

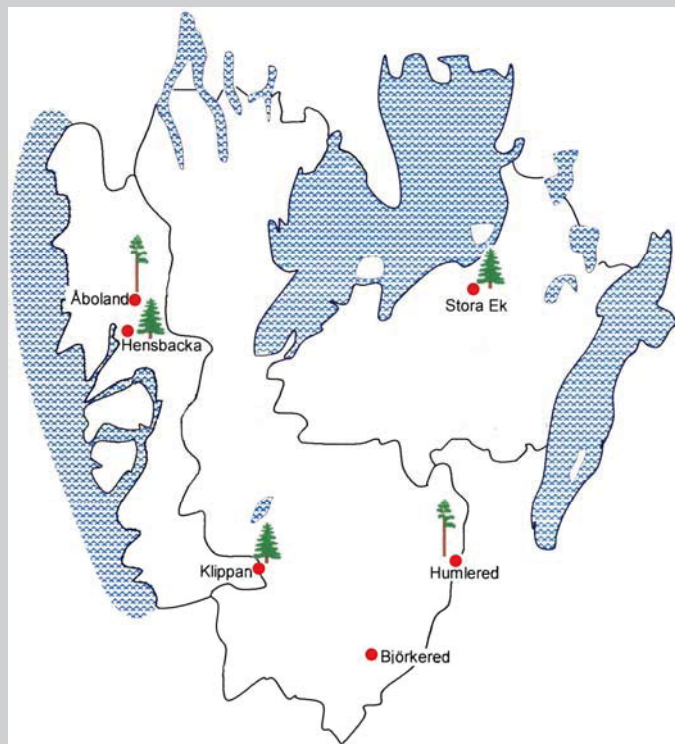


LÄNSSTYRELSEN
VÄSTRA GÖTALANDS LÄN

Övervakning av luftföroreningar i Västra Götalands län – mätningar och modellering

Hydrologiskt år: resultat t.o.m. september 2008

Kalenderår: resultat t.o.m. 2007



Rapportnr: 2009:43

ISSN: 1403-168X

Text: Gunilla Pihl Karlsson, Cecilia Akselsson, Sofie Hellsten,
Per Erik Karlsson & Gunnar Malm, IVL Svenska miljöinstitutet

Utgivare: Länsstyrelsen i Västra Götalands län, miljöskydds-enheten

Rapporten finns som pdf på www.lansstyrelsen.se/vastragotaland under Publikationer/Rapporter.

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	2
Inledning.....	3
Ord att förklara.....	4
Stationsvis redovisning.....	5
Trendanalys med Mann-Kendall och Seasonal-Kendall-metodik.....	5
Åboland (O 01).....	5
Klippan (O 05).....	7
Hensbacka (O 35).....	10
Björkered, Tranemo (P 12).....	12
Humlered (P 93).....	13
Stora Ek (R 09).....	15
Sammanfattande bedömning för Västra Götalands län 2007/08.....	18
Modellberäknad deposition av svavel och kväve på kommun- och länsnivå.....	19
Jämförelse med mål och normer kalenderår.....	23
Nedfall av svavel och kväve.....	23
Luftkvalitet.....	24
Temainriktad rapport.....	25
Ny webbplats.....	25
Nytt från Naturvårdsverket.....	26
Referenser.....	27
Bilaga 1. Data i tabellform - deposition, lufthalter, markvatten.....	28
Bilaga 2. Beskrivning av trendanalys med Mann-Kendall och Seasonal-Kendall-metodik.....	39

Rapporten godkänd
2009-06-09



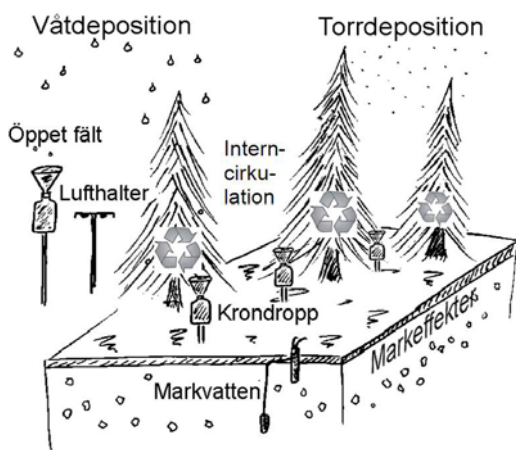
John Munthe
Avdelningschef

Sammanfattning

På uppdrag av Länsstyrelsen i Västra Götalands län samt Tranemo kommun mäter IVL nedfall av luftföroreningar och markvattenkvalitet på sex platser i länet. Krondroppsnetet har sedan starten 1985 löpt i perioder och 2007 initierades ett nytt fyraårigt samarbetsprojekt. Grundtanken med Program 2007 är att utifrån depositions-, markvatten- samt lufthaltsmätningar ge kunskap om belastningen av luftföroreningar och dess effekter på vegetation, mark och vatten. Mätningarna kompletteras med fördjupade modellberäkningar på regional nivå som baseras på modellberäkningar på nationell nivå med hög geografisk upplösning. Denna rapport fokuserar på redovisning av mätresultat. Den modellansats som ingår rör kommunvis deposition.

De lufthalter som uppmätts i länet var, liksom i övriga södra Sverige under mätperioden låga. Under mätperioden 2007/08 var årsmedelhalten av SO₂ den hittills lägsta som uppmätts och NO₂-medelvärdet var det näst lägsta i mätserien i Hensbacka. Sommarhalvårsmedelhalten för ozon var på en för lokalen normal nivå och mätningarna visar att regeringens långsiktiga mål för marknära ozon överskrids 2008 vid Hensbacka. Nederbörden var under det hydrologiska året 2007/08 hög, ca 1200 mm, vid länets två stationer på öppet fält. Trots detta var nedfallet av svavel generellt mycket lågt, 1-3,5 kg svavel deponerades till de fem krondroppsytorna i länet och på tre av dessa ytor uppmättes det lägsta nedfallet under hela mätperioden. Både i krondroppsytorna och i de två mätstationerna på öppet fält har svaveldepositionen minskat signifikant. Kvävenedfallet till öppet fält var högre än genomsnittet för mätperioden under det hydrologiska året 2007/08. Framförallt nedfallet av ammoniumkväve har varit förhöjt under senare år, ett mönster som syns även på ytor i angränsande län. Orsaken till det ökade nedfallet är oklar och kommer att utredas.

Markvattnet i länet uppvisar varierande surhetsgrad, med surast markvatten i den gamla granskogen i Klippan (pH mellan 4,4 och 4,5 under 2007/08) och minst surt markvatten i de två ytorna Åboland och Humlered med 60-årig tallskog (pH runt 5,0). Halten sulfatsvavel har minskat signifikant vid alla lokaler, förutom i Stora Ek, i takt med det minskade svavelnedfallet. Klippan, den mest försurningspåverkade lokalen i länet, visar tecken på återhämtning med en signifikant ökning av ANC och minskning av halten oorganiskt aluminium. Halten av oorganiskt kväve i markvattnet i de fem skogliga lokalerna har generellt varit låg, vilket tyder på att skogen tar upp merparten av tillgängligt kväve. I Klippan och Stora Ek har dock kvävehalten, framför allt ammoniumkväve, varit förhöjd vid ett flertal mätningar.



Figur 1. Principskiss för mätningarna. Nedfallet till skogsytorna består av vätdeposition och torrdeposition. Vissa ämnen interncirkuleras i trädkronorna vilket innebär att det som uppmäts i krondroppet är vätdeposition + torrdeposition ± interncirkulation.

Uppdragsgivare:

Länsstyrelsen i Västra Götalands län, samt Tranemo kommun

Utförande organ:

IVL Svenska Miljöinstitutet AB
Box 5302,
SE-400 14 Göteborg

Författare: G. Pihl Karlsson, C. Akselsson, S. Hellsten, P.E. Karlsson & G. Malm

Nyckelord: Deposition, svavel, kväve, skogsytor, Västra Götalands län

IVL rapport B 1844

Beställs via någon av följande adresser:

Länsstyrelsen i Västra Götalands län

Gunnar Barrefors
Miljöskyddsenheten
403 40 Göteborg

Annika Hohlfält
Tranemo kommun
514 80 Tranemo

IVL, Publikationsservice
Box 21060

SE-100 31 Stockholm
Tel: 08-598 563 00

Fax: 08: 598 563 90

publikationsservice@ivl.se

Inledning

På uppdrag av främst luftvårdsförbund och länsstyrelser genomför IVL Svenska Miljöinstitutet AB sedan 1985 länsbaserade undersökningar med regional upplösning av luftföroreningar och dess effekter med avseende bland annat på försurning, övergödning och marknära ozon. Grundtanken med nuvarande samarbetsprogram, ”Program 2007”, är att utifrån depositions-, markvatten- samt lufthaltsmätningar ge kunskap om belastning av luftföroreningar och dess effekter på vegetation, mark och vatten. Mätningarna kompletteras med modellberäkningar för att kunna ta ett samlat grepp främst på miljömålen *Bara naturlig försurning*, *Ingen övergödning* och *Frisk luft* på regional nivå. Förutom ovan nämnda miljömål berör aktiviteterna inom **Krondropps nätet** även miljömålen: *Levande sjöar och vattendrag*, *Grundvatten av god kvalitet*, *Levande skogar* samt *Storslagen fjällmiljö*.

Ett mätår är ett hydrologiskt år som motsvarar perioden 1 oktober till 30 september. Resultaten redovisas årligen i rapporter samt på Krondropps nätet nya webbplats, www.krondroppsnetet.ivl.se. Mätningarna av deposition används för att beräkna den årliga depositionen vid mätplatsen, men bidrar även till att visa i vilken utsträckning de nationella modellberäkningarna av depositionen ger rimliga resultat. **Deposition av luftföroreningar** mäts månadsvis inom Krondropps nätet, dels på öppet fält, dels i skogen (krondropp). Mätningarna på **öppet fält**, som sker vid 23 lokaler 2007/08, speglar huvudsakligen våtdeposition, det vill säga föroreningarna som följer med nederbörden ner.

Krondroppsmätningarna, som sker vid 62 lokaler, speglar utöver våtdepositionen även torrdepositionen, det vill säga luftföroreningar som transporteras med vinden och fastnar i trädskronorna. För vissa ämnen finns en betydande interncirkulation i trädskronorna, vilket gör att det som mäts upp via krondropp skiljer sig från den totala depositionen. **Lufthaltsmätningar** av svaveldioxid, kvävedioxid, ammoniak och ozon sker vid 22 lokaler med hjälp av diffusionsprovtagare som kvantitativt absorberar den gas som skall mätas. Lufthaltsmätningarna ger bl.a. underlag för effektbedömningar, trendanalyser och jämförelser med miljömålet *Frisk Luft*.

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

Nytt i årets rapportering är att två typer av rapporter görs, dels dessa länsvisa mer direkt resultatriktade rapporter och dels en nationell mer temainriktad rapport om trender, senare i år. I denna rapport redovisas även nya figurer med tidstrender för deposition och markvattenkemi samt förbättrade rutiner för statistisk trendanalys. Modellresultat presenterades mycket ingående i förra årets rapport och den modellering som ingår i denna rapport gäller kommunvis deposition. Nytt är även att resultaten presenteras på kalenderår i tabeller samt vid jämförelser med miljö kvalitetsmål och normer. Temarapporten kommer att bli klar i slutet av 2009 och finnas tillgänglig på webbplatsen samt skickas ut till alla kunder som pdf-fil.

Undersökningarna i **Västra Götalands län** är resultat av ett lagarbete där provtagning på ordinarie lokaler utförts av I Strid, L Andersson och B Persson från SVS samt A Hohlfält och P Wredin från länets kommuner. På IVL har K Koos bl. a. skött kontakter med provtagare och I Torbrink, S Weidolf, P Bengtsson, S Honkala, V Andersson och M Lidqvist har analyserat proverna. Granskning av data har huvudsakligen utförts av P Bengtsson, G Malm, P E Karlsson, S Hellsten, G Pihl Karlsson. Databehandling och rapportering av resultaten har utförts av C Akselsson, S Hellsten, P E Karlsson, G Malm samt G Pihl Karlsson.



Figur 2. Krondropps nätet under 2007/08. Samordnade mätningar av luftföroreningar i skogliga observationsytor.

Ord att förklara

ANC: "Acid Neutralising Capacity" (syraneutraliserande förmåga) beräknas som starka basers katjoner (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) minus starka syror anjoner (SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^-) räknat i ekvivalenter. Positivt värde utgörs av syrabuffrande vätekarbonat och organiska anjoner. Negativt värde uttrycker aciditet.

Antropogent: Orsakad av människan.

Baskatjoner: Positiva joner av alkalimetaller med ursprung i syraneutraliserande föreningar. Viktigast i detta sammanhang är kalcium, magnesium och kalium.

BC/ooAl: Kvot mellan baskatjoner (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+) och oorganiskt aluminium. Baseras på enheten mol och indikerar markens försurningsstatus. Kvot under 1 anses medföra en ekologisk risk.

CLE: Basscenario för depositionsminskning till 2020 enligt "Current legislation", d.v.s. de beslut om minskade utsläpp som finns inom Europa.

Deposition: Nedfall av luftföroreningar från atmosfären.

EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme): Europeiskt samarbete avseende gränsöverskridande luftföroreningar för kontroll av luftens och nederbördens sammansättning samt beräkningar av transport av luftföroreningar.

Hydrologiskt år: Omfattar oktober till september, baseras på vattnets cirkulation i naturen.

Interncirkulation i trädkronan: Vissa ämnen interncirkuleras i trädkronan, vilket innebär att det som uppmäts i krondropp inte överensstämmer med totaldepositionen. Exempel på ämnen som interncirkuleras är kväve som främst tas upp till barr/blad och kalcium, magnesium och kalium som främst utsöndras via barr/blad.

Jordart: Sönderkrossade och vittrade bergarter bildar jordarter med olika kornstorlekar och sorteringsgrad. De vanligaste jordarterna är morän, olika sediment och torv.

Jordmån: Övre delen av marken som påverkas av markorganismer, klimat och vegetation. Vanligaste jordmåner i skog på fastmark är podsoler, övergångsjordar och brunjordar.

Kritisk belastning: Den högsta deposition som inte bedöms förorsaka långsiktiga skadliga effekter på strukturen och funktionen i ett ekosystem. Kritisk belastning beräknas bland annat för aciditet (försurande ämnen – svavel och kväve) och för övergödande kväve.

Krondropp: Nederbörd som passerat trädkronorna. Ger ofta bra mått på totaldeposition i skog av ämnen

som inte påverkas av interncirkulation, såsom svavel och klorid, men är ett sämre mått för t.ex. kväve, som i områden med låg eller måttlig belastning visar högre värden på öppet fält än till marken i skogen. I kraftigt kvävebelastade områden visar krondroppsmätningar större deposition än mätningar på öppet fält.

Lufthalter: Luftens innehåll av svaveldioxid (SO_2), kvävedioxid (NO_2), ammoniak (NH_3) och ozon (O_3) mäts i dessa undersökningar som månadsmedelvärde med hjälp av diffusionsprovtagare.

Mann-Kendall: statistisk metod för att beskriva trender, se Bilaga 2.

Markvatten: Vatten i markens omättade zon, oftast på väg nedåt mot grundvattnet. Provtas i dessa undersökningar med lysimetrar, 50 cm ner i mineraljorden. Suger vatten via ett fint, keramiskt filter (typ P 80).

MATCH-Sverige: Spridningsmodellsystem utvecklat på SMHI, för modellering av deposition av luftföroreningar.

pH-värde: Mått på surhetsgrad. Ju lägre pH-värde, desto mer vätejoner och surare förhållanden.

SO₄-S_{ex}: Mängd antropogent svavel i form av sulfatjoner. Svavel från havssalt har räknats bort med hjälp av uppmätt kloridhalt. Används vid jämförelse med miljökvalitetsmål.

Ståndortsindex: För att uppskatta ståndortens virkesproducerande förmåga används ett ståndortsindex (H100) som uttrycker den övre höjden vid totalåldern 100 år för ett givet trädslag. G = gran och T = tall.

Torrdeposition: Gaser och partiklar som deponeras. Dessa fastnar exempelvis på trädkronor och sköljs ned med nederbörden mot marken. För svavel och havssalt beräknas torrdeposition i dessa undersökningar som nedfall via krondropp minus nedfall på öppet fält.

Totaldeposition: Summan av våt- och torrdeposition, se "Krondropp".

Våtdeposition: Deposition via nederbörd. Mäts i dessa undersökningar genom nederbördskemiska mätningar på öppet fält eller modellberäknas genom samarbete med SMHI (MATCH-Sverige-modellen).

Öppet fält: Öppet område där nederbördskemi och/eller lufthalter mäts.

Stationsvis redovisning

Här presenteras årets mätningar vid de olika lokalerna. I första stycket beskrivs en för Krondroppsnätet ny metod för statistisk analys av trender. För deposition redovisas data som medelvärde för hydrologiskt år. I depositionsfigurerna finns även modellerad våtdeposition från SMHI (för de år vi hittills erhållit data) med avseende på nederbörds mängd, svavel och kväve. För markvattendata, visas alla mätningarna som genomförts. De tre markvattenprovtagningarna som genomförs varje kalenderår avses representera förhållandena före, under samt efter vegetationsperioden. Lufthaltsdata redovisas stationsvis i texten. I Bilaga 1 återfinns data i tabellform både som medelvärde över hydrologiskt år samt som medelvärde över kalenderår. De data som presenteras i Bilaga 1 är depositionsdata, lufthalter samt markvattendata.

Trendanalys med Mann-Kendall och Seasonal-Kendall-metodik

Mann-Kendall är en utvärderingsmetod för att påvisa signifikanta linjära trender (Mann, 1945). Förenklat kan man säga att metoden jämför alla värden parvis och summerar hur ofta det senare värdet är större respektive mindre än det tidigare värdet. Detta gör att eventuella kraftigt avvikande värden inte påverkar resultatet i någon större utsträckning. Saknade värden är inte heller något problem. Allt detta gör Mann-Kendall till en robust metod. Mann-Kendall är i allmänhet mindre känslig än linjär regression, vilket innebär att det kan vara svårare att få statistisk signifikans för en trend. Mann-Kendall kan användas på så små dataset som fyra värden.

Mann-Kendall ska inte användas på data med säsongvariation, utan då skall istället Seasonal Kendall användas. Seasonal Kendall är en vidareutveckling av Mann-Kendall-metoden. I våra analyser har vi använt Mann-Kendall för årsvisa värden för deposition och Seasonal Kendall för markvattendata. Signifikans anges i tre olika nivåer; $p < 0.05 = *$ signifikans; $p < 0.01 = **$ signifikans; $p < 0.001 = ***$ signifikans. En mer detaljerad beskrivning ges i Bilaga 2.

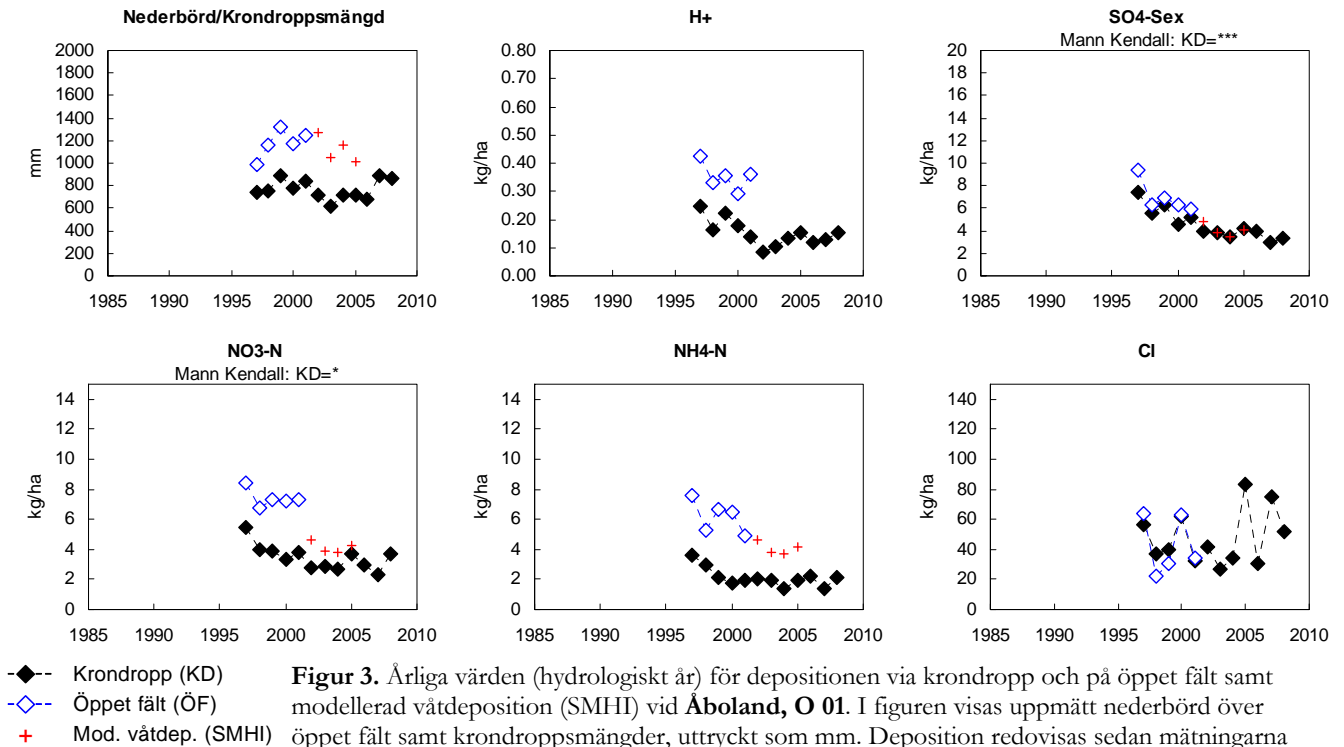
Åboland (O 01): Tallyta på plan mark i 61-årig skog med ståndortsindex T26. Jordarten utgörs av ett sandigt sediment, och jordmånen är podsol. Mätningar startade i oktober 1996. Nederbördskemiska mätningar avslutades i december 2001. Idag mäts enbart deposition via krondropp och markvattenkemi.

I Figur 3 visas samtliga mätresultat för ett urval parametrar för deposition som årsmedelvärde (hydrologiskt år) vid Åboland sedan mätstarten. Modellerad våtdeposition (SMHI) för öppet fält vid Åboland visas i Figur 3 som plustecken (+). Under det hydrologiska året 2007/08 uppgick svaveldepositionen (exklusive havssaltsbidrag) till tallskogen i Åboland till 3,3 kg per hektar. Det är något högre än föregående års deposition på 2,9 kg per hektar. När mätningarna startade 1996/97 var nedfallet av svavel 7,4 kg per hektar och nedfallet har minskat signifikant under mätperioden. Tidigare års mätningar har visat att Åboland, trots det västliga läget i länet, är mindre utsatt för svaveldeposition än Klippan och Hensbacka. Det beror på att ytan utgörs av tallskog som filtrerar luften sämre än tätare granskog. I takt med att torrdepositionen av sulfatsvavel har minskat så har också skillnaden i deposition mellan tallytan och de två andra västligt lokaliserade granytornera minskat, och nedfallet i Åboland är numera i nivå med nedfallet i Klippan och Hensbacka.

Nedfallet av kväve (räknat som summan av nitrat- och ammoniumkväve) till marken i skogen uppgick till 5,9 kg per hektar 2007/08, vilket är den högsta kvävedepositionen sedan 1998/99. Trots den relativt höga kvävedepositionen det senaste året så har nedfallet av nitratkväve minskat signifikant under mätperioden, se Figur 3. I Åboland mäts även depositionen av organiskt kväve

som under 2007/08 uppmättes till 2,2 kg per hektar, vilket är i nivå med de tre senaste årens mätningar. Detta innebär att kvävenedfallet till marken via krondropp uppgår till 8,1 kg per hektar.

Nedfallet av havssalt mätt som klorid var 52 kg klorid per hektar, se Figur 3. Detta är betydligt lägre än föregående år då stormen Per orsakade ett kloridnedfall på 75 kg per hektar.



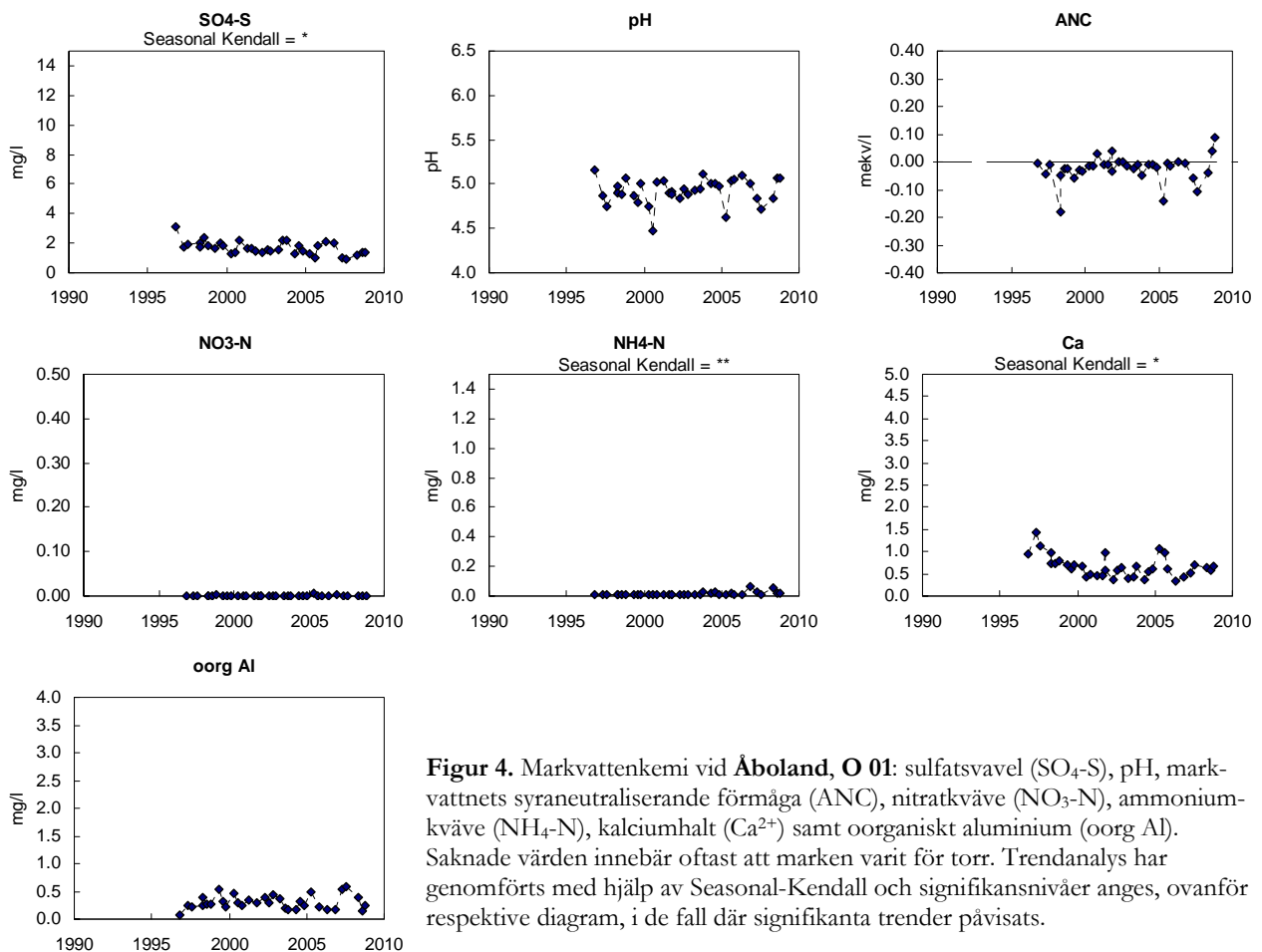
Figur 3. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och på öppet fält samt modellerad våtdeposition (SMHI) vid Åboland, O 01. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondropsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: vätejoner (H⁺); sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Modellerad nederbörd samt våtdeposition av svavel och kväve med MATCH-Sverige-modellen (Persson m.fl. 2004) visas som plustecken för de hydrologiska åren 2001/02-2004/05. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

I Figur 4 visas samtliga mätningars markvattenhalter för ett antal ämnen sedan mätstarten 1996 i Åboland. Under mätperioden har svavelhalten i markvattnet i Åboland minskat signifikant, från cirka 2,2 mg/l till omkring 1,3 mg/l. Det är en naturlig följd av den minskande svavelbelastningen i ytan. Även om det försurningsbelastande svavelnedfallet har minskat så har pH-värdet inte ökat under mätperioden. Under 2007/08 uppmättes pH-värden mellan 4,8 och 5,1 i markvattnet i Åboland, vilket är i nivå med tidigare mätningar i mätserien, se Figur 4.

Markvattnets syraneutraliserande förmåga, ANC, var mellan -0,04 och 0,09 mekv/l under 2008. Den högre halten, 0,09 mg/l, uppmättes i oktober 2008 och är den högsta noteringen sedan 1996 då mätningarna påbörjades. Fortsatt positiva värden på ANC kan indikera på återhämtning från försurning.

Totalhalten av aluminium har så gott som alltid varit under 0,5 mg/l i Åboland, varav den absoluta merparten utgörs av oorganiskt aluminium. Under 2008 var halten oorganiskt aluminium 0,2-0,4 mg/l. Natriumhalten har ökat signifikant samtidigt som kalciumhalterna har minskat sedan 1996/97 då mätserien påbörjades. Under det hydrologiska året 2007/08 var kalciumhalten omkring 0,6 mg/l, vilket är i nivå med genomsnittet för mätperioden.

Halten nitratkväve i marken har varit under eller nära detektionsgränsen, vilket innebär att skogen effektivt tar upp det kväve som finns. Även halterna ammoniumkväve har varit låga, även om halterna har varit något högre under de senaste fem åren, med halter upp till 0,06 mg/l.



Figur 4. Markvattenkemi vid Åboland, O 01: sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalciumhalt (Ca²⁺) samt oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

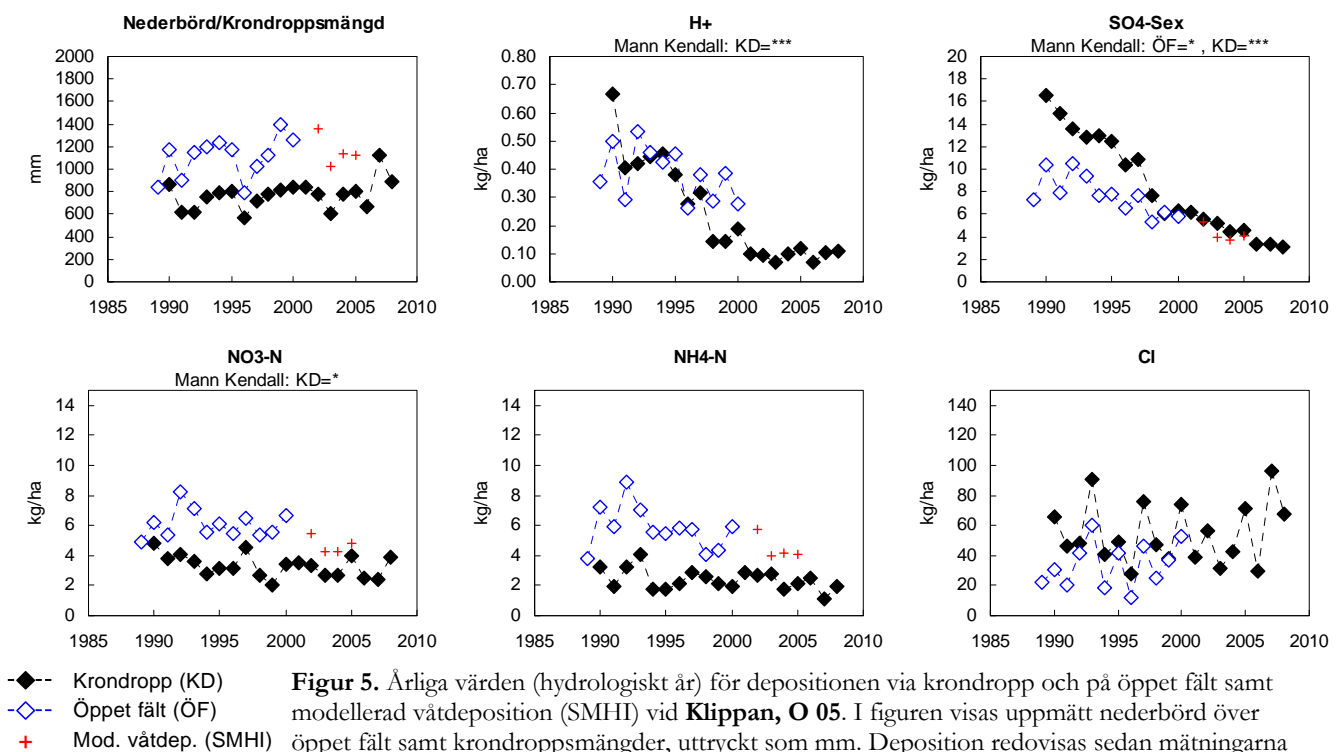
Klippan (O 05): 117-årig granskog med 30 % tallinblandning och ståndortsindex G22. Jordarten är sandig-moig morän och jordmån är podsol. Ytan som är belägen i ett naturreservat ligger på en höjd och markvegetationen är av ristyp. Mätningarna startade redan 1989. Från och med 2000/01 mäts deposition enbart i skogsytan i Klippan. För närvarande mäts, förutom krondropp, även markvattenkemi.

I Figur 5 visas samtliga mätningar för ett urval parametrar för deposition som årsmedelvärde (hydrologiskt år) vid Klippan sedan mätstarten. Den av SMHI modellerade våtdepositionen över öppet fält vid Klippan visas i Figur 5 som plustecken (+). Klippan är den lokal i länet som visar den kraftigaste minskningen i nedfall av antropogent svavel, från cirka 15 kg per hektar under början av 1990-talet till drygt 3 kg per hektar. Det senaste årets mätning på 3,1 kg sulfatsvavel per hektar är den lägsta noteringen sedan mätningarna påbörjades 1989. Den huvudsakliga minskningen i Klippan skedde under 1990-talet. Denna trend återfinns på lokaler över hela Sverige. Tydligast är trenden i södra Sverige där depositionen har varit som högst. Den främsta förklaringen är kraftigt

minskad torrdeposition av svavel till följd av minskade utsläpp. I takt med att nedfallet av sulfat-svavel har minskat så har även depositionen av vätejoner via krongdroppet minskat signifikant, se Figur 5.

För kväve är trenderna inte lika tydliga. Trendanalysen visar dock en svag men signifikant minskning av nedfall av nitratkväve via krongdropp under mätperioden. Under 2007/08 uppmättes 5,8 kg oorganiskt kväve per hektar via krongdropp, vilket är i nivå med medelvärdet för samtliga år i mätserien (5,7 kg per hektar).

Under 2007/08 deponerades 68 kg klorid per hektar vid Klippan, vilket är nästan i nivå med klorid-nedfallet på 72 kg per hektar som uppmättes under 2004/2005 då stormen Gudrun inträffade. Det högsta kloridnedfallet i Klippan (97 kg per hektar) inträffade dock under 2006/2007.



Figur 5. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krongdropp och på öppet fält samt modellerad vätdeposition (SMHI) vid **Klippan, O 05**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krongdroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: vätejoner (H⁺); sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krongdropp. Modellerad nederbörd samt vätdeposition av svavel och kväve med MATCH-Sverige-modellen (Persson m.fl. 2004) visas som plustecken för de hydrologiska åren 2001/02-2004/05. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

I Figur 6 visas samtliga mätningars markvattenhalter för ett antal ämnen sedan mätstarten 1989 i Klippan. Svavelnedfallet har minskat signifikant, och sulfatsvavelhalten i markvattnet har också minskat signifikant under den 12-åriga mätperioden.

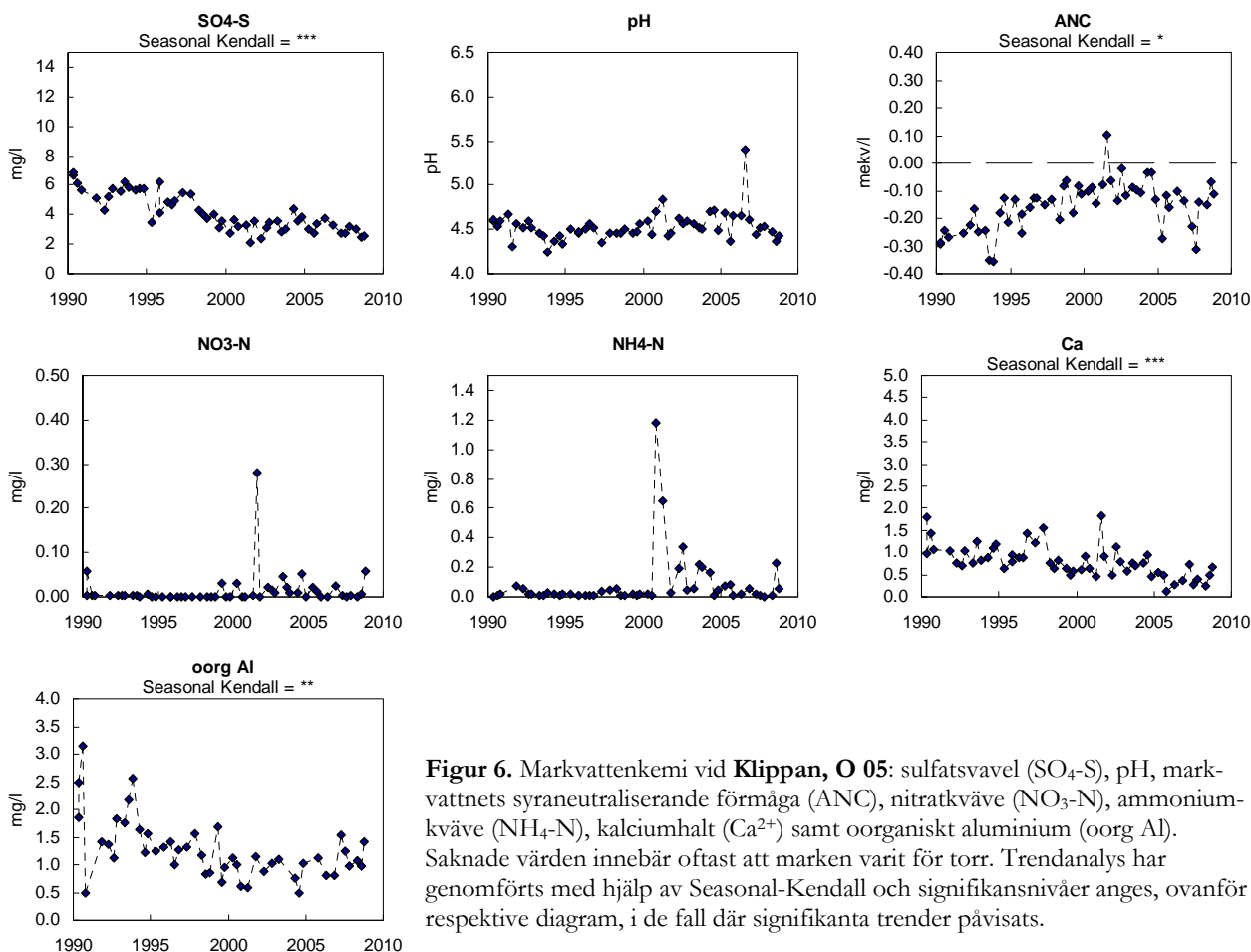
Föroreningshalterna i markvattnet i Klippan visar i allmänhet en kraftig försurningspåverkan. Lokalen karakteriseras av låga pH-värden, omkring 4,5, och höga halter av oorganiskt aluminium (drygt 1 mg/l). Årets mätningar bekräftar denna bild då pH var mellan 4,4 och 4,5 och halten oorganiskt aluminium var mellan 1,0 och 1,4 vid de olika mättillfällena, se Figur 6. Halten

oorganiskt aluminium har minskat signifikant under mätperioden. Minskningen skedde under 1990-talet, därefter har halterna legat på en ganska jämn nivå.

Den syraneutraliserande förmågan i markvattnet, ANC, har praktiskt taget alltid varit negativ vid Klippan, så även under 2007/08 då värdena varierade mellan -0,15 och -0,07. ANC har tidigare stadigt varit på väg uppåt, men de senaste tre åren har ökningen avstannat. ANC är fortfarande negativ vilket är ett tecken på försurning.

Markvattnet vid Klippan har måttliga halter av baskatjoner. De statistiska beräkningarna visar signifikant minskande halter av mangan samt av de båda baskatjonerna kalium och kalcium under den 19-åriga mätperioden. De måttliga mängderna av baskatjoner och de höga halterna av oorganiskt aluminium har lett till låga BC/ooAl-kvoter (omkring 2,0). Kvoten varierade under 2007/08 mellan 1,0 och 3,8. En kvot på 1 brukar användas som kritisk gräns under vilken det finns en ökad risk för skador på ekosystemet.

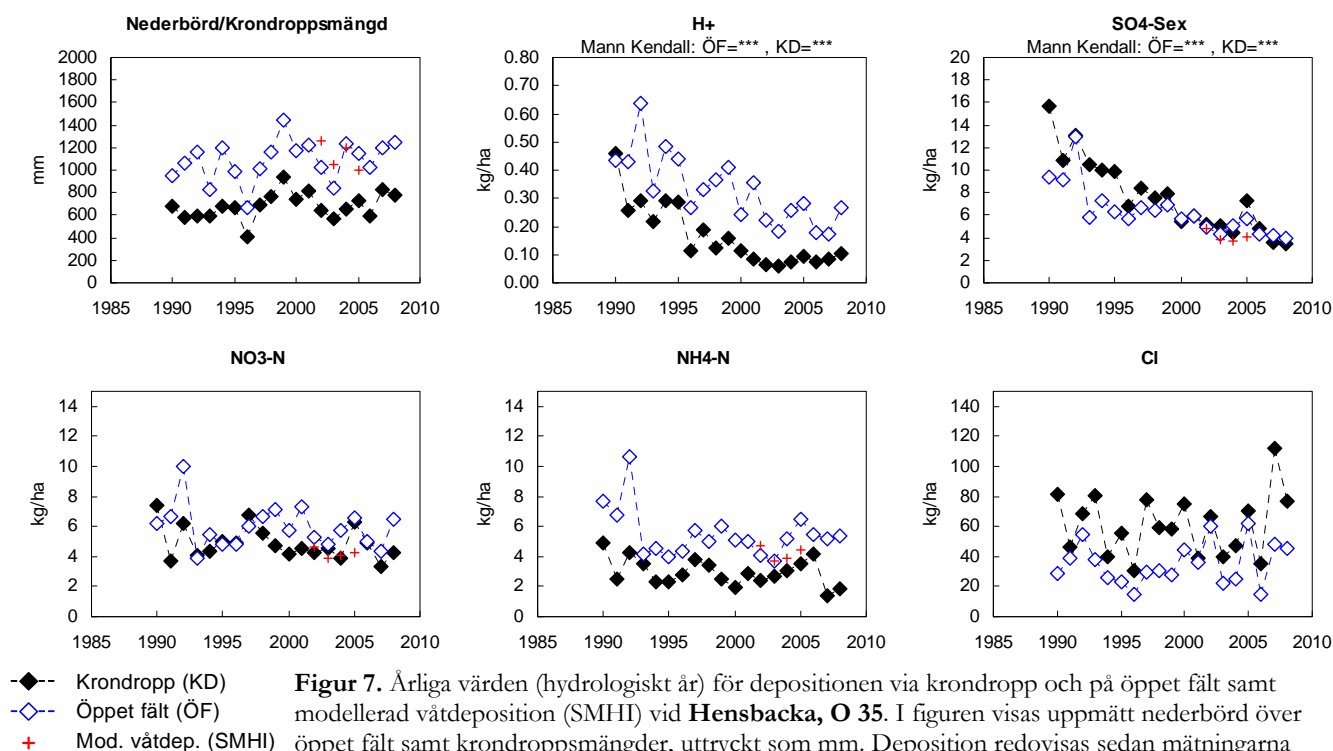
Markvattnet i Klippan har visat förhöjda halter av ammoniumkväve vid flera provtagningsstillfällena sedan omkring år 2000. Även nitrathalten har varit något förhöjd jämfört med tidigare mycket låga nivåer. Förhöjda kvävehalter i markvattnet indikerar att skogssystemet inte tar upp allt kväve som finns tillgängligt.



Figur 6. Markvattenkemi vid Klippan, O 05: sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalciumhalt (Ca²⁺) samt oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Hensbacka (O 35): 89-årig granyta med ståndortsindex G26. Marken utgörs av sandig morän, jordmånen är podsol. Ytan är lokaliserad i den nedre delen av en sluttning åt norr och markvegetationen är av ristyp. Lokalen är även en av tio ytor i landet som sedan 2001 ingår i Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning av deposition till skog. Bland annat innebär det att vissa mätningar (nederbördskemiska mätningar på öppet fält) bekostas av nationella anslag. De nederbördskemiska mätningarna på öppet fält samt mätning av lufthalter flyttades hösten 2002 till ett hygge närmare krondroppsytan. Tidigare var mätningarna lokaliserade på ett stort öppet fält, möjligen påverkad av E6. För närvarande mäts nederbörds kemi och krondropp, samt markvattenkemi och lufthalter (svaveldioxid, kvävedioxid, ammoniak och ozon).

I Figur 7 visas samtliga mätningar för ett urval parametrar för deposition som årsmedelvärde (hydrologiskt år) vid Hensbacka sedan mätstarten. Den av SMHI modellerad våtdepositionen över öppet fält vid Hensbacka visas i Figur 7 som plustecken (+). Den årliga nederbörden i Hensbacka har oftast varit över 1000 mm. Under det hydrologiska året 2007/08 uppmättes 1244 mm, vilket är den näst högsta nederbörden under den 19-åriga mätperioden. Medelvärdet på nederbörden i mätserien är 1085 mm. Modellerad nederbörd samt våtdeposition av svavel och kväve med MATCH-Sverige-modellen (Persson m.fl., 2004) ligger i nivå med de uppmätta värdena vid Hensbacka, se Figur 7.



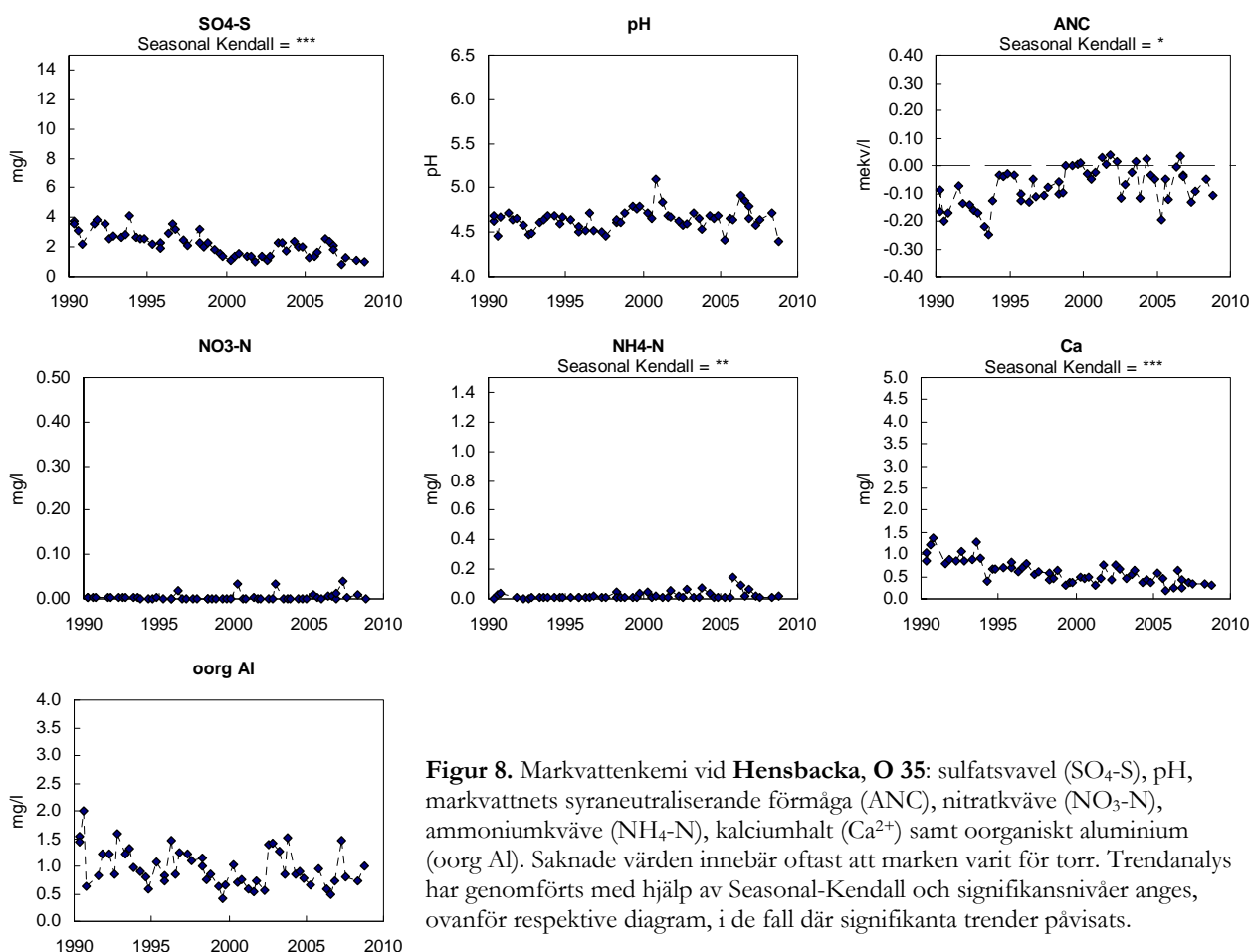
Figur 7. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och på öppet fält samt modellerad våtdeposition (SMHI) vid **Hensbacka, O 35**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: vätejoner (H⁺); sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Modellerad nederbörd samt våtdeposition av svavel och kväve med MATCH-Sverige-modellen (Persson m.fl. 2004) visas som plustecken för de hydrologiska åren 2001/02-2004/05. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Under det hydrologiska året 2007/08 var Hensbacka den lokal i länet som hade den högsta depositionen av både svavel och kväve. Svavelnedfallet både på öppet fält och i skogen var dock lägre än

tidigare i den 19-åriga mätserien. Nedfallet av sulfatsvavel och vätejoner har minskat signifikant både på öppet fält och i krondropp. Nedfallet av svavel uppgick till 4,0 kg per hektar på öppet fält och något lägre (3,5 kg) i skogsytan under 2007/08, Figur 7. I början av 1990-talet var depositionen större i skogsytan. I takt med att torrdepositionen av svavel minskat på grund av minskade utsläpp har nedfallet till skog och på öppet fält närmast sig varandra, och under de tre senaste åren har de varit på ungefär samma nivå.

Depositionen till marken i skogsytan av oorganiskt kväve är vanligtvis mindre än depositionen på öppet fält, eftersom ett visst upptag eller omvandling av kväve sker i trädskronorna under normala förhållanden. Under 2007/08 deponerades 11,8 kg per hektar på öppet fält och 6,1 kg per hektar via krondropp vid Hensbacka, vilket är något högre än föregående år. Den statistiska trendanalysen visar inte på någon signifikant minskning vare sig för nitratkväve eller ammoniumkväve, se Figur 7.

Även organiskt kväve mäts i Hensbacka, både på öppet fält och i granytan. Det summerade nedfallet av kväve (oorganiskt och organiskt) på öppet fält och till marken i skogsytan via krondropp uppgick under 2007/08 till 13,0 respektive 9,0 kg per hektar. Nedfallet av havssalt mätt som klorid var 46 kg per hektar på öppet fält och 52 kg per hektar i skogsytan, vilket är högre än genomsnittet för mätperioden, men lägre än föregående år då kloridnedfallet var högt.



Figur 8. Markvattenkemi vid Hensbacka, O 35: sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalciumhalt (Ca²⁺) samt oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

I Figur 8 visas samtliga mätningars markvattenhalter för ett antal ämnen sedan mätstarten 1989 i Hensbacka. Precis som vid Klippan karakteriseras markvattnet i Hensbacka av låga pH-värden, låga

halter av baskatjoner samt relativt höga halter av oorganiskt aluminium. Under det hydrologiska året 2007/08 uppmättes pH-värden mellan 4,4 och 4,7, vilket är i nivå med medianvärdet för lokalen på 4,6. Halten oorganiskt aluminium som uppmättes under 2007/08 var också i nivå med medianvärdet (omkring 0,9 mg/l). Varken pH-värdet eller halten oorganiskt aluminium har förändrats signifikant under mätperioden, trots minskad försurningsbelastning av svavelnedfall under den 19-åriga mätperioden.

Markvattnets syraneutraliserande förmåga, ANC, har däremot ökat signifikant under de nitton år som mätningarna pågått, vilket indikerar minskad försurningsgrad. Ökningen i ANC har dock avstannat på senare år. Under merparten av mätserien har ANC varit negativ, vilket tyder på sura förhållanden. Även under 2007/08 var ANC negativt.

Kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium (BC/ooAl-kvoten) i markvattnet i Hensbacka har minskat signifikant. Den lägre kvoten kan förklaras med att halten baskatjoner (kalium, kalcium och magnesium) har minskat signifikant, samtidigt som halten oorganiskt aluminium inte har förändrats nämnvärt under mätperioden. Kvoten 1 används ofta som en kritisk gräns, där kvoter på 1 eller under bedöms innebära ökad risk för skador på ekosystemet. Halten organiskt aluminium har minskat, vilket innebär att även den totala halten av aluminium minskat signifikant trots att inte halten oorganiskt aluminium förändrats. Även TOC (totalt organiskt kol) minskade signifikant under mätperioden.

Halten av ammonium- och nitratkväve var låg under 2007/08, precis som tidigare år, vilket tyder på att skogen tar upp kväve på ett effektivt sätt. Halten av ammoniumkväve har dock varit något högre under senare halvan av mätperioden än under de första åren. Förändringen är signifikant, men halterna är fortfarande låga.

Lufthalter av SO₂, NO₂, NH₃ och O₃ har mätts vid lokalen Hensbacka sedan slutet av 1996. Årsmedelhalterna (hydrologiskt år) av SO₂ har sedan mätningarna startade varierat mellan 0,4 och 1,0 µg/m³. Under mätperioden 2007/08 var årsmedelhalten av SO₂ den hittills lägsta, 0,4 µg/m³. Årsmedelhalterna för NO₂ i Hensbacka under 2007/08 var 2,8 µg/m³, vilket är den näst lägsta halten som uppmätts vid lokalen. Låga NO₂-halter under november - januari är en del av förklaringen till den låga årsmedelhalten av NO₂. Under årets mätningar har generellt låga SO₂- och NO₂-halter i luft observerats över hela södra Sverige. Sommarhalvårsmedelhalten 2008 av NH₃ var 0,4 µg/m³, vilket är lite lägre än närmast föregående år. Generellt har NH₃-halterna varit på likartade nivåer sedan mätstarten. Sommarhalvårsmedelhalterna av O₃ har sedan mätningarna startade varierat mellan 52 och 64 µg/m³. Under sommaren 2008 var medelhalten 58 µg/m³ med de högsta halterna i maj och juni. Generellt var annars ozonhalterna under sommaren 2008 relativt ”normala” i södra Sverige.

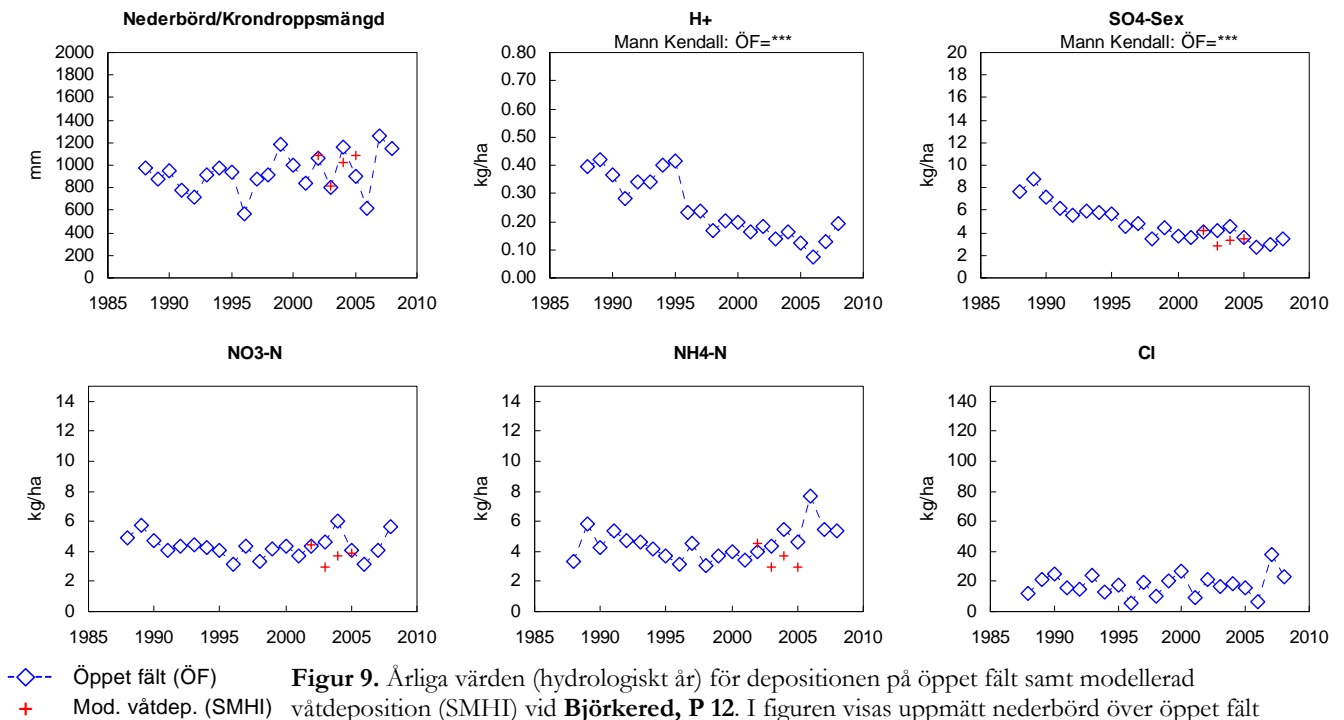
Björkered, Tranemo (P 12): Lokal för undersökning av nederbörd på öppet fält. Mätningarna i Björkered startade redan 1987 och lokalen har den längsta mätserien i länet (21 år). I Figur 9 visas samtliga mätningar för ett urval parametrar för deposition på öppet fält vid Björkered sedan mätstarten som årsmedelvärde (hydrologiskt år). Den av SMHI modellerade våtdepositionen över öppet fält vid Björkered visas i Figur 9 som plustecken (+). Under hydrologiska året 2007/08 var nederbörden 1153 mm, vilket är högre än genomsnittet för mätperioden (927 mm). Modellerad nederbörd samt våtdeposition av svavel och kväve med MATCH-Sverige-modellen (Persson m.fl., 2004) ligger i nivå med de uppmätta värdena vid Björkered, se Figur 9.

Under det hydrologiska året 2006/07 var svavelnedfallet 3,4 kg per hektar. Svaveldepositionen på öppet fält har minskat signifikant under de drygt 20 år som mätningarna pågått, se Figur 9. Ned-

fallet har minskat från omkring 8 kg per hektar till omkring 3 kg per hektar under mätperioden. I takt med att svavelnedfallet har minskat har även depositionen av vätejoner minskat signifikant.

Det syns ingen trend i någon riktning när det gäller kvävedepositionen vid Björkered på samma sätt som för svavel. Under det hydrologiska året 2007/08 uppgick det oorganiska kvävedefallet till 11,1 kg per hektar, vilket är högre än genomsnittet för mätperioden (8,9 kg per hektar).

Nedfallet av klorid, 23 kg per hektar, är normalt för lokalen, men avsevärt lägre än förra årets kloridtopp orsakad av bland annat stormen Per.



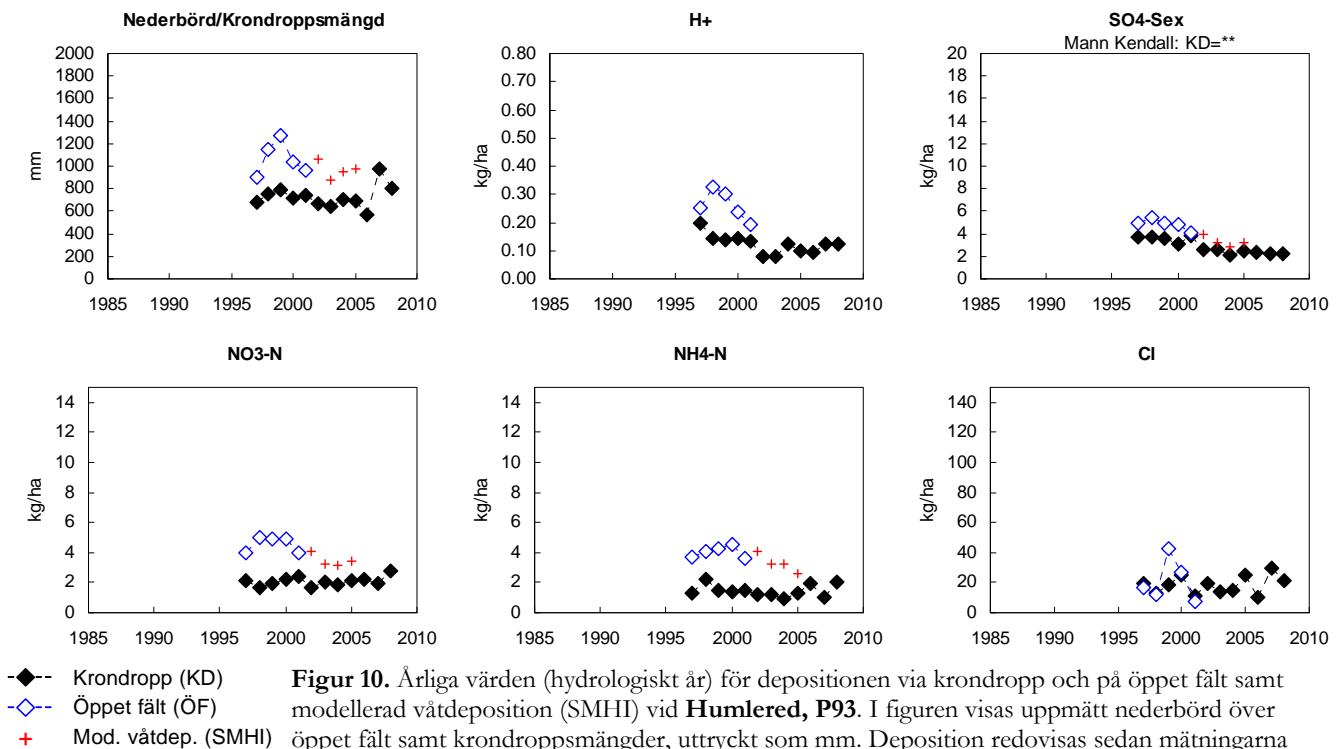
Figur 9. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen på öppet fält samt modellerad våtdeposition (SMHI) vid **Björkered, P 12**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: vätejoner (H⁺); sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; Modellerad nederbörd samt våtdepositionen av svavel och kväve över öppet fält med MATCH-Sverige-modellen (Persson m.fl. 2004) visas som plustecken för de hydrologiska åren 2001/02-2004/05. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall-analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Humlered (P 93): Tallyta i 60-årig skog med ståndortsindex T24. Ytan ligger på plan mark på ett sediment (grovmo), med jordmänen podsol. Från och med december 2001 mäts förutom markvatten deposition enbart i skogsytan. I Figur 10 visas samtliga mätningar för ett urval parametrar för deposition vid Humlered sedan mätstarten som årsmedelvärde (hydrologiskt år). Den av SMHI modellerade våtdepositionen över öppet fält vid Humlered visas i Figur 10 som plustecken (+).

Tallskogen i Humlered har tillsammans med mätlokalen Stora Ek under hela den elvaåriga mätperioden tillhört de ytor med lägst svaveldeposition i länet. Förklaringen är en kombination av det ostliga läget i länet och att tallskogen filtrerar luften i mindre utsträckning än granskog. När mät-

ningarna startade 1996/97 var nedfallet av svavel 3,7 kg per hektar, och sedan dess har nedfallet minskat signifikant till 2,2 kg per hektar (2007/08), Figur 10.

Nedfallet av oorganiskt kväve under 2007/08 var det högsta uppmätta värdet sedan mätningarna startade 1996 (4,8 kg per hektar). I Humlered mäts även depositionen av organiskt kväve som under det senaste året varit 1,5 kg per hektar. Detta innebär att kvävenedfallet till marken via kron-dropp uppgår till 6,3 kg per hektar. Den statistiska trendanalysen visar inga trender, varken för nitrat- eller ammoniumkväve. I likhet med övriga lokaler i länet så är kloridnedfallet lägre än föregående stormdrabbade år.

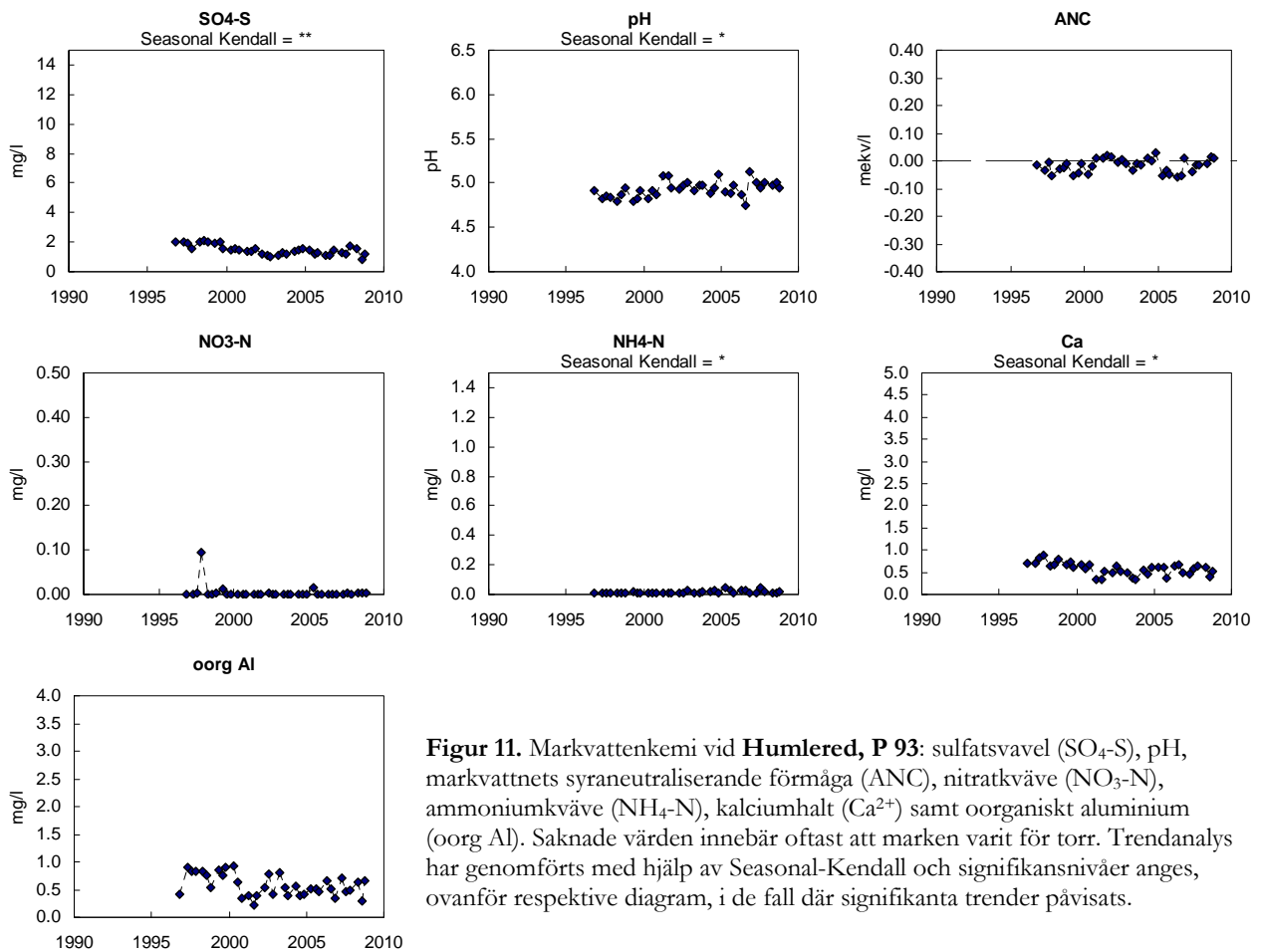


Figur 10. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och på öppet fält samt modellerad våtdeposition (SMHI) vid **Humlered, P93**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: vätejoner (H^+); sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO_4-S_{ex}), nitratkväve (NO_3-N); ammoniumkväve (NH_4-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Modellerad nederbörd samt våtdeposition av svavel och kväve med MATCH-Sverige-modellen (Persson m.fl. 2004) visas som plustecken för de hydrologiska åren 2001/02-2004/05. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

I Figur 11 visas samtliga mätningars markvattenhalter för ett antal ämnen sedan mätstarten 1996 vid Humlered. Svavelhalterna i markvattnet vid Humlered är låga och har minskat signifikant under mätperioden, se Figur 11. Det är en naturlig följd av den minskande svavelbelastningen i ytan. Trots att depositionen varit måttlig i Humlered jämfört med många andra lokaler i länet visar markvattenkemin på tydlig försurningspåverkan. Den syraneutraliserande förmågan (ANC) i markvattnet vid Humlered var runt noll under det senaste årets mätningar och värdet har inte förändrats nämnvärt sedan mätningarnas start, vilket inte tyder på någon återhämtning från försurning vid lokalen. pH-värdet har dock ökat signifikant under mätperioden och under 2007/08 var markvattnets pH-värde 5,0.

Precis som i Hensbacka har baskatjonhalterna (kalium, kalcium och magnesium) minskat signifikant, samtidigt som halten oorganiskt aluminium inte har förändrats nämnvärt. Detta gör att BC/ooAl-kvoten är fortsatt låg. Under 2007/08 var BC/ooAl-kvoten mellan 1,2 och 2,2. Kvoten 1 används som en kritisk gräns, och kvoter under 1 bedöms innebära ökad risk för skador på ekosystemet. Halten organiskt aluminium har minskat, vilket innebär att även den totala halten av aluminium minskat signifikant trots att inte halten oorganiskt aluminium förändrats.

Halten av oorganiskt kväve i markvattnet i Humlered har generellt varit låg, vilket indikerar att skogssystemet tar upp merparten av det kväve som finns tillgängligt.

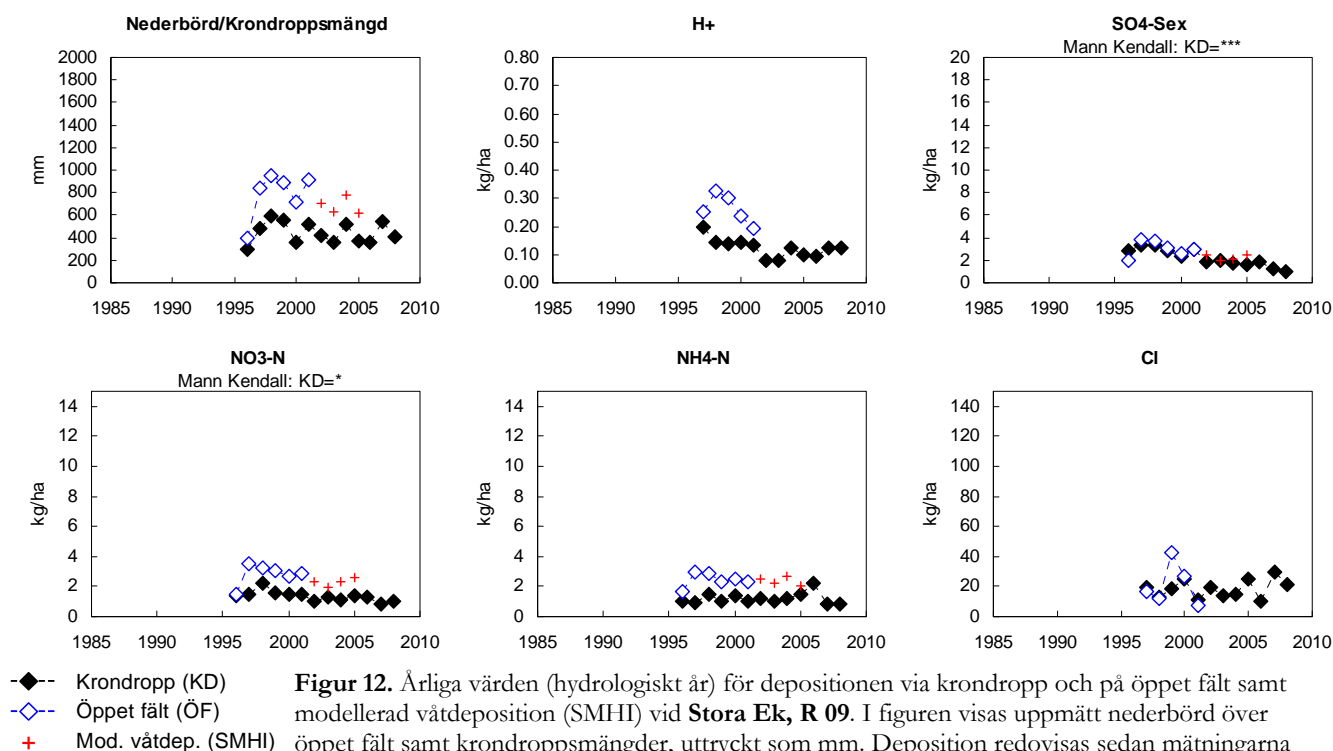


Figur 11. Markvattenkemi vid **Humlered, P 93:** sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalciumhalt (Ca²⁺) samt oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Stora Ek (R 09): Granyta i 67-årig skog 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. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001. Idag mäts enbart nedfall via krondropp och markvattenkemi.

I Figur 12 visas samtliga mätningar för ett urval parametrar för deposition vid Stora Ek sedan mätstarten som årsmedelvärde (hydrologiskt år). Modellerad våtdeposition (SMHI) för öppet fält vid Stora Ek visas i Figur 12 som plustecken (+). Stora Ek har generellt haft lägst nederbörd samt lägst deposition av svavel och kväve jämfört med övriga lokaler i länet, vilket kan förklaras med det

nordostliga läget. Även under det hydrologiska året 2007/08 var depositionen lägst i länet. Nedfallet av antropogent svavel och oorganiskt kväve via krondropp var 1,0 respektive 1,8 kg per hektar, Figur 12. Svavelnedfallet vid Stora Ek har minskat signifikant under mätperioden och noteringen för 2007/08 är den lägsta i mätserien. Även nedfallet av nitratkväve har minskat signifikant, men för ammoniumkväve finns ingen tydlig trend. Nedfallet av organiskt bundet kväve var 1,7 kg per hektar, vilket innebär att totalt 3,5 kg kväve deponerades per hektar till marken i skogen.



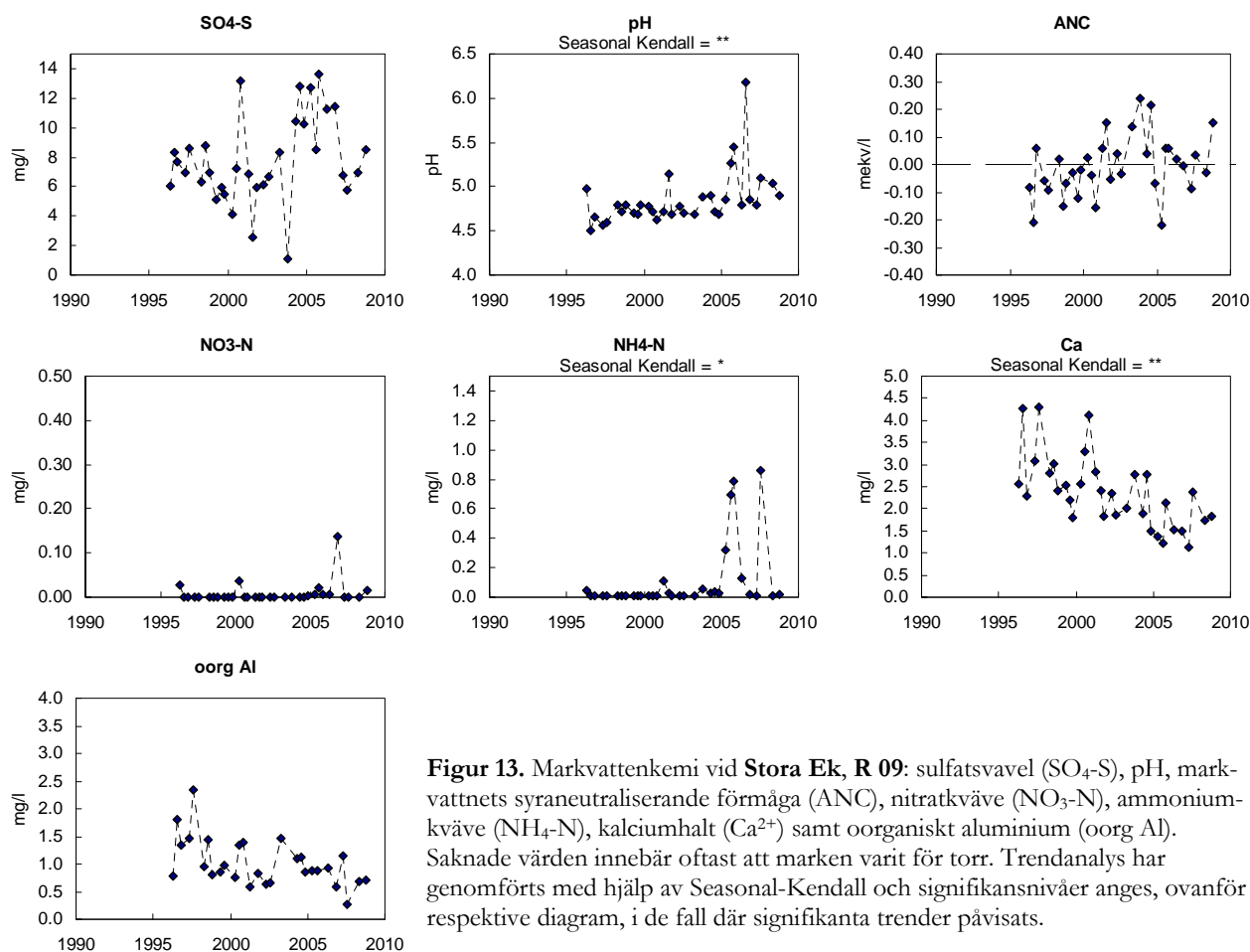
Figur 12. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och på öppet fält samt modellerad våtdeposition (SMHI) vid **Stora Ek, R 09**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: vätejoner (H⁺); sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Modellerad nederbörd samt våtdeposition av svavel och kväve med MATCH-Sverige-modellen (Persson m.fl. 2004) visas som plustecken för de hydrologiska åren 2001/02-2004/05. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

I Figur 13 visas samtliga mätningars markvattenhalter för ett antal ämnen sedan mätstarten 1995 vid Stora Ek. Trots att Stora Ek har lägst svavel- och kvävedeposition i länet är medianvärdet för pH i markvattnet relativt lågt, 4,8. Det beror sannolikt till stor del på att halten av naturligt förekommande organiska syror, uppmätt som TOC (totalt organiskt kol) i markvattnet, tidvis varit relativt hög. pH-värdet har dock ökat signifikant och var under 2007/08 omkring 5.

Halterna av baskatjoner är länets högsta, vilket kan bero på en kombination av att jordmånen är av övergångstyp och att det försurande nedfallet varit förhållandevis lågt under lång tid. Kalciumhalterna har minskat signifikant under mätperioden från omkring 3 till 2 mg/l. Under 2007/08 var kalciumhalten omkring 1,8 mg/l. Medianvärden från 34 mätningar visar att halten oorganiskt aluminium varit hög, runt 0,9 mg/l. Trots en relativt hög halt av oorganiskt aluminium 2007/08 (omkring 0,7 mg/l) bidrar de höga halterna av baskatjoner till en BC/ooAl-kvot omkring 6. Detta gör att risken för skador på ekosystemet är relativt låg. En BC/ooAl-kvot på 1 används ofta som en kritisk gräns, och som om den underskrids innebär ökad risk för skador på ekosystemet.

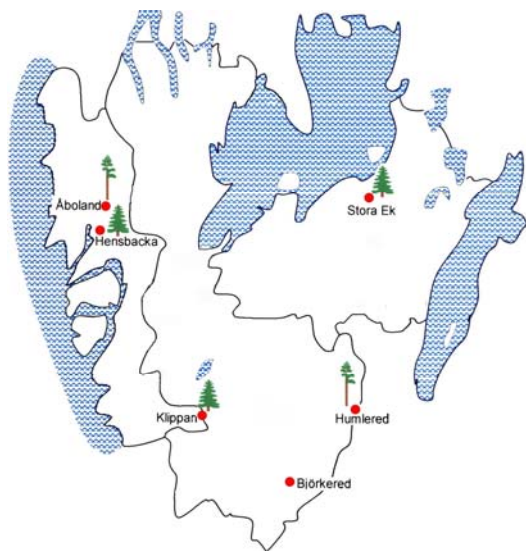
Markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) har fluktuerat mycket under mätperioden. Under 2007/08 var ANC mellan -0,03 och 0,15 mekv/l. Medianvärdet från 33 mätningar (-0,02 mekv/l) indikerar att markvattnet fortfarande är försurat.

Under de senaste tre åren har förhöjda halter av ammoniumkväve observerats i markvattnet vid Stora Ek. Även nitrathalten var förhöjd vid ett tillfälle, i oktober 2006, då 0,14 mg/l uppmättes. Förhöjda kvävehalter i markvattnet kan tyda på att det finns ett överskott av kväve i systemet.



Figur 13. Markvattenkemi vid **Stora Ek, R 09:** sulfatsvavel (SO₄-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kalciumhalt (Ca²⁺) samt oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Sammanfattande bedömning för Västra Götalands län 2007/08



I Västra Götalands län finns sex aktiva lokaler i Krondroppsnetet (Tabell 1). Björkered har med sin 21-åriga mätperiod den längsta tidsserien. I Björkered görs dock enbart mätningar på öppet fält. Granytorna vid Klippan och Hensbacka är de skogsytorna i länet som har längst tidsserier, 19 år.

Den bästa uppskattningen av det totala svavelnedfallet erhålls genom mätningar av krondropp eftersom dessa mätningar inkluderar både våt- och torrdeposition och det inte sker något betydande upptag av svavel i trädskronorna. Vad gäller kvävenedfallet finns som redan nämnts flera problem vad gäller upptag och omsättning av kväve i trädskronorna. Därför ger för närvarande mätningarna över öppet fält den bästa uppskattningen av det totala kvävenedfallet till skogen, även om dessa mätningar inte inkluderar

torrdepositionen i någon större utsträckning.

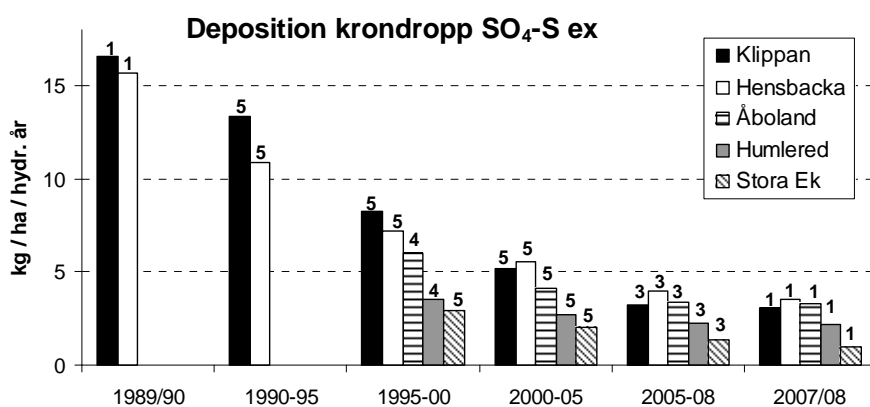
Hensbacka är den lokal i länet som har haft det högsta nedfallet av både svavel och kväve, beräknat som ett genomsnitt under den senaste 12-årsperioden. Även under det hydrologiska året 2007/08 hade Hensbacka det högsta nedfallet. Stora Ek, med sitt nordostliga läge i länet har generellt haft lägst nedfall av svavel och kväve, så även under det hydrologiska året 2007/08.

Tabell 1. Aktiva ytor i Västra Götalands län.

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

I skogsytorna var nedfallet av svavel lågt under 2007/08 (2,6 kg per hektar som ett genomsnitt för de fem skogliga lokalerna). I Klippan, Hensbacka och Stora Ek uppmättes det lägsta nedfallet sedan mätningarna påbörjades. Det antropogena svavelnedfallet i skogsytorna har minskat signifikant på samtliga lokaler i länet (Figur 14). Nedfallet har minskat med 60 % under de senaste 12 åren, från 6,8 kg per hektar 1996/97 till 2,6 kg per hektar (som ett genomsnitt för de fem lokalerna). Denna trend är tydlig i stora delar av Sverige, framför allt i sydväst. Det är framförallt torrdepositionen som har minskat.

Kvävenedfallet vid de två **öppet fält**-ytorna var 11,5 kg kväve per hektar, jämfört med genomsnittet på 10,2 kg per hektar för mätperioden. För kvävenedfallet syns inte några signifikanta trender. Nederbördsmängden var stor i båda lokalerna under 2007/08.



Figur 14. En översikt över nedfallet av antropogent sulfatsvavel (SO₄-S_{ex}) mätt som krondropp vid olika platser inom länet och för olika tidsperioder. Tidsangivelserna gäller hydrologiskt år, dvs från 1 oktober till 30 september. Exempelvis motsvarar tidsintervallet 1995-00 perioden hydrologiska åren 1995/96-1999/00. Siffrorna ovanför staplarna anger antal år data finns tillgängligt.

Markvattenmätningarna i länet uppvisar tendenser till minskad markförsurning i skogsytorna i Klippan, Hensbacka, Humlered och Stora Ek. pH-värdet har ökat signifikant i Humlered och Stora Ek under mätperioden. Klippan är den mest försurningspåverkade lokalen i länet, men markvattenmätningarna visar att den syraneutraliserande förmågan (ANC) har ökat signifikant och att halten oorganiskt aluminium i markvattnet minskat signifikant, vilket är tecken på återhämtning. Även vid Hensbacka som också är försurningspåverkat, syns indikationer på återhämtning från försurning i form av att den syraneutraliserande förmågan har ökat signifikant.

Halten oorganiskt kväve i markvatten har generellt varit låg i skogsytorna i länet. I Klippan och Stora Ek har dock förhöjda halter uppmätts vid ett antal tillfällen under de senaste åren, vilket kan vara ett tecken på att det finns mer kväve än vad som kan tas upp i ekosystemet.

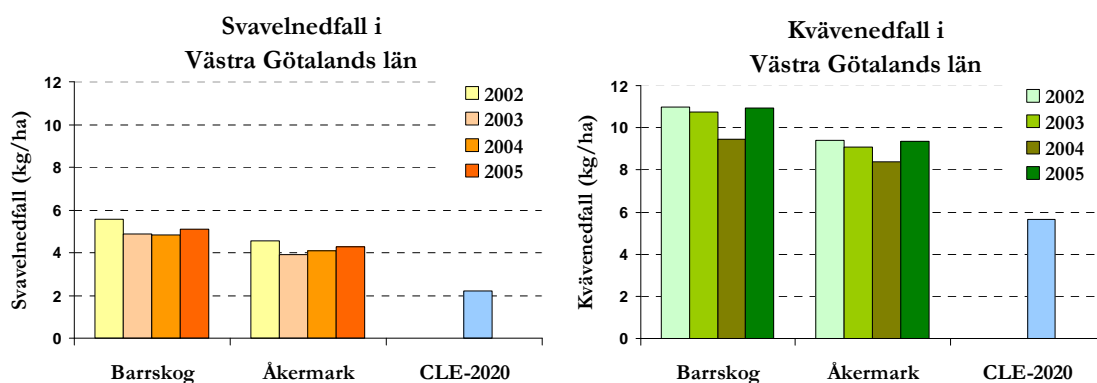
I Västra Götalands län mäts **lufthalter** på en station i länet, Hensbacka, sedan 1996. Under mätperioden 2007/08 var årsmedelhalten av SO₂ den hittills lägsta, 0,4 µg/m³. Även årsmedelhalten 2007/08 för NO₂ i Hensbacka var låg, 2,8 µg/m³ vilket är den näst lägsta halten som uppmätts vid lokalen. Det var framförallt låga kvävedioxidhalter under november - januari som är en del av förklaringen till den låga årsmedelhalten av NO₂. Under årets mätningar har generellt låga SO₂- och NO₂-halter i luft observerats över hela södra Sverige. Generellt håller sig sommarhalvårsmedelhalterna av NH₃-halterna på likartade nivåer sedan mätstarten. Under sommaren 2008 var medelhalten av ozon 58 µg/m³, med de högsta halterna i maj och juni. Generellt var medelhalterna för ozon under sommaren 2008 relativt ”normala” i hela södra Sverige. Mätningarna visar att regeringens långsiktiga mål för marknära ozon överskrids vid Hensbacka under året.

Modellberäknad deposition av svavel och kväve på kommun- och länsnivå

I detta kapitel presenteras modellberäknat nedfall av svavel och kväve baserat på beräkningar med det s.k. ”MATCH-Sverige” modellsystemet som SMHI driver på uppdrag av Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning (Persson m.fl., 2004). I detta spridningsmodellsystem anpassas de modellberäknade halterna av föroreningar i luft och nederbörd till atmosfärskemiska mätdata från

de svenska och norska EMEP-stationerna samt Luft- och nederbördskemiska nätet med hjälp av s.k. Optimal Interpolation. Beräkningarna görs i rutor med en upplösning av 20 x 20 km.

Länsvis och kommunvis deposition har tagits fram genom att beräkna medelvärdet för de rutor som ingår i respektive län/kommun. Detta har gjorts för svavel och kväve i barrskog och på åkermark för år 2002, 2003, 2004 och 2005. Beräkningar har även gjorts för år 2020 enligt depositionsscenario CLE, Current legislation, som är ett slags basscenario som utgår från dagens beslut om minskade utsläpp inom Europa. För CLE-scenariot har ett medelvärde beräknats för de markanvändningsslag som ingår i länet/kommunen, och det finns därmed ingen uppdelning på barrskog och åkermark, som det gör för årsberäkningarna. Nedfallet redovisas på länsnivå i Figur 15 och på kommunnivå i Tabell 2 och Tabell 3.



Figur 15. Nedfall av svavel och kväve i Västra Götalands län under 2002-2005 och år 2020 enligt CLE-scenariot, modellerat med MATCH-Sverige modellen.

Svavelnedfallet (utan havssalt) i Västra Götalands län beräknades till omkring 4,8-5,6 kg i barrskog och 3,9-4,6 kg per ha på åkermark under 2002-2005. Kvävenedfallet (våt- och torrdeposition) beräknades till omkring 9,4-11,0 kg i barrskog och 8,4-9,4 kg per ha på åkermark under motsvarande period. Enligt CLE-scenariot ska nedfallet minska till omkring 2,2 kg svavel och 5,6 kg kväve per hektar till år 2020.

Det modellerade svavelnedfallet i barrskog är i nivå med det uppmätta krondroppet vid Klippan under den aktuella tidsperioden 2002-2005. Krondroppet i Hensbacka är något högre, och vid Åboland, Humlered och Stora Ek uppmättes en lägre krondroppsmängd jämfört med modellvärdet. Det modellerade nedfallet går dock inte att direkt jämföra med uppmätt nedfall i krondroppsytor, eftersom det modellerade nedfallet är ett medelvärde för hela länet/kommunen medan krondroppsmätningarna gäller en specifik yta, med specifika exponeringsegenskaper.

För kväve är det svårt att jämföra modellvärdet med krondroppsmätningen eftersom modelleringen ger totaldepositionen av kväve medan krondroppsmätningarna visar på totaldepositionen minus det som interncirkuleras i trädkronan. Inte heller det modellerade nedfallet till åkermark kan jämföras direkt med mätningarna på öppet fält då nedfallet till åkermark innefattar våtdeposition och torrdeposition till jordbruksgrödor, medan mätningarna på öppet fält representerar våtdeposition samt ett visst mått av torrdeposition till insamlingstratten.

Modellberäkningar på regional nivå är ett bra komplement till mätningarna för att ge större geografisk täckning än vad mätningarna ger. Dessutom ger modellberäkningar möjlighet att utvärdera andra parametrar än de som mäts, till exempel är det svårt att mäta kvävedepositionen till skog på grund av interncirkulationen av kväve i trädkronorna. Ytterligare en fördel är att modeller kan användas för att beräkna framtida trender vid olika utsläppsscenarioer.

Tabell 2. Svavelnedfall (utan havssalt) på kommunnivå i Västra Götalands län under 2002-2005 och år 2020 enligt CLE-scenariet, modellerat med MATCH-Sverige-modellen.

	Svavelnedfall i barrskog (kg/ha)				Svavelnedfall på åkermark (kg/ha)				CLE-scenariet*
	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005	2020
Ale	6.6	5.9	6.4	5.7	5.6	4.9	5.6	4.9	2.5
Alingsås	6.0	5.5	5.6	5.5	5.0	4.5	4.8	4.7	2.4
Bengtstors	5.0	4.2	4.3	5.1	4.1	3.4	3.6	4.3	2.1
Bollebygd	6.9	6.0	6.2	5.6	5.8	5.0	5.4	4.7	2.6
Borås	6.6	5.8	5.9	5.5	5.5	4.7	5.1	4.6	2.6
Dals-Ed	4.7	4.3	4.4	5.6	3.9	3.5	3.7	4.7	2.2
Essunga	5.3	4.6	4.6	5.0	4.3	3.6	3.8	4.3	2.1
Falköping	5.1	4.4	4.1	4.5	4.0	3.4	3.4	3.9	2.0
Färgelanda	5.7	4.9	5.1	5.8	4.7	4.1	4.4	5.0	2.4
Grästorp	5.1	4.4	4.3	4.9	4.1	3.4	3.6	4.2	1.9
Gullspång	4.2	3.7	3.4	3.7	3.3	2.8	2.7	3.0	1.6
Göteborg	7.3	6.9	7.8	6.9	6.1	5.7	6.9	6.0	2.6
Götene	4.7	4.1	3.9	4.3	3.7	3.2	3.1	3.7	1.8
Herrljunga	5.5	4.8	4.6	5.1	4.4	3.8	3.9	4.4	2.2
Hjo	4.4	4.1	3.5	3.5	3.5	3.1	2.8	2.9	1.6
Härryda	7.3	6.5	6.9	5.9	6.2	5.4	6.1	4.9	2.8
Karlsborg	4.6	4.2	3.5	3.3	3.7	3.3	2.8	2.7	1.7
Kungälv	6.7	6.1	6.7	6.3	5.7	5.1	5.9	5.3	2.9
Lerum	6.5	6.1	6.3	5.7	5.5	5.1	5.5	4.9	2.6
Lidköping	4.7	4.0	3.7	4.7	3.7	3.1	3.0	3.9	1.7
Lilla Edet	7.1	5.9	6.4	5.6	6.1	5.0	5.6	4.9	2.8
Lysekil	7.6	6.5	6.4	6.7	6.6	5.5	5.6	5.8	2.8
Mariestad	4.3	3.7	3.5	4.1	3.3	2.9	2.8	3.4	1.6
Mark	6.7	5.9	6.3	5.6	5.6	4.8	5.5	4.6	2.7
Mellerud	4.9	4.1	4.2	5.3	3.9	3.2	3.4	4.3	1.9
Munkedal	6.6	5.8	5.9	6.2	5.6	4.9	5.1	5.3	2.8
Mölnadal	7.3	6.8	7.3	6.0	6.2	5.7	6.4	5.0	2.1
Orust	8.1	6.7	6.8	6.8	7.0	5.7	6.0	5.9	3.0
Partille	7.4	6.9	7.4	6.0	6.3	5.8	6.6	5.0	3.0
Skara	4.8	4.3	4.0	4.3	3.8	3.4	3.3	3.8	1.9
Skövde	4.8	4.2	3.8	3.7	3.8	3.4	3.1	3.1	1.8
Sotenäs	7.6	6.5	6.3	6.9	6.5	5.5	5.5	6.0	2.7
Stenungsund	7.2	6.0	6.3	6.0	6.2	5.0	5.5	5.1	2.8
Strömstad	4.3	4.4	4.3	5.8	3.4	3.6	3.6	4.7	2.3
Svenljunga	6.7	5.8	6.1	5.5	5.6	4.6	5.3	4.5	2.6
Tanum	5.4	5.0	4.9	6.6	4.5	4.1	4.2	5.4	2.5
Tibro	4.5	4.1	3.5	3.4	3.6	3.2	2.8	2.8	1.7
Tidaholm	4.9	4.2	3.9	3.9	3.9	3.2	3.2	3.2	1.8
Tjörn	7.0	5.8	5.9	6.5	5.9	4.8	5.0	5.5	2.7
Tranemo	6.3	5.1	5.3	5.1	5.2	4.0	4.5	4.2	2.4
Trollhättan	5.8	5.0	5.3	5.3	4.8	4.1	4.5	4.6	2.4
Töreboda	4.7	4.0	3.5	3.5	3.7	3.1	2.8	2.9	1.8
Uddevalla	7.3	6.1	6.3	5.8	6.3	5.2	5.6	5.1	2.8
Ulricehamn	5.8	5.0	5.0	4.9	4.7	4.0	4.2	4.2	2.4
Vara	4.9	4.2	4.0	4.9	3.9	3.3	3.2	4.3	1.9
Värgårda	6.0	5.3	5.2	5.3	4.9	4.3	4.5	4.6	2.4
Vänersborg	5.5	4.7	4.9	5.2	4.6	3.8	4.1	4.5	2.2
Åmål	4.8	3.8	3.9	4.9	4.0	3.0	3.2	4.0	1.8
Öckerö	7.5	7.2	8.6	8.1	6.3	6.0	7.7	7.3	2.3

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

Tabell 3. Kvävenedfall på kommunnivå i Västra Götalands län under 2002-2005 och år 2020 enligt CLE-scenariet, modellerat med MATCH-Sverige-modellen.

	Kvävenedfall i barrskog (kg/ha)				Kvävenedfall på åkermark (kg/ha)				CLE-scenariet*
	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005	2020
Ale	13.2	12.8	11.5	12.6	11.4	11.0	10.3	11.0	6.8
Alingsås	12.2	12.2	10.5	12.4	10.5	10.4	9.4	10.9	6.7
Bengtstors	9.0	8.6	8.0	10.2	7.7	7.3	7.1	8.7	4.8
Bollebygd	14.1	13.5	11.8	12.3	12.3	11.6	10.7	10.7	7.3
Borås	13.5	13.0	11.6	11.8	11.7	11.1	10.5	10.2	7.1
Dals-Ed	9.0	9.1	8.4	10.9	7.7	7.8	7.5	9.3	5.0
Essunga	11.2	10.8	9.4	11.6	9.6	9.2	8.4	10.2	6.1
Falköping	11.2	11.1	9.5	10.6	9.5	9.4	8.5	9.3	5.8
Färgelanda	11.0	10.6	9.9	12.5	9.5	9.1	8.9	11.0	6.2
Grästorp	10.5	10.1	8.8	11.3	8.9	8.4	7.8	9.9	5.0
Gullspång	7.7	7.7	6.5	8.2	6.4	6.3	5.6	6.6	3.5
Göteborg	13.9	14.3	12.1	12.7	11.9	12.1	10.7	10.9	6.1
Götene	9.4	9.7	8.2	10.4	7.9	8.2	7.3	8.8	4.5
Herrljunga	11.6	11.3	9.7	11.8	9.9	9.6	8.6	10.4	6.4
Hjo	8.7	9.2	7.2	8.0	7.2	7.6	6.2	6.4	4.8
Härryda	14.9	14.5	12.5	12.6	12.9	12.5	11.2	10.9	7.4
Karlsborg	8.7	8.9	7.0	7.4	7.3	7.5	6.1	5.9	4.9
Kungälv	13.5	13.3	11.4	12.6	11.6	11.3	10.1	10.8	6.0
Lerum	13.2	13.5	11.4	12.6	11.3	11.6	10.2	11.1	7.0
Lidköping	9.3	9.2	7.6	10.4	7.9	7.7	6.6	8.8	4.2
Lilla Edet	13.6	12.3	11.3	12.6	11.9	10.5	10.2	11.0	6.9
Lysekil	12.5	11.4	10.1	12.6	10.9	9.6	8.8	10.7	4.7
Mariestad	7.8	8.1	6.9	8.9	6.6	6.6	6.0	7.3	3.9
Mark	14.5	14.1	12.9	12.5	12.5	12.0	11.7	10.6	7.4
Mellerud	9.2	8.9	8.1	10.8	7.9	7.4	7.1	9.2	5.6
Munkedal	12.1	11.4	10.7	12.8	10.5	9.9	9.6	11.2	6.0
Mölnådal	15.1	15.3	12.9	12.8	13.0	13.1	11.5	11.0	6.9
Orust	13.6	12.0	10.6	13.5	11.8	10.1	9.3	11.7	5.5
Partille	14.8	15.0	12.7	12.7	12.8	12.9	11.4	11.0	7.2
Skara	10.4	10.7	9.1	10.6	8.9	9.2	8.2	9.3	5.4
Skövde	10.2	10.4	8.7	9.3	8.7	9.0	7.8	8.0	5.4
Sotenäs	12.3	11.4	10.0	12.3	10.7	9.6	8.7	10.4	4.5
Stenungsund	14.1	12.7	11.2	12.7	12.3	10.8	10.0	11.0	6.5
Strömstad	8.4	9.5	8.3	10.6	7.1	8.1	7.3	8.8	3.9
Svenljunga	13.9	13.2	12.3	11.7	11.9	11.2	11.1	10.0	7.3
Tanum	10.6	10.6	9.6	11.8	9.1	9.1	8.5	10.1	4.8
Tibro	9.5	9.8	7.8	8.4	8.0	8.4	6.9	7.0	5.3
Tidaholm	10.2	10.2	8.6	9.2	8.6	8.6	7.6	7.8	5.6
Tjörn	13.8	12.6	10.4	12.7	11.8	10.5	9.0	10.9	5.3
Tranemo	12.7	11.4	10.5	10.4	10.9	9.5	9.4	8.8	6.7
Trollhättan	11.5	10.8	9.8	12.3	9.8	9.1	8.7	10.7	6.3
Töreboda	9.4	9.4	7.8	8.5	7.9	8.0	6.9	7.1	4.7
Uddevalla	13.1	11.9	11.0	13.0	11.5	10.2	9.9	11.4	6.8
Ulricehamn	11.8	11.5	10.2	10.5	10.0	9.7	9.2	9.0	6.4
Vara	10.6	10.4	8.7	11.4	9.0	8.8	7.7	10.0	5.6
Värgårda	12.4	12.2	10.4	12.2	10.7	10.4	9.3	10.7	6.5
Vänersborg	10.6	10.1	9.2	11.7	9.1	8.5	8.1	10.2	6.0
Åmål	8.4	7.8	7.2	9.3	7.3	6.5	6.3	7.7	4.9
Öckerö	13.6	14.2	11.7	12.6	11.4	11.8	10.2	10.7	5.1

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

Jämförelse med mål och normer kalenderår

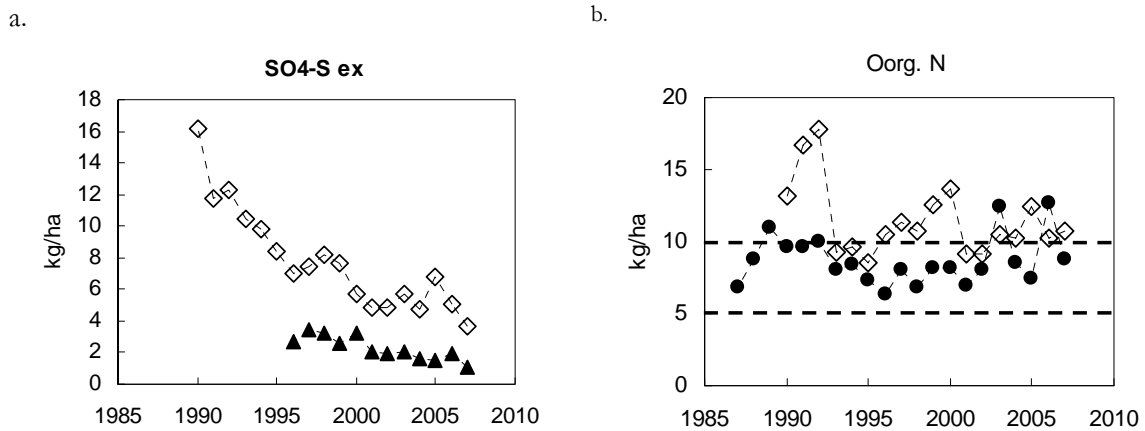
Nedfall av svavel och kväve

Miljö kvalitetsmålet *Bara Naturlig försurning* anger att ”De försurande effekterna av nedfall och markanvändning skall underskrida gränsen för vad mark och vatten tål...”. Den kritiska belastningen för aciditet (försurande ämnen) beror på markens buffringsförmåga och det går därför inte att ange en kritisk belastningsgräns som kan användas överallt. Så länge skogen tar upp merparten av kvävet är det svavelnedfallet som leder till försurning. Hur mycket svavel marken tål beror förutom på buffringsförmåga även på hur intensivt skogsbruket är. Det finns dock ungefärliga riktvärden som kan användas med ovanstående resonemang i beaktande. Områden med svag mineralogi i Sverige har enligt tidigare bedömningar antagits ha en kritisk belastningsgräns inom intervallet 0-3 kg svavel per hektar och år (Nilsson & Grennfelt, 1988).

I Figur 16a visas svavelnedfallet till skogsmark på två ytor i Västra Götalands län, den högst svavelbelastade ytan i länet, Hensbacka i väster, och den minst svavelbelastade ytan, Stora Ek i östra delen av länet. Svavelnedfall till skog är en indikator för miljömålen *Bara naturlig försurning*, *Levande sjöar och vattendrag*, *Grundvatten av god kvalitet*, *Levande skogar* och *Storslagen fjällmiljö*. Figuren visar på stora skillnader inom länet, med nedfall över intervallet 0-3 kg per hektar och år i Hensbacka, och små nedfallsmängder, 1-2 kg per hektar och år, i Stora Ek. För en mer detaljerad genomgång av kritisk belastning för aciditet hänvisas till förra årets länsrapport (Pihl Karlsson m.fl., 2008).

Miljö kvalitetsmålet *Ingen övergödning* anger bland annat att halterna av gödande ämnen i mark och vatten inte ska ha någon negativ inverkan på förutsättningarna för biologisk mångfald. För övergödande kväve pågår för närvarande mycket arbete kopplat till kritisk belastning runt om i Europa. Nyligen uppdaterades den kritiska belastningsgränsen, bland annat baserat på lågdos-försök i norra Sverige (Nordin m.fl., 2005). Den kritiska belastningsgränsen som gäller generellt i Sverige är 5-10 kg per hektar och år (UNECE, 2007). Den lägre gränsen kan antas gälla för de känsligaste ekosystemen.

I Figur 16b visas kvävenedfallet på öppet fält i de två ytor i länet där mätningar fortfarande görs, Hensbacka och Björkered. Nedfall av kväve är indikator för miljömålen *Bara naturlig försurning*, *Levande sjöar och vattendrag*, *Grundvatten av god kvalitet*, *Levande skogar* och *Storslagen fjällmiljö*. Figuren visar att kvävenedfallet på ytorna i länet var inom eller över intervallet 5-10 kg per hektar och år under hela mätserien. Detta betyder att nedfallet bör minska för att inte den kritiska belastningen ska överskridas. Indikatorn gäller egentligen skogsmark, men eftersom krondroppsmätningarna inte ger ett mått på totaldepositionen, utan påverkas av interncirkulationen i trädkronan, används här kvävenedfallet på öppet fält. Totaldeposition av kväve till skog kan förväntas vara något högre på grund av torrdepositionen.



Figur 16. Svavelnedfall (exklusive havssaltsbidrag) till skogsmark i Hensbacka (◇) och Stora Ek (▲)(a) och nedfall av oorganiskt kväve (nitratkväve och ammoniumkväve) på öppet fält i Björkered (●) (b) som årssumma på kalenderår (kg per hektar och år). De streckade linjerna i kvävefiguren visar gränserna för intervallet för kritisk belastning för kväve, 5-10 kg per hektar och år.

Luftkvalitet

Miljömål och miljö kvalitetsnormer är i huvudsak utformade för att skydda människor i tätorter. Det finns dock miljömål/miljö kvalitetsnormer som är utformade även för vegetation och ekosystem, speciellt gäller detta för marknära ozon. När det gäller svavel- och kväveföreningar är dessa målvärden inte satta utifrån ett vegetationsperspektiv utan de är relativt högt satta. Det är dock mycket viktigt att även mäta lufthalter i bakgrundsmiljöer som ej har påverkats av tätortsmiljön, bland annat för att skapa ett underlag för att bedöma behov och nytta med lokala åtgärder för att minska luftföroreningar.

Svaveldioxid:

Miljömål: Halten 5 mikrogram/m³ för svaveldioxid som årsmedelvärde skall vara uppnådd i samtliga kommuner.

Miljö kvalitetsnorm, till skydd för ekosystem: Års- samt vinterhalvsmedelvärdet för svaveldioxid får ej överstiga 20 µg/ m³.

Uppmätta vinterhalvsmedelhalter på Krondroppsnetets lokaler i länet under 2008:

Lokalkod	Namn	SO ₂ -halt i µg/m ³	Överskridande av miljömål & miljö kvalitetsnormer*
O 35 A-9	Hensbacka	0,5	nej

*Halterna av SO₂ är högst under vinterhalvåret vilket medför att årsmedelvärdet är lägre än vinterhalvsmedelvärdet.

Kvävedioxid:

Miljömål: Halten 20 mikrogram/m³ som årsmedelvärde för kvävedioxid skall i huvudsak underskridas år 2010.

Miljökvalitetsnorm, till skydd för ekosystem: Årsmedelvärdet för kvävedioxid får ej överstiga 30 µg/ m³. (Gäller på landsbygd med minst 20 km till närmaste storstad eller 5 km till annat bebyggt område).

Uppmätta årsmedelhalter på Krondroppsnetets lokaler i länet under 2008:

Lokalkod	Namn	NO ₂ -halt i µg/m ³	Överskridande av miljömål & miljökvalitetsnormer
O 35 A-9	Hensbacka	2,6	nej

Marknära ozon:

När det gäller marknära ozon finns många miljömål, men det miljömål som är direkt tillämpligt för de mätningar som sker inom krondroppsnetet är att halterna av marknära ozon som sommarhalvsmedelvärde får ej överskrida 50 µg/ m³ efter år 2020.

Uppmätta sommarhalvsmedelhalter på Krondroppsnetets lokaler i länet under 2008:

Lokalkod	Namn	O ₃ -halt i µg/m ³	Överskridande av miljömål & miljökvalitetsnormer
O 35 A-9	Hensbacka	58	ja

Temainriktad rapport

Under 2009 kommer vi även att presentera en nationell, mer temainriktad, rapport om trender. Tanken är att temarapporten skall fungera som ett komplement till de länsvisa, resultatnriktade rapporterna i år. Temarapporten kommer att fokusera på tidstrender för lufthalter, deposition och markvattenkemi. Inom Krondroppsnetet finns långa tidsserier och de längsta mätserierna är mer än 20 år. Under denna tidsperiod har det hänt mycket med utsläppen av luftföroreningar, och därför är det väldigt intressant att studera hur lufthalter, deposition och markvattenkemi har förändrats.

Temarapporten om trender kommer att bli klar i slutet av 2009 och kommer då att finnas tillgänglig på Krondroppsnetets webbplats samt skickas ut till alla kunder som pdf-fil.

Ny webbplats

Under hösten 2008 har vi lagt upp en ny webbplats www.krondroppsnetet.ivl.se. Där presenteras överskådligt information om hur vi arbetar inom Krondroppsnetet när det gäller provtagning, analyser och databearbetning. På webbplatsen redovisas resultat från mätningarna och modellberäkningarna i form av mätdata, kartor och rapporter. Webbplatsen uppdateras kontinuerligt med ny information.

Vi hoppas att detta kommer att bli en levande webbplats, och om ni har önskemål och funderingar på dess utformning kontakta oss gärna via e-post genom: gunilla@ivl.se

Nytt från Naturvårdsverket

Nedan presenteras information från Naturvårdsverket

Förändringar i det nationella programmet

Krondropps nätet ingår sedan 2000 som delprogram inom Programområde luft, det nationella luftövervakningsprogrammet som drivs av Naturvårdsverket. Delprogrammet kompletterar de pågående mätningarna som sker inom Krondropps nätet genom att finansiera främst mätningar över öppet fält. Vid revisionen av programområde Luft som genomfördes 2007-2008 beslutades att de strängprovtagare som använts avvecklas och istället kommer nio nya ytor att upprättas på öppet fält samt en station för krondropp, markvatten och lufthalter under 2009. De 19 stationer som från och med 2009 ingår i Naturvårdsverkets nät och där främst mätningar över öppet fält genomförs är:

Kod	Stationsnamn	Kod	Stationsnamn
A 35 A	Farstanäs	L 07 A	Västra Torup
AC04 A	Högbränna	N 13 A	Timrilt
BD02 A	Myrberg	O 35 A	Hensbacka
D 11 A	Edeby	S 22 A	Blåbärskullen
E 22 A	Höka	T 02 A	Greckssundet
F 23 A	Fagerhult	U 04 A	Kvisterhult
G 22 A	Tagel	W 90 A	Fulufjäll
H 01 A	Ottenby	Y 07 A	Storulvsjön
H 03 B	Rockneby	Z 04 A	Sör-Digertjärn
K 11 A	Komperskulla		

Kontaktperson för Programområde luft på Naturvårdsverket är Anna Jonsson.

E-post: anna.jonsson@naturvardsverket.se, tel: 08-6981627.

Specialprojekt som rör Krondropps nätet

Två specialprojekt med anknytning till Krondropps nätet finansieras under 2009 av Naturvårdsverket.

1. Utveckling av Krondropps nätet utifrån regionala och nationella behov

Krondropps nätet spelar idag en viktig roll i den regionala samt nationella miljöövervakningen för ett flertal miljömål. I första delen av ett nystartat projekt kommer man att beskriva den roll

Krondropps nätet spelar och utreda hur Krondropps nätet kan utvecklas efter 2010 då nuvarande programperiod avslutas. I del två kommer man att beskriva den roll som Krondropps nätet idag spelar som indata för kalibrering av MATCH-modellen (den modell som beräknar nedfall för svavel och kväveföreningar över Sverige). Ett eventuellt behov av oberoende data för validering av MATCH-modellen kommer även att diskuteras. Man kommer också att diskutera om det finns behov av annan data. Det är IVL och SMHI som utför projektet. Resultaten presenteras i december 2009.

2. Slutlig bedömning av ev. byte av mätutrustning för att mäta nedfall av luftföroreningar över öppet fält i Sverige

IVL kommer utvärdera ett eventuellt byte av mätutrustning för att mäta nedfall av luftföroreningar över öppet fält i Sverige. Den nya föreslagna mätutrustningen har tidigare utvärderats och den insamlade nederbörds mängden har visat sig stämma bättre överens med den utrustning SMHI använder för att mäta nederbörd än den som används idag för mätningar på öppet fält.

Nu ska en grundlig utvärdering av den nya respektive den gamla mätutrustningen för jonkoncentrationer göras. Under ett år kommer man att jämföra gammal och ny utrustning för att testa och utvärdera hur jonkoncentrationerna skiljer sig mellan metoderna. Detta skall testas på ett 10-tal mätplatser och kan resultera i att man från årsskiftet 2010/2011 startar mätningar med den nya utrustningen.

Referenser

- Mann, H.B., 1945. Non-parametric tests against trend: *Econometrica* v. 13, p. 245–259.
- Nilsson, J., Grennfelt, P., 1988. Critical Loads for Sulphur and Nitrogen. Miljörapport 1988:15. Workshop at Skokloster, Sweden, 19-24 March, 1988.
- Nordin, A., Strengbom, J., Witzell, J., Näsholm, T. och Ericson, L., 2005. Nitrogen deposition and the biodiversity of boreal forests – implications for the nitrogen critical load. *Ambio* 34: 20-24.
- Persson C, Ressner E. och Klein T., 2004. Nationell miljöövervakning - MATCH-Sverige modellen 1999-2002. Rapportserie: SMHI Meteorologi, Nr 113.
- Pihl Karlsson, G., Nettelbladt, A., Akselsson, C., Hellsten, S., Karlsson, P-E., Kronnäs, V. & Malm, G. 2008. Övervakning av luftföroreningar i Västra Götalands län – mätningar och modellering. Resultat till och med september 2007. IVL Rapport B 1787.
- UNECE, 2007. Recent results and updating of scientific and technical knowledge. Workshop on effects of low-level nitrogen deposition. Report by the workshop organizers. Executive body for the convention on long-range transboundary air pollution. Working Group on Effects. Twenty-sixth session. Geneva, 29–31 August 2007.

Bilaga 1. Data i tabellform - deposition, lufthalter, markvatten.

Tabell A:1a. Medelvärde under hydrologiskt år från mätningar på **öppet fält** i Västra Götalands län. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. Obs! Senaste årets data överst!

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	07/08	1244	0,27	6,1	4,0	45,8	6,5	5,3	3,6	3,6	28,6	1,8	0,34
(O 35 A)	06/07	1192	0,17	6,4	4,1	48,5	4,3	5,2	2,7	3,6	28,7	2,6	0,39
	05/06	1023	0,18	4,9	4,3	14,6	5,0	5,5	1,8	1,6	6,1	1,7	0,35
	04/05	1148	0,28	8,6	5,7	61,7	6,5	6,5	3,4	4,9	36,8	2,2	0,35
	03/04	1229	0,26	6,1	5,0	24,8	5,7	5,1	2,5	2,0	15,6	1,7	0,11
	02/03	845	0,18	5,4	4,4	21,8	4,8	3,7	2,6	1,9	13,8	2,3	0,14
	01/02	1030	0,22	7,7	4,9	60,4	5,3	4,1	3,1	3,8	35,9	2,2	0,11
	00/01	1228	0,36	7,6	5,9	36,1	7,3	5,0	3,0	2,4	22,9	1,4	0,16
	99/00	1177	0,24	7,8	5,7	44,6	5,7	5,1	3,4	3,5	27,3	2,1	0,29
	98/99	1450	0,41	8,2	6,9	28,1	7,1	6,0	2,9	2,0	16,4	2,4	0,14
	97/98	1155	0,37	7,8	6,4	30,3	6,7	5,0	3,1	2,3	17,5	2,9	0,09
	96/97	1014	0,33	8,0	6,6	30,0	6,0	5,8	2,2	2,3	17,4	2,0	0,24
	95/96	672	0,27	6,4	5,7	14,8	4,8	4,3	1,8	1,2	9,6	1,8	0,08
	94/95	988	0,44	7,4	6,3	23,5	4,8	3,9	3,4	1,6	13,8	1,5	0,03
	93/94	1198	0,48	8,4	7,2	25,8	5,5	4,6	1,9	1,6	15,3	1,6	0,04
	92/93	833	0,32	7,6	5,8	37,9	3,9	4,2	1,6	2,6	20,3	2,2	0,03
	91/92	1164	0,64	15,5	13,0	54,3	10,0	10,7	2,4	3,6	30,5	2,3	0,23
	90/91	1065	0,43	11,0	9,2	39,2	6,6	6,8	2,5	3,1	23,1	2,0	0,21
	89/90	957	0,43	10,7	9,4	28,8	6,2	7,7	1,7	1,9	17,2	2,1	0,19
Björkered,	07/08	1153	0,19	4,5	3,4	23,1	5,7	5,4	2,4	2,1	15,6	1,4	0,23
Tranemo	06/07	1255	0,13	4,7	3,0	38,1	4,0	5,5	2,5	2,9	23,4	1,9	0,48
(P 12 A)	05/06	611	0,07	3,0	2,7	6,5	3,1	7,7	1,2	0,7	4,4	3,4	0,23
	04/05	900	0,12	4,3	3,6	15,3	4,1	4,6	3,1	1,3	9,6	1,7	0,16
	03/04	1158	0,16	5,5	4,6	18,3	6,0	5,5	3,2	1,7	11,3	2,2	0,10
	02/03	805	0,14	4,9	4,1	17,1	4,6	4,4	2,0	1,7	11,0	2,9	0,09
	01/02	1061	0,18	5,0	4,0	21,4	4,3	3,9	1,7	1,5	12,6	1,6	0,11
	00/01	844	0,16	4,0	3,5	9,7	3,7	3,4	1,4	0,8	6,3	0,9	0,11
	99/00	1004	0,20	5,0	3,7	26,9	4,4	3,9	2,2	2,1	15,8	1,3	0,27
	98/99	1181	0,20	5,4	4,4	20,3	4,2	3,7	2,8	1,5	11,9	2,4	0,24
	97/98	920	0,17	3,9	3,5	10,1	3,3	3,1	1,7	1,0	5,7	1,5	0,14
	96/97	881	0,24	5,7	4,8	19,7	4,3	4,6	2,6	1,6	10,9	1,4	0,14
	95/96	569	0,23	4,9	4,6	5,5	3,2	3,1	2,2	0,6	3,6	1,1	0,07
	94/95	936	0,41	6,5	5,7	17,5	4,0	3,7	2,6	1,2	10,0	1,0	0,02
	93/94	971	0,40	6,4	5,8	13,1	4,2	4,2	1,3	0,8	7,8	1,2	0,02
	92/93	915	0,34	7,0	5,9	23,8	4,5	4,7	1,6	1,7	12,7	1,9	0,01
	91/92	718	0,34	6,3	5,6	14,9	4,3	4,7	1,0	1,0	7,9	1,3	
	90/91	775	0,28	6,9	6,2	15,5	4,0	5,4	0,9	1,0	9,2	1,4	
	89/90	955	0,37	8,3	7,2	25,0	4,7	4,3	1,7	1,8	14,4	1,7	
	88/89	875	0,42	9,7	8,7	21,5	5,8	5,8	2,4		11,0		
	87/88	972	0,40	8,2	7,7	12,3	4,9	3,3	1,7		6,7		

Tabell A:1b. Medelvärde under **kalenderår** från mätningar på **öppet fält** i Västra Götalands län. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. Obs! Senaste årets data överst!

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 (O 35 A)	2007	1124	0,20	6,2	4,6	35,5	4,9	5,8	2,5	2,6	22,0	2,4	0,31
	2006	1032	0,17	5,2	3,8	29,0	5,0	5,3	2,0	2,3	16,8	1,8	0,35
	2005	1134	0,24	7,0	5,2	40,5	6,2	6,3	3,1	3,7	22,4	1,8	0,36
	2004	1238	0,26	7,4	5,2	47,3	5,3	5,0	2,6	3,6	27,9	1,9	0,18
	2003	989	0,22	6,3	5,1	24,9	5,9	4,6	3,1	2,1	15,7	2,3	0,15
	2002	1061	0,26	7,2	4,9	51,3	5,2	3,9	2,7	3,2	30,5	2,2	0,11
	2001	944	0,25	6,6	4,9	36,3	5,5	3,6	2,8	2,3	23,1	1,6	0,10
	2000	1396	0,32	8,5	6,7	39,7	7,3	6,3	3,6	3,1	24,3	1,9	0,36
	1999	1367	0,38	8,0	6,5	31,9	6,8	5,8	2,8	2,4	19,1	2,2	0,14
	1998	1219	0,38	8,1	6,3	38,0	6,2	4,5	3,0	2,6	21,6	3,1	0,11
	1997	960	0,27	7,0	5,9	23,8	5,8	5,5	2,4	1,9	13,9	1,9	0,21
	1996	819	0,30	7,2	6,3	21,0	5,5	5,0	2,1	1,7	13,1	2,2	0,13
	1995	878	0,41	7,0	6,0	20,5	4,7	3,8	2,9	1,4	12,1	1,3	0,03
	1994	1077	0,45	7,8	6,6	26,0	5,3	4,3	2,1	1,7	15,3	1,4	0,04
	1993	965	0,37	8,4	6,9	33,9	4,5	4,8	1,8	2,3	18,8	2,4	0,04
	1992	1072	0,56	12,5	10,9	35,6	8,7	9,1	1,8	2,3	19,8	1,8	0,16
	1991	1194	0,54	14,1	11,4	58,3	8,2	8,5	3,1	4,5	33,8	2,4	0,24
1990	995	0,45	11,0	9,4	35,5	6,0	7,2	1,9	2,3	20,3	2,1	0,20	
Björkered, Tranemo (P 12 A)	2007	1047	0,11	4,1	2,7	29,3	3,6	5,2	2,2	2,3	18,1	1,7	0,32
	2006	981	0,13	4,2	3,4	17,3	4,3	8,4	1,8	1,4	10,9	3,5	0,40
	2005	684	0,08	3,5	3,0	10,7	3,4	4,1	2,3	0,9	6,9	1,7	0,14
	2004	1065	0,13	4,5	3,7	17,1	4,3	4,2	2,9	1,5	10,6	1,7	0,11
	2003	972	0,17	6,2	5,2	22,1	6,4	6,0	2,8	2,2	14,1	3,0	0,11
	2002	1037	0,20	4,9	4,1	18,3	4,5	3,6	1,9	1,3	10,7	1,7	0,10
	2001	776	0,13	4,0	3,6	10,1	3,4	3,6	1,2	0,7	6,5	1,3	0,10
	2000	1006	0,19	4,3	3,5	17,1	4,3	3,9	1,8	1,5	10,4	1,0	0,27
	1999	1107	0,19	5,1	4,1	21,3	4,3	3,9	2,6	1,7	12,5	1,9	0,23
	1998	1061	0,20	5,2	4,2	21,1	3,6	3,2	2,4	1,6	12,2	2,2	0,10
	1997	855	0,17	4,8	4,1	15,5	3,9	4,2	2,2	1,3	8,6	1,1	0,14
	1996	694	0,26	5,1	4,6	10,2	3,4	3,0	2,4	1,0	6,1	1,3	0,11
	1995	794	0,38	6,3	5,6	14,6	3,7	3,6	2,5	1,0	8,3	1,0	0,05
	1994	1018	0,40	6,4	5,6	16,0	4,3	4,1	1,8	1,0	9,2	1,1	0,02
	1993	830	0,30	6,4	5,6	18,7	3,9	4,2	1,4	1,4	10,2	1,9	0,02
	1992	778	0,39	6,6	6,0	14,4	5,0	5,0	1,1	1,0	7,8	1,3	
	1991	824	0,32	7,0	6,2	18,0	4,1	5,5	1,0	1,1	10,2	1,3	
1990	955	0,36	8,7	7,4	26,8	4,7	4,9	1,4	1,8	15,4	1,6		
1989	836	0,41	8,9	8,0	18,5	5,7	5,3	2,4	1,5	10,0			
1988	1015	0,40	9,0	8,2	15,5	5,1	3,7	1,8		7,9			
1987	827	0,45	6,9	6,5	8,6	3,8	3,0	1,5		5,0			

Tabell A:2a. Öppet fältdata från Västra Götalands län för ytan Hensbacka där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) analyserats, komplett **hydrologisk årsdeposition**. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO₃-N + NH₄-N) och (orgN = Kj-N - NH₄-N)

Lokal	Period	Nedb	oorg N	org N	TOC
		mm	kg/ha	→	
Hensbacka (O 35 A)	07/08	1244	11,8	1,2	20
	06/07	1192	9,6	1,3	19
	05/06	1023	10,4	0,7	13
	04/05	1148	13,0	1,2	19
	03/04	1229	10,9	1,4	26
	02/03	845	8,5	1,8	28
	01/02	1030	9,3	1,4	25
	00/01	1228	12,3	3,0	27
	97/98	1155	11,7	1,3	

Tabell A:2b. Öppet fältdata från Västra Götalands län för yta Hensbacka där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) analyserats, deposition på **kalenderår**. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO₃-N + NH₄-N) och (orgN = Kj-N - NH₄-N)

Lokal	Period	Nedb	oorg N	org N	TOC
		mm	kg/ha	→	
Hensbacka (O 35 A)	2007	1124	10,7	1,3	19
	2006	1032	10,3	0,7	15
	2005	1134	12,5	1,1	16
	2004	1238	10,3	1,4	18
	2003	989	10,5	1,8	37
	2002	1061	9,1	1,3	24
	2001	944	9,2	3,1	23

Tabell B:1a. Krondroppsdata från Västra Götalands län, komplett **hydrologisk årsdeposition**. 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	→									
Åboland (O 01 A)	07/08	860	0,15	5,7	3,3	51,8	3,7	2,2	4,3	4,1	31,1	12,0	1,15
	06/07	886	0,13	6,4	2,9	75,3	2,3	1,3	4,6	5,1	41,1	14,9	1,32
	05/06	678	0,12	5,4	4,0	30,3	3,0	2,2	3,0	2,8	16,2	12,9	0,80
	04/05	711	0,15	8,1	4,2	83,6	3,7	1,9	5,7	6,5	47,4	11,5	0,91
	03/04	713	0,13	5,0	3,4	34,0	2,6	1,4	3,5	2,9	19,9	9,5	0,20
	02/03	612	0,11	5,1	3,9	26,6	2,9	1,9	2,9	2,4	15,3	9,9	0,43
	01/02	711	0,09	5,9	4,0	42,1	2,8	2,1	4,1	3,2	24,5	11,8	0,27
	00/01	838	0,14	6,7	5,2	32,6	3,8	2,0	4,4	2,9	19,0	14,1	1,11
	99/00	783	0,18	7,4	4,6	61,8	3,4	1,8	4,3	4,5	35,9	12,7	0,94
	98/99	895	0,22	8,1	6,3	39,9	3,9	2,1	4,3	3,3	23,0	11,3	1,03
	97/98	748	0,16	7,3	5,6	37,3	4,0	2,9	3,9	3,2	21,6	10,8	0,83
	96/97	743	0,25	10,0	7,4	56,3	5,5	3,7	5,2	4,6	33,0	10,0	1,15
	Klippan (O 05 A)	07/08	895	0,11	6,3	3,1	67,8	3,9	1,9	6,1	5,3	38,1	32,3
06/07		1121	0,10	7,8	3,3	96,6	2,4	1,1					
05/06		667	0,07	4,7	3,3	30,0	2,5	2,5					
04/05		806	0,12	7,9	4,6	71,7	4,0	2,1					
03/04		778	0,10	6,5	4,5	43,0	2,7	1,7					
02/03		601	0,07	6,7	5,2	31,4	2,7	2,7					
01/02		772	0,10	8,1	5,5	56,0	3,3	2,7					
00/01		843	0,10	7,9	6,2	38,5	3,5	2,9					
99/00		840	0,19	9,7	6,2	74,4	3,5	1,9					
98/99		816	0,14	7,8	6,0	38,2	2,0	2,1					
97/98		782	0,14	9,8	7,6	47,1	2,7	2,6	6,6	4,6	25,0	24,6	2,58
96/97		717	0,32	14,4	10,9	75,7	4,5	2,8	8,7	6,1	40,0	17,8	4,12
95/96		562	0,28	11,7	10,4	27,6	3,2	2,1	5,9	3,3	14,5	15,1	2,75
94/95		807	0,38	14,8	12,5	49,4	3,2	1,8	8,1	4,2	27,0	17,8	2,86
93/94		789	0,46	14,9	13,0	40,5	2,8	1,8	6,7	4,1	20,8	16,0	2,89
92/93		755	0,45	17,0	12,8	90,7	3,6	4,0					
91/92		623	0,42	15,7	13,5	47,7	4,1	3,2					
90/91	619	0,40	17,1	15,0	45,9	3,8	1,9						
89/90	862	0,67	19,6	16,6	66,1	4,9	3,2						

Forts. **Tabell B:1a. Krondroppsdata** från Västra Götalands län, komplett **hydrologisk årsdeposition**. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	Period	Nedb mm	H ⁺	SO ₄ ⁻	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻ N	NH ₄ ⁻ N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
			kg/ha	S	S _{ex}								
Hensbacka (O 35 A)	07/08	772	0,10	7,1	3,5	76,7	4,3	1,9	5,9	5,6	43,7	20,2	1,05
	06/07	831	0,08	8,8	3,6	111,7	3,3	1,3	7,3	7,7	58,5	26,8	1,19
	05/06	597	0,07	6,4	4,8	35,4	4,9	4,2	4,3	3,6	19,6	22,1	0,63
	04/05	734	0,10	10,5	7,2	70,8	6,3	3,6	11,1	8,6	59,7	21,0	0,83
	03/04	656	0,07	6,6	4,5	46,9	3,9	3,1	5,0	3,7	26,0	18,5	0,19
	02/03	568	0,06	6,9	5,1	39,7	4,5	2,7	4,6	3,6	21,4	17,4	0,58
	01/02	638	0,06	8,3	5,2	66,6	4,2	2,5	6,3	5,0	39,8	17,9	0,22
	00/01	816	0,09	7,7	5,9	39,2	4,5	2,9	5,4	3,4	22,2	17,9	0,69
	99/00	744	0,11	8,9	5,4	74,8	4,2	1,9	6,8	5,6	46,2	17,1	0,75
	98/99	942	0,16	10,6	7,9	58,6	4,7	2,5	6,3	4,7	31,7	21,5	0,53
	97/98	766	0,13	10,3	7,5	59,7	5,6	3,5	6,9	4,9	33,4	22,6	0,76
	96/97	689	0,19	12,1	8,5	78,2	6,7	3,8	7,8	5,8	44,0	18,6	1,01
	95/96	410	0,11	8,1	6,7	30,2	4,9	2,8	5,1	3,0	17,1	13,8	0,53
	94/95	661	0,29	12,5	9,9	55,1	5,0	2,3	7,3	4,4	30,7	16,6	0,88
	93/94	677	0,29	11,9	10,0	40,2	4,4	2,3	6,0	3,7	22,4	14,9	0,77
	92/93	594	0,22	14,2	10,5	80,7	4,0	3,5					
	91/92	591	0,29	16,2	13,1	68,4	6,2	4,3					
	90/91	577	0,26	13,0	10,9	46,2	3,7	2,5					
	89/90	679	0,46	19,4	15,7	81,2	7,4	4,9					
Humlered (P 93 A)	07/08	805	0,12	3,2	2,2	21,5	2,8	2,0	3,1	2,4	13,6	7,0	0,77
	06/07	972	0,12	3,6	2,2	30,1	1,9	1,0	3,2	2,7	17,9	7,9	0,83
	05/06	562	0,09	2,8	2,4	9,8	2,2	1,9	2,1	1,3	5,9	6,0	0,47
	04/05	686	0,10	3,6	2,4	25,0	2,2	1,3	3,0	2,6	14,8	5,8	0,42
	03/04	699	0,12	2,8	2,1	15,2	1,9	1,0	2,4	1,7	8,6	5,5	0,16
	02/03	640	0,08	3,2	2,6	14,1	2,0	1,2	2,5	1,7	7,4	5,6	0,36
	01/02	668	0,08	3,5	2,6	19,9	1,7	1,2	2,3	1,8	10,9	6,6	0,11
	00/01	735	0,13	4,3	3,8	11,1	2,4	1,5	2,6	1,7	6,8	9,7	0,65
	99/00	716	0,14	4,3	3,1	25,4	2,3	1,4	2,6	2,4	14,4	8,0	0,61
	98/99	790	0,14	4,4	3,6	19,0	1,9	1,5	2,6	1,8	10,8	7,2	0,26
	97/98	750	0,14	4,3	3,7	12,5	1,7	2,2	2,4	1,4	6,9	7,2	0,38
96/97	679	0,20	4,6	3,7	19,7	2,1	1,3	3,2	2,0	11,0	5,5	0,49	
Stora Ek (R 09 A)	07/08	412	0,02	1,7	1,0	16,3	1,0	0,8	2,4	1,7	9,4	12,8	1,26
	06/07	542	0,02	2,4	1,2	25,2	0,9	0,8	2,9	2,2	12,9	17,8	1,31
	05/06	360	0,03	2,3	1,9	8,6	1,3	2,2	1,9	1,4	4,5	14,1	0,84
	04/05	372	0,01	2,5	1,6	19,5	1,4	1,4	3,1	2,1	9,7	12,4	1,39
	03/04	523	0,03	2,4	1,8	12,9	1,2	1,2	2,7	1,5	6,7	11,8	0,71
	02/03	363	0,02	2,5	1,9	11,6	1,3	1,0	2,1	1,4	5,9	10,5	0,72
	01/02	420	0,03	2,8	1,9	20,1	1,0	1,2	2,5	1,8	10,2	14,7	0,76
	00/01	521	0,04	3,5	3,0	11,0	1,5	1,0	2,7	1,5	6,4	15,3	1,11
	99/00	362	0,03	3,2	2,4	17,1	1,5	1,3	2,8	1,7	8,9	10,9	1,07
	98/99	556	0,05	3,4	2,8	12,3	1,5	1,0	2,5	1,5	6,5	9,8	1,01
	97/98	592	0,05	3,9	3,3	12,3	2,2	1,5	2,7	1,5	6,7	14,8	0,94
	96/97	483	0,05	4,1	3,3	17,0	1,5	1,0	3,1	2,0	9,0	11,2	1,67
95/96	294	0,06	3,2	2,9	6,3	1,4	1,0	1,7	0,9	3,3	6,8	0,75	

Tabell B:1b. Krondroppsdata från Västra Götalands län, årsdeposition på **kalenderår**.
Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	Period	Nedb mm	H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ - S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ - N	NH ₄ - N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
			kg/ha	→									
Åboland (O 01 A)	2007	749	0,13	5,8	3,2	58,3	2,6	1,5	4,1	4,4	33,3	11,7	1,14
	2006	834	0,15	6,0	3,9	45,5	3,2	2,2	3,7	3,4	24,0	16,0	1,14
	2005	692	0,14	7,7	4,2	76,4	3,9	2,2	5,1	6,1	43,1	11,4	0,88
	2004	743	0,13	5,8	3,6	46,4	2,4	1,3	4,2	3,7	26,9	10,1	0,28
	2003	653	0,13	5,8	4,3	31,7	3,3	2,1	3,1	2,8	18,0	10,4	0,52
	2002	754	0,10	5,3	3,7	35,2	2,8	2,0	3,4	2,7	20,8	10,8	0,13
	2001	568	0,07	5,5	4,1	31,7	2,6	1,5	4,5	2,8	18,0	12,6	0,80
	2000	987	0,20	7,3	5,1	47,0	4,1	2,1	3,9	3,8	27,8	14,3	1,19
	1999	888	0,22	8,3	6,0	50,7	3,9	2,0	4,8	4,0	29,5	11,5	1,08
	1998	794	0,19	8,8	6,5	49,2	4,3	3,2	4,6	3,9	27,7	11,4	0,84
	1997	671	0,21	8,5	6,3	48,4	4,8	3,2	4,3	4,0	28,9	9,8	0,92
Klippan (O 05 A)	2007	977	0,09	7,2	3,6	78,0	2,7	1,2	5,9	5,3	44,9	20,1	2,23
	2006	857	0,09	5,8	3,5	50,0	2,8	2,5					
	2005	750	0,08	6,2	4,1	46,9	4,1	2,3					
	2004	802	0,12	7,3	4,2	67,0	2,3	1,6					
	2003	701	0,08	8,0	6,2	38,0	3,3	2,9					
	2002	775	0,10	7,4	5,3	45,2	3,3	2,7					
	2001	614	0,07	6,9	4,9	42,4	2,4	2,1					
	2000	917	0,16	9,1	6,6	54,3	4,1	2,4					
	1999	878	0,16	9,5	6,8	58,6	2,5	2,3					
	1998	769	0,14	8,7	6,5	48,4	2,3	2,5	6,2	4,4	25,6	23,3	2,06
	1997	757	0,29	13,4	10,3	65,6	4,5	2,9	7,9	5,6	35,4	17,5	3,64
	1996	553	0,26	12,0	10,2	38,8	2,9	1,6	6,9	4,1	19,7	16,7	3,50
	1995	753	0,37	13,6	11,5	43,8	3,2	2,0	7,0	3,7	23,6	14,7	2,42
	1994	818	0,42	13,9	11,6	50,1	3,0	1,7	7,3	4,4	26,0	18,0	3,08
	1993	690	0,39	17,1	13,6	77,4	3,1	3,9					
1992	683	0,46	14,7	12,8	41,6	4,2	3,0						
1991	607	0,39	17,4	14,9	53,5	4,1	2,2						
1990	930	0,68	22,0	18,5	74,1	4,7	3,1						

Forts. **Tabell B:1b. Krondroppsdata** från Västra Götalands län, årsdeposition baseras på **kalenderår**. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	Period	Nedb mm	H ⁺	SO ₄ ⁻	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
			kg/ha	S	S _{ex}	N	N						
Hensbacka (O 35 A)	2007	687	0,08	7,8	3,7	88,2	3,4	1,2	6,3	6,6	48,7	21,4	1,04
	2006	812	0,09	8,0	5,1	62,7	5,2	4,4	5,6	4,8	32,7	29,3	0,96
	2005	682	0,09	9,3	6,8	53,4	6,5	3,6	9,8	7,6	49,2	19,3	0,75
	2004	673	0,08	7,7	4,7	66,5	3,7	3,1	6,4	5,2	37,6	19,0	0,27
	2003	611	0,07	7,9	5,7	47,6	5,1	2,8	5,0	4,0	25,9	20,7	0,65
	2002	674	0,07	7,3	4,8	54,0	4,3	2,4	5,5	4,2	31,7	16,0	0,13
	2001	549	0,05	6,8	4,9	41,8	3,3	2,0	5,5	3,7	24,2	15,3	0,58
	2000	919	0,12	8,6	5,7	60,9	4,9	2,4	5,5	4,6	35,7	19,7	0,79
	1999	958	0,15	10,7	7,7	65,5	4,9	2,6	7,3	5,3	40,8	19,9	0,56
	1998	755	0,14	11,7	8,2	75,5	5,4	3,5	7,6	5,6	39,1	24,2	0,71
	1997	675	0,17	10,3	7,4	62,5	6,2	3,4	6,5	5,0	36,5	16,4	0,83
	1996	503	0,12	8,8	7,0	39,3	5,1	2,7	6,0	3,5	22,1	15,9	0,74
	1995	552	0,24	10,6	8,4	46,9	4,7	2,4	6,0	3,7	25,9	14,2	0,67
	1994	653	0,27	12,2	9,8	52,6	4,8	2,4	6,8	4,5	28,8	17,0	0,93
1993	617	0,21	13,5	10,5	63,8	3,7	3,6						
1992	617	0,31	14,9	12,3	56,2	6,1	3,9						
1991	598	0,24	14,8	11,8	64,8	4,4	3,1						
1990	706	0,51	20,3	16,2	88,8	7,2	4,7						
Humlered (P 93 A)	2007	858	0,12	3,3	2,2	23,9	2,0	1,1	3,0	2,3	14,7	6,7	0,81
	2006	729	0,12	3,2	2,4	17,1	2,5	1,9	2,6	1,9	9,9	7,2	0,65
	2005	619	0,09	3,1	2,3	16,7	2,3	1,5	2,4	1,9	10,4	5,2	0,41
	2004	765	0,12	3,1	2,1	22,9	1,7	0,9	2,9	2,3	12,9	6,1	0,15
	2003	620	0,09	3,4	2,8	14,8	2,3	1,3	2,6	1,8	7,8	4,8	0,45
	2002	677	0,09	3,4	2,5	18,6	1,8	1,2	2,3	1,7	10,5	6,7	0,08
	2001	633	0,09	3,4	2,8	12,0	1,8	1,1	2,2	1,5	6,6	9,4	0,45
	2000	788	0,16	4,7	3,9	17,9	2,5	1,6	2,6	2,2	10,8	8,6	0,74
	1999	794	0,13	4,5	3,5	22,0	2,2	1,5	2,8	2,1	12,7	7,7	0,34
1998	734	0,14	4,5	3,7	19,1	1,5	2,3	2,5	1,7	10,3	7,4	0,31	
1997	729	0,19	4,6	3,7	17,7	2,3	1,3	3,1	1,9	10,1	5,4	0,49	
Stora Ek (R 09 A)	2007	440	0,02	2,0	1,1	19,8	0,9	0,8	2,4	1,7	10,6	12,9	0,98
	2006	455	0,03	2,6	1,9	14,0	1,3	2,2	2,5	1,7	6,8	19,1	1,19
	2005	350	0,01	2,2	1,5	15,7	1,5	1,4	2,8	1,9	8,3	10,8	1,04
	2004	468	0,03	2,3	1,6	14,4	1,0	1,2	2,6	1,5	7,0	11,5	0,79
	2003	403	0,02	2,6	2,0	13,2	1,2	0,9	2,3	1,5	6,7	11,5	1,01
	2002	451	0,04	2,7	1,9	16,8	1,3	1,3	2,4	1,5	9,2	12,7	0,58
	2001	373	0,02	2,7	2,1	12,9	1,1	0,9	2,5	1,5	6,4	13,2	1,07
	2000	530	0,04	3,9	3,2	15,7	1,7	1,5	3,0	1,9	8,7	15,8	1,05
	1999	477	0,05	3,2	2,6	14,3	1,4	0,9	2,6	1,7	7,4	9,2	1,33
	1998	568	0,05	3,8	3,2	13,8	1,9	1,5	2,7	1,5	6,7	14,9	0,66
	1997	520	0,05	4,0	3,4	14,3	1,8	0,9	3,0	1,8	8,5	10,8	1,60
1996	345	0,06	3,1	2,7	9,7	1,1	0,8	2,1	1,3	4,7	8,9	1,02	

Tabell B:2a. Krondroppsdata från Västra Götalands län för ytor där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) analyserats, komplett **hydrologisk årsdeposition**. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO₃-N + NH₄-N) och (orgN = Kj-N - NH₄-N)

Lokal	Period	Nedb mm	oorg N	org N	TOC
			kg/ha	→	
Åboland (O 01 A)	07/08	860	5,9	2,2	
	06/07	886	3,7	2,2	
	05/06	678	5,2	2,3	
	04/05	711	5,6	1,8	
	03/04	713	4,0	1,8	
	02/03	612	4,8	2,6	
	01/02	711	4,9	2,4	
Hensbacka (O 35 A)	07/08	772	6,1	2,9	78
	06/07	831	4,7	2,5	90
	05/06	597	9,1	3,2	69
	04/05	734	9,9	2,8	
	03/04	656	6,9	3,1	70
	02/03	568	7,2	3,0	66
	01/02	638	6,7	3,0	64
	00/01	816	7,4	3,2	69
Humlered (P 93 A)	97/98	766	9,1	3,6	
	07/08	805	4,8	1,5	
	06/07	972	2,9	1,7	
	05/06	562	4,1	1,2	
	04/05	686	3,5	2,5	
	03/04	699	2,8	1,5	
	02/03	640	3,2	2,3	
Stora Ek (R 09 A)	01/02	668	2,9	1,5	
	07/08	412	1,8	1,7	
	06/07	542	1,7	2,1	
	05/06	360	3,5	1,9	
	04/05	372	2,8	1,7	
	03/04	523	2,4	1,9	
	02/03	363	2,3	2,2	
	01/02	420	2,2	2,1	
97/98	592	3,7	2,3		

Tabell B:2b. Krondroppsdata från Västra Götalands län för ytor där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) analyserats, årsdepositionen baseras på **kalenderår**. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO₃-N + NH₄-N) och (orgN = Kj-N - NH₄-N)

Lokal	Period	Nedb mm	oorg N		TOC
			kg/ha	→	
Åboland (O 01 A)	2007	749	4,0	1,9	
	2006	834	5,4	2,6	
	2005	692	6,0	1,8	
	2004	743	3,7	1,8	
	2003	653	5,4	2,5	
	2002	754	4,8	2,6	
	2001	568	4,1	2,4	
Hensbacka (O 35 A)	2007	687	4,6	2,5	80
	2006	812	9,6	3,5	90
	2005	682	10,1	2,7	75
	2004	673	6,7	3,0	
	2003	611	7,8	3,0	75
	2002	674	6,8	3,1	62
	2001	549	5,3	2,8	58
Humlered (P 93 A)	2007	858	3,1	1,5	
	2006	729	4,4	1,3	
	2005	619	3,7	2,4	
	2004	765	2,5	1,5	
	2003	620	3,5	2,1	
	2002	677	3,0	1,6	
	2001	633	3,0	2,0	
Stora Ek (R 09 A)	2007	440	1,8	1,7	
	2006	455	3,5	2,3	
	2005	350	2,9	1,6	
	2004	468	2,1	1,7	
	2003	403	2,2	2,2	
	2002	451	2,5	2,2	
	2001	373	2,0	2,0	

Tabell C. Lufthalter månadsmedelvärden samt medelvärden i Västra Götalands län, diffusionsprovtagning, µg/m³.

Lokal	Period	SO ₂	NO ₂	NH ₃	O ₃	
		ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³	
Hensbacka (O 35 A)	0709	0,3	2,3	0,5	^U 41	
	0710	0,4	3,4	1,1	40	
	0711	0,3	3,6	<0,3	36	
	0712	0,4	3,5	<0,3	25	
	0801	0,8	4,2	<0,3	45	
	0802	0,5	5,4	<0,3	51	
	0803	0,4	2,5	<0,3	55	
	0804	0,4	2,2	0,7	59	
	0805	0,6	2,0	0,5	76	
	0806	0,5	1,8	0,6	76	
	0807	0,4	1,4	<0,3	53	
	0808	0,3	1,4	<0,3	43	
	0809	0,3	1,6	<0,3	40	
	0810	0,6	2,9	0,5	42	
	0811	0,4	3,1	<0,3	39	
	0812	0,4	2,9	<0,3	29	
Mv hydr. år	9610-9709	⁽⁹⁾ 0,8	⁽⁹⁾ 3,7	-	-	
	9710-9809	0,7	3,4	-	-	
	9810-9909	0,7	3,5	-	-	
	9910-0009	0,5	3,0	-	-	
	0010-0109	0,9	5,7	-	-	
	0110-0209	0,7	5,4	-	-	
	0210-0309	0,9	3,1	-	-	
	0310-0409	0,9	3,2	-	-	
	0410-0509	0,7	2,9	-	-	
	0510-0609	1,0	3,4	-	-	
	0610-0709	0,6	2,5	-	-	
	0710-0809	0,4	2,8	-	-	
	Mv kal. år	9701-9712	0,8	3,9	-	-
		9801-9812	0,8	3,5	-	-
9901-9912		0,6	3,2	-	-	
0001-0012		0,6	3,9	-	-	
0101-0112		0,8	5,4	-	-	
0201-0212		0,7	4,6	-	-	
0301-0312		0,9	3,3	-	-	
0401-0412		0,9	3,0	-	-	
0501-0512		0,8	3,2	-	-	
0601-0612		1,0	3,2	-	-	
Mv sommar	9704-9709	-	-	<0,3	63	
	9804-9809	-	-	0,3	52	
	9904-9909	-	-	0,8	62	
	0004-0009	-	-	<0,3	54	
	0104-0109	-	-	0,4	55	
	0204-0209	-	-	0,5	58	
	0304-0309	-	-	1,1	61	
	0404-0409	-	-	0,4	58	
	0504-0509	-	-	<0,3	57	
	0604-0609	-	-	0,8	64	
0704-0709	-	-	0,6	57		
0804-0809	-	-	0,4	58		

Tabell D. Markvattendata från Västra Götalands län. Mätningar efter vegetationssäsongen 2007 samt före, under samt efter vegetationssäsongen 2008.

Lokal	Datum	pH	Alk mekv/l	ANC →	SO ₄ -S mg/l	Cl ⁻ →	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺	Fe ^{2+/3+}	ooAl	tAl	TOC	BC/ooAl mol/mol
Åboland (O 01 A)	2008-04-08	4,8	-	-0,040	1,18	16,85	<0,002	0,055	0,65	0,98	8,50	1,05	<0,030	0,029	0,392	0,442	2,5	5,7
	2008-08-07	5,1	-	0,041	1,39	9,82	<0,002	0,021	0,57	0,47	7,59	0,30	<0,030	0,006	0,157	0,169	3,1	7,1
	2008-10-27	5,1	-	0,090	1,35	12,07	<0,002	0,022	0,68	0,97	9,04	0,29	<0,030	0,020	0,240	0,259	2,3	7,2
	median <i>n</i> = 36	4,9		-0,016	1,63	7,04	<0,002	<0,02	0,62	0,47	4,97	0,35	<0,03	0,006	0,271	0,302	2,6	4,3
Klippan O (O 05 A)	2007-10-29	4,5	-	-0,141	3,17	17,43	0,004	<0,020	0,39	0,68	10,68	0,38	0,317	0,015	0,974	1,100	4,8	1,3
	2008-04-03	4,5	-	-0,152	3,02	11,77	<0,002	<0,020	0,23	0,72	6,70	0,24	0,273	0,019	1,076	1,270	3,4	1,0
	2008-08-07	4,4	-	-0,068	2,47	20,55	0,005	0,229	0,49	1,19	10,80	2,89	<0,030	0,031	0,971	1,370	14,0	3,8
	2008-10-27	4,4	-	-0,113	2,59	18,81	0,059	0,055	0,66	1,38	9,25	1,36	0,746	0,015	1,418	1,630	4,5	2,1
	median <i>n</i> = 57	4,5		-0,137	3,74	15,01	<0,002	0,022	0,76	0,89	8,11	1,23	0,412	0,01	1,155	1,38	6,8	2,0
Hensbacka (O 35 A)	2008-04-08	4,7	-	-0,051	1,08	14,12	0,010	<0,020	0,34	0,75	7,61	0,22	<0,030	0,045	0,737	1,330	6,7	1,7
	2008-08-07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008-10-27	4,4	-	-0,109	1,00	20,64	<0,002	0,020	0,30	0,84	10,20	0,29	<0,030	0,055	0,990	1,530	8,5	1,3
	median <i>n</i> = 57	4,6		-0,063	2,19	13,79	<0,002	<0,02	0,57	0,84	8,21	0,26	<0,03	0,047	0,858	1,527	8,9	1,6
Humlered (P 93 A)	2007-10-29	5,0	-	-0,017	1,71	5,74	<0,002	<0,020	0,65	0,47	4,04	0,17	<0,030	0,029	0,487	0,552	2,8	2,2
	2008-04-09	5,0	-	-0,010	1,57	4,31	0,004	<0,020	0,62	0,37	3,34	0,14	<0,030	0,152	0,644	0,756	3,2	1,4
	2008-08-04	5,0	-	0,015	0,82	4,52	0,002	<0,020	0,39	0,24	3,48	0,11	0,121	0,031	0,293	0,402	3,9	2,1
	2008-10-27	5,0	-	0,011	1,17	5,03	0,004	<0,020	0,51	0,36	3,91	0,08	<0,030	0,065	0,658	0,783	2,8	1,2
	median <i>n</i> = 37	4,9		-0,016	1,44	4,71	<0,002	<0,02	0,6	0,37	3,6	0,13	<0,03	0,035	0,528	0,756	3,2	1,5
Stora Ek (R 09 A)	2007-10-29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008-03-31	5,0	-	-0,030	6,98	17,50	<0,002	<0,020	1,75	2,11	14,40	0,48	0,300	0,036	0,685	0,969	9,0	5,6
	2008-08-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2008-10-27	4,9	-	0,151	8,51	29,38	0,016	0,020	1,83	2,47	27,70	0,47	<0,030	0,027	0,714	0,958	7,7	6,0
median <i>n</i> = 34	4,8		-0,021	6,98	24,75	<0,002	<0,02	2,36	2,45	21,5	0,4	<0,03	0,051	0,878	1,21	11	5,2	

Bilaga 2. Beskrivning av trendanalys med Mann-Kendall och Seasonal-Kendall-metodik

Mann-Kendall

Mann-Kendall är en icke-parametrisk metod för att signifikant påvisa linjära monotona trender (Mann, 1945). Monoton betyder att trenden inte har något trendbrott. Linjär trend är en trend som ökar eller minskar lika mycket varje tidsenhet, t. ex. varje år. Icke-parametrisk betyder att metoden jämför relativa förhållanden och inte bryr sig om hur stora skillnader det är mellan mätvärdena. Förenklat kan man säga att metoden jämför alla värden parvis och summerar hur ofta det senare värdet är större respektive mindre än det tidigare värdet. Detta gör att eventuella "outliers" inte kommer att påverka resultatet. Metoden klarar även värden under detektionsgränsen, åtminstone så länge detektionsgränsen är samma i hela tidsserien. Saknade värden är inte heller något problem. Allt detta gör att man kallar metoden "robust". Icke-parametriska metoder kräver inte heller att data är normalfördelade. Mann-Kendall är i allmänhet mindre känslig än vanlig linjär regression, vilket innebär att det kan vara lite svårare att få statistisk signifikans för trend. Mann-Kendall kan användas på så små dataset som fyra värden (Gilbert, 1987).

I samband med att man räknar Mann-Kendall-statistik brukar man räkna ut något som heter "Sens slope" (Sen, 1968). Sens slope är en uppskattning av trendlinjens lutning, och räknas ut genom att ta medianen av lutningarna mellan alla par av data i tidsserien. Beräkningen är nära släkt med Mann-Kendall, men utförs helt oberoende av Mann-Kendall. Sens slope ger ibland en underskattning av trendens lutning. Det är till och med fullt möjligt att få en signifikant trend och samtidigt "Sens slope" = 0. Detta kan inträffa då det finns många exakt likadana värden i tidsserien, t. ex. många värden under detektionsgränsen och beror på att Sens slope är en medianberäkning.

Seasonal Kendall

Mann-Kendall ska inte användas på data med säsongsvariation, då ska Seasonal Kendall användas. Seasonal Kendall är en vidareutveckling av Mann-Kendall-metoden. Mann-Kendall-trend-statistik räknas ut på varje säsong för sig och läggs sedan ihop till ett gemensamt trendvärde för alla säsonger (Hirsch och Slack, 1984). På motsvarande sätt kan en Seasonal Kendall-slope räknas ut (Hirsch och Slack, 1982). Om datasetet har 12 säsonger så kan Seasonal Kendall användas om det finns åtminstone 3 års data (Gilbert, 1987).

Autokorrelation

När man räknar på data med säsongsvariation så är autokorrelation ett vanligt problem. Autokorrelation (även kallat seriell korrelation) innebär att ett mätvärde är beroende av något eller några av föregående mätvärden, till exempel att sannolikheten att ett mätvärde är högt ökar om föregående mätvärde är högt. När autokorrelation finns så tenderar p-värdena att bli för små och man kan få en signifikant trend trots att en sådan inte finns (Helsel, Mueller och Slack, 2006). Det är svårt att påvisa autokorrelation på dataserier kortare än 10 år. För Seasonal Kendall föreslår därför Hirsch och Slack (1984) att man för data med en tidsserie längre än 10 år använder ett p-värde som är justerat för autokorrelation.

Statistiskt verktyg

Beräkningarna av Mann-Kendall, Sens slope, Seasonal Kendall och Seasonal Kendall-slope har gjorts med DOS-programmet kendall.exe som utan kostnad tillhandahålls av U.S. Geological Survey (<http://pubs.usgs.gov/sir/2005/5275/downloads/>). Originalkoden för att räkna Seasonal Kendall är gjord av James R. Slack på U.S. Geological Survey och finns implementerad i kendall.exe (Helsel, Mueller och Slack, 2006). Kendall.exe accepterar bara en lokal och en parameter i taget och

blir därför tidsödande att använda för dataset med många lokaler och parametrar. För att komma runt detta har IVL utvecklat ett Excelbaserat program som kan kommunicera med Kendall.exe.

Referenser

Gilbert, R.O., 1987. Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring. Van Nostrand Rienhold Company, Inc., New York.

Helsel, D.R., Mueller, D.K. och Slack, J.R., 2006. Computer program for the Kendall family of trend tests: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2005-5275, 4 p.

Hirsch, R. M., Slack, J. R. och Smith, R. A., 1982. Techniques of trend analysis for monthly water quality data. Water Resour. Res., 18:107-121.

Hirsch, R. M. och Slack, J. R., 1984. A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence. Water Resour. Res., 20:727-732.

Mann, H.B., 1945. Non-parametric tests against trend: *Econometrica* v. 13, p. 245-259.

Sen, S.T.K., 1968. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *Journal of the American Statistical Association*, 63:1379-1389.



LÄNSSTYRELSEN
VÄSTRA GÖTALANDS LÄN