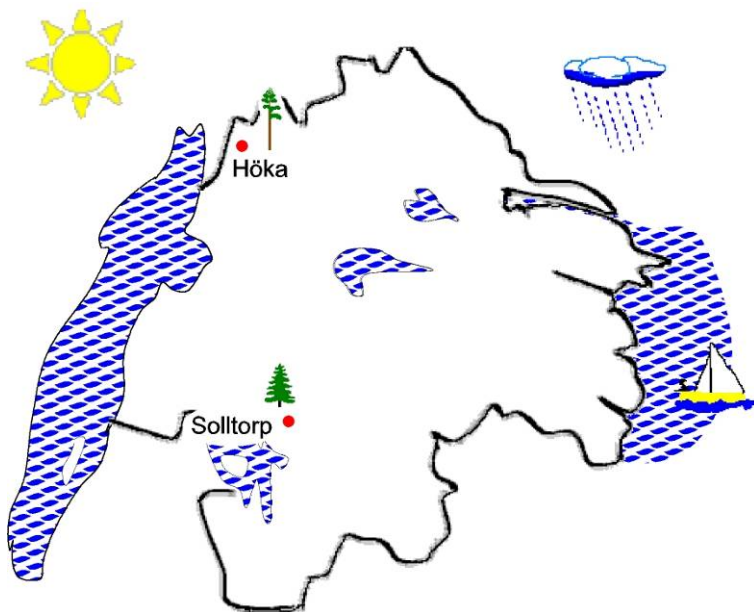




För Östergötlands Luftvårdsförbund och  
Skogsstyrelsen, Region Öst

## Övervakning av luftföroreningar i Östergötlands län – mätningar och modellering

Hydrologiskt år: resultat t.o.m. september 2009  
Kalenderår: resultat t.o.m. 2008



Gunilla Pihl Karlsson, Cecilia Akselsson<sup>1)</sup>, Sofie  
Hellsten, Per Erik Karlsson & Gunnar Malm

B 1913

Maj 2010

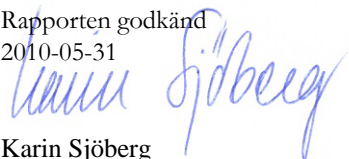
<sup>1)</sup> Lunds Universitet



## Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	2
Inledning.....	3
Ord att förklara.....	4
Sammanfattande bedömning för Östergötlands län 2008/09.....	5
Stationsvis redovisning.....	7
Solltorp (E 21).....	8
Höka (E 22).....	10
Modellberäknad deposition av svavel och kväve på kommun- och länsnivå.....	13
Krondroppsnetzets roll i forskningen Exempel: Mykorrhizasvampar och kväveutlakning.....	15
Temainriktad rapport om miljömålsuppföljning med hjälp av mätningar och modellering inom Krondroppsnetzets.....	17
Nya publikationer kopplade till Krondroppsnetzets.....	17
Krondroppsnetzets webbplats.....	18
Referenser.....	18
Bilaga 1. Data i tabellform - deposition, lufthalter, markvatten.....	19

Rapporten godkänd  
2010-05-31



Karin Sjöberg  
Enhetschef

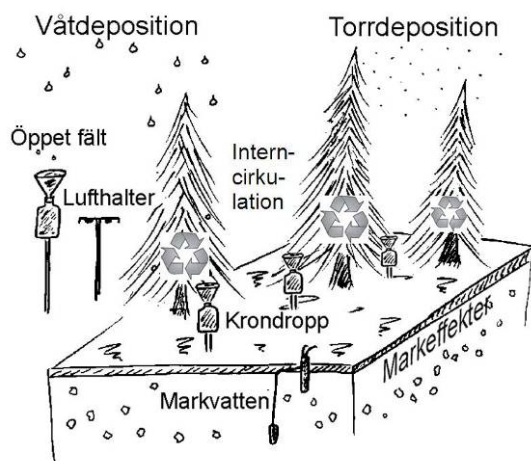
## Sammanfattning

På uppdrag av Östergötlands läns Luftvårdsförbund och Skogsstyrelsen Region Öst mäter IVL nedfall av luftföroreningar och markvattenkemi vid två lokaler i länet, Solltorp och Höka. Krondroppsnetet har sedan starten 1985 löpt i perioder och 2007 initierades det fyraåriga samarbetsprojekt som råder idag. Målsättningen med Program 2007 är att utifrån lufthalts-, depositions- samt markvattenmätningar ge kunskap om belastningen av luftföroreningar och dess effekter på vegetation, mark och vatten. Mätningarna kompletteras med fördjupade modellberäkningar på regional nivå som i sin tur 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** av SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> och ozon som uppmätts i länet var bland de lägsta som uppmätts under hela mätperioden. Detta är i linje med övriga luftmätningar i Sverige under 2008/09.

Under 2008/09 var **depositionen** av svavel mycket låg i krondroppet vid Solltorp och Höka, runt 1,4 kg per hektar. Detta stämmer väl överens med övriga observationer från 2008/09 som visar på låga svavelnedfall över Sverige. Svavelnedfallet i skogsytorna har minskat signifikant vid alla lokaler i länet. Denna trend finns i stora delar av Sverige, främst orsakad av en minskad torrdeposition av svavel. När det gäller nedfallet av oorganiskt kväve i krondropp uppmättes länets högsta nedfall vid Höka. Kvävenedfallet vid Höka 2008/09 var dock det lägsta sedan mätningarna startade, medan kvävenedfallet vid Solltorp var normalt för lokalen. Ingen statistisk trend för kvävenedfall finns vid någon av länets lokaler. Nitratnedfallet i krondropp fördelas ungefär lika mellan sommar- respektive vinterhalvår medan ammoniumnedfallet är avsevärt högre under sommarhalvåret.

Trots den kraftigt minskade syrabelastningen går återhämtningen från försurningen mycket långsamt i **markvattnet**. Markvattnet vid Solltorp och Höka är fortfarande relativt surt, med pH-värden runt 5,0. I Solltorp finns dock tecken på återhämtning, med en signifikant ökning av ANC (den syraneutraliserande förmågan) och en signifikant minskning av halterna av oorganiskt aluminium. I Höka däremot har ingen signifikant förändring skett, vare sig för ANC eller oorganiskt aluminium. Svavelhalten i markvattnet i Höka har dock, till skillnad från Solltorp, minskat signifikant sedan mätningarna startade. pH-värdet visar ingen statistisk trend vid någon av mätlokalerna. Kvävehalterna i markvattnet har generellt varit relativt låga i Östergötland med enstaka förhöjda ammoniumhalter vid Solltorp.



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

### Uppdragsgivare:

Östergötlands Luftvårdsförbund och Skogsstyrelsen, Region Öst

### 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, Östergötlands län

### IVL rapport B 1913

### Beställs från:

Östergötlands Luftvårdsförbund	IVL, Publikationsservice
Göran Thunberg	Box 21060
c/o Länsstyrelsen	SE-100 31 Stockholm
581 86 Linköping	Tel: 08-598 563 00
eller	Fax: 08: 598 563 90
	<a href="mailto:publikationsservice@ivl.se">publikationsservice@ivl.se</a>

## 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*.

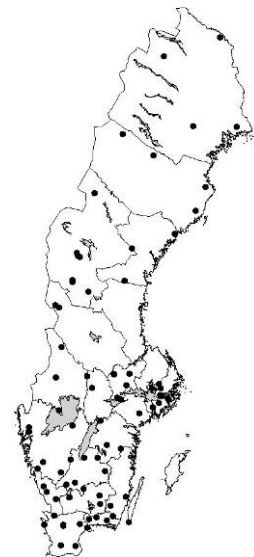
Ett mätår är ett hydrologiskt år som motsvarar perioden 1 oktober till 30 september. Resultaten redovisas årligen i rapporter samt på Krondroppsnetets webbplats, [www.krondroppsnetet.ivl.se](http://www.krondroppsnetet.ivl.se). Mätningarna av deposition används för att beräkna den årliga depositionen 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 Krondroppsnetet, 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:s 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 resultat inriktade rapporter och dels en nationell mer temanriktad rapport om hur mätningar och modellering inom Krondroppsnetet 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.

Undersökningarna i **Östergötlands län** är resultat av ett lagarbete där provtagning på ordinarie lokaler utförts av Milena Stefanovic. På IVL har K. Koos bl. a. skött kontakter med provtagare och 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.** Krondroppsnetet under 2008/09. Samordnade mätningar av luftföroreningar i skogliga observationsytter.

## Ord att förklara

**ANC:** "Acid Neutralising Capacity" (syra-neutraliserande förmåga) beräknas som starka basers katjoner ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) minus starka syror anjoner ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ) 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 ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ) 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 ( $\text{SO}_2$ ), kvävedioxid ( $\text{NO}_2$ ), ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) och ozon ( $\text{O}_3$ ) 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.

**SO<sub>4</sub>-S<sub>ex</sub>:** 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.

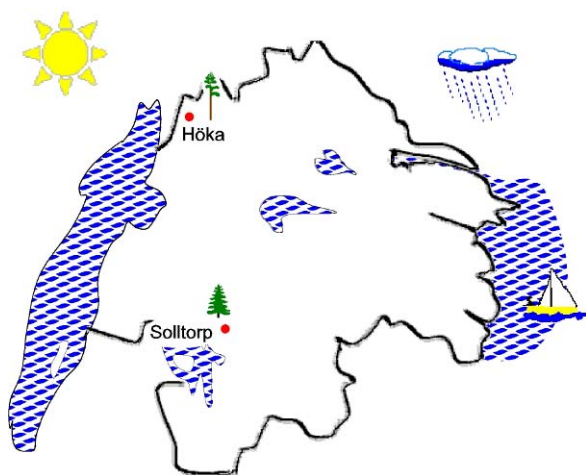
**Torrdeposition:** Gaser och partiklar som deponeras. Dessa fastnar exempelvis på trädkronor och sköljs ned med nederbörden mot marken. För svavel och havssalt beräknas torrdeposition i dessa undersökningar som nedfall via krondropp minus nedfall på öppet fält.

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

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

**Öppet fält:** Öppet område där nederbörds kemi och/eller lufthalter mäts.

## Sammanfattande bedömning för Östergötlands län 2008/09



I Östergötlands län finns två aktiva lokaler inom Krondroppsnetet (Tabell 1). Båda lokalerna har varit aktiva i 13 år. Vid båda stationerna mäts depositionen via krondropp samt markvattenkemi och vid Höka mäts dessutom halter i luft. Mätningar av depositionen över öppet fält startade i juli 2009 vid Höka. Den bästa uppskattningen av det totala svavelnedfallet fås genom mätningar av krondropp eftersom dessa mätningar inkluderar både våt- och torrdeposition och det sker inget betydande upptag av svavel i trädskronorna. Vad gäller kvävednedfallet finns, som redan nämnts, flera problem vad gäller upptag och omsättning av kväve i trädskronorna. Därför ger egentligen mätningar

över öppet fält den bästa uppskattningen av det totala kvävednedfallet till skogen, även om dessa mätningar inte inkluderar torrdepositionen. Mätningarna över öppet fält startade i juli 2009 och kommer att ge ett värdefullt bidrag till diskussionen nästa år då ett helt hydrologiskt år genomförts.

**Tabell 1.** Aktiva ytor i Östergötlands län 2008/09.

Lokal	Dominerande trädslag	Öppet fält	Krondropp	Markvatten	Lufthalter			
					SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	O <sub>3</sub>
Solltorp (E 21)	Gran		X	X				*
Höka (E 22)	Tall	**	X	X	X	X	X	*

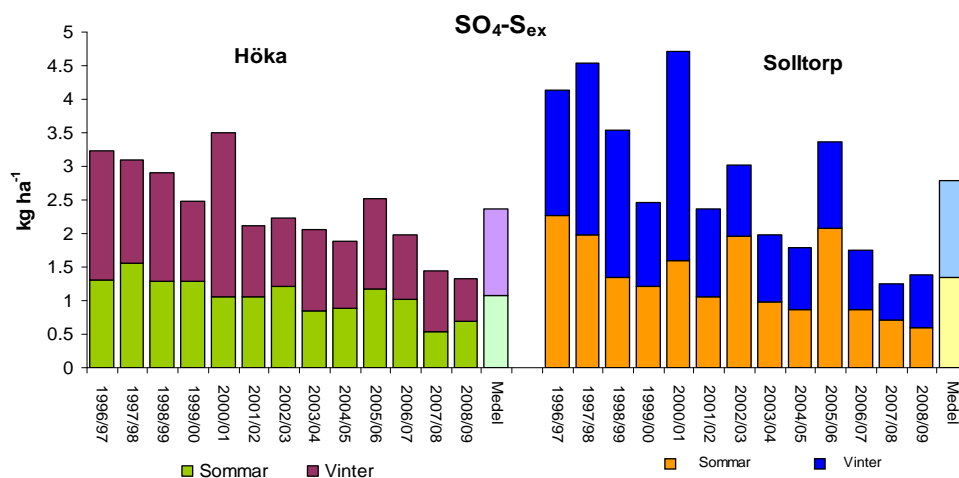
\* ingår i Ozonmättnätet i södra Sverige

\*\*mätningarna startade åter i juli 2009

**Lufthalter** av svaveldioxid (SO<sub>2</sub>), kvävedioxid (NO<sub>2</sub>), ammoniak (NH<sub>3</sub>) och marknära ozon (O<sub>3</sub>) har mätts vid Höka sedan 1998. Under 2008/09 var medelhalten av både svaveldioxid (0,4 µg/m<sup>3</sup>) och kvävedioxid (1,5 µg/m<sup>3</sup>) mycket låga. Vilket även syns generellt vid övriga stationer i Sverige under 2008/09. Även medelhalten av NH<sub>3</sub> var låg under sommaren 2009 vid Höka. När det gäller marknära ozon uppmättes den hittills lägsta sommarhalvårsmedelhalten sedan mätstarten vid Höka under sommaren 2009 (49 µg/m<sup>3</sup>). Generellt var ozonhalterna över hela Sverige mycket låga under sommaren 2009 vilket kan förklaras av rådande väderleksförhållanden.

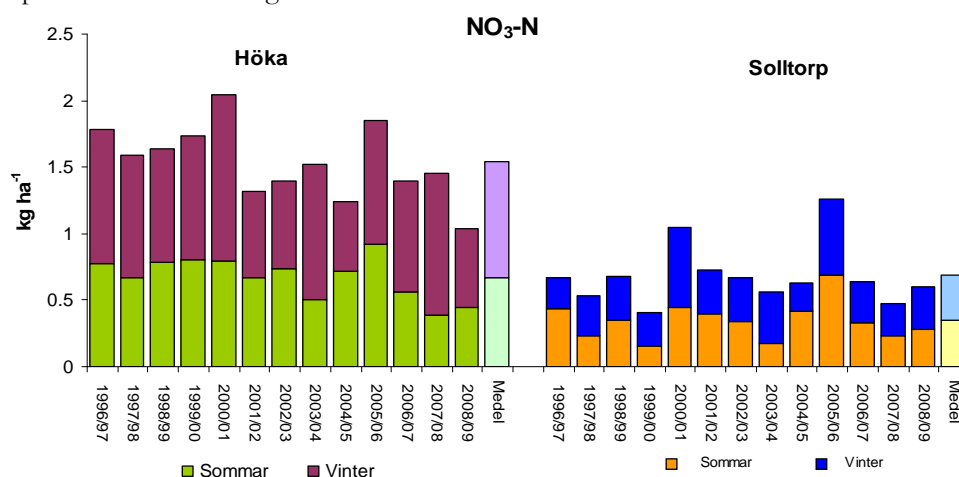
Under det hydrologiska året 2008/09 var **depositionen** av svavel låg i krondroppet vid Solltorp och Höka, runt 1,4 kg per hektar. Detta stämmer väl överens med övriga observationer från 2008/09 som visar på låga svaveldepositioner över Sverige. I Figur 2 visas svavelnedfallet sedan det hydrologiska året 1996/97 vid de nu aktiva mätlokalerna i länet, dessutom uppdelat på sommar- respektive vinterhalvår. Den sista kolumnen efter varje lokals mätserie visar medeldepositionen under mätperioden för respektive lokal. Figuren visar svaveldepositionen är relativt jämt fördelade mellan vinter- och sommarhalvåret för de flesta åren och att Solltorp generellt haft en högre svaveldeposition genom åren. Svavelnedfallet i skogsytorna har minskat signifikant på samtliga lokaler i länet. Denna trend är tydlig i stora delar av Sverige, framför allt i de sydvästra delarna. Det är främst torrdepositionen som har minskat.





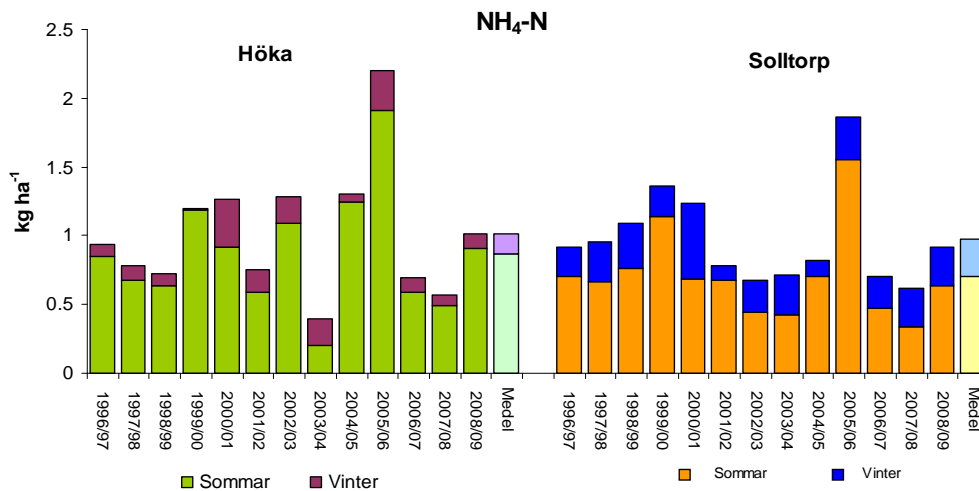
**Figur 2.** En översikt över svavelnedfallet ( $\text{SO}_4\text{-S}_{\text{ex}}$ ) mätt som krondropp sedan det hydrologiska året 1996/97 vid de båda aktiva lokalerna inom länet. Tidsangivelserna gäller hydrologiska år, d.v.s. från 1 oktober till 30 september. Depositionen är uppdelat på sommar- respektive vinterhalvår. Den sista kolumnen efter varje lokals mätserie visar medeldepositionen under mätperioden för respektive lokal.

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 provtagningstrattarna 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 den beräkningen. Med detta i åtanke kan ändå kvävenedfallet via krondropp säga en del om trender och nivåer för kväve. När det gäller nedfallet av oorganiskt kväve i krondropp uppmättes högst nedfall i Höka tätt följt av Solltorp. Kvävenedfallet vid Höka 2008/09 var det lägsta uppmätta nedfallet hittills medan kvävenedfallet vid Solltorp var mer normal för mätplatsen. Ingen statistisk trend för kvävenedfall kan påvisas i dagsläget. Figur 3 och 4 visar nitrat- respektive ammoniumdepositionen vid lokalerna i länet från det hydrologiska året 1996/97, uppdelat på sommar- respektive vinterhalvår. Figuren visar tydligt att nitratdepositionen i krondropp fördelas ungefär lika under sommaren respektive vintern och att ammoniumdepositionen är klart högst under sommarhalvåret.



**Figur 3.** En översikt över nitratnedfallet ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) mätt som krondropp sedan det hydrologiska året 1996/97 vid länets båda lokaler. Tidsangivelserna gäller hydrologiska år, d.v.s. från 1 oktober till 30 september. Depositionen är uppdelat på sommar- respektive vinterhalvår. Den sista kolumnen efter varje lokals mätserie visar medeldepositionen under mätperioden för respektive lokal.





**Figur 4.** En översikt över ammoniumnedfallet ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) mätt som krondropp sedan det hydrologiska året 1996/97 vid de aktiva lokalerna inom länet. Tidsangivelserna gäller hydrologiska år, d.v.s. från 1 oktober till 30 september. Depositionen är uppdelat på sommar- respektive vinterhalvår. Den sista kolumnen efter varje lokals mätserie visar medeldepositionen under mätperioden för respektive lokal.

**Markvattenmätningarna** i länet, vid främst Solltorp, uppvisar vissa tendenser till minskad markförsurning. Trots den kraftigt minskade syrabelastningen går dock återhämtningen mycket långsamt. Markvattnet i Solltorp och Höka har båda ett pH runt 5,0, det vill säga relativt surt markvattnet. I Solltorp finns tecken på återhämtning, med en signifikant ökning av ANC (syraneutraliserande förmåga) och en signifikant minskning av oorganiskt aluminium. I Höka däremot har ingen signifikant förändring skett varken av ANC eller oorganiskt aluminium. Svavelhalten i markvattnet i Höka har, till skillnad från Solltorp, minskat signifikant sedan mätningarna startade. En minskning av sulfatsvavel i markvattnet följs alltid av en minskning av positiva joner i marklösningen (så att det blir jonbalans). Kvävehalterna i markvattnet har generellt varit relativt låga i Östergötland med enskilda förhöjda ammoniumhalter vid Solltorp genom åren.

## Stationsvis redovisning

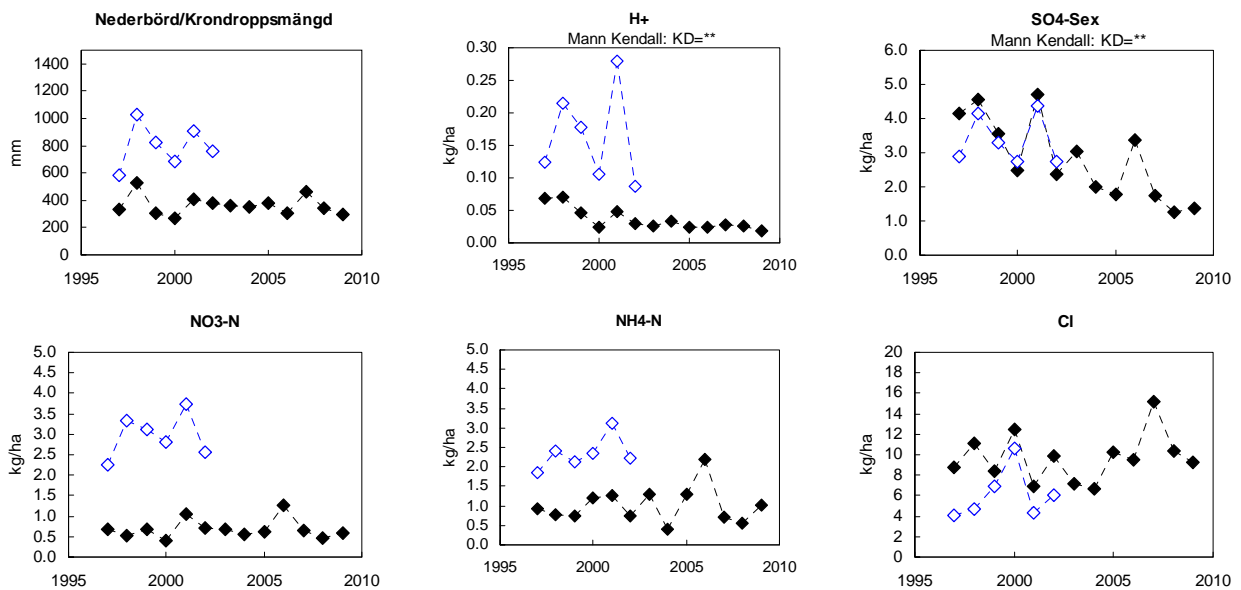
Här presenteras årets mätningar vid de olika aktiva lokalerna i Östergötlands län. För deposition redovisas data som medelvärde för hydrologiskt år. För markvattendata visas alla mätningar som genomförts. De tre markvattenprovtagningarna som genomförs varje kalenderår avses representera förhållandena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

**Solltorp (E 21)** Provytan ligger i en 74-årig granskog som gallrades i början av 1990-talet. Ståndortsindex är G32 och beståndet utgör en första generationens skog på en före detta betesmark. Markvegetationen består främst av husmossa, kammossa, skogskovall, harsyra, vitsippa (lite blåsippa). Marken sluttar svagt åt öster och lokalen ligger väl skyddad inne i beståndet. Mätning av deposition och markvatten startade i oktober 1996. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält pågick mellan oktober 1996 och september 2002. Lufthaltsmätningar pågick mellan 1998 och 2006.



Foto från Solltorp 2009.

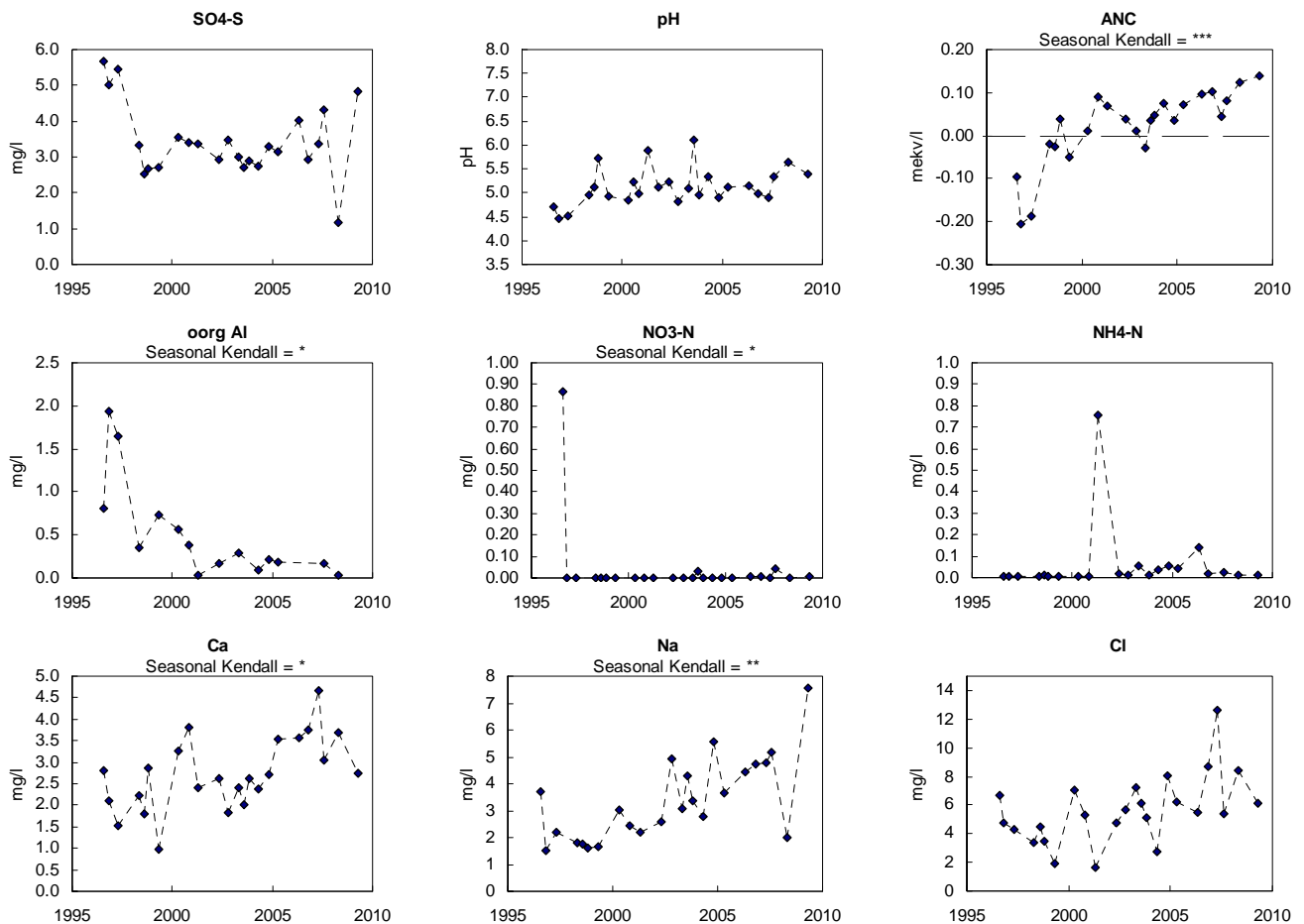
I Figur 5 visas samtliga mätningar av nedfallet via krondropp samt över öppet fält vid Solltorp som årsmedelvärde (hydrologiskt år) sedan mätningarna startade 1996. Krondroppsmängden 2008/09 var betydligt lägre än medelvärdet för mätseriens 13 år (294 mm 2008/09 jämfört med medelvärdet för mätserien, 362 mm). Det totala nedfallet av försurande ämnen via krondropp, beräknat som vätejondeposition, visar ingen större förändring under 2008/09 jämfört med de senaste åren. Svavelnedfallet i Solltorp uppgick under det hydrologiska året 2008/09 till 1,4 kg per hektar, vilket är den näst lägsta svavelnedfallet som uppmätts vid Solltorp. Endast närmast föregående år var nedfallet lägre. Svavelnedfallet via krondropp vid Solltorp har minskat signifikant sedan mätstart. Nedfallet av oorganiskt kväve via krondropp uppgick 2008/09 till 1,6 kg per hektar, vilket är högre än de två närmast föregående åren. Nedfallet av organiskt kväve via krondropp var dock lägre än föregående år och uppgick under 2008/09 till 2,1 kg per hektar, vilket är en tangering av den lägsta organiska kvävedepositionen sedan mätstarten. Det sammanlagda uppmätta nedfallet av kväve via krondropp under 2008/09 uppgick således till 3,7 kg per hektar. Det korrekta kvävenedfallet till skogen vid Solltorp var dock sannolikt högre, eftersom en del av kvävenedfallet tas upp direkt i trädkronorna.



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

**Figur 5.** Årliga värden (hydrologiskt år) för deposition via krondropp och över öppet fält vid Solltorp, E 21. 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<sup>+</sup>); sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO<sub>4</sub>-Sex), nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N); ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N) samt klorid (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

I mätserien för Solltorp saknas relativt ofta värden för markvattenkemi, på grund av svårigheter med att provta tillräckligt stora vattenmängder. Detta gällde även årets mätningar. Endast provtagningen i april gav tillräckligt med vatten för att analys skulle kunna genomföras. I Figur 6 visas samtliga markvattenmätningars halter för ett antal utvalda ämnen. Föregående år uppmättes mycket låga sulfatsvavelhalter, men i årets mätning var halten betydligt högre, 4,8 mg/l. Detta är den högsta halten som uppmätts sedan slutet av 1990-talet. Markvattnets pH var dock 5,4, vilket är lite högre jämfört med medianvärdet för mätningarna på 5,1. ANC (den syraneutraliserande förmåga) har ökat signifikant och halten oorganiskt aluminium har minskat signifikant sedan 1996 då mätningarna startade. Detta är tecken på att försurningen har minskat. Halterna av nitratkväve och ammoniumkväve var fortsatt låga under årets mätningar. Strax efter mätstarten i Solltorp syns en förhöjd halt av nitratkväve, vilket är vanligt då marken påverkas då mätutrustningen placeras ut. Halterna av baskatjoner brukar vara relativt höga i markvattnet vid Solltorp. Kalcium- och natriumhalterna har ökat signifikant under de år mätningarna pågått. I april 2009 var kalciumhalten relativt låg 2,7 mg/l, vilket är samma nivå som medianvärdet för mätperioden. Natriumhalten var den högsta som uppmätts hittills, 7,5 mg/l jämfört med medianvärdet 3 mg/l. Kloridhalten var 6,1 mg/l, vilket är lite högre än medianvärdet på 5,5 mg/l.

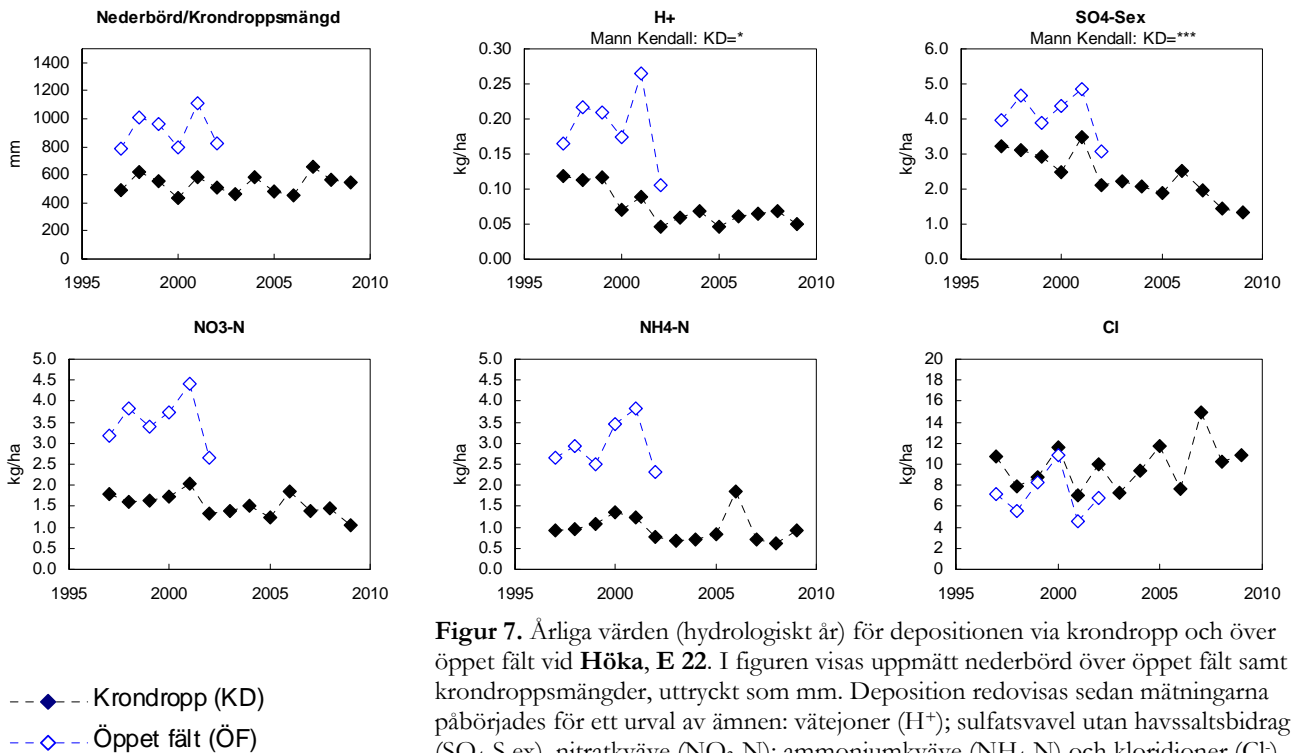


**Figur 6.** Markvattenkemi vid **Solltorp, E 21**: sulfatsvavel ( $\text{SO}_4\text{-S}$ ), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), oorganiskt aluminium (oorg Al), nitratkväve ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), ammoniumkväve ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), kalciumhalt ( $\text{Ca}^{2+}$ ), natriumhalt ( $\text{Na}^+$ ) och kloridhalt ( $\text{Cl}^-$ ). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats. Ta bort en decimal för nitrathalter!

**Höka (E 22):** En 74-årig tallyta, i länets nordvästligaste hörn. Ståndortsindex är T24 på typisk tallmark med fältskikt av blåbärsris. Mätning av deposition över öppet fält- och i skogsytan samt markvatten startade 1996 och lufthaltsmätningarna startade i februari 1998. I september 2002 avslutades mätningarna över öppet fält och i slutet av juli 2009 startade de igen. Eftersom mätningarna över öppet fält ännu ej omfattar ett komplett hydrologiskt år ingår de ej i rapporteringen för 2008/09.

I Figur 7 visas samtliga mätningar sedan mätstarten i skogsytan samt på öppet fält som årsmedelvärde (hydrologiskt år) vid Höka. Krondroppsmängden 2008/09 i Höka på 549 mm var i samma nivå som medelmängden för mätseriens 13 år (534 mm). Det totala nedfallet av försurande ämnen, beräknat som vätejonedeponering, visar inga stora förändringar jämfört med de senaste åren. Dock har nedfallet av vätejoner via krondroppet minskat signifikant under mätningarnas gång. Svavelnedfallet vid Höka har minskat signifikant under åren som mätningarna pågått och under 2008/09 deponerades 1,3 kg antropogent svavel. Detta är det lägsta svavelnedfallet som hittills

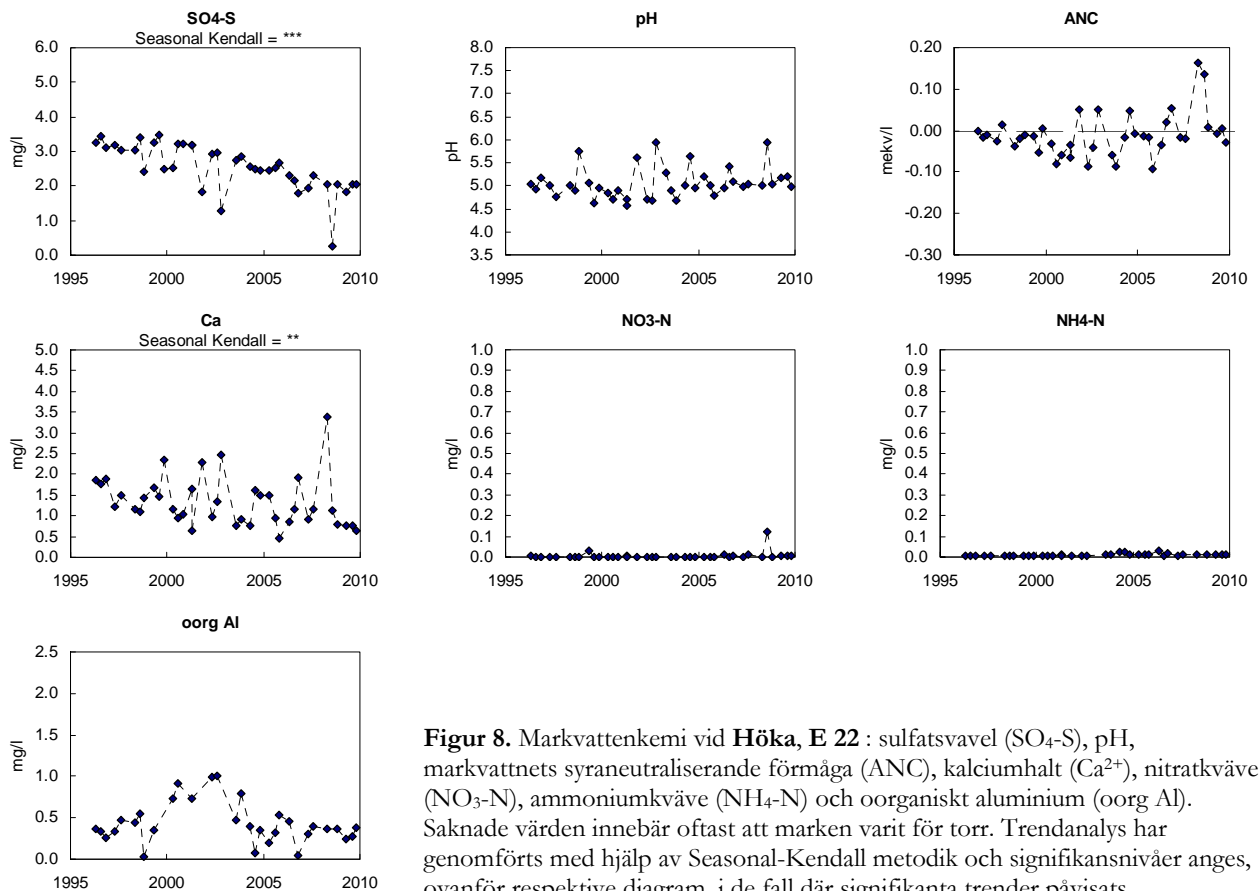
uppmätts vid Höka. Nedfallet av oorganiskt kväve var lågt under 2008/09, 1,9 kg per hektar. Detta är lite lägre jämfört med föregående år. Depositionen av nitrat minskade och depositionen av ammonium ökade vid Höka 2008/09 jämfört med tidigare år. Nedfallet av organiskt kväve uppgick under 2008/09 till 2,0 kg per hektar, vilket är en tangering av depositionen 2006/07 som hittills uppvisat högst deposition av organiskt kväve. Sammanlagt uppgick det uppmätta kvävenedfallet via krondropp till 3,9 per hektar. Kloriddepositionen var normal för lokalen. Inga stora stormar drabbade länet under 2008/09.



**Figur 7.** Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Höka, E 22**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätningarna påbörjades för ett urval av ämnen: vätejoner (H<sup>+</sup>); sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO<sub>4</sub>-S ex), nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N); ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N) och kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Trots förhållandevis lite försurande nedfall i Höka på senare år, visar markvattenmätningarna att lokalen fortfarande är försurad. Markvattnets sulfatsvavelhalter var för två av årets tre mätningar omkring 2 mg/l eller lägre vilket är lägre än medianvärdet på 2,5 mg/l, Figur 8. Trendanalys för den trettonåriga mätserien visar att svavelhalterna minskat signifikant sedan mätstart. Medianvärdet för pH under mätserien är 5,0 och under årets mätningar varierade pH mellan 5,0 och 5,2. Markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) har oftast varit negativ under den tolvåriga mätserien, men under 2008/09 var den positiv vid två av årets tre mättillfällen. Ett försurad tillstånd i markvattnet kännetecknas av negativt ANC och små förråd av baskatjoner i marken. Vid återhämtning ökar förrådet av utbytbara baskatjoner i markpartiklarna. Halterna av baskatjoner i markvattnet vid Höka har generellt varit betydligt lägre jämfört med i Solltorp vilket även var fallet under 2008/09. Trendanalys för mätserien visar att kalciumhalten har minskat signifikant under mätningarnas gång. Halterna nitratkväve i markvattnet under året var under detektionsgränsen vid alla provtagningstillfällen. Även ammoniumhalterna i markvattnet var under detektionsgränsen. Halten oorganiskt aluminium varierade mellan 0,25 – 0,37 mg/l vid mätningarna, medianvärdet för mätserien är 0,37 mg/l.





**Figur 8.** Markvattenkemi vid Höka, E 22 : sulfatsvavel (SO<sub>4</sub>-S), pH, markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC), kalciumhalt (Ca<sup>2+</sup>), nitratkväve (NO<sub>3</sub>-N), ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N) och oorganiskt aluminium (oorg Al). Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Trendanalys har genomförts med hjälp av Seasonal-Kendall metodik och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

Lufthalter av svaveldioxid (SO<sub>2</sub>), kvävedioxid (NO<sub>2</sub>) och ammoniak (NH<sub>3</sub>) har mätts i Höka sedan februari 1998. Sedan 2009 ingår ozonmätningarna i Ozonmättnätet i södra Sverige och rapporteras där mer i detalj tillsammans med ozonmätningar från Solltorp (<http://www.ivl.se>).

Årsmedelhalterna (hydrologiskt år) av SO<sub>2</sub> har sedan mätningarna startade varierat mellan 0,4 och 0,7 µg/m<sup>3</sup> och under 2008/09 var årsmedelhalten av svaveldioxid 0,4 µg/m<sup>3</sup>, med de högsta halterna under vinterhalvåret. NO<sub>2</sub>-halterna på hydrologiskt år vid Höka har minskat signifikant med 3% årligen. Genom åren har årsmedelhalterna av NO<sub>2</sub> varierat mellan 1,4 och 2,4 µg/m<sup>3</sup> under 2008/09 var årsmedelhalten 1,5 µg/m<sup>3</sup>. Även NO<sub>2</sub>-halterna brukar vara högst under vinterhalvåret och årets högsta månadsvärde uppmättes i januari med 3,8 µg/m<sup>3</sup> vid Höka.

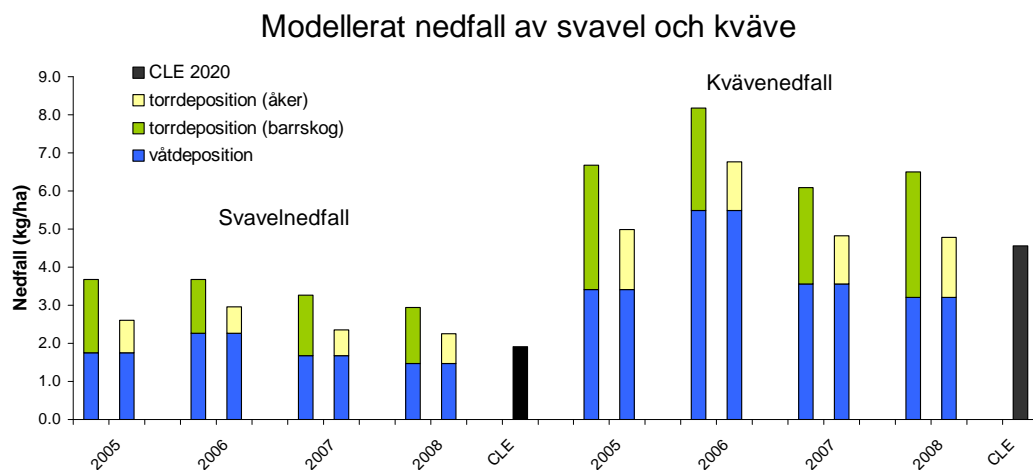
Sommarhalvårsmedelhalterna av NH<sub>3</sub> har under åren varierat mellan <0,3 och 1,1 µg/m<sup>3</sup> (0,3 µg/m<sup>3</sup> är detektionsgränsen för NH<sub>3</sub>) och under sommaren 2009 var medelhalten 0,5 µg/m<sup>3</sup>. Sommarhalvårsmedelhalterna för ozon har under åren varierat mellan 49 och 68 µg/m<sup>3</sup> med det lägsta värdet under 2009. Generellt var ozonhalterna över hela Sverige mycket låga under sommaren 2009.

## 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 utsläppsscenarioer.

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 9 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-scenarioet 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 9.** Nedfall av antropogent svavel och oorganiskt kväve (kg per hektar och kalenderår) i Östergötlands län, fördelat på våt- respektive torrdeposition under 2005-2008 och år 2020 enligt CLE-scenarioet, modellerat med MATCH-Sverige-modellen. De nedre staplarna anger våtdepositionen, och de övre staplarna anger torrdepositionen (till barrskog eller åkermark).

Svavelnedfallet (utan havssalt) i Östergötlands län beräknades till omkring 2,9-3,7 kg per hektar och år i barrskog och 2,2-3,0 kg per ha på åkermark under 2005-2008. Kvävenedfallet beräknades till omkring 6,1-8,2 kg per hektar och år i barrskog och 4,8-6,8 kg på åkermark under motsvarande



period. Enligt CLE-scenariet ska nedfallet minska till 1,9 kg svavel och 4,6 kg kväve per hektar till år 2020.

**Tabell 2.** Svavelnedfall (utan havssalt) på kommunnivå i Östergötlands 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
Boxholm	3.3	3.1	2.8	2.1	2.2	2.4	2.0	1.8	1.9
Finspång	3.1	3.2	3.0	2.4	2.2	2.6	2.2	2.0	2.0
Kinda	3.4	3.7	3.0	2.5	2.3	2.9	2.2	2.0	2.0
Linköping	3.2	3.4	3.0	2.3	2.2	2.7	2.1	1.9	1.8
Mjölby	3.2	3.0	2.8	2.1	2.2	2.3	1.9	1.8	1.7
Motala	3.1	2.9	3.0	2.3	2.2	2.3	2.1	1.9	1.8
Norrköping	3.6	3.5	3.3	2.9	2.5	2.8	2.3	2.3	2.0
Söderköping	3.8	3.9	3.4	2.8	2.6	3.1	2.3	2.4	2.0
Vadstena	3.3	3.0	2.8	2.2	2.3	2.3	2.0	1.8	1.5
Valdemarsvik	3.9	4.0	3.4	2.9	2.6	3.2	2.4	2.4	2.1
Ydre	3.4	3.3	2.9	2.2	2.3	2.6	2.1	1.8	2.0
Åtvidaberg	3.5	3.7	3.2	2.5	2.4	2.9	2.2	2.1	2.1
Ödeshög	3.4	3.0	2.8	2.3	2.4	2.3	2.0	1.9	1.7
<b>Östergötlands län</b>	<b>3.7</b>	<b>3.7</b>	<b>3.3</b>	<b>2.9</b>	<b>2.6</b>	<b>3.0</b>	<b>2.4</b>	<b>2.2</b>	<b>1.9</b>

\* 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 Östergötlands län under 2005-2008 och år 2020 enligt CLE-scenariet, modellerat med MATCH-Sverige modellen.

	Kvävenedfall i barrskog (kg/ha)				Kvävenedfall på åkermark (kg/ha)				CLE- scenariet*
	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008	2020
Boxholm	6.5	7.8	6.0	6.0	4.7	6.2	4.6	4.1	4.5
Finspång	5.9	7.4	5.9	6.1	4.3	6.1	4.6	4.3	4.7
Kinda	5.8	7.9	5.6	6.0	4.1	6.5	4.2	4.1	4.6
Linköping	6.1	7.8	5.8	5.9	4.3	6.4	4.4	4.1	4.6
Mjölby	6.5	7.8	6.0	6.0	4.6	6.2	4.6	4.0	4.1
Motala	6.4	7.8	6.3	6.3	4.6	6.3	4.9	4.5	4.4
Norrköping	6.1	7.7	5.9	6.6	4.4	6.3	4.5	4.6	4.6
Söderköping	6.0	8.0	5.6	6.3	4.2	6.6	4.3	4.4	4.7
Vadstena	6.9	7.9	6.2	6.2	5.0	6.3	4.8	4.2	3.6
Valdemarsvik	5.9	8.0	5.6	6.4	4.1	6.6	4.3	4.4	4.8
Ydre	6.5	7.8	5.9	6.1	4.7	6.3	4.5	4.2	5.0
Åtvidaberg	6.0	7.9	5.6	6.0	4.2	6.5	4.3	4.1	4.9
Ödeshög	7.4	8.0	6.4	6.3	5.4	6.4	5.0	4.4	4.0
<b>Östergötlands län</b>	<b>6.7</b>	<b>8.2</b>	<b>6.1</b>	<b>6.5</b>	<b>5.0</b>	<b>6.8</b>	<b>4.8</b>	<b>4.8</b>	<b>4.6</b>

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

Svavelnedfallet i skogsytor (mätt som krondropp) uppgick till 2,0 kg/ha som ett genomsnitt under 2005-2008, vilket är lägre än den modellberäknade totaldepositionen till barrskog för motsvarande period (3,4 kg/ha). Under 2008 var den modellerade våtdepositionen av antropogent svavel i Östergötlands län 1,5 kg/ha, och något högre (1,8 kg/ha) som genomsnitt under den aktuella perioden (2005-2008). Östergötland 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 3,2 kg/ha under 2008, och 3,9 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.

## 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 LUCI (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 trädarter 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.

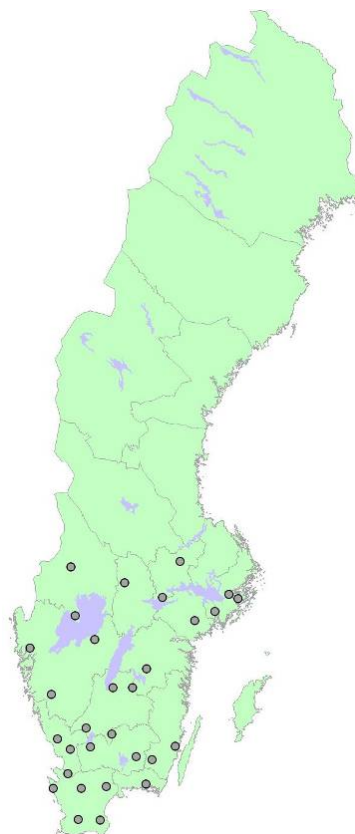
Tillväxt och biomassa av ektomykorrhizasvampar kommer i denna studie att undersökas för att utvärdera hur de är korrelerade med kvävedeposition och kväveläckage. Det kommer även att genomföras studier av kolinlagring via ektomykorrhiza samt svamparnas nedbrytningsprocesser och vilka enzym som är involverade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

## Metod

Försöket genomförs i 30 av ytorna inom Krondroppsnätet (Figur 10). 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.



Figur 10: Karta över de krondroppslokaler som inkluderats i försöket.

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 svamptillväxt, vilket skulle kunna bero på att utspridda mindre stormskador kan leda till högre träd tillväxt 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 mykorrhizor finansieras av Forskningsprogrammet LUCCI och genomförs på Ekologiska Institutionen, Avdelningen för mikrobiologisk ekologi, Lunds Universitet. av doktoranderna Adam Bahr (adam.bahr@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 miljö kvalitetsmål och miljö kvalitetsnormer. 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 nitrathalter 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 Krondroppsnetet utifrån regionala och nationella behov, IVL Rapport, U 2695**

I en nyutkommen rapport till Naturvårdsverket beskrivs Krondroppsnetets roll ur miljö-övervaknings- och miljömålsuppföljningshänseende samt hur Krondroppsnetet 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.

## Krondroppsnetets webbplats

Sedan hösten 2008 finns en ny webbplats för Krondroppsnetet, [www.krondroppsnetet.ivl.se](http://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](mailto:gunilla@ivl.se)

## Referenser

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

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

**Tabell A:1a.** Krondroppsdata från Östergötlands län, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/ha/år.

Lokal	Period	Nedb	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> S	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> S <sub>ex</sub>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> N	NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
		mm	kg/ha	→									
Solltorp (E21A)	08/09	294	0,02	1,8	1,4	9,3	0,6	1,0	3,1	1,2	3,4	19,3	1,04
	07/08	343	0,03	1,7	1,3	10,3	0,5	0,6	4,0	1,5	4,6	16,1	1,12
	06/07	462	0,03	2,5	1,8	15,2	0,6	0,7	5,3	2,1	5,5	21,8	1,47
	05/06	307	0,02	3,8	3,4	9,5	1,3	2,2	4,2	1,5	3,1	21,5	1,29
	04/05	376	0,02	2,3	1,8	10,2	0,6	1,3	3,9	1,3	4,2	15,1	1,32
	03/04	354	0,03	2,3	2,0	6,7	0,6	0,4	3,1	1,1	2,7	12,6	0,79
	02/03	361	0,03	3,4	3,0	7,1	0,7	1,3	2,8	1,2	3,2	13,6	0,54
	01/02	376	0,03	2,8	2,4	9,9	0,7	0,8	3,3	1,2	3,6	16,7	0,83
	00/01	406	0,05	5,0	4,7	6,9	1,0	1,3	3,9	1,4	3,2	16,8	1,23
	99/00	270	0,02	3,0	2,5	12,5	0,4	1,2	3,1	1,3	5,0	20,4	1,17
	98/99	304	0,05	3,9	3,5	8,4	0,7	0,7	2,9	1,1	3,1	13,7	1,09
	97/98	526	0,07	5,1	4,5	11,1	0,5	0,8	4,5	1,4	4,0	21,5	1,64
	96/97	330	0,07	4,5	4,1	8,8	0,7	0,9	2,8	1,1	3,3	11,4	1,10
Höka (E22A)	08/09	549	0,05	1,8	1,3	10,8	1,0	0,9	3,0	1,5	5,9	11,5	0,87
	07/08	564	0,07	1,9	1,4	10,3	1,5	0,6	3,3	1,5	6,4	8,6	1,14
	06/07	654	0,07	2,7	2,0	15,0	1,4	0,7	4,3	1,9	8,3	10,4	1,04
	05/06	453	0,06	2,9	2,5	7,7	1,9	1,9	3,3	1,4	4,2	8,5	0,71
	04/05	482	0,05	2,4	1,9	11,7	1,2	0,8	3,7	1,6	6,4	8,4	0,50
	03/04	581	0,07	2,5	2,1	9,4	1,5	0,7	3,5	1,5	4,8	7,3	0,35
	02/03	461	0,06	2,6	2,2	7,3	1,4	0,7	2,2	1,1	3,8	6,3	0,31
	01/02	509	0,05	2,6	2,1	10,0	1,3	0,8	2,5	1,2	5,2	9,3	0,29
	00/01	587	0,09	3,8	3,5	7,1	2,0	1,2	3,0	1,5	3,7	10,3	0,83
	99/00	431	0,07	3,0	2,5	11,6	1,7	1,4	2,9	1,4	6,3	8,5	0,55
	98/99	555	0,12	3,3	2,9	8,7	1,6	1,1	2,7	1,3	4,6	7,4	0,54
97/98	621	0,11	3,5	3,1	7,9	1,6	1,0	3,1	1,3	4,3	7,8	0,76	
96/97	490	0,12	3,7	3,2	10,7	1,8	0,9	3,3	1,5	5,5	7,0	0,69	

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

Lokal	Period	Nedb mm	H <sup>+</sup> kg/ha	SO <sub>4</sub> -	SO <sub>4</sub> -	Cl-	NO <sub>3</sub> - N	NH <sub>4</sub> - N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
				S	S <sub>ex</sub>								
Solltorp (E21A)	2008	373	0,03	1,7	1,2	11,5	0,4	0,6	3,7	1,4	4,9	19,2	1,16
	2007	398	0,02	2,4	1,8	13,2	0,7	0,7	4,8	1,9	5,3	17,8	1,13
	2006	365	0,02	3,2	2,8	9,5	1,0	2,1	4,1	1,5	3,0	22,9	1,51
	2005	299	0,02	2,7	2,2	9,6	0,9	1,5	3,9	1,3	3,9	14,3	1,00
	2004	387	0,04	2,3	1,9	9,1	0,4	0,3	3,7	1,2	3,3	15,8	1,17
	2003	361	0,02	3,3	3,0	6,5	0,6	1,3	2,6	1,1	2,9	11,2	0,66
	2002	405	0,04	2,9	2,4	10,5	0,8	0,8	3,7	1,4	3,9	19,1	0,77
	2001	308	0,03	3,1	2,9	5,9	0,9	1,2	2,8	1,1	2,3	11,4	0,92
	2000	374	0,03	4,1	3,6	9,6	0,6	1,4	3,4	1,3	4,3	22,2	1,09
	1999	291	0,04	4,1	3,6	11,9	0,7	0,7	3,7	1,4	4,6	16,5	1,50
	1998	428	0,05	3,9	3,5	9,0	0,5	0,8	3,1	1,1	3,2	17,7	1,06
1997	430	0,08	5,6	5,1	11,1	0,7	0,9	4,0	1,4	4,2	16,1	1,50	
Höka (E22A)	2008	586	0,07	1,9	1,3	12,9	1,3	0,6	3,4	1,7	7,7	11,1	1,40
	2007	634	0,07	2,6	2,0	12,8	1,5	0,7	4,0	1,7	7,3	9,5	0,89
	2006	477	0,06	2,6	2,2	8,4	1,8	1,8	3,2	1,3	4,5	8,5	0,84
	2005	514	0,06	2,7	2,2	11,8	1,5	0,9	3,7	1,6	6,5	8,4	0,65
	2004	515	0,05	2,4	1,9	11,2	1,1	0,6	4,0	1,7	5,8	8,6	0,38
	2003	513	0,06	2,6	2,3	7,4	1,5	0,7	2,3	1,2	3,8	5,9	0,32
	2002	533	0,06	2,5	2,1	8,6	1,5	0,9	2,5	1,1	4,5	8,2	0,20
	2001	426	0,06	2,8	2,5	8,0	1,6	0,9	2,5	1,2	3,9	10,1	0,63
	2000	579	0,08	3,6	3,2	9,4	1,9	1,6	2,9	1,5	5,4	9,4	0,64
	1999	508	0,10	3,4	2,9	10,1	1,8	1,1	3,1	1,5	5,3	8,2	0,72
1998	590	0,11	3,4	3,0	9,6	1,5	1,0	2,9	1,2	4,9	7,7	0,50	
1997	523	0,13	3,6	3,2	9,2	1,8	1,0	3,4	1,5	4,9	6,3	0,71	



**Tabell A:2a.**

Krondroppsdata från Östergötlands län för ytor där organiskt kväve analyserats, komplett **hydrologisk årsdeposition**. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO<sub>3</sub>-N + NH<sub>4</sub>-N) och (orgN = Kj-N - NH<sub>4</sub>-N)

Lokal	Period	Nedb mm	oorg N		org N
			kg/ha	→	
Solltorp (E 21 A)	08/09	294	1,6		2,1
	07/08	343	1,0		2,2
	06/07	462	1,3		2,7
	05/06	307	3,5		2,7
	04/05	376	1,9		2,1
	03/04	354	1,0		2,3
	02/03	361	1,9		2,6
	01/02	376	1,5		2,7
	00/01	406	2,3		
	99/00	270	1,6		
	98/99	304	1,4		
	97/98	526	1,3		
	96/97	330	1,6		
Höka (E 22 A)	08/09	549	1,9		2,0
	07/08	564	2,1		1,4
	06/07	654	2,1		2,0
	05/06	453	3,7		1,5
	04/05	482	2,1		1,4
	03/04	581	2,2		1,7
	02/03	461	2,1		1,7
	01/02	509	2,1		1,7
	00/01	587	3,3		
	99/00	431	3,1		
	98/99	555	2,7		
	97/98	621	2,5		
	96/97	490	2,7		

**Tabell A:2b.**

Krondroppsdata från Östergötlands 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 = NO<sub>3</sub>-N + NH<sub>4</sub>-N) och (orgN = Kj-N - NH<sub>4</sub>-N)

Lokal	Period	Nedb mm	oorg N		org N
			kg/ha	→	
Solltorp (E 21 A)	2008	373	1,0		2,3
	2007	398	1,4		2,3
	2006	365	3,1		2,7
	2005	299	2,4		2,0
	2004	387	0,7		2,6
	2003	361	1,9		2,2
	2002	405	1,6		3,3
	2001	308	2,0		2,4
	2000	374	2,0		
	1999	291	1,4		
	1998	428	1,2		
	1997	430	1,7		
Höka (E 22 A)	2008	586	1,9		1,6
	2007	634	2,2		1,8
	2006	477	3,6		1,7
	2005	514	2,5		1,4
	2004	515	1,7		1,8
	2003	513	2,2		1,6
	2002	533	2,3		1,8
	2001	426	2,5		1,8
	2000	579	3,5		
	1999	508	2,8		
1998	590	2,5			
1997	523	2,8			

**Tabell B.** Lufthalter månadsmedelvärden samt medelvärden i Östergötlands län, diffusionsprovtagning,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Lokal	Period	SO <sub>2</sub> ug/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> ug/m <sup>3</sup>	NH <sub>3</sub> ug/m <sup>3</sup>	O <sub>3</sub> ug/m <sup>3</sup>
Höka (E 22 A)	0810	0,3	1,4	<0,3	30
	0811	0,5	1,8	0,4	32
	0812	0,5	1,8	0,3	30
	0901	0,6	3,8	<0,3	43
	0902	0,6	3,0	<0,3	39
	0903	0,4	1,4	<0,3	52
	0904	0,5	1,2	0,8	66
	0905	0,3	0,9	0,3	57
	0906	0,2	0,8	0,4	52
	0907	0,3	0,5	0,7	42
	0908	0,3	0,7	0,5	36
	0909	0,3	0,9	0,4	41
	0910	0,5	0,9	<0,3	34
0911	0,4	2,3	<0,3	25	
0912	0,5	2,2	<0,3	23	
Mv hydr. år	9810-9909	0,6	2,4	-	-
	9910-0009	0,4	1,9	-	-
	0010-0109	0,6	1,9	-	-
	0110-0209	0,5	1,9	-	-
	0210-0309	0,6	1,7	-	-
	0310-0409	0,7	1,7	-	-
	0410-0509	0,6	1,8	-	-
	0510-0609	0,7	1,9	-	-
	0610-0709	0,6	1,4	-	-
	0710-0809	0,4	1,7	-	-
0810-0909	0,4	1,5	-	-	
Mv kal. år	9901-9912	0,6	2,3	-	-
	0001-0012	0,4	1,9	-	-
	0101-0112	0,6	1,8	-	-
	0201-0212	0,5	1,9	-	-
	0301-0312	0,6	1,7	-	-
	0401-0412	0,7	1,9	-	-
	0501-0512	0,7	1,7	-	-
	0601-0612	0,8	1,7	-	-
	0701-0712	0,5	1,5	-	-
	0801-0812	0,4	1,6	-	-
0901-0912	0,4	1,6	-	-	
Mv sommar	9804-9809	-	-	<0,3	57
	9904-9909	-	-	<0,3	68
	0004-0009	-	-	0,8	59
	0104-0109	-	-	0,4	61
	0204-0209	-	-	0,4	60
	0304-0309	-	-	0,8	59
	0404-0409	-	-	<0,3	59
	0504-0509	-	-	0,5	57
	0604-0609	-	-	1,1	61
	0704-0709	-	-	0,4	58
0804-0809	-	-	<0,3	53	
0904-0909	-	-	0,5	49	

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

Lokal	Datum	pH	Alk	ANC	SO <sub>4</sub> -S	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+/3+</sup>	ooAl	tAl	TOC	BC/ooAl	
			mekv/l	→	mg/l	→													
Solltorp (E 21 A)	2008-10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2009-04-20	5,4	-	0,138	4,83	6,13	<0,010	<0,020	2,75	1,69	7,55	0,31	0,059	0,019	-	0,740	21,4	-	
	2009-07-27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2009-10-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	<b>median</b>	<b>5,1</b>		<b>0,039</b>	<b>3,32</b>	<b>5,45</b>	<b>&lt;0,002</b>	<b>0,01</b>	<b>2,67</b>	<b>0,84</b>	<b>3,04</b>	<b>1,01</b>	<b>0,08</b>	<b>0,018</b>	<b>0,293</b>	<b>0,612</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	
<i>n=</i>	<i>26</i>		<i>24</i>	<i>24</i>	<i>24</i>	<i>24</i>	<i>24</i>	<i>22</i>	<i>24</i>	<i>24</i>	<i>24</i>	<i>24</i>	<i>24</i>	<i>22</i>	<i>15</i>	<i>22</i>	<i>19</i>	<i>15</i>	
Höka (E 22 A)	2008-10-20	5,1	-	0,008	2,04	3,64	<0,002	<0,020	0,80	0,56	3,32	0,30	<0,03	0,017	0,373	0,452	3,2	3,7	
	2009-04-20	5,2	-	-0,006	1,84	1,87	<0,010	<0,020	0,76	0,33	2,10	0,21	0,031	0,005	0,251	0,305	2,9	4,1	
	2009-07-27	5,2	-	0,006	2,04	2,37	<0,010	<0,020	0,76	0,33	2,89	0,37	0,026	1,280	0,270	0,327	3,7	4,2	
	2009-10-19	5,0	-	-0,030	2,06	3,90	<0,010	<0,020	0,64	0,40	3,14	0,32	0,030	0,011	0,375	0,447	4,3	2,9	
	<b>median</b>	<b>5,0</b>		<b>-0,017</b>	<b>2,53</b>	<b>2,8</b>	<b>&lt;0,002</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>1,17</b>	<b>0,52</b>	<b>2,59</b>	<b>0,52</b>	<b>0,02</b>	<b>0,008</b>	<b>0,373</b>	<b>0,454</b>	<b>4,8</b>	<b>4,2</b>	
<i>n=</i>	<i>40</i>		<i>39</i>	<i>39</i>	<i>39</i>	<i>39</i>	<i>37</i>	<i>39</i>	<i>39</i>	<i>39</i>	<i>39</i>	<i>39</i>	<i>38</i>	<i>31</i>	<i>38</i>	<i>33</i>	<i>31</i>		