiv, dels till att uppfylla åtaganden som gjorts inom ramen för internationella överenskommelser. Programområdet ger, med mätningar och beräkningsmodeller, även underlag till uppföljning av miljömålen *Frisk luft*, *Bara naturlig försurning*, *Ingen övergödning*, *Giftfri miljö*, *Skyddande ozonskikt* och *Begränsad klimatpåverkan* nationellt, regionalt och lokalt. Resultaten utgör också en väsentlig del av underlaget för internationell rapportering och officiell statistik avseende miljötillståndet. De viktigaste målgrupperna för Programområde Luft är EU, andra internationella organ, Naturvårdsverket och andra centrala myndigheter, län, kommuner, forskare samt allmänheten.

Syftet med delprogrammet; Krondroppsnetet-NV är att utföra långsiktiga mätningar av det totala nedfallet av försurande och övergödande ämnen till den svenska skogen på representativa mätplatser i landet. Resultaten ska användas till beräkningar av det totala nedfallet till skog av försurande, alkaliserande och eutrofierande ämnen. Resultaten är viktiga för främst nationella bedömningar av nedfall till skog. Dessa bedömningar utgör underlag för uppföljning av bl.a. miljökvalitetsmålet *Bara naturlig försurning*, beräkningar av överskridande av kritisk belastning samt internationell rapportering (EU).

Ett avtal är nu klart som gäller under 2017 och 2018 med möjlig förlängning under ytterligare två år. För Krondroppsnetet-NV innebär det i stort sett samma omfattning som de senaste föregående åren.

6 Vad är på gång 2017?

6.1 Vad händer efter 2020? - förstudie

Vilka regionala behov finns när det gäller miljöövervakning av lufthalter, atmosfäriskt nedfall och markvattenkemi inom Krondroppsnätet efter 2020? Detta kommer att belysas i en förstudie som genomförs under våren/försommaren 2017 på uppdrag av Länsstyrelsen i Jämtlands län tillsammans med övriga berörda Länsstyrelser.

Frågeställningar som kommer att diskuteras/belysas i förstudien är bl.a.:

- Beskrivning av mätplatserna utifrån ett antal viktiga och representativa parametrar, exempelvis: lufthalter, nedfall, markförhållanden, berggrund, trädslag, ålder på skog, ekosystem, miljötillstånd.
- Vad kan eventuellt hota/förvärra/förändra mätplatsens förutsättningar?
- Vilka mätplatser är representativa för ett storregionalt område/vanligt förekommande naturtyp som kan belysa nationella skillnader och vilka mätplatser belyser regionala särdrag?
- Statistisk analys av tidsserierna och eventuell samvariation mellan mätplatser.

Vidare görs en enkätundersökning där diskussion om vilka frågor som är viktiga att följa upp i respektive län, länens olika behov av data och hur data används idag, exempelvis i regionala miljömålsbedömningar, som stöd för utvärdering av annan typ av miljöövervakning, i kalkningsuppföljning, som recipientkontroll, som uppföljning av utsläpp av luftföroreningar eller effekter av olika skogsbruksåtgärder. Rapporten kommer att utgöra ett första underlag inför nästa regionala miljöövervakningsprogram.

6.2 RUT-försök

Under sommaren kommer ett nytt försök, "Rör Under Tak" (RUT), finansierat av Naturvårdsverket, att starta. Syftet är att kartlägga hur stor andel torrdeposition som fastnar på den nya provtagaren för nederbörd över öppet fält. Insamlare för bulkdeposition på öppet fält ska ge ett representativt värde på våtdepositionen. Dock fastnar även en viss mängd torrdeposition på mätutrustningen. Torrdepositionen som finns med i bulkinsamlaren på öppet fält leder till en överskattning av våtdepositionen. Att kompensera för torrdepositionen till insamlarna för bulkdeposition är viktigt ur flera synvinklar. Dels är det generellt viktigt med en korrekt uppskattning av våtdepositionen. Dels är det särskilt viktigt att korrekt kunna bestämma våtdepositionen av natrium, eftersom skillnaden i nedfall av natrium mellan krondropp och våtdeposition används för att kunna beräkna totaldepositionen av ämnen som annars ingår i trädens intern-cirkulation, såsom kväve och baskatjoner. Mätningarna ska pågå månadsvis under tre år med start under 2017. Mätningarna planeras att ske på de platser där strängprovtagare finns för att kunna få en korrekt bedömning av torrdepositionen.

7 Referenser

- Akselsson, C., Belyazid, S., Hellsten, S., Klarqvist, M., Pihl-Karlsson, G., Karlsson, P.E., Lundin, L. 2010. Assessing the risk of N leaching across a steep N deposition gradient in Swedish forests using different monitoring and modelling approaches. *Environmental Pollution* 158, 3588-3595.
- Fröberg m. fl., 2013. Long-term effects of experimental fertilization and soil warming on dissolved organic matter leaching from a spruce forest in Northern Sweden. *Geoderma* 200–201, 172–179.
- Hellsten, S., Gustafsson, M., Pihl Karlsson, G., Danielsson, H., Karlsson, P.E. and Akselsson, C. (2017): Påverkan på nedfallet och luftkvaliteten i Sverige av SO₂-emissioner från vulkanutbrottet på Island, 2014-2015. IVL Rapport C 234.
- Hellsten, S., Stadmark, J., Pihl Karlsson, G., Karlsson, P.E. and Akselsson, C. (2015): Increased concentrations of nitrate in forest soil water after windthrow in southern Sweden, *Forest Ecology and management* 356, 234-242.
- Karlsson, P.E., Ferm, M., Hultberg, H., Hellsten, S., Akselsson, C. & Pihl Karlsson, G.P. 2011. Totaldeposition av kväve till skog. IVL Rapport B1952.
- Moldan, F. 2011. Swedish NFC Report. I "Modelling Critical Thresholds and Temporal changes of Geochemistry and Vegetation Diversity (Posch m. fl red.). CCE Status Report 2011. ISBN 978-90-6960-254-7.
- Pihl Karlsson, G., Akselsson, C., Hellsten, S. & Karlsson, P.E. 2016. Tillståndet i skogsmiljön i Under 2016 presenterades resultaten inom Krondroppsnätet i 13 rapporter för olika län och landsdelar. IVL Rapport C 154-166.
- Pihl Karlsson, G., Danielsson, H., Karlsson, P.E. och Wängberg, I. G., 2017. Samband mellan halter i mossor och deposition av metaller, kväve och svavel. IVL Rapport C 231.
- Pleijel, H., Grundström, M., Pihl Karlsson, G., Karlsson, P.E. & Chen, D. (2016). A method to assess the inter-annual weather-dependent variability in air pollution concentration and deposition in south-west Sweden based on weather typing. *Atmospheric Environment* 126, 200-210.
- Rappe-George m. fl., 2013. The impact of four decades of annual nitrogen addition on dissolved organic matter in a boreal forest soil. *Biogeosciences*, 10, 1365–1377.
- Rowe m. fl., 2014. Predicting nitrogen and acidity effects on long-term dynamics of dissolved organic matter. *Environmental Pollution* 184, 271-282.
- Skogsdata, 2011. Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU. ISSN 0280-0543.
- Sonesten, L. 2010. Brunifiering av våra vatten. HAVET – om miljötillståndet i svenska havsområden. ISSN 1654-6741.
- Yu, L., Belyazid, S., Akselsson, C., van der Heijden, G., Zanchi, G., 2016. Storm disturbances in a Swedish forest - A case study comparing monitoring and modelling. *Ecological Modelling* 320, 102-113.
- Zanchi, G., Belyazid, S., Akselsson, C., Yu, L., 2014. Modelling the effects of management intensification on multiple forest services: a Swedish case study. *Ecological Modelling* 284, 48-59.

Websidor:

www.EMEP.int

www.smhi.se

Bilaga 1. Stationsvis redovisning

Här presenteras årets mätningar vid de olika mätplatserna i södra Sverige tillsammans med tidigare års mätningar. För deposition redovisas data som medelvärde för hydrologiskt år. För markvattendata visas alla tre markvattenprovtagningarna som genomförs årligen och som avses representera förhållandena före, under samt efter vegetationsperioden. Lufthaltsdata redovisas halvårsvis. Data från Krondroppsnetet är fritt tillgängliga från Krondroppsnetets hemsida: <http://www.krondroppsnetet.ivl.se/>. På hemsidan finns även kontaktuppgifter.

Undersökningarna i de olika länen är ett resultat av ett lagarbete där provtagning utförs av lokala provtagare, se respektive län nedan. På IVL har P. Andersson skött kontakter med provtagare medan främst L. Björnberg, C. Hällinder-Ehrencrona, P. Andersson, S. Honkala och V. Andersson har analyserat proverna. Databasen sköts av G. Malm. Datagranskning, databehandling och rapportering av resultaten utförs av C. Akselsson, P. E. Karlsson, S. Hellsten samt G. Pihl Karlsson.

B1. Blekinge

Det finns fem aktiva mätplatser inom Krondroppsnetet i Blekinge län (Tabell 8.2.1). Mätningarna vid Ryssberget (ekskog) och Hjärtsjömåla (tallskog), som startade 1985, har Sveriges längsta mätserier vad gäller krondropp och markvattenkemi.

Tabell B1.1. Aktiva mätplatser i Blekinge län 2015/16. Provtagare: Anders Jonshagen.

Mätplats	Dominerande trädslag	Öppet fält	Krondropp	Markvatten
Hjärtsjömåla (K 03)	Tall		X	X
Ryssberget (K 07)	Bok		X	X
Komperskulla (K 11)	Bok	X	X	X
Vång (K 13)	Gran		X	X
Kallgårdsmåla (K 10)	F.d. gran			X

Nedan presenteras kort de olika mätplatserna:

Hjärtsjömåla (K 03): Tallskog, planterad 1935. Ytan ligger i småkuperad terräng som drabbades av brand cirka 1920. Depositions- och markvattenmätningarna startade 1985. Denna yta har, tillsammans med Ryssberget, Sveriges längsta mätserie vad gäller krondropp och markvattenkemi.

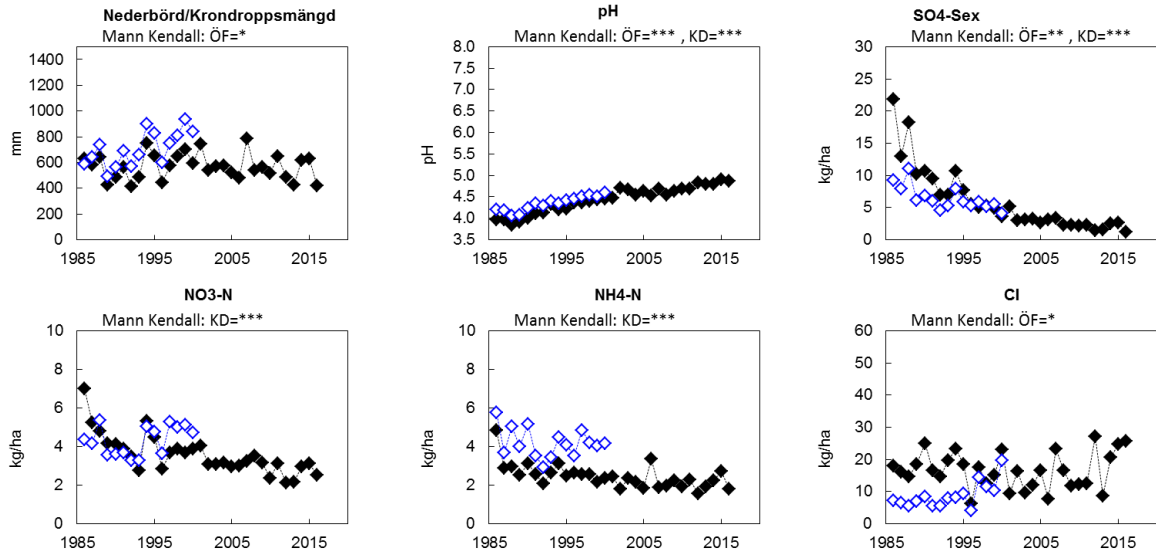
Ryssberget (K 07): Yta i en gammal bokskog med en mycket lång mätserie, från 1985, belägen strax norr om Sölvesborg. Ytan ligger topografiskt mycket högt jämfört med omgivande landskap och är starkt vindexponerad.

Komperskulla (K 11): Yta i nordvästra Blekinge, med bokskog planterad 1925. Ytan ligger i en sluttning åt öster och är inte vindexponerad. Beståndet i Komperskulla är självföryngrat på gamla betesmarker. Mätningarna i Komperskulla startade i november 1995. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001, men återupptogs i juni 2009.

Vång (K13): Yta med granskog, planterad 1931, söder om Tving. Ytan skadades något i stormen Gudrun 2005, då ett fåtal träd på ytan blåste ner. En större mängd träd blåste ner 200 m nordväst om ytan. Mätning av deposition och markvatten startade i oktober 1996.

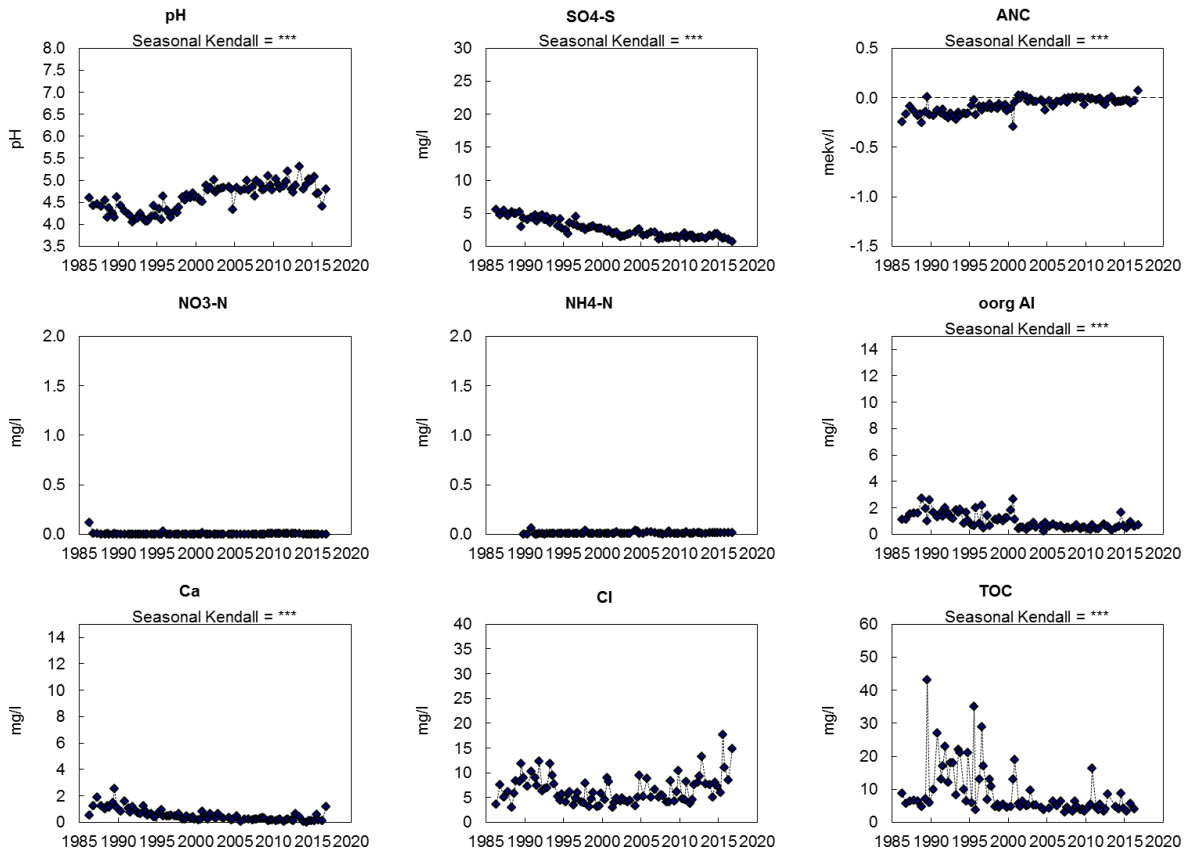
Kallgårdsmåla (K 10): Detta är en före detta granyta, planterad 1931, i nordöstra Blekinge, där skogen avverkades i november 2000. Jordmånen klassificerad som övergångstyp. Mätning av deposition och markvatten startade 1985. Sedan hösten 2000 återstår endast markvattenmätningarna och syftet är i första hand att följa upp markvattnets utveckling.

Hjärtsjömåla (K 03):



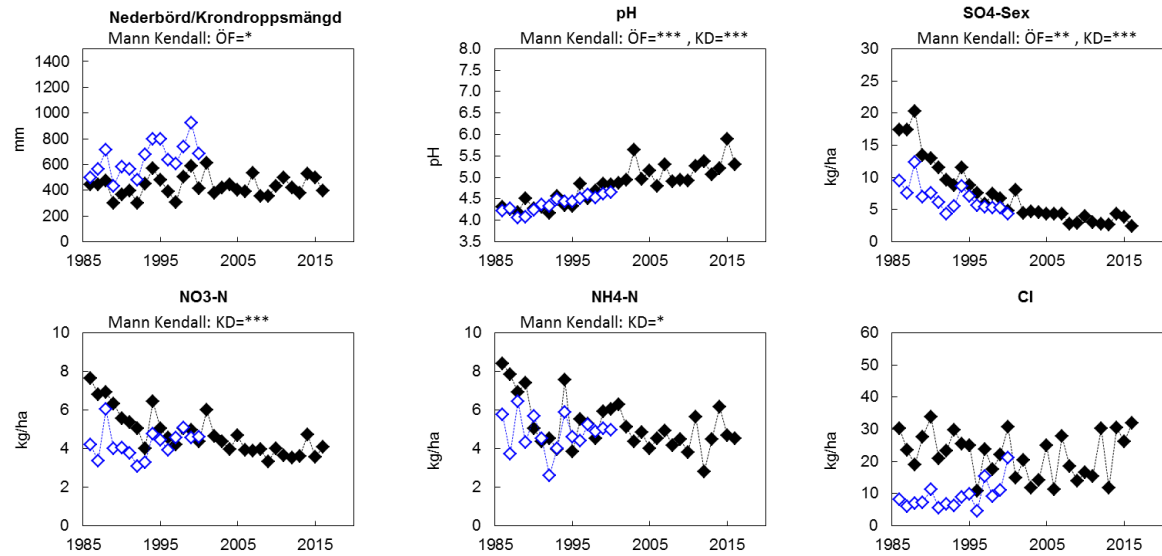
◆ Krondropp (KD) ◆ Öppet fält (ÖF)

Figur B1.1. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Hjärtsjömåla, K 03. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



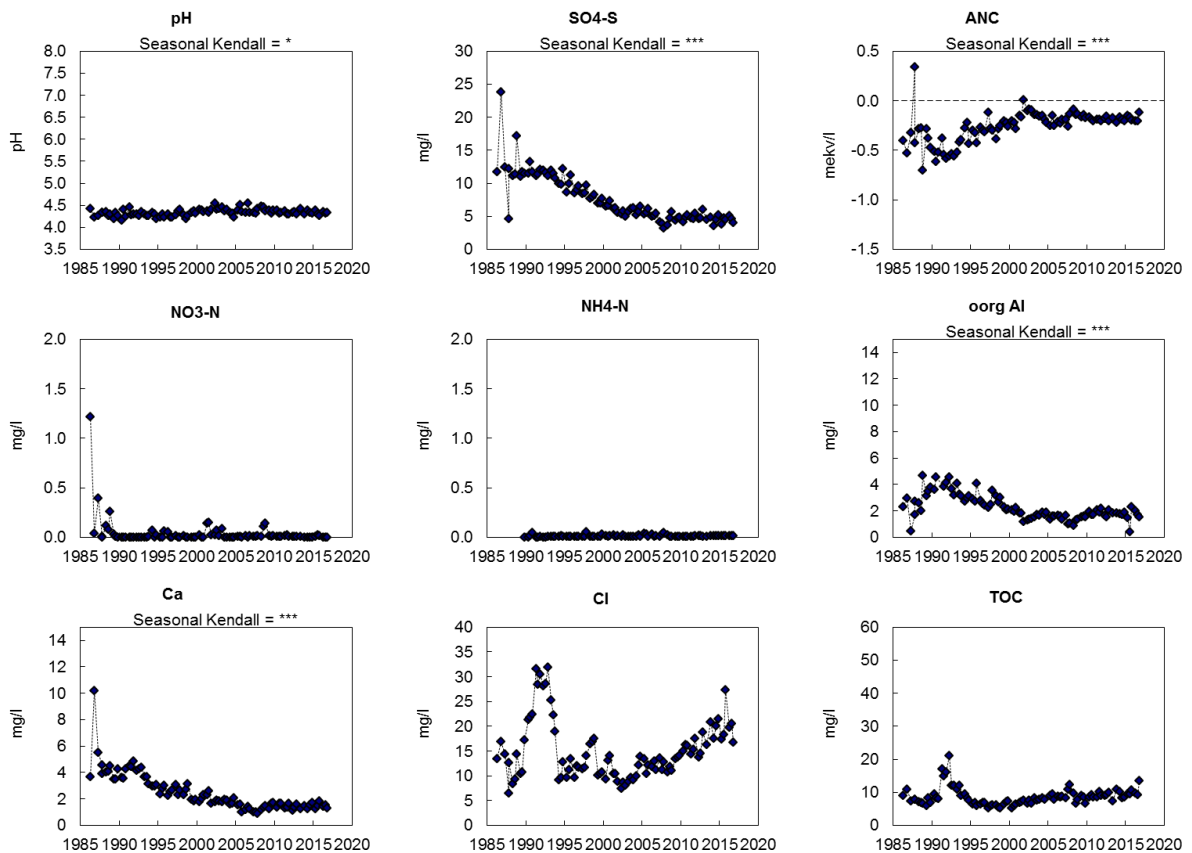
Figur B1.2. Markvattenkemi vid Hjärtsjömåla, K 03: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), organiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl⁻) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Ryssberget (K 07):



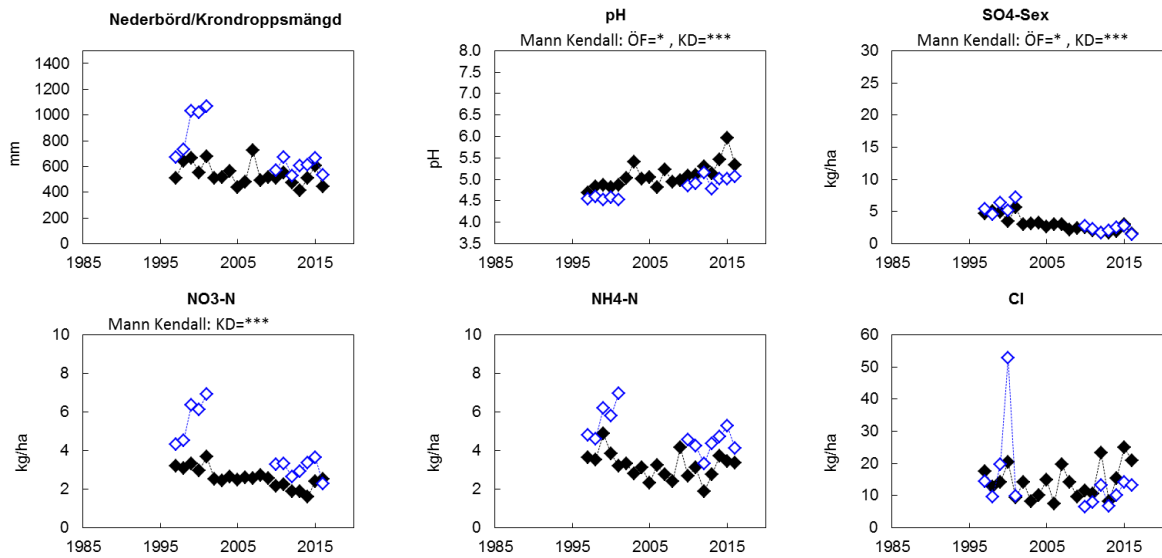
◆ Krondropp (KD) ◇ Öppet fält (ÖF)

Figur B1.3. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Ryssberget, K 07. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-Sex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



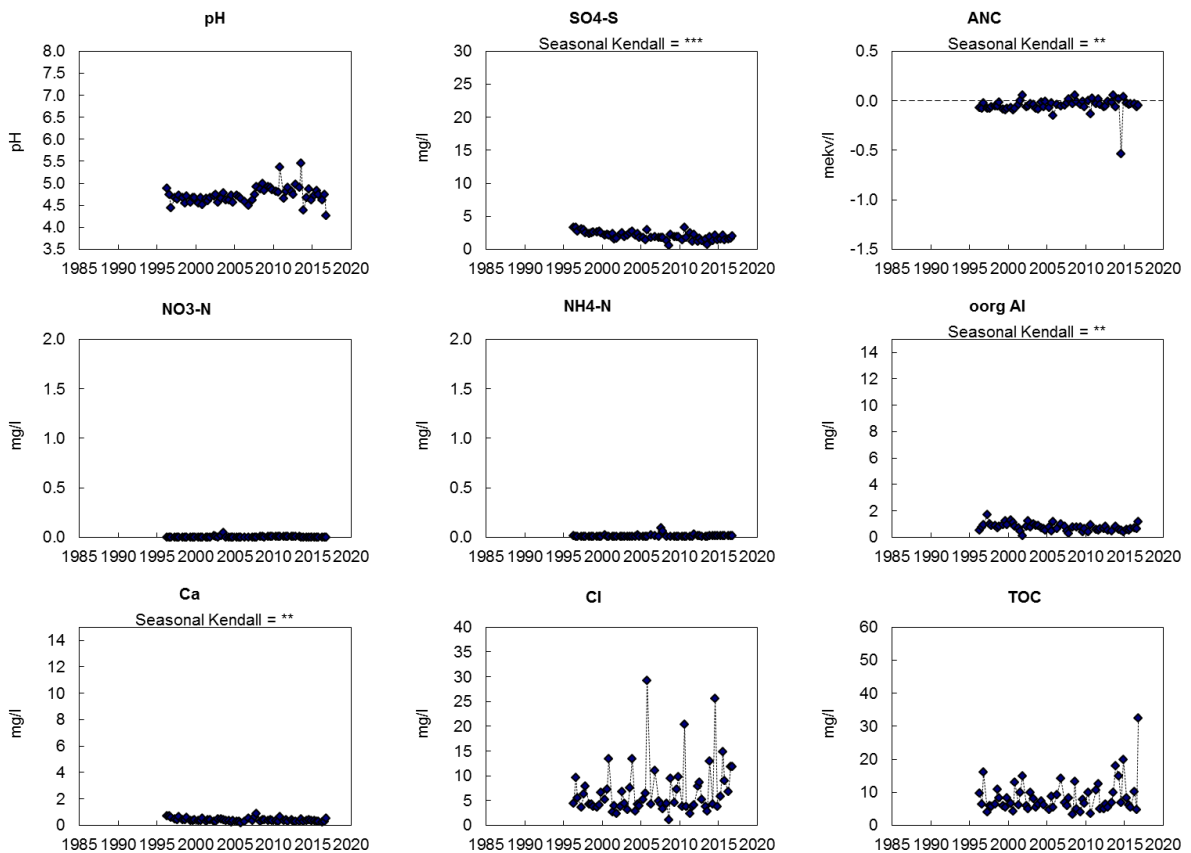
Figur B1.4. Markvattnenkemi vid Ryssberget, K 07: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl-) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Komperskulla (K 11):



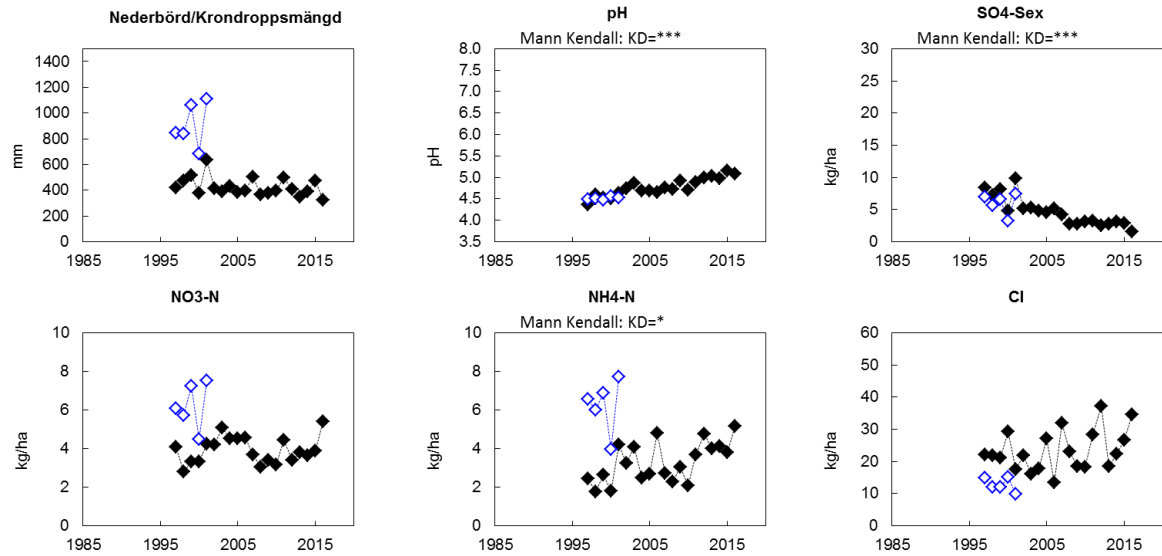
—◆— Krondropp (KD) ◆— Öppet fält (ÖF)

Figur B1.5. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Komperskulla, K 11. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



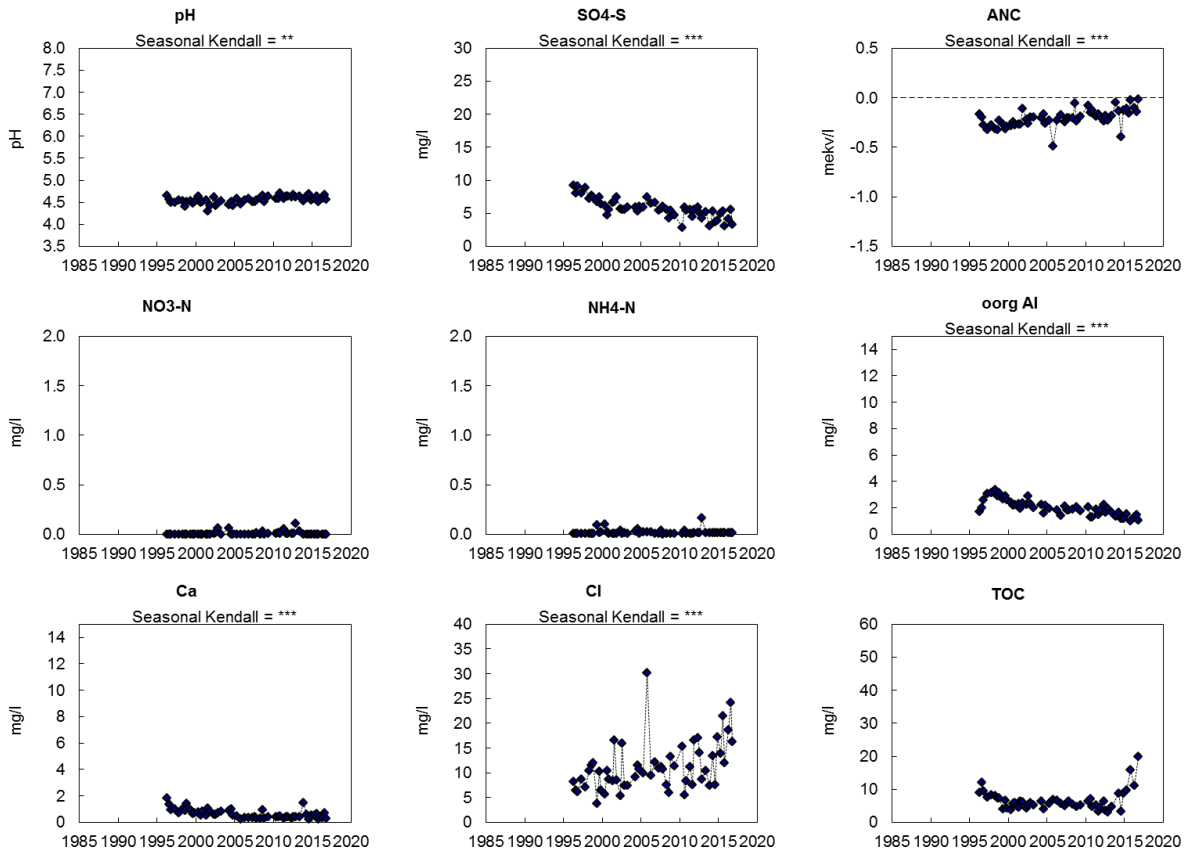
Figur B1.6. Markvattenkemi vid Komperskulla, K 11: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), organiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl-) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Vång (K13):



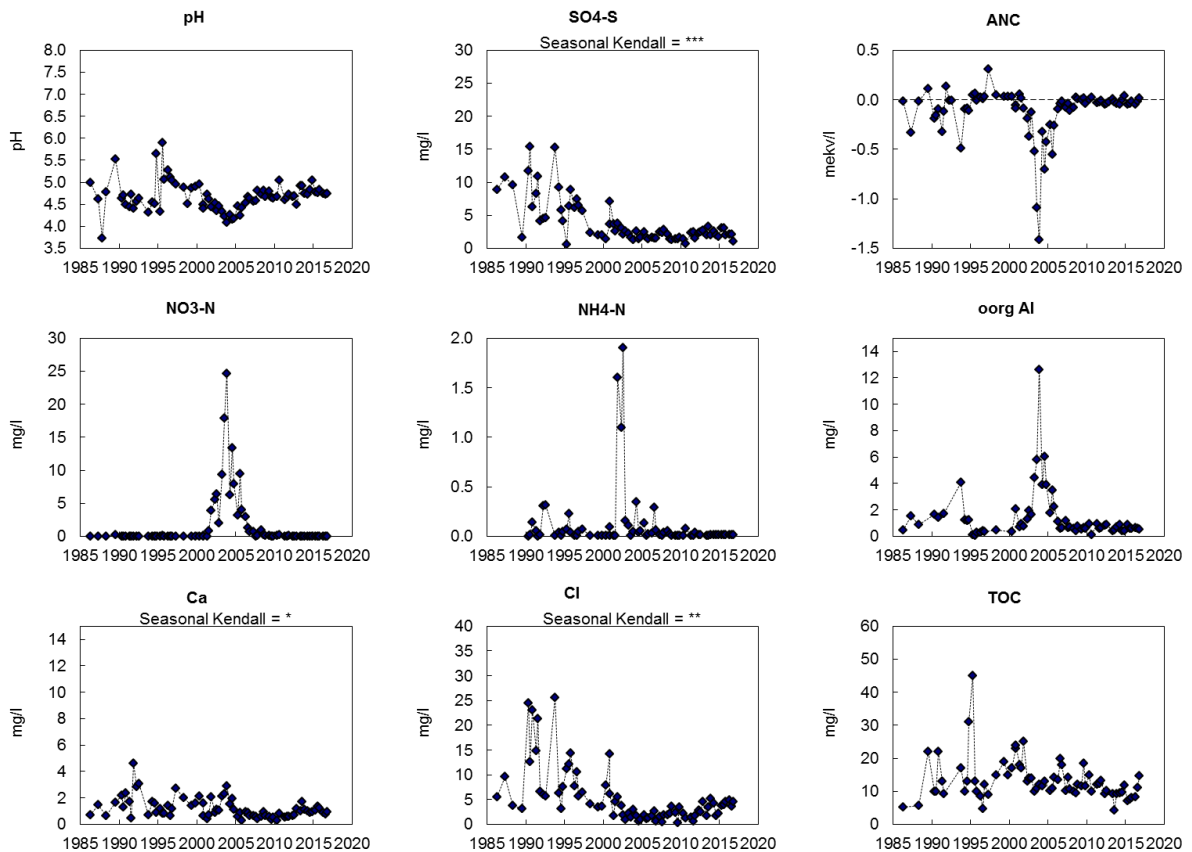
◆ Krondropp (KD) ◇ Öppet fält (ÖF)

Figur B1.7. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Vång, K 13. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ($\text{SO}_4\text{-Sex}$); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur B1.8. Markvattenkemi vid Vång, K 13: pH, sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca^{2+}), klorid (Cl) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Kallgårdsmåla (K 10):



Figur B1.9. Markvattenkemi vid **Kallgårdsmåla, K 10:** pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl⁻) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats. Granytan avverkades hösten 2000 och efterhand har ett nytt grambestånd vuxit upp.

B2. Hallands län

I Hallands län finns sex aktiva mätplatser inom Krondroppsnetet (Tabell 8.2.1).

Tabell B2.1. Aktiva mätplatser i Hallands län 2015/16. Provtagare: Magnus Gunnarsson och Hans Schibli.

Mätplats	Dominerande trädslag	Öppet fält	Strängprov	Kron-dropp	Mark-vatten	Lufthalter			
						SO ₂	NO ₂	NH ₃	O ₃
Söstared (N 01)	Tall/gran			X	X				
Borgared (N 12)	Gran			X	X				
Timrilt (N 13)	Gran	X*	X*	X	X	X	X	X	**
Djupeåsen (N 14)	Bok			X	X				
Vallåsen (N 17)	Gran				X				
Kullahus (N 19)	Gran			X	X				

*Finansierat av Naturvårdsverket ** ingår i Ozonmättnätet i södra Sverige från och med 2009.

Nedan presenteras kort de olika mätplatserna:

Söstared (N 01): En gles tallskogsyta, planterad 1923, där det växt upp en tät föryngring av främst gran under huvudbeståndet. Ytan anlades 1984 och strax därefter gallrades beståndet (inklusive själva provytan). Deposition och markvatten har undersökts sedan hösten 1987. Markvattenprovtagningarna flyttades 2000 en mycket kort sträcka. Stormen Gudrun påverkade ytan i Söstared förhållandevis lite genom att endast en tall blåste ned.

Borgared (N12): En granskogsyta, planterad 1938. Ytan ligger i ett ca 3 hektar stort skogsområde där omgivande skog har avverkats. Sannolikt är det första generationens granskog på gammal betesmark. Mätning av deposition och markvatten startade 1996. Stormen Gudrun påverkade ytan i Borgared i stor utsträckning, då 15 granar föll och bildade en lucka i provytan. Efter stormen har ytterligare träd fallit.

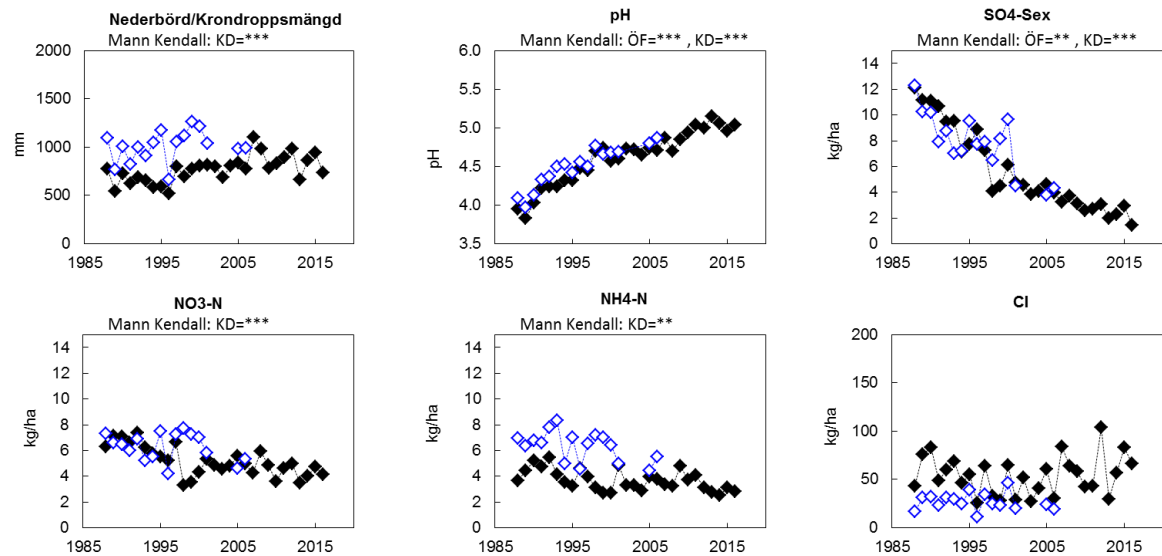
Timrilt (N 13 B): Tidigare granyta (N13A) skadades kraftigt av stormen Gudrun vilket medförde att ytan under hösten 2008 flyttades till en närliggande yta (N13B) ca 1,5 km sydost om den gamla ytan. Mätning av deposition och markvatten startades vid den gamla ytan 1996 och vid den nya ytan 2008. Öppet fält- och strängprovtagningarna flyttades 2015.

Djupeåsen (N14): En bokyta, planterad 1920. Själva ytan ligger i en sluttning mot sydost. Marken är mycket bördig. Området var betat fram till början av 50-talet. Mätning av deposition och markvatten startade 1996.

Kullahus (N 19): En granyta belägen på Hallandsåsen. Ytan ersatte en tidigare yta Vallåsen (N 17) som skadats kraftigt av stormarna. Kullahus ligger endast 3-4 km från Vallåsen. Mätningar av krondropp och markvattenkemi startades under 2010. Parallella mätningar av nedfall innan flytt genomfördes. Markvattenmätningar har pågått parallellt i de båda mätplatserna sedan 2011.

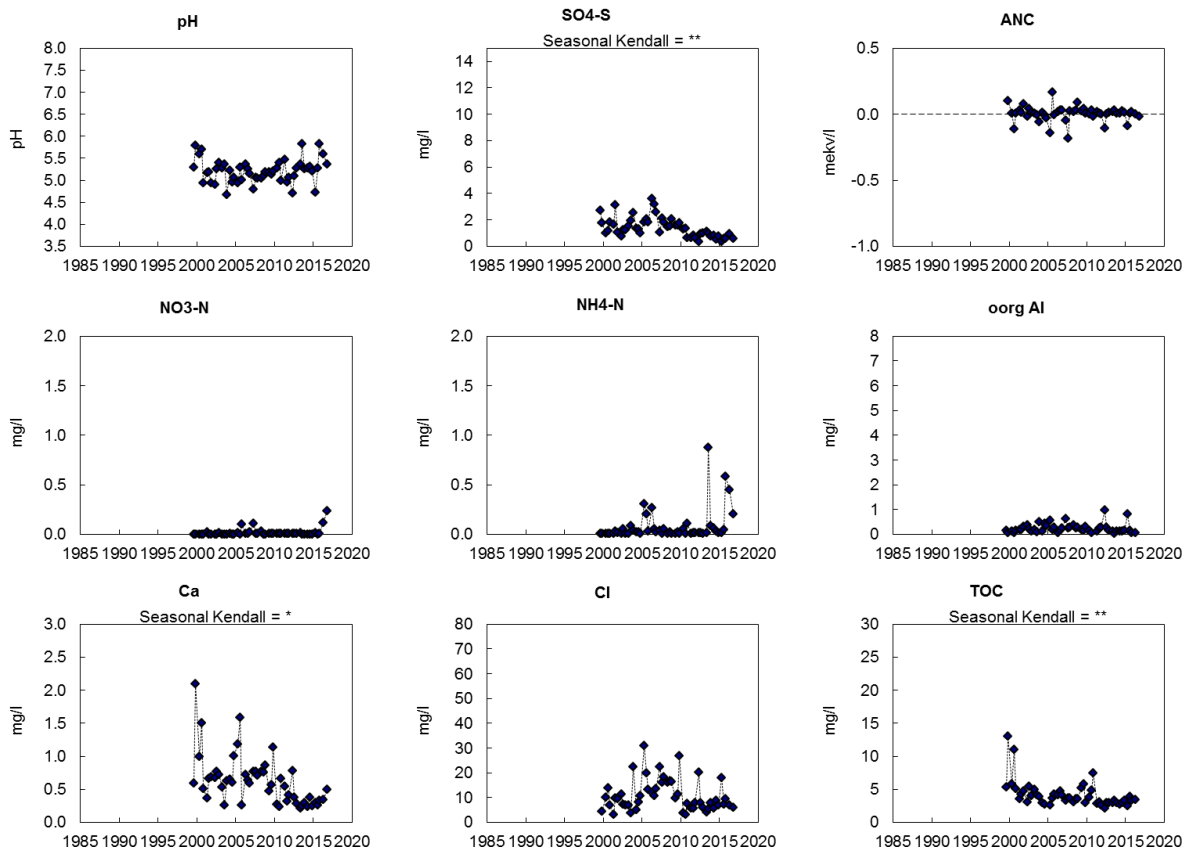
Vallåsen N 17: En 76-årig granskog, planterad 1937, på östra delen av Hallandsåsen. Ytan är placerad på ett krön och är därigenom starkt exponerad. Mätning av deposition och markvattenkemi startade 1996. Granytan skadades relativt kraftigt i stormen Gudrun 2005 då 13 granar blåste ner. I närmaste omgivningen har beståndskanter kommit närmare ytan och luckor har bildats. Kvarvarande markvattenprovtagare ligger i gränslandet mellan beståndet och omgivande öppna mätplatser. Det finns även kraftiga körskador i området. Det har aviserats att ytan kommer att avverkas, och därför avslutades nedfallsmätningarna efter det hydrologiska året 2010/11, medan markvattenmätningarna fortgår för att följa effekten av avverkningen. Ersättningsyta för Vallåsen är Kullahus, N19.

Söstared (N 01):



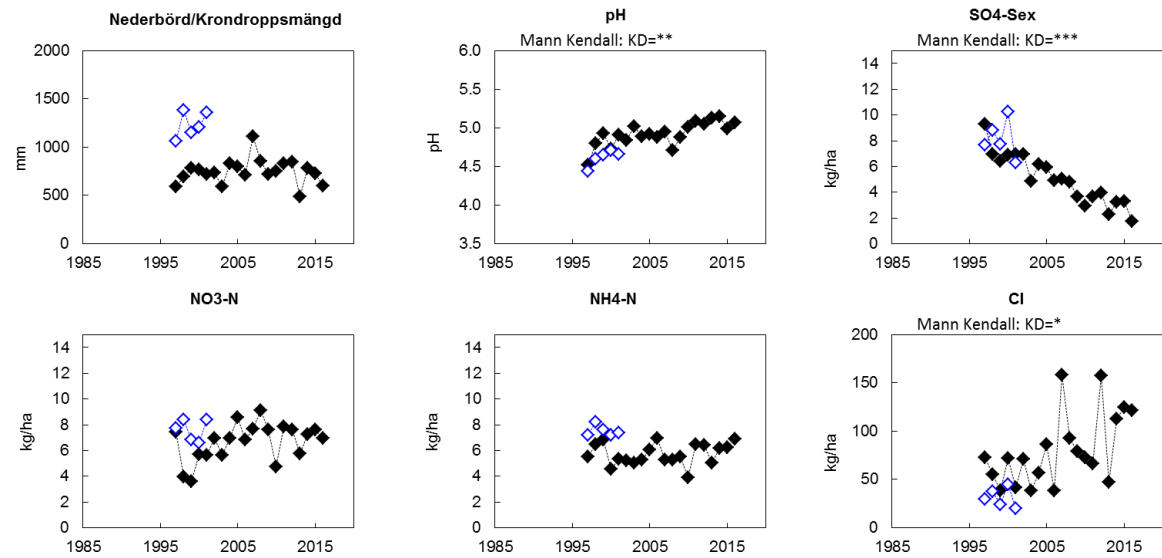
◆ Krondropp (KD) ◆ Öppet fält (ÖF)

Figur B2.1. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Söstared, N 01. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ($\text{SO}_4\text{-S ex}$), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$); kloridjoner (Cl). Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



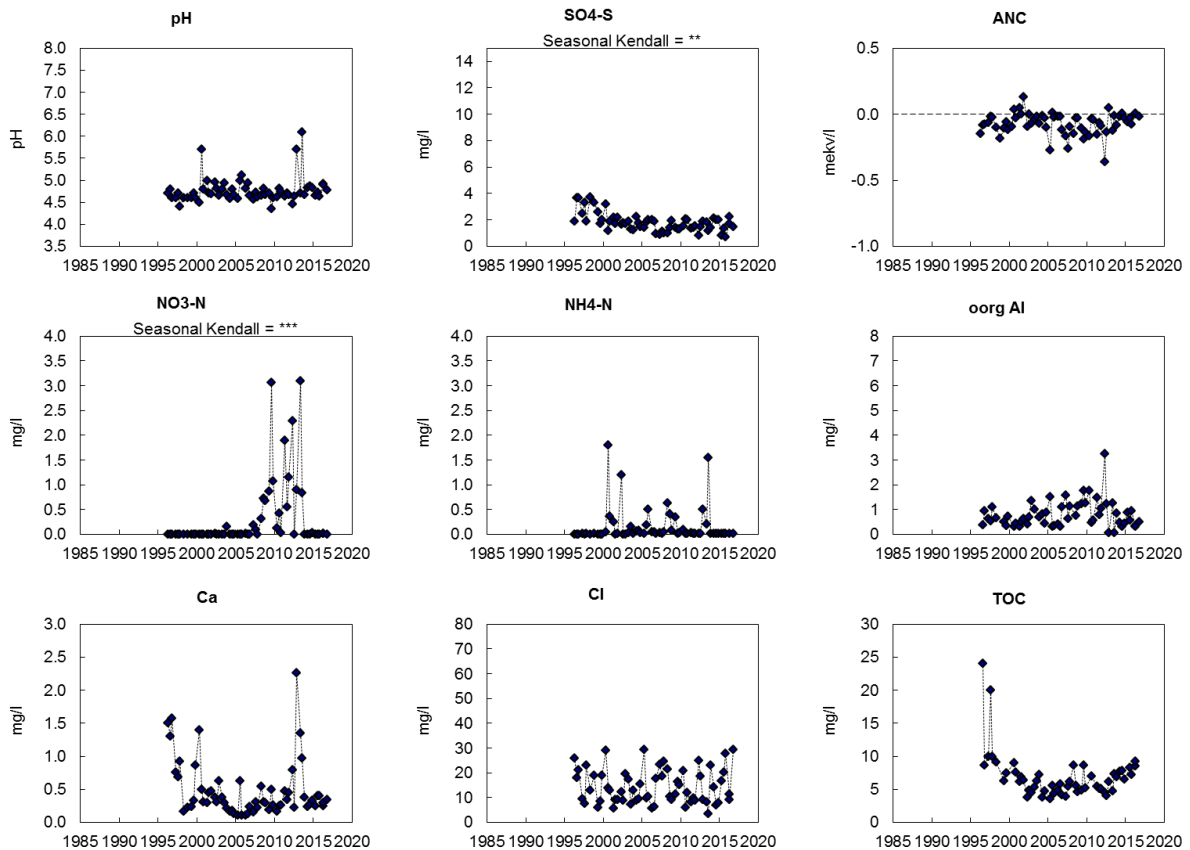
Figur B2.2. Markvattenkemi vid Söstared, N 01-B: pH, sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca^{2+}), klorid (Cl^-) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Borgared (N12):



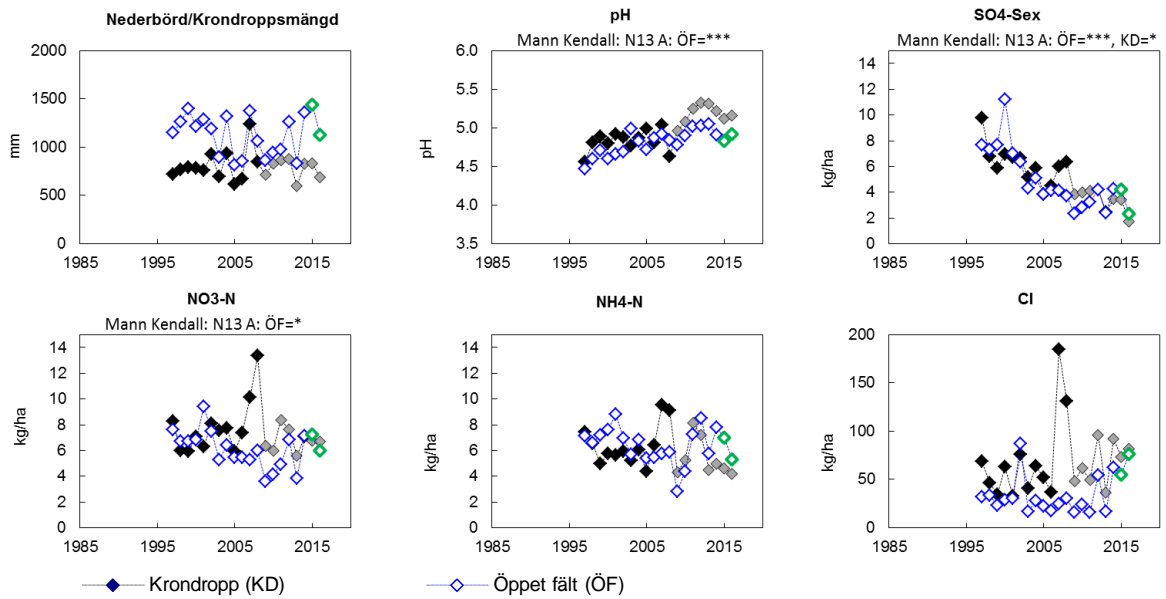
◆ Krondropp (KD) ◆ Öppet fält (ÖF)

Figur B2.3. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Borgared, N 12. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ($\text{SO}_4\text{-S ex}$), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

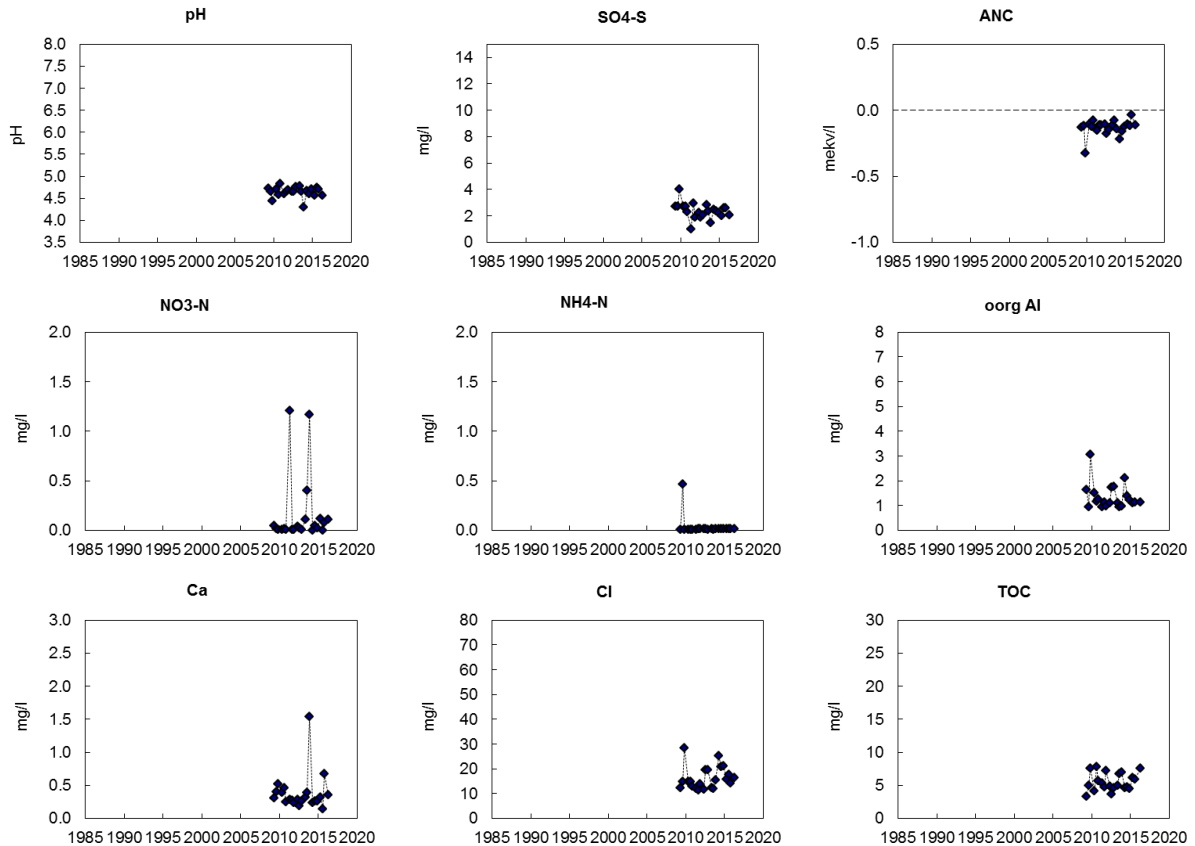


Figur B2.4. Markvattenkemi vid Borgared, N 12: pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), kalciumhalt (Ca^{2+}), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) samt oorganiskt aluminium (oorg Al), klorid (Cl-) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

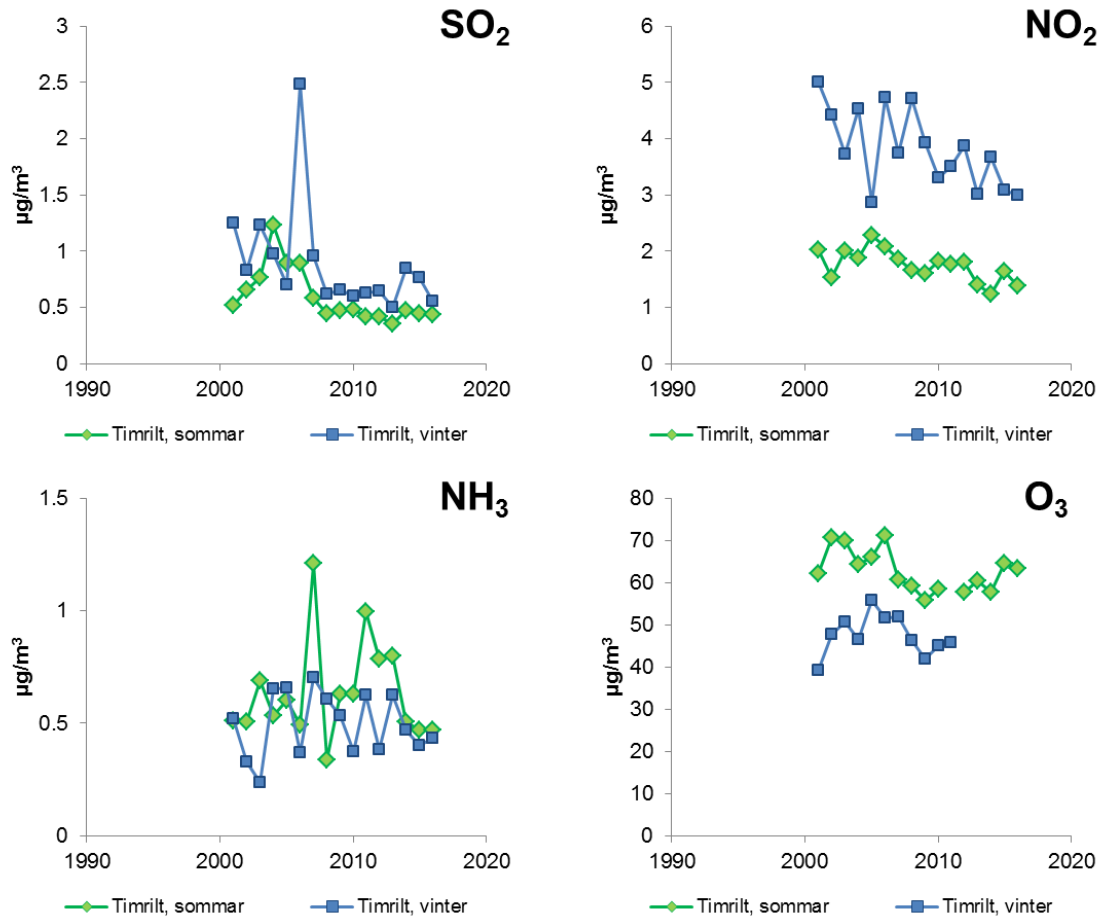
Timrilt (N 13):



Figur B2.5. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Timrilt, N 13**. I figuren visas uppmätt nederbörd samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt depositionen redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Krondroppsmätningarna flyttades i oktober 2008 och öppet fältmätningarna flyttades i januari 2015 varför senare mätningar anges med en grå (KD) respektive grön (ÖF) symbol. Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer samt för vilken mätplats anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

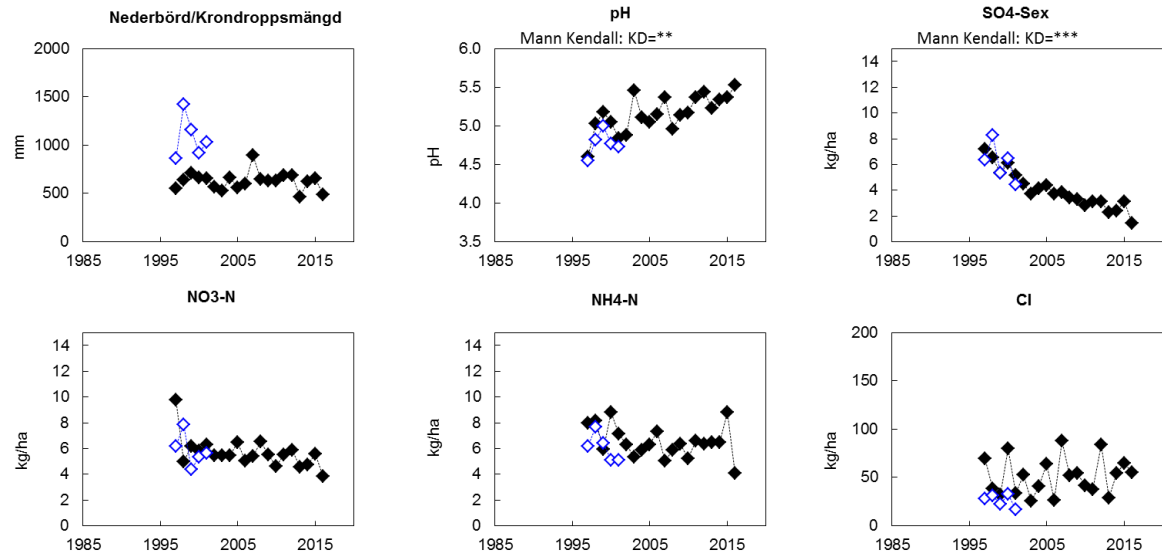


Figur B2.6. Markvattenkemi vid **Timrilt, N 13 B**: pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), sulfatsvavel (SO₄-S), kalciumhalt (Ca²⁺), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N) samt oorganiskt aluminium (oorg Al), klorid (Cl-) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



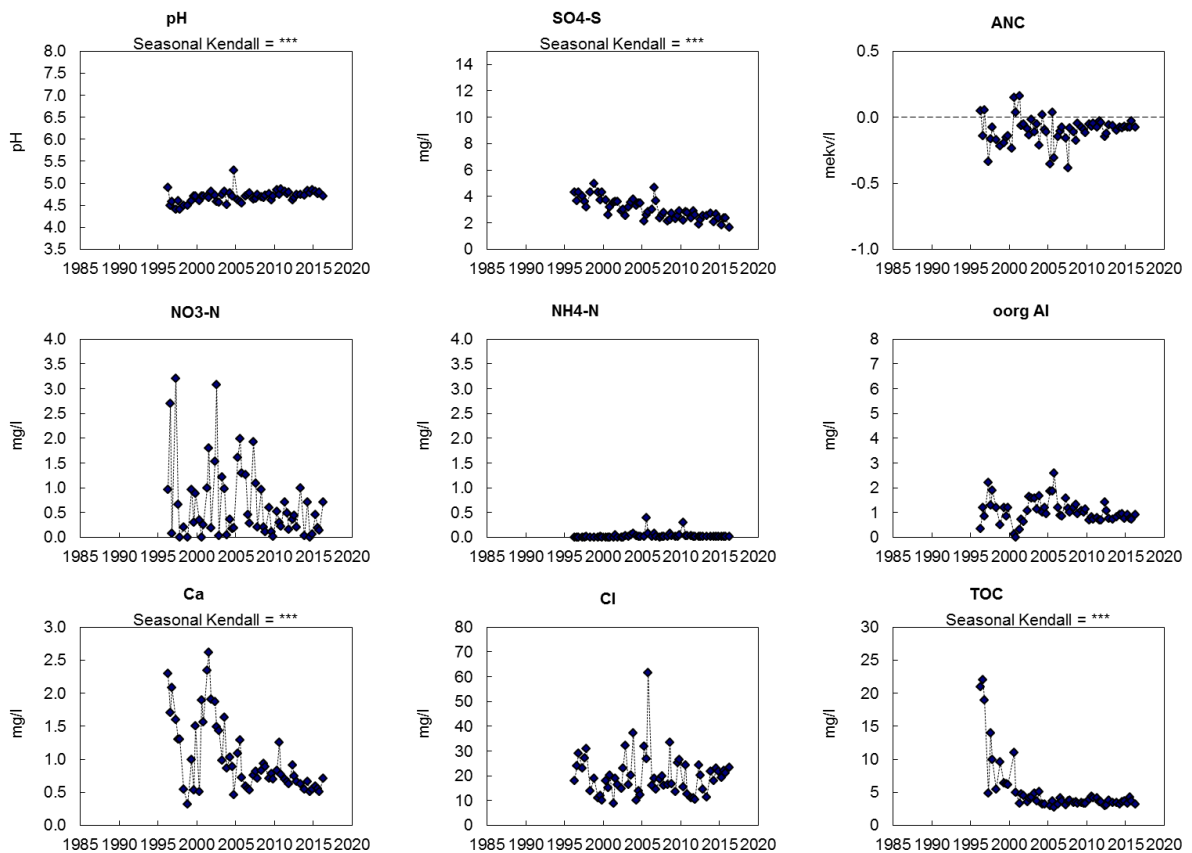
Figur B2.7. Lufthalter vid **Timrilt (N 13)**. Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

Djupeåsen (N14):



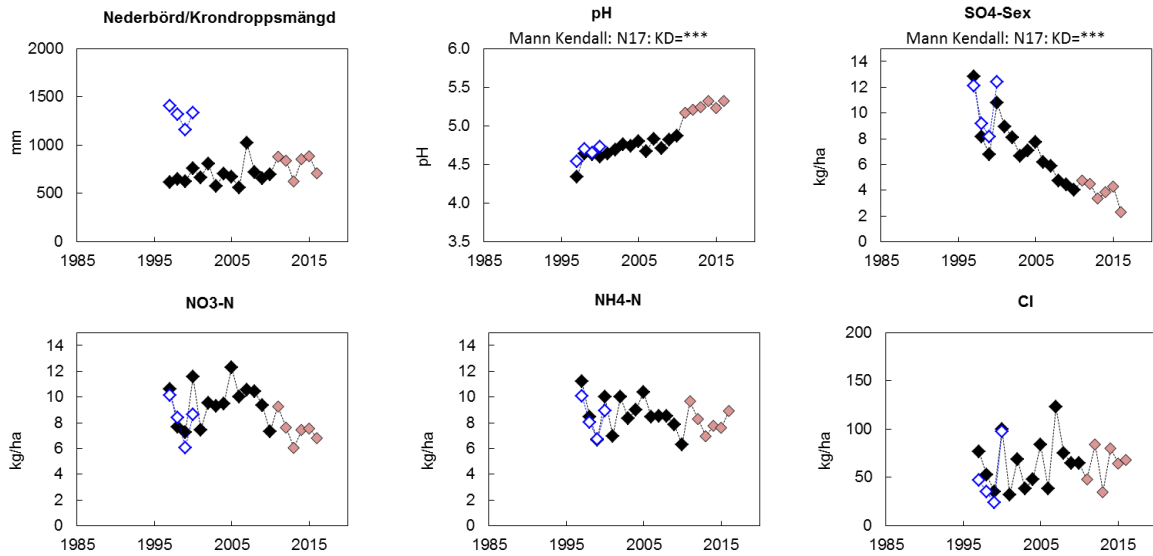
◆ Krondropp (KD) ◇ Öppet fält (ÖF)

Figur B2.8. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Djupeåsen, N 14. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur B2.9. Markvattenkemi vid Djupeåsen, N 14: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl-) och totalt organiskt kol (TOC). Sagnade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

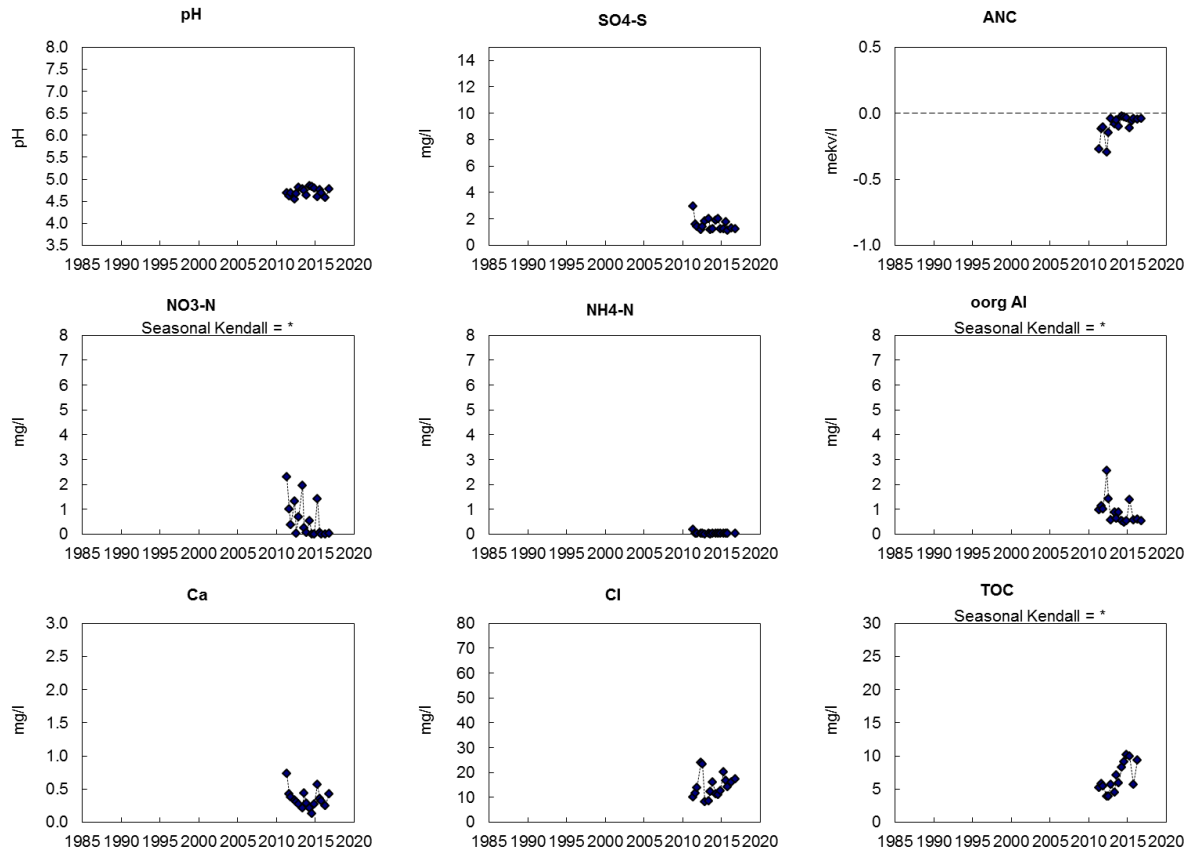
Kullahus (N19) & Vallåsen (N17):



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

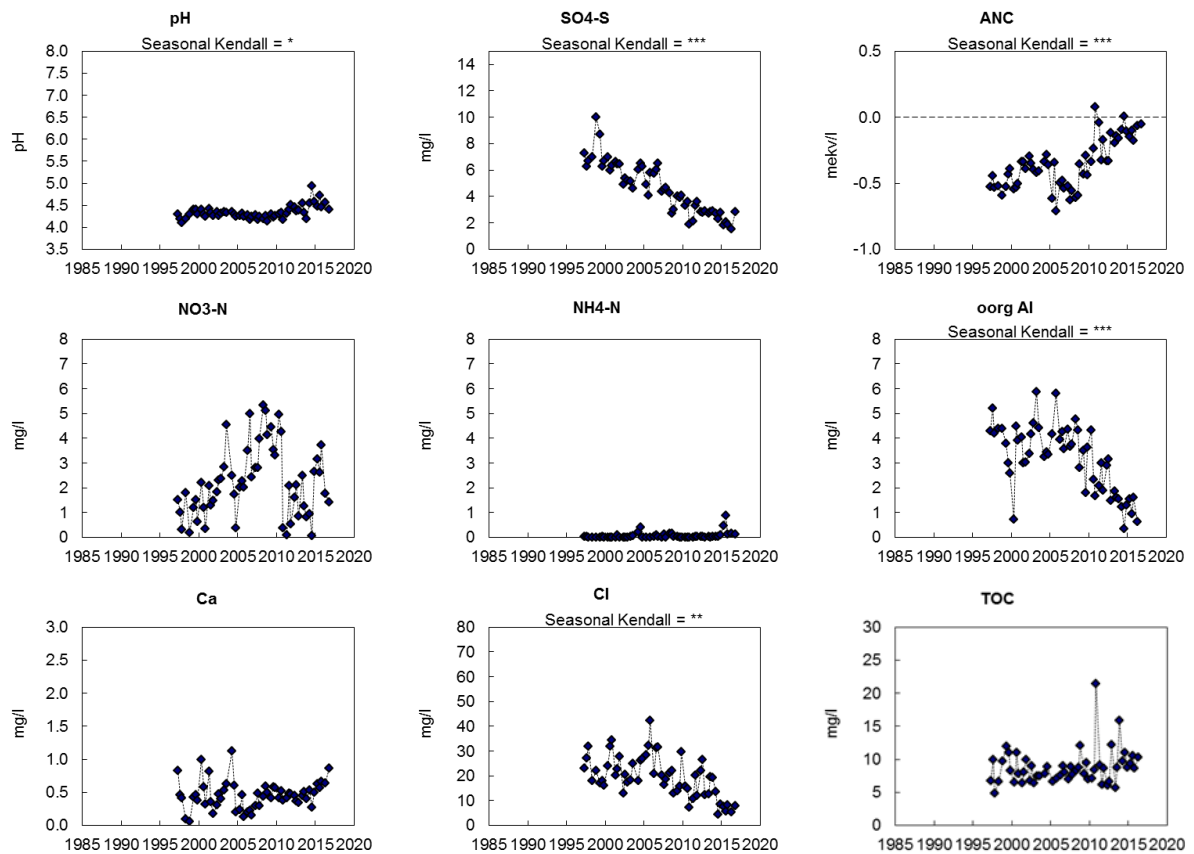
Figur B2.10. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Kullahus, N 19 (röd symbol) och Vallåsen, N17 (svart symbol). I figuren visas uppmätt nederbörd samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ($\text{SO}_4\text{-S ex}$); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Kullahus (N 19) markvatten:



Figur B2.11. Markvattenkemi vid Kullahus, N 19: pH, sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca^{2+}), klorid (Cl) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Vallåsen (N 17) markvatten:



Figur B2.12. Markvattenkemi vid Vallåsen, N 17: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl-) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

B3. Jönköpings län

I Tabell B3.1 presenteras vilka mätningar som genomförts vid mätplatserna i länet under 2015/16.

Tabell B3.1. Aktiva mätplatser i Jönköpings län 2015/16. Provtagare: Elis Bengtsson, Stefan Eriksson och Ingemar Zander.

Mätplats	Dominerande trädslag	Öppet fält	Strängprovtagare	Kron-dropp	Mark-vatten	Luft-halter
Värnvik (F 12)	gran			X	X	
Mellby (F 18)	gran			X	X	
Bordsjö (F 22)	gran			X	X	
Fagerhult (F 23)	gran	X	X	X	X	X
Visingsö (F 20)		X				

Nedan presenteras kort de olika mätplatserna:

Värnvik (F 12): Granskog som planterades 1953. Ytan skadades lite vid stormen Gudrun, då 2-3 granar föll i ytan. Mätningar av nedfall och markvatten startade under det hydrologiska året 1998/99.

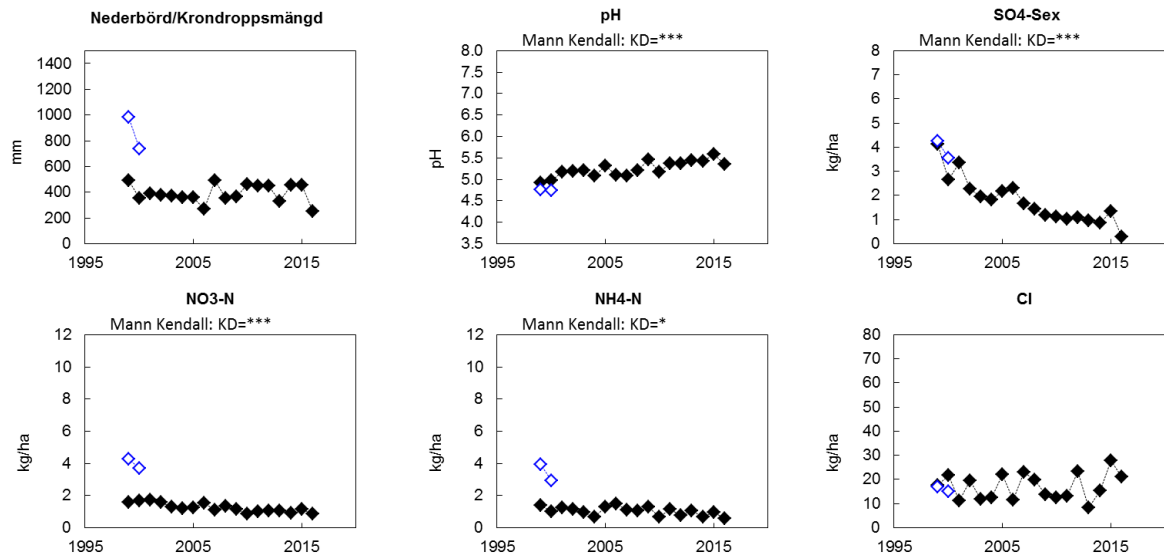
Mellby (F 18): Granyta, planterad 1954, i sydvästra delen av länet. Mätningar av nedfall och markvatten startade under det hydrologiska året 1998/99. Skogsytan stormskadades vid stormen Gudrun i januari 2005, då 15 granar blåste ner och många träd blåste ned utanför ytan. I det området som påverkades av stormen Gudrun växer mest krustätel och lite ormbunkar, tåg samt starr.

Bordsjö (F 22): Yta öster om Aneby. Skogen utgörs av ganska tät granskog utan fältskikt, planterad 1952 på gammal betesmark. Beståndet är delvis skadat av vilt och röta. Ytan skadades måttligt i samband med stormen Gudrun i januari 2005 då 10-12 granar fälldes i ytan eller in i ytan. Mätningar av nedfall och markvatten startade i januari 1996. I februari samma år startades även mätningar av lufthalter.

Fagerhult (F 23): Yta med granskog planterad 1951 på bördig mark, som troligtvis har varit betesmark. Beståndet har högre bonitet än övriga granytor i länet. Mätningar av nedfall och markvatten startade i januari 1996. I november 2000 startades mätningar av lufthalter. I januari 2008 skadades ytan av en storm och vid uppröjningen i april blev skadorna större på grund av arbetsmaskinerna på ytan. Detta medförde att vissa lysimetrar samt en del av krondroppslinjen flyttades något. Ytan ligger idag precis i kanten av hygget. Sedan juni 2013 mäts även torrdepositionen till skog med hjälp av strängprovtagare under tak.

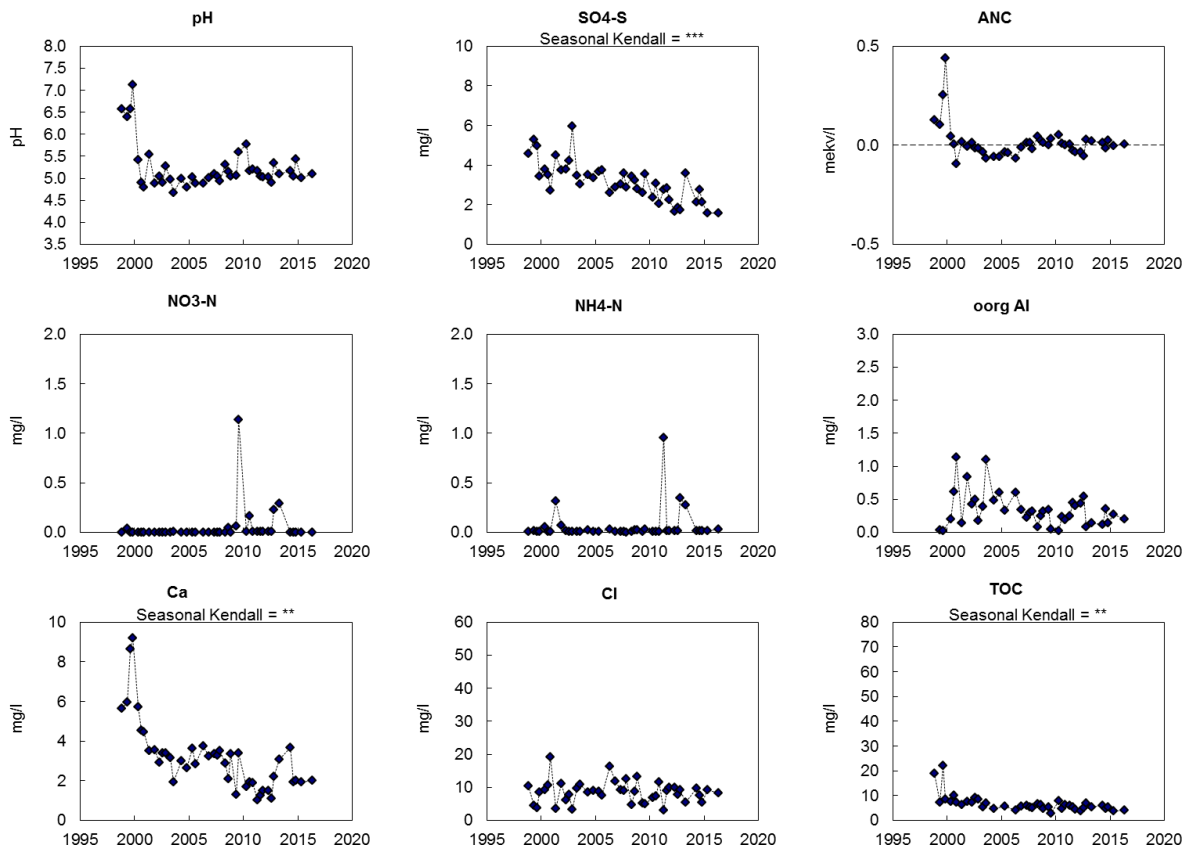
Visingsö (F 20): Yta med öppet fältmätningar sedan 1993. Mätningarna genomförs på uppdrag av Vätternvårdsförbundet.

Värnvik (F 12):



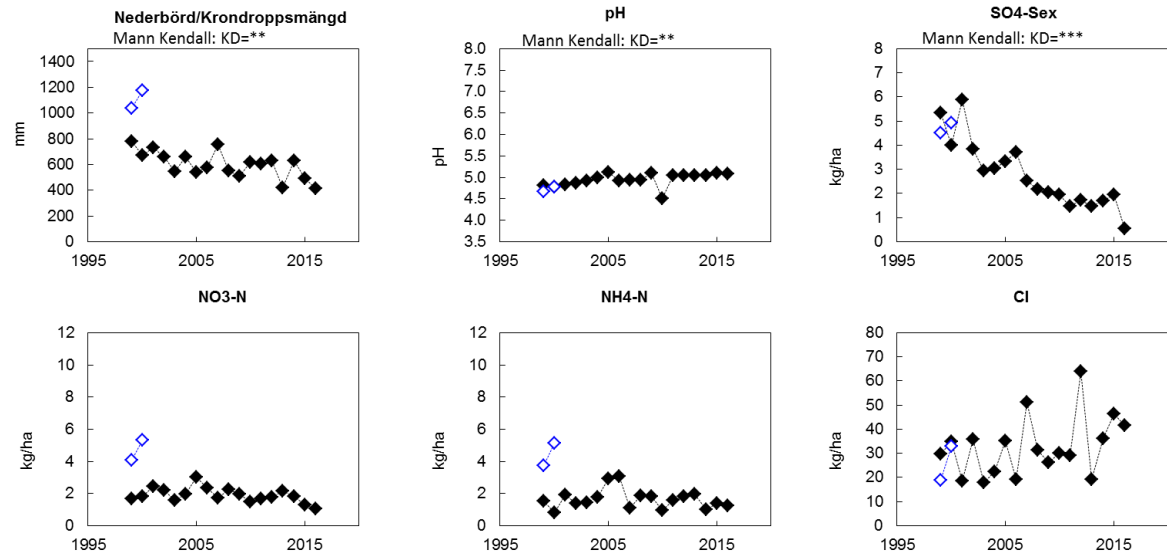
—◆— Krondropp (KD) —◇— Öppet fält (ÖF)

Figur B3.1. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Värnvik, F 12. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ($\text{SO}_4\text{-S ex}$); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



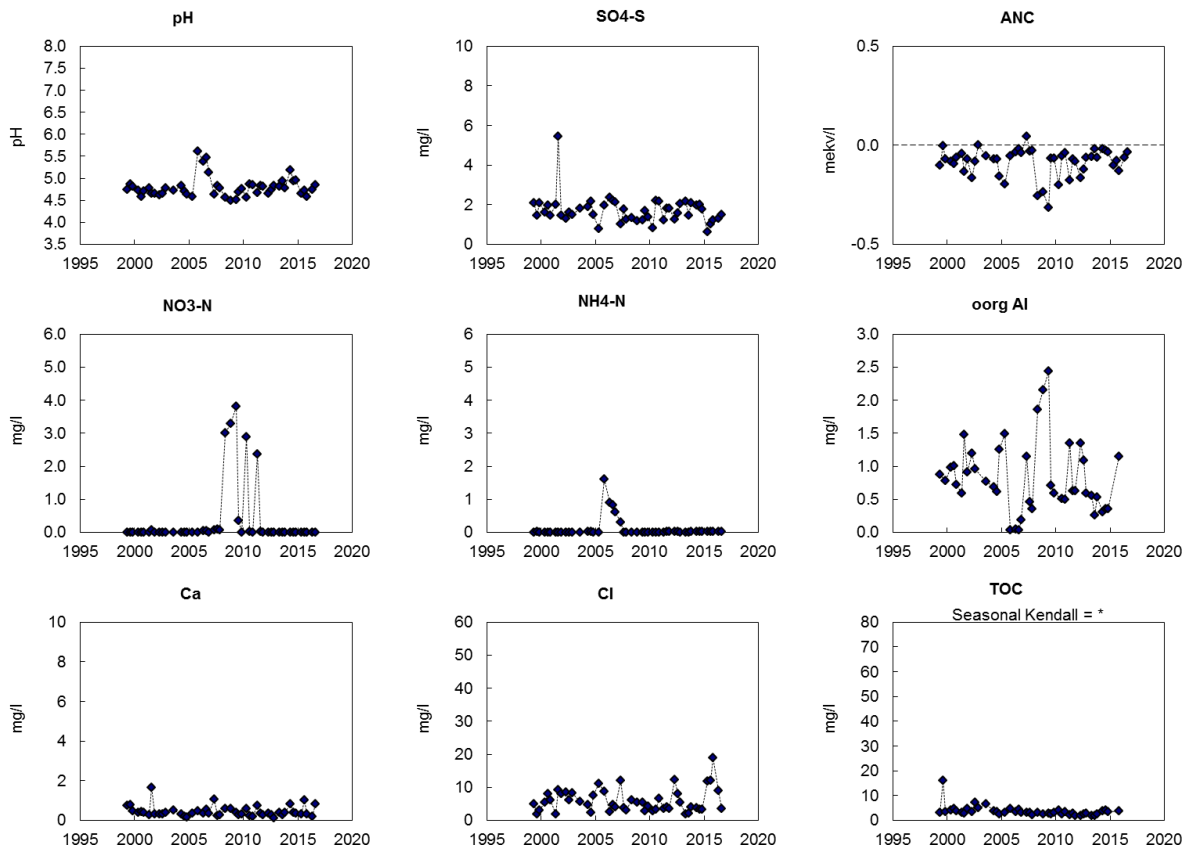
Figur B3.2. Markvattenkemi vid Värnvik, F 12: pH, sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), markvattnets syranutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca^{2+}), klorid (Cl-) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Mellby (F 18):



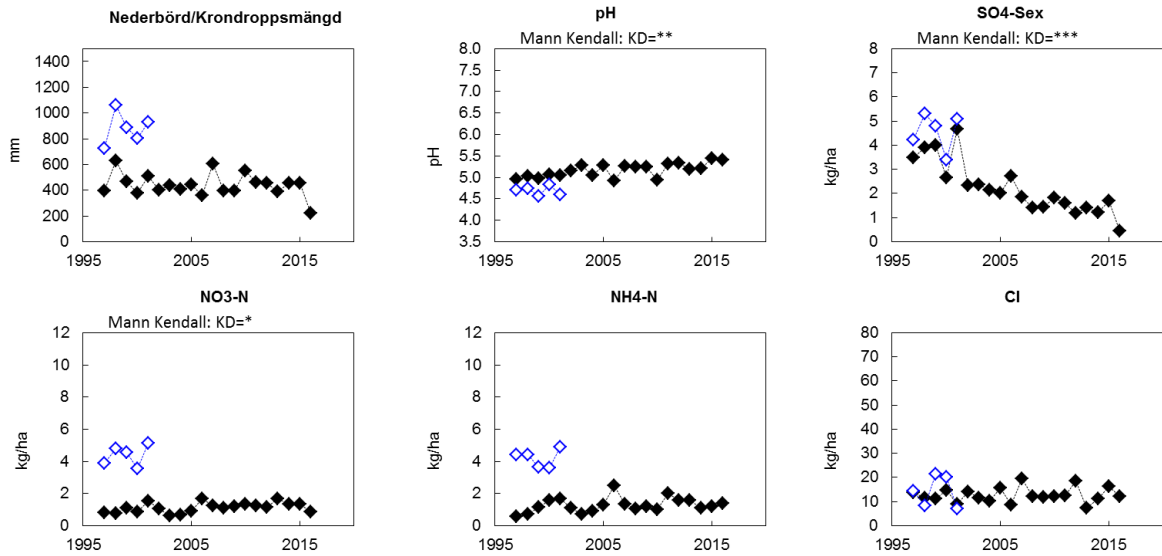
—◆— Krondropp (KD)
—◇— Öppet fält (ÖF)

Figur B3.3. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Mellby, F 18. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ($\text{SO}_4\text{-S ex}$); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



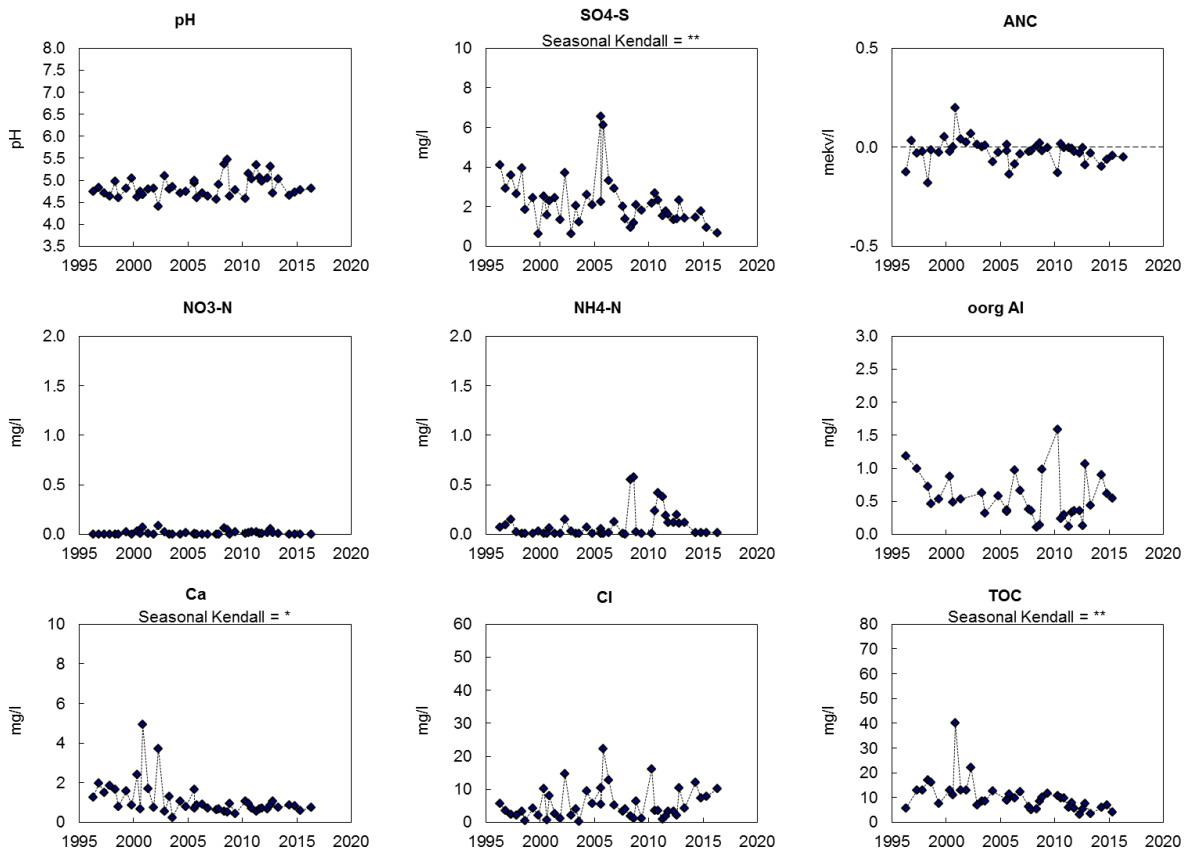
Figur B3.4. Markvattnenkemi vid Mellby, F 18: pH, sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca^{2+}), klorid (Cl-) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Bordsjö (F 22):



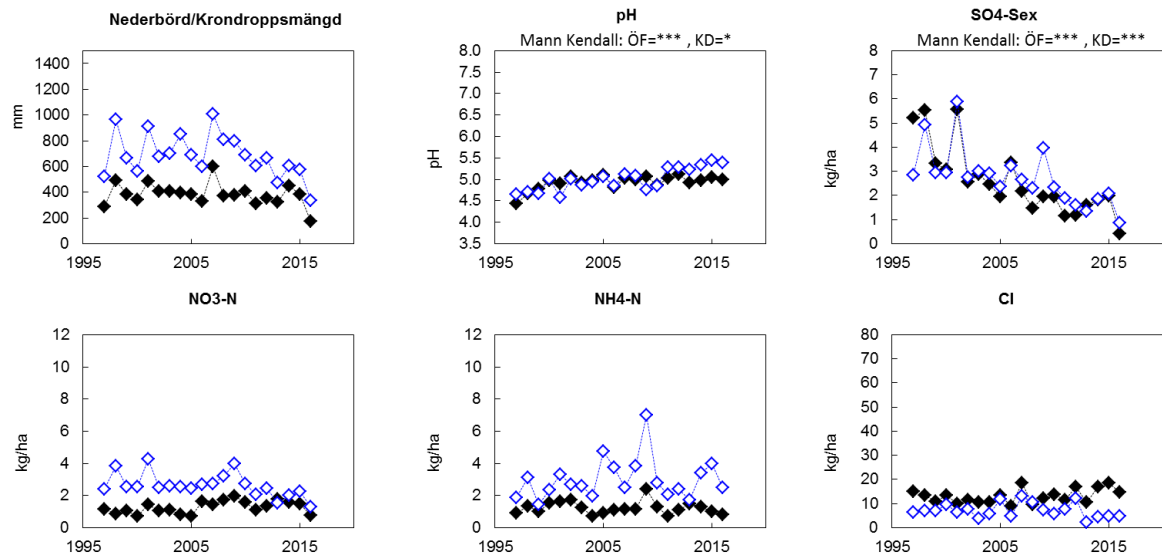
—◆— Krondropp (KD) **Figur B3.5.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Bordsjö, F 22. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ($\text{SO}_4\text{-Sex}$); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

—◇— Öppet fält (ÖF)



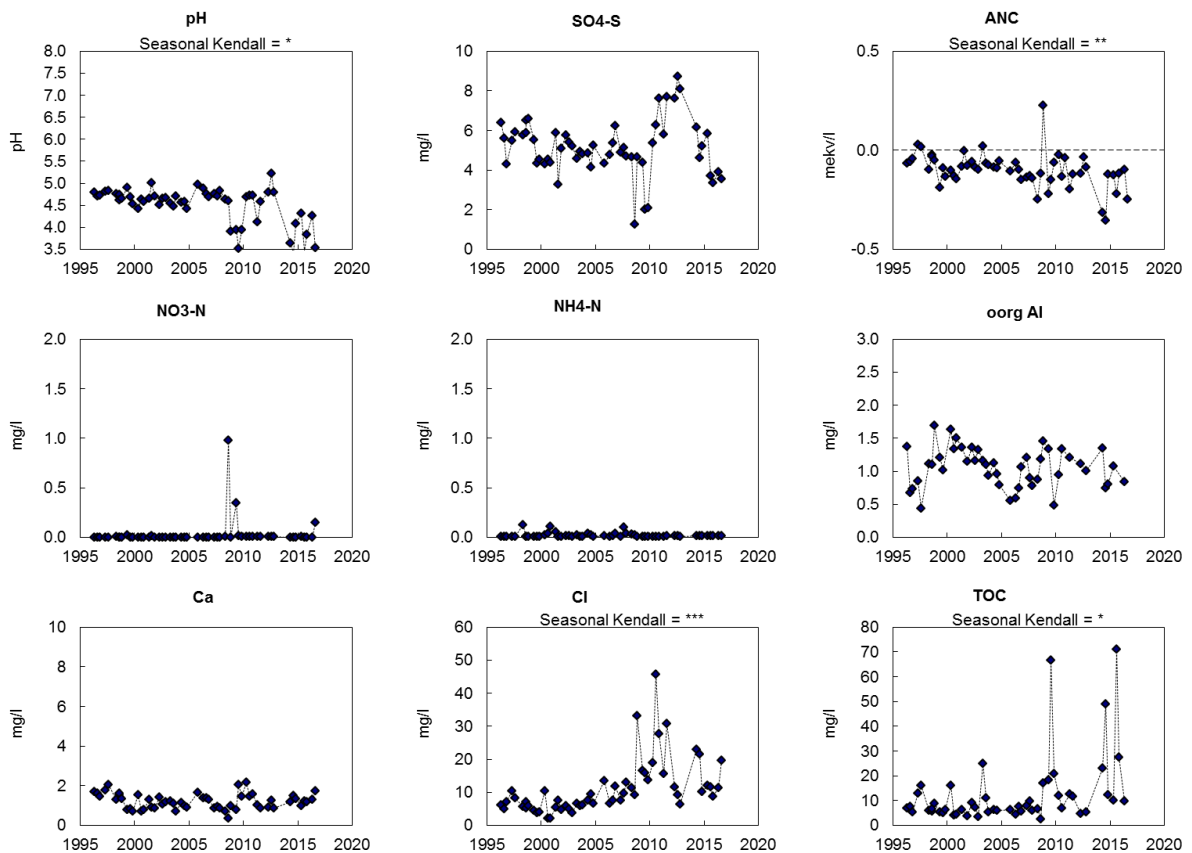
Figur B3.6. Markvattnenkemi vid Bordsjö, F 22: pH, sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca^{2+}), klorid (Cl-) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Fagerhult (F 23):

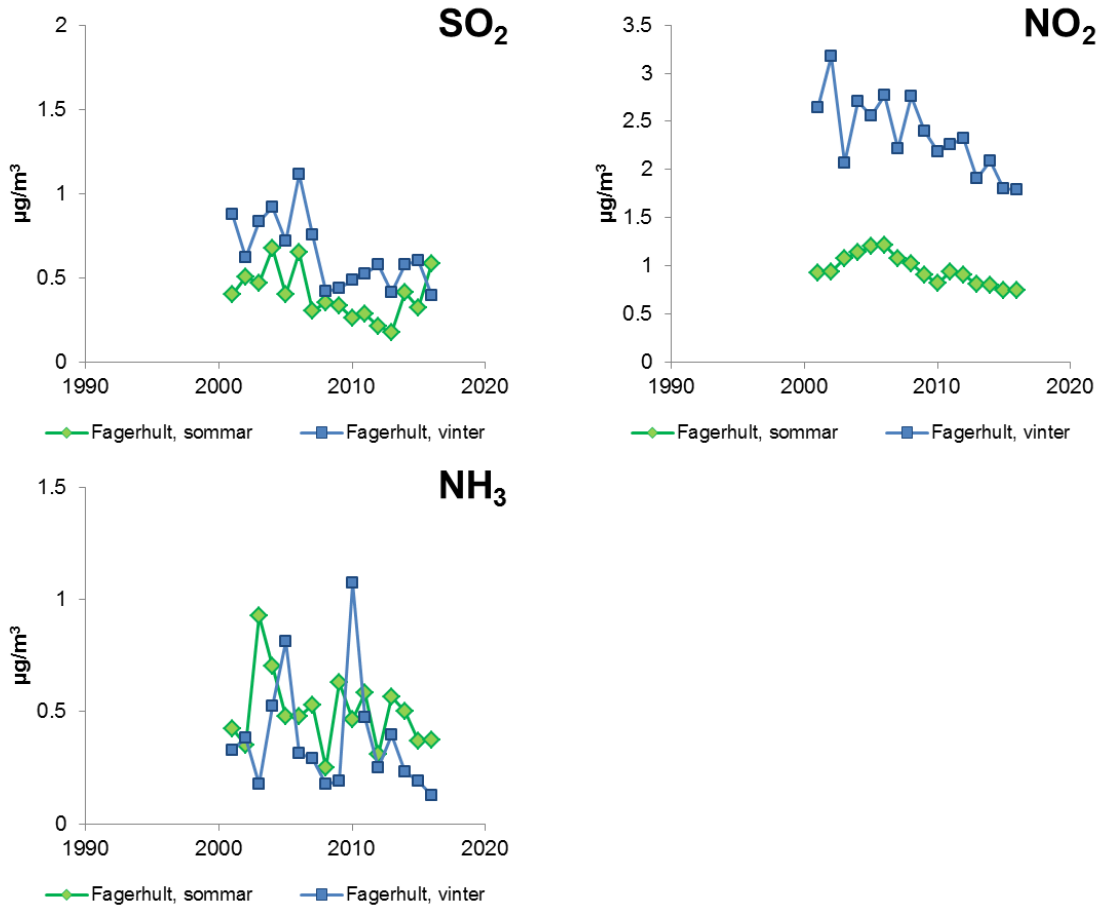


◆ Krondropp (KD) ◇ Öppet fält (ÖF)

Figur B3.7. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Fagerhult, F 23. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

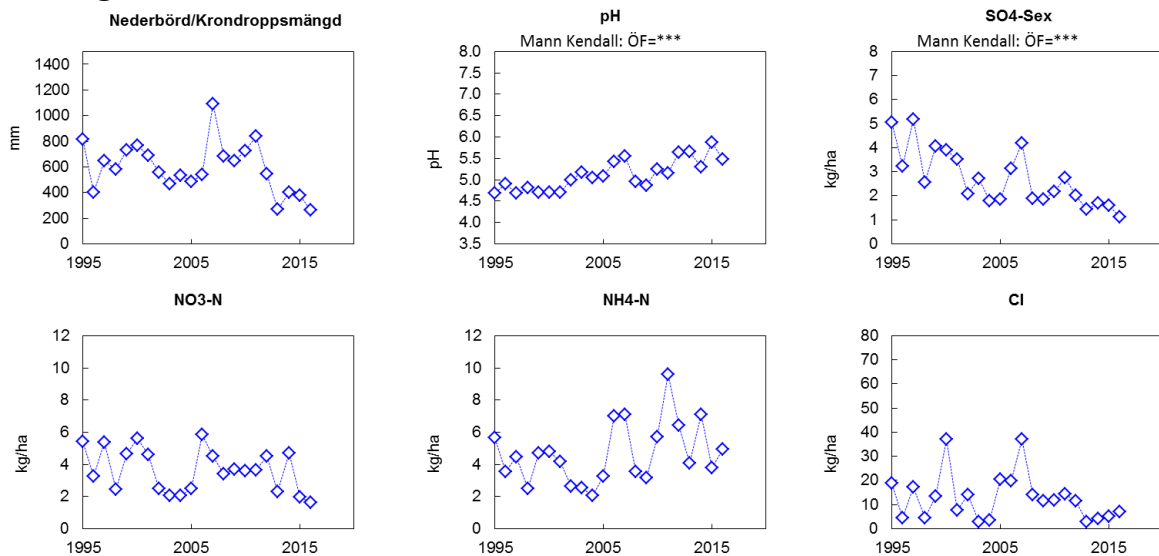


Figur B3.8. Markvattenkemi vid Fagerhult, F 23: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syranutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), organiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl-) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur B3.9. Lufthalter vid Fagerhult (F 23). Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂) och ammoniak (NH₃).

Visingsö (F 20):



Figur B3.10. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Visingsö, F 20. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondropps mängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-Sex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

B4. Kalmar län

I Tabell B4.1 presenteras vilka mätningar som genomförts vid mätplatserna i länet under 2015/16.

Tabell B4.1. Aktiva mätplatser i Kalmar län 2015/16. Provtagare: Gösta Karlsson, Magnus Hellström, John-Erik Skärle och Pär Örsta.

Mätplats	Dominerande trädslag	Öppet fält	Strängprov	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	X
Risebo (H 21)	Tall			X	X	X	X	X
Alsjö (H 22)	Gran			X	X			

Nedan presenteras kort de olika mätplatserna:

Ottenby (H 01):

Gammal, 146-årig ekskog i norra delen av Ottenby lund. Mätningarna på öppet fält och i krondropp startades 1990. Mätningarna på öppet fält avslutades i december 2000, men återupptogs i juni 2009. Markvattenmätningarna startades 1994 och lufthaltmätningarna 1998. Skogsytan är inhägnad och inte utsatt för samma betetryck som omgivande ekskog. Ytan röjs dock från sly kontinuerligt.

Rockneby (H 03):

Yta nordväst om Kalmar med 74-årig granskog. Nedfalls- samt markvattenmätningarna i Rockneby startade 1997 och lufthaltmätningarna 1998. Öppet fältytan flyttades hösten 2000 samt under 2009. Skogsytan påverkades ev. av avverkningar 2003 med hyggeskant ca 50 m norr om skogsytans kant.

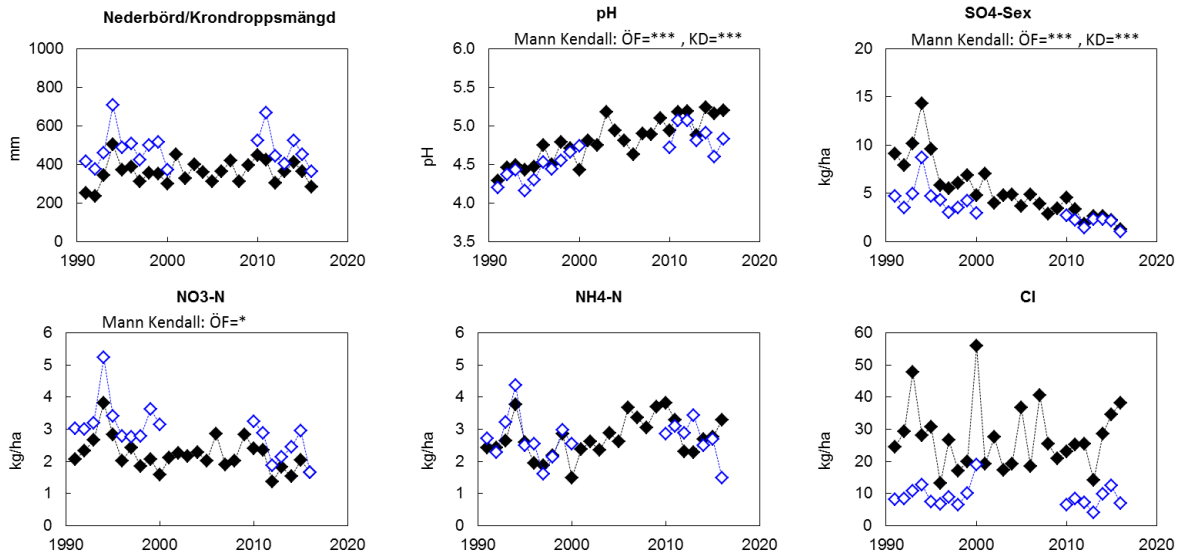
Risebo (H 21):

Yta med 79-årig tallskog i länets nordligaste del. Ytan klarade sig bra under stormen Gudrun 2005, med endast något toppbrott. Depositions- och markvattenmätningarna startade 1995 och lufthaltmätningarna 1998.

Alsjö (H 22):

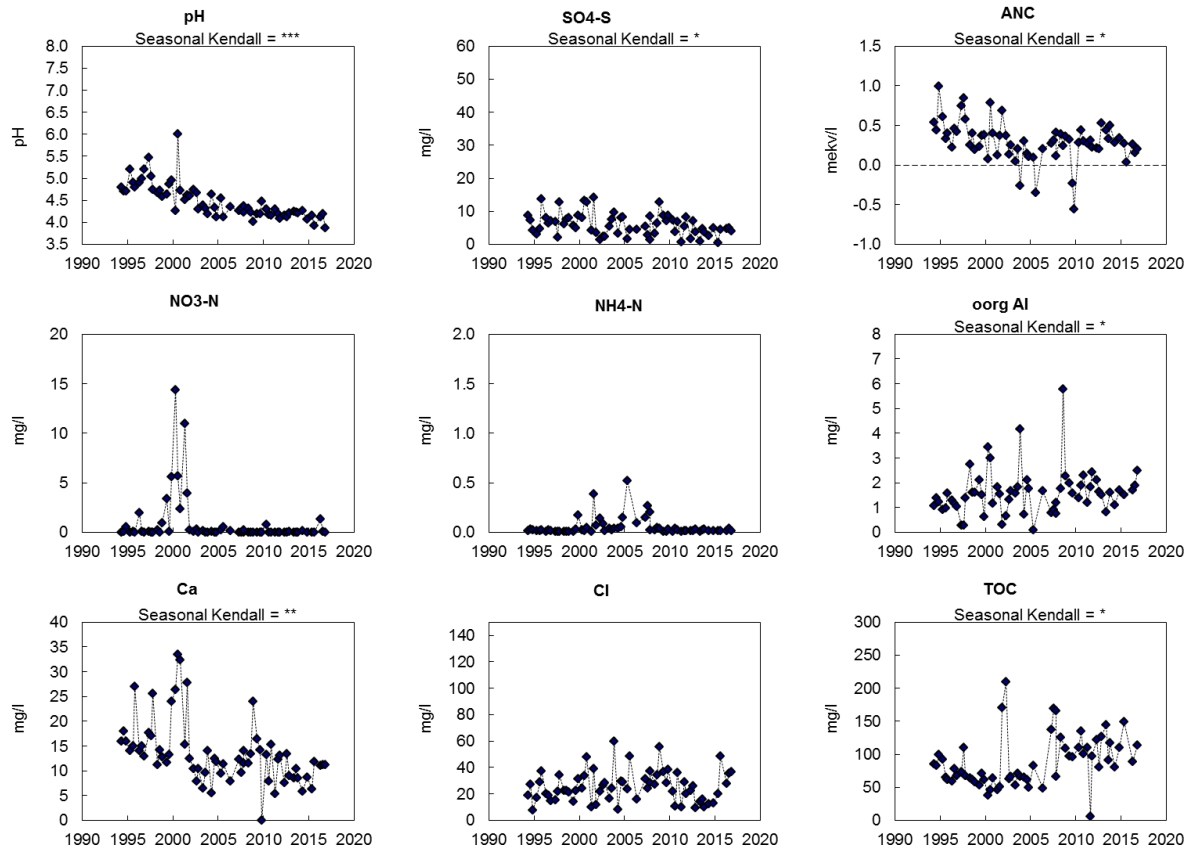
Yta med 78-årig granskog, belägen en halvmil öster om Emmaboda. Under stormen Gudrun 2005 föll enstaka träd i eller i närheten av ytan. På grund av barkborreangrepp togs träden bort på en yta som tangerar provytan (1000-2000 kvm) under 2006-2007. Ytan är även under senare år påverkad av vildsvin. Markvattenmätningarna startade 1997. Krondropps- och lufthaltmätningarna startade 1995.

Ottenby (H 01):

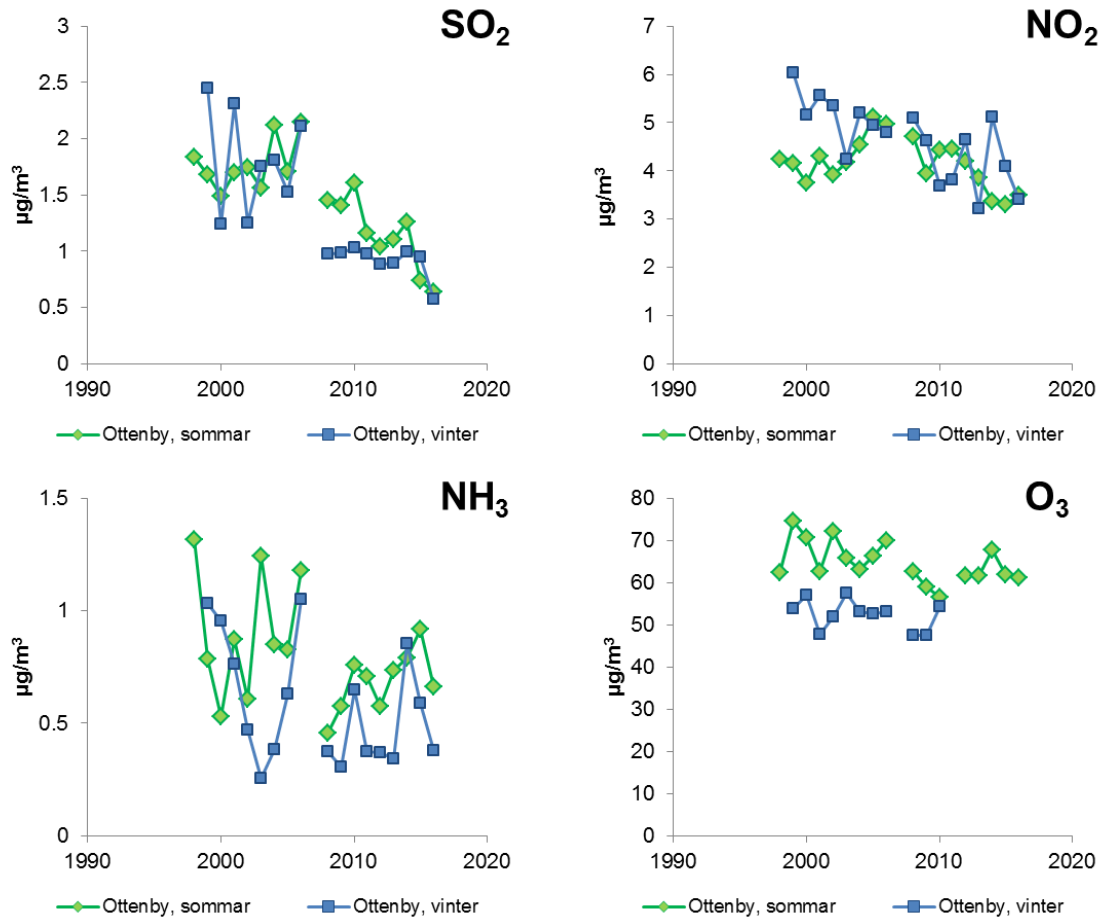


◆ Krondropp (KD) ◇ Öppet fält (ÖF)

Figur B4.1. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Ottenby, H 01. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-Sex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

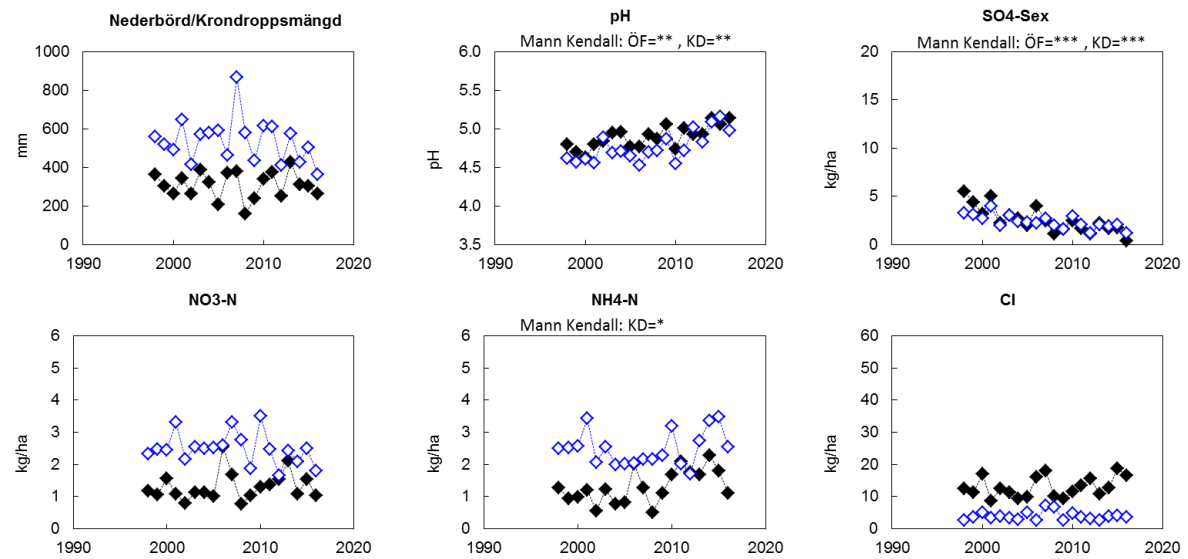


Figur B4.2. Markvattekemi vid Ottenby, H 01: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



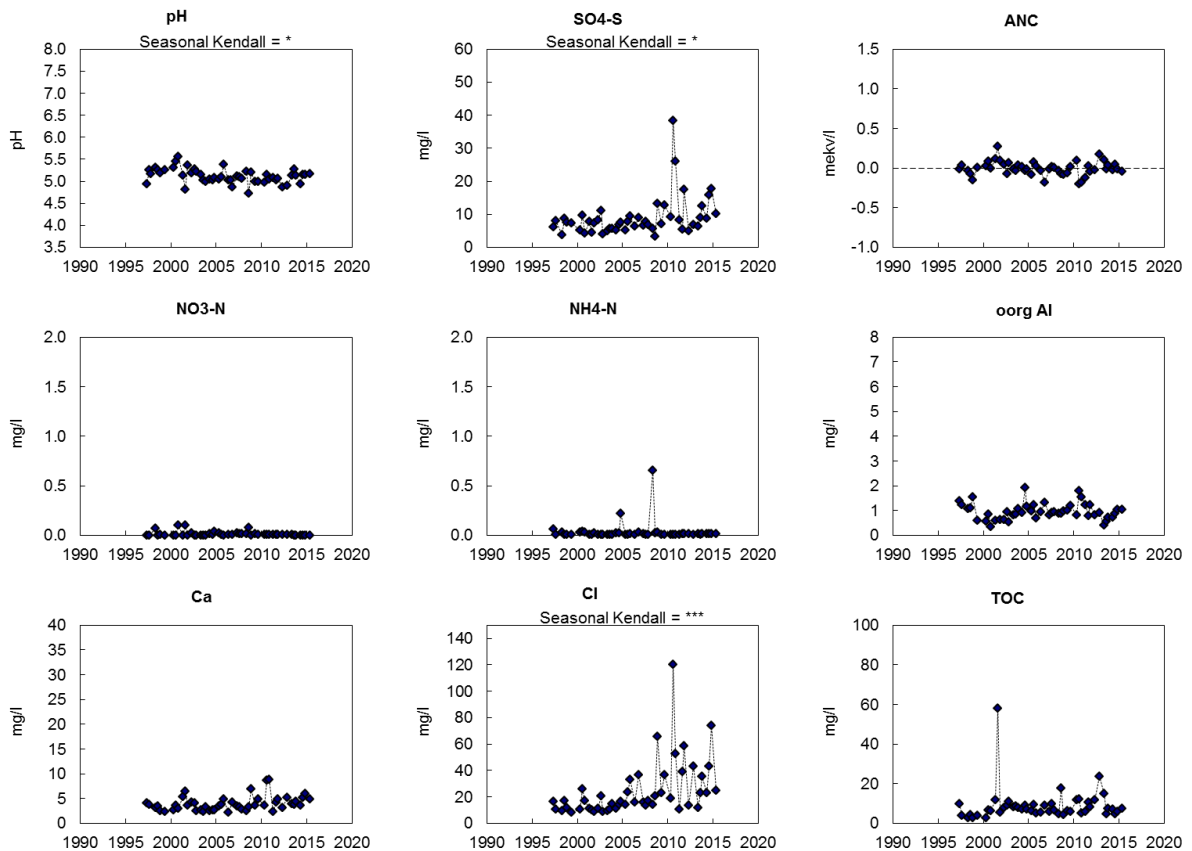
Figur B4.3. Lufthalter vid Ottenby (H 01). Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

Rockneby (H 03):

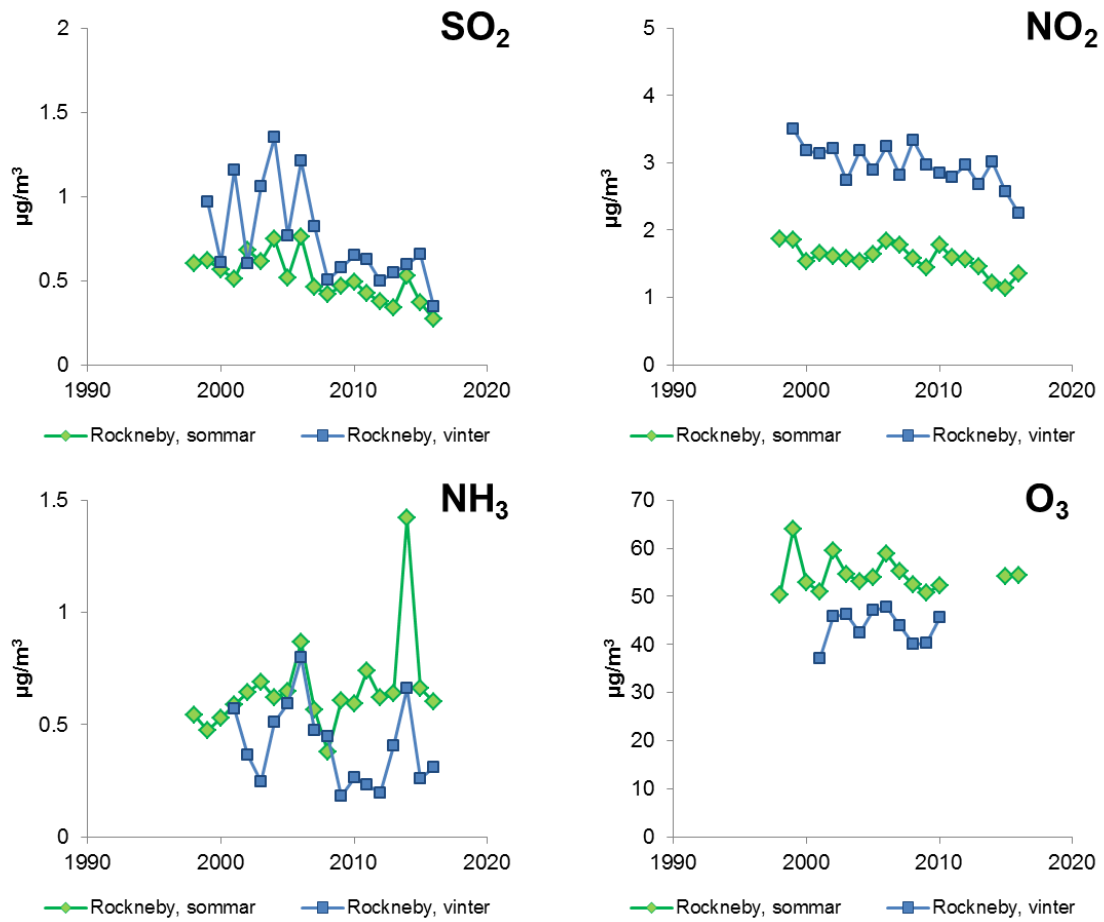


—◆— Krondropp (KD) **Figur B4.4.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Rockneby, H 03. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

—◇— Öppet fält (ÖF)

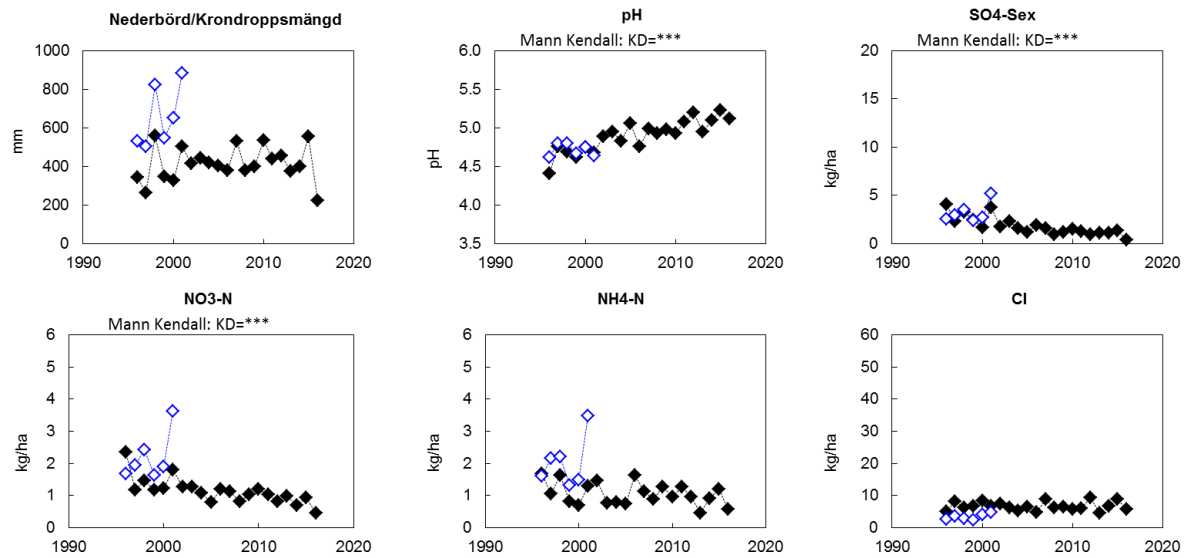


Figur B4.5. Markvattenkemi vid Rockneby, H 03: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl-) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



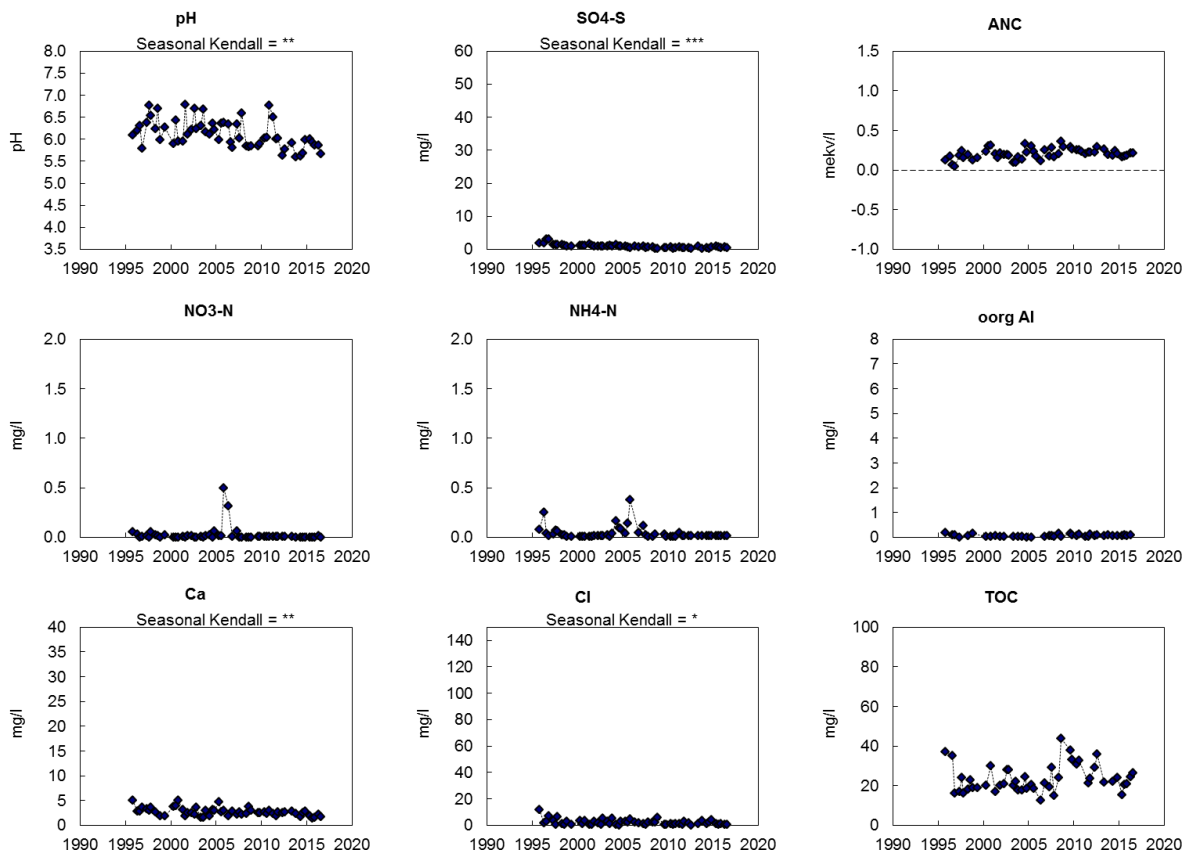
Figur B4.6. Lufthalter vid **Rockneby (H 03)**. Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

Risebo (H 21):

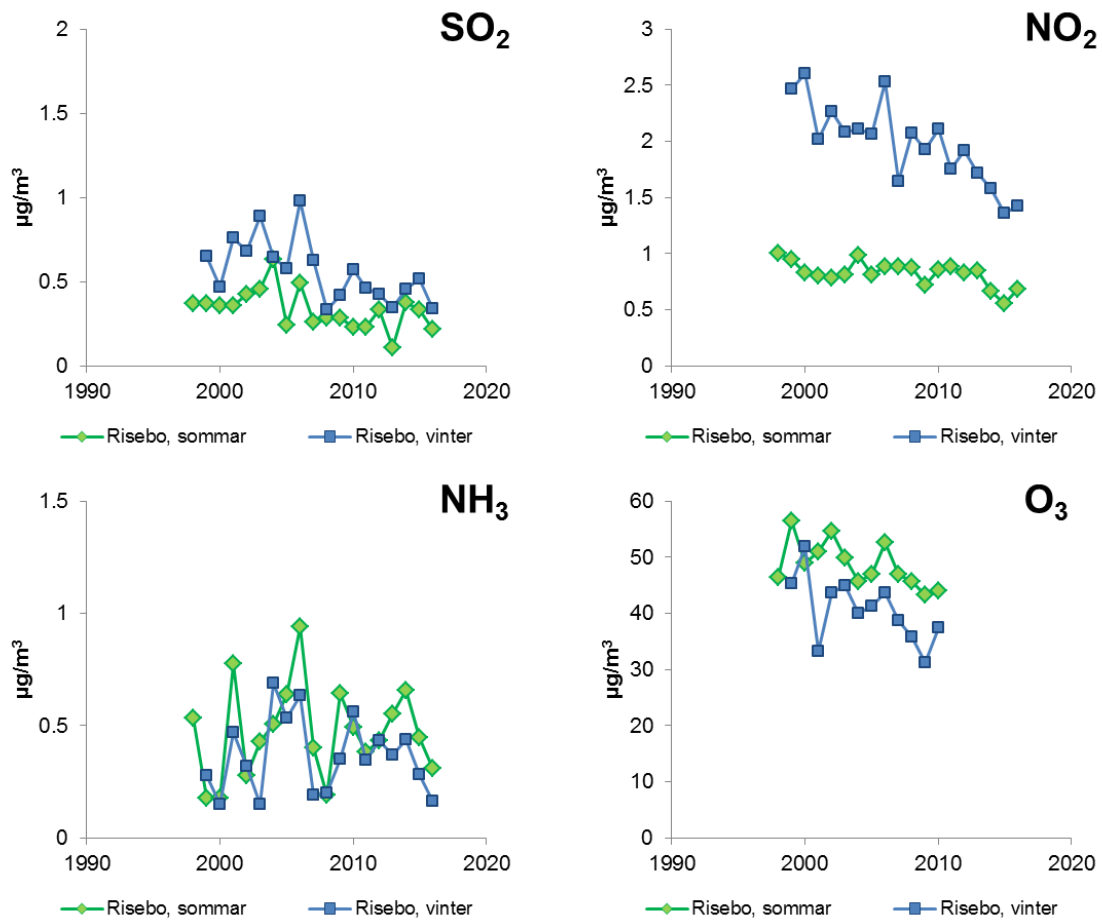


◆ Krondropp (KD) ◇ Öppet fält (ÖF)

Figur B4.7. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Risebo, H 21. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ($\text{SO}_4\text{-S ex}$); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

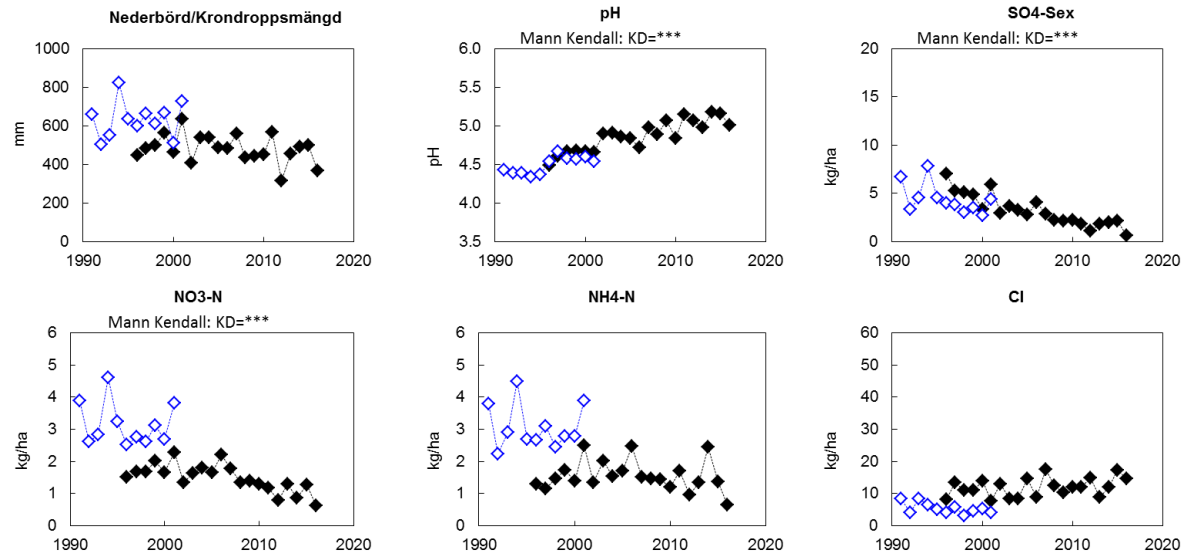


Figur B4.8. Markvattenkemi vid Risebo, H 21: pH, sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca^{2+}), klorid (Cl) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

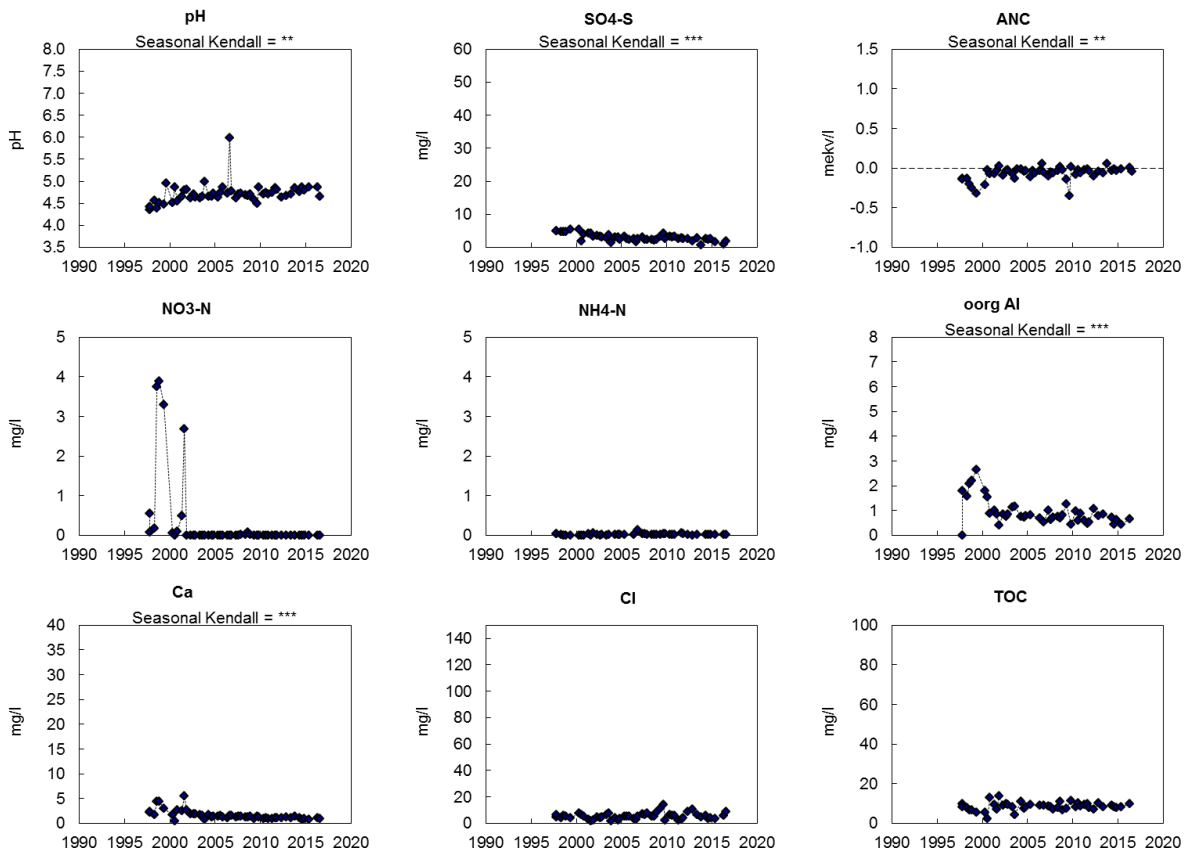


Figur B4.9. Lufthalter vid Risebo (H 21). Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

Alsjö (H 22):



—◆— Krondropp (KD) —◇— Öppet fält (ÖF) **Figur B4.10.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Alsjö, H 22. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ($\text{SO}_4\text{-S ex}$); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur B4.11. Markvattenkemi vid Alsjö, H 22: pH, sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca^{2+}), klorid (Cl-) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

B5. Kronobergs län

I Tabell 8.5.1 presenteras vilka mätningar som genomförts vid mätplatserna i länet under 2015/16.

Tabell 8.5.1. Aktiva mätplatser i Kronobergs län 2015/16. Provtagare: Elis Bengtsson.

Mätplats	Dominerande trädslag	Öppet fält	Krondropp	Markvatten
Attsjö (G 21)	Tall		X	X
Tagel (G 22)	Gran	X	X	X
Angelstad (G 23)	Gran		X	X

Nedan presenteras kort de olika mätplatserna:

Attsjö (G 21):

Yta med 96-årig tallskog två mil öster om Växjö. Beståndet ligger i ett plant område. Liksom på övriga mätplatser i Kronobergs län startade mätningarna i maj 1996.

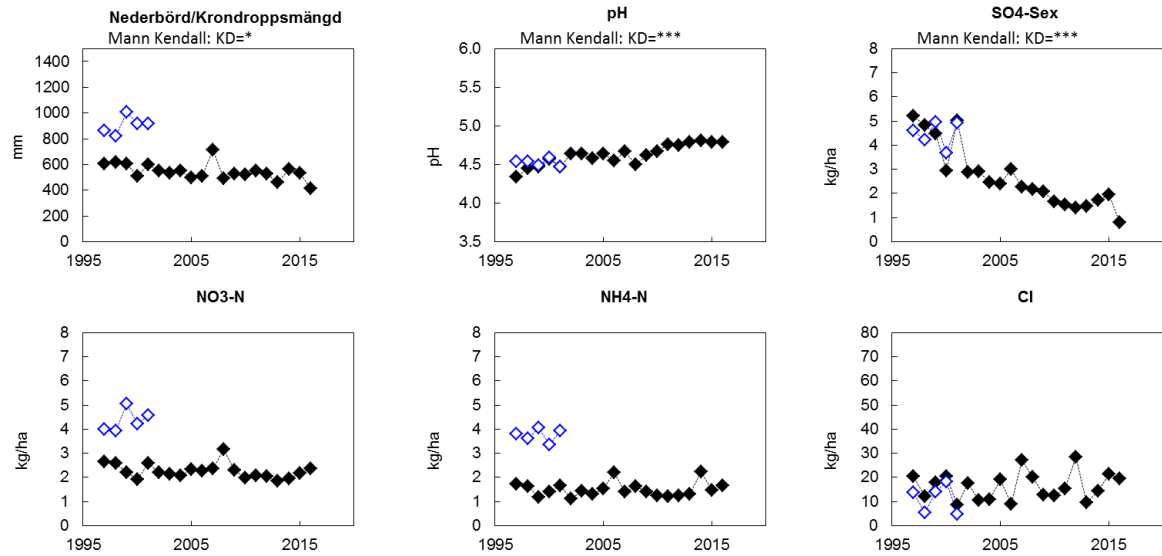
Tagel (G 22):

Yta i 91-årig granskog nordväst om Alvesta. Depositions- och markvattenmätningarna startade 1996. Mätningar på öppet fält avslutades i december 2001, men återupptogs i januari 2004. Krondropps- och markvattenmätningarna flyttades hösten 2007 på grund av barkborreangrepp, som uppkom efter stormen Gudrun, till en ny yta ca 800 m sydost om den gamla ytan i en granskog med ungefär samma ålder som den gamla.

Angelstad (G 23):

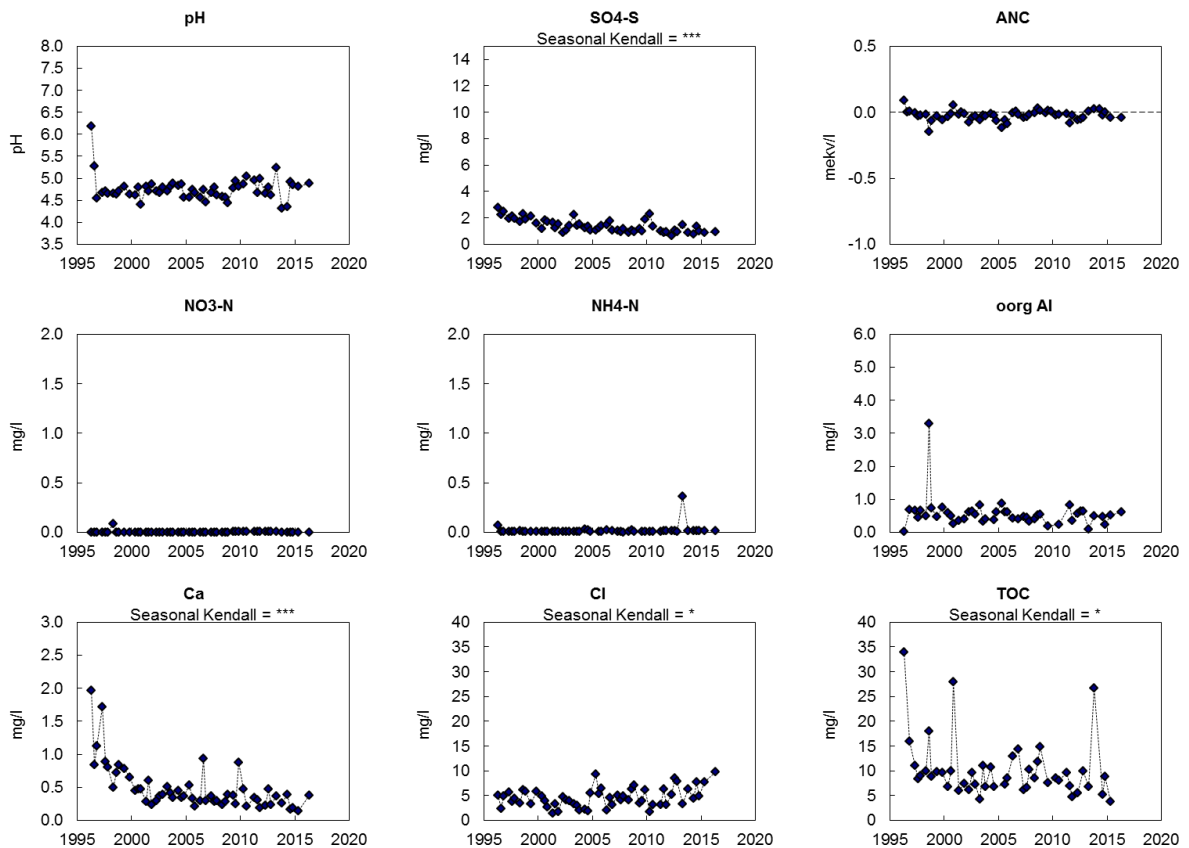
Yta sydost om Bolmen med 76-årig granskog. På samma sätt som för övriga mätplatser i länet startade mätning av deposition och markvatten i maj 1996. Krondroppsytan vid Angelstad skadades av stormarna Gudrun och Per. Dessutom uppstod nya stormfällan vid ett antal tillfällen även följande år. Krondroppsytan flyttades därför något hundratal meter åt sydost i mitten av oktober 2013.

Attsjö (G 21):



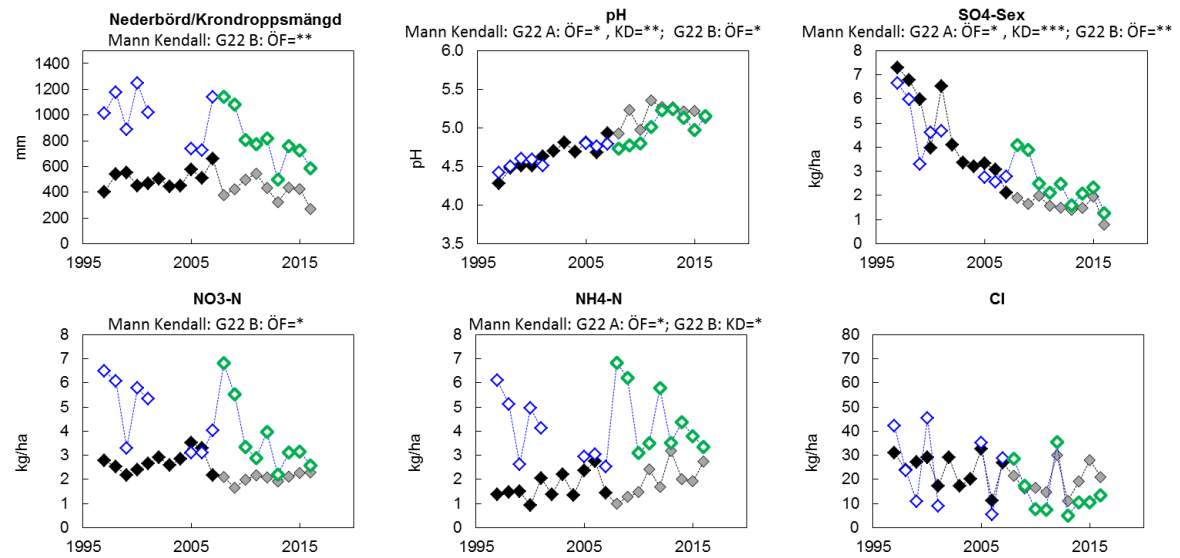
◆ Krondropp (KD) ◇ Öppet fält (ÖF)

Figur B5.1. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Attsjö, G 21. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ($\text{SO}_4\text{-S ex}$); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



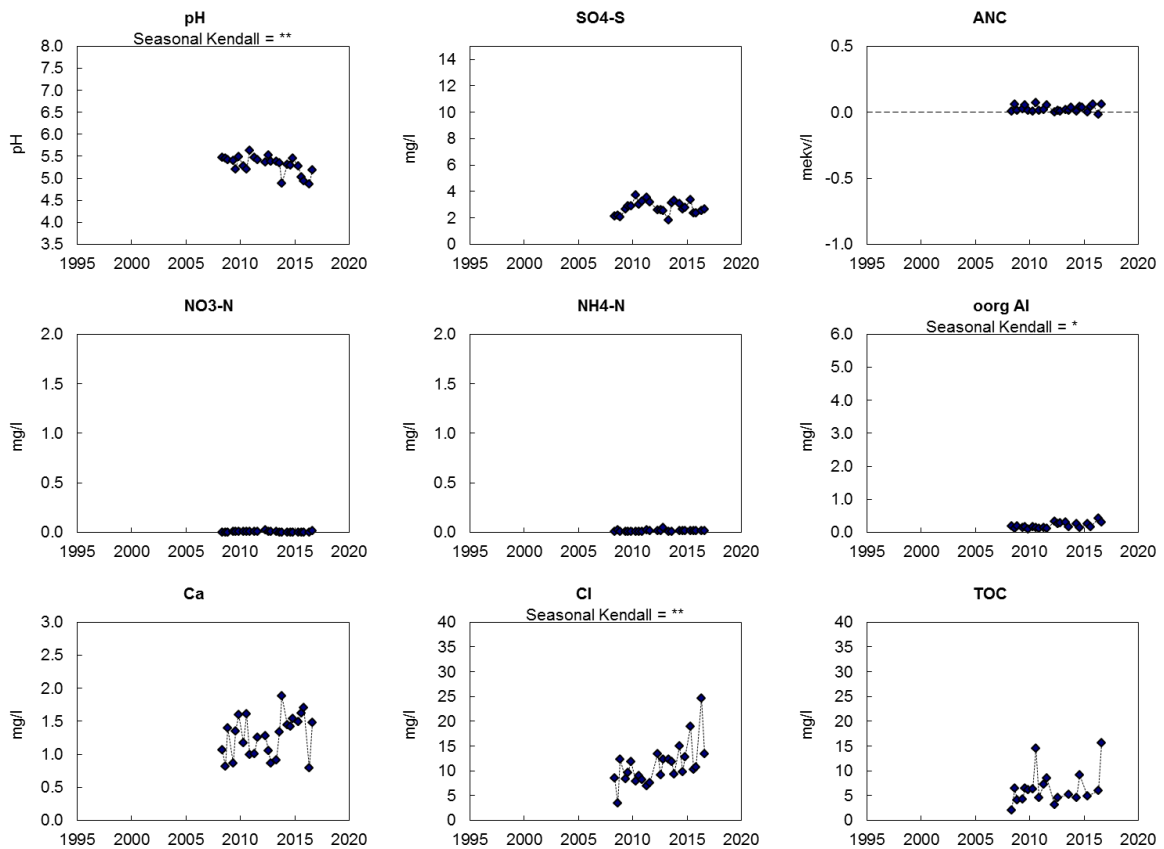
Figur B5.2. Markvattenkemi vid Attsjö, G 21: pH, sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), markvattnets syranutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca^{2+}), klorid (Cl) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Tagel (G 22):



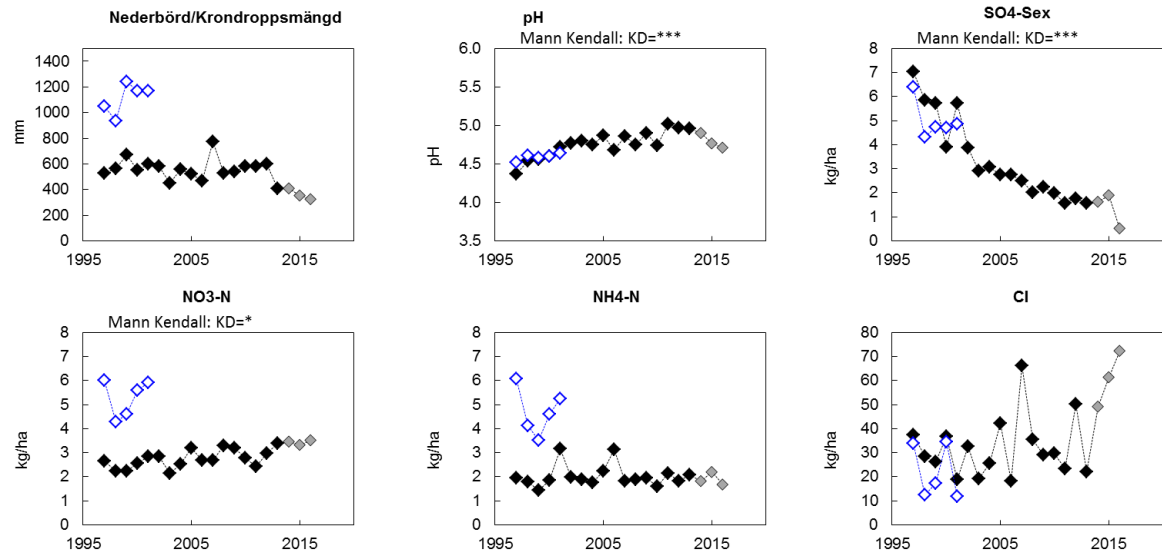
- ◆ Krondropp (KD)
- ◇ Öppet fält (ÖF)

Figur B5.3. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Tagel, G 22. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-Sex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Mätningarna flyttades i 2007 varför senare mätningar anges med en grå (KD) respektive grön (ÖF) symbol. Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur B5.4. Markvattenkemi vid Tagel, G 22 B: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl⁻) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit torrt. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

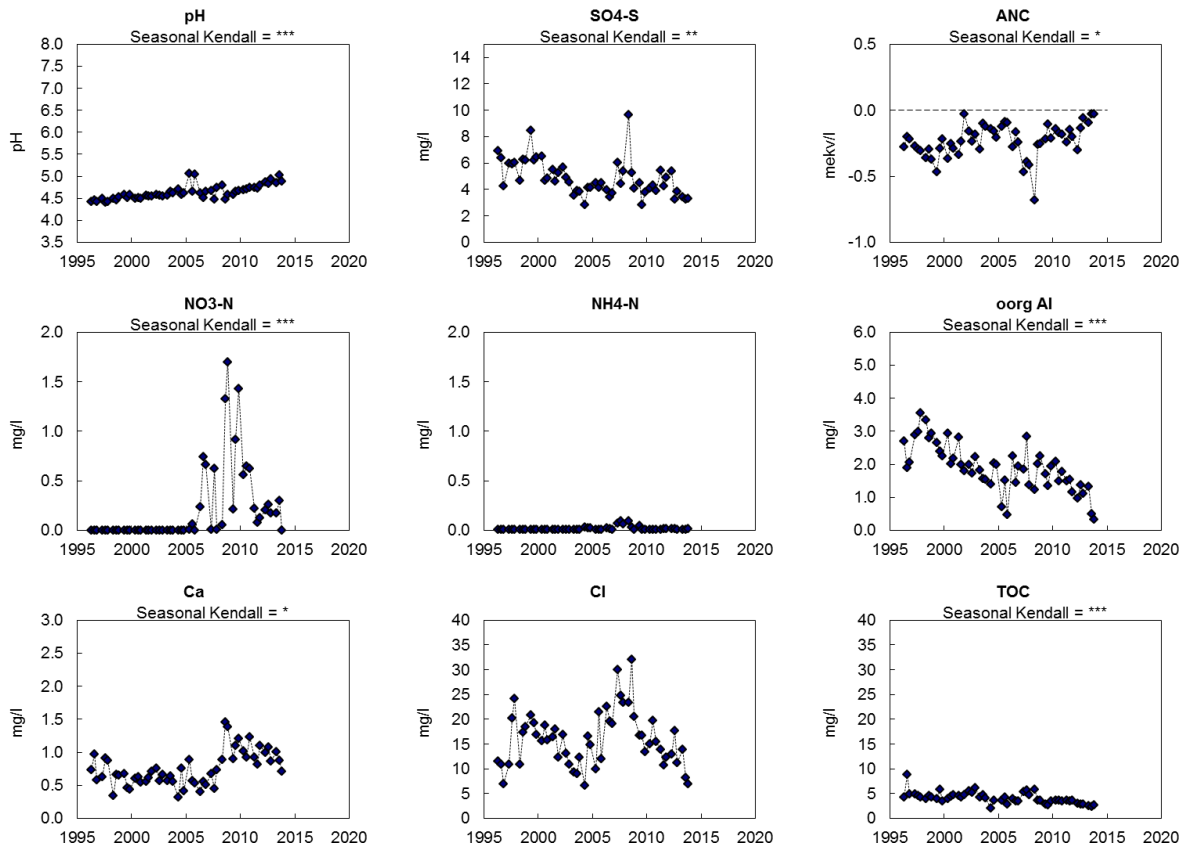
Angelstad (G 23):



—◆— Krondropp (KD) **Figur B5.5.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Angelstad, G 23. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

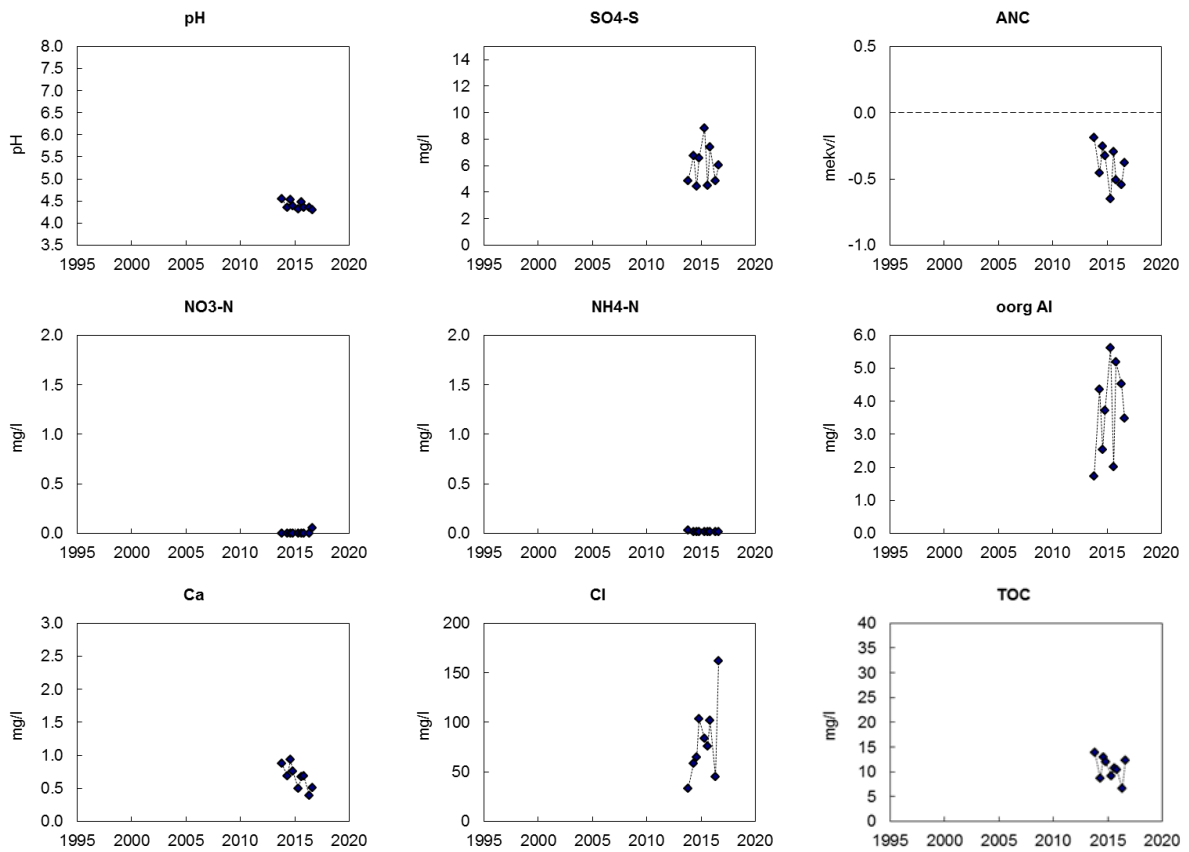
—◇— Öppet fält (ÖF)

Angelstad (G 23 A) markvatten:



Figur B5.6. Markvattenkemi vid Angelstad, G 23A: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syranutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl-) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Angelstad (G 23 B) markvatten:



Figur B5.7. Markvattenkemi vid **Angelstad, G 23B**: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl⁻) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

B6. Skåne län

I Tabell B6.1 presenteras vilka mätningar som genomförts vid mätplatserna i länet under 2015/16.

Tabell B6.1. Aktiva mätplatser i Skåne län 2015/16. Provtagare: Anders Jonshagen.

Mätplats	Domi- nerande trädslag	Öppet fält	Kron- dropp	Sträng- prov	Mark- vatten	Lufthalter			
						SO ₂	NO ₂	NH ₃	O ₃
Arkelstorp (L 05B)	Gran		X		X				
Kampholma (L 12)	Bok		X		X				
Maryd (L 15)	Gran		X		X	X*	X*	X*	X*
Hissmossa (L 18)	Gran	X	X	X	X	X	X	X	
Stenshult (M 16)	Gran	X	X	X	X	X	X	X	X
Baldringe (M 17)	Bok		X		X				
Falsterbo (M 22)	Tall	X			X	X*	X*	X*	X*
Videlycke (M 23)		X				X*	X*	X*	X*

*mättes under februari 2016 t.o.m. januari 2017.

Nedan presenteras kort de olika mätplatserna:

Arkelstorp (L 05 B): Ytan etablerades år 2013 mindre än 200 meter sydost om den tidigare ytan, på toppen av Hallabjället, i 30-40 årig granskog. Krondroppsmätningarna startade i november 2013, men markvattenmätningarna startade först ett år senare (november 2014). Ytan är ganska nyligen gallrad, och det finns stickvägar i nordsydlig riktning med ca 20 m mellanrum vid ytan.

Kampholma (L 12): Högt belägen bokyta med 118-årig skog belägen 135 m över havet. Mätningarna av nedfall och markvattenkemi påbörjades 1996.

Maryd (L 15): 57-årig granskog (2015) på bördig mark i sydöstra Skåne. Mätning av nedfall (krondropp) och markvattenkemi i Maryd startade i oktober 2001.

Baldringe (M 17): Bokyta på relativt kuperad mark. Ungefär 70-årig bokskog. Krondroppsmätningar i Baldringe startade i maj 2010 och markvattenmätningarna i november samma år.

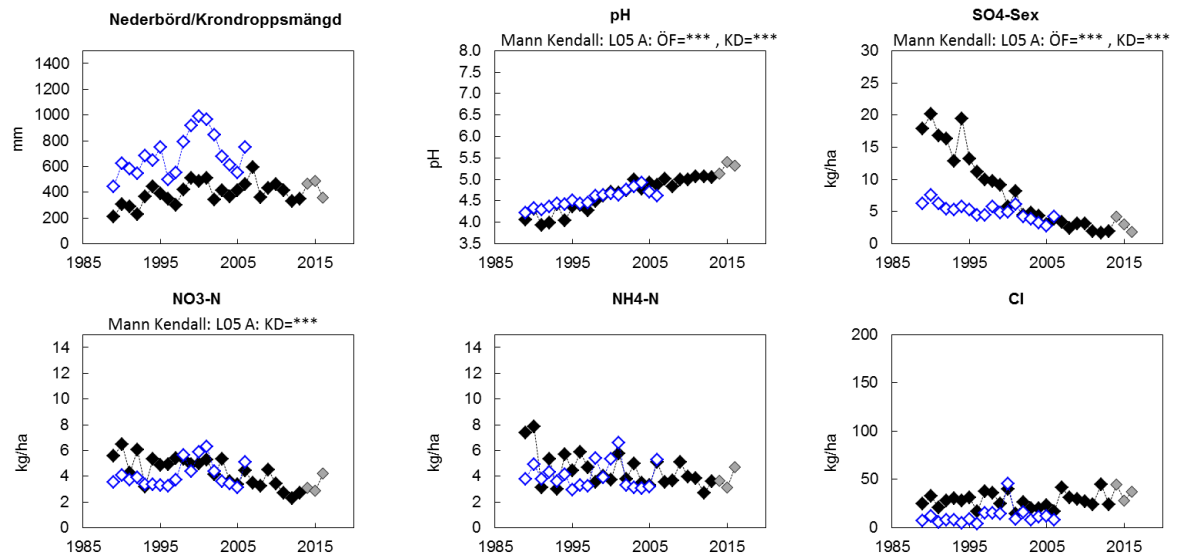
Hissmossa (L 18): 45-årig granskog i norra Skåne. Ytan är tänkt som ersättningsyta för Västra Torup, som avverkades i augusti 2010. Hissmossa ligger ungefär 5 km norr om Västra Torup. Mätningarna i krondroppsytan i Hissmossa startade i augusti 2010. Mätningarna på öppet fält startade i november 2010.

Stenshult (M 16): Ungefär 40-årig granyta på relativt plan mark längst uppe på östra delen av Romeleåsen. Ytan startades som ersättning för den avslutade ytan Klintaskogen, som också var belägen på Romeleåsen, 12 km sydväst om Stenshult. Platsen är mycket öppet exponerad åt söder. Krondroppsmätningar startade i maj 2010, och markvattenmätningarna samt mätningarna på öppet fält i november samma år.

Falsterbo (M 22): Mätningar på öppet fält samt av markvattenkemi startade vid Falsterbo i juli 2015. Markvattenmätningarna bedrivs i en tallskog mellan Höllviken och Skanör-Falsterbo. Nederbörds-mätningarna bedrivs på ett öppet område strax väster om markvattenmätningarna.

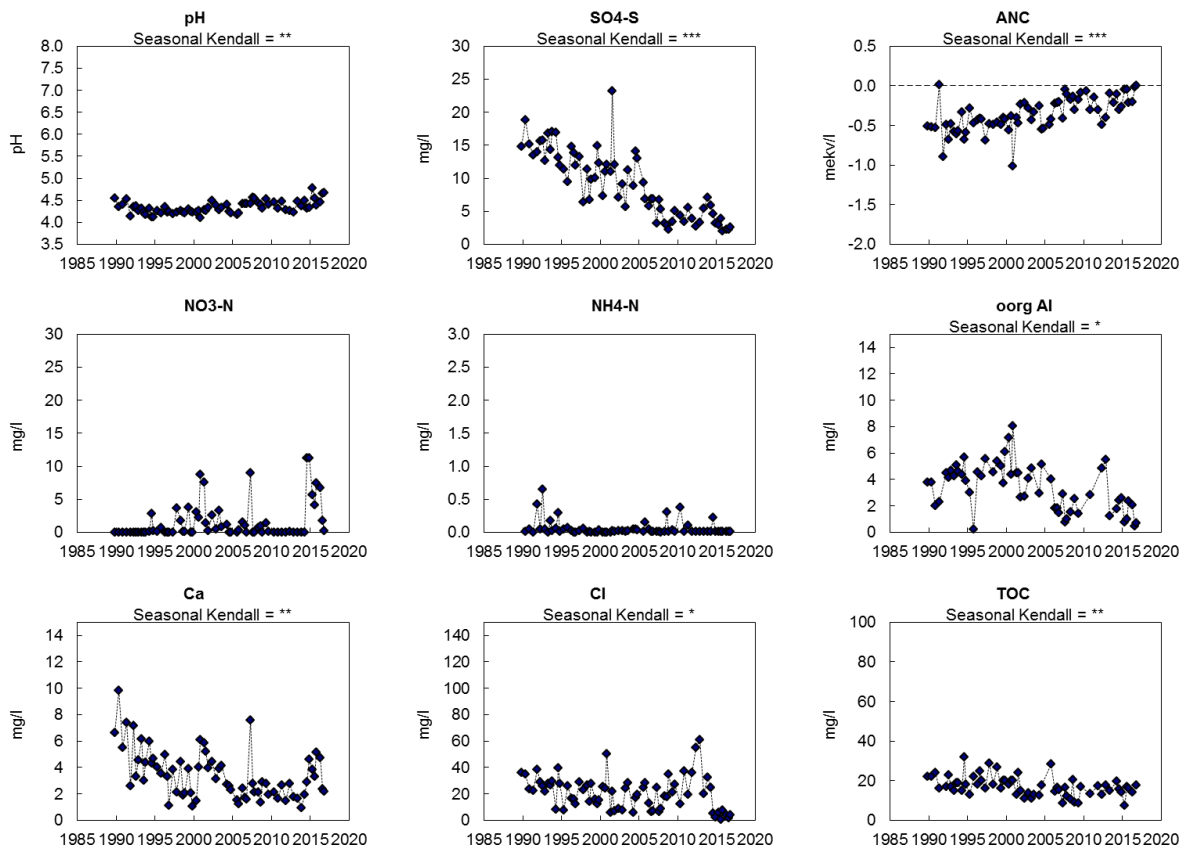
Videlycke (M 23): Mätningarna över öppet fält startade vid Videlycke, i närheten av Tågarp, i mitten av december 2015. Då inget helt hydrologiskt år finns för dessa mätningar presenteras de inte vidare i denna rapport.

Arkelstorp (L 05):

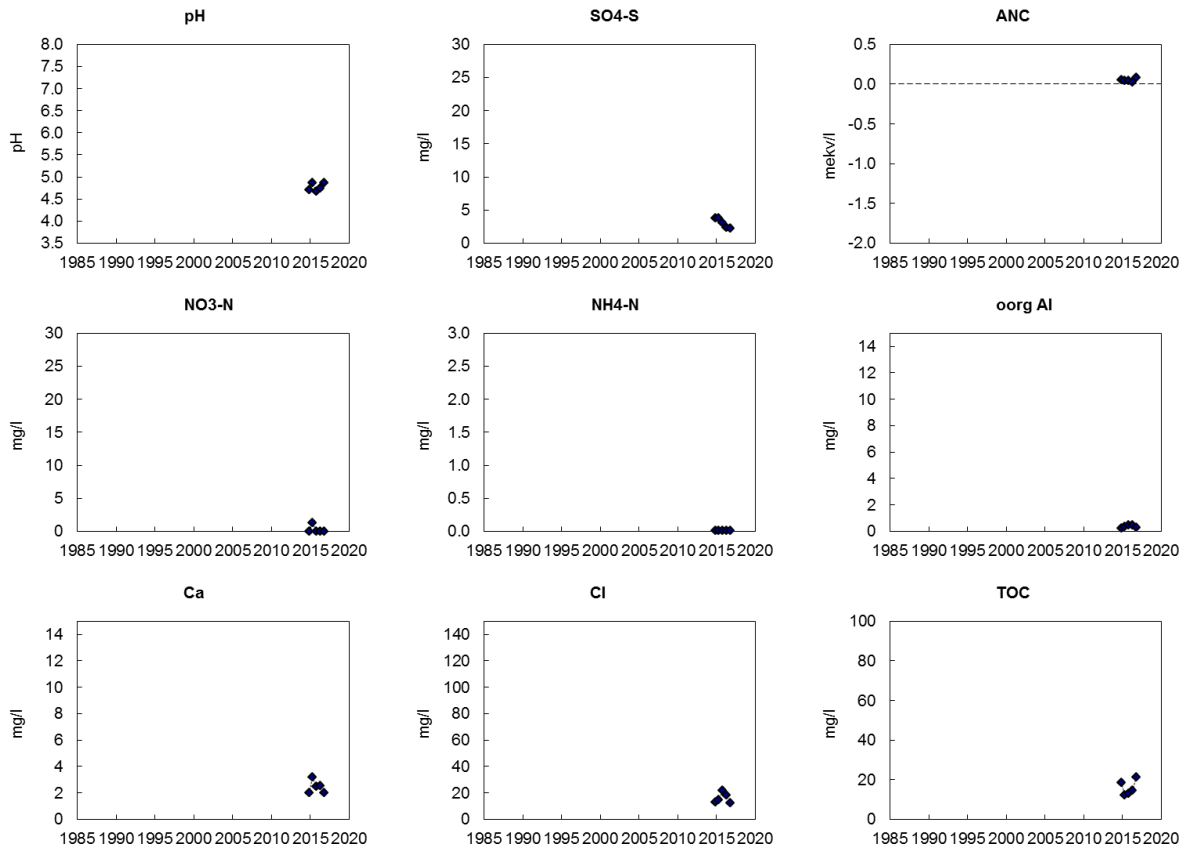


—◆— Krondropp (KD) **Figur B6.1.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Arkelstorp, L 05. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Mätningarna flyttades i 2007 varför senare mätningar anges med en grå symbol. Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

—◇— Öppet fält (ÖF)

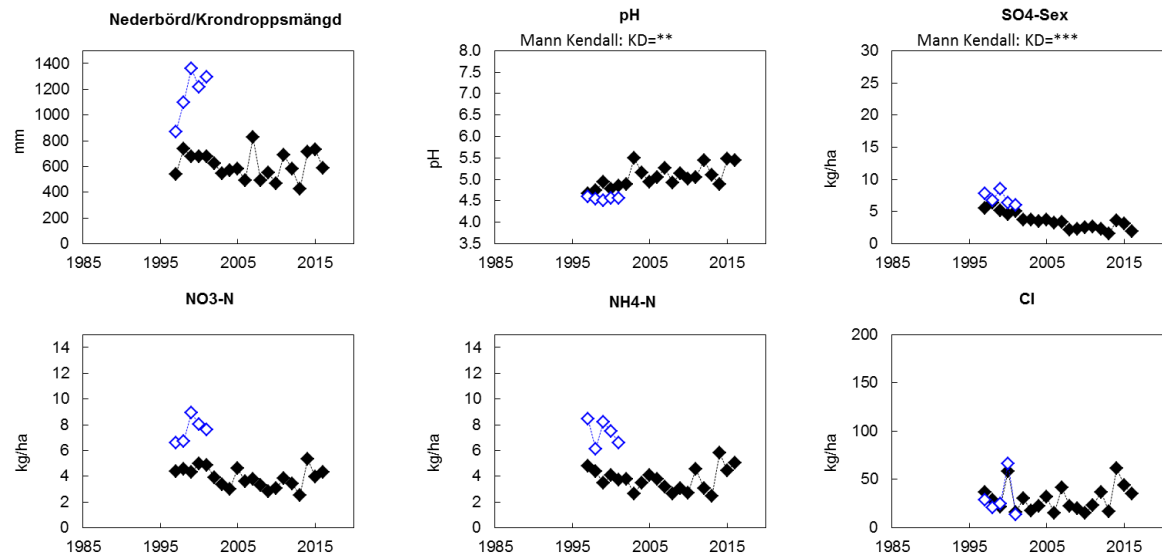


Figur B6.2. Markvattenkemi vid Arkelstorp, L 05A: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syranutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl-) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, då signifikanta trender påvisats.

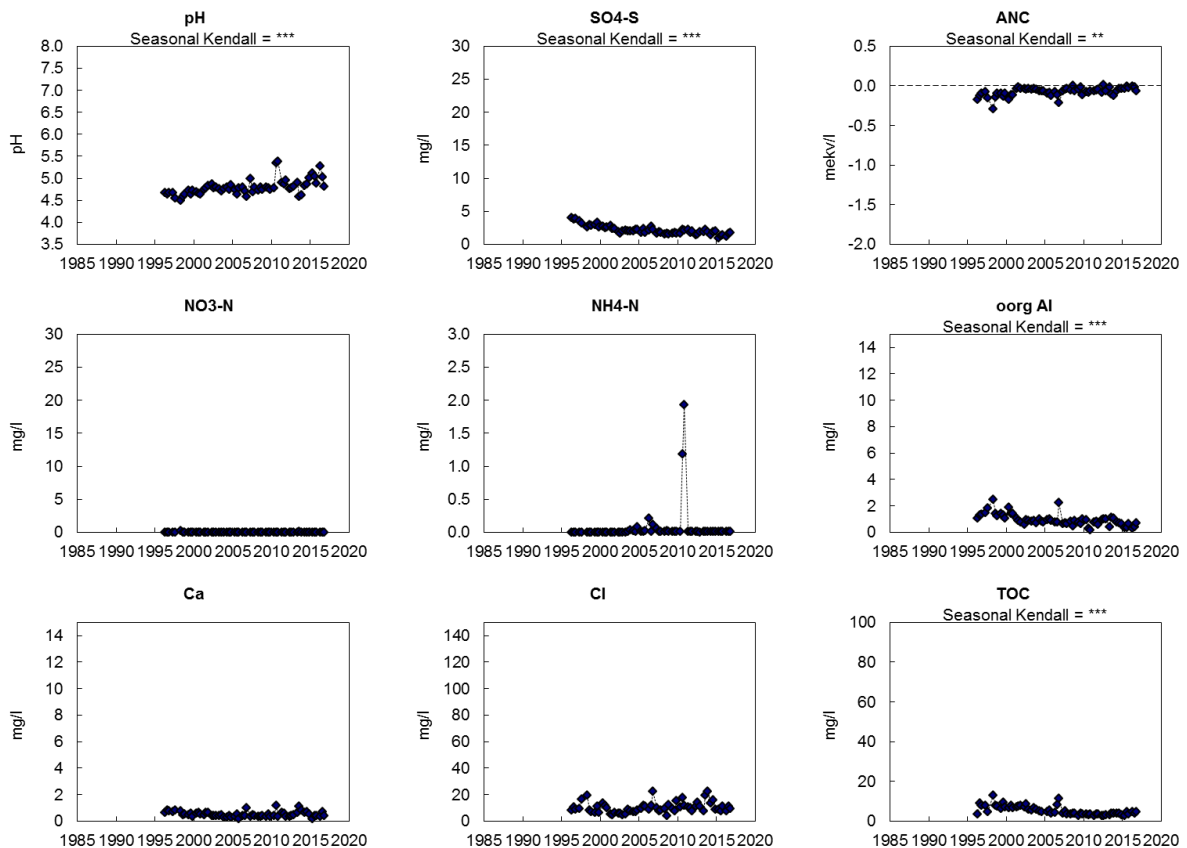


Figur B6.3. Markvattenkemi vid **Arkelstorp, L 05B**: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl⁻) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Kampholma (L 12):

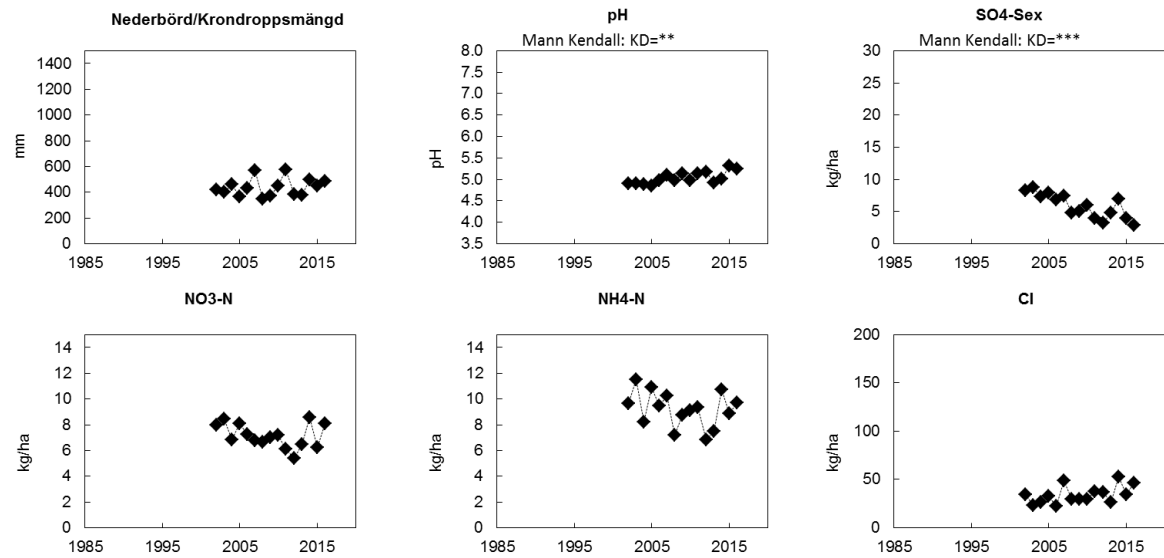


◆ Krondropp (KD) **Figur B6.4.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Kampholma, L 12. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



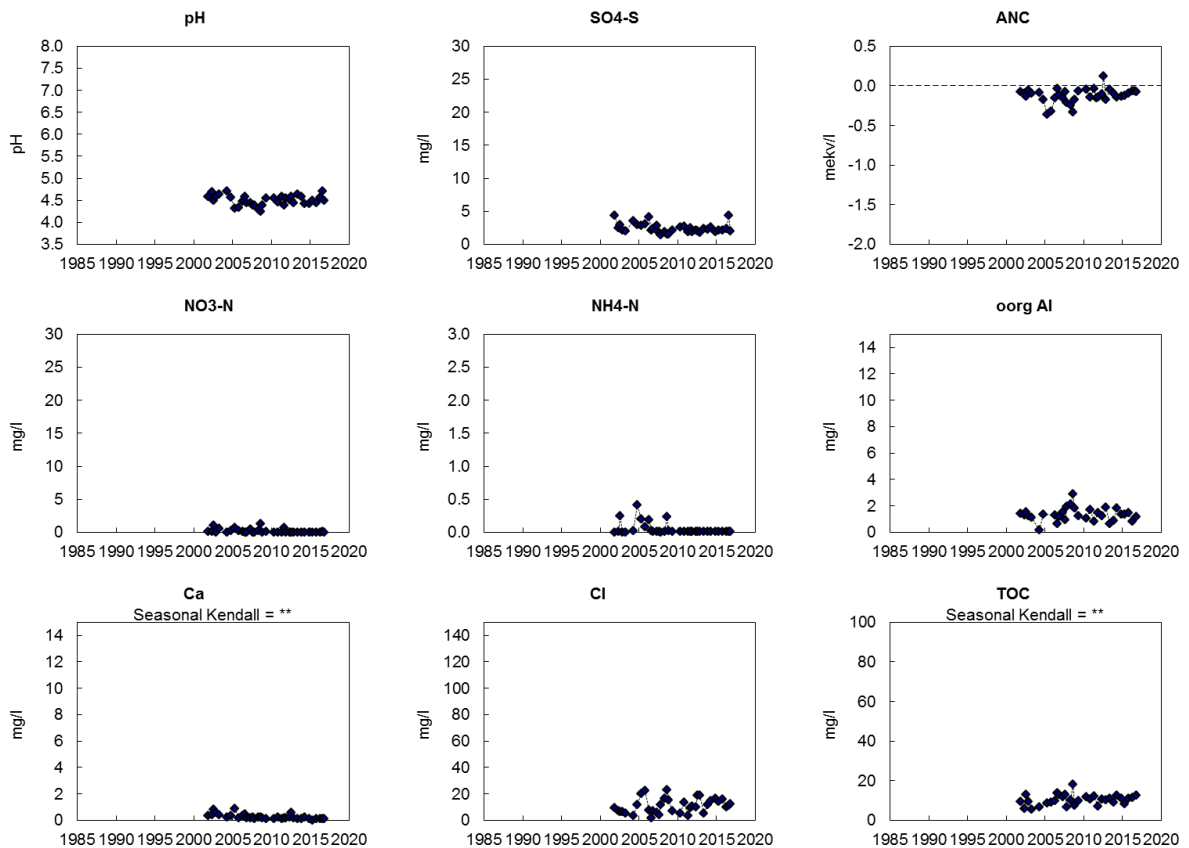
Figur B6.5. Markvattenkemi vid Kampholma, L 12: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), organiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl-) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Maryd (L 15):

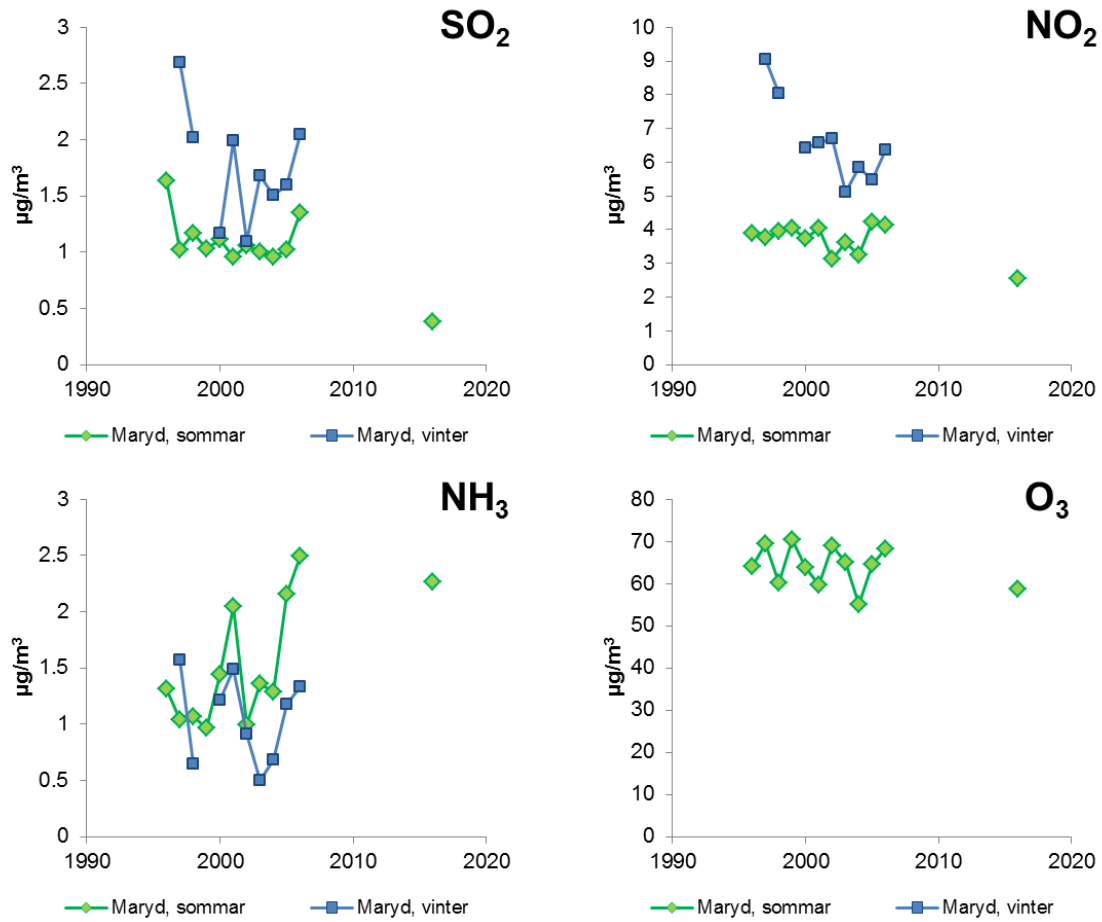


- ◆ Krondropp (KD)
- ◇ Öppet fält (ÖF)

Figur B6.6. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Maryd, L 15. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ($\text{SO}_4\text{-S ex}$); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

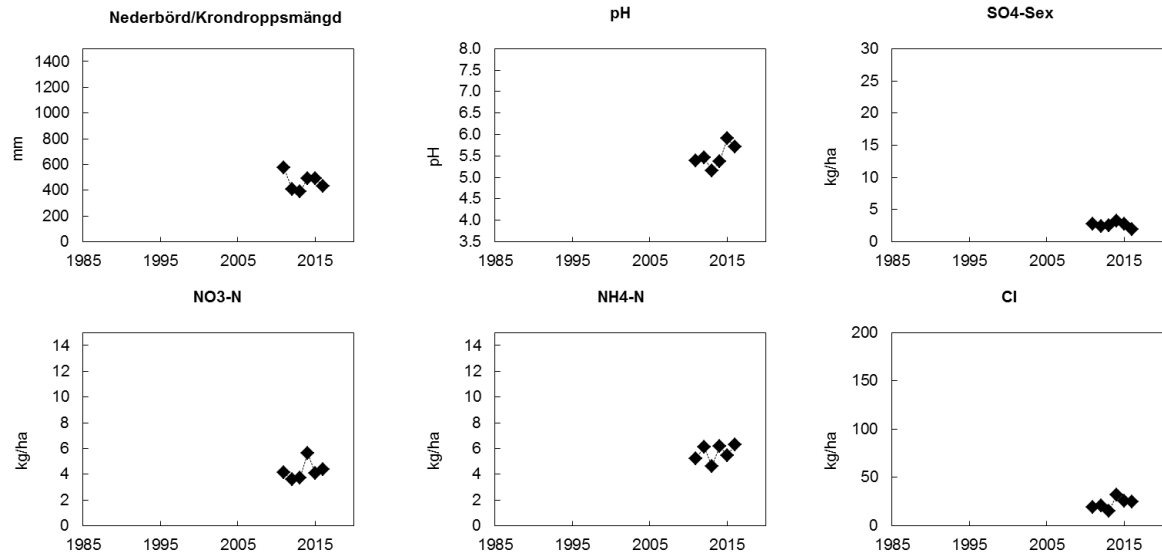


Figur B6.7. Markvattenkemi vid Maryd, L 15: pH, sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca^{2+}), klorid (Cl) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



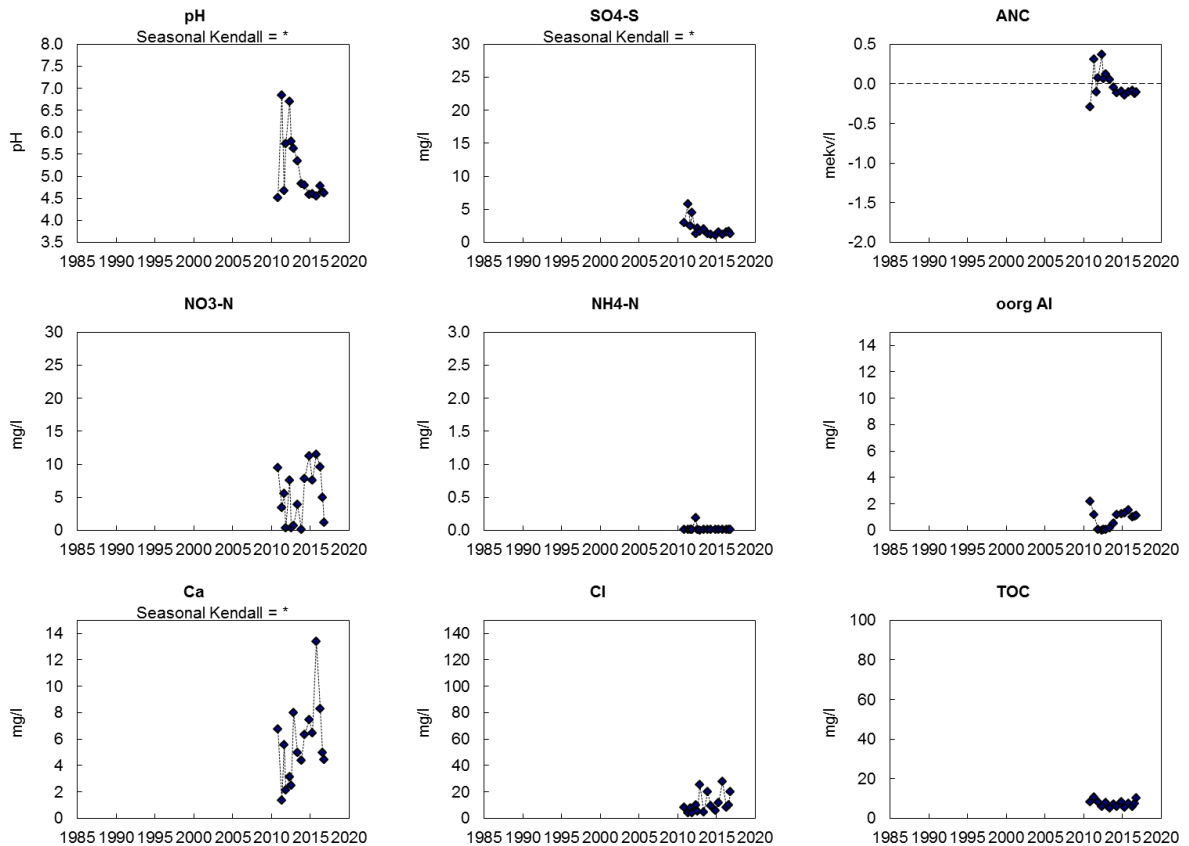
Figur B6.8. Lufthalter vid Märyd (L 15). Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

Baldringe (M 17):



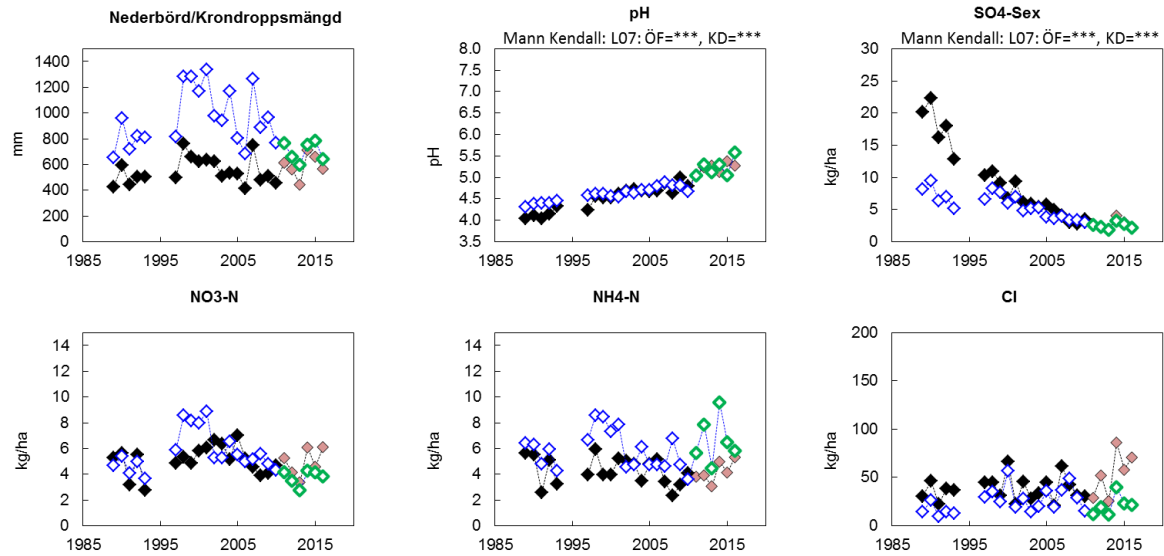
◆ Krondropp (KD) ♦ Öppet fält (ÖF)

Figur B6.9. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Baldringe, M 17. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



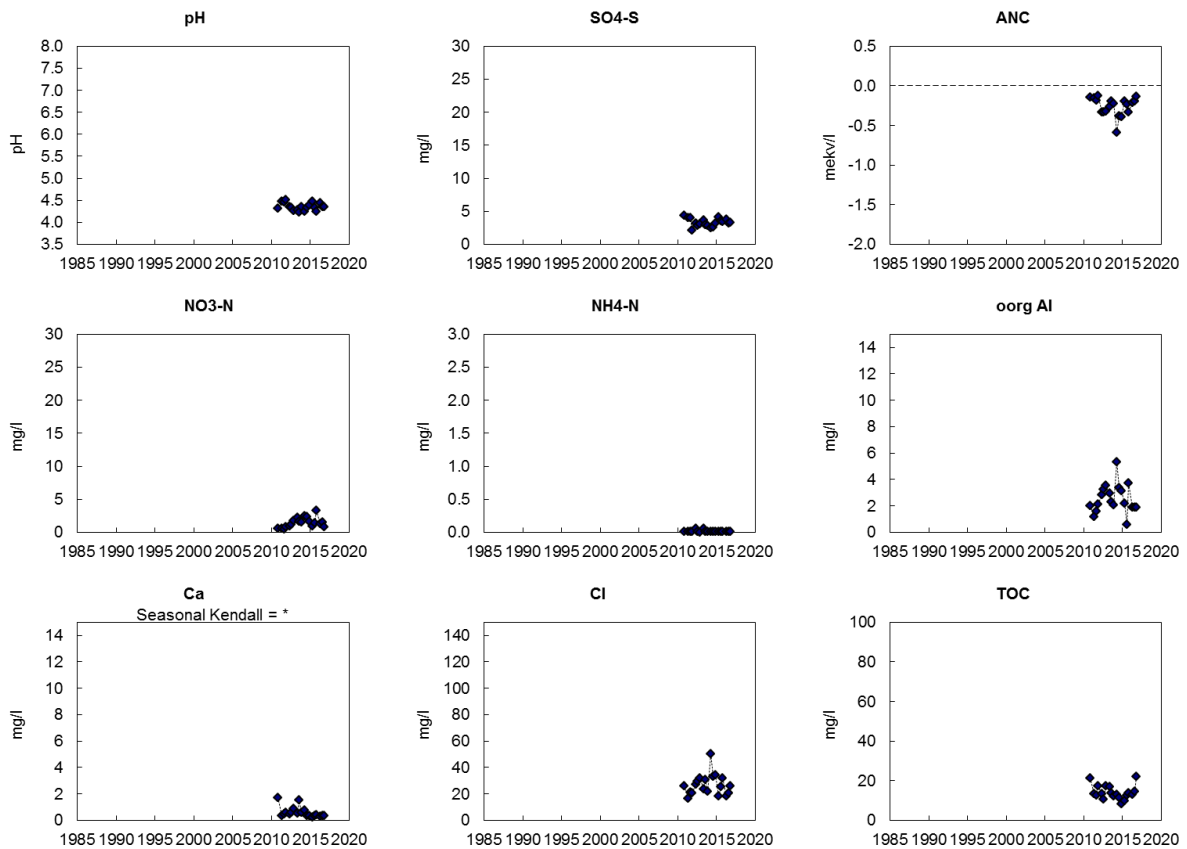
Figur B6.10. Markvattenkemi vid Baldringe, M 17: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl-) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Västra Torup (L 07) och Hissmossa (L 18):

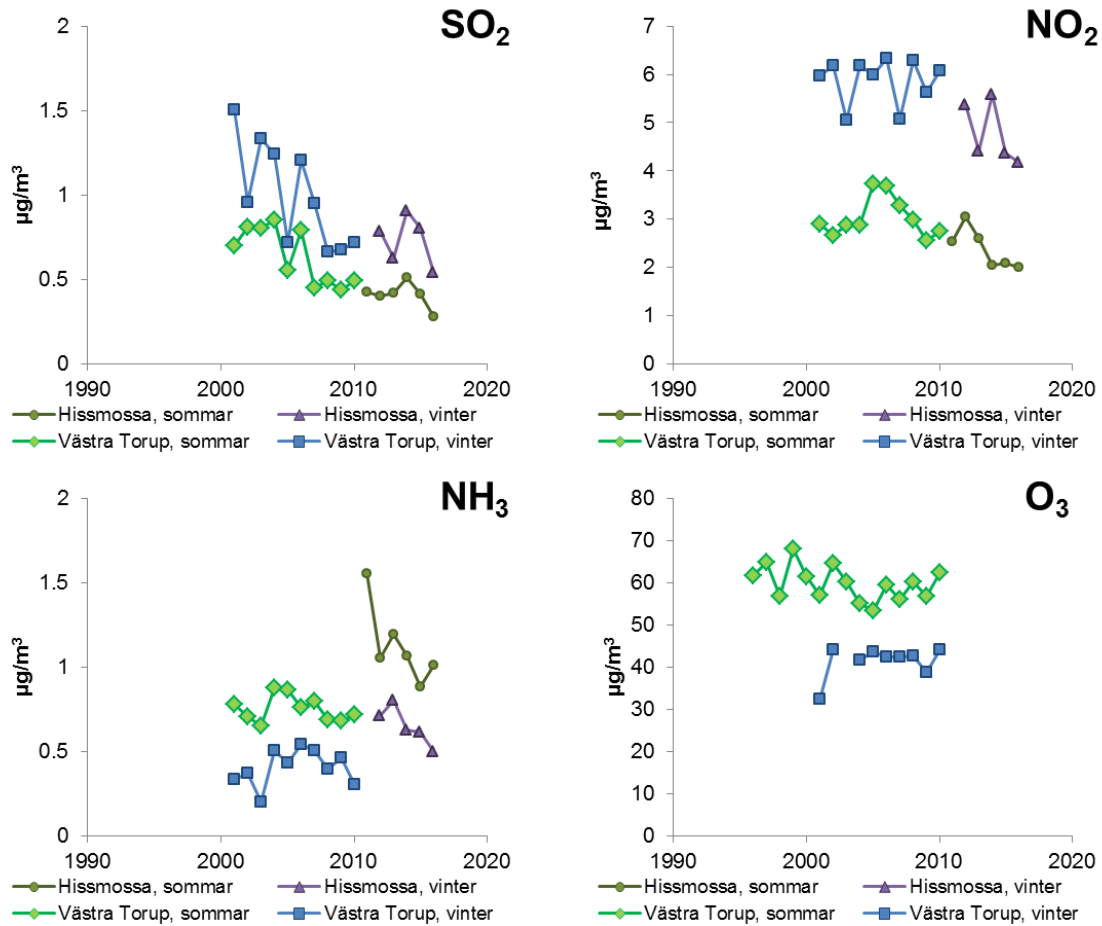


—◆— Krondropp (KD) —◇— Öppet fält (ÖF)

Figur B6.11. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Hissmossa, L 18 och Västra Torup, L 07. Mätningarna vid Hissmossa anges med grå (KD) respektive grön (ÖF) symbol. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

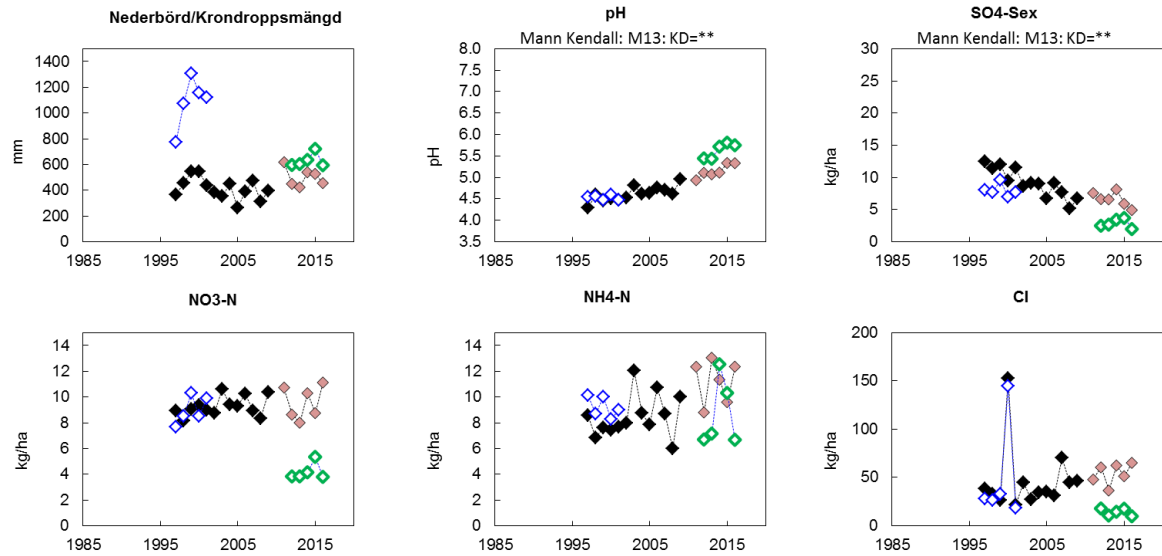


Figur B6.12. Markvattenkemi Hissmossa, L 18: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl⁻) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



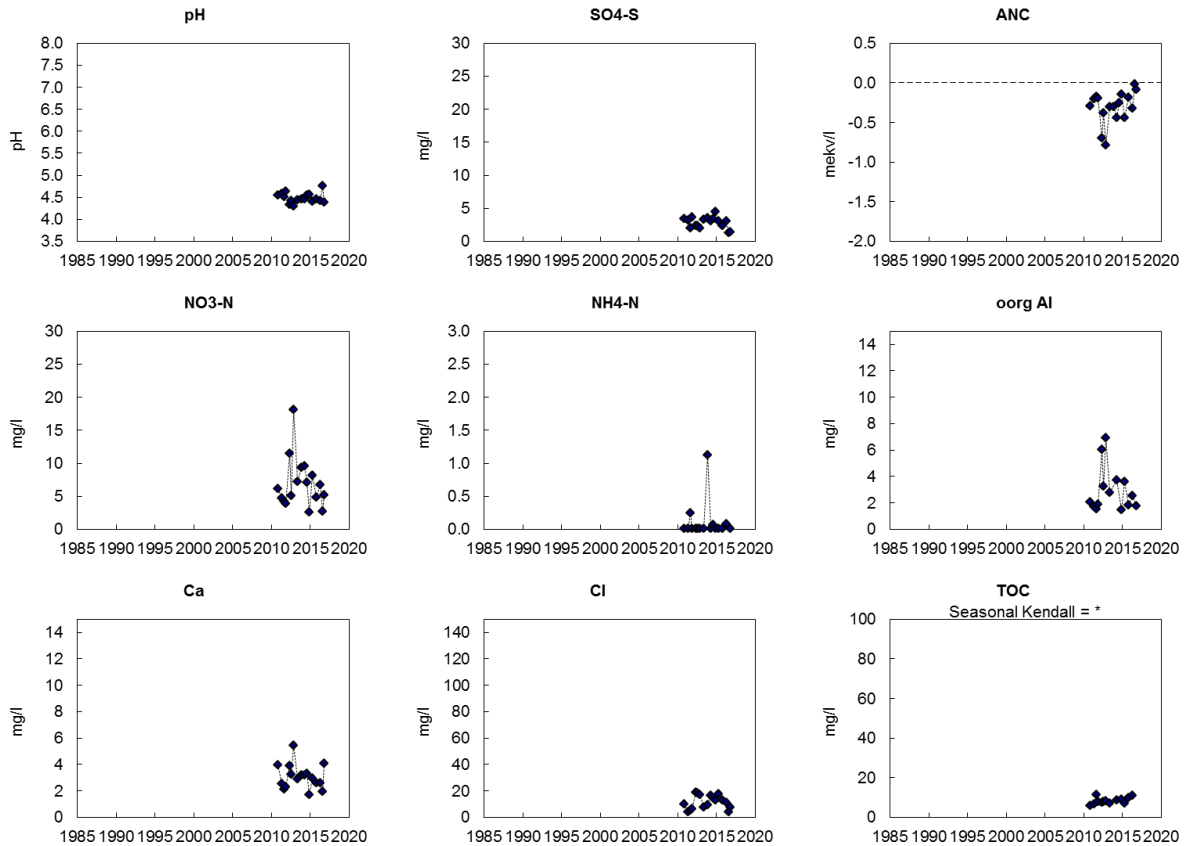
Figur B6.13. Lufthalter vid Västra Torup (L 07) och Hissmossa (L 18). Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

Klintaskogen (M 13) och Stenshult (M 16):

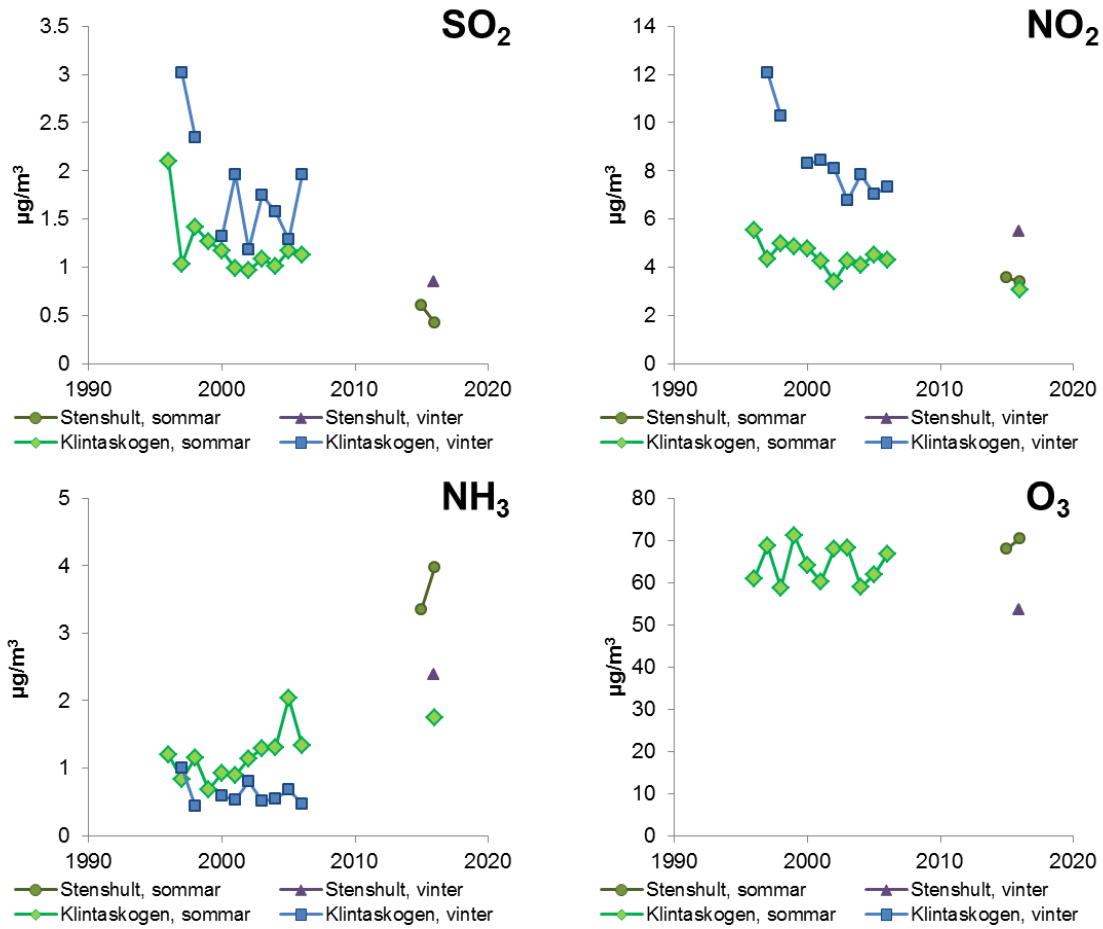


—◆— Krondropp (KD) —◇— Öppet fält (ÖF)

Figur B6.14. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Klintaskogen (M 13) och Stenshult (M 16). Mätningarna vid Stenshult anges med grå (KD) respektive grön (ÖF) symbol. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ($\text{SO}_4\text{-S ex}$); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

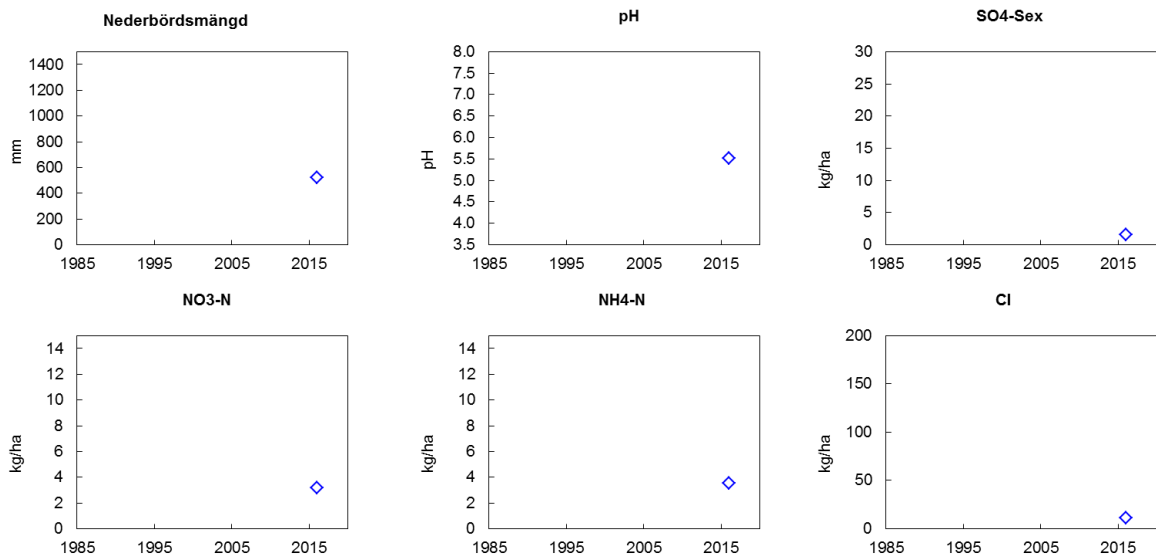


Figur B6.15. Markvattenkemi vid Stenshult (M 16): pH, sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), markvattnets syranutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca^{2+}), klorid (Cl-) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



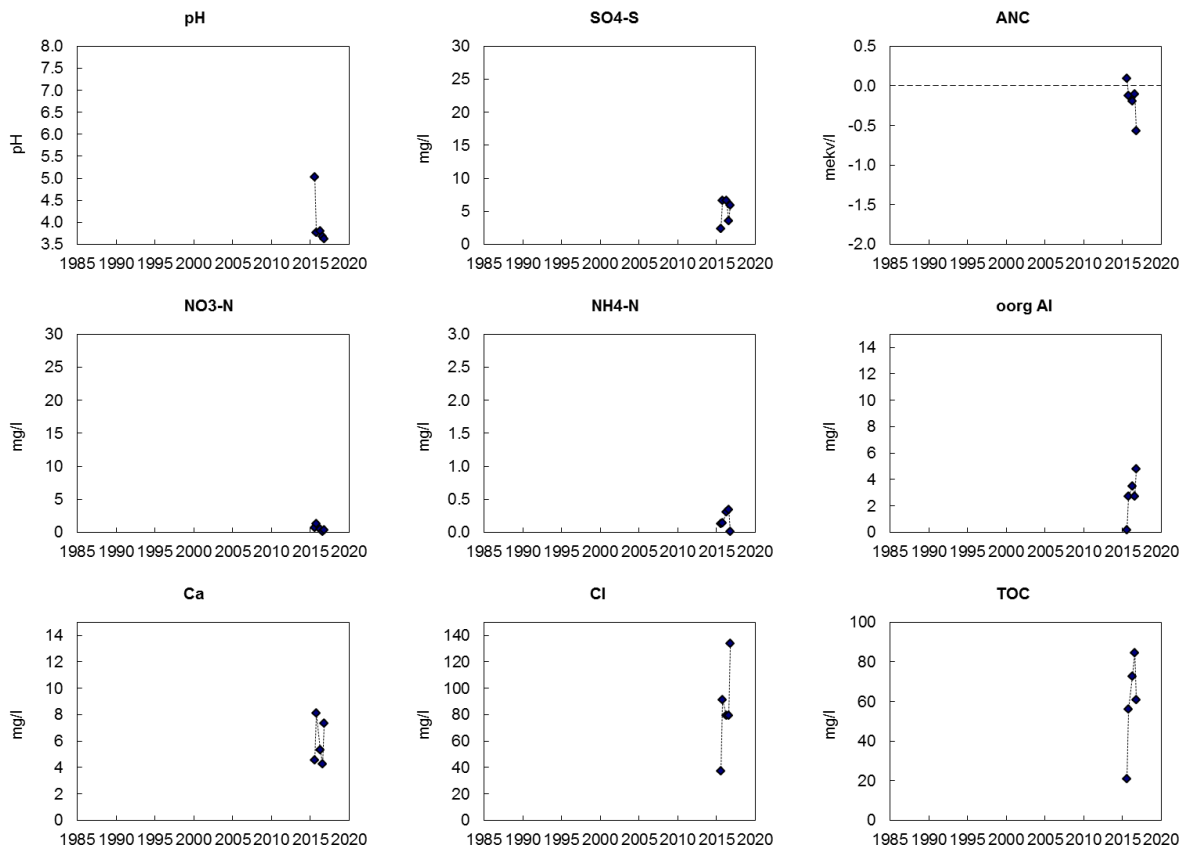
Figur B6.16. Lufthalter vid Klintaskogen (M 13) och Stenshult (M 16). Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

Falsterbo (M 22):

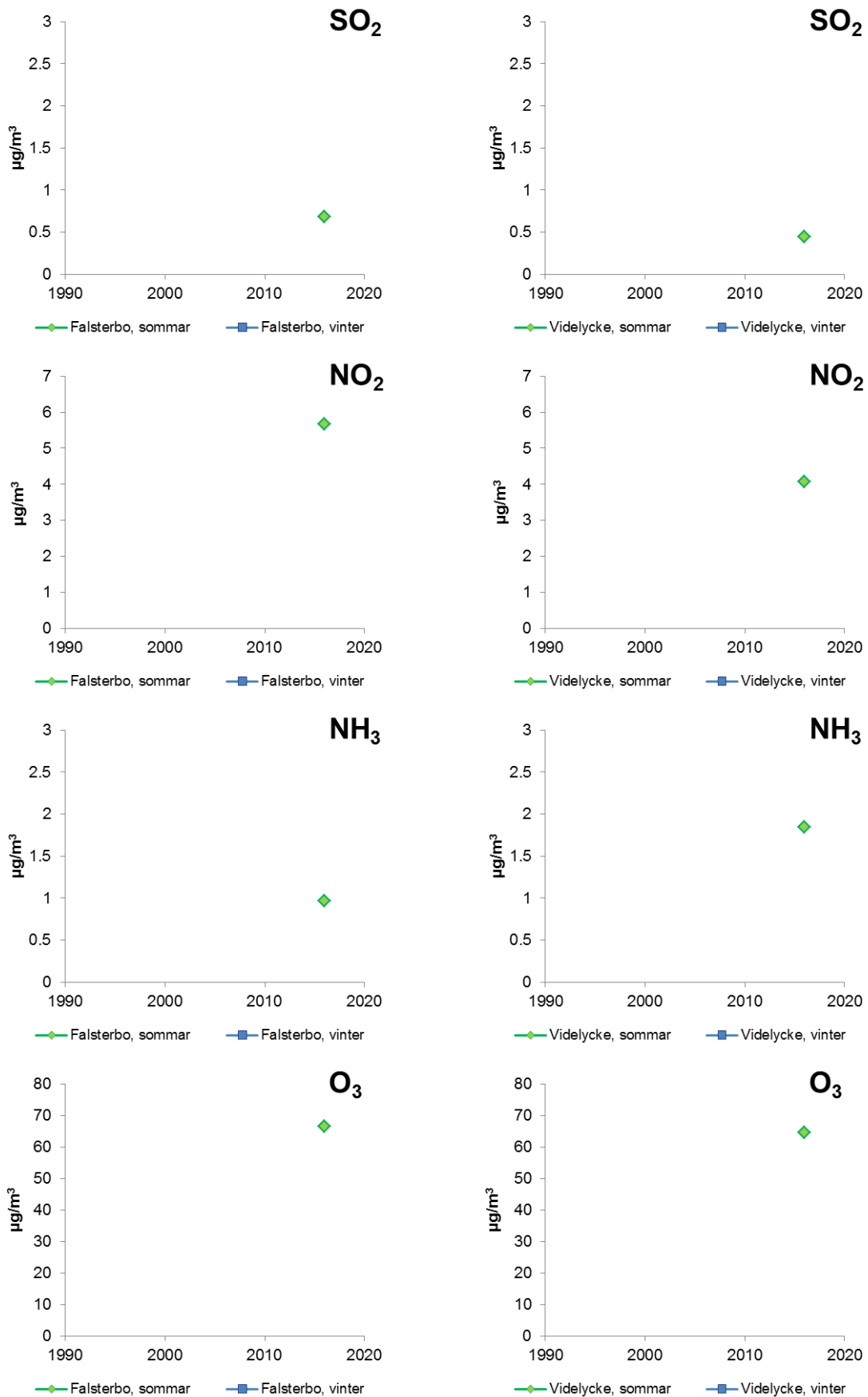


◆ Krondropp (KD) **Figur B6.17.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Falsterbo (M 22): I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisats för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

◇ Öppet fält (ÖF)



Figur B6.18. Markvattenkemi vid Falsterbo (M 22): pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl⁻) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur B6.19. Lufthalter vid Falsterbo (M 22) och Videlycke (L 15). Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

B7. Västra Götalands län

I Tabell B7.1 presenteras vilka mätningar som genomförts vid mätplatserna i länet under 2015/16.

Tabell B7.1. Aktiva mätplatser i Västra Götalands län 2015/16. Provtagare: Ingemar Strid, Magdalena Eriksson, Annika Hohlfält och Håkan Magnusson.

Mätplats	Dominerande trädslag	Öppet fält	Strängprov	Krondropp	Markvatten	Lufthalter, SO ₂ , NO ₂ , NH ₃
Storskogen (P 95)*	Gran			X	X	
Hensbacka (O 35)	Gran	X	X	X	X	X
Humlered (P 93)	Tall			X	X	
Stora Ek (R 09)	Gran			X	X	

*Vid Storskogen bedrivs även mätningar av grund- och bäckvatten via separat finansiering.

Nedan presenteras kort de olika mätplatserna:

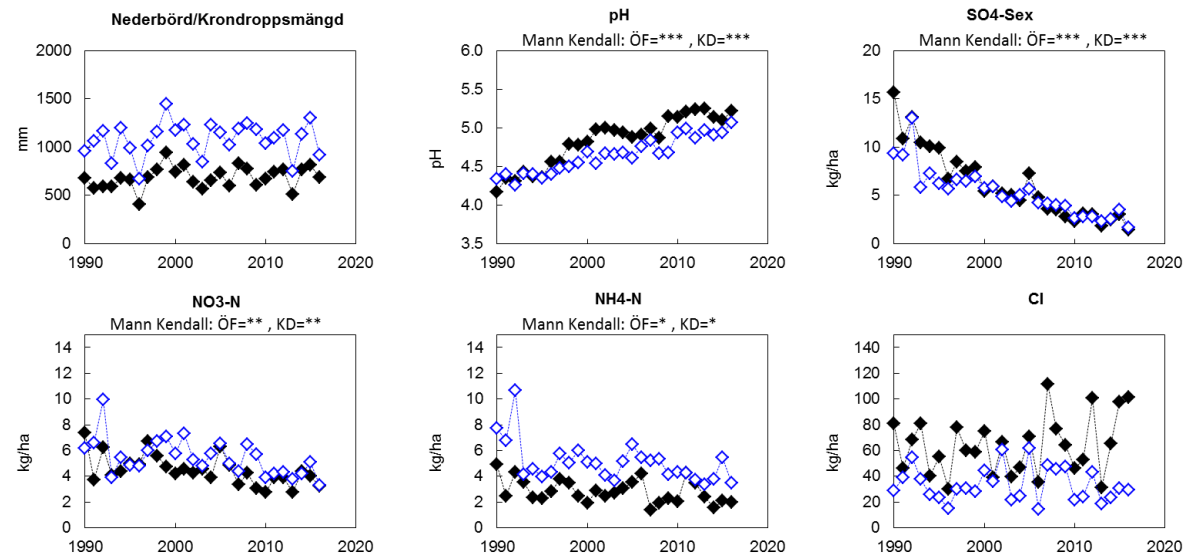
Hensbacka (O 35): Provyta med gran planterad 1919. Marken utgörs av sandig morän, jordmånen är podsol. Ytan är lokaliserad i den nedre delen av en sluttning åt norr. Mätningarna i krondropp och på öppet fält startade 1989. Provytan för nederbörd till öppet fält flyttades i juli 2012. Markvattenmätningarna startade 1990. Lufthaltsmätningarna startade i januari 1997. Mellan 2001 och 2002 var lufthaltsprovtagaren flyttad till en plats betydligt närmare E6:an.

Humlered (P 93): Yta med tallskog, planterad 1948. Ytan ligger på plan mark på ett sediment (grovmo). Jordmånen är podsol. Från och med december 2001 mäts, förutom markvatten, deposition via krondropp.

Storskogen (P 95): En provyta i granskog, planterad 1925. Ytan anlades i juli 2013 och är belägen mellan Alingsås och Borås, 22 km nordost om provytan Klippan, som Storskogen avsåg att ersätta. Mätningar består av deposition via krondropp och markvattenkemi. Mätningar över öppet fält startade i oktober 2014. Jordlagret på ytan är relativt tunt. Provytan ligger i ett avrinningsområde på ca 420 ha där Länsstyrelsen provtagit vattenkvaliteten i avrinningen sedan 1997. Med finansiering från Havs- och vattenmyndigheten och Länsstyrelsen i Västra Götalands län etablerades mellan 2014 och 2016 mätningar av bäckvatten, mätningar i grundvattenrör i mineraljord och i våtmark i anslutning till krondropsytan. Dessutom startades mätningar av markvattenkemi året runt.

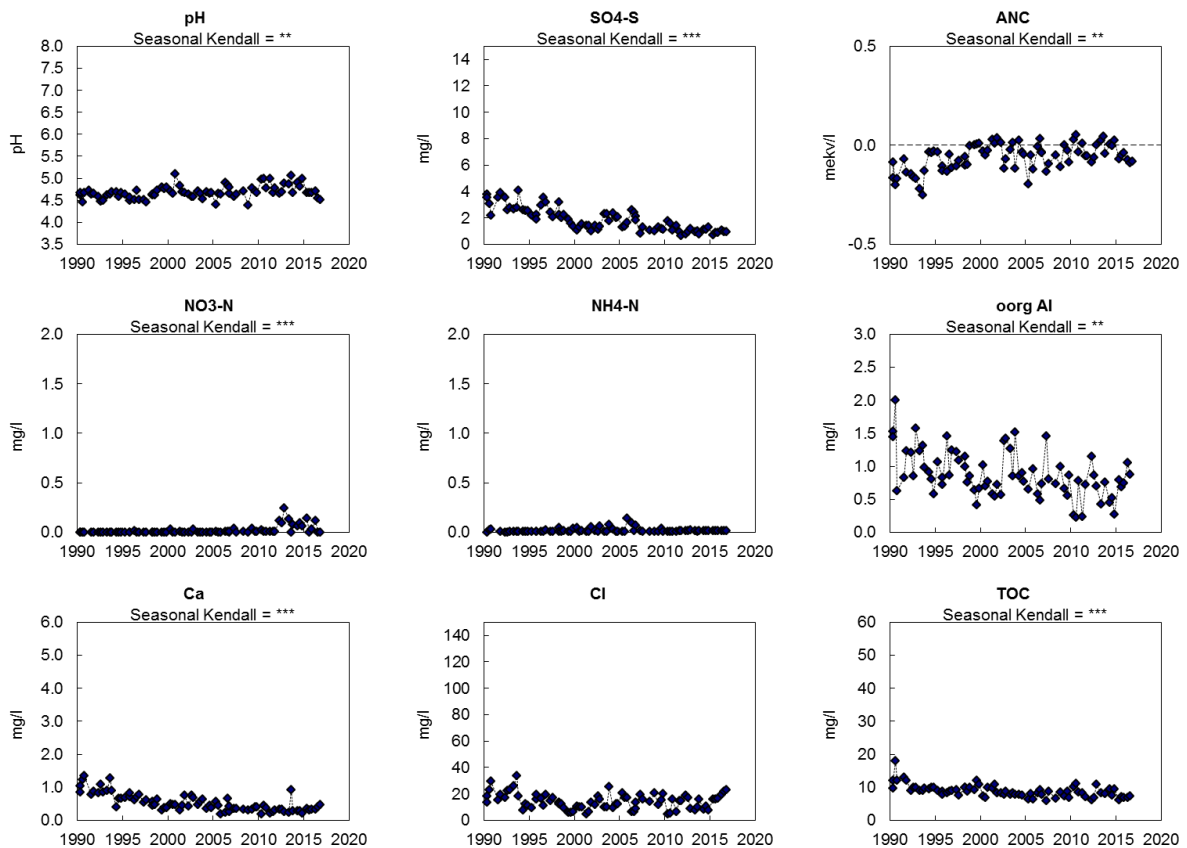
Stora Ek (R 09): Yta med granskog, planterad 1941, med ståndortsindex G30, där mätningarna av deposition och markvattenkemi påbörjades hösten 1995. Jordarten är sandig morän och jordmånen av övergångstyp. Ytan ligger på plan mark. Ca 5 % av ytan består av bara klipphällar. Det finns uppgifter om att ytan användes för skogsbyte under 1800-talet.

Hensbacka (O 35):

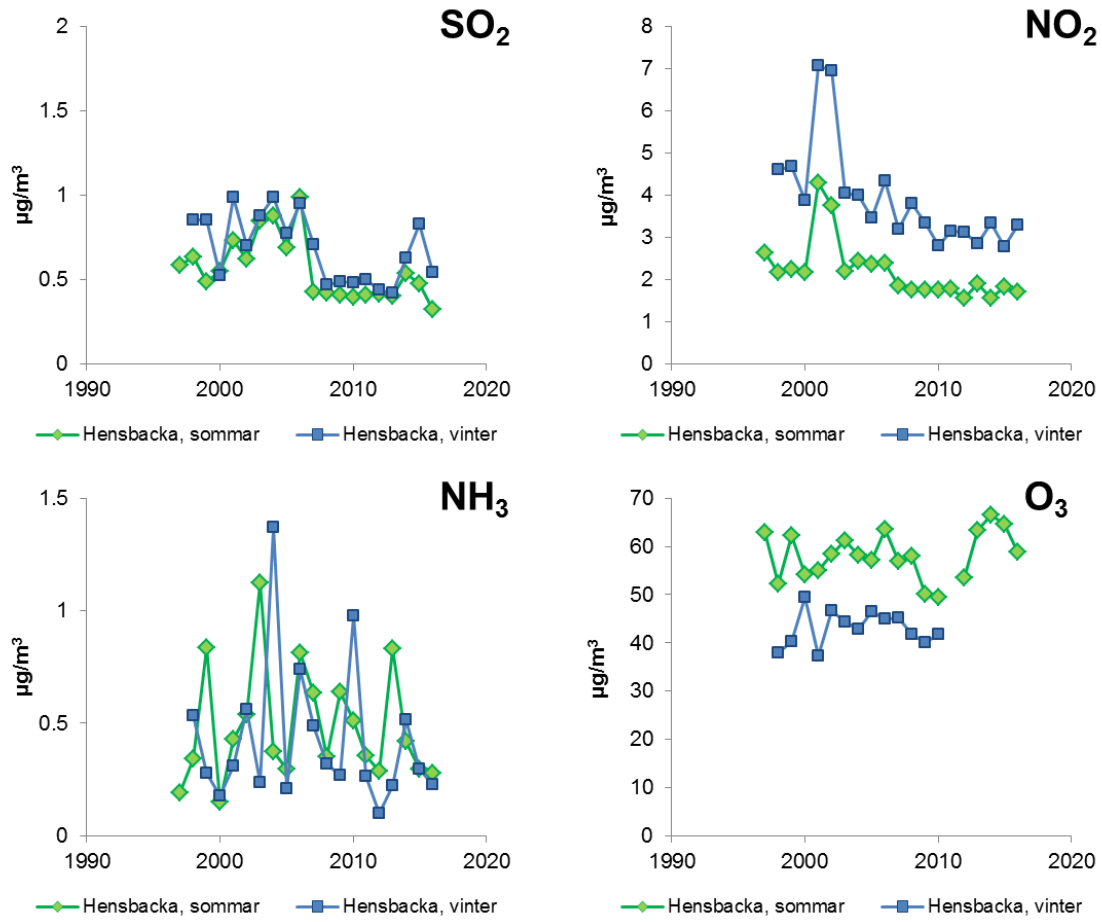


◆ Krondropp (KD) ◆ Öppet fält (ÖF)

Figur B7.1. 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. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S_{ex}); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

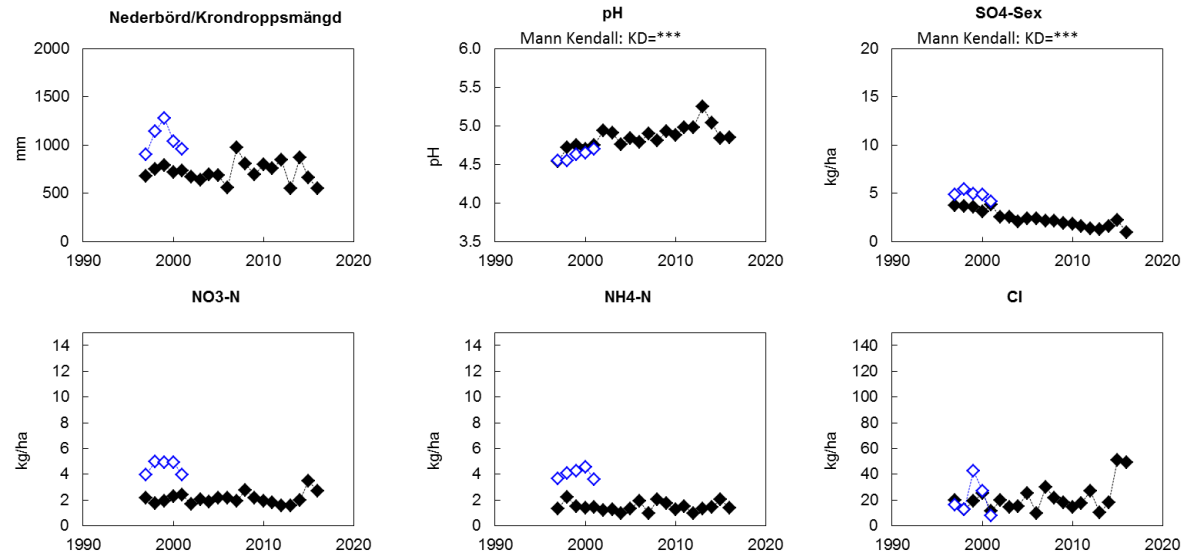


Figur B7.2. Markvattenkemi vid Hensbacka, O 35: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), organiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl⁻) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

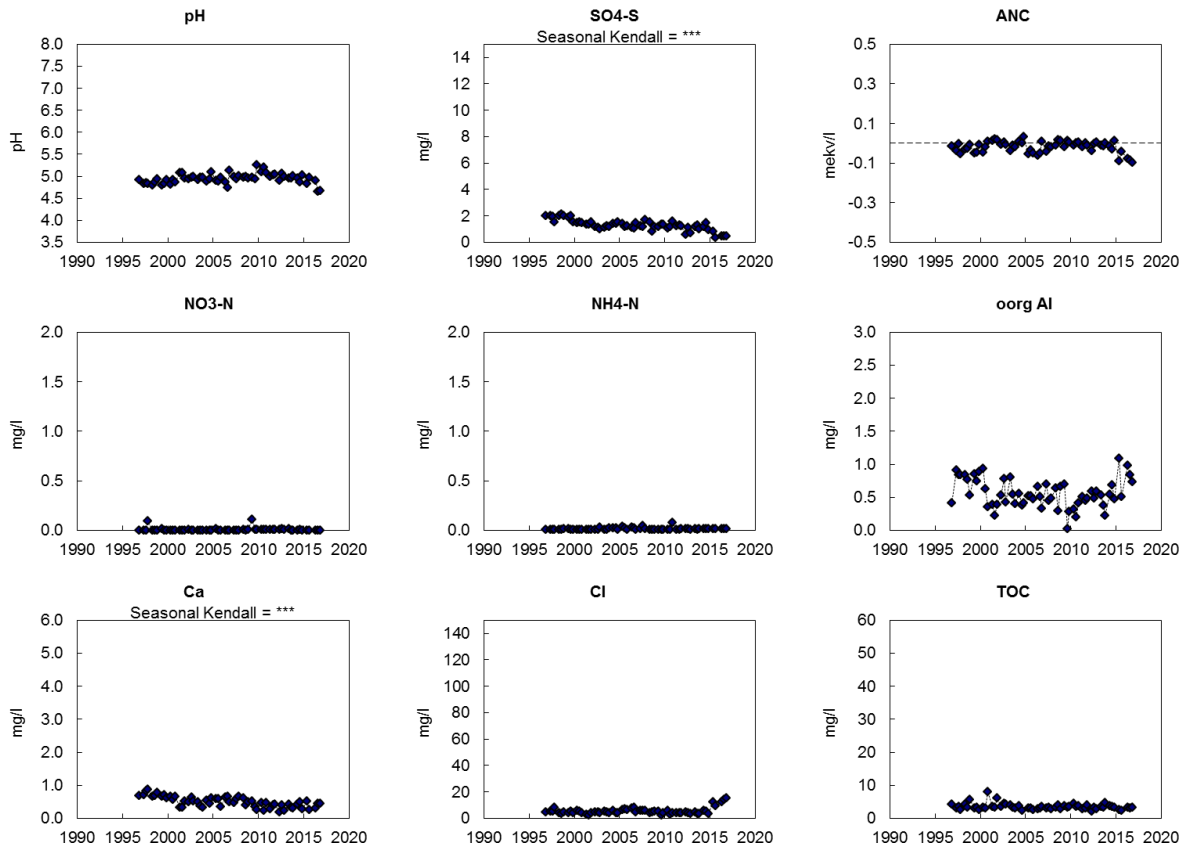


Figur B7.3. Lufthalter vid Hensbacka (O 35). Värderna anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

Humlered (P 93):

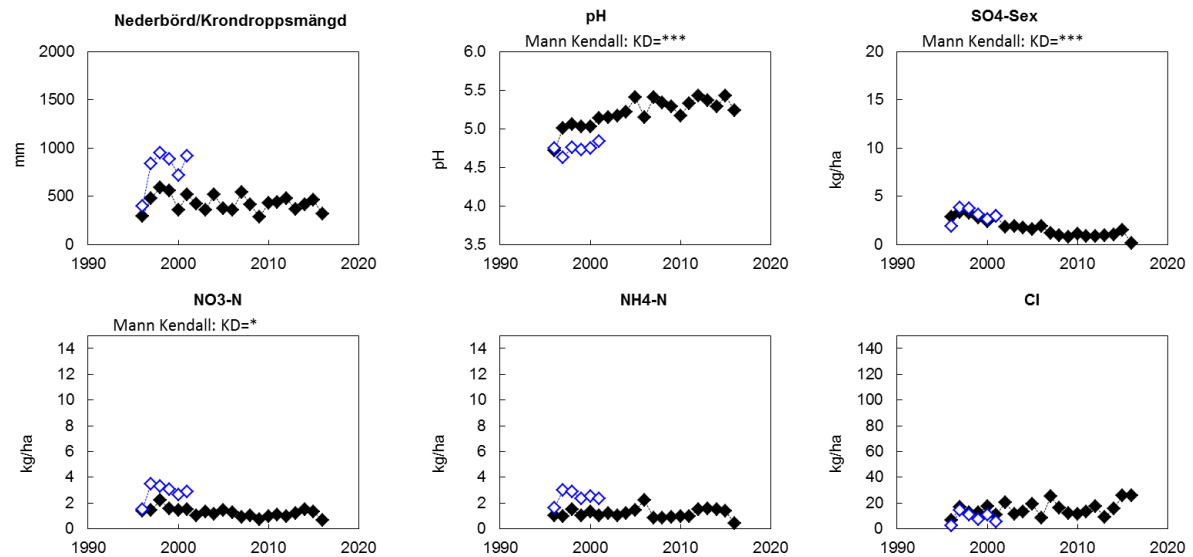


Figur B7.4. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Humlered, P 93. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

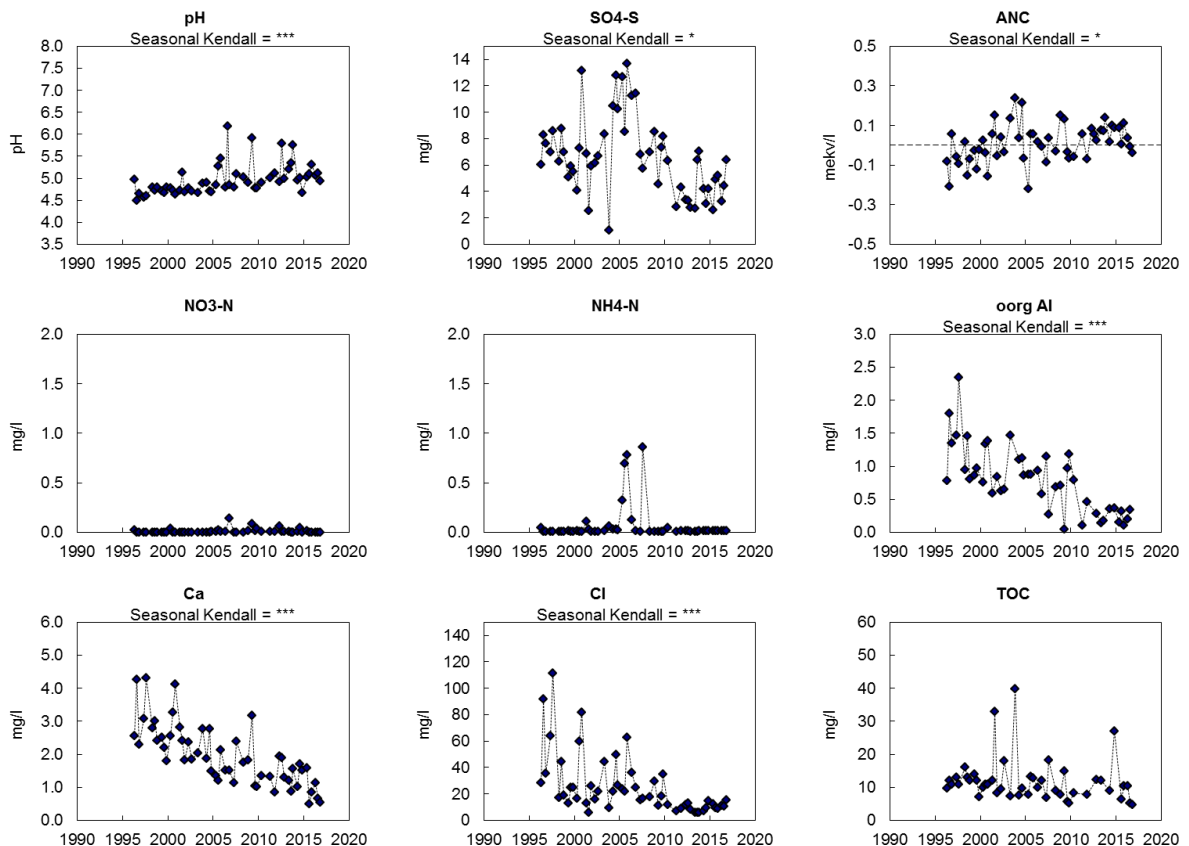


Figur B7.5. Markvattenkemi vid Humlered, P 93: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl-) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Stora Ek (R 09):

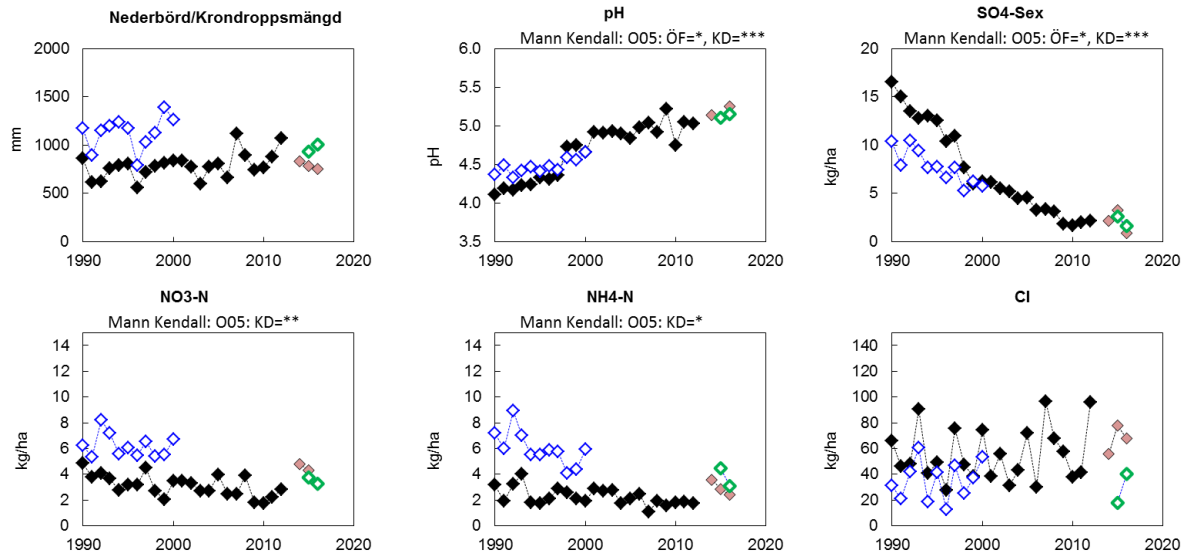


Figur B7.6. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Stora Ek, R 09. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

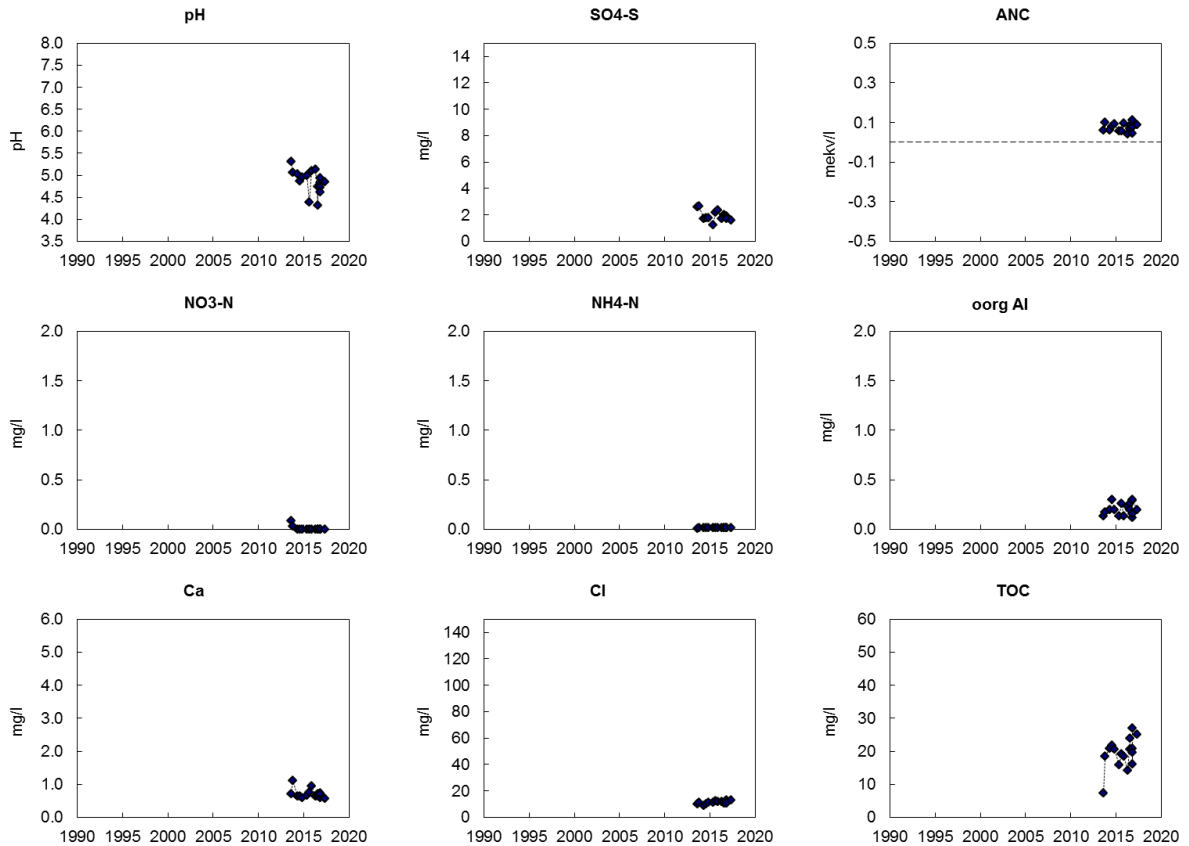


Figur B7.7. Markvattenkemi vid Stora Ek, R 09: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl-) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Klippan (O 05) & Storskogen (P 95):



Figur B7.8. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Klippan (O 05) & Storskogen (P 95). Mätningarna vid Storskogen anges med grå (KD) respektive grön (ÖF) symbol. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-Sex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur B7.9. Markvattenkemi vid Storskogen (P 95): pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl-) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

B8. Östergötlands län

I Tabell B8.1 presenteras vilka mätningar som genomförts vid mätplatserna i länet under 2015/16.

Tabell B8.1. Aktiva mätplatser i Östergötlands län 2015/16. Provtagare: Milena Stefanovic.

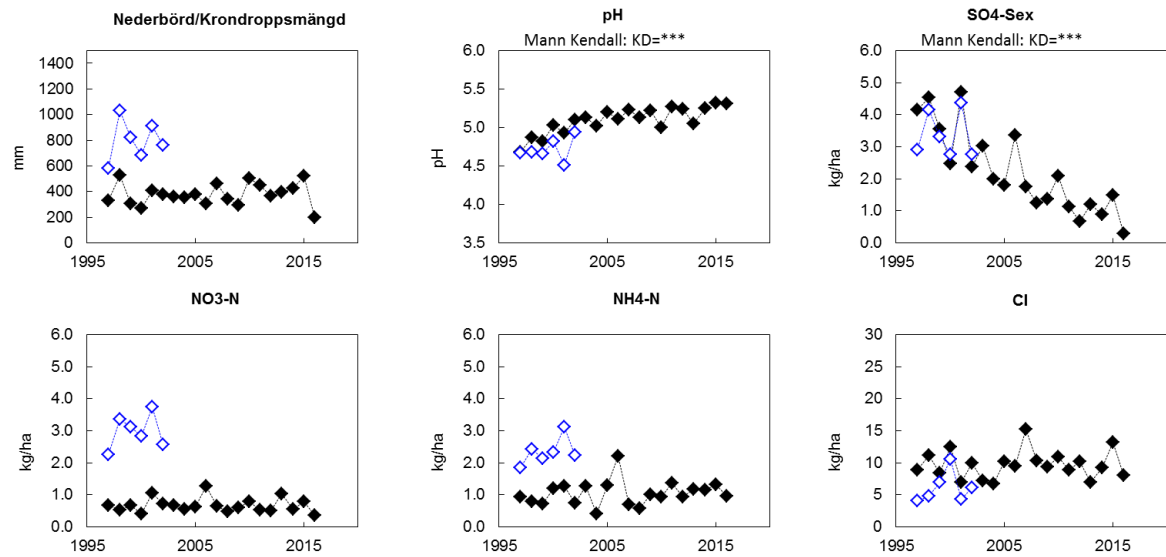
Mätplats	Dominerande trädslag	Öppet fält	Kron-dropp	Mark-vatten	Lufthalter SO ₂ , NO ₂ , NH ₃
Solltorp (E 21)	Gran		X	X	
Höka (E 22)	Tall	X	X	X	X

Nedan presenteras kort de olika mätplatserna:

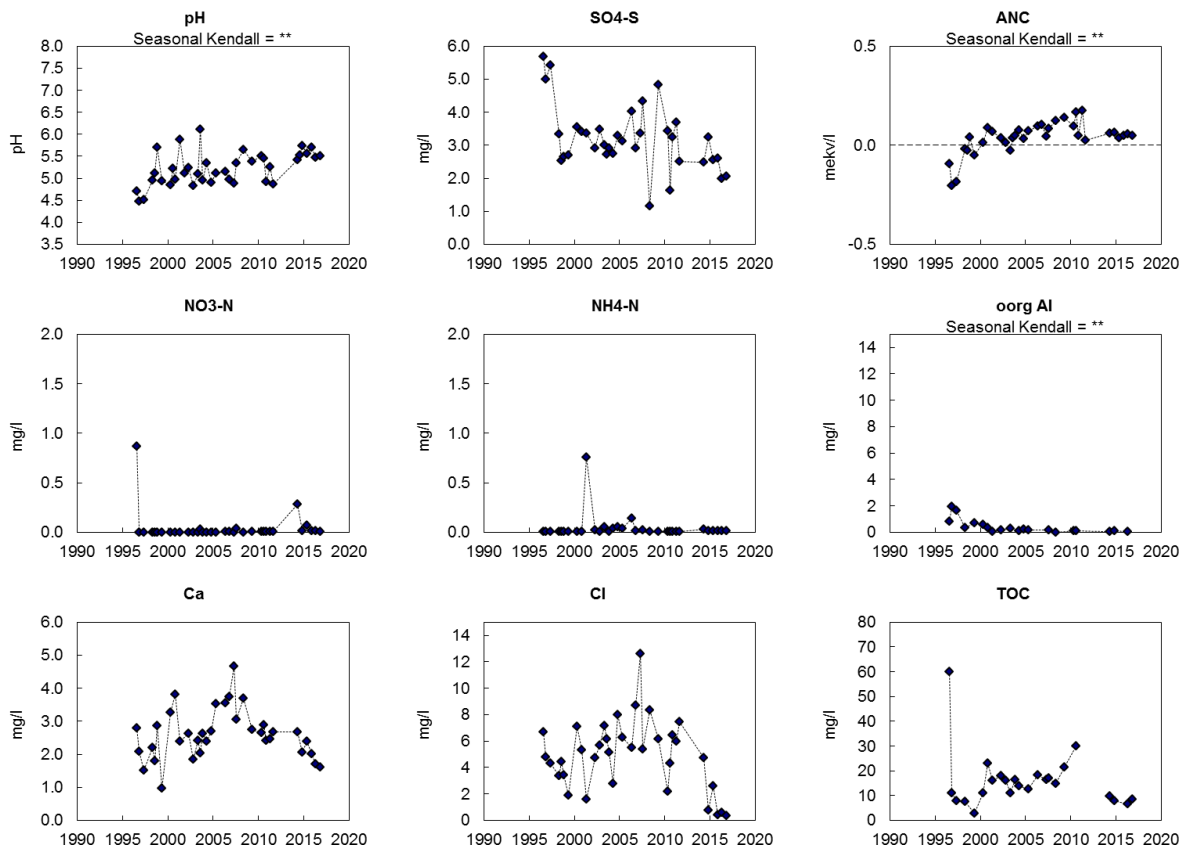
Solltorp (E 21): Provytan ligger i en granskog planterad 1935, som gallrades i början av 1990-talet. Beståndet utgör första generationens skog på en före detta betesmark. Marken sluttar svagt åt öster och mätplatsen ligger väl skyddad inne i beståndet. Mätning av deposition och markvatten startade i oktober 1996.

Höka (E 22): En tallyta, planterad 1935, i länets nordvästligaste hörn. Mätning av deposition över öppet fält- och i skogsytan samt markvatten startade 1996 och lufthaltsmätningarna startade i februari 1998. I september 2002 avslutades mätningarna över öppet fält och i slutet av juli 2009 startade de igen. Ytan är gallrad troligen under perioden 2011-2013. Under vintern 2013-2014 körde en skogsmaskin rakt igenom ytan med vissa körskador som följd. Den utrustning som skadats reparerades under april 2014.

Solltorp (E 21)

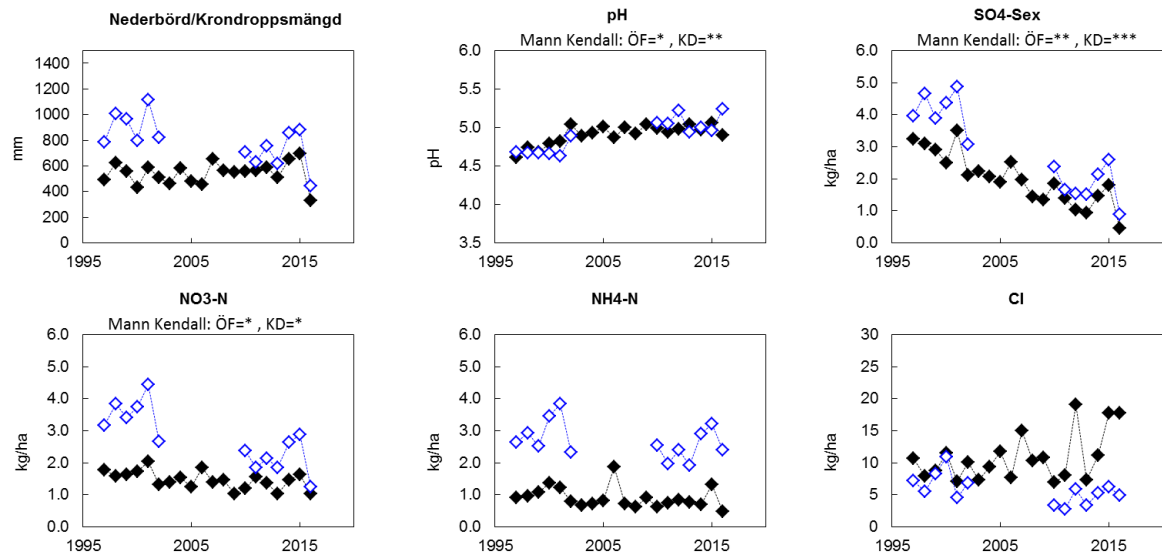


—◆— Krondropp (KD) —◇— Öppet fält (ÖF) **Figur B8.1.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Solltorp, E 21. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

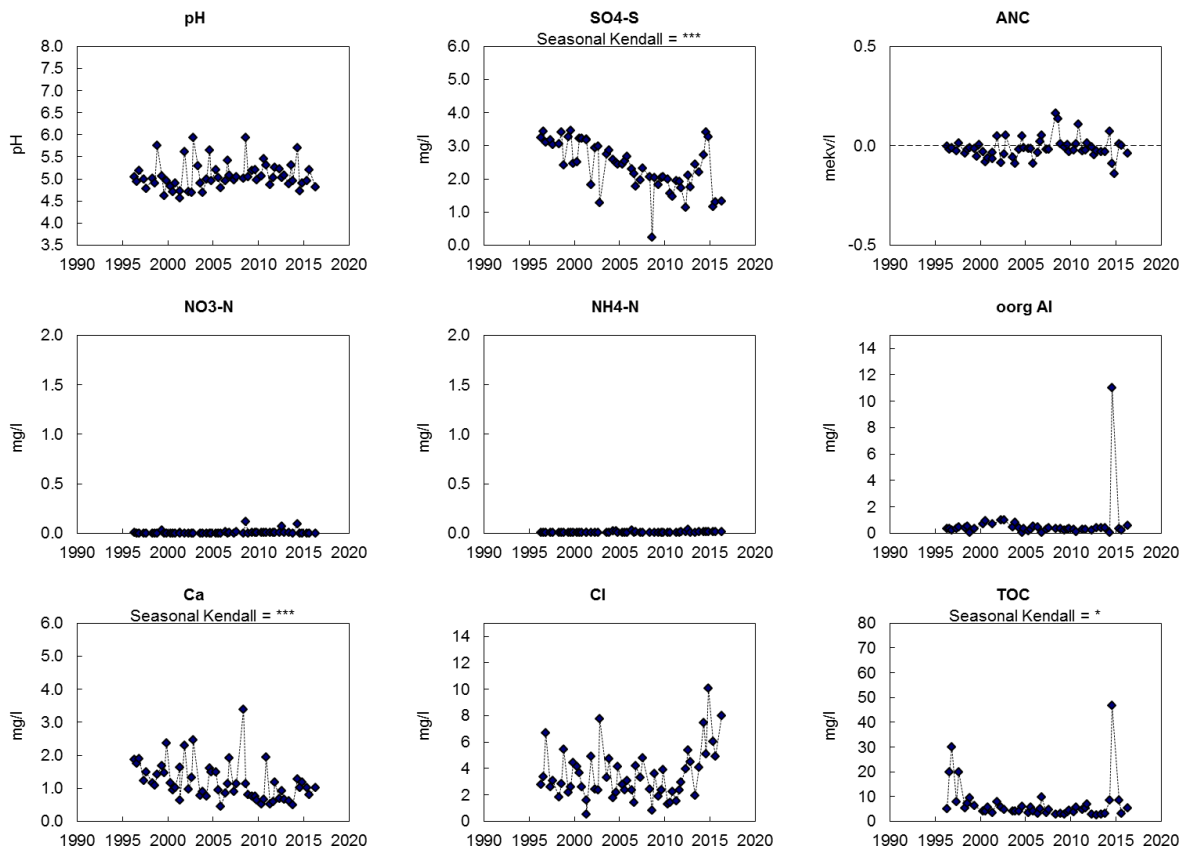


Figur B8.2. Markvattenkemi vid Solltorp, E 21: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl-) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

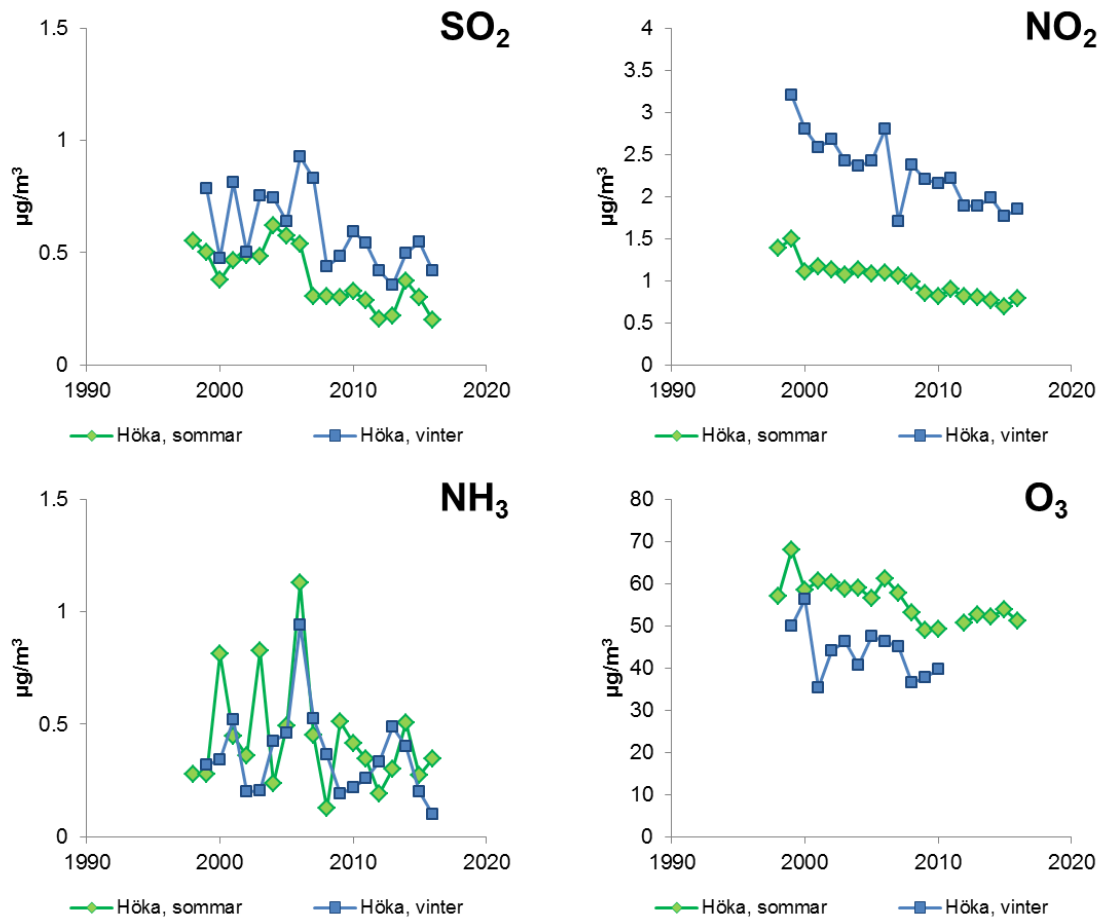
Höka (E 22):



—◆— Krondropp (KD) —◇— Öppet fält (ÖF) **Figur B8.3.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Höka, E 22. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondropps mängder, uttryckt som mm. pH samt deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N) och klorid (Cl). Trendanalys har genomförts med Mann-Kendall-analys. Signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur B8.4. Markvattenkemi vid Höka, E 22: pH, sulfatsvavel (SO₄-S), markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), oorganiskt aluminium (oorg Al), kalciumhalt (Ca²⁺), klorid (Cl⁻) och totalt organiskt kol (TOC). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur B8.5. Lufthalter vid Höka (E 22). Värden anges för svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och ozon (O₃).

