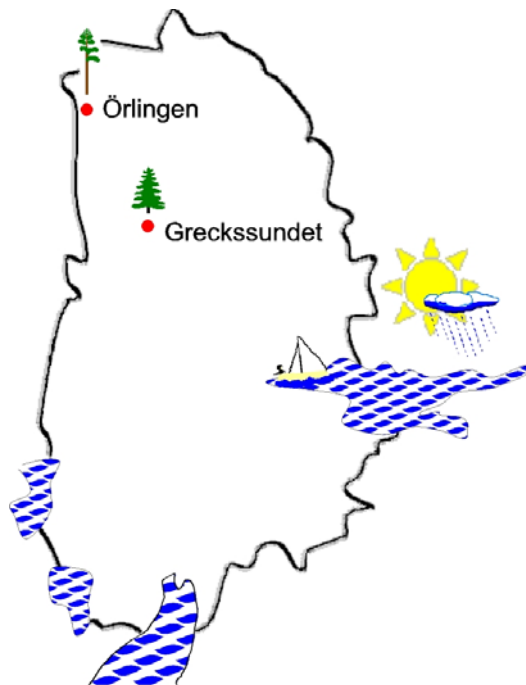


För Örebro läns Luftvårdsförbund.

Övervakning av luftföroreningar i Örebro län – mätningar och modellering

Hydrologiskt år: resultat t.o.m. september 2009

Kalenderår: resultat t.o.m. 2008



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

B 1906

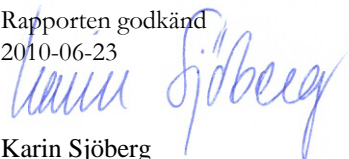
Juni 2010

¹⁾ Lunds universitet

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	2
Inledning.....	3
Ord att förklara.....	4
Sammanfattande bedömning av luftföroreningsituationen i Örebro län 2008/09.....	5
Stationsvis redovisning.....	8
Greckssundet (T 02).....	8
Örlingen (T 03).....	10
Modellberäknad deposition av svavel och kväve på kommun- och länsnivå.....	12
Krondroppsnetzets roll i forskningen Exempel: Mykorrhizasvampar och kväveutlakning.....	14
Temainriktad rapport om miljömålsuppföljning med hjälp av mätningar och modellering inom Krondroppsnetzets.....	16
Nya publikationer kopplade till Krondroppsnetzets.....	16
Krondroppsnetzets webbplats.....	17
Referenser.....	17
Bilaga 1. Data i tabellform – deposition & markvatten.....	18

Rapporten godkänd
2010-06-23



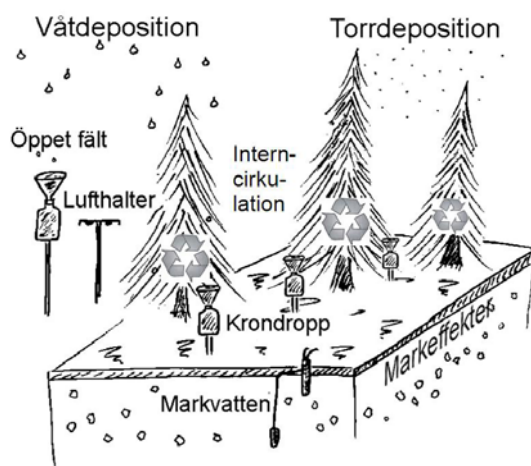
Karin Sjöberg
Enhetschef

Sammanfattning

På uppdrag av Örebro läns Luftvårdsförbund mäter IVL nedfall av luftföroreningar och markvattenkvalitet på två platser i länet. Krondroppsnetet har sedan starten 1985 löpt i perioder och 2007 initierades det fyraåriga samarbetsprojekt som råder idag. Grundtanken med Program 2007 är att utifrån depositions-, markvatten- samt lufthaltsmätningar ge kunskap om belastningen av luftföroreningar och deras effekter på vegetation, mark och vatten. Mätningarna kompletteras med fördjupade modellberäkningar på regional nivå som baseras på modellberäkningar på nationell nivå med hög geografisk upplösning. Denna rapport fokuserar på redovisning av mätresultat. Den modellansats som ingår rör kommunvis deposition.

Under det hydrologiska året 2008/09 deponerades 1-1,2 kg antropogent svavel till skogsytor i Örebro län, vilket är den lägsta nivån under den 13-åriga mätserien. Nedfallet var i början av mätperioden högre i granytan i Greckssundet än i tallytan i Örlingen, men har under senare år varit på samma nivå i de båda ytorna. Detta kan vara en indikation på att torrdepositionen minskat, vilket är tydligt på många andra ytor runt om i Sverige, framför allt i söder. Kvävenedfallet till skogsytor är svårtolkat, eftersom det sker ett visst upptag av kväve i träd-kronorna. Det finns inga signifikanta trender som det finns för svavel. 2008/09 tangerades den lägsta noteringen av kvävenedfall i Greckssundet, 3,2 kg per hektar. Kvävenedfallet i Örlingen var det näst lägsta i mätserien, 1,9 kg per hektar.

Det minskade svavelnedfallet åtföljs i Greckssundet, liksom i flertalet övriga ytor runt om i Sverige, av signifikant minskade halter av svavel i markvattnet. I Örlingen kan däremot ingen signifikant förändring påvisas. Markvattnets pH var under 2008/09 omkring 5 i både Örlingen och Greckssundet, och den syraneutraliserande förmågan, ANC, var negativ vid de flesta tillfällena, vilket visar på försurat markvatten. Den enda signifikanta trend som finns när det gäller pH och ANC är att pH minskat i Örlingen. Tidsserien är dock för kort för att kunna tolka resultatet fullt ut. Kvävehalten i markvattnet har, liksom tidigare år, varit mycket låg, vilket tyder på att skogssystemet kan ta hand om i stort sett allt tillgängligt kväve.



Principskiss för mätningarna. Nedfallet till skogsytor består av våtdeposition och torrdeposition. Vissa ämnen interncirkuleras i träd-kronorna, vilket innebär att det som uppmäts i krondroppet är våtdeposition + torrdeposition ± interncirkulation.

Uppdragsgivare:

Örebro läns Luftvårdsförbund

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, försurning, markvatten, lufthalter, Örebro län

IVL rapport B 1906

Beställs från någon av nedanstående:

Länsstyrelsen i

Örebro län

Vattenenheten

att. Pelle Grahn

701 86 Örebro

IVL, Publikationsservice

Box 21060

SE-100 31 Stockholm

Tel: 08-598 563 00

Fax: 08: 598 563 90

publikationsservice@ivl.se

Inledning

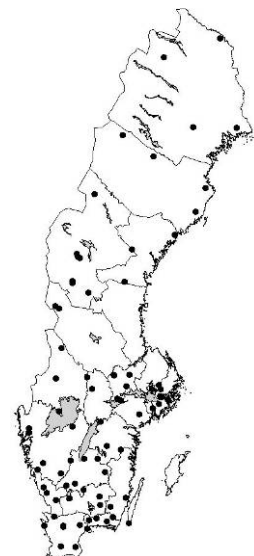
På uppdrag av främst luftvårdsförbund och länsstyrelser genomför IVL Svenska Miljöinstitutet AB sedan 1985 länsbaserade undersökningar med regional upplösning av luftföroreningar och dess effekter med avseende bland annat på försurning, övergödning och marknära ozon. Grundtanken med nuvarande samarbetsprogram, ”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 för utvärdering av 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 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 skedde vid 24 lokaler 2008/09, 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 trädkronorna. För vissa ämnen finns en betydande interncirkulation i trädkronorna, 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 miljö-tillståndet.

I likhet med förra årets rapportering görs två typer av rapporter, dels dessa länsvisa mer direkt resultatriktade rapporter och dels en nationell mer temainriktad rapport om hur mätningar och modellering inom Krondropps nätet kan användas för uppföljning av miljö kvalitetsmål och miljö kvalitetsnormer. I de länsvisa rapporterna kommer modellering av kommunvis deposition att presenteras, medan temarapporten kommer att innehålla en mer ingående presentation av modellresultat. Temarapporten kommer att bli klar i slutet av 2010 och finnas tillgänglig på webbplatsen samt skickas ut till alla kunder som pdf-fil.

För undersökningarna i **Örebro län** har provtagning utförts av Mikael Nyberg, Länsstyrelsen. På IVL har K. Koos skött kontakter med provtagare medan främst L. Björnberg, M. Lidqvist, P. Andersson, S. Honkala och V. Andersson har analyserat proverna. Granskning av data har huvudsakligen utförts av 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 samt G. Pihl Karlsson.



Figur 1. Krondropps nätet under 2008/09. Samordnade mätningar av luftföroreningar i skogliga observationsytor.

Ord att förklara

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

Antropogent: Orsakad av människan.

Baskatjoner: Positiva joner av alkalimetaller med ursprung i syra-neutraliserande föreningar; kalcium, magnesium, kalium och natrium.

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.

Intercirkulation 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 försäkra 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 nämnvärt av interncirkulation, som

svavel och klorid, men är ett sämre mått för t.ex. kväve, som i områden med låg eller måttlig belastning visar högre värden på öppet fält än i krondropp. I kraftigt kvävebelastade områden visar krondroppsmätningar högre deposition än mätningar på öppet fält.

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.

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.

Seasonal-Kendall: statistisk metod för att beskriva säsongsvisa trender.

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.

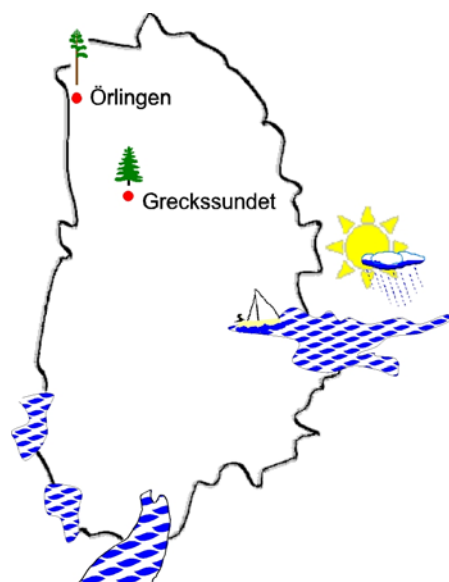
Torrdeposition: Gaser och partiklar som deponeras. Dessa fastnar exempelvis på trädkronor och sköljs ned med nederbörden mot marken. För svavel och havssalt beräknas torrdeposition i dessa undersökningar som nedfall via krondropp minus nedfall på öppet fält.

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.

Sammanfattande bedömning av luftförorenings-situationen i Örebro län 2008/09



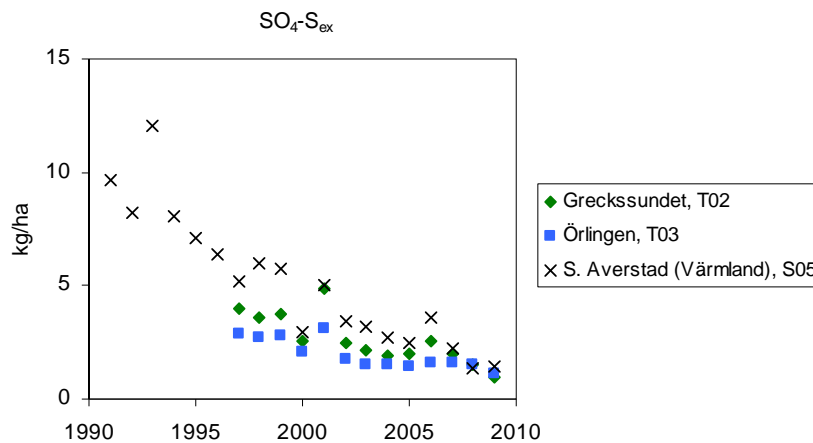
I Örebro län finns två aktiva lokaler inom Krondroppsnetet (Tabell 1), Örlingen som består av tallskog och Greckssundet som är en granyta. Mätningarna vid de båda lokalerna startade i januari 1996. I denna rapportering ingår mätningar av nedfall i skogen (krondropp) samt mätningar av markvattenkemi. Från och med juli 2009 görs även mätningar på öppet fält.

Örebro län ligger tillsammans med Värmlands län i en ganska skarp luftföroreningsgradient, där de sydligaste delarna har tagit emot nedfall av samma storleksordning som i delar av Götaland, medan nedfallet i de nordliga delarna varit mer jämförbart med nedfallet i norra halvan av Sverige. De båda ytorna i Örebro län ligger i norra delen, men i Värmlands län finns en yta, Södra Averstad, som kan tänkas vara jämförbar med de sydvästliga delarna av Örebro län.

Tabell 1. Aktiva ytor i Örebro län 2008/09.

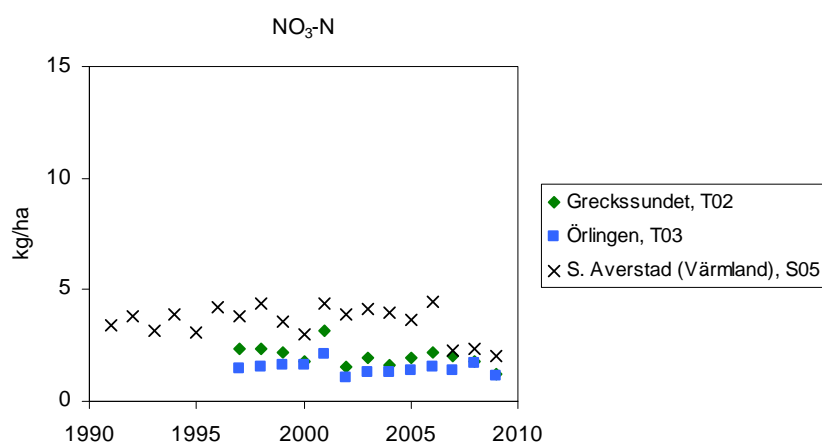
Lokal	Dominerande trädslag	Öppet fält	Krondropp	Markvatten	Lufthalter
Greckssundet (T 02)	Gran		X	X	
Örlingen (T 03)	Tall		X	X	

Nedfallet av antropogent svavel till skog har minskat signifikant från 1996 både i Greckssundet och i Örlingen (Figur 2). I granskogen i Greckssundet var nedfallet omkring 4 kg i början av mätperioden, och i tallskogen i Örlingen var den ca 1 kg lägre, troligen på grund av lägre torrdeposition i tallskogen. Under 2008/09 var nedfallet omkring 1 kg per hektar vid båda ytorna, vilket indikerar att torrdepositionen minskat till nära 0. En jämförelse med Södra Averstad i södra Värmland visar att nedfallet var avsevärt större i Södra Averstad då mätningarna startade i de två ytorna i Örebro län. Troligen var skillnaden ännu större i början av 90-talet. Skillnaden beror på Södra Averstads mer sydvästliga läge, samt på exponeringen till följd av att ytan ligger nära Vänerns kust. Nedfall av svavel till öppet fält har inte mätts på någon av ytorna i Örebro län, men mätningar på andra ytor i omkringliggande län visar att nedfallet till skog via krondropp oftast varit högre än nedfallet till öppet fält i början av 90-talet, men att skillnaden minskat och ofta helt försvunnit.

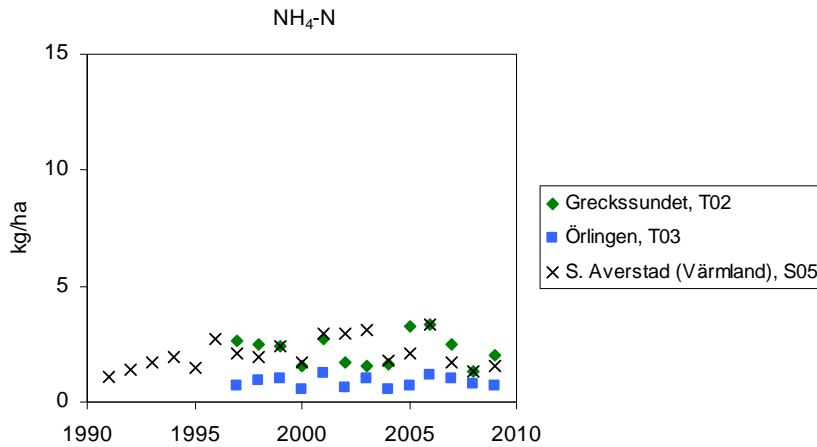


Figur 2. Svavelnedfall (exklusive havssaltets bidrag) på de två skogsytorna i Örebro län sedan mätstart, samt på en mer belastad yta i Värmland, Södra Averstad.

Det totala nedfallet av kväve via skog fångas inte in genom krondroppsmätningar, eftersom en del av kvävet tas upp i kronorna, och därmed inte når provtagningsstrattarna på marken. Det totala nedfallet till skog är därför ofta avsevärt högre än vad som samlas in i trattarna. Tolkningen av resultaten måste därmed göras med försiktighet. Ofta används mätningar från öppet fält för att utvärdera trender för kväve, för att exkludera interncirkulationen, vilket dock innebär att torrdepositionen till skog inte kommer med i beräkningen. Med detta i åtanke kan ändå kvävenedfallet, via krondropp, säga en del om trender och nivåer för kväve. Precis som för svavel så har krondropsdepositionen av nitrat- och ammoniumkväve generellt varit något högre i Greckssundet än i Örlingen (Figur 3-4). En jämförelse med granytan i Södra Averstad i Värmland visar att nitratkvävenedfallet var avsevärt lägre i ytorna i Örebro län. Ammoniumkvävenedfallet i Greckssundet var på samma nivå som i Södra Averstad, medan det var lägre i Örlingen. För kväve kan inga trender över tiden påvisas. Nivåerna var generellt låga, men det är svårt att dra långtgående slutsatser av detta utan att veta hur stort upptaget i trädkronorna är. Från och med juli 2009 mäts nedfall på öppet fält, vilket kan öka möjligheterna till att bedöma detta.

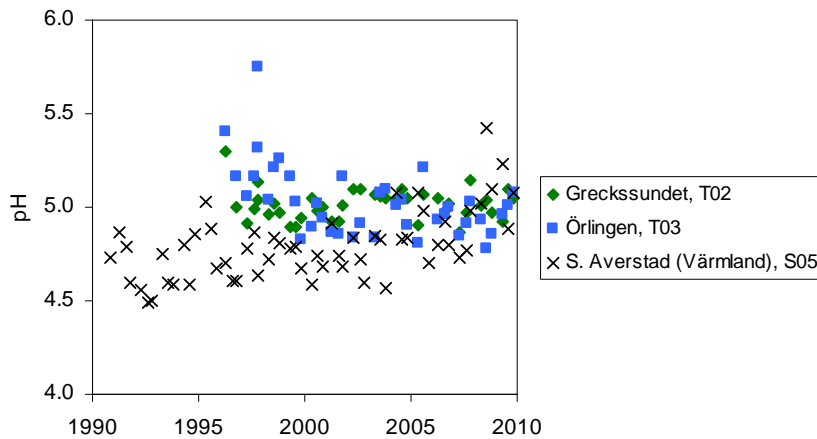


Figur 3. Nitratkvävenedfall på de två skogsytorna i Örebro län sedan mätstart, samt på en mer belastad yta i Värmland, Södra Averstad.



Figur 4. Ammoniumkvävenedfall på de två skogsytorna i Örebro län sedan mätstart, samt på en mer belastad yta i Värmland, Södra Averstad.

Markvattnets pH har varit omkring 5 under mätperioden (Figur 5). Under de första åren var pH något högre, framför allt i Örlingen, vilket innebär en signifikant minskande tidstrend i Örlingen. Tidsserien är dock för kort för att det ska gå att dra några långtgående slutsatser av detta. En jämförelse med Södra Averstad i Värmland visar att pH i den mer exponerade ytan i Värmland var avsevärt lägre än i de båda ytorna i Örebro län i början av perioden, men att de på senare år ligger på samma nivå. Markvattnets pH har ökat signifikant i Södra Averstad, medan det är oförändrat i Greckssundet och har minskat något i Örlingen. Kvävehalten har generellt varit låg på ytorna. Det innebär att skogen tar upp i princip allt tillgängligt kväve, vilket den gör på merparten av Krondroppsytorna i Sverige. Endast på ett mindre antal ytor, framför allt i sydvästra Sverige, har kraftigt förhöjda kvävehalter uppmätts i markvattnet.



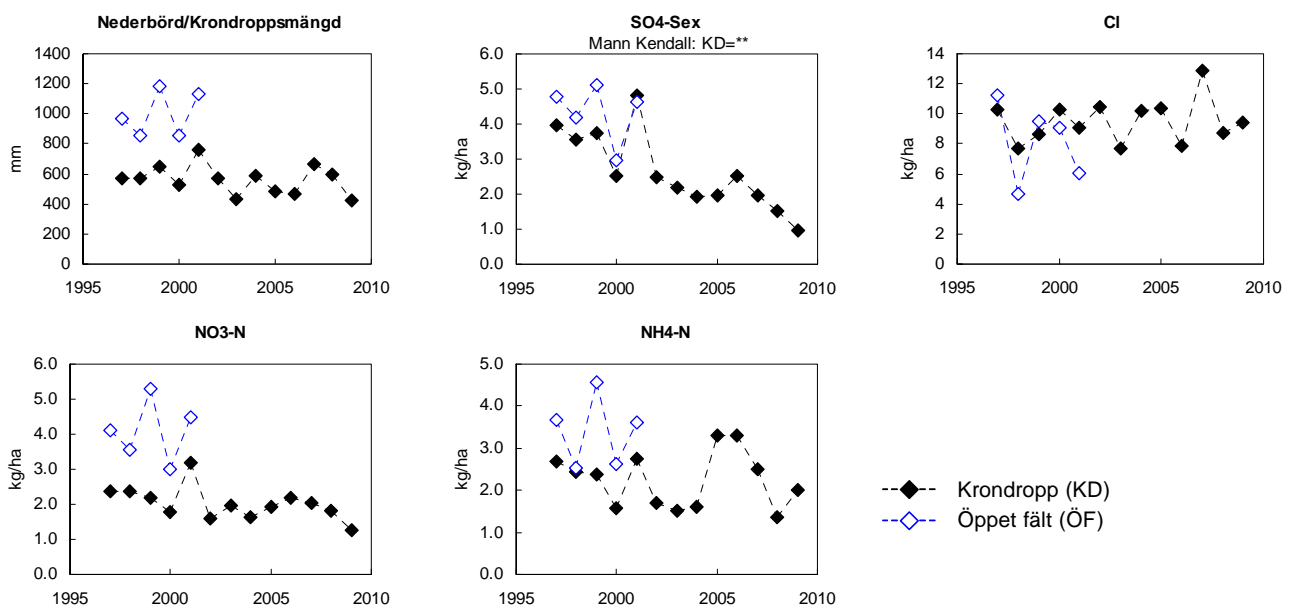
Figur 5. Markvattnets pH på de två skogsytorna i Örebro län sedan mätstart, samt på en mer belastad yta i Värmland, Södra Averstad.

Stationsvis redovisning

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

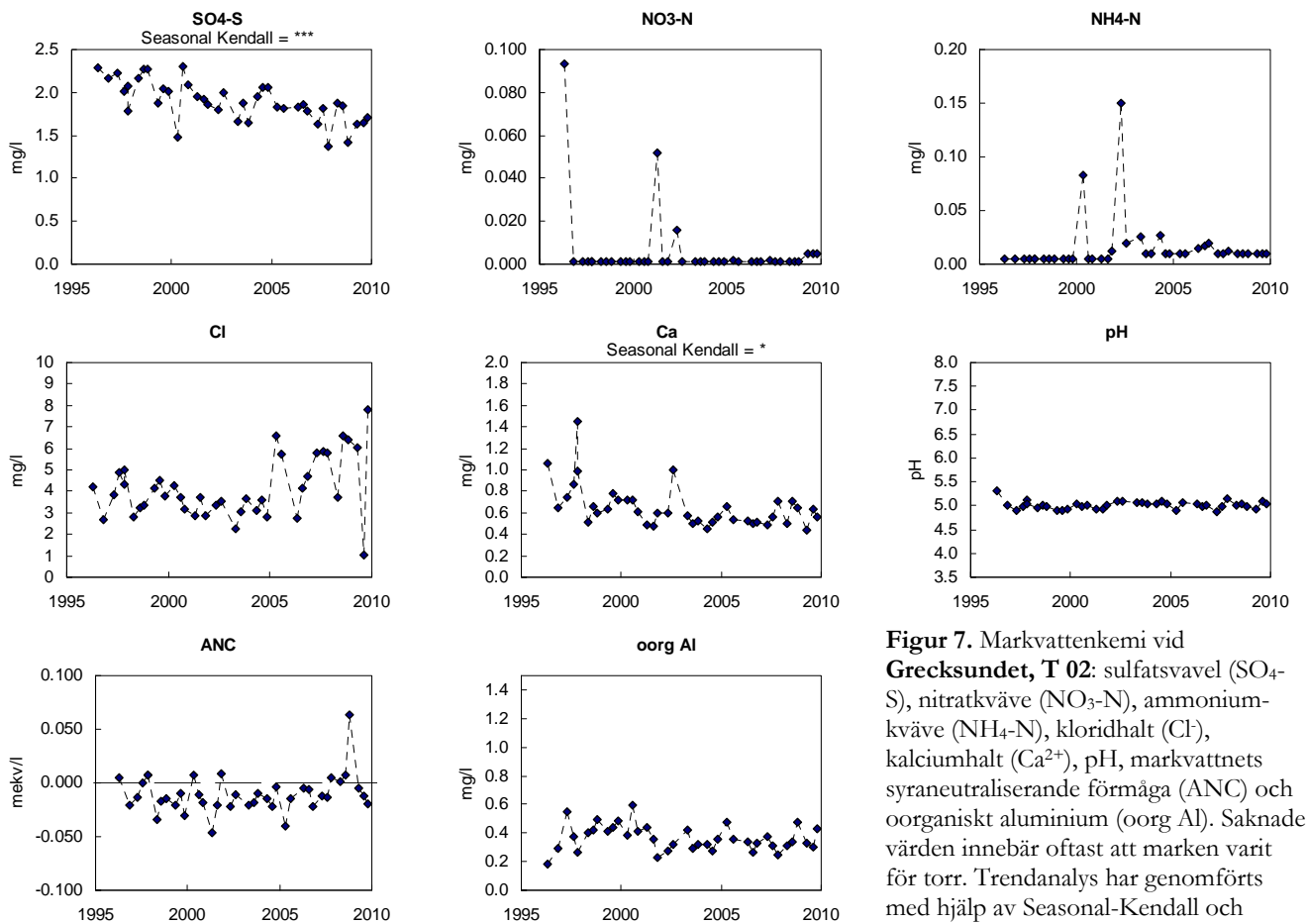
Greckssundet (T 02): Yta med 61-årig granskog två mil nordväst om Nora. Jordarten är finkornig moränmark och jordmånen av övergångstyp. Beståndet har hög bonitet och ståndortsindex G32. Undersökning av deposition och markvatten påbörjades i januari 1996. I december 2001 avslutades mätningarna av deposition över öppet fält, men i juli 2009 påbörjades de igen, och kommer därför att ingå i rapporteringen igen från och med nästa år. Utöver deposition via krongropp mäts även markvattenkemi.

Under 2008/09 uppmättes 422 mm krongropp i Greckssundet, vilket är den lägsta noteringen under den 13-åriga mätserien (Figur 6). Svavelnedfallet till skogsytan har minskat under mätperioden, från omkring 3,6-4 kg per hektar och år de tre första hydrologiska åren till 1-2 kg de tre senaste åren. Under det hydrologiska året 2008/09 uppmättes 1,0 kg per hektar och år, också det mätseriens lägsta notering. Kloriddepositionen, som härstammar från havssaltsförande vindar, har vanligtvis varit mellan knappt 8 och drygt 10 kg per hektar och år. För kväve kan ingen signifikant trend över tiden påvisas. Nedfallet av nitratkväve via krongropp har varierat mellan drygt 1 och drygt 3 kg per hektar och år, och intervallet för ammoniumkväve är ungefär det samma. Under 2008/09 deponerades 3,2 kg oorganiskt kväve till skogsytan via krongropp. Av detta var 1,3 kg nitratkväve, vilket är den lägsta noteringen för nitratkväve som uppmätts under mätperioden.



Figur 6. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krongropp och över öppet fält vid **Greckssundet, T 02**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krongropps mängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), kloridjoner (Cl⁻), nitratkväve (NO₃-N) och ammoniumkväve (NH₄-N). ÖF, öppet fält; KD, krongropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

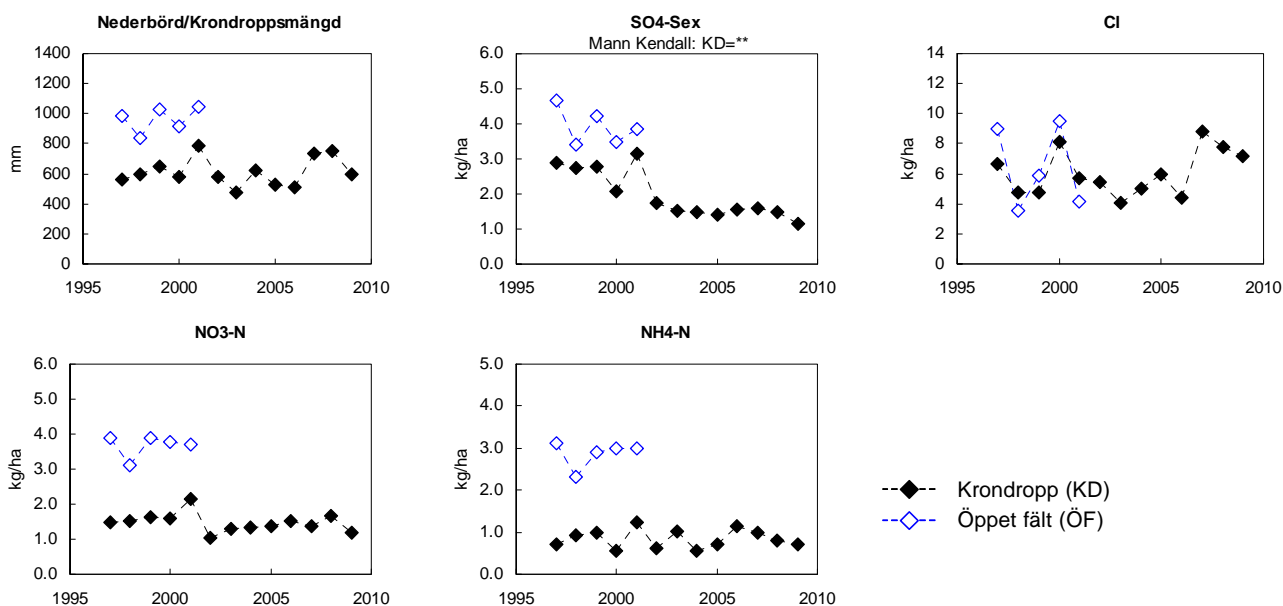
Greckssundet visar upp samma mönster för markvattenkemi som många andra lokaler i södra och mellersta Sverige. Svavelhalten i markvattnet har minskat signifikant, till följd av den minskade svaveldepositionen (Figur 7). Det minskade jonflödet har även lett till signifikant minskad kalciumhalt i markvattnet, till följd av minskat jonbyte. Markvattnets pH har inte varierat mycket under mätperioden utan legat omkring 5,0 hela tiden. Under 2008/09 var pH mellan 4,9 och 5,1. Den syraneutraliserande förmågan, ANC, har oftast varit svagt negativ, och så var fallet även under 2008/09, förutom i oktober 2008 då ANC uppgick till 0,06 mekv/l. Inte heller halten oorganiskt aluminium har förändrats under mätperioden, halten har vanligtvis varit mellan 0,3 och 0,4 mg/l. Sammanfattningsvis syns den minskade syrabelastningen på svavel- och kalciumhalten, men har än så länge inte inneburit att markvattnet blivit mindre försurat. Kvävehalten i markvattnet har generellt varit mycket låg. Vid ett par tillfällen har halten ammoniumkväve varit något förhöjd, knappt 0,1 mg/l och 0,15 mg/l. Kloridhalten har inte förändrats signifikant under mätperioden, men på senare år har halten varit förhöjd vid ett flertal tillfällen, vilket troligen beror på havssaltsepisoder.



Figur 7. Markvattenkemi vid **Greckssundet, T 02:** sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), kloridhalt (Cl), kalciumhalt (Ca^{2+}), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) och oorganiskt aluminium (oorg Al). Sannade 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.

Örlingen (T 03): Yta med 63-årig tallskog i länets nordvästra hörn. Jordarten är finkornig sedimentmark med ringa stenighet. Jordmånen är järnpodsol och boniteten T25. På samma sätt som i Greckssundet startade mätningarna i januari 1996. I december 2001 avslutades mätningarna av deposition över öppet fält, men i juli 2009 påbörjades de igen, och kommer därför att ingå i rapporteringen igen från och med nästa år.

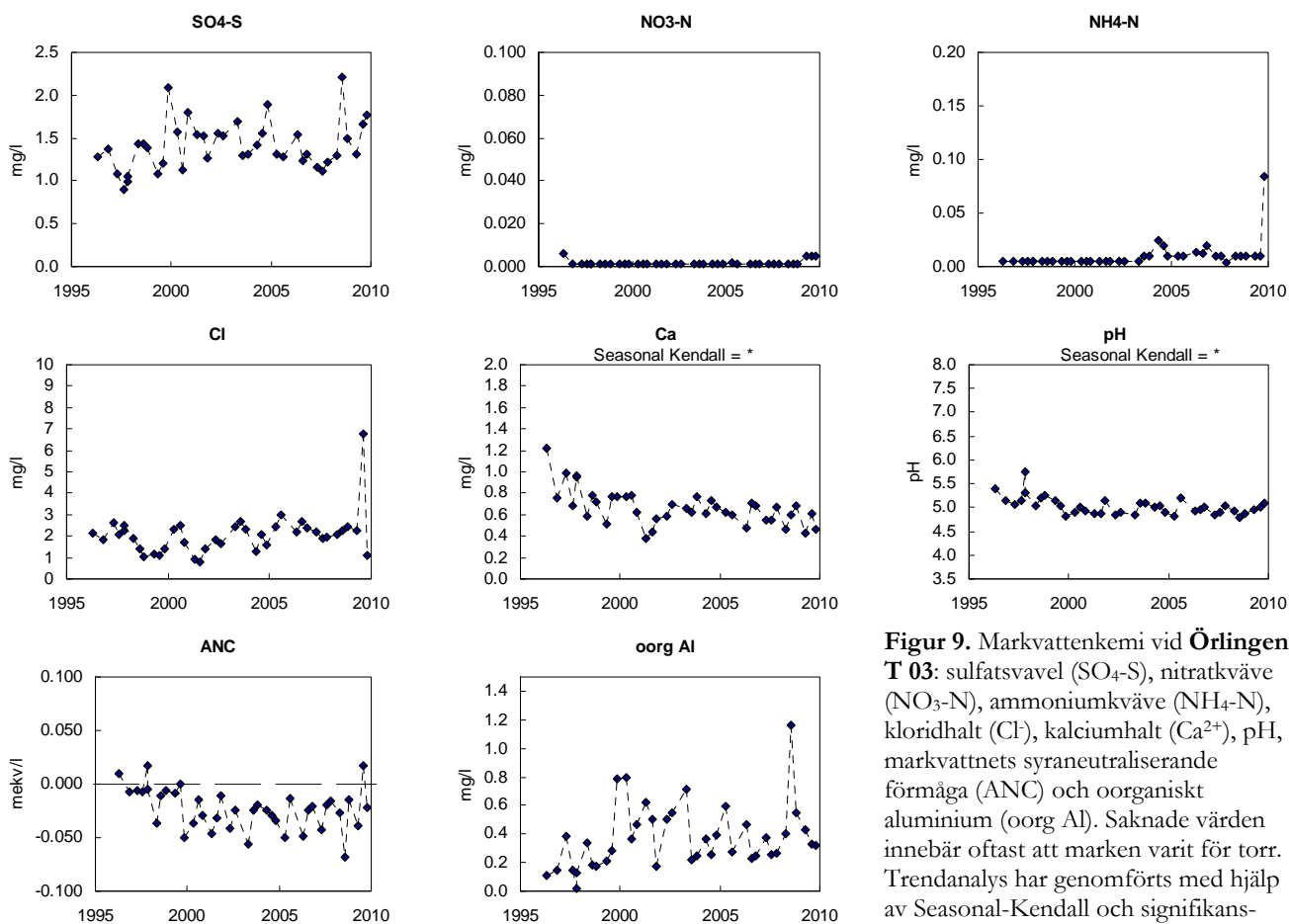
I tallskogen i Örlingen har oftast större krondroppsmängder än i granytan i Greckssundet mätts upp. Under 2008/09 uppmättes 595 mm, vilket är drygt 170 mm mer än i Greckssundet, men ungefär på en medelnivå jämfört med tidigare år (Figur 8). Svavelnedfallet har i början av mätserien varit ungefär 1 kg lägre än i Greckssundet, vilket kan förklaras av den lägre torrdepositionen i tallytan i Örlingen. På senare år, när torrdepositionen minskat till mycket låga nivåer, är nedfallet till de båda skogsytorna på ungefär samma nivå. Svavelnedfallet har minskat signifikant under mätperioden, från omkring 3 kg per hektar och år 1996/97 till 1,2 kg per hektar och år 2008/09. Den senare noteringen är mätseriens lägsta. Kloriddepositionen har generellt varit relativt låg, oftast mellan 4 och 8 kg per hektar och år. Nedfallet av nitratkväve har vanligtvis varit mellan 1 och 1,5 kg per hektar och år, och nedfallet av ammoniumkväve något lägre. Under 2008/09 deponerades 1,9 kg oorganiskt kväve per hektar till tallytan i Örlingen. Ingen signifikant trend kan påvisas för kvävenedfallet i ytan.



Figur 8. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Örlingen, T 03**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition sedan mätningarna påbörjades redovisas för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-S ex), kloridjoner (Cl), nitratkväve (NO₃-N) och ammoniumkväve (NH₄-N). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Örlingen har uppvisat ungefär samma surhetsgrad i markvattnet som Greckssundet, med pH-värden omkring 5, vanligtvis negativa ANC och en medianhalt för oorganiskt aluminium på 0,33 mg/l (Figur 9). Svavelhalten i markvattnet har varit omkring 1,5 mg/l under hela mätperioden, och ingen signifikant förändring kan påvisas, till skillnad från Greckssundet där halten minskade från omkring 2 mg/l till 1,5 mg/l. Kalciumhalten har minskat signifikant under mätperioden. Även pH-värdet har minskat, vilket visar på att surheten ökat på denna yta. Förändringen skedde framför allt i början av tidsserien, och orsaken är oklar. Även för ANC och oorganiskt aluminium finns

tendenser till ökad surhet i början av perioden, men detta är inte signifikant. Kloridhalten har generellt varit mycket låg, under 3 mg/l, men var vid ett tillfälle, i augusti 2009, uppe i 6,7 mg/l. Halterna av nitrat- och ammoniumkväve har varit låga under hela mätperioden, vilket visar på att tallskogen i Örlingen tar upp tillgängligt kväve på ett effektivt sätt.



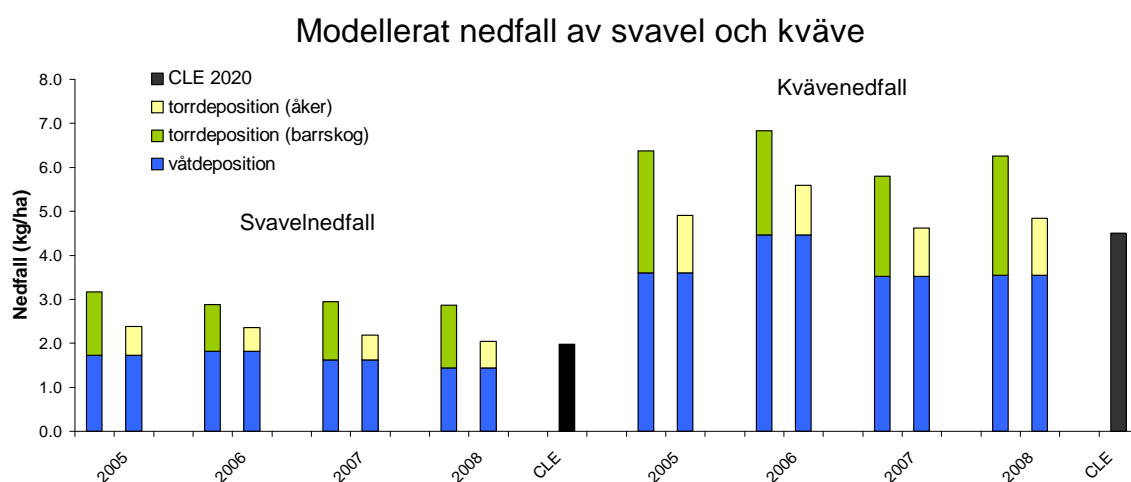
Figur 9. Markvattenkemi vid Örlingen, T 03: sulfatsvavel (SO₄-S), nitratkväve (NO₃-N), ammoniumkväve (NH₄-N), kloridhalt (Cl), kalciumhalt (Ca²⁺), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) och oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Modellberäknad deposition av svavel och kväve på kommun- och länsnivå

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

I detta kapitel presenteras modellberäknat nedfall av svavel och kväve baserat på beräkningar med det s.k. "MATCH-Sverige"-modellsystemet som SMHI driver på uppdrag av Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning (Persson m.fl., 2004). I MATCH-modellen anpassas de modellberäknade halterna av föroreningar i luft och nederbörd till atmosfärskemiska mätdata från de svenska och norska EMEP-stationerna samt Luft- och nederbördskemiska nätet med hjälp av s.k. Optimal Interpolation. I förra årets rapport redovisades modellerad deposition för år 2002 - 2005. I årets rapport presenteras resultaten för år 2005 - 2008. Dessa resultat kan dock inte jämföras rakt av med de tidigare beräkningarna eftersom en ny version av MATCH-modellen har tillämpats. En skillnad är att MATCH-resultaten numera presenteras på en upplösning av 40 x 40 km istället för 20 x 20 km som tidigare.

Länsvis och kommunvis deposition för svavel och kväve i barrskog och på åkermark har tagits fram genom att beräkna medelvärdet för de depositionsrutor som ingår i respektive län/kommun (en viktning med kommunens/länets andel av arean för respektive depositionsruta). Nedfallet redovisas på länsnivå i figur 10 och på kommunnivå i Tabell 2 och Tabell 3. Där redovisas också en beräkning för år 2020 enligt depositionsscenarioet CLE, Current legislation. Detta är ett slags basscenario som utgår från dagens beslut om minskade utsläpp inom Europa. För CLE-scenariet har ett medelvärde beräknats för de markanvändningsslag som ingår i länet/kommunen, och det finns därmed ingen uppdelning på barrskog och åkermark, som det gör för årsberäkningarna.



Figur 10. Nedfall av antropogent svavel och oorganiskt kväve (kg per hektar och kalenderår) i Örebro län, fördelat på våt- respektive torrdeposition under 2005-2008 och år 2020 enligt CLE-scenariet, modellerat med MATCH-Sverige-modellen. De nedre staplarna anger våtdepositionen, och de övre staplarna anger torrdepositionen (till barrskog eller åkermark).

Svavelnedfallet (utan havssalt) i Örebro län beräknades till omkring 2,9-3,2 kg per hektar och år i barrskog och 2,0-2,4 kg per ha på åkermark under 2005-2008. Kvävenedfallet beräknades till omkring 5,8-6,8 kg per hektar och år i barrskog och 4,6-5,6 kg på åkermark under motsvarande period. Enligt CLE-scenariet ska nedfallet minska till 2,0 kg svavel och 4,5 kg kväve per hektar till år 2020.

Svavelnedfallet i skogsytor (mätt som krondropp) uppgick till 1,7 kg/ha som ett genomsnitt under 2005-2008, vilket är lägre än den modellberäknade totaldepositionen till barrskog för motsvarande period (3,0 kg/ha). Under 2008 var den modellerade våtdepositionen av antropogent svavel i Örebro län 1,4 kg/ha, och något högre (1,7 kg/ha) som genomsnitt under den aktuella perioden (2005-2008). Örebro län har för närvarande ingen mätning på öppet fält som kan jämföras med modellresultatet. I andra län är det dock vanligt att våtdepositionen är högre än den modellerade depositionen, vilket skulle kunna indikera att modellberäkningen underskattar våtdepositionen.

För oorganiskt kväve var den modellerade våtdepositionen 3,5 kg/ha under 2008, och 3,8 som genomsnitt för perioden (2005-2008). I likhet med svavelnedfallet, så har jämförelser i andra län visat att det är vanligt att den modellberäknade våtdepositionen av oorganiskt kväve är lägre än medelvärdet för mätningarna på öppet fält. Det är dock viktigt att notera att den modellberäknade våtdepositionen inte är direkt jämförbar med depositionen på öppet fält. Det ingår nämligen en del torrdeposition i insamlingstratten (ca 10 %) och dessutom representerar det modellerade nedfallet ett medelvärde för hela länet, medan mätningen gäller en specifik yta med specifika exponerings-egenskaper. För kväve försvåras jämförelsen ytterligare i skogsytor, eftersom modelleringen ger totaldepositionen av kväve, medan krondroppsmätningarna visar på totaldepositionen minus det som interncirkuleras i trädkronan.

Tabell 2. Svavelnedfall (utan havssalt) på kommunnivå i Örebro län under 2005-2008 och år 2020 enligt CLE-scenariet, modellerat med MATCH-Sverige modellen.

	Svavelnedfall i barrskog (kg/ha)				Svavelnedfall på åkermark (kg/ha)				CLE- scenariet*
	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008	2020
Askersund	3.1	2.9	3.1	2.4	2.2	2.3	2.2	1.9	2.0
Degerfors	3.8	3.1	3.5	3.1	2.8	2.4	2.5	2.3	2.0
Hallsberg	3.1	2.9	3.1	2.5	2.3	2.4	2.2	1.9	1.9
Hällefors	3.2	2.9	2.7	3.4	2.6	2.5	2.1	2.2	2.1
Karlskoga	3.5	3.0	3.2	3.4	2.7	2.4	2.4	2.3	2.0
Kumla	3.2	2.9	3.2	2.6	2.3	2.3	2.3	1.9	1.7
Laxå	3.6	3.0	3.3	2.8	2.7	2.3	2.4	2.2	1.9
Lekeberg	3.3	2.9	3.2	2.7	2.4	2.4	2.3	2.0	1.9
Lindesberg	2.9	2.7	2.7	2.9	2.2	2.3	2.0	2.0	2.1
Ljusnarsberg	3.0	2.8	2.5	3.2	2.3	2.4	1.9	2.0	2.1
Nora	3.0	2.8	2.9	3.0	2.3	2.3	2.2	2.0	2.1
Örebro	3.0	2.8	3.0	2.7	2.2	2.3	2.2	1.9	1.8
Örebro län	3.2	2.9	2.9	2.9	2.4	2.4	2.2	2.0	2.0

* Ett basscenario baserat på dagens beslut om minskade utsläpp inom Europa.

Tabell 3. Kvävednedfall på kommunnivå i Örebro län under 2005-2008 och år 2020 enligt CLE-scenariet, modellerat med MATCH-Sverige modellen.

	Kvävednedfall i barrskog (kg/ha)				Kvävednedfall på åkermark (kg/ha)				CLE- scenariet*
	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008	2020
Askersund	6.5	7.7	6.3	6.4	4.7	6.2	5.0	4.7	4.8
Degerfors	7.5	7.6	6.8	7.2	5.7	6.1	5.5	5.6	4.6
Hallsberg	6.3	7.3	6.2	6.4	4.7	5.9	4.9	4.8	4.6
Hällefors	6.4	6.3	5.0	5.9	5.2	5.3	4.0	4.8	4.3
Karlskoga	7.0	6.9	5.9	6.6	5.5	5.7	4.8	5.3	4.5
Kumla	6.5	7.3	6.2	6.4	4.9	5.9	5.0	4.9	4.5
Laxå	7.5	7.8	7.0	7.1	5.6	6.3	5.6	5.4	4.5
Lekeberg	6.6	7.3	6.3	6.6	5.0	5.9	5.1	5.0	4.7
Lindesberg	5.8	6.2	5.3	5.9	4.5	5.1	4.2	4.6	4.4
Ljusnarsberg	5.8	5.9	4.7	5.6	4.7	4.9	3.7	4.5	4.2
Nora	6.3	6.5	5.6	6.1	4.9	5.3	4.5	4.8	4.5
Örebro	6.1	6.8	5.9	6.2	4.6	5.5	4.6	4.7	4.6
Örebro län	6.4	6.8	5.8	6.3	4.9	5.6	4.6	4.8	4.5

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

Krondroppsnetets roll i forskningen

Exempel: Mykorrhizasvampar och kväveutlakning

Bakgrund

Långa tidsserier och god spridning över Sverige gör att Krondroppsnetet är väl lämpat som bas för olika typer av forskningsprojekt. Under 2009-2010 påbörjades omfattande studier vid Lunds Universitet, som kommer att pågå till och med 2014, med fokus på kvävedynamik i skogsmark. Studierna är finansierade av forskningsrådet FORMAS samt forskningsprogrammet LUCCI (Centrum för studier av växelverkan mellan kolets kretslopp och klimatet).

Ett av de här nämnda projektens huvudsyften är att utreda vad det är som styr kväveläckage från skogsbestånd. Frågan är viktig av många olika skäl. Kväveutlakning innebär försurning av skogsmarken samt risk för övergödning av ytvatten, samtidigt som det kan vara ett tecken på att skogen inte binder in mer kol, eftersom kol och kväve hänger nära samman i organiskt material. Inom projekten kommer effekter på kväveläckage av tidigare markanvändning, markens bördighet, beståndsålder, mikroorganismer och markens fosforstatus att utvärderas. En rad kompletterande mätningar kommer att göras och en dynamisk datormodell, ForSAFE-VEG, kommer att användas för att se om det går att återskapa vad som uppmäts. Syftet är att öka förståelsen av processerna för att kunna förbättra modellen. Detta är viktigt för att kunna simulera effekter vid ett förändrat klimat och ett mer intensivt skogsbruk. Under 2009 och 2010 har arbete påbörjats för att studera hur mykorrhiza, dvs de svampar som lever i symbios med trädrötterna, kan påverka kväveläckaget.

Inledning

Nästan alla träddarter i boreala och tempererade skogar lever i en symbios, som kallas ektomykorrhiza, med svampar. Trädet transporterar via rötterna kol (från fotosyntesen) till svampen i utbyte mot näringsämnen och vatten. Ektomykorrhizasvamparna har med sitt fintrådiga mycel, som sträcker sig som ett heltäckande nätverk i jorden, ett mycket effektivare upptag av näringsämnen än trädet. Flera av de vanliga svampfruktkropparna i boreala skogar är

ektomykorrhizasvampar (t.ex. kantarell, soppar, flugsvampar, riskor, kremlor, spindlingar och musseroner). Den största delen av svampens biomassa (ca. 80%) utgörs dock av det underjordiska svampmycelet.

När skogsmark gödglas med kväve minskar tillväxten av ektomykorrhizasvampar då träden kan ta upp kvävet själv och inte längre har någon vinning av att transportera kol till svampen. Utöver en direkt effekt av ökad kvävetillsats vid kvävedeposition gör detta att kväveläckaget kan öka då det mycket effektiva upptaget av svampmycelet minskar. Det har i kvävegödslingsförsök observerats att tillväxten av ektomykorrhizasvampar var låg vid högt kväveläckage, men den direkta effekten av svampen kunde inte särskiljas.

Tillväxt och biomassa av ektomykorrhizasvampar kommer i denna studie att undersökas för att utvärdera hur de är korrelerade med kvävedeposition och kväveläckage. Det kommer även att genomföras studier av kolinlagring via ektomykorrhiza samt svamparnas nedbrytningsprocesser och vilka enzymer som är involverade i dessa nedbrytningsprocesser.

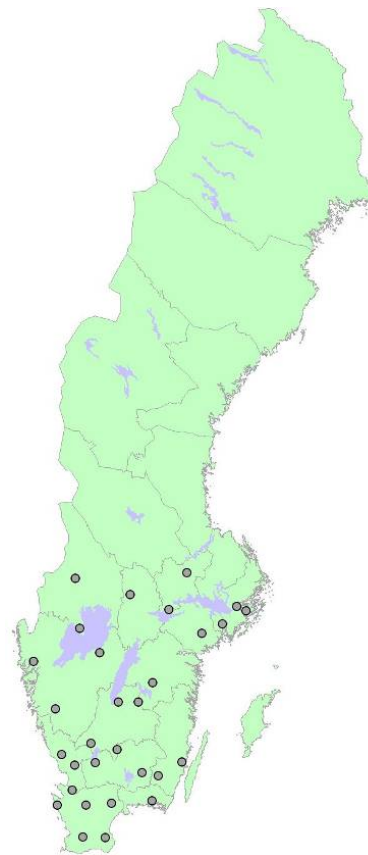
Metod

Försöket genomförs i 30 av ytorna inom Krondroppsnetet (Figur 11). Samtliga aktiva granskogslokaler i södra Sverige, upp till och med S22A (Blåbärskullen, Värmland) och U06A (Hyttskogen, Västmanland) har tagits med i undersökningen. Vi analyserar tillväxten av ektomykorrhizasvampar med hjälp av svampinväxningspåsar. Svamphyfer kan växa igenom påsarnas finmaskiga nylonväv medan växtrötter stoppas. Inväxningspåsar (a' 10g, mått i cm: 8x4x1) har placerats i gränsskiktet mellan den organiska jorden och mineraljorden (ca. 5-15cm djupt). Drygt två meter ifrån varje av de fem lysimetrarna har det tagits ett jordprov av O-horisonten med en Ø:25mm provtagare. Runt denna provtagning, ca 20 cm ifrån, har sju påsar med olika innehåll placerats. Inväxningspåsar sattes ut i slutet av maj 2009 och en del av dem hämtades in hösten 2009. De kvarvarande påsar lämnas under 2-3 år för långtidsundersökningar.

Preliminära resultat

Resultaten ifrån första säsongen baserade på en preliminär mikroskopanalys av påsar visade att ökad kvävedeposition lett till minskad tillväxt av ektomykorrhizasvampar både på lokaler med och utan stormskador.

Det fanns inget tydligt samband mellan svamptillväxt och kväveläckage annat än att lokaler utan stormskador hade låg inväxning på de få platser som hade ett högt läckage, men det kunde även vara låg inväxning där det var lågt läckage. Att det inte blev ett tydligare samband med kväveläckaget kan bero på att de icke stormskadade lokalerna generellt hade ett lågt kväveläckage. Vid de stormskadade lokalerna skulle det kunna bero på att vissa mätningar gjordes på gränsen till helt stormfällda partier, vilket skulle kunna innebära en stor lokal variation då det stormfällda området antagligen läcker mycket kväve. Stormskadade lokaler hade generellt en högre



Figur 11: Karta över de krondroppslokaler som inkluderats i försöket.

svamptillväxt, vilket skulle kunna bero på att utspridda mindre stormskador kan leda till högre trädttillväxt på grund av ökat ljusinsläpp, och därmed en ökad symbios.

Fortsättning

Det är viktigt att tänka på att resultaten ovan bara är preliminära, från den första säsongen. Slutliga beräkningar kommer att baseras på laborativa mätningar på produktionen av svampbiomassa. Vi kommer även att jämföra svampinväxningen med analyser av de jordprover vi själva hämtat in. Vidare kommer nedbrytningsprocesser och kolinlagring via svampmycelet att undersökas.

Projektet är två samarbetsprojekt mellan IVL Svenska Miljöinstitutet och Lunds universitet. Projektet om mykorrhiza finansieras av Forskningsprogrammet LUCCI och genomförs på Ekologiska Institutionen, Avdelningen för mikrobiologisk ekologi, Lunds Universitet, av doktoranderna Adam Babr (adam.babr@mbioekol.lu.se) och Magnus Ellström (magnus.ellstrom@mbioekol.lu.se) med handledarna Håkan Wallander (hakan.wallander@mbioekol.lu.se) och Anders Tunlid (anders.tunlid@mbioekol.lu.se). Övriga delar finansieras av forskningsrådet FORMAS och genomförs på Institutionen för Geo- och Ekosystemvetenskap vid Lunds Universitet av Cecilia Akselsson (cecilia.akselsson@nateko.lu.se).

Temainriktad rapport om miljömålsuppföljning med hjälp av mätningar och modellering inom Krondroppsnetet

Under 2010 kommer vi, i likhet med föregående år, även att presentera en nationell, mer temainriktad, rapport. Detta årets rapport kommer att handla om hur mätningar och modellering inom Krondroppsnetet kan användas för uppföljning av miljökvalitetsmål och miljökvalitetsnormer. Tanken är att temarapporten skall fungera som ett komplement till de länsvisa, resultat-inriktade rapporterna i år. Temarapporten planeras bli klar i slutet av 2010 och kommer då att finnas tillgänglig på Krondroppsnetets webbplats samt skickas ut till alla kunder som pdf-fil.

Nya publikationer kopplade till Krondroppsnetet

Krondroppsnetet — Tidsutveckling för lufthalter, nedfall och markvattenkemi i relation till förändringar av Europas emissioner, IVL Rapport B 1896.

Rapporten beskriver hur lufthalter och nedfall av svavel och kväve har förändrats över tiden sedan början på 1990-talet. Resultaten sätts också i relation till förändringarna av emissionerna i Europa under motsvarande tidsperiod. I rapporten redovisas även trenderna i markvattnet, bland annat med avseende på återhämtning från försurning och nitratkvävehalter. Resultatet kommer även att presenteras i två vetenskapliga publikationer.

Effekter av stormen Gudrun på kväveutlakning från skogsmark, IVL Rapport B 1926

I denna rapport utvärderas effekter av stormen Gudrun på 35 ytor inom Krondroppsnetet, framförallt med avseende på kväveutlakningen från skogsmark efter en storm. Ytorna delades in i olika skadeklasser beroende på hur stora skador ytorna erhållit i samband med stormen. Resultaten visade på ett tydligt samband mellan stormskadornas omfattning och nitrathalterna i markvattnet, med högre nitrathalter i de ytor som skadades mest. Effekten varierade dock inom samma skadeklass, vilket beror på andra faktorer som till exempel markvegetationen, kvävenedfallet, markvattnets surhetsgrad och beståndets ålder. Resultaten kommer även att presenteras i en vetenskaplig publikation.

Utveckling av Krondropps nätet utifrån regionala och nationella behov, IVL Rapport, U 2695

I en nyutkommen rapport till Naturvårdsverket beskrivs Krondropps nätet roll ur miljöövervaknings- och miljömålsuppföljningshänseende samt hur Krondropps nätet kan utvecklas efter 2010. Rapporten tar bland annat upp vikten av att koppla resultaten till klimatdata och till avrinningsområden. En tydligare koppling till klimatdata gör det möjligt att analysera hur lufthalter, nedfall och markvattenkemi beror av väderförhållanden, som underlag vid bedömning av ekosystemeffekter vid klimatförändringar. Kopplingen till avrinningsområden är viktig för att bistå med användbart dataunderlag till vattenmyndigheterna i uppföljningen av vattendirektivet. Fokus de närmaste åren kommer även att vara på att syntetisera modellresultat och mätresultat på regional nivå ytterligare för att förbättra underlaget för regional miljömålsuppföljning.

Krondropps nätet webbplats

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

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

Referenser

Persson C, Ressner E. och Klein T., 2004. Nationell miljöövervakning - MATCH-Sverige modellen 1999-2002. Rapportserie: SMHI Meteorologi, Nr 113.

Bilaga 1. Data i tabellform – deposition & markvatten

Tabell A:1a. Krondroppsdata från Örebro 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	→									
Greckssundet (T 02 A)	08/09	422	0,02	1,4	1,0	9,4	1,3	2,0	2,0	1,0	4,1	13,8	0,51
	07/08	595	0,05	1,9	1,5	8,7	1,8	1,3	2,7	1,4	5,0	13,0	0,88
	06/07	668	0,03	2,6	2,0	12,8	2,0	2,5	2,9	1,5	7,3	19,3	0,65
	05/06	471	0,06	2,9	2,5	7,8	2,2	3,3	2,7	1,1	3,3	17,5	0,48
	04/05	487	0,02	2,5	2,0	10,3	1,9	3,3	2,1	1,1	5,1	13,4	0,34
	03/04	587	0,05	2,4	1,9	10,2	1,6	1,6	2,3	1,1	4,0	16,9	0,16
	02/03	428	0,06	2,5	2,2	7,7	2,0	1,5	2,2	1,1	3,0	11,6	0,31
	01/02	566	0,03	3,0	2,5	10,4	1,6	1,7	2,4	1,1	4,5	14,4	0,15
	00/01	764	0,06	5,3	4,8	9,1	3,2	2,7	3,3	1,6	4,3	20,2	0,78
	99/00	531	0,05	3,0	2,5	10,3	1,8	1,6	2,0	1,0	4,6	13,3	0,38
	98/99	650	0,07	4,2	3,8	8,6	2,2	2,4	2,6	1,2	3,7	14,4	0,36
	97/98	571	0,06	3,9	3,6	7,7	2,4	2,5	2,3	1,1	3,2	14,9	0,45
	96/97	566	0,08	4,5	4,0	10,3	2,4	2,7	2,3	1,2	4,3	13,3	0,56
Örlingen (T 03 A)	08/09	595	0,10	1,5	1,2	7,2	1,2	0,7	2,2	0,9	4,3	6,6	0,53
	07/08	749	0,14	1,8	1,5	7,7	1,7	0,8	2,7	1,1	4,8	6,1	0,76
	06/07	734	0,13	2,0	1,6	8,8	1,4	1,0	2,7	1,1	5,2	6,7	0,64
	05/06	513	0,11	1,8	1,6	4,4	1,5	1,1	2,1	0,7	2,3	4,7	0,41
	04/05	531	0,10	1,7	1,4	6,0	1,4	0,7	2,3	0,9	3,7	4,3	0,39
	03/04	619	0,12	1,7	1,5	5,0	1,3	0,6	2,1	0,8	2,6	4,6	0,24
	02/03	474	0,09	1,7	1,5	4,0	1,3	1,0	1,6	0,8	2,0	4,5	0,19
	01/02	582	0,07	2,0	1,8	5,4	1,0	0,6	1,8	0,7	2,7	7,7	0,10
	00/01	790	0,18	3,4	3,1	5,7	2,1	1,2	2,2	1,0	2,9	9,0	0,64
	99/00	579	0,14	2,4	2,1	8,1	1,6	0,5	2,2	1,0	4,4	5,8	0,38
	98/99	647	0,18	3,0	2,8	4,8	1,6	1,0	2,5	0,9	2,6	5,3	0,24
97/98	599	0,14	2,9	2,7	4,8	1,5	0,9	2,3	0,8	2,7	8,5	0,37	
96/97	559	0,17	3,2	2,9	6,6	1,5	0,7	2,3	0,9	3,1	4,7	0,44	

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

Lokal	Period	Nedb	H ⁺		SO ₄ ⁻	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
			mm	kg/ha	S	S _{ex}		N	N					
Greckssundet (T 02 A)	2008	585	0,04	1,7	1,2	10,6	1,7	1,6	2,7	1,4	5,6	14,4	0,90	
	2007	541	0,04	2,3	1,9	8,6	1,6	1,7	2,7	1,3	5,8	13,9	0,61	
	2006	655	0,07	3,1	2,6	11,2	2,6	3,9	2,9	1,3	4,9	22,9	0,66	
	2005	442	0,02	2,5	2,1	8,6	2,0	2,9	2,3	1,0	4,1	12,4	0,38	
	2004	574	0,04	2,4	1,8	11,6	1,5	1,9	2,5	1,1	5,3	15,8	0,17	
	2003	512	0,06	2,8	2,4	9,5	2,2	2,0	2,0	1,2	3,4	14,9	0,36	
	2002	559	0,04	2,7	2,3	9,1	1,7	1,2	2,7	1,2	4,1	12,9	0,12	
	2001	480	0,04	3,5	3,1	9,0	2,2	2,3	2,7	1,2	3,5	15,0	0,51	
	2000	731	0,06	4,3	3,9	9,3	2,4	2,1	2,3	1,2	4,6	17,7	0,56	
	1999	659	0,06	4,3	3,8	9,9	2,3	2,7	2,8	1,3	4,4	15,7	0,41	
	1998	584	0,07	3,8	3,4	8,9	2,1	2,2	2,2	1,0	3,7	15,2	0,38	
	1997	542	0,06	4,1	3,7	8,3	2,3	2,5	2,1	1,1	3,4	12,3	0,51	
Örlingen (T 03 A)	2008	734	0,14	1,8	1,4	9,2	1,6	0,8	2,8	1,3	5,7	7,1	0,92	
	2007	613	0,11	1,8	1,5	6,2	1,2	1,0	2,3	0,9	3,9	6,2	0,45	
	2006	696	0,13	2,0	1,7	7,1	1,7	1,2	2,8	1,0	3,7	5,7	0,63	
	2005	509	0,11	1,7	1,5	5,5	1,5	0,7	2,2	0,8	3,3	4,2	0,35	
	2004	577	0,11	1,7	1,4	6,2	1,1	0,5	2,3	0,9	3,6	4,6	0,27	
	2003	573	0,12	2,0	1,8	4,3	1,7	1,1	1,6	0,9	2,1	4,7	0,29	
	2002	564	0,08	1,8	1,5	5,0	1,0	0,6	2,0	0,7	2,5	6,4	0,06	
	2001	556	0,11	2,3	2,1	5,0	1,3	0,9	1,6	0,7	2,4	9,2	0,37	
	2000	754	0,19	3,1	2,8	6,7	2,1	0,8	2,3	1,1	3,8	6,3	0,57	
	1999	645	0,16	3,3	2,9	6,8	1,9	0,9	3,0	1,0	3,6	5,8	0,33	
1998	585	0,16	2,8	2,6	5,4	1,3	1,0	2,3	0,8	3,0	8,4	0,28		
1997	552	0,15	2,8	2,5	5,1	1,5	0,7	2,2	0,8	2,3	4,5	0,38		

Tabell B:2a. Krondroppsdata från Örebro län för ytor där organiskt kväve 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
			kg/ha	→	
Greckssundet (T 02 A)	08/09	422	3,2		2,2
	07/08	595	3,2		2,1
	06/07	668	4,5		2,6
	05/06	471	5,5		2,5
	04/05	487	5,2		2,1
	03/04	587	3,2		2,4
	02/03	428	3,5		2,4
	01/02	566	3,3		2,7
	00/01	764	5,9		
	99/00	531	3,4		
	98/99	650	4,6		
	97/98	571	4,8		
	96/97	566	5,1		
Örlingen (T 03 A)	08/09	595	1,9		1,5
	07/08	749	2,5		1,5
	06/07	734	2,3		1,6
	05/06	513	2,7		1,2
	04/05	531	2,1		0,9
	03/04	619	1,9		1,2
	02/03	474	2,3		1,4
	01/02	582	1,7		1,5
	00/01	790	3,4		
	99/00	579	2,2		
	98/99	647	2,6		
	97/98	599	2,5		
	96/97	559	2,2		

Tabell B:2b. Krondroppsdata från Örebro län för ytor där organiskt kväve 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 kg/ha	org N →
Greckssundet (T 02 A)	2008	585	3,3	2,3
	2007	541	3,3	2,1
	2006	655	6,6	3,2
	2005	442	4,8	1,8
	2004	574	3,4	2,7
	2003	512	4,2	2,2
	2002	559	2,9	2,8
	2001	480	4,5	2,6
	2000	731	4,5	
	1999	659	5,0	
	1998	584	4,3	
	1997	542	4,9	
Örlingen (T 03 A)	2008	734	2,4	1,6
	2007	613	2,1	1,5
	2006	696	2,9	1,4
	2005	509	2,1	0,8
	2004	577	1,7	1,3
	2003	573	2,8	1,4
	2002	564	1,7	1,3
	2001	556	2,2	1,6
	2000	754	2,9	
	1999	645	2,8	
	1998	585	2,3	
1997	552	2,1		

Tabell D. Markvattendata från Örebro län. Mätningar efter vegetationssäsongen 2008 samt före, under samt efter vegetationssäsongen 2009.
n = antalet mätvärden inom tidsserien.

Lokal	Datum	pH	Alk	ANC	SO ₄ -S	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺	Fe ^{2+/3+}	ooAl	tAl	TOC	BC/ooAl mol/mol
			mekv/l	→	mg/l	→												
Greckssundet (T 02 A)	2008-10-20	5,0	-	0,063	1,41	6,42	<0,002	<0,020	0,65	0,47	5,74	0,45	0,106	0,023	0,479	0,612	3,0	2,7
	2009-04-23	4,9	-	-0,005	1,63	6,02	<0,010	<0,020	0,44	0,50	4,56	0,21	0,037	0,014	0,325	0,394	1,9	3,1
	2009-08-03	5,1	-	-0,012	1,65	1,04	<0,010	<0,020	0,63	0,14	1,44	0,59	<0,03	0,005	0,303	0,332	3,0	3,2
	2009-10-19	5,1	-	-0,020	1,71	7,78	<0,010	<0,020	0,56	0,49	5,27	0,38	<0,03	0,002	0,428	0,465	1,9	2,7
	median	5,0		-0,013	1,87	3,75	<0,002	<0,02	0,6	0,51	2,99	0,33	<0,02	0,01	0,353	0,414	3,1	3,2
<i>n=</i>	<i>40</i>			<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>39</i>	<i>40</i>	<i>39</i>	<i>39</i>	<i>39</i>
Örlingen (T 03 A)	2008-10-20	4,9	-	-0,015	1,50	2,45	<0,002	<0,020	0,68	0,26	1,97	0,30	0,073	0,007	0,545	0,573	2,2	1,7
	2009-04-23	5,0	-	-0,040	1,32	2,28	<0,010	<0,020	0,42	0,12	1,64	0,18	0,031	0,012	0,430	0,454	1,8	1,3
	2009-08-03	5,0	-	0,017	1,67	6,74	<0,010	<0,020	0,61	0,45	5,37	0,42	<0,03	0,009	0,325	0,402	2,4	3,7
	2009-10-19	5,1	-	-0,021	1,77	1,07	<0,010	0,084	0,46	0,13	1,68	0,52	<0,03	0,008	0,318	0,340	2,3	2,5
	median	5,0		-0,023	1,34	2,1	<0,002	<0,01	0,66	0,18	1,46	0,2	<0,02	0,005	0,332	0,372	3,1	2,6
<i>n=</i>	<i>40</i>			<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>40</i>

