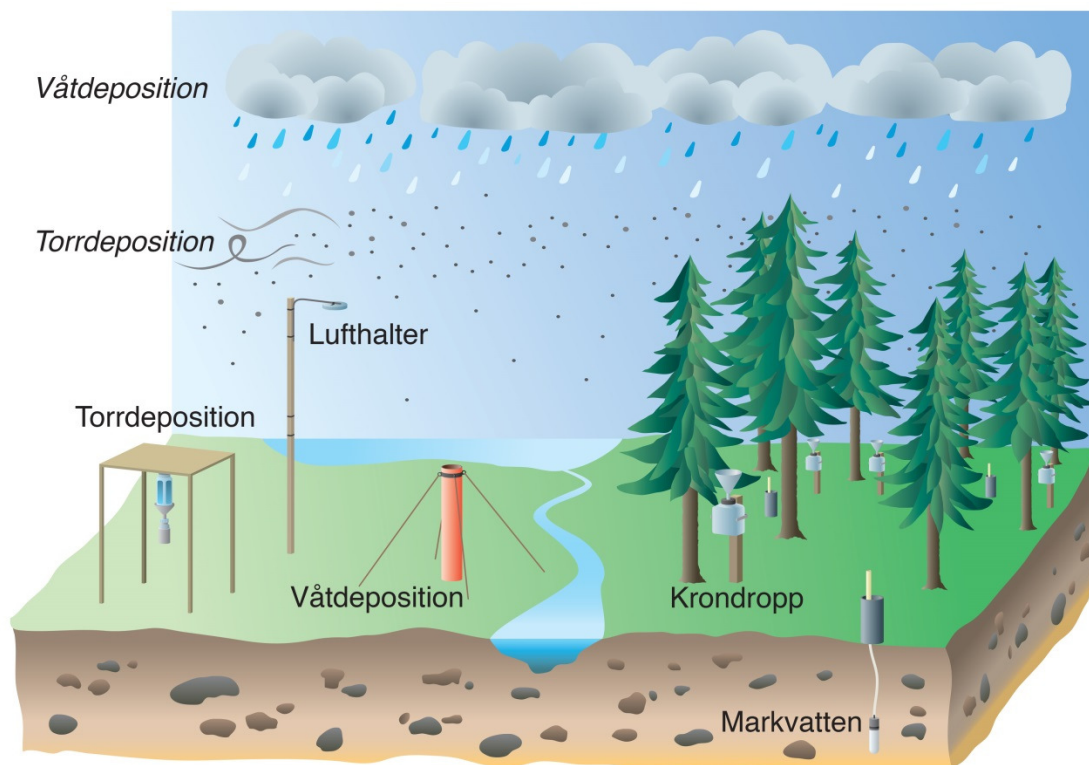


För Länsstyrelsen i Västra Götalands län

Tillståndet i skogsmiljön i Västra Götalands län

Resultat från Krondroppsnetet t.o.m. september 2015



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

¹⁾ Lunds universitet

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

Medel från: Länsstyrelsen i Västra Götalands län och Tranemo kommun

Illustration: Bo Reinerdahl

Rapportnummer: C 159

Upplaga: Finns endast som PDF-fil för egen utskrift

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2016

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

Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
1 Inledning	1
2 Mätningar inom Krondroppsnetet i Västra Götalands län.....	3
3 Resultat.....	5
3.1 Lufthalter.....	6
3.2 Deposition	7
3.2.1 Krondroppsmängd/Nederbördsmängd	7
3.2.2 Svavel utan havssalt	8
3.2.3 pH	11
3.2.4 Klorid.....	12
3.2.5 Oorganiskt kväve.....	13
3.3 Markvatten	16
3.3.1 Svavel.....	16
3.3.2 Klorid.....	18
3.3.3 Kalcium	19
3.3.4 Ammonium- och nitratkväve.....	20
3.3.5 Försurningsrelaterade parametrar: pH, ANC och oorganiskt Al.....	22
4 Aktuellt 2015.....	27
4.1 Krondroppsnetets 30-årsjubileum.....	27
4.2 Minskad svavelhalt i fartygsbränsle ger lägre SO ₂ -halter i luft.....	29
4.3 Nytt Program inom Krondroppsnetet, 2015-2020.....	30
4.4 Forskare inom Krondroppsnetet deltog i konferensen Acid Rain i Rochester, USA i oktober 2015.....	30
4.5 Ny rapport om kritisk belastning för försurning och övergödning på regional nivå, på uppdrag av Länsstyrelsen i Norrbottens län.....	31
4.6 Temarapport under 2016.....	31
Bilaga 1. Årets data i tabellform - deposition, lufthalter och markvatten.	32



Sammanfattning

I denna rapport redovisas resultaten från mätningar inom Krondropps nätet i Västra Götalands län för perioden oktober 2014 till september 2015. Resultaten relateras till tidigare års mätningar. I Västra Götalands län görs mätningar av lufthalter (vid en plats), nedfall på öppet fält (vid två platser) samt av nedfall via krondropp och markvattenkemi (vid fyra platser).

Det finns en tendens (nära statistisk signifikans) till ökande nederbörds mängder vid Hensbacka, strax norr om Uddevalla. Den årliga ökningen är i samma storleksordning som SMHI anger att nederbörden i Västra Götaland har ökat för perioden 1991-2011 jämfört med perioden 1961-1990 (10-20%).

Svavelnedfallet var under det hydrologiska året 2014/15 tydligt högre, jämfört med året innan, vid alla mätplatser i länet. Även lufthalterna av SO₂ var höga under vintern 2014/15. Under året inträffade två saker av betydelse för svavelhalter och nedfall. Det pågick under hösten/vintern ett stort vulkanutbrott på Island som släppte ut mer svaveldioxid till atmosfären på ett halvår än hela Europas årliga samlade utsläpp. Denna förorenade luft påverkade luftkvaliteten i Sverige. Från 1 januari 2015 sänktes den tillåtna svavelhalten i fartygsbränsle, från tidigare 1 procent till 0,1 procent svavel. Detta borde resulterat i ett minskat svavelnedfall vid kustnära platser i Västra Götaland. Av mätningarna att döma verkar dock påverkan från vulkanen ha övervägt vad gäller det summerade svavelnedfallet i Västra Götalands län under året. Mätningar av lufthalter inom Krondropps nätet och Luft- och Nederbörds kemiska nätet (LNKN) i sydöstra Sverige visar att halterna av svaveldioxid vid två kustnära platser vid Östersjön som medelvärde för 2015 (jan-dec) var cirka 30 % lägre jämfört med motsvarande medelvärde för de tre närmast föregående åren, med stor sannolikhet som ett resultat av minskade svavelutsläpp från sjöfarten på Östersjön.

Det pågår en återhämtning från försurningen i skogsmarken vid vissa platser i länet medan ingen återhämtning sker på andra. Vid Hensbacka visar mätningarna på att markvattnet varit kraftigt försurad, men att det pågår en återhämtning med stigande pH och syraneutraliserande förmåga (ANC) samt minskande halter oorganiskt aluminium. Vid Söstared, strax över länsgränsen i norra Halland, sker inga förändringar i markvattnet som har ett pH som ligger strax över 5, ANC just över noll och halter av oorganiskt aluminium som är förhöjda.

För de två senaste åren beräknades det årliga totala nedfallet av oorganiskt kväve till mellan 10 och 15 kg per hektar för Västergötlands län, med det högsta nedfallet i sydväst. Den kritiska belastningen för övergödande kväve som används för Sveriges gran- och tallskogar, 5 kg N per hektar och år, överskreds således kraftigt i hela Västra Götalands län. Halterna av ammonium- och nitratkväve i markvattnet har dock generellt varit relativt låga vid de olika mätplatserna i länet, vilket visar att skogsmarkerna i länet ännu inte nått kvävemättnad.

Den 13-14 oktober 2015 firade Krondropps nätet 30 år. Under två dagars seminarium presenterades bl.a. hur Krondropps nätet startade, hur det framtida skogsbruket kan se ut samt vilket behov det finns av miljöövervakning i skogen framöver. Vi hörde även föredrag om Krondropps nätet i ett internationellt perspektiv samt utifrån tre myndigheters olika ansvarsområden (Naturvårdsverket, Havs- och vattenmyndigheten och Skogsstyrelsen). Under firandet skedde även en uppskattad exkursion till Krondroppsytan Timrilt.

I samband med 30-årsjubileet presenterades en nyproducerad populärvetenskaplig temarapport, "Krondropps nätet 1985-2015 – tre decenniers övervakning av luftföroreningar och dess effekter på skogsmark", som kan beställas från IVL.



Under 2015 initierades ett nytt sexårigt samarbetsprojekt som finns att läsa om på Krondropps nätets webbplats: www.krondroppsnetet.ivl.se. Grundtanken är att utifrån depositions-, markvatten- samt lufthaltsmätningar ge kunskap om belastning av luftföroreningar och dess effekter på växtlighet, mark och vatten.

Konferensen Acid Rain hålls vart 5:e år och utgör ett forum för forskare och beslutsfattare att diskutera forskningsfrågor och policies relaterade till försurning och återhämtning. Vid konferensen 2015 presenterades återhämtning från försurning och kväveutlakning vid tre krondroppsytor som drabbats av klimatrelaterade händelser: havssaltepisoder, storm och insektsangrepp.

Under 2015 utförde IVL tillsammans med Lunds universitet, på uppdrag av Länsstyrelsen i Norrbottens län, kartläggningar av kritisk belastning för aciditet och kväve för olika ekosystemtyper i Norrbottens län. Tre olika modeller användes: PROFILE, ForSAFE och MAGIC. Dessutom beräknades kritisk belastning för kväve baserat på empiriskt framtagna gränsvärden.



1 Inledning

Inom mätprogrammet Krondroppsnetet har man under många år följt utvecklingen av nedfall av luftföroreningar i skogen och dess effekter på luft, växtlighet, mark och vatten. Genom åren har antalet mätplatser inom Krondroppsnetet varierat, som mest fanns i mitten av 1990-talet cirka 185 ytor. Då övervakningen ska ske i brukad skog har ytor flyttats vid avverkning eller andra händelser som påverkat ytorna. Idag omfattas Krondroppsnetet av 64 provytor i skog och på öppet fält fördelade över hela Sverige, se Figur 1. Mätningarna startade redan 1985 och numera finns alltså 30-åriga mätserier för några platser i landet.

Krondroppsnetet drivs av IVL Svenska Miljöinstitutet i samarbete med Lunds universitet. Programmets fokus är att utifrån länsbaserade depositions-, markvatten- samt lufthaltsmätningar ge kunskap om regional belastning av luftföroreningar och dess effekter på växtlighet, luft, mark och vatten med avseende 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 viss finansiering, främst vad gäller mätningar av nederbörd och torrdeposition på öppet fält. Årets rapportering är den första i nuvarande samarbetsprogram, "Program 2015" (2015-2020).

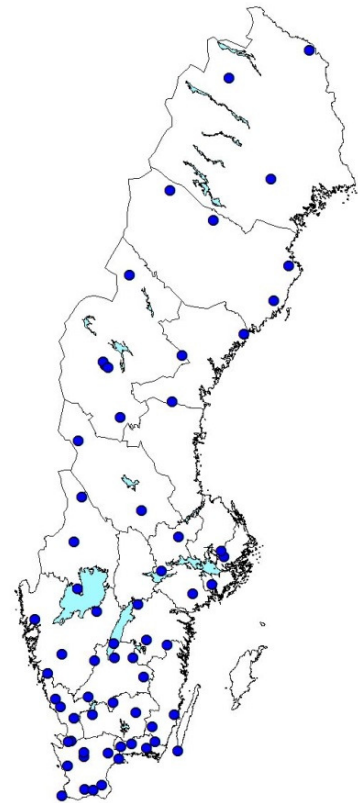
De metoder som används för att mäta lufthalter, deposition samt markvatten illustreras i Figur 2. Nedfallet av luftföroreningar mäts månadsvis inom Krondroppsnetet, på öppet fält, i skog under krontak (krondropp) samt med hjälp av strängprovtagare under tak. Mätningarna redovisas för hydrologiska år d.v.s. från oktober ena året till och med september påföljande år.

Mätningarna på det öppna fältet, som bedrevs vid 32 lokaler i landet under 2014/15, speglar huvudsakligen våtdepositionen, det vill säga föroreningsmängden som följer med nederbörden. Mätningarna under trädkronorna (krondroppsmätningarna), som under 2014/15 bedrevs vid 54 lokaler, 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. Därför kompletteras depositions- och krondroppsmätningarna årligen vid 10 lokaler i landet med strängprovtagare för att uppskatta torrdepositionen av de ämnen som interagerar med trädkronorna.

Lufthaltsmätningar av svaveldioxid, kvävedioxid, ammoniak och ozon bedrevs vid 20 lokaler (2014/15) med hjälp av diffusionsprovtagare som kvantitativt absorberar den gas som mäts.

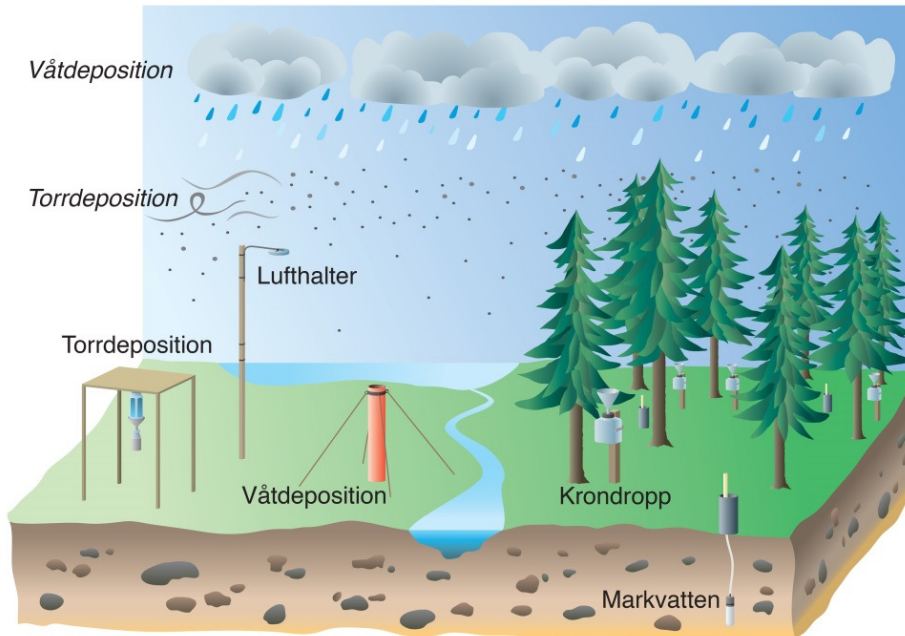
För att undersöka effekter av nedfallet mäts även kemin i vattnet under trädens rötter (markvattnet). Markvattenmätningar bedrevs vid 56 lokaler under 2014/15, med undertryckslysimetrar som suger vatten från 50 cm djup via ett fint, keramiskt filter. Markvattenprovtagning utförs tre gånger per år för att representera förhållandena före, under samt efter vegetationsperioden.

En av styrkorna med Krondroppsnetet är att parallella mätningar av lufthalter, deposition 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



Figur 1. Krondroppsnetet under 2014/15.

analyseras i relation till effekter främst på tillstånd i mark, ytvatten, vegetation samt den brukade skogens långsiktiga näringstillstånd och hälsa.



Figur 2. Inom Krondroppsnetet 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. Illustration: Bo Reinerdahl.

Resultaten från Krondroppsnetet används i stor utsträckning inom den länsvisa, den regionala samt den nationella miljöövervakningen bl.a. för att följa upp de svenska miljökvalitetsmålen, framför allt: *Bara Naturlig Försurning*, *Ingen Övergödning* och *Frisk Luft*. 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 *Levande sjöar och vattendrag*, *Grundvatten av god kvalitet*, *Levande skogar* samt *Storslagen fjällmiljö*.

Ofta relateras resultaten på regional nivå till modellresultat från det nationella miljömålsarbetet, bland annat med avseende på kritisk belastning, antropogent försurade sjöar och kväveupplagring i skogsmark, 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. Noggrann och enhetlig mätning 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. Allt arbete inom Krondroppsnetet 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. Genom att mätningarna inom Krondroppsnetet är nationellt samordnade, och bedrivs med samma metoder överallt, kan mätningarna användas för att beskriva tidsutvecklingen för olika miljöindikatorer såväl regionalt som nationellt. Mätningarna, 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 övergödningproblematiken.

2 Mätningar inom Krondroppsnetet i Västra Götalands län

Västra Götalands län ligger i en luftföroreningsgradient, där de nordöstliga delarna är betydligt mindre utsatta för luftföroreningar än de sydvästliga. Sjöförsurning kvarstår som ett betydande problem och det kalkas i länet för mer än 20 Mkr årligen.

I Västra Götalands län fanns fyra aktiva mätplatser inom Krondroppsnetet under 2014/15; Hensbacka, Stora Ek, Humlered samt Storskogen, Tabell 1, Figur 3. Hensbacka är den provyta som har längst tidsserie, 25 år. Dessutom visas mätresultat från Klippan, en yta som avslutades 2013 och som har ersatts av mätningar vid Storskogen. Utöver mätningarna i Västra Götalands län redovisas i denna rapport även mätningarna från en yta med tall och gran i norra Hallands län, Söstared, nära gränsen till Västra Götalands län, Figur 3.

I Tabell 1 presenteras vilka mätningar som genomförts vid vilka mätplatser i länet under 2014/15.



Figur 3. Karta över mätplatserna inom Krondroppsnetet i Västra Götalands län 2013/14. Dessutom visas Söstared i Hallands län. Bakgrundskarta: National Geographic World Map (ESRI).

Tabell 1. Aktiva ytor i Västra Götalands län 2014/15. Utöver det visas data för en yta i Hallands län.

Lokal	Dominerande trädslag	Öppet fält	Kron-dropp	Mark-vatten	Lufthalter, SO ₂ , NO ₂ , NH ₃
Storskogen (P 95)*	Gran		X	X	
Hensbacka (O 35)**	Gran	X	X	X	X
Humlered (P 93)	Tall		X	X	
Stora Ek (R 09)	Gran		X	X	
Halland Söstared (N 01)	Tall/Gran		X	X	

*Vid Storskogen bedrivs även mätningar av grund- och bäckvatten via separat finansiering. **Vid Hensbacka bedrivs även mätningar av torrdeposition med strängprovtagare.

Undersökningarna i Västra Götalands län är resultat av ett lagarbete där provtagning utförts av I. Strid, L. Andersson, A. Hohlfält och H. Kollander. På IVL har P. Andersson skött kontakter med provtagare medan främst L. Björnberg, C. Hållinder-Ehrencrona, P. Andersson, S. Honkala och V. Andersson har analyserat proverna. Databasen sköts av G. Malm. Datagranskning, databehandling och rapportering av resultaten har utförts av C. Akselsson, S. Hellsten, P. E. Karlsson, samt G. Pihl Karlsson.

Nedan presenteras de olika mätplatserna mer ingående:

Hensbacka (O 35):

Provyta med gran planterad 1919. Marken utgörs av sandig morän, jordmånen är podsol. Humustäcket är mer än 10 cm tjockt.

Ytan är lokaliserad i den nedre delen av en sluttning åt norr och markvegetationen är ristyp, bestående av bl a blåbär, lingon, ekorrbär, skogstjärna samt krustätel. Rönn, bok och ek förekommer inom ytan, liksom ett flertal mossarter.

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.



Foto vid Hensbacka, Krondropp (ovan) och öppet fält (nedan)



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.



Foto från Humlered

Storskogen (P 95):

En ny provyta med 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 och det är sparsamt med undervegetation. Provytan ligger i ett avrinningsområde på ca 420 ha där Länsstyrelsen provtagit vattenkvaliteten i avrinningen sedan 1997. Med finansiering från Havs- och Vattenmyndigheten startades under våren 2014 provtagning av vattenkvaliteten i en mindre skogsbäck belägen ca hundra meter sydväst om krondroppsytan i ett mindre avrinningsområde samt i grundvattnet i utströmningsområdet mot bäcken. Våren 2015 byggdes ytterligare en provtagningsdamm för att möjliggöra provtagning av bäckvattnet som strömmar in i det mindre avrinningsområdet i anslutning till krondroppsytan. Resultat från dessa mätningar redovisas separat.



Foto från Storskogen, Krondroppsytan ovan, öppet fält nedan.



Klippan (O 05):

Under 2013 avslutades mätningarna i Klippan på grund av de flesta granarna på ytan hade dött, beroende på att de sedan 2008 var angripna av granbarkborre. Provytan Klippan bestod av granskog, planterad ca 1891, med 30 % tall-inblandning. För mer information, se tidigare årsrapporter.

Hallands län Söstared (N 01): En 91-årig ganska gles tallskogsytan, där det växt upp en tät föryngring av främst gran under huvudbeståndet. Ytan är belägen i den nordöstra delen av Kungsbacka kommun. Beståndet är uppkommit efter en skogsbrand 1923. Ytan anlades 1984 och strax därefter genomgick beståndet i sin helhet (inklusive själva provytan). Deposition och markvatten har undersökts sedan hösten 1987. Markvattenprovtagningarna flyttades 2000 en mycket kort bit och parallella mätningar gjordes under många år. Numera mäts deposition i skogsytan (krondropp) samt markvattenkemi. Stormen Gudrun påverkade ytan i Söstared förhållandevis lite genom att endast en tall blåste ned.

3 Resultat

I denna rapport redovisas resultaten från mätningar från det hydrologiska året 2014/15, d.v.s. perioden oktober 2014 till september 2015, vilka relateras till tidigare års mätningar. I Bilaga 1 redovisas det senaste årets mätdata från de aktiva lokalerna inom länet i tabellform. Alla trendanalyser i rapporten har genomförts med Mann-Kendall-metodik (lufthalter och deposition) eller Seasonal-Kendall-metodik (markvatten).

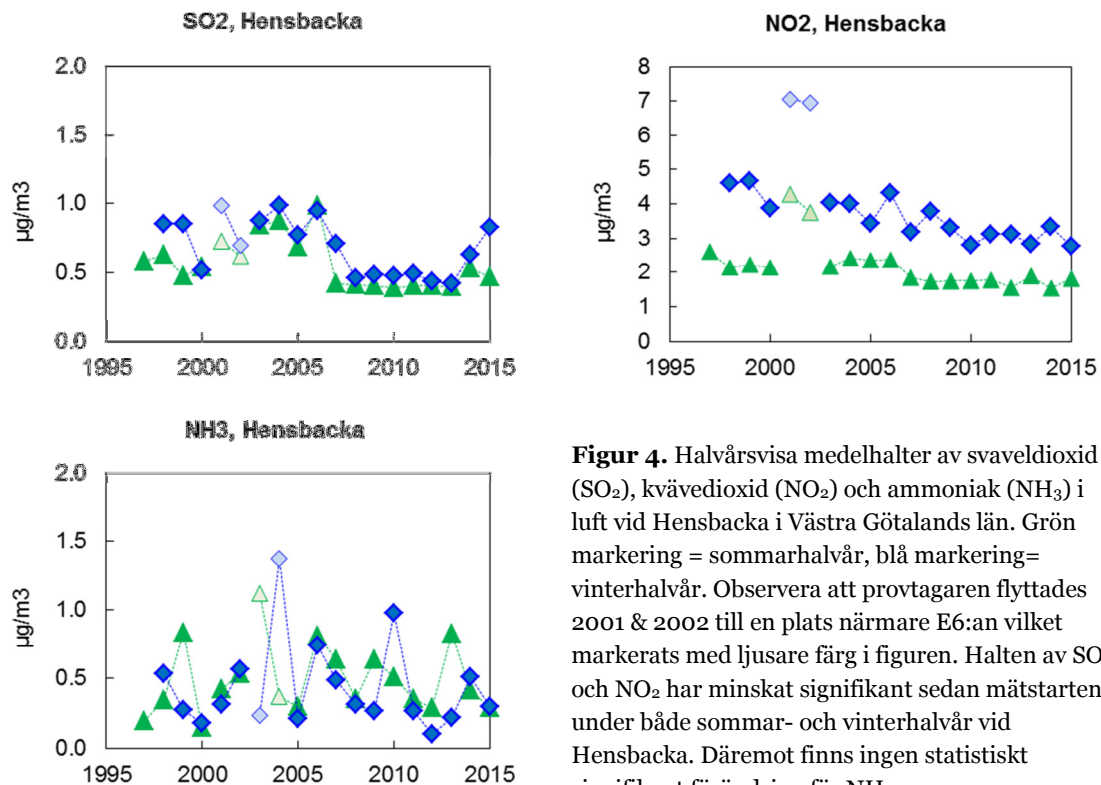
3.1 Lufthalter

Mätningar av lufthalter utförs vid Hensbacka i Västra Götalands län sedan 1997. Under 2001 och 2002 flyttades mätplatsen närmare E6:an och på grund av påverkan från vägen har dessa år inte ingått i den statistiska analysen.

Halterna av svaveldioxid (SO_2) har generellt varit något högre på vintern än på sommaren vid Hensbacka, Figur 4. Halten av SO_2 har minskat signifikant sedan mätstarten under både sommar- och vinterhalvår. SO_2 -halten minskade kraftigt mellan 2006 och 2007, något som troligen kan förklaras med minskade svavelutsläpp från fartygstrafiken. Under vinterhalvåret 2014/15 var dock SO_2 -halten avsevärt högre jämfört med de föregående åren. Detta beror sannolikt på en transport av starkt förorenad luft med mycket höga lufthalter av SO_2 från vulkanutbrotten på Island, som pågick mellan augusti 2014 och februari 2015. Detta diskuteras vidare under sektion 3.2.2 nedan.

Kvävedioxidhalterna (NO_2) har generellt varit betydligt högre på vintern än på sommaren vid Hensbacka, Figur 4. De höga halterna för de två åren 2001 och 2002 förklaras av att mätplatsen tillfälligt flyttades närmare den starkt trafikerade E6:an. Även NO_2 - halterna har minskat signifikant sedan mätstarten både för sommar- och vinterhalvår vid Hensbacka.

Mätningarna av NH_3 i luft har inte visat någon statistiskt signifikant förändring sedan mätstarten vare sig för sommar- eller vinterhalvår vid Hensbacka, Figur 4.



Figur 4. Halvårsvisa medelhalter av svaveldioxid (SO_2), kvävedioxid (NO_2) och ammoniak (NH_3) i luft vid Hensbacka i Västra Götalands län. Grön markering = sommarhalvår, blå markering = vinterhalvår. Observera att provtagaren flyttades 2001 & 2002 till en plats närmare E6:an vilket markerats med ljusare färg i figuren. Halten av SO_2 och NO_2 har minskat signifikant sedan mätstarten under både sommar- och vinterhalvår vid Hensbacka. Däremot finns ingen statistiskt signifikant förändring för NH_3 .

3.2 Deposition

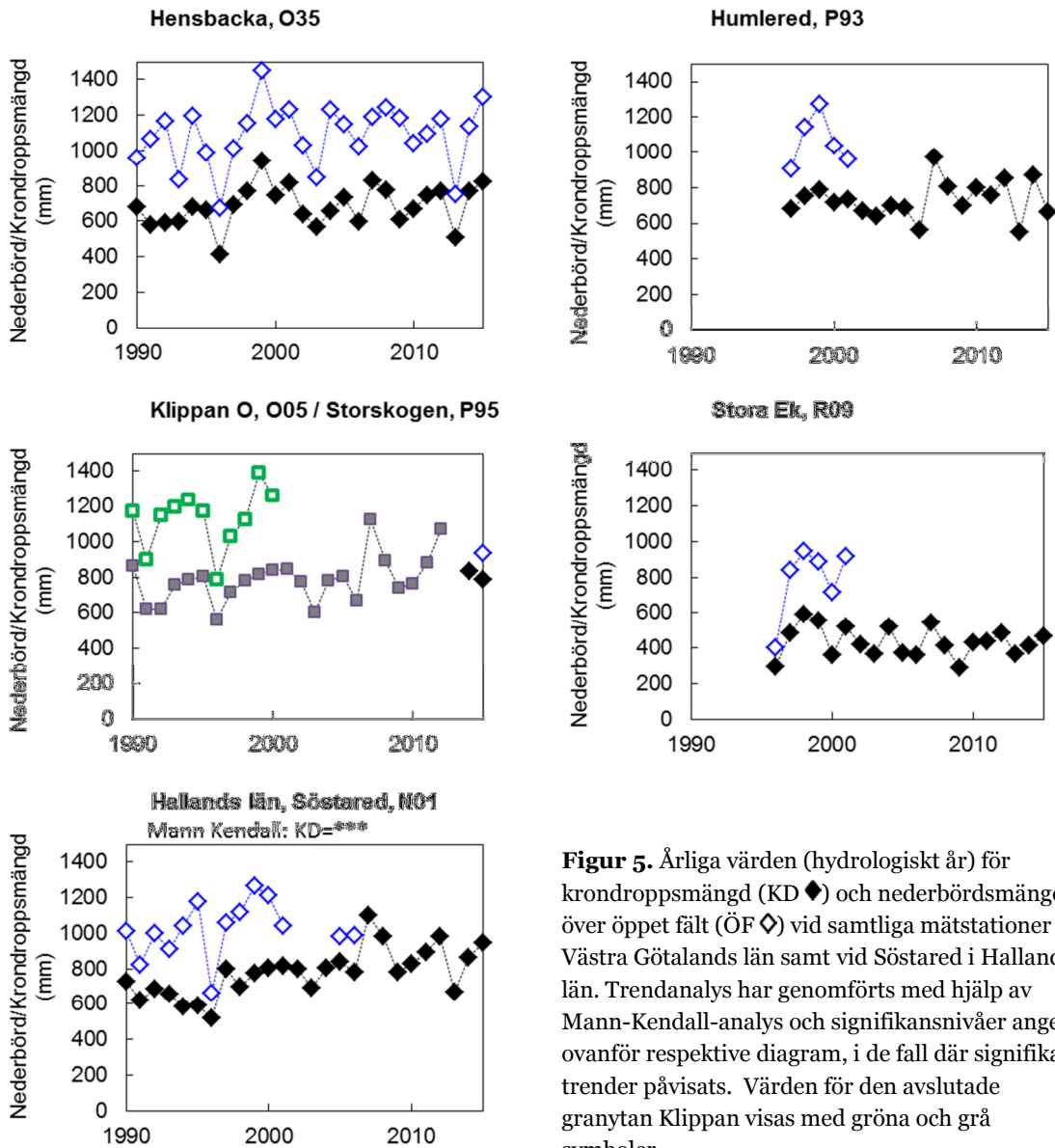
I figurerna nedan för Storskogen har även tidsserien för Klippan lagts till. Klippan är den yta som Storskogen ersatte under 2013. Fågelvägen är avståndet mellan lokalerna cirka 20 km, vilket bedöms vara för långt för att det skulle vara möjligt att göra gemensamma statistiska analyser för data från Klippan och Storskogen.

3.2.1 Krondroppsmängd/Nederbördsmängd

Information om krondroppsmängd/nederbördsmängd är viktig för att kunna tolka nedfallet av olika ämnen. År med stora mängder krondropp/nederbörd har ofta förhållandevis högt nedfall. För närvarande finns i länet mätningar av nederbördsmängder från öppet fält vid Hensbacka sedan 1989 samt vid Storskogen sedan 2013.

Det finns en tendens till ökande nederbördsmängder vid Hensbacka, som dock inte är fullt ut statistiskt säkerställd ($p=0.08$), Figur 5. Mätplatsen flyttades en kortare sträcka 2012, vilket bidrar till att dessa resultat måste tolkas med försiktighet. Krondroppsmängderna tenderar dock till att öka med ungefär samma lutning som nederbördsmängderna, ca 4 mm årligen. Krondroppsytan har inte flyttats. SMHI anger att nederbörden i Västra Götaland har ökat 10-20% för perioden 1991-2011, jämfört med normalperioden 1961-1990 (<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/sveriges-klimat-har-blivit-varmare-och-blotare-1.21614>). Detta är således i samma storleksordning som tendenserna för Hensbacka.

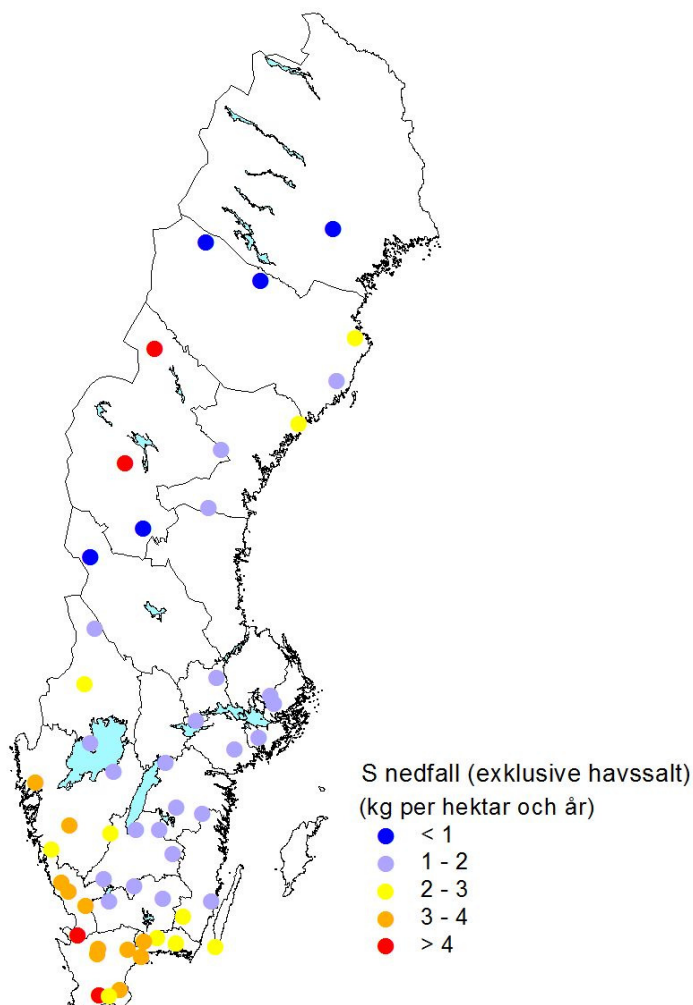
Krondroppsmängderna är normalt avsevärt mindre än nederbördsmängden över öppet fält, Figur 5, beroende på den så kallade interceptionen, d.v.s. att en del av nederbörden fastnar i trädkronorna och avdunstar direkt därifrån tillbaka till atmosfären.



Figur 5. Årliga värden (hydrologiskt år) för krondropps mängd (KD \blacklozenge) och nederbördsmängd över öppet fält (ÖF \blacklozenge) vid samtliga mätstationer i Västra Götalands län samt vid Söstared i Hallands län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats. Värden för den avslutade granytan Klippan visas med gröna och grå symboler.

3.2.2 Svavel utan havssalt

Nedfall av antropogent svavel, det vill säga allt svavel utom det som kommer från havssalt, är den viktigaste komponenten i den sura nederbörd som nått våra marker under ett antal decennier. Svavelnedfall i krondropp 2014/15 visas för landet som helhet i Figur 6. Nedfallsgradienten från sydväst mot nordost framträder tydligt.



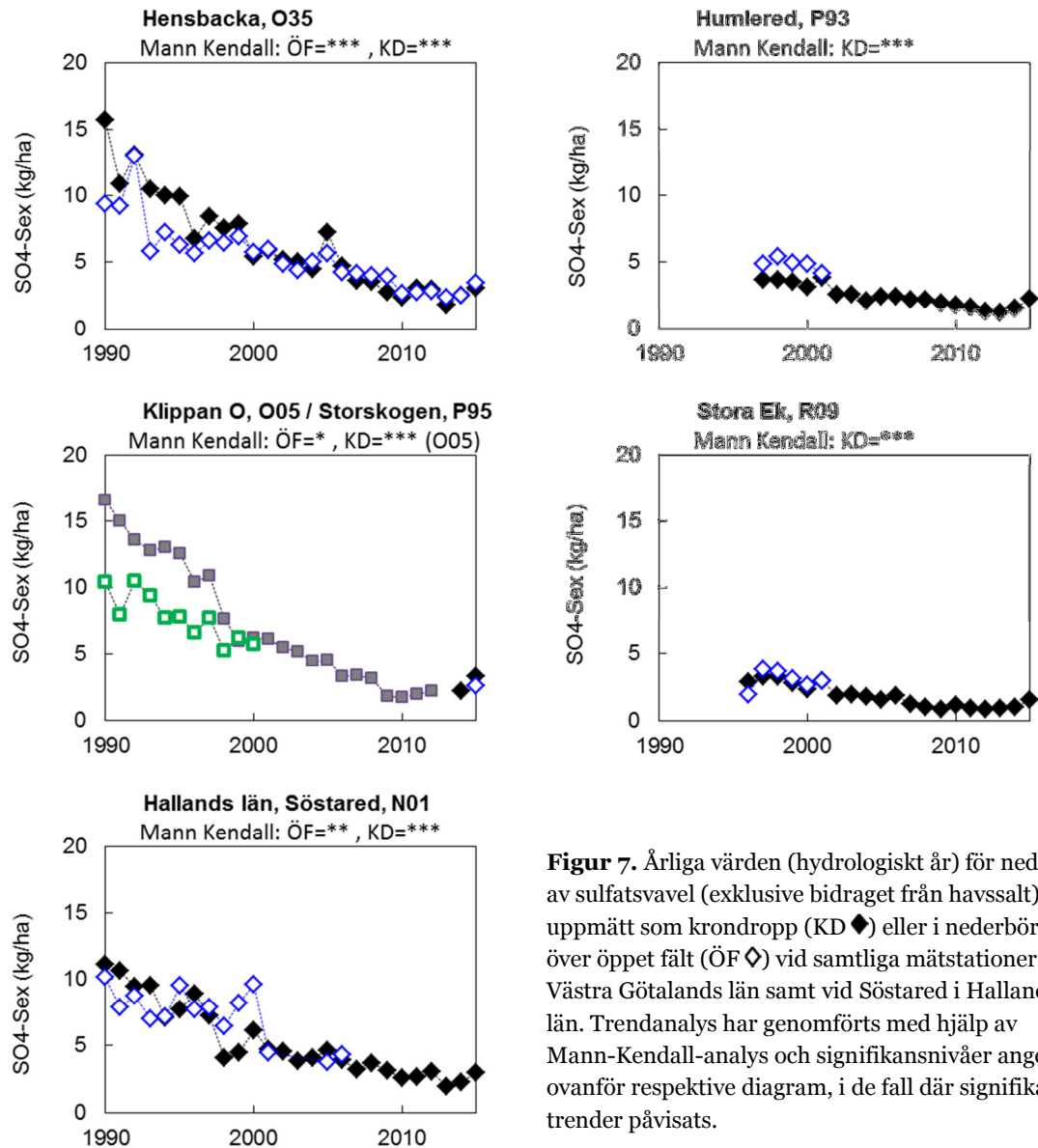
Figur 6. Svavelnedfall (exklusive bidraget från havssalt) under 2014/15 i krondroppet vid mätstationerna inom Krondroppsnetet i Sverige. Två röda symboler i Jämtlands län visar svavelnedfall i krondropp på hög höjd i fjällen.

Det finns en gradient i försurningsbelastningen i Västra Götalands län, med lägst svavelnedfall vid Stora Ek och Humlered i de östra delarna av länet och högst i de västra delarna av länet. Svavelnedfallet i krondroppet har minskat signifikant vid alla länets mätplatser samt i Söstared (Halland) under respektive mätperiod, Figur 7.

Svavelnedfallet i krondropp, som återspeglar summan av torr- och våtdeposition, var under hydrologiska året 2014/15 högre, jämfört med året innan, vid alla mätplatser i länet, Figur 7. Under det hydrologiska året 2014/15 (oktober-september) inträffade två saker av betydelse för svavelnedfallet. Mellan augusti 2014 och februari 2015 inträffade ett stort vulkanutbrott på Island. Enligt vissa beräkningar släppte vulkanen ut mer svaveldioxid till atmosfären på ett halvår än hela Europas årliga samlade utsläpp, inklusive sjöfarten. Det står klart att denna förorenade luft vid ett flertal tillfällen transporterades till Sverige och påverkade luftkvaliteten i marknära luftlager. Det andra som inträffade under 2014/15 var att gränsvärdena för hur mycket svavel som fartygsbränsle får innehålla skärptes den 1 januari 2015, från tidigare 1 procent till 0,1 procent svavel. Detta borde resulterat i ett minskat svavelnedfall vid kustnära platser i Västra Götaland. Av resultaten att döma verkar dock påverkan från vulkanen ha

dominerat vad gäller det summerade svavelnedfallet under perioden 1 oktober 2014 till 30 september 2015. Fortsatta mätningar får visa om minskat svavel i fartygsbränslen medför ett minskat svavelnedfall vid kustnära platser i Västra Götaland.

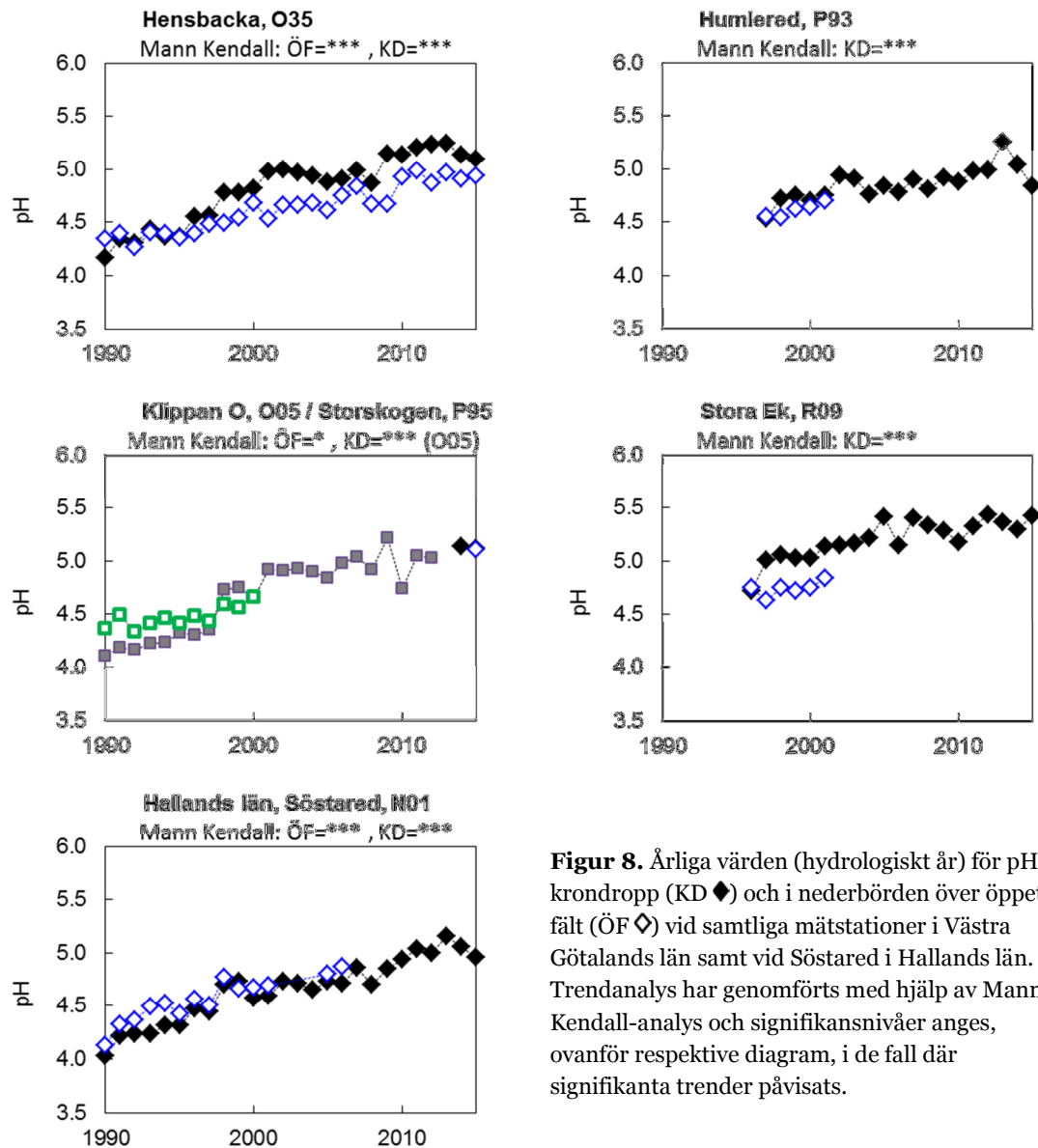
Vi planerar att höstens temarapport från Krondroppsnetet kommer att behandla hur vulkanutbrottet på Island påverkade förekomsten av svavelföreningar över Sverige.



Figur 7. Årliga värden (hydrologiskt år) för nedfall av sulfatsvavel (exklusive bidraget från havssalt) uppmätt som krondropp (KD \blacklozenge) eller i nederbörden över öppet fält (ÖF \blacklozenge) vid samtliga mätstationer i Västra Götalands län samt vid Söstared i Hallands län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

3.2.3 pH

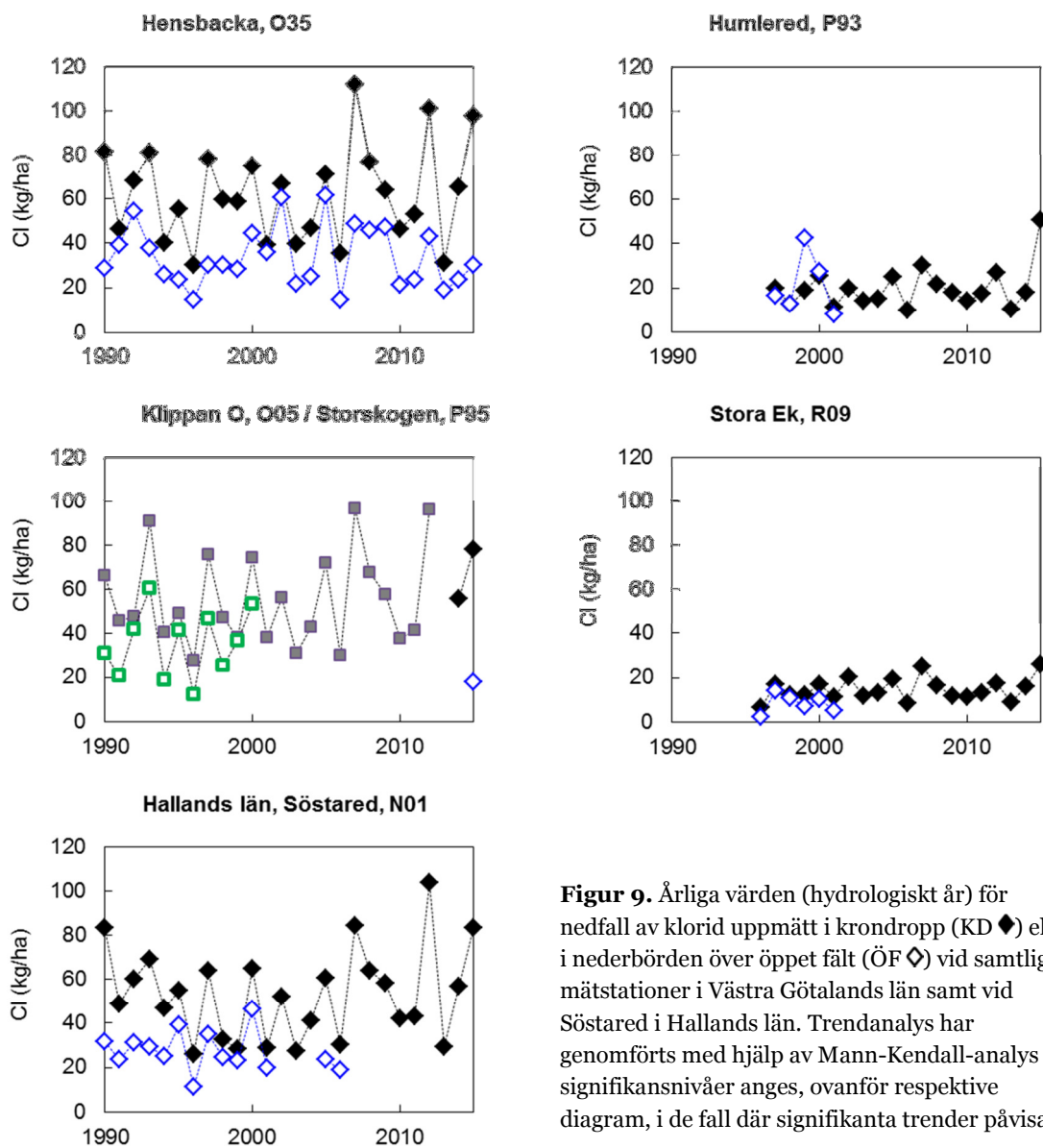
Samtliga länets ytor samt Söstared i Halland visar på en signifikant ökning av pH i krondropp och i nederbörden över öppet fält under respektive mätperiod, Figur 8, i enlighet med resultaten för svavelnedfallet. Under 2014/15 var pH i krondropp lägre jämfört med året innan vid de kustnära platserna Hensbacka och Söstared, vilket kan ha varit en konsekvens av det större svavelnedfallet. Dock var även värdet för 2013/14 lägre än 2012/13. pH-värdena för krondropp i Storskogen verkar ligga i nivå med krondropp vid Klippan.



Figur 8. Årliga värden (hydrologiskt år) för pH i krondropp (KD ◆) och i nederbörden över öppet fält (ÖF ◇) vid samtliga mätstationer i Västra Götalands län samt vid Söstared i Hallands län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

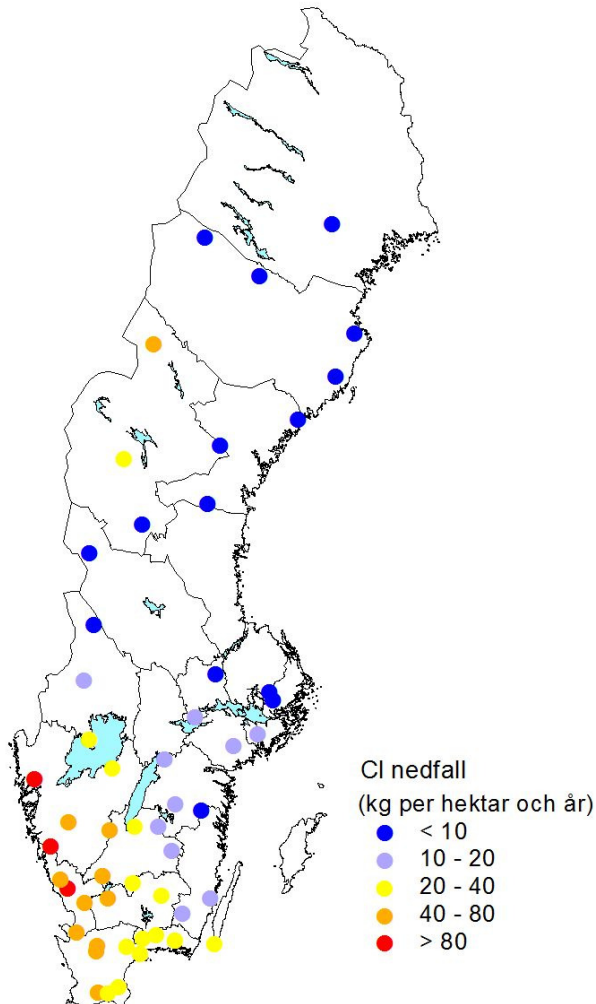
3.2.4 Klorid

Även om havssalt är neutralt kan havssaltsnedfall innebära surstötter i mark- och ytvatten, då framför allt natriumjoner byter plats med vätejoner, som sänker pH i markvattnet, och potentiellt även i ytvatten. Det är därför viktigt att följa tidsutvecklingen för kloridnedfallet, som ett mått på havssaltsnedfallet. Nedfallet av klorid har varierat relativt mycket mellan åren på länets kustnära ytor, framför allt vid Hensbacka och Klippan, samt även i Söstared i Halland, Figur 9. Vid platserna i inlandet, Stora Ek, och Humlered har kloridnedfallet varierat mindre mellan åren. Generellt är nedfallet via krondropp högre än i nederbörden över öppet fält, vilket visar på betydelsen av torrdeposition av havssalt. Det finns inga statistiskt säkerställda förändringar över tid vad gäller nedfallet av klorid.



Figur 9. Årliga värden (hydrologiskt år) för nedfall av klorid uppmätt i krondropp (KD \blacklozenge) eller i nederbörden över öppet fält (ÖF \blacklozenge) vid samtliga mätstationer i Västra Götalands län samt vid Söstared i Hallands län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Kloridnedfall i krondropp 2014/15 visas för landet som helhet i Figur 10. Gradienten i kloridnedfall från sydväst mot nordost framträder tydligt. Kloridnedfallet i kustnära områden i Västra Götalands län under 2014/15 överskred 80 kg per hektar och år.



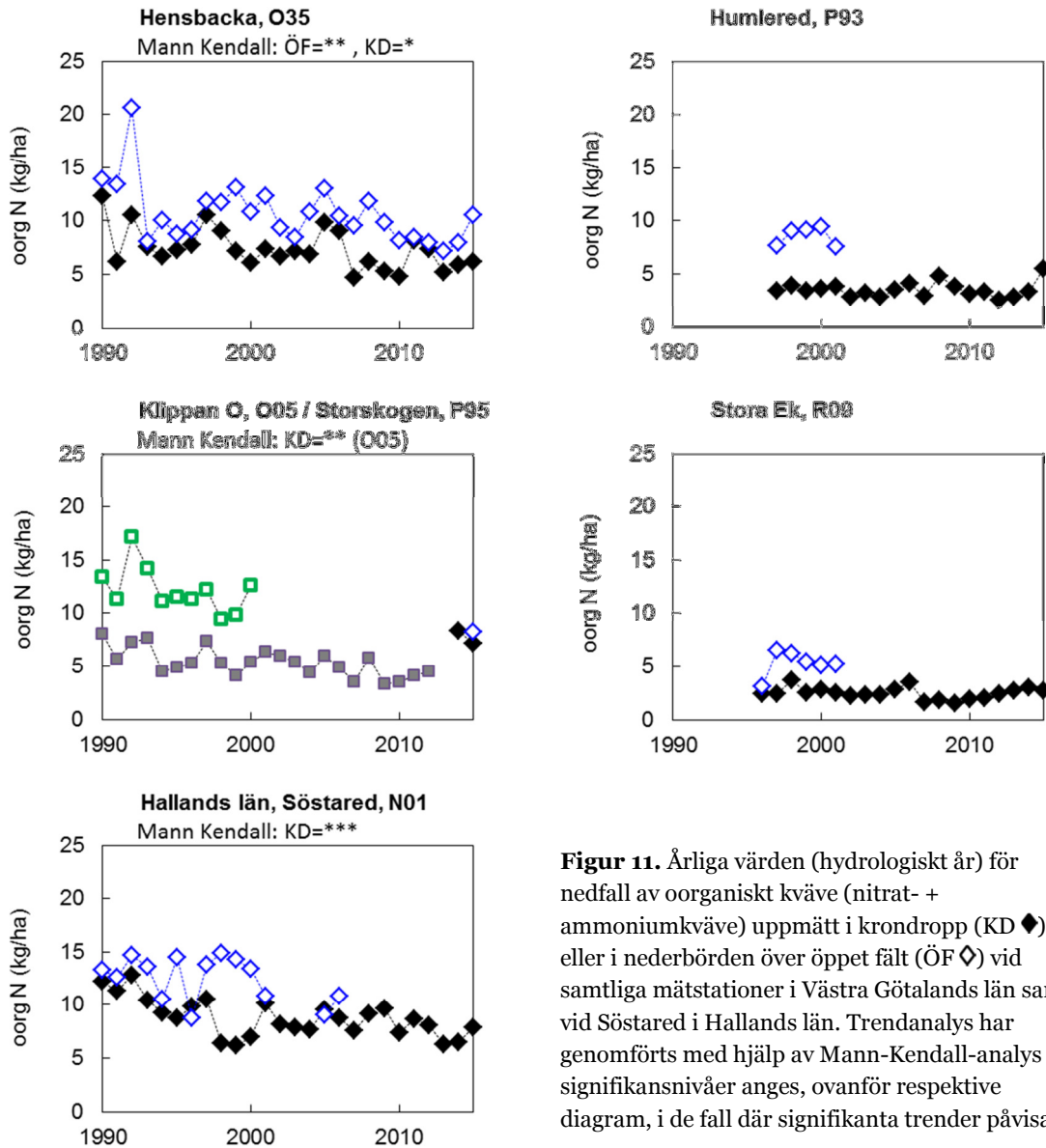
Figur 10. Kloridnedfall under 2014/15 i krondroppet vid mätstationerna inom Krondroppsnetet i Sverige.

3.2.5 Oorganiskt kväve

Nedfall av kväve bidrar till övergödning av mark och vatten, och kan även ha en försurande effekt. Förenklat kan man säga att det kväve som inte tas upp i skogsekosystemen kan bidra till övergödning av vatten och försurning av mark och vatten. För att analysera trender i kvävenedfall används nedfall på öppet fält, eftersom träden kan ta upp kväve direkt i kronorna vilket försvårar tolkningen av nedfall som krondropp. Nackdelen är att torrdepositionen till skog inte kommer med i analyserna.

Nedfallet av oorganiskt kväve i nederbörden över öppet fält vid Hensbacka har minskat signifikant sedan mätstarten, Figur 11. Under 2014/15 var det oorganiska kvävenedfallet i

nederbörden, den så kallade våtdepositionen, vid Hensbacka ändå relativt högt, 10,5 kg N per hektar.

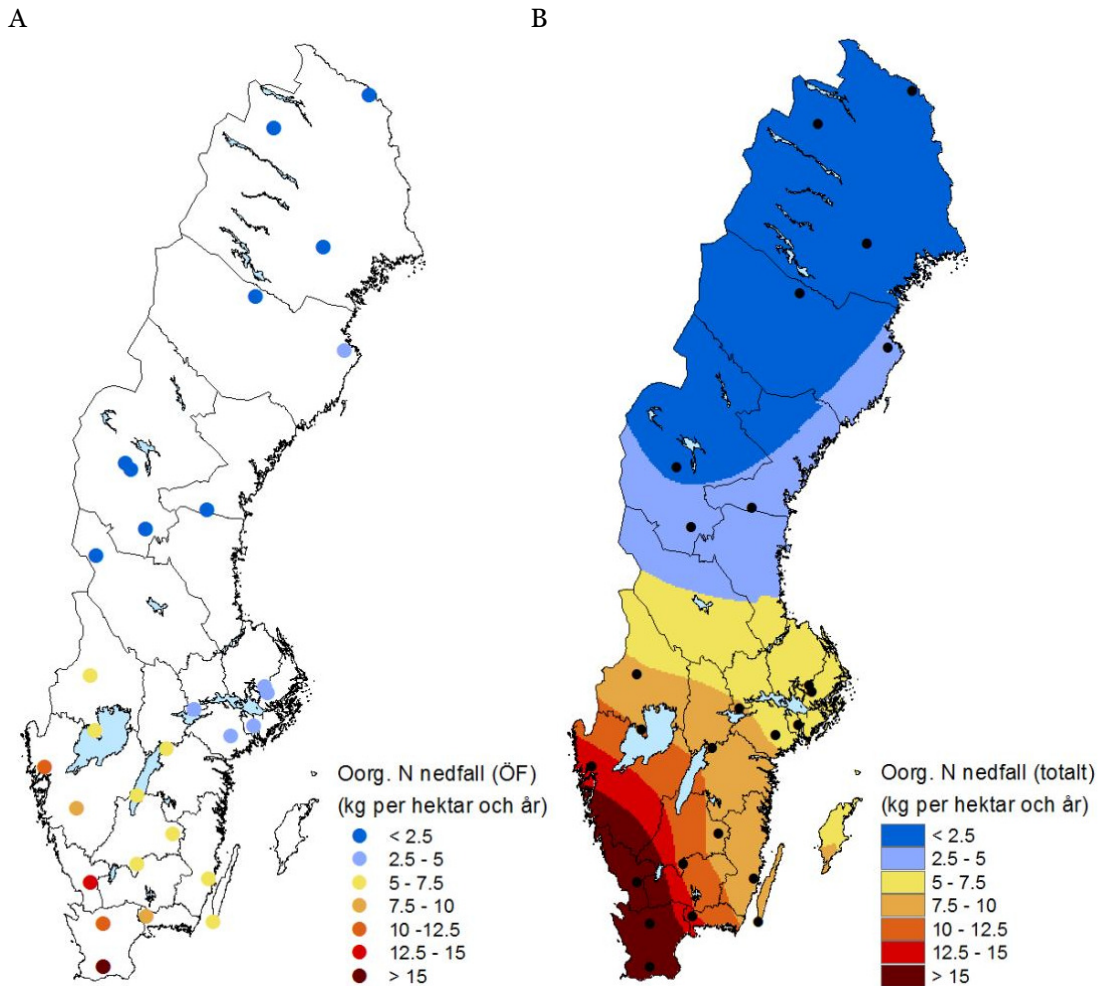


Figur 11. Årliga värden (hydrologiskt år) för nedfall av oorganiskt kväve (nitrat- + ammoniumkväve) uppmätt i krondropp (KD \blacklozenge) eller i nederbörden över öppet fält (ÖF \blacklozenge) vid samtliga mätstationer i Västra Götalands län samt vid Söstared i Hallands län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Nedfallet av oorganiskt kväve med nederbörden på öppet fält 2014/15 visas för landet som helhet i Figur 12A. Gradienten från sydväst mot nordost framträder tydligt, och Västra Götaland ligger i en del av landet med stark gradient. Som högst i landet uppmättes ett oorganiskt kvävenedfall över öppet fält under 2014/15 på 16 kg per hektar i Skåne på Romeleåsen.

Det totala nedfallet av oorganiskt kväve (torr- samt våtdeposition) har beräknats med hjälp av data från strängprovtagare som ett medelvärde för åren 2013/14 och 2014/15, Figur 12B samt faktaruta. För de två senaste åren beräknades det årliga totala nedfallet av oorganiskt kväve till mellan 10-15 kg per hektar för Västergötlands län, med det högsta nedfallet i sydväst.

Den kritiska belastningen för övergödande kväve som används för Sveriges gran- och tallskogar är 5 kg N per hektar och år. Denna gräns överskreds således kraftigt under 2014/15 vid Hensbacka, såväl som för alla områden inom Västra Götalands län. Vid Hensbacka har den kritiska belastningen för kväve överskridits under hela den 25-åriga mätperioden.



Figur 12. Uppmätt nedfall av oorganiskt kväve (oorgN) med nederbörden till öppet fält (våtdeposition) vid olika mätstationer inom Krondroppsnetet under det hydrologiska året 2014/15. **B.** Beräknat totalt nedfall av oorganiskt kväve till granskog som ett medelvärde för de hydrologiska åren 2013/14 och 2014/15. För beskrivning av metodik, se faktaruta i texten.

Faktaruta:

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

För exempelvis svavel och havssalt fungerar krondroppsmätningar mycket bra för att beräkna det totala nedfallet, d.v.s. summan av våt- och torrdeposition, till skog. Andra ämnen, t.ex. kväve och baskatjoner, samverkar med trädkronorna, d.v.s. ämnet ifråga kan tas upp direkt till träd-kronorna, vilket gäller t.ex. kväve, eller utsöndras från trädkronorna, vilket gäller t.ex. kalium. Detta gör att mätningar av krondropp inte direkt kan användas för att beräkna det totala nedfallet av dessa ämnen. Därför används, med finansiering från Naturvårdsverket, kompletterande mätutrustning i form av strängprovtagare vid 10 platser med granskog runt om i landet. Mätningar med strängprovtagare kan, tillsammans med mätningar av nederbördskeemin över öppet fält samt krondropp från platsen, ge en bättre uppskattning av torrdepositionen för dessa ämnen. Utifrån dessa mätningar kan andelen torrdeposition av den totala depositionen beräknas för de ämnen som interagerar med trädkronorna. Mätningar av nedfallet med nederbörden på öppet fält används som tidigare för att beräkna våtdepositionen.

Beräkningarna av det årliga, totala kvävenedfallet, som redovisas i denna rapport, Figur 12B, utgår från våtdepositionen över öppet fält för de hydrologiska åren 2013/14 och 2014/15 vid de mätplatser som markerats med svarta prickar i kartan, Figur 12B. Våtdepositionen kombineras med resultaten från två års mätningar (2013/14 & 2014/15) med strängprovtagare vid 10 platser fördelade över Sverige, där andelen torrdeposition av den totala depositionen (våt- + torrdeposition) har beräknats. Andelen torrdeposition av den totala depositionen varierar geografiskt på ett systematiskt sätt från sydväst mot nordost. Andelen torrdeposition kan därför beräknas för alla platser som markerats i Figur 12B. 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 12B.

Metodiken med strängprovtagare beskrivs mer utförligt i nedanstående rapporter:

Karlsson, P.E., Martin Ferm, Hans Hultberg, Sofie Hellsten, Cecilia Akselsson, Gunilla Pihl Karlsson. 2011.

Totaldeposition av kväve till skog. IVL Rapport B1952.

Karlsson, P.E., Martin Ferm, Hans Hultberg, Sofie Hellsten, Cecilia Akselsson, Gunilla Pihl Karlsson, Hansen, K. 2013.

Totaldeposition av baskatjoner till skog. IVL Rapport B 2058.

3.3 Markvatten

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

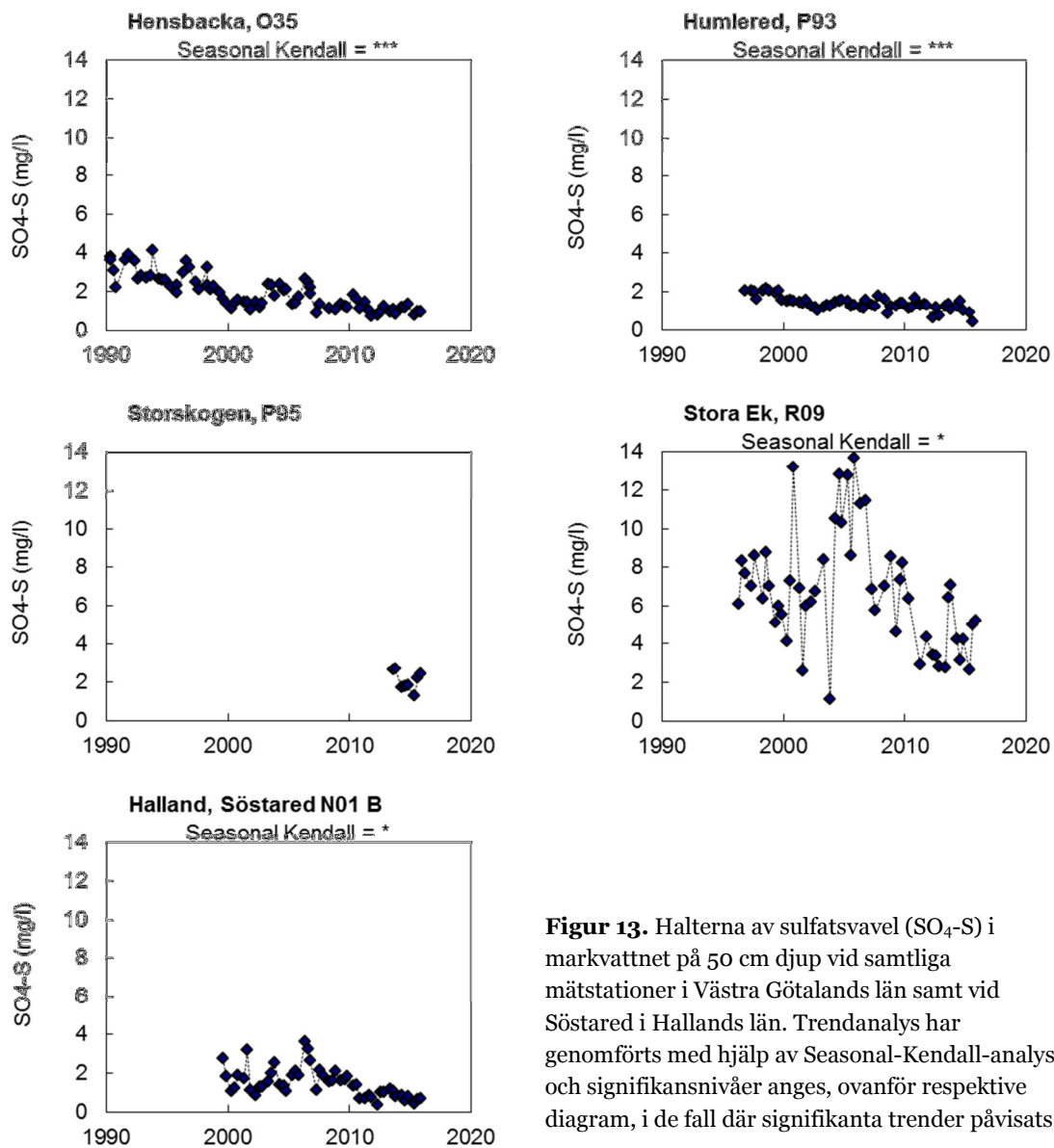
3.3.1 Svavel

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

Halterna av sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$) i markvattnet ligger numera på en relativt låg nivå vid Hensbacka och Humlered, runt 1,0 mg/l eller lägre, Figur 13. Vid Storskogen visar de första mätningarna på en något högre nivå, ca 2 mg/l. Vid Stora Ek är svavelhalten sedan lång tid

tillbaka jämförelsevis hög, och med stor variation mellan mättillfällena, Figur 13. Ändå är svavelnedfallet vid Stora Ek förhållandevis lågt jämfört med andra ytor i södra halvan av landet. De höga halterna av SO₄-S skulle kunna bero på vittring från vissa mineraler, men då Stora Ek ligger under högsta kustlinjen kan det även vara så att svavlet kommer från historiskt upplagrade alger i marken som nu bryts ner, motsvarande förekomsten av s.k. "svartmocka" längs Norrlandskusten.

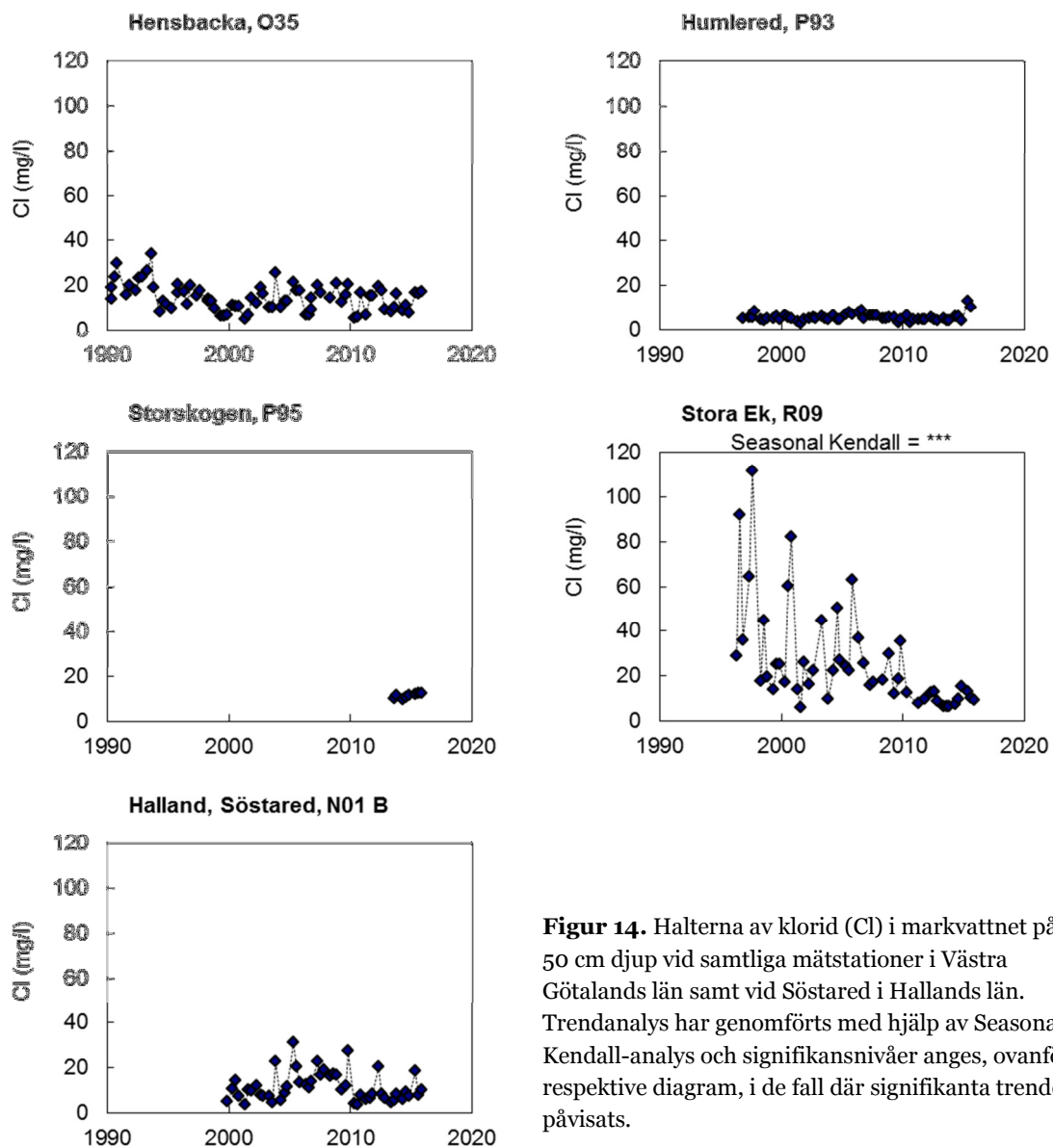
Vid Hensbacka, Humlered och Stora Ek, men även vid Söstared i norra Halland, har svavelhalten i markvattnet minskat signifikant sedan mätstarten, Figur 13.



Figur 13. Halterna av sulfatsvavel (SO₄-S) i markvattnet på 50 cm djup vid samtliga mästationer i Västra Götalands län samt vid Söstared i Hallands län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

3.3.2 Klorid

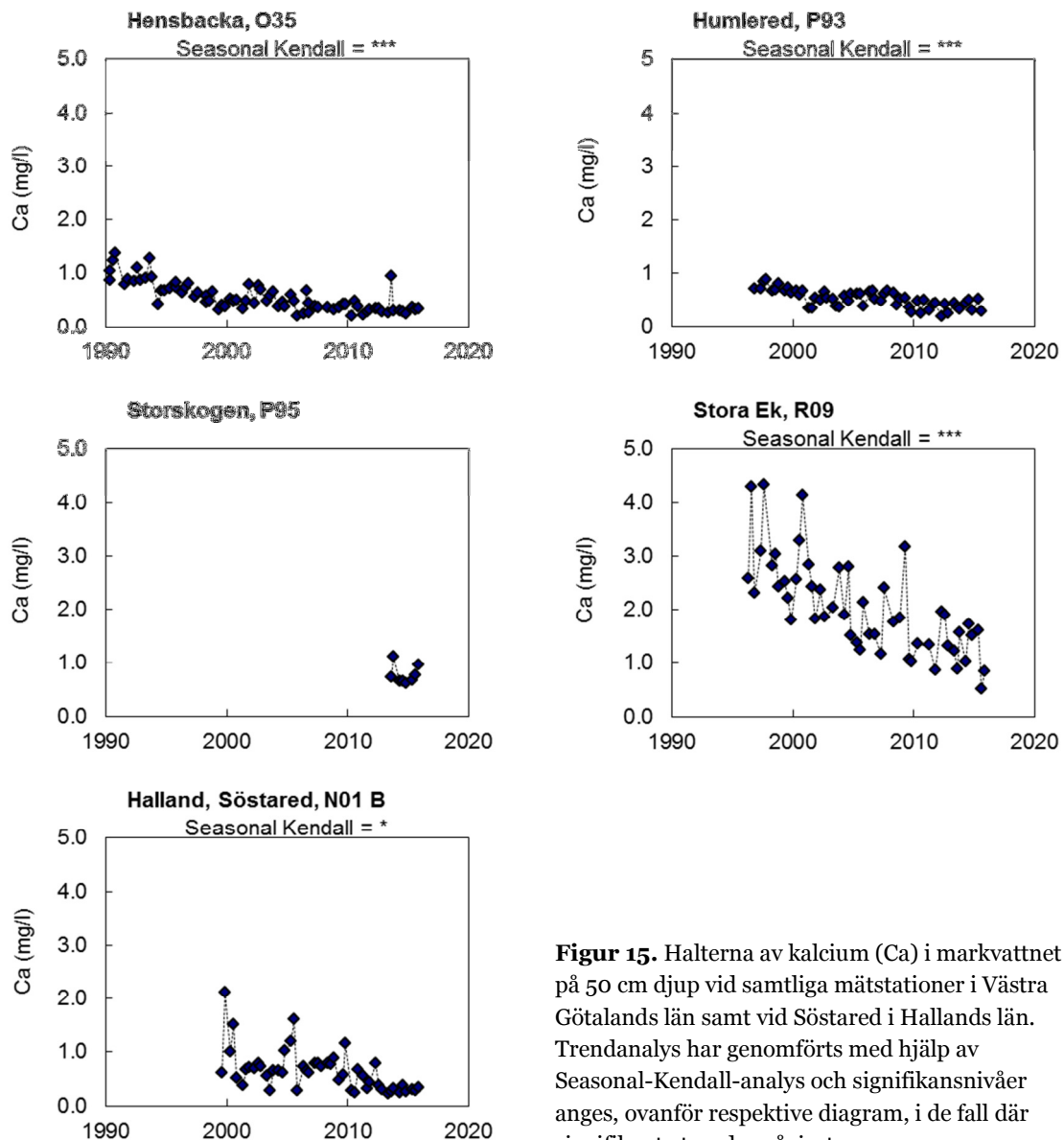
Kloridhalten i markvattnet visar hur mycket havssalt som nått markvattnet, och kan användas för att förklara de försurningsrelaterade parametrarna i markvattnet (t.ex. pH, aluminium- och kalciumhalt). Kloridhalterna i markvattnet vid Stora Ek har minskat signifikant sedan mätstarten, Figur 14. Vid övriga mätstationer har ingen statistisk förändring uppmätts. Orsakerna till de mycket höga kloridhalterna som tidigare uppmätts vid Stora Ek är oklar och bör utredas vidare. Undantaget Stora Ek så har högst kloridhalter uppmätts vid Hensbacka och Söstared i norra Halland. Även vid Storskogen tyder de första mätningarna på ett relativt högt kloridinhåll i markvattnet, Figur 14.



Figur 14. Halterna av klorid (Cl) i markvattnet på 50 cm djup vid samtliga mätstationer i Västra Götalands län samt vid Söstared i Hallands län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

3.3.3 Kalcium

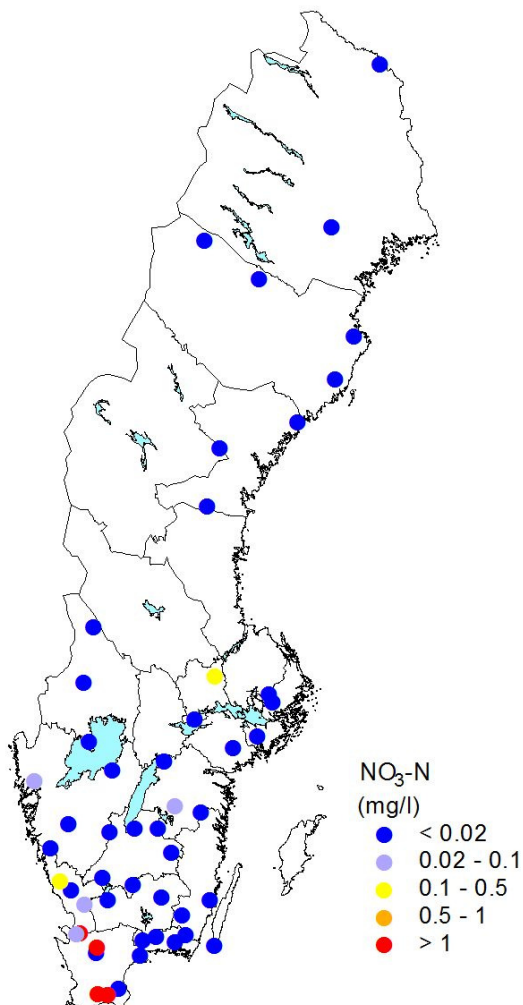
Halten av baskatjonerna kalcium, magnesium och kalium ökar generellt i markvattnet i försurningsförloppet, då vätejoner byter plats med baskatjonerna på markpartiklarna, och baskatjonerna därmed frigörs till markvattnet. Då försurningsbelastningen minskar, minskar även denna frigörelse till markvattnet, och halterna av baskatjoner går ner. Detta syns vid samtliga mätstationer i länet som har en tillräckligt lång tidsserie för att göra statistiska analyser samt även i norra Halland, Figur 15.



Figur 15. Halterna av kalcium (Ca) i markvattnet på 50 cm djup vid samtliga mätstationer i Västra Götalands län samt vid Söstared i Hallands län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

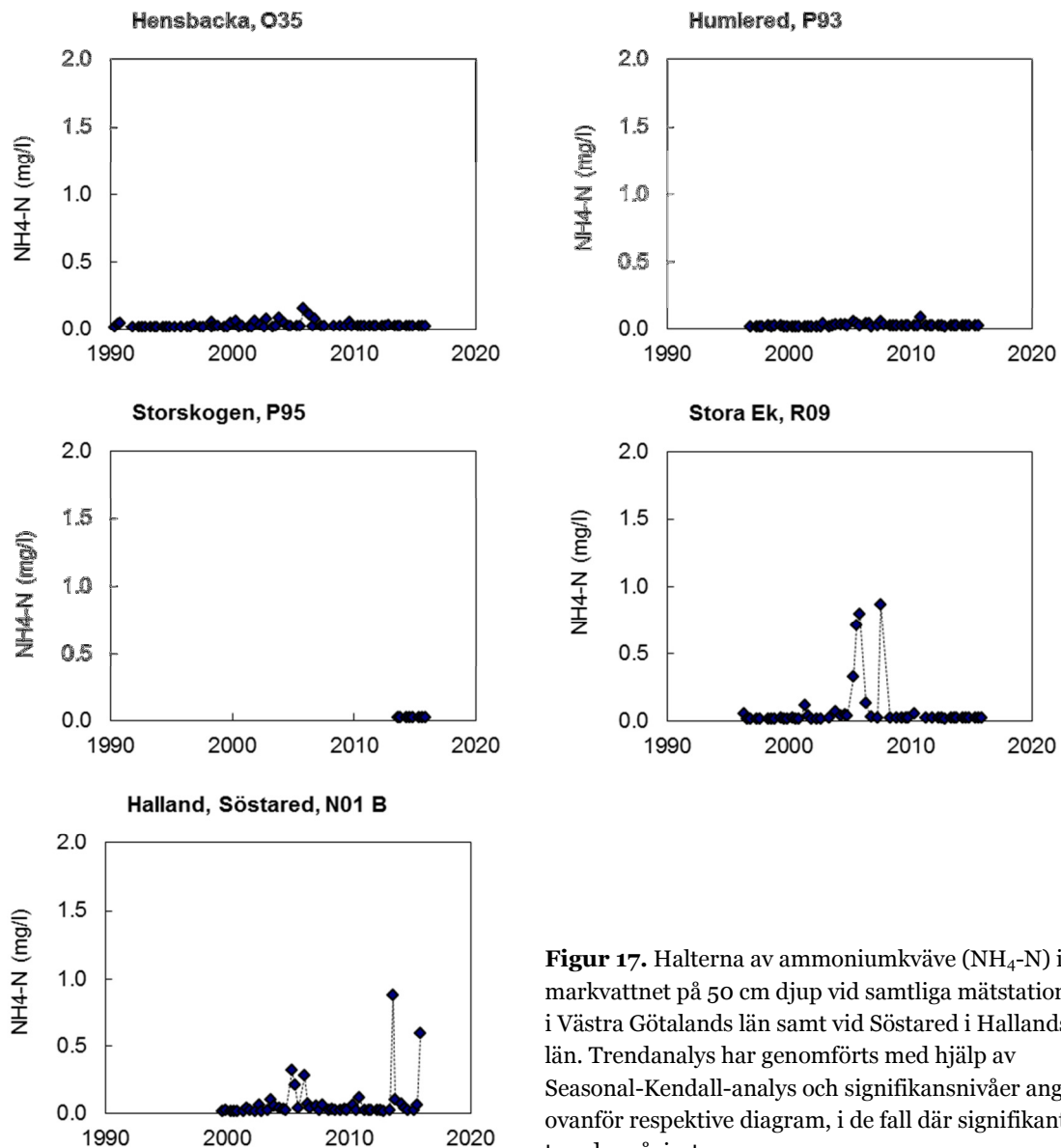
3.3.4 Ammonium- och nitratkväve

Tillväxten i skogar i Sverige är generellt kvävebegränsad, och skogsekosystemen har en mycket stor förmåga att lagra upp kväve. Förhöjda halter av nitrat uppträder därför sällan i markvattnet i växande skog. I sydvästra Sverige, framför allt Skåne och Halland, är det mer frekvent förhöjda halter av framför allt nitratkväve i markvattnet, Figur 16. Detta kan förklaras av ett relativt högt kvävenedfall under lång tid. I andra delar av landet kan olika störningar, såsom avverkning, vindfällen eller skadeinsekter, ge upphov till förhöjda halter av nitrat och ammonium i markvattnet, och effekten blir större i områden där mycket kväve lagrats upp i skogsmarken. Förhöjda halter av nitratkväve i markvattnet kan innebära risk för utlakning till ytvatten och därigenom ett bidrag till övergödningen. Dessutom innebär utlakning av nitratkväve försurning, eftersom vätejoner frigörs vid nitrifieringsprocessen.

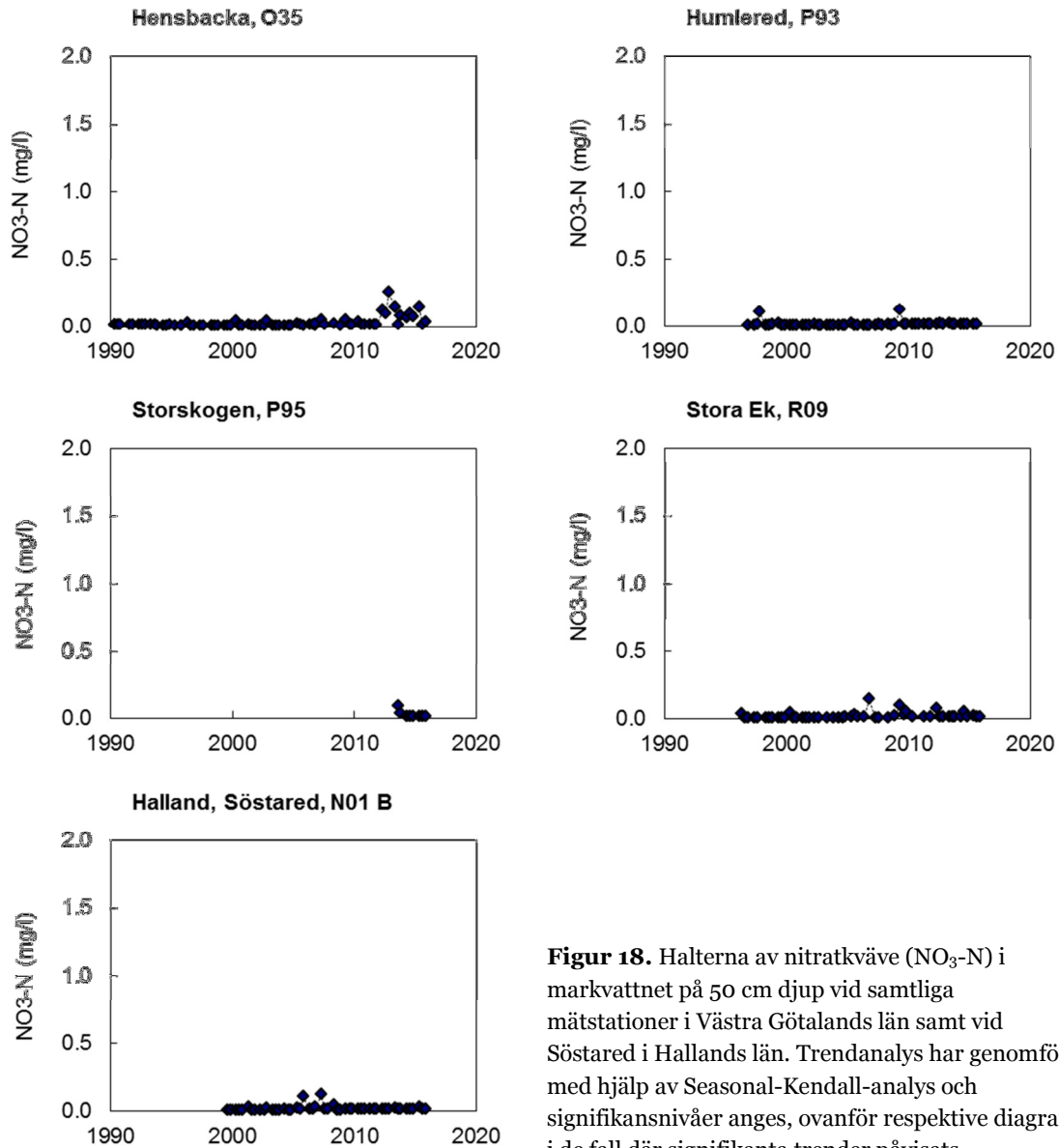


Figur 16. Koncentrationen av nitrat (NO₃-N) i markvattnet vid olika platser inom Krondroppsnätet redovisat som medianvärde från de senaste tre årens mätningar.

I Västra Götalands län har halterna av ammonium- och nitratkväve i markvattnet generellt varit relativt låga vid de olika mätplatserna i länet, Figurerna 17 & 18. Förhöjda ammoniumhalter har uppmätts vid ett fåtal tillfällen vid framförallt Stora Ek efter 2005, vilket troligen kan förklaras av en påverkan av stormarna Gudrun och Per, Figur 17. Även vid Söstared strax över gränsen till Halland syns något förhöjda ammoniumhalter efter 2005, samt även under de senaste tre åren, Figur 17.



Figur 17. Halterna av ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) i markvattnet på 50 cm djup vid samtliga mätstationer i Västra Götalands län samt vid Söstared i Hallands län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

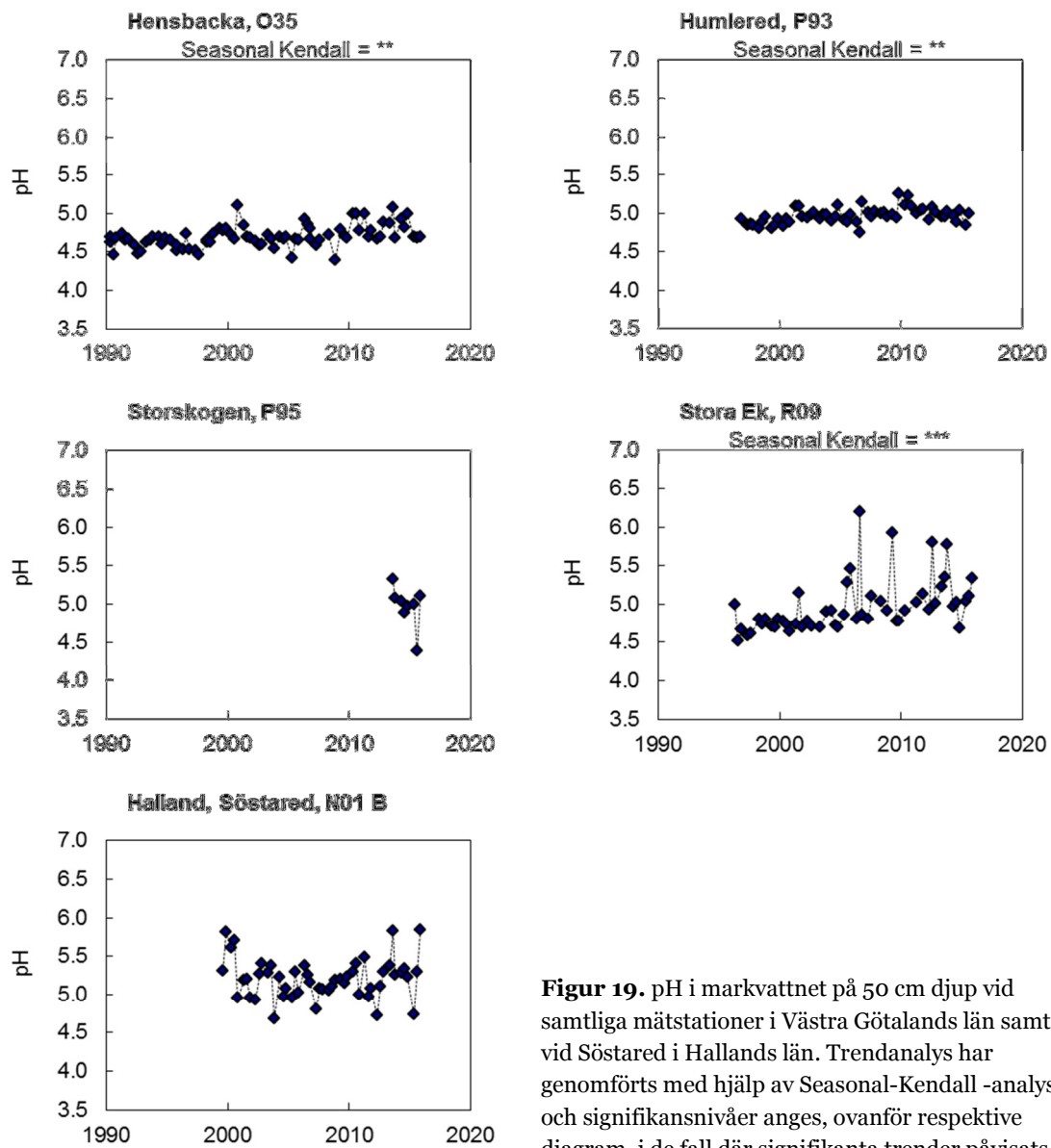


Figur 18. Halterna av nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$) i markvattnet på 50 cm djup vid samtliga mätstationer i Västra Götalands län samt vid Söstared i Hallands län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

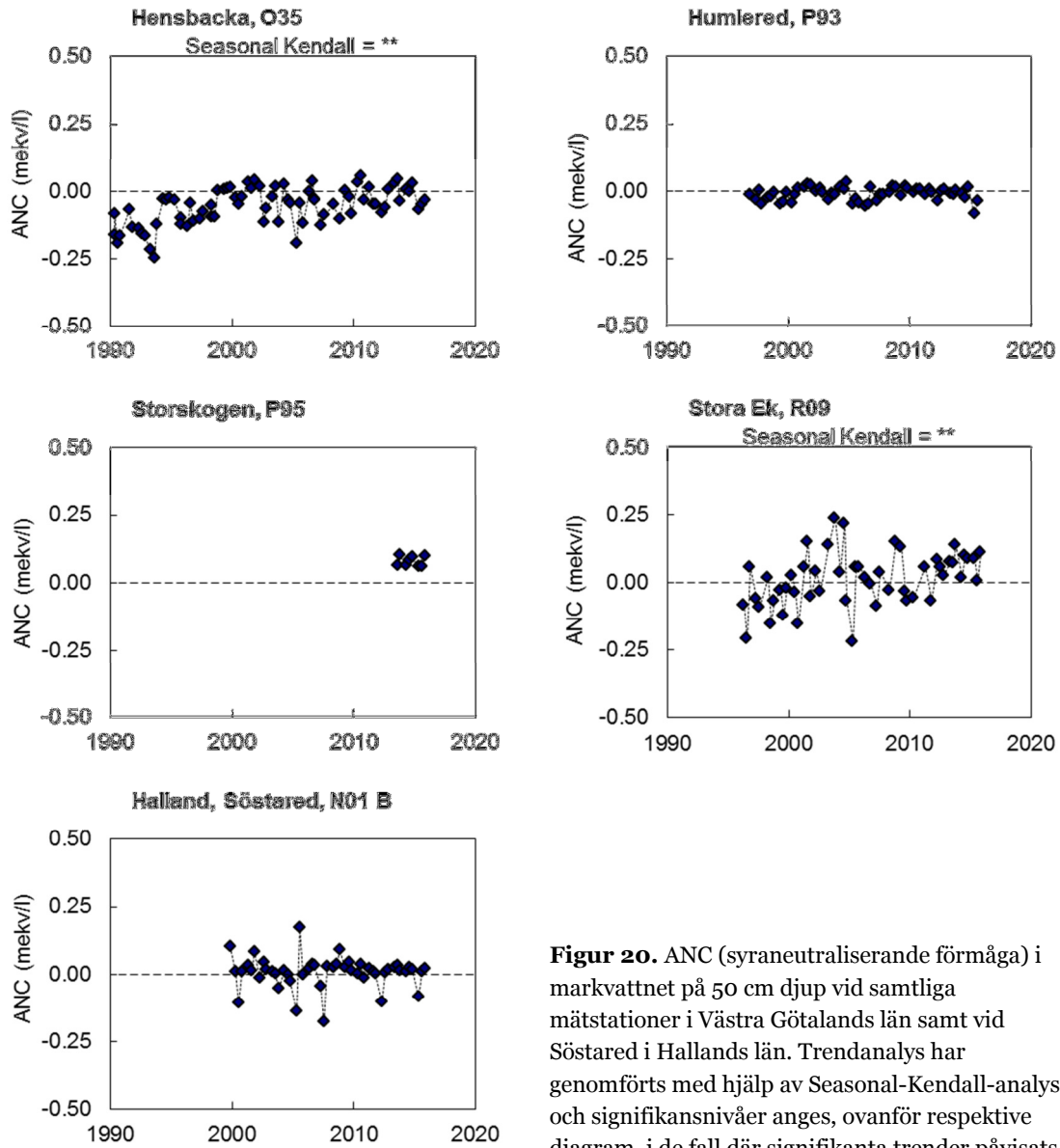
3.3.5 Försurningsrelaterade parametrar: pH, ANC och oorganiskt Al

Markvattnets pH, ANC (syranutraliserande förmåga) samt halten oorganiskt aluminium är tre olika mått på försurningen i markvattnet. Bedömningen av vid vilket pH som markvattnet kan anses försurat beror till viss del på jordens mineralinnehåll i området, halterna av organiska ämnen m.m. Ett $\text{pH} < 4,5$ anses dock i de flesta fall indikera kraftig försurning. En annan bedömningsgrund är ANC. Om ANC är negativt innebär det att det inte finns någon buffringskapacitet i markvattnet. Ett värde på $\text{ANC} < 0$ diskuteras som en indikator för försurning av skogsmarken.

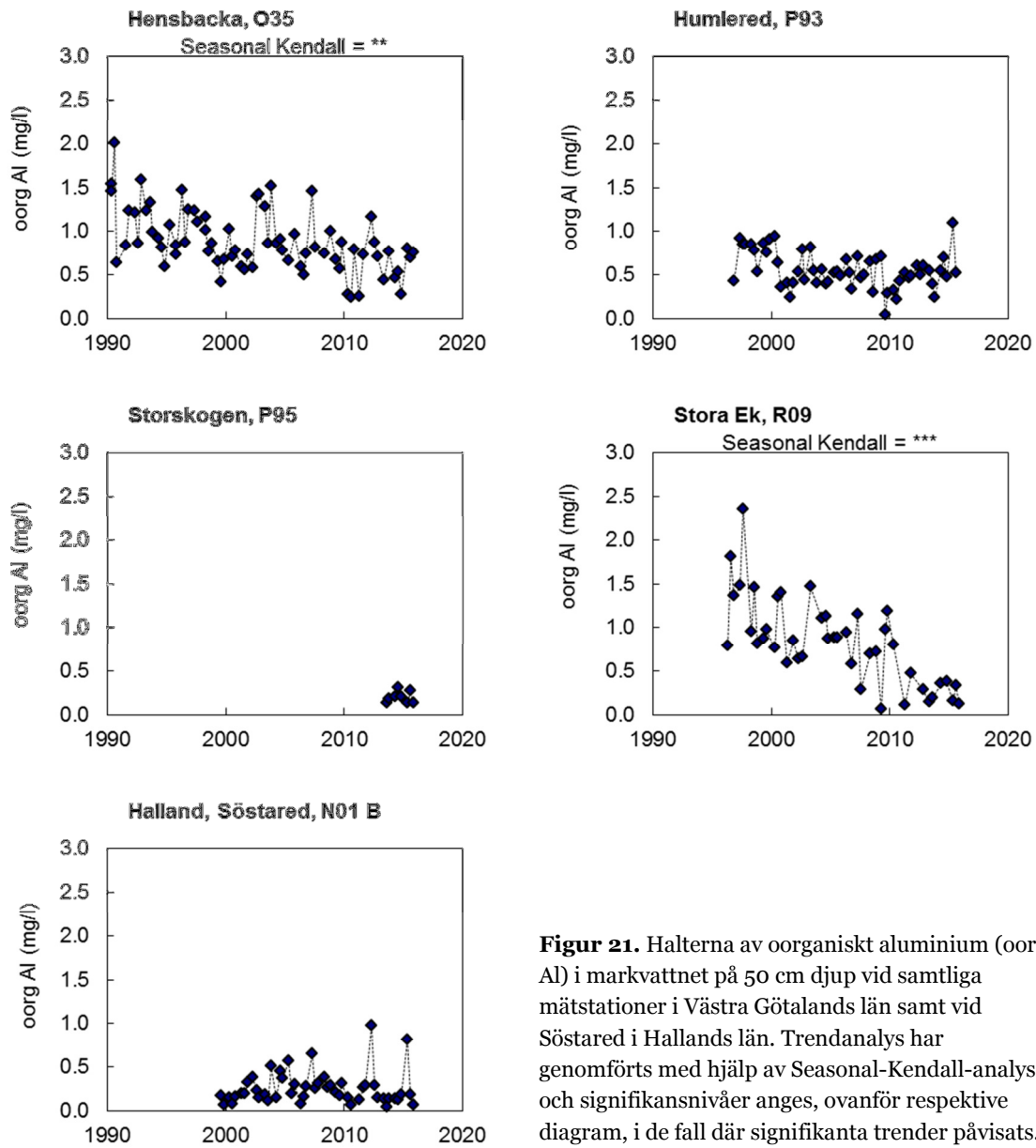
Det pågår en återhämtning från försurningen vid vissa mätstationer i länet medan ingen återhämtning sker på andra, Figureerna 19-21. Vid Hensbacka visar mätningarna på att markvattnet varit kraftigt försurat, men att det pågår en återhämtning med stigande pH och ANC samt minskande halter oorganiskt aluminium. Markvattnet vid Humlered har varit något mindre försurat än Hensbacka. Vid Humlered har pH ökat signifikant, och är nu omkring 5, och halten oorganiskt aluminium har minskat. ANC visar dock ingen förändring och ligger runt noll. Analyser av markvattnet vid Stora Ek tyder på att återhämtning från försurning pågår, då det finns en signifikant ökande trend för pH och ANC, och en signifikant kraftigt minskande trend för oorganiskt aluminium. Vid Söstared i norra Halland sker inga förändringar i markvattnet, med ett pH som ligger strax över 5, ANC strax över noll och halter av oorganiskt aluminium är förhöjda.



Figur 19. pH i markvattnet på 50 cm djup vid samtliga mätstationer i Västra Götalands län samt vid Söstared i Hallands län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall -analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

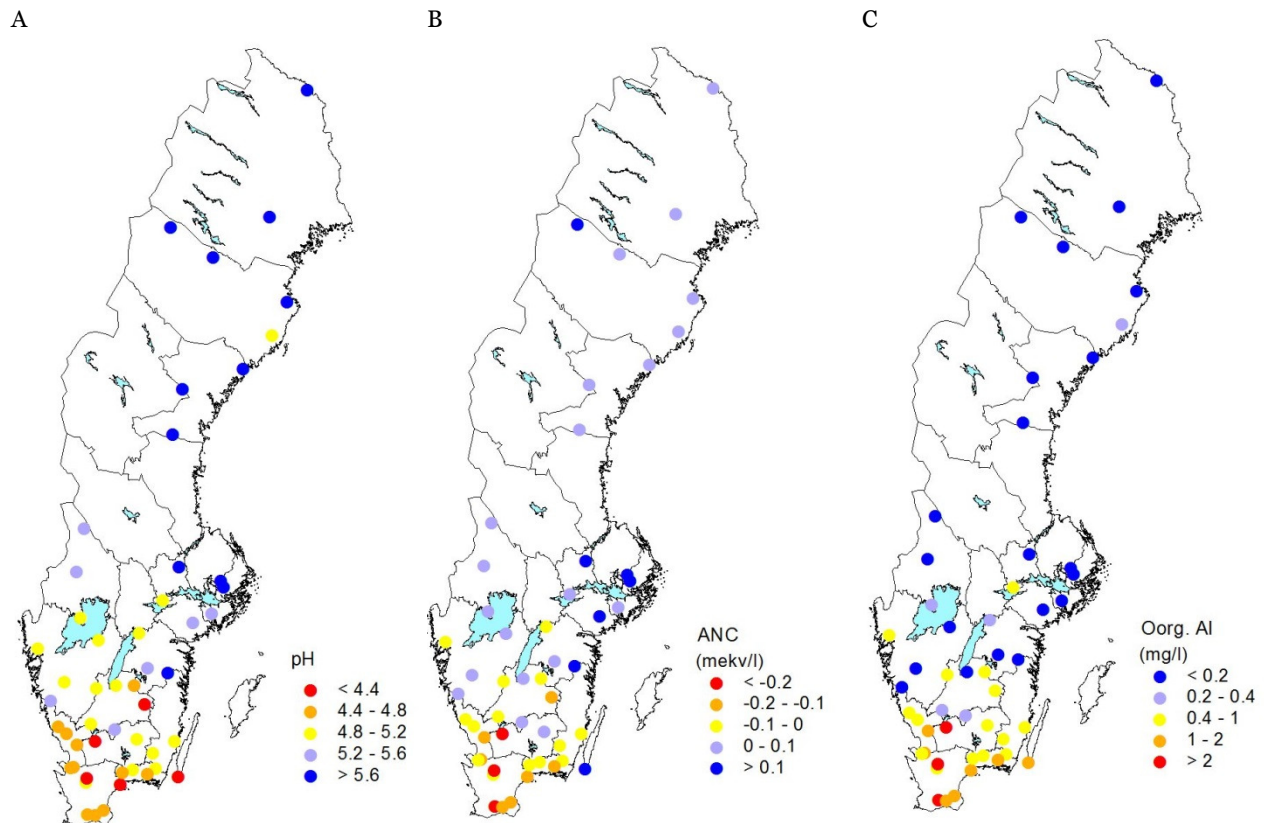


Figur 20. ANC (syranneutraliserande förmåga) i markvattnet på 50 cm djup vid samtliga mätstationer i Västra Götalands län samt vid Söstaröd i Hallands län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.



Figur 21. Halterna av oorganiskt aluminium (oorg-Al) i markvattnet på 50 cm djup vid samtliga mätstationer i Västra Götalands län samt vid Söstared i Hallands län. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Figur 22 visar pH, ANC och oorganiskt aluminium i markvattnet (medianvärde för de tre senaste åren) vid olika platser inom Krondroppsnätet. Det finns en gradient vad gäller markförsurningen från sydväst mot nordost, med det framgår också att det inom denna gradient finns lokala variationer. Orsakerna till dessa variationerna är föremål för forskning.



Figur 22. pH (A), ANC (B) och oorganiskt aluminium (C) i markvattnet på 50 cm djup vid olika platser inom Krondroppsnätet. Det värde som anges är medianvärdet under de senaste tre åren.

4 Aktuellt 2015

4.1 Krondropps nätets 30-årsjubileum



Den 13-14 oktober 2015 firade Krondropps nätets 30 år. Detta gav oss en unik möjlighet att samla, inte bara de som för närvarande är engagerade i Krondropps nätet, utan även de som tidigare har varit drivande inom projektet.

Firandet inleddes med presentationer om hur Krondropps nätet startade samt om historiken och syftet med övervakningen. Därefter presenterades hur det framtida skogsbruket kan se ut samt vilket behov det finns av miljöövervakning i skogen. Vi hörde även föredrag om Krondropps nätets frågeställningar i ett internationellt perspektiv utifrån synvinklar från LRTAP¹ och AirClim² samt varför Havs- och vattenmyndigheten är intresserade av skogsbruk och kopplingen mark-vatten. Genom tre olika föredrag fick vi belyst Krondropps nätets roll inom tre myndigheters olika ansvarsområden. De tre myndigheterna var: Skogsstyrelsen, Havs- och vattenmyndigheten och Naturvårdsverket. Under de två dagarna presenterades även resultat från verksamheten inom Krondropps nätet av projektledningsteamet.

Under firandet genomfördes en uppskattad excursion till Krondropps nätetsytan Timrilt utanför Halmstad. Under excursionen presenterades försurnings- och övergödningsproblematiken i Halland samt Krondropps nätets koppling till Skogsstyrelsens observations (OBS)-ytor.

Jubileumsprogrammet avslutades med en panel-diskussion om Krondropps nätets roll i framtida skoglig miljöövervakning. Moderator var Håkan Pleijel (Göteborgs universitet) och i panelen ingick Hillevi Eriksson (Skogsstyrelsen), Maria Barton (Naturvårdsverket), Ulrika Stensdotter Blomberg (Havs- och vattenmyndigheten), Christer Ågren (AirClim) och Peringe Grennfelt (IVL).



¹ Luftkonventionen om långväga transporterade luftföroreningar

² Luftförorenings- och klimatsekretariatet

Vi tackar alla föredragshållare och paneldeltagare för mycket intressanta föredrag och diskussioner: Peringe Grennfelt, Hans Hultberg och John Munthe (IVL); Eva Hallgren-Larsson (Kronobergs läns Luftvårdsförbund); Ulf Lettevall (f.d. miljövårdsdirektör Blekinge), Göran Örlander (Södra); Lars Stibe och Jennie Thronée (Länsstyrelsen i Hallands län); Bengt Nihlgård (Prof. emeritus Lunds universitet); Stefan Anderson (Skogsstyrelsen); Christer Ågren (AirClim); Per Olsson och Ulrika Stensdotter Blomberg (Havs- och vattenmyndigheten); Hillevi Eriksson (Skogsstyrelsen); samt Maria Barton (Naturvårdsverket).

Vi tackar även alla i publiken som hade möjlighet att närvara, för ett stort engagemang och intressanta diskussioner. Det var ett mycket givande jubileumsfirande och vi i projektledningsteamet ser verkligen fram emot de kommande 30 årens arbete inom Krondroppsnätet.

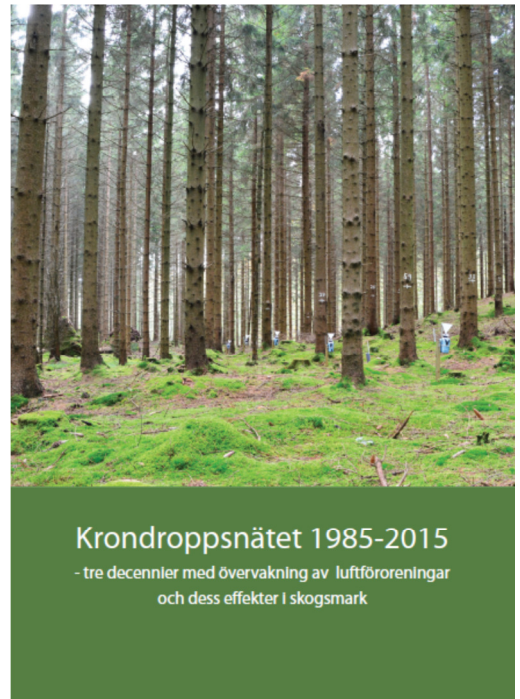


I samband med att Krondroppsnätet fyllde 30 år presenterades en nyproducerad populärvetenskaplig temarapport "Krondroppsnätet 1985-2015 – tre decenniers övervakning av luftföroreningar och dess effekter på skogsmark" som sammanfattar 30 års arbete inom Krondroppsnätet.

I jubileumsskriften kan läsas om:

- Hur allt började...
- Krondroppsnätets mätningar – var, när och hur?
- Minskar halterna av luftföroreningar över Sverige?
- Minskningen av svavelnedfallet – en framgångssaga
- Markens försurningsminne avspeglas i markvattnet
- Hur stort är kvävenedfallet – egentligen?
- Skogsekosystemet tar upp allt kväve – eller?
- Extrema händelser i skogen – allt viktigare i miljömålsuppföljningen
- Vattnets väg från mark till bäck
- En resa in i framtiden med ekosystemmodellen ForSAFE
- Krondroppsnätet – 2015 och framåt

Jubileumsskriften kan hämtas hem från Krondroppsnätets webbplats: www.krondroppsnatet.ivl.se. Den går även bra att beställa från IVL i tryckt version.



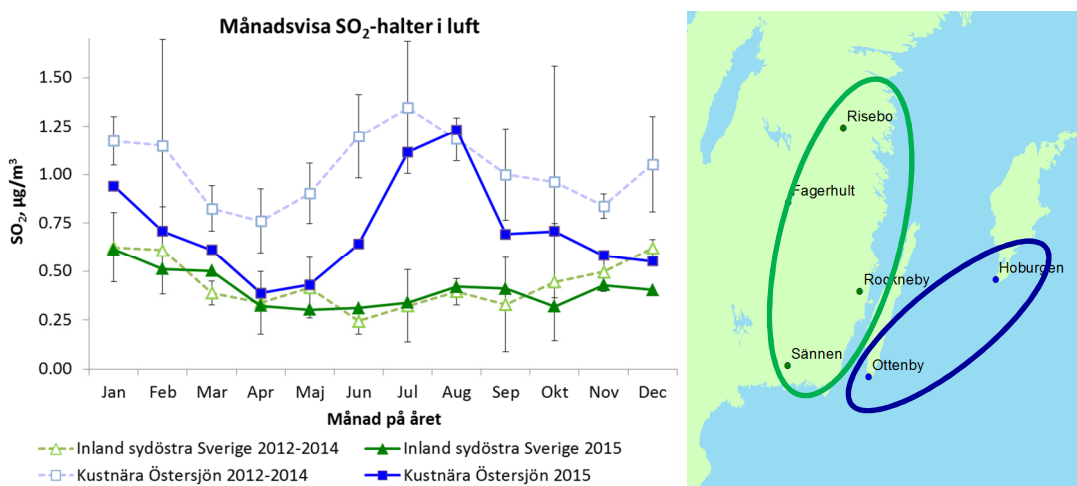
4.2 Minskad svavelhalt i fartygsbränsle ger lägre SO₂-halter i luft

Gränsvärdena för hur mycket svavel som fartygsbränsle får innehålla skärptes den 1 januari 2015, från tidigare 1 procent till 0,1 procent svavel. Beslutet att skärpa gränsvärdet för hur mycket svavel som fartygsbränsle får innehålla ser ut att ha gett resultat. Mätningar av lufthalter inom Krondroppsnetet och Luft- och Nederbördskemiska nätet (LNKN)³ visar att halterna av svaveldioxid vid två kustnära platser i Östersjön som medelvärde för 2015 (jan-dec) var cirka 30 % lägre jämfört med motsvarande medelvärde för de tre närmast föregående åren. För andra mätplatser inom Krondroppsnetet och LNKN i sydöstra Sverige, belägna längre inåt landet, syns inte motsvarande förändring.

Resultaten från mätningarna behöver dock bekräftas genom ytterligare analyser vad gäller till exempel väder och rådande vindriktningar, för att helt kunna fastslå fartygsutsläppens betydelse för de minskade lufthalterna av SO₂ vid kustnära platser samt eventuell fortsatt minskning. Fortsatta mätningar får visa om även lufthalterna av svaveldioxid i inlandet kommer att minska.

Halten av svavel i bränslet påverkar utsläppens inverkan på luftföroreningarna på flera olika sätt. De svenska resultaten stämmer överens med resultaten från danska mätningar vid Anholt, Tange och Risö, som visar på en minskning av svaveldioxidhalten i luften på mellan 50 och 60 % för perioden jan-maj 2015, jämfört med medelhalten för perioden jan-maj 2011-2014. Ref: Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. Dato: 2 oktober 2015.

I Figur 23 visas månadsmedelhalter av svaveldioxid i luften vid två kategorier av platser (kustnära vid Östersjön samt inlandet i sydöstra Sverige) uppdelat på olika månader på året. 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 Krondroppsnetet medan Hoburgen samt Sannen ingår i LNKN. Mätningarna har finansierats av Naturvårdsverket (Ottenby, Hoburgen samt Sannen), Kalmar läns luftvårdsförbund (Rockneby, Risebo) samt Jönköpings läns luftvårdsförbund (Fagerhult).



Figur 23. I diagrammet visas månadsvisa värden dels för 2015 (fyllda symboler), dels som medelvärde för respektive månad för 2012-2014 (ofyllda symboler). Blå symboler visar medelvärdet för de kustnära platserna och gröna symboler gäller platserna i inlandet. Standardavvikelse visas med staplar.

³ Mätningarna inom Luft- och Nederbördskemiska nätet genomförs av IVL inom ramen för den nationella miljöövervakningen, finansierad av NV.

4.3 Nytt Program inom Krondroppsnetet, 2015-2020

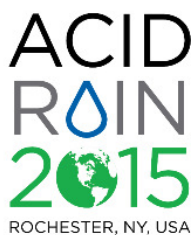
Under 2015 initierades ett nytt sexårigt samarbetsprojekt som finns att läsa om på Krondroppsnetets webbplats: www.krondroppsnetet.ivl.se.

Grundtanken med programmet är att, utifrån depositions-, markvatten- samt lufthaltsmätningar, ge kunskap om belastning av luftföroreningar och dess effekter på växtlighet, mark och vatten.

Program 2015-2020 utgör en fortsättning på det tidigare programmet (2011-2014) med några förändringar.



4.4 Forskare inom Krondroppsnetet deltog i konferensen Acid Rain i Rochester, USA i oktober 2015



Konferensen Acid Rain hålls vart 5:e år och utgör ett forum för forskare och beslutsfattare att diskutera forskningsfrågor och policies relaterade till försurning- och återhämtning. Temat för årets konferens var: "Successes Achieved and the Challenges Ahead".

Vid konferensen presenterade Cecilia Akselsson en poster som beskrev återhämtning från försurning och kväveutlakning vid tre krondroppsytor som drabbats av klimatrelaterade händelser: havssaltepisoder, storm och insektsangrepp.

Postern: "Recovery from acidification and N leaching under the influence of climate related events: sea salt episodes, wind throws and insect attacks" mottogs med stort intresse, och finns att läsa på Krondroppsnetets webbplats: www.krondroppsnetet.ivl.se

4.5 Ny rapport om kritisk belastning för försurning och övergödning på regional nivå, på uppdrag av Länsstyrelsen i Norrbottens län

Under 2015 utförde IVL tillsammans med Lunds universitet kartläggningar av kritisk belastning för aciditet och kväve för olika ekosystemtyper i Norrbottens län, på uppdrag av Länsstyrelsen i Norrbottens län. Tre olika modeller användes: PROFILE, ForSAFE och MAGIC. Dessutom beräknades kritisk belastning för kväve baserat på empiriskt framtagna gränsvärden. Flera av kartläggningarna baserades på redan utförda nationella beräkningar, som skalades ner till Norrbottens län. I rapporten ingår även en analys av rådande kunskapsläge av kvävet inverkan på fjällnära vegetation.

Kartläggningarna av kritisk belastning och överskridande i Norrbottens län visade att problemen med försurning och övergödning är små i länet. Resultaten visade dock att det finns risk för överskridande av den kritiska belastningen för försurning och övergödning kväve i mindre områden i länets östligaste delar. Den kritiska belastningen av aciditet överskrids på 1 % av länets area med avseende på sjöar. När det gäller skogsmark visade den dynamiska modellen ForSAFE att det inte finns något överskridande alls, medan den statiska modellen PROFILE visade på ett överskridande på 0,5 % av de modellerade provytorna, det vill säga i samma storleksordning som för sjöarna. Det är längs kusten, där nedfallet är som störst, som risken för överskridanden finns.

Beräkningarna avseende övergödning kväve ger lite olika resultat med de olika metoderna. Modellberäkningarna där markvegetation samt kvävehalter i markvatten används som kriterier visade på överskridande i de östligaste delarna av länet. För de största arealerna visade beräkningarna dock inte på något överskridande. Enligt beräkningarna med de empiriskt satta gränserna fanns inget överskridande alls. Dock är det viktigt att påpeka att det finns begränsningar med empirisk beräkning av kritisk belastning för kväve. Det skulle till exempel kunna finnas vegetationstyper som är känsligare med avseende på kväve än de vegetationstyper som använts för att ta fram gränsvärdena, till exempel i fjällområdena. Kunskaperna om kväveeffekter på olika ekosystem behöver förbättras för att kunna kartlägga detta.

Läs mer i: Akselsson, C., Belyazid, S., Jutterström, S., Pihl Karlsson, G., Karlsson, P.E., 2015. Kritisk belastning för försurning och övergödning i Norrbottens län. IVL Rapport NR C 126. Rapporten kan hämtas hem från Krondropps nätets webbplats: www.krondroppsnetet.ivl.se eller från IVLs hemsida: www.ivl.se.

4.6 Temarapport under 2016

Under hösten 2016 kommer en temarapport att ges ut som sannolikt kommer att behandla effekterna av vulkanutbrottet på Island vid Holuhraun som startade den 31 augusti 2014 och pågick till 27 februari 2015. Mycket stora mängder lava strömmade ut och utbrottet var det största på Island sedan 1783. I marknivå i vulkanens närhet uppmättes svaveldioxidhalter på över 80 000 µg/m³. Röken från vulkanen i Holuhraun har enligt beräkningar producerat mer svaveldioxid på ett halvår än hela Europas årliga samlade utsläpp, inklusive sjöfarten. Inom Krondropps nätets mätningar kunde förhöjda svavelhalter i luften och en förhöjd svaveldeposition detekteras. Försök pågår med att koppla modellberäkningar och trajektorier till mätningar inom bl.a Krondropps nätet för att se om de förhöjda svavelhalterna och det förhöjda svavelnedfallet under det hydrologiska året 2014/15 kan förklaras av vulkanutbrottet.

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

Tabell B1:1. Medelvärde under **hydrologiskt år samt kalenderår** från mätningar över **öppet fält** i Västra Götalands län. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	Period	Nedb	H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
		mm	kg/ha →										
Hensbacka	14/15	1305	0,15	4,9	3,5	30,3	5,1	5,5	2,2	2,2	17,7	1,6	0,20
Storskogen	14/15	934	0,07	3,4	2,6	17,8	3,8	4,5	1,8	1,3	10,6	1,3	0,14
Hensbacka	2014	1251	0,18	4,6	3,4	25,4	4,5	4,2	1,4	1,8	14,7	1,2	0,19

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

Lokal	Period	Nedb	oorg N	org N
		mm	kg/ha →	
Hensbacka	14/15	1305	10,5	0,2
Storskogen	14/15	934	8,2	0,7
Hensbacka	2014	1251	8,7	0

Tabell B1:3. Krondroppsdata från Västra Götalands län, komplett **hydrologisk årsdeposition samt kalenderårsdeposition**. Nederbörd (Ned) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	Period	Nedb	H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
		mm	kg/ha →										
Hensbacka	14/15	819	0,07	7,6	3,1	97,4	4,0	2,1	6,6	6,7	52,0	20,8	0,76
Humlered	14/15	663	0,10	4,6	2,2	50,7	3,5	2,0	4,0	4,0	28,6	6,8	0,57
Storskogen	14/15	785	0,06	6,9	3,3	77,9	4,3	2,8	7,2	6,0	42,3	15,1	1,23
Stora Ek	14/15	464	0,02	2,7	1,5	25,7	1,3	1,4	3,0	2,2	13,2	15,6	1,35
Hensbacka	2014	749	0,07	5,8	3,4	52,8	4,5	1,8	5,0	4,3	29,0	16,1	0,59
Humlered	2014	760	0,09	3,4	2,3	23,4	2,4	1,7	2,9	2,4	13,0	6,3	0,47
Storskogen	2014	796	0,07	6,1	3,8	49,7	4,8	3,7	5,4	4,6	27,7	13,5	1,00
Stora Ek	2014	454	0,02	2,3	1,6	15,2	1,7	1,6	2,5	1,7	8,1	14,2	1,09

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

Lokal	Period	Nedb mm	kg/ha →	
			oorg N	org N
Hensbacka	14/15	819	6,1	2,6
Humlered	14/15	663	5,5	2,0
Storskogen	14/15	785	7,2	3,3
Stora Ek	14/15	464	2,7	2,0
Hensbacka	2014	749	6,4	2,3
Humlered	2014	760	4,1	2,1
Storskogen	2014	796	8,5	3,3
Stora Ek	2014	454	3,3	2,1

Tabell B1:5. Lufthalter som årsmedelvärden samt som sommar- och vinterhalvårsmedelvärden i Västra Götalands län, diffusionsprovtagning, µg/m³.

Lokal	Period	SO ₂	NO ₂	NH ₃	O ₃
		ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³
Hensbacka (O 35 A)					
Mv hydr. år	1410-1509	0,6	2,3	-	-
Mv kal. år	1401-1412	0,7	2,3	-	-
Mv vinter	1410-1503	0,8	2,8	0,3	-
Mv sommar	1504-1509	0,5	1,8	<0,3	65

Tabell B1:6. Markvattendata från Västra Götalands län. Mätningar efter vegetationssäsongen 2014 samt före, under och efter vegetationssäsongen 2015. Median beräknad för de senaste tre åren. n = antalet mätvärden som använts i medianvärdet.

Lokal	Datum	pH	Alk	ANC	SO ₄ -S	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺	Fe ^{2+/3+}	ooAl	tAl	TOC	BC/ooAl
			mekv/l →	mg/l →														
Hensbacka (O 35 A)	2014-11-04	5,0	-	0,027	1,31	7,54	0,066	<0,030	0,22	0,50	6,15	0,26	0,039	0,061	0,270	1,000	9,5	3,3
	2015-04-27	4,7	-	-0,071	0,73	16,05	0,140	<0,030	0,35	0,98	7,52	0,46	0,048	0,053	0,790	1,300	6,1	2,1
	2015-09-04	4,7	-	-0,051	0,91	15,83	<0,005	<0,030	0,30	0,83	8,14	0,58	<0,030	0,048	0,690	1,200	7,2	2,2
	2015-11-02	4,7	-	-0,039	0,91	16,68	0,029	<0,030	0,33	0,95	8,82	0,48	<0,030	0,042	0,750	1,200	6,9	2,1
	median	4,8		-0,004	0,93	10,71	0,066	<0,03	0,29	0,65	6,88	0,31	0,044	0,062	0,605	1,15	7,8	2,1
<i>n=</i>	<i>9</i>			<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>
Humlered (P 93 A)	2014-09-29	5,0	-	0,011	0,96	3,69	<0,005	<0,030	0,29	0,30	3,08	0,10	<0,030	0,025	0,470	0,620	3,3	1,3
	2015-04-29	4,8	-	-0,088	0,84	12,66	<0,005	<0,030	0,51	0,55	5,70	0,13	<0,030	0,024	1,090	1,200	2,6	1,0
	2015-09-02	5,0	-	-0,041	0,36	9,59	<0,005	<0,030	0,26	0,40	4,68	0,11	<0,030	0,021	0,506	0,600	2,4	1,4
	2015-11-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median	5,0		-0,015	1,11	4,88	<0,005	<0,03	0,38	0,33	3,41	0,11	<0,03	0,029	0,518	0,65	3,4	1,3
<i>n=</i>	<i>8</i>			<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>
Storskogen (P 95 A)	2014-11-03	5,0	-	0,093	1,78	11,19	<0,005	<0,030	0,60	0,85	9,45	0,31	0,354	1,500	0,200	1,200	20,7	7,8
	2015-04-27	5,0	-	0,057	1,26	11,51	<0,005	<0,030	0,66	0,97	7,79	0,32	0,193	1,100	0,130	1,000	15,8	13
	2015-08-31	4,4	-	0,057	2,17	12,23	<0,005	<0,030	0,76	1,00	9,32	0,48	0,060	0,750	0,260	1,100	19,3	7,5
	2015-11-02	5,1	-	0,096	2,39	12,05	<0,005	<0,030	0,95	1,17	9,83	0,53	0,041	1,300	0,130	1,100	18,4	18
	median	5,0		0,071	1,97	11,2	<0,005	<0,03	0,69	0,98	8,84	0,5	0,163	1,2	0,185	1,1	18,8	11
<i>n=</i>	<i>8</i>			<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>8</i>
Stora Ek (R 09 A)	2014-11-03	4,7	-	0,087	4,22	14,64	<0,005	<0,030	1,51	1,71	12,17	0,70	0,399	0,820	0,370	1,300	26,9	9,2
	2015-04-27	5,0	-	0,087	2,60	12,47	0,014	<0,030	1,59	1,32	9,14	0,65	0,202	0,570	0,150	0,660	-	20
	2015-08-31	5,1	-	0,007	4,94	9,47	<0,005	<0,030	0,50	1,22	10,38	0,22	0,039	0,026	0,320	0,480	6,3	5,8
	2015-11-02	5,3	-	0,111	5,18	8,80	<0,005	<0,030	0,84	1,36	11,89	0,46	0,113	0,140	0,110	0,520	10,4	22
	median	5,1		0,087	4,22	8,8	<0,005	<0,03	1,21	1,22	10,38	0,42	0,202	0,19	0,18	0,6	10,4	11
<i>n=</i>	<i>9</i>			<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>7</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	



IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm
Tel: 010-788 65 00 Fax: 010-788 65 90
www.ivl.se