



# rapport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

För Örebro läns Luftvårdsförbund

## Övervakning av luftföroreningar i Örebro län Resultat till och med september 2003



Eva Hallgren Larsson, redaktör  
B 1569  
Maj 2004

## För Örebro läns Luftvårdsförbund

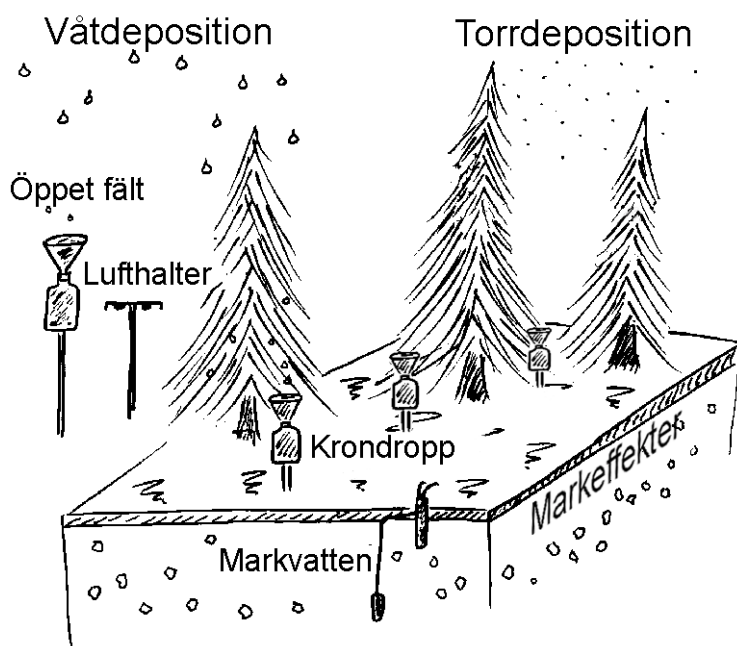
### Övervakning av luftföroreningar i Örebro län

#### Resultat till och med september 2003

På uppdrag av Örebro läns Luftvårdsförbund har IVL mätt nedfall av luftföroreningar och markvattnets kvalitet på fem lokaler i Örebro län. Syftet är att beskriva nedfallets storlek och markvattnets sammansättning i skogsytor, men även visa skillnader mellan olika delar av regionen och hur förhållandena ändras med tiden. Under hydrologiska året 2002/03 har mätningarna kompletterats med lufthalter på två av lokalerna. Provytorna ligger i Skogsvårdsorganisationens observationsytor, vilket gör att Luftvårdsförbundets data kan jämföras med skogliga uppgifter. Genom samarbete med SMHI utförs även yttäckande modellberäkningar av depositionen sedan 2000/01.

Nedfallet av svavel och kväve är störst i sydvästra Sverige och avtar åt nordost. Längre norrut finns en gradient med större deposition i Stockholmsområdet och längs Norrlandskusten än inåt landet. Belastningen på de undersökta lokalerna i Örebro län ingår i princip i detta generella mönster och visar liknande nivåer som grannlänerna. Sedan mätningarna startade har nedfallet av svavel minskat betydligt, liksom skillnaden mellan olika regioner i Sverige, samtidigt som nederbörden blivit mindre sur. Till stor del förklaras det av minskade utsläpp av svavel i Europa. Trots minskad försurningsbelastning noteras ingen tydlig återhämtning av markvattnets försurningsstatus. När det gäller kvävenedfall är det svårt att se trender. Om avtalade utsläppsminskningar genomförs kommer depositionen av i första hand kväve att minska till år 2010.

Resultaten från hydrologiska året 2002/03 visar mindre svavelbelastning än något år tidigare, 2,3 kg/ha som medelvärde från de båda granytorerna. Nedfallet av oorganiskt kväve till marken i skogen var dock på ungefär samma nivå som tidigare; 3,4 kg/ha via krondropp. Försurningspåverkat markvatten har främst noterats från två lokaler i norra delen av länet; granskogen i Greckssundet och tallskogen i Örlingen. Lufthalter av svaveldioxid och kvävedioxid var lägre än gällande gränsvärden på de undersökta lokalerna. Däremot innebär uppmätta halter av marknära ozon risk för vegetations-skador i länet samtidigt som de var högre än EUs målvärde på 40 µg/m<sup>3</sup> som årsmedelvärde.



Figur 1. Principskiss för mätningarna.

#### Uppdragsgivare:

Örebro läns Luftvårdsförbund

#### Utförande organ:

IVL Svenska Miljöinstitutet AB  
Aneboda, SE-360 30 LAMMHULT

**Författare:** Eva Hallgren Larsson, red.

**Nyckelord:** Deposition, svavel, kväve, skogsytor, försurning, markvatten, Örebro län

#### IVL rapport B 1569

#### Beställs från:

Örebro läns Luftvårdsförbund  
Peter Ekelund  
c/o Länsstyrelsen  
701 86 ÖREBRO

eller

[publikationsservice@ivl.se](mailto:publikationsservice@ivl.se)

IVL, Publikationsservice  
Box 21060  
SE-100 31 STOCKHOLM

Tel: 08-598 563 00

Fax: 08: 598 563 90

## Innehållsförteckning

Övervakning av luftföroreningar i Örebro län .....	1
Innehållsförteckning.....	2
Inledning .....	3
Ord att förklara .....	4
Förklaring till stationsfigurer .....	4
Stationsvis redovisning .....	5
Tidsutveckling deposition .....	13
Tidsutveckling markvatten.....	15
Tidsutveckling lufthalter .....	16
Data i tabellform, deposition och markvatten .....	17
Faktaruta: Lufthalter och årsmedelvärden.....	19

Mer information finns på  
Krondroppsnetzets hemsida:

[www.ivl.se/miljo/projekt/kron/](http://www.ivl.se/miljo/projekt/kron/)

Där finns bland annat:

- bakgrund och metodbeskrivning
- information om provytorna
- databas och kartor för hela Sverige
- länk till modellberäknade data
- notiser och aktuell information

## Inledning

På uppdrag av luftvårdsförbund, länsstyrelser, skogsvårdsstyrelser och kommuner mäter IVL i Aneboda deposition och markvatten på över 100 lokaler i Sverige (figur 2). Syftet är att kvantifiera belastning och beskriva effekter i marken. På vissa lokaler mäts lufthalter av svaveldioxid, kvävekomponenter och ozon.

Resultaten från undersökningarna samlas i en databas på IVL där bearbetning sker. Ett mätår är ett hydrologiskt år som sträcker sig från oktober till september. Resultat avseende tillstånd och tidsutveckling redovisas i årliga rapporter och på Krondroppsnetets hemsida, under [www.ivl.se](http://www.ivl.se). Vissa ord och begrepp förklaras i fakturatan på sidan 4. Där finns även en förklaring till innehållet i stationsfigurerna, som visar resultat från enskilda lokaler.

Provtagning av nederbörd sker på öppna ytor. Analys av föroreningar ger mått på huvudsakligen det våta nedfallet. Provtagning av krondropp görs på närlägen skogsytor. Skogsmarkens reaktion på surt nedfall studeras framför allt genom markvattenstudier. Lufthalter mäts med diffusionsprovtagare som kvantitativt absorberar den gas som analyseras.

Huvuddelen av undersökningarna av luftföroreningar sker i Skogsvårdsorganisationens (SVO) skogliga observationsytor. SVO undersöker regelbundet skogens och skogsmarkens tillstånd, som tillväxt, kronutglesning samt barr- och markkemi. Det gör att luftföroreningarnas inverkan på skogens och markens tillstånd kan analyseras. De skogliga observationsytorna ingår i såväl ett nationellt som ett Europeiskt nät och är delvis EU-finansierade. De samordnade undersökningarna startade i Blekinge 1985 och omfattar nu större delen av landet. Metoderna har i princip bibehållits sedan början av mätningarna och ingår nu i EUs manualer för miljöövervakning.

Denna redovisning är den sista enligt Program 2000 för regional

övervakning av luftföroreningar. Det är resultat av ett samarbetsprojekt mellan länen, Naturvårdsverket (NV) och IVL och har bland annat inneburit ökad samordning med nationell övervakning av luft, redovisning av resultat både via hemsida och ordinarie rapporter, förbättrade metoder för att undersöka torrt nedfall i skog samt ett program för kvalitetssäkring av mätningarna. Förutom hemsidans redovisning bestod årsrapporteringen 2003 av en samlad rapport för hela Sverige (IVL B 1521, med länsbilagor) och en rapport med jämförelse mellan modellberäknad och uppmätt nedfall på öppet fält (IVL B 1530). Dessa ingick som grund för den översyn av verksamheten som genomfördes tillsammans med en styrgrupp bestående av representanter från länen, NV och Skogsstyrelsen (SKS). Resultatet, Programmet 2004 till 2006, liknar i stora drag utförandet 2003, men föreslår minst en lokal per län med nederbördskemiska mätningar på öppet fält. Totalt antal skogslokaler är dock något mindre än förut.

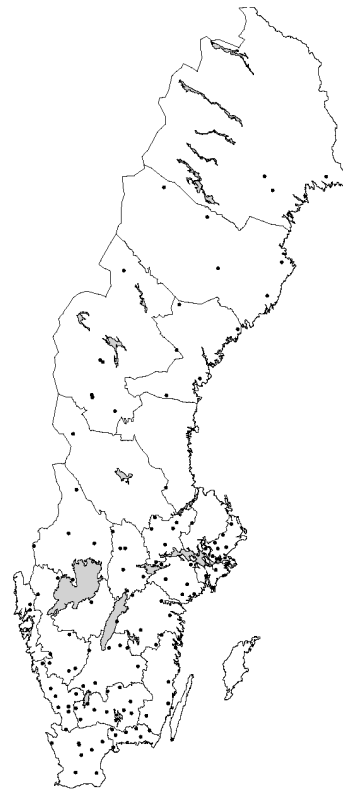
Nederbördskemiska mätningar på öppet fält har kompletterats med modellberäknad våtdeposition, utförd av SMHI. Denna rapport redovisar modellberäknad våtdeposition i figurer och tabeller, som jämförelse till krondroppsmätningar. Förbättrade metoder att undersöka torrt nedfall i skog finansieras delvis av NV och görs i tio intensivytor, utvalda för att representera olika delar av landet. Intensivytorna ingår i NVs program för övervakning av deposition till skog, start hösten 2000. Programmets provtagning är nu ackrediterad enligt SWEDAC, vilket inkluderar rutiner för utbildning av provtagare/vikarier.

De svenska metoderna att mäta nedfall till skog har jämförts med 19 andra länder i Europa. Sveriges deltagande finansierades till stor del av NV. Resultaten visade god överensstämmelse med genomsnittet för alla länder

Svenska miljö kvalitetsmål förut-

sätter att internationellt avtalade utsläppsminskningar genomförs. Minskningen kan räknas om till deposition i olika delar av landet och jämföras med regionala mätningar. För Svealand år 2010 är förväntad genomsnittlig belastning i både öppna och skogbevuxna områden cirka 2,5 kg svavel och 4 kg kväve per ha och år.

Undersökningarna i **Örebro län** är resultat av ett lagarbete. Provtagning har på ett förjänstfullt sätt utförts av Mikael Nyberg, Länsstyrelsen. På IVL har G Hedberg, K Koos, I Torbrink, C Hållinder, S Honkala, V Andersson, N Nilsson, C Larsson, K Hommerberg och B Dusan analyserat proverna. Validering av data har huvudsakligen utförts av G Hedberg. J Knulst, G Malm och E Ugglar har arbetat med databearbetning och figurframställning. E Hallgren Larsson har varit projektledare och utvärderat och rapporterat tillsammans med O Westling, E Ugglar och A Svensson (lufthalter).



Figur 2. Krondroppsnetet under 2002/03. Samordnade mätningar av luftföroreningar i skogliga observationsytor

## Ord att förklara

**ANC:** "Acid Neutralising Capacity" (syraneutraliserande 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.

**Antropogen:** Orsakad av människan.

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

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

**Deposition:** Nedfall av luftföroreningar från atmosfären.

**EMEP:** Europeiskt samarbete för kontroll av luftens och nederbördens sammansättning samt beräkningar av transport av luftföroreningar över nationsgränser.

**EU-yta:** 223 skogliga observationsytor lades ut 1995-97. 100 ingår i ett Europeiskt nät och 50 av dessa används även för regionala mätningar av luftföroreningar.

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

**Intercirkulation:** Vissa ämnen, till exempel kalcium, magnesium, kalium och mangan, interncirkuleras mellan träd och mark. De deltar i jonbytesprocesser där vätejoner tas upp och baskatjoner avges i trädkronan.

**Intensivyta:** 11 av SVOs skogliga observationsytor. Ingår i Naturvårdsverkets nationella program för krondroppsmätningar i skog.

**Jordart:** Sönderkrossade och vittrade bergarter bildar jordarter med olika kornstorlekar och sorteringsgrad. De vanligaste jordarterna är morän, olika sediment och torv (den senare har bildats av organiskt material).

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

**Krondropp:** Nederbörd som passerat trädkronorna. Ger ofta bra mått på total belastning i skog av ämnen som inte påverkas av interncirkulation eller upptag, såsom svavel och klorid. För kväve indikeras i regel upptag eller omvandling i trädkronan. Det gör att ned-

fallet av kväve i områden med låg eller måttlig belastning visar högre värden på öppet fält än till marken i skogen. I kraftigt kvävebelastade områden visar krondroppsmätningar större deposition än mätningar på öppet fält.

**Kritisk belastning:** Under denna kvantitativa gräns kan skadliga effekter på känsliga delar av ekosystemet undvikas. Utgör grund för beslutade utsläppsminskningar.

**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. När det gäller normer och gränsvärden hänvisas till separat faktaruta i anslutning till avsnitt om lufthalter samt Krondroppsnätets hemsida.

**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).

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

**$\text{SO}_4\text{-S}_{\text{ex}}$ :** Mängd antropogent svavel i form av sulfatjoner. Svavel från havssalt har räknats bort med hjälp av uppmätt kloridhalt. Används vid jämförelse med miljö kvalitetsmål.

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

**Total belastning:** Summan av våt- och torrdeposition, se "krondropp". Beräknas i dessa undersökningar för väte- och baskatjoner.

**Våtdeposition:** Deposition via nederbörd. Mäts i dessa undersökningar genom nederbördskemiska mätningar på öppet fält eller modellberäknas genom samarbete med SMHI (högupplöst Sverigemodell).

**Öppet fält:** Öppet område där nederbördskemi och lufthalter mäts.

## Förklaring till stationsfigurer

Figuren redovisar deposition av ett urval ämnen de två senaste åren och jämförs med ett medelvärde för hela perioden. Åren är indelade i sommar- (april-sep) och vinterperiod (okt-mars). Olika tidsperioder kan gälla uppmätt deposition på öppet fält eller via krondropp alternativt modellberäknad våtdeposition.

Markvatten redovisar det senaste årets provtagningar (normalt tre), vilka jämförs med ett långtidsvärde. Medianvärde används för att undvika kraftig inverkan

av enstaka höga halter som ibland uppträder under torra förhållanden. Saknade värden innebär oftast att marken varit för torr. Al är uppdelat i total- och organisk halt. Skillnaden utgör oorganiskt Al som i höga halter medför risk för skador på känsliga organismer i mark och vatten. Kemiska beteckningar som används i figurerna är vätejoner ( $\text{H}^+$ ), sulfatsvavel ( $\text{SO}_4\text{-S}$ ), kloridjoner ( $\text{Cl}^-$ ), nitratkväve ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), ammoniumkväve ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), kalciumjoner ( $\text{Ca}^{2+}$ ) och aluminium (Al).

## Stationsvis redovisning

Se figur 3-7 om deposition och markvatten samt tabell 1-5. Notera att nederbördskemiska mätningar på öppet fält inte längre görs i länet. Istället redovisas modellberäknad våtdeposition som jämförelse till uppmätt deposition via krondropp i figur 3-7, samt i tabell 3.

**Greckssundet** (T 02): EU-yta med 55-årig granskog två mil nordväst 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. Från och med januari 2002 mäts deposition enbart i skogsytan.

Senaste årets data från Greckssundet visar mindre deposition av antropogent svavel via krondropp än något år tidigare; 2,2 kg/ha. Delvis förklaras det av mindre mängd krondropp än tidigare, men koncentrationerna av svavel i krondroppet var lägre än genomsnittet från sju års mätningar. Som genomsnitt från sju års mätningar har 3,3 kg antropogent svavel deponerats per hektar skogsmark. Även kvävenedfallet via krondropp visade förhållandevis låga värden för oorganiskt kväve; 3,5 kg/ha räknat som summa nitratkväve och ammoniumkväve. Kvävenedfall via krondropp visar som regel större variation mellan olika år. Detta beror på att upptag och omvandling av kväve i trädkronorna i stor utsträckning påverkas av väderleken och vegetationens förmåga att utnyttja tillgängligt kväve. Genomsnittet från sju års mätningar är 4,4 kg oorganiskt kväve per hektar. Två års mätningar har visat att depositionen av organiskt bundet kväve via krondropp varit 2,4-2,7 kg/ha i Greckssundet (tabell 2b). Även detta bidrar till markens kvävebelastning. Den totala kvävebelastningen av kväve till beståndet kan inte mätas med krondroppsmätningar eftersom kväve kan tas upp och omvandlas i trädkronorna. För växande skog är den totala kväve-

belastningen alltid större än vad krondroppsmätningarna visar.

Fem års nederbörds-mätningar i Greckssundet under åren 1996/97 till 2000/01 har visat att i genomsnitt nästan 1000 mm nederbörd har bidragit till att 4,3 kg svavel och 7,5 kg oorganiskt kväve har deponerats per hektar öppen mark. Krondroppsmätningarna har i allmänhet visat något lägre värden, speciellt för kväve. För kväve är detta normalt eftersom kväve är ett eftertraktat näringsämne som kan tas upp eller omvandlas i trädkronorna. För svavel bör nedfall via krondropp vara högre än på öppet fält. Allt eftersom torrdepositionen av svavel har minskat i Sverige har det dock blivit vanligare att krondropp visar lägre värden än nedfall på öppet fält (som huvudsakligen består av våtdeposition). Då torrdepositionens betydelse minskar får andra faktorer större betydelse, exempelvis hur effektivt trädkronorna tvättas av. Det är också vanligare i tallskog än i granskog eftersom granskog generellt har större filtrerande yta än tallskog. I tallskog kan dessutom stamavrinning i viss mån bidra till deposition utan att fångas upp i krondropsinsamlarna. Delvis på grund av kostnadsskäl ingår inte stamavrinning i dessa undersökningar. Figur 3 visar lägre värden för uppmätt krondropp än modellberäknad våtdeposition under 2000/01. Detta indikerar att krondroppsmätningarna underskattar den totala belastningen även när det gäller svavelnedfall till Greckssundets granskog. I genomsnitt 2,5 gånger högre värden för kalium i krondropp från Greckssundet än i Örlingen och Bälgsjön indikerar betydande, men normal, interncirkulation av kalium i beståndet, se sidan 4.

Markvatten från Greckssundet har i allmänhet visat stabila förhållanden och generellt varit surare än på övriga lokaler i länet. Exempelvis har pH-värdet hela tiden varit mellan 4,9 och 5,3 och medianvärdet från 22 provtagningar är 5,0. Halterna av oorganiskt aluminium har varit 0,4 mg/l och kvoten

mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium 3,1 som medianvärdet, vilket tillsammans med Örlingen är lägst i länet. Kvoter under 1 anses medföra ökad risk för skador på ekosystemet. Även markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) har varit förhållandevis låg och ofta visat negativa värden. Frånsett tre spridda tillfällen har halterna av nitratkväve i markvattnet alltid varit under detektionsgränsen, vilket är normalt för växande bestånd och indikerar att tillgängligt kväve utnyttjats effektivt av vegetationen. Sedan mätningarna startade har ett antal signifikanta minskningar noterats. Det gäller sulfatsvavel, klorid, kalcium, kalium, järn, totalt organiskt kol och organiskt aluminium. När det gäller parametrar som kan användas som indikation på markvattnets försurningsstatus (pH-värde, ANC, oorganiskt aluminium och kvot mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium) har inga signifikanta förändringar noterats, sett över hela mätperioden.

**Örlingen** (T 03): EU-yta med 57-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 januari 1996. Nederbördskemiska mätningarna avslutades i december 2001.

Även från Örlingen redovisas mindre mängd krondropp och mindre deposition av antropogent svavel än något år tidigare, 1,5 kg/ha. Nedfallet av oorganiskt kväve till marken i skogen, 2,3 kg/ha, var dock på samma nivå som tidigare, 2,4 kg/ha som medelvärde från hela sjuårsperioden. På samma sätt som i Greckssundet indikerar jämförelsen mellan modellberäknad våtdeposition och uppmätt krondropp under 2001/02 att krondroppsmätningarna även underskattar den totala belastningen av svavel till beståndet. Resultaten visar dock att torrdepositionen av svavel varit liten. Tidigare års resultat indikerar att Örlingen

generellt haft lägre halter av svavel och kväve i nederbörd och krondropp än länets övriga lokaler. Sannolikt beror det på att länets nordvästra delar är mindre påverkade av luftföroreningar än områden längre söderut.

Markvatten från Örlingens granyta visar liknande sammansättning som Greckssundets tallyta, låga halter av flertalet ämnen. Däremot skiljer sig de båda lokalerna något när det gäller hur koncentrationen av olika ämnen har utvecklats sedan mätningarna startade. Medianvärden från 22 provtagningar är pH-värde 5,0, oorganiskt aluminium 0,3 mg/l och 3,1 som kvot mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium. Vissa signifikanta förändringar har noterats som indikerar att markvattnets försurningsgrad har ökat sedan mätningarna startade. Det gäller sjunkande värden för pH och syraneutraliserande förmåga (ANC) och ökande halter av oorganiskt och totalt aluminium. Övriga förändringar som har noterats är ökande halter av sulfatsvavel och minskande halter av kalcium och totalt organiskt kol. Halterna av de båda kvävefraktionerna har så gott som alltid varit under detektionsgränsen, vilket indikerar att kväve utnyttjas effektivt i ekosystemet.

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 i Örlingen från oktober 2002 till september 2003. Halterna av NO<sub>2</sub> har varit något lägre i Örlingen än i Kilsmo, medan halterna av ozon generellt var något högre i Örlingen. Periodmedelhalterna av SO<sub>2</sub> och NH<sub>3</sub> var på jämförbara nivåer med de i Kilsmo. Ozonhalterna i Örlingen har varit lägre än på EMEP-stationen Grimsö i Örebro län (figur 11). Jämfört med övriga landet har periodens halter av SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> och O<sub>3</sub> varit relativt låga i Örlingen.

**Bälgsjön (T 04):** Nationell observationsyta med snart 60-årig tallskog som ligger en mil öster om Greckssundet. Jordarten är morän, texturen grovmo, jordmånen järnpodsol och ståndortsindex samma

som i Örlingen, T25. Mätningarna startade i oktober 1996. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades december 2000.

På samma sätt som i Greckssundet och Örlingen deponerades mindre antropogent svavel via krondropp än något år tidigare sedan mätningarna startade 1996. Från oktober 2002 till och med september 2003 noterades 2,2 kg/ha, vilket kan jämföras med 3,3 kg/ha som medelvärde från sju års mätningar. Liksom på länets övriga lokaler visar modellberäknad våtdeposition av svavel större nedfall än krondropp, vilket indikerar att periodens torrdeposition av svavel varit liten och att krondroppsmätningarna underskattar det totala nedfallet av svavel till tallskogen i Bälgsjön. Nedfallet av oorganiskt kväve, 3,2 kg/ha, var större än närmast föregående år, men mindre än genomsnittet för alla år, 3,8 kg/ha.

Markvatten från tallytan i Bälgsjön har generellt varit mindre surt än i Greckssundet och Örlingen. Sammansättningen har också varit relativt likartad vid de olika provtagningarna, vilket indikerar att det är samma sorts vatten som provtas vid de olika tillfällena. Som medianvärde gäller pH 5,3 och låga halter av oorganiskt aluminium, 0,1 mg/l. Kvävehalter har oftast varit under detektionsgränsen, vilket är normalt i växande bestånd. I april 2003 noterades dock förhöjda värden både för nitratkväve och ammoniumkväve. Fortsatta provtagningar får visa om detta varit en tillfällighet. Markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) har alltid visat positiva värden och varit högre än på övriga lokaler. Endast tre variabler visar statistiskt signifikanta förändringar. Det är sulfatsvavel som har sjunkit medan halterna av ammoniumkväve och kalium har ökat.

**Kilsmo (T 05):** Nationell observationsyta med 72-årig tallskog på stenig moränmark med texturen finmo. Även här är jordmånen järnpodsol, men boniteten är något högre än på de två andra tallytor-

na, T27. Fältskiktet utgörs av gräs och ytan ligger cirka 2 mil öster om Kumla. Detta är den nyaste lokalen i länet och mätningarna startade sensommaren 1997. På samma sätt som i Bälgsjön och Brohyttan avslutades nederbördskemiska mätningar på öppet fält i december 2000.

Senaste årets data från Kilsmo visar att 1,8 kg antropogent svavel och 2,2 kg oorganiskt kväve (summa nitratkväve och ammoniumkväve) har deponerats per hektar mark i skogen. Det kan jämföras med medelvärdet från 6 års mätningar; 2,3 kg svavel och 2,1 kg kväve per hektar. Liksom på de tre ovanstående lokalerna var den totala mängden krondropp mindre än något år tidigare. Andelen krondropp varierar beroende på vindar, temperatur och nederbördsintensitet men har generellt varit 60 % av nederbörds mängden på de olika lokalerna inom Krondroppsnätet. Sannolikt har även mängden nederbörd varit mindre under hydrologiska året 2002/03 än något år tidigare sedan mätningarna startade 1997.

Totalt har 18 provtagningar av markvattnets sammansättning gjorts. De har oftast visat något högre halter av sulfatsvavel, kalcium, mangan, järn och aluminium än på länets övriga lokaler. Medianvärdet för totalhalt aluminium har varit 0,78 mg/l varav merparten (0,48 mg/l) varit i oorganisk form, som anses mer giftigt än om det är bundet i organiska föreningar. För övrigt kan nämnas att halterna av nitratkväve och ammoniumkväve alltid varit under detektionsgränsen, vilket indikerar att tillgängligt kväve utnyttjas effektivt av vegetationen, och att medianvärdet för pH är 5,1. Markant är att senaste årets data visar negativa värden för syraneutraliserande förmåga, vilket varit vanligare i slutet än i början av mätserien. Statistiskt signifikanta förändringar som noterats är sjunkande halter av sulfatsvavel, kalcium och kalium i markvatten från Kilsmo.

Halter i luft 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 i Kilsmo från oktober 2002 till september 2003. Halterna av NO<sub>2</sub> har under mätperioden varit något högre i Kilsmo än i Örlingen. Periodmedelhalterna av SO<sub>2</sub> och NH<sub>3</sub> var på jämförbara nivåer med de i Örlingen, medan halterna av ozon generellt var något lägre i Kilsmo än i Örlingen. Från Sjöängen redovisas liknande halter av SO<sub>2</sub> och NO<sub>2</sub> som i Kilsmo. Sjöängen ingår i det nationella Luft- och nederbördskemiska nätet och är belägen vid Tivedens nationalpark i nordöstra Västergötlands län, se [www.ivl.se](http://www.ivl.se). Ozonhalterna i Kilsmo har varit lägre än på EMEP-stationen Grimsö i Örebro län (figur 11). Jämfört med övriga landet har halterna av SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> och O<sub>3</sub> varit relativt låga i Kilsmo.

**Brohyttan** (T 10): Snart 80-årig granskog cirka två mil väster om Örebro. Jordmånen har klassificerats som järmpodsol och ståndortsindex är G28. Ytan ligger i en sluttning åt sydost där rörligt markvatten kan förekomma. Lokalen ingår både i Skogsvårdsorganisationens gamla och nya nät av skogliga observationsytor för regelbunden kontroll av skogliga parametrar. Mätning av deposition och markvatten startade i januari 1989. På grund av skogsskador flyttades den inom samma område vid två tillfällen i början av mätpe-

rioden; 920429 och 921211. Depositionen har bedömts jämförbar mellan de olika lokalerna. När det gäller markvatten har skillnaderna dock varit för stora och markvat- tendata från 1989-92 har uteslutits ur tidsserien. Resultaten visar mindre försurningsgrad i markvatten från den nya ytan än från den gamla, där mätningarna avslutades på grund av skogsskador. I december 2000 avslutades de nederbördskemiska mätningarna på öppet fält.

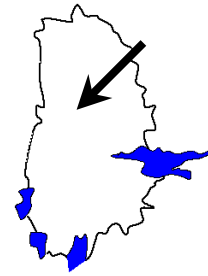
Brohyttan har länets längsta mätserie och sedan mätningarna startade 1989 har nedfallet av svavel via kron dropp halverats. Som genomsnitt för de sju första åren var årligt svavelnedfall till marken i skogen 6,8 kg/ha. Motsvarande för de sju senaste åren är 3,3 kg/ha. När det gäller kväve är utvecklingen inte lika tydlig. Medelvärden för nedfallet av oorganiskt kväve till marken i skogen visar dock en viss minskning från 3,6 kg/ha under de första sju åren till 3,3 kg/ha under de sju senaste åren. Även tidigare års resultat från de nederbördskemiska mätningarna på öppet fält visade minskad belastning; från 4,6 kg/ha under de fem första åren (1989-90 till 1993/94) jämfört med 3,1 kg/ha de fem sista åren med nederbördskemiska mätningar (1995/96 – 1999/00).

Provutbytet avseende markvatten har varit klen under det senaste hydrologiska året. Samtliga analyser har bara kunnat genomföras på vatten från vårprovtagningen i april. Den, och sommarens provtagning, indikerar surare förhållanden än tidigare, pH-värden 4,9-5,1 jämfört med 5,3 som medianvärde från hela perioden. I april var också halterna av aluminium högre än vanligt och markvattnets syraneutraliserande förmåga lägre än vanligt (tabell 5). Främst nitratkväve, men även ammoniumkväve, visade tydligt förhöjda värden i april. Nitratkväve har så gott som alltid varit under detektionsgränsen tidigare. Fortsatta mätningar får visa om förhöjningen varit en engångsförekomst eller tecken på störd kväveomsättning i beståndet. Förhöjda halter av ammoniumkväve har däremot varit vanligt i Brohyttan. IVLs mätningar på övriga ytor i landet antyder att förhöjda halter av ammoniumkväve i markvatten är vanligare på marker med god bonitet än på magra marker. Sedan mätningarna startade på nuvarande plats (1993) har markvattnets pH-värde minskat signifikant liksom halterna av sulfatsvavel, kalcium, magnesium, kalium, mangan och totalt organiskt kol. Halterna av organiskt bundet aluminium har däremot ökat signifikant.



## Greckssundet (T 02)

Gran, 55 år

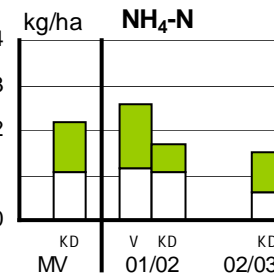
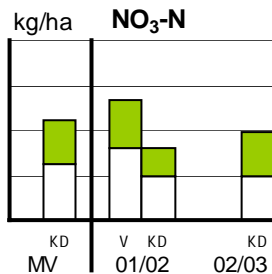
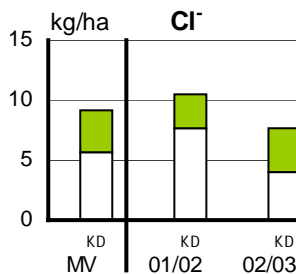
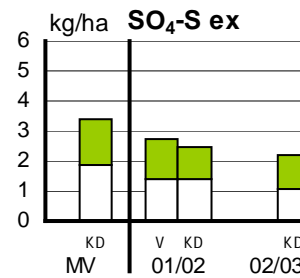
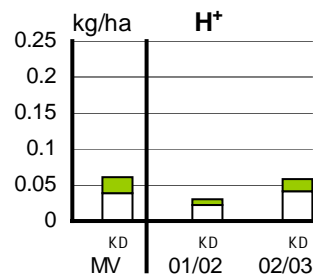
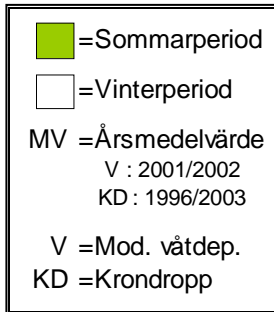


### DEPOSITION

(T 02)

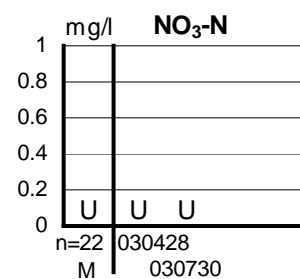
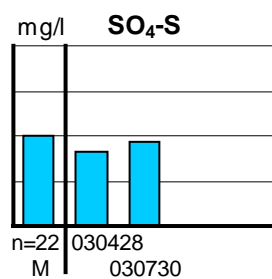
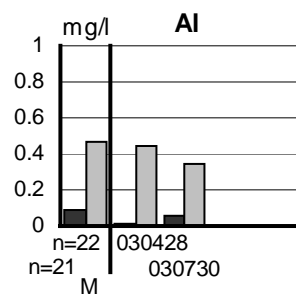
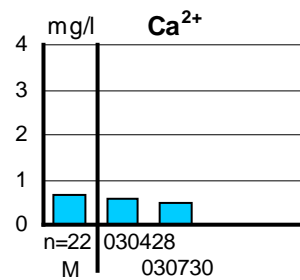
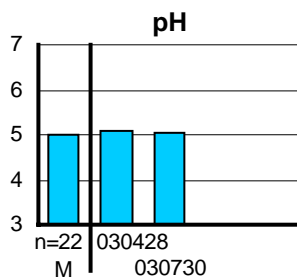
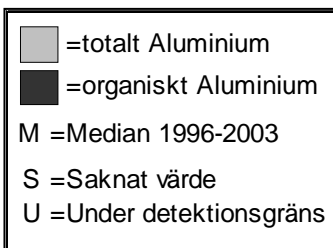
Nederbörd på V (mm)

	01/02	
Sommar	385	
Vinter	507	



### MARKVATTEN

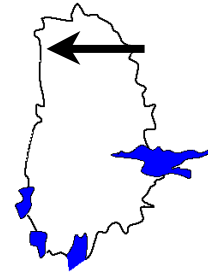
(T 02)



Figur 3. Depositions- och markvattendata från Greckssundet, T 02.

# Örlingen (T 03)

## Tall, 57 år

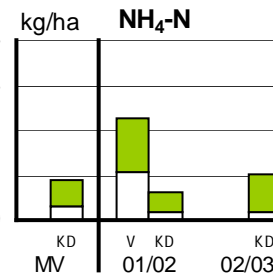
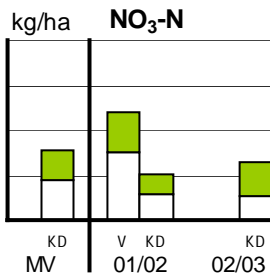
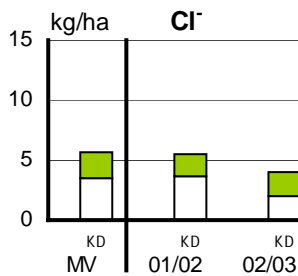
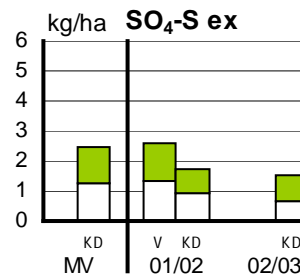
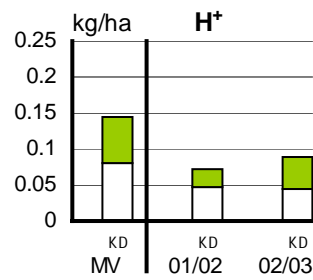


### DEPOSITION (T 03)

Nederbörd på V (mm)

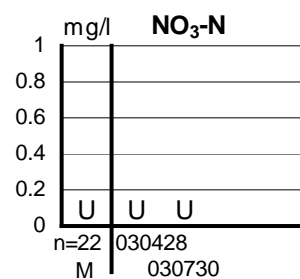
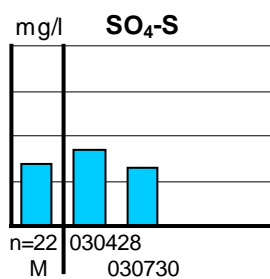
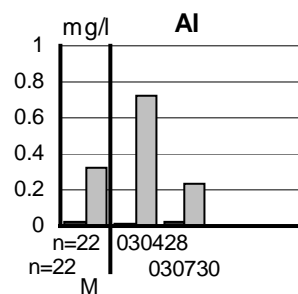
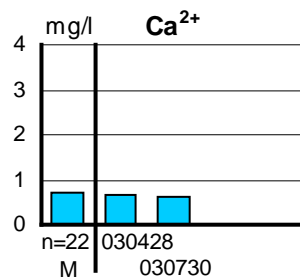
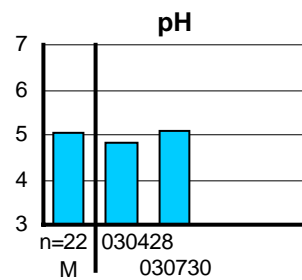
	01/02	
Sommar	355	
Vinter	479	

=Sommarperiod  
 =Vinterperiod  
 MV =Årsmedelvärde  
 V : 2001/2002  
 KD : 1996/2003  
 V =Mod. våtdep.  
 KD =Kronddropp



### MARKVATTEN (T 03)

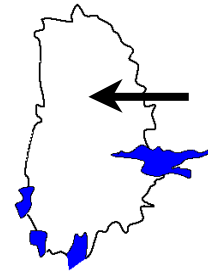
=totalt Aluminium  
 =organiskt Aluminium  
 M =Median 1996-2003  
 S =Saknat värde  
 U =Under detektionsgräns



Figur 4. Depositions- och markvattendata från Örlingen, T 03.

## Bälgsjön (T 04)

Tall, 59 år

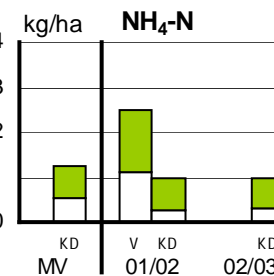
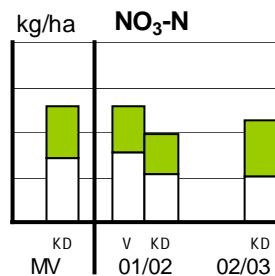
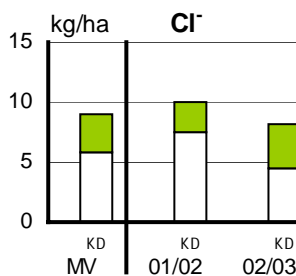
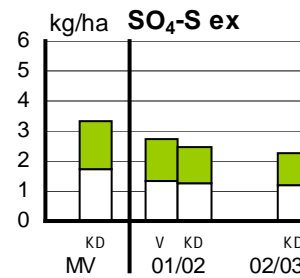
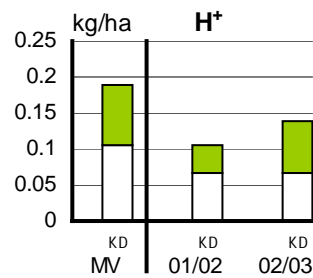
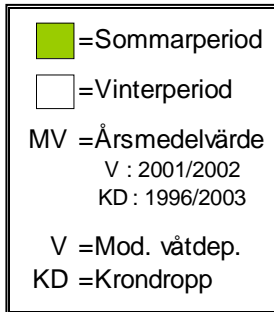


### DEPOSITION

(T 04)

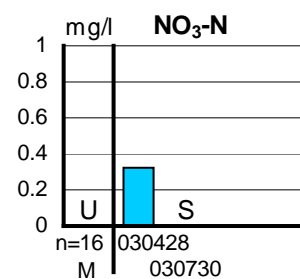
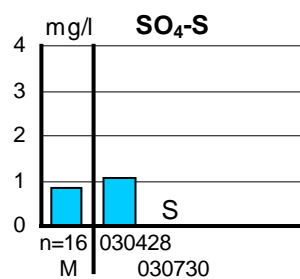
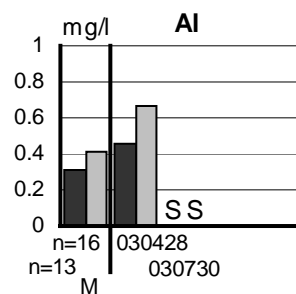
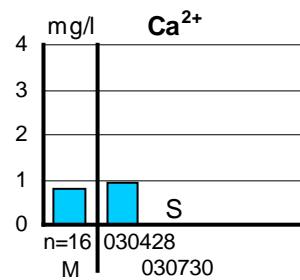
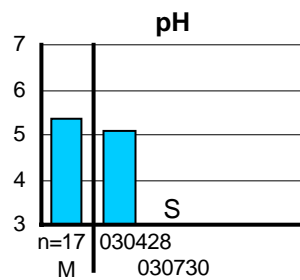
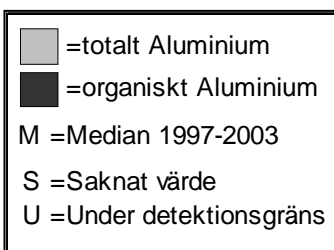
Nederbörd på V (mm)

	01/02	
Sommar	375	
Vinter	496	



### MARKVATTEN

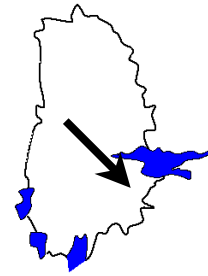
(T 04)



Figur 5. Depositions- och markvattendata från Bälgsjön, T 04.

### Kilsmo (T 05)

Tall, 72 år

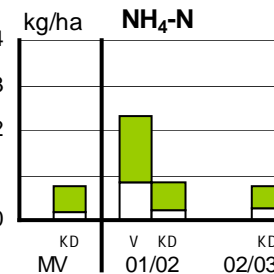
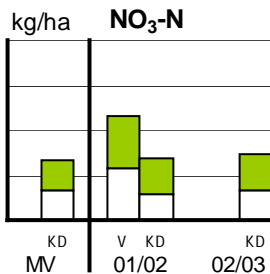
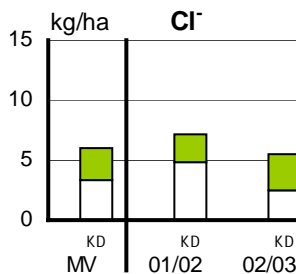
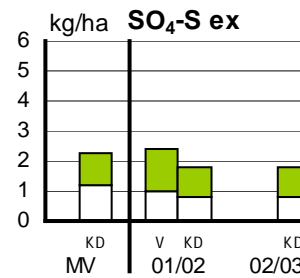
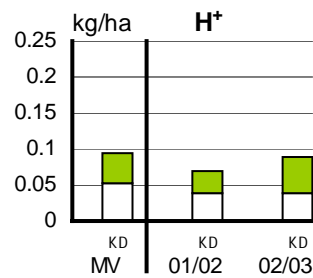
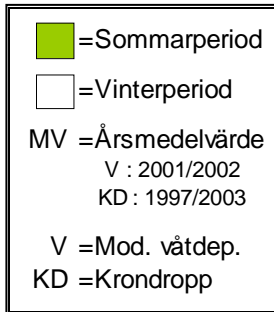


## DEPOSITION

(T 05)

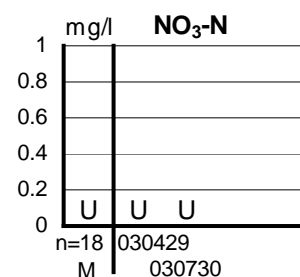
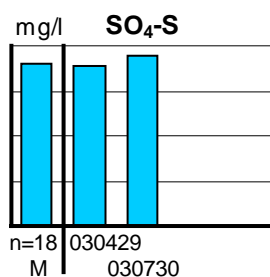
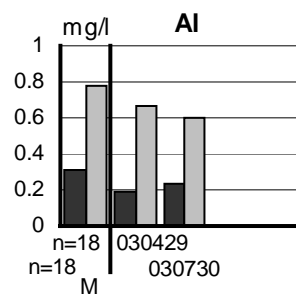
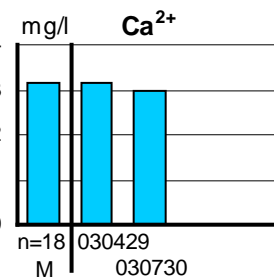
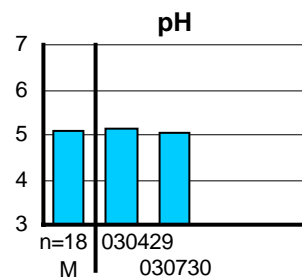
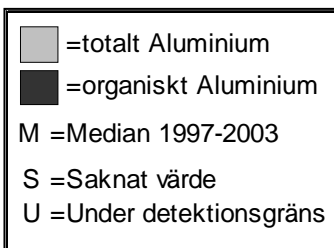
Nederbörd på V (mm)

	01/02	
Sommar	369	
Vinter	358	



## MARKVATTEN

(T 05)



Figur 6. Depositions- och markvattendata från Kilsmo, T 05.

# Brohyttan (T 10)

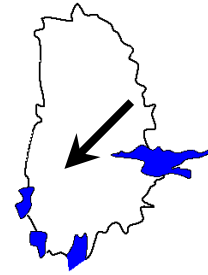
## Gran, 79 år

### DEPOSITION

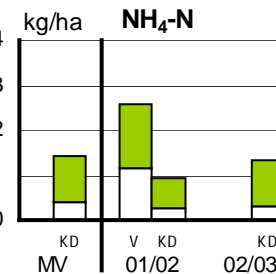
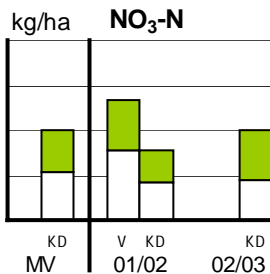
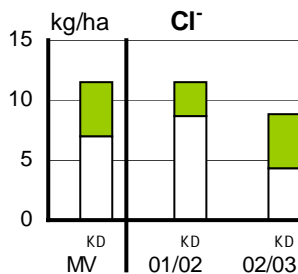
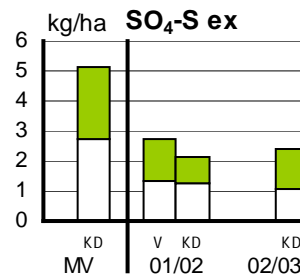
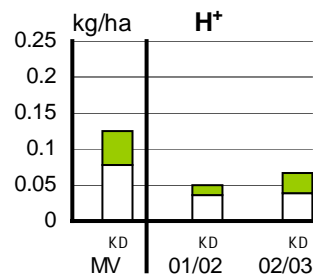
(T 10)

Nederbörd på V (mm)

	01/02	
Sommar	387	
Vinter	468	



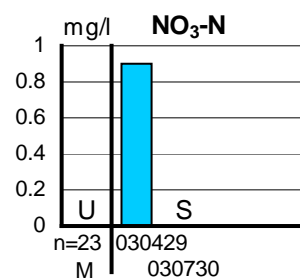
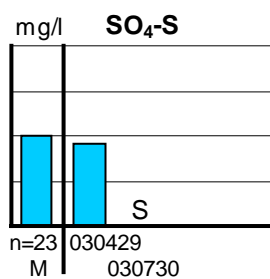
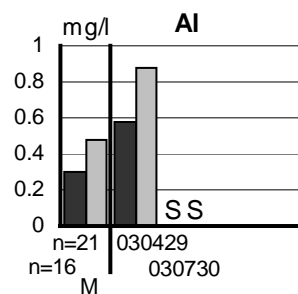
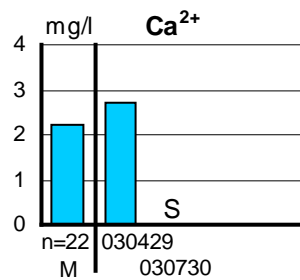
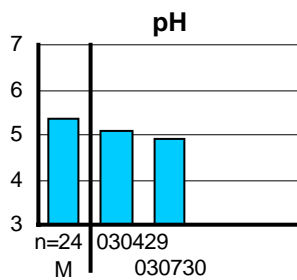
=Sommarperiod  
 =Vinterperiod  
 MV =Årsmedelvärde  
     V : 2001/2002  
     KD : 1989/2003  
 V =Mod. våtdep.  
 KD =Kronddropp



### MARKVATTEN

(T 10)

=totalt Aluminium  
 =organiskt Aluminium  
 M =Median 1993-2003  
 S =Saknat värde  
 U =Under detektionsgräns



Figur 7. Depositions- och markvattendata från Brohyttan, T 10.

### Tidsutveckling deposition

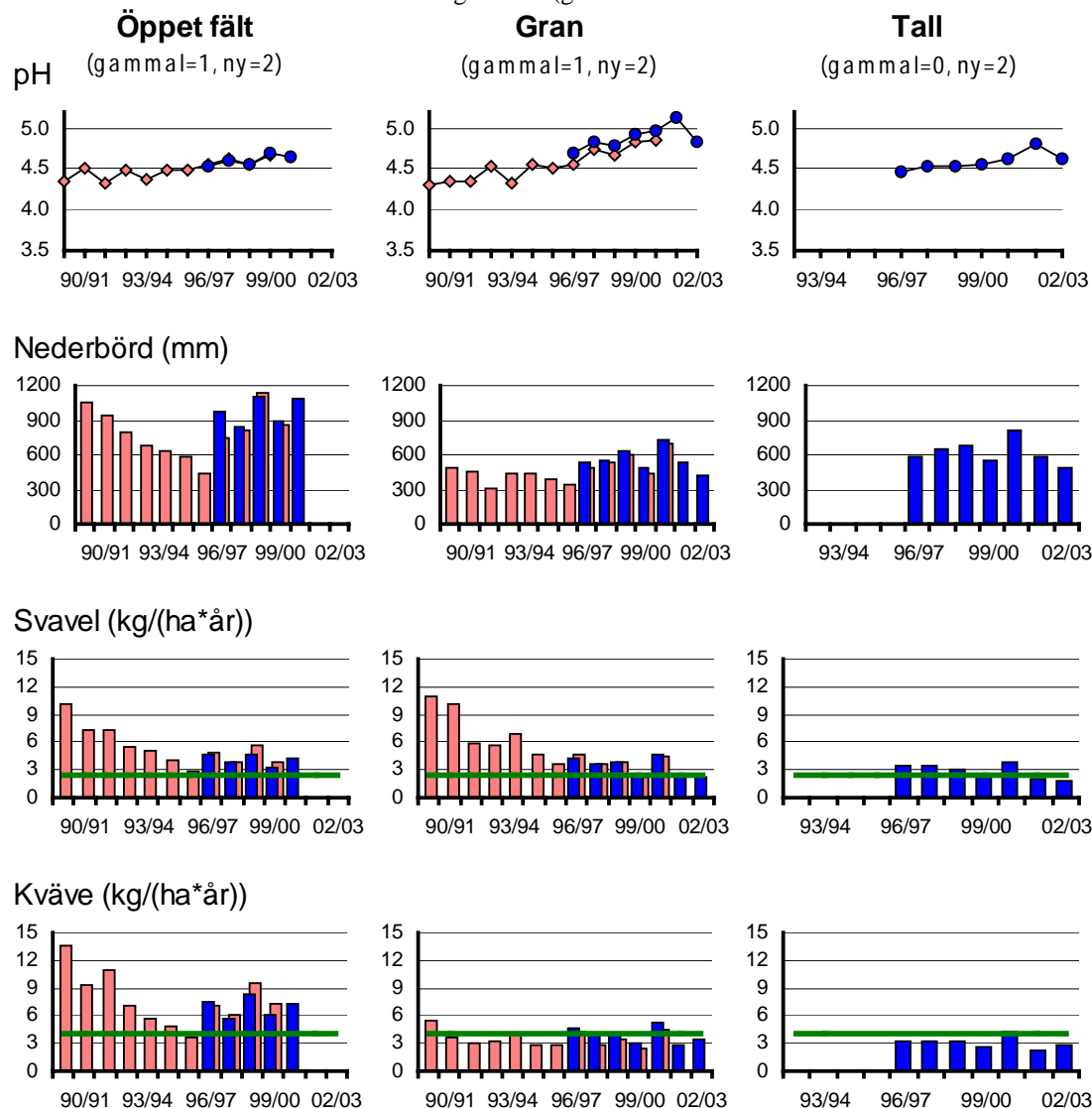
Tidsserie "gammal" visar utveckling i Fjugesta/Brohyttan, som varit med sedan mätstart 1989. För granskog ingår den även i serien med nuvarande lokaler.

Figur 8 visar minskad försurningsbelastning i länet och att surhetsgraden i nederbörd och krondropp (mätt som pH-värde) har minskat sedan mätningarna startade 1989. Utvecklingen har varit tydligare i krondropp som även påverkas av torrdeposition och olika processer i trädkronan, se "Intercirkulation" i ord att förklara. Under de första åren var pH-värdet generellt högre på öppet fält än via krondropp, medan motsatsen gällt

de senaste åren. Som genomsnitt från senaste årets mätningar i Brohyttan och Greckssundet var krondroppets pH-värde 4,8 och 4,6 i Örlingen och Bälgsjön. Det innebär att den uppåtgående trenden avseende krondroppets pH-värde håller i sig. Mätningarna visar också tydligt att nedfallet av svavel har minskat kraftigt. För kväve finns inte samma tydliga trend. Dock har nederbördens halter av både svavel och oorganiskt kväve varit lägre de fem senaste än de fem första åren då mätningar genomfördes i länet.

Under senaste året deponerades 2,3 kg antropogent svavel och 3,4 kg oorganiskt kväve per hektar skogsmark (genomsnitt från de

båda granytorna). Det är mindre svavel än något år tidigare och under förväntad belastning år 2010. För kväve är det ungefär samma nivå som tidigare och liknande värden från båda lokalerna. Till marken i Greckssundet deponerades 2,4 organiskt kväve under 2002/03 (tabell 2b), vilket också bidrar till den totala kvävebelastningen. Det innebär 5,8 kg kväve per hektar skogsmark, räknat som summa organiskt och oorganiskt kväve. Till marken i de båda tallytorna var belastningen något mindre, vilket delvis förklaras av mindre filtrerande yta i tallskog än i granskog.



Figur 8. Årsmedelvärden för valda parametrar i tre miljöer i Örebro län; öppet fält, gran- och tallskog, uppdelat på två delvis överlappande tidsserier. Figuren visar tidsutveckling trots övergång från "gammal" serie (en lokal från 1989/90) till "ny" serie (två lokaler från 1996/97). Markerad linje anger förväntad genomsnittlig nivå i Svealand år 2010 om beslutade åtgärder genomförs (se sid. 3).

De regionala skillnaderna i deposition av försurande luftföroreningar gör att de ackumulerade mängderna av svavel och kväve varierar kraftigt i landet. Figur 9 visar ackumulerad deposition av svavel och oorganiskt kväve från början av 1990-talet fram till 2003 på tre lokaler i Skåne, Stockholm och Norrbotten med enhetlig mätperiod. Figuren visar deposition uppmätt i skogsytor och på närbelägna öppna fält.

Trots att nedfallet av försurande svavel har minskat kraftigt i Sverige, speciellt under 1980- och 90-talet, har nedfallet resulterat i en ackumulerad deposition på drygt 100 kg/ha till granytan i Skåne mellan 1992/93 och 2002/03. Den lägre svavelbelastningen till lokalerna i Stockholm och Norrbotten under samma period har medfört att endast hälften respektive en femtedel så mycket svavel har deponerats i dessa områden. I Skåne noteras även stora skillnader i nedfall mellan granytor och öppet fält. Detta beror på att det totala svavelnedfallet till stor del består av torrdeposition i södra Sverige. Under 1990-talet har dock torrdepositionen minskat mer än våtdepositionen. Från granytan i Fjugesta/Brohyttan finns jämförbara värden för krondropp som

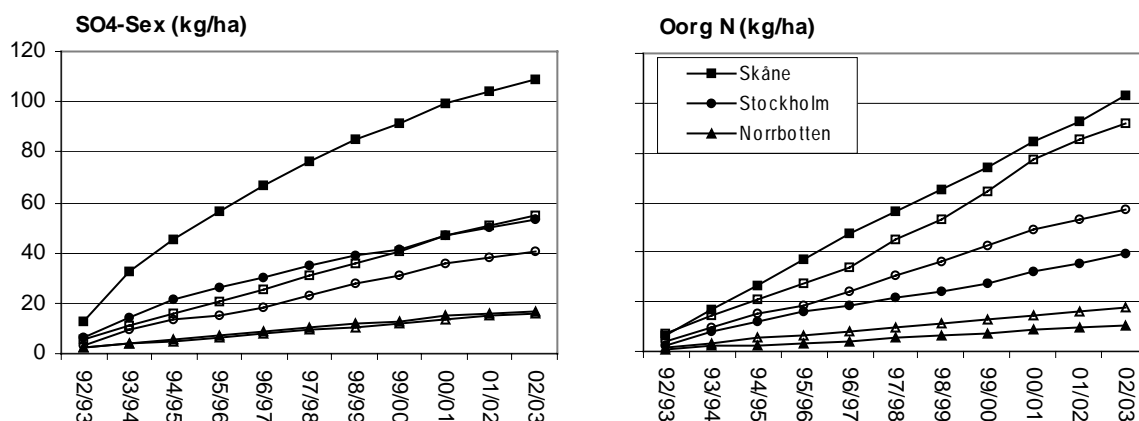
visar en ackumulerad deposition på 44 kg/ha under samma tidsperiod och med högst värden de första åren.

Kvävenedfallet till skogsytor påverkas av upptag och omvandling i trädskronorna. Trots detta är den ackumulerade depositionen av oorganiskt kväve via krondropp större i granytan än nederbördens bidrag på öppet fält i Skåne. Detta är ett resultat av det stora kvävenedfallet i regionen. Krondropp kan i sådana områden visa högre värden än öppet fält. Högre upp i landet är situationen den omvända med större uppmätt deposition på öppet fält på grund av trädskronans upptag och omvandling. Kvävebelastningen har i dessa områden varit låg eller måttlig. Den totala depositionen till skog, där upptag och omvandling i trädskronan räknats bort, är alltid högre än på öppet fält beroende på torrdepositionens bidrag. Organiskt kväve började analyseras år 2000 och det har visat att den regionala variationen i deposition varit mindre jämfört med oorganiskt kväve; i genomsnitt 1,5 kg/ha på öppet fält och 2,5 kg/ha via krondropp av oorganiskt kväve.

Före 1990 var den totala depositionen, och skillnaden mellan

krondropp och öppet fält, större än vad som noterats under 1990-talet. Som exempel från en lika lång period (11 år från 1985/86 till 1995/96) på en lokal i Blekinge (K 10 A) deponerades 170 kg svavel per hektar i granskog och 60 kg/ha på öppet fält. Samma period gav ett ackumulerat nedfall av oorganiskt kväve på 76 respektive 90 kg per hektar.

Den gradient som finns över landet med minskande nedfall av svavel och kväve från söder till norr återspeglas även i markvattnets sammansättning, speciellt för svavel. Betydligt högre halter av svavel i markvattnet förekommer i södra och mellersta Sverige än i Norrland. Markvattnets innehåll av oorganiskt kväve följer inte lika tydligt nedfallsgradienten utan styrs även av andra faktorer, såsom vegetationens upptag. Områden med hög deposition, och där vegetationen inte kan utnyttja de tillgängliga kvävemängderna, kan ha ett läckage av kväve till omkringliggande yt- och grundvatten. Om inte kvävenedfallets omfattning minskar finns risk för fortsatt kväveupplagring i marken, och risk för ökade arealförluster av kväve, speciellt i södra Sverige med hög ackumulerad deposition av kväve.



Figur 9. Ackumulerad deposition av antropogent sulfatsvavel och oorganiskt kväve på tre typlokaler i Skåne (L05 A), Stockholm (A 35 A) och Norrbotten (BD 32 A). Fyllda symboler står för uppmätt deposition i krondropp, ofyllda för öppet fält.

### Tidsutveckling markvatten

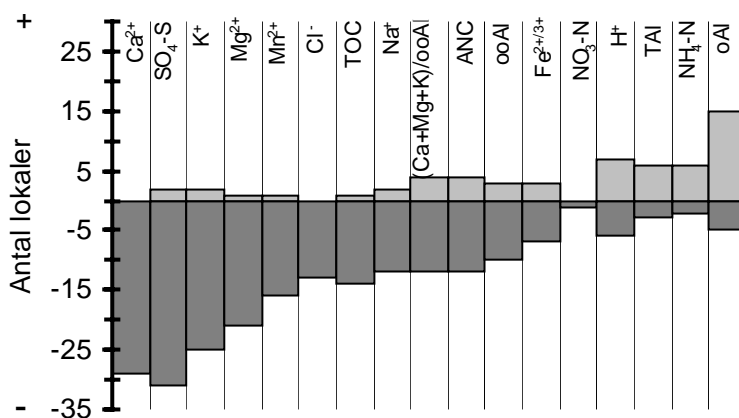
Linjär regressionsanalys har gjorts för att konstatera om markvattnets sammansättning förändrats signifikant sedan mätningarna startade på varje lokal. Sammanställningen ger indikationer på utveckling i skogsmark och markvatten på samtliga lokaler med minst fem provtagningar (~2 år).

Figur 10 visar att markvattnets innehåll av kalcium och kalium har minskat signifikant på mer än hälften av lokalerna i Svealand och Norrland. På nästan lika

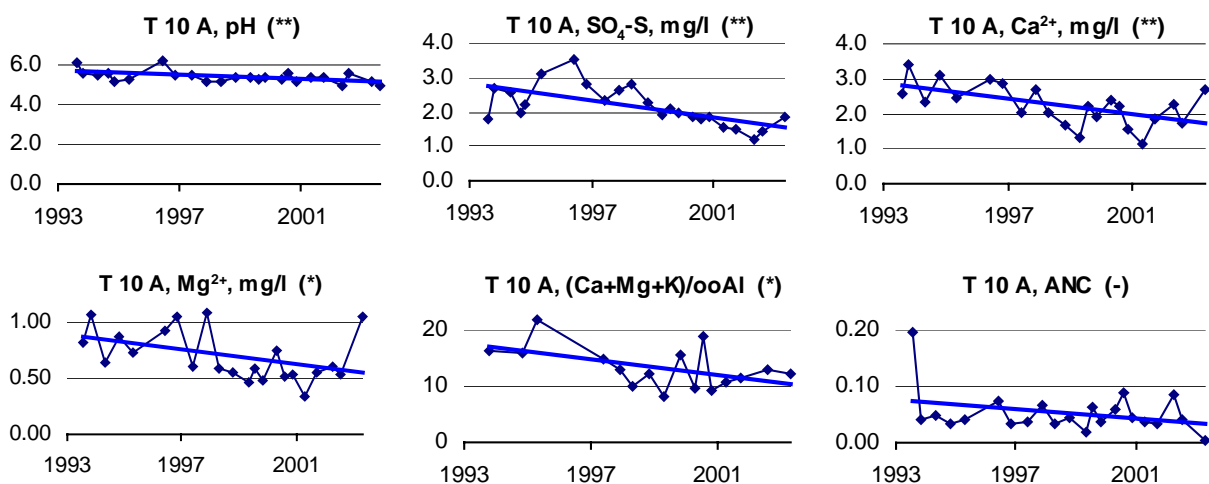
många lokaler har halterna av magnesium minskat. En tydlig trend är sjunkande halter av sulfatsvavel. Det har noterats på två tredjedelar av alla lokaler och är en logisk följd av minskad svaveldeposition. Sjunkande halter redovisas även för klorid, mangan och organiskt kol (TOC).

Förändringar av markvattnets försurningsgrad är inte lika tydliga, utan det finns exempel på både ökad och minskad försurning. Markens förmåga att buffra mot syror, uttryckt som ANC (se ord

att förklara, sidan 4) samt kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium har dock företrädesvis sjunkit, vilket indikerar ökad försurningsgrad. ANC påverkas förutom av försurningsbelastningen av nedfallet av havssalt. Stigande halter av klorid i markvattnet kan leda till sänkt ANC, vilket har noterats på två av de tolv lokaler i Svealand och Norrland där ANC har minskat signifikant.



Figur 10. Trendberäkningar för markvatten på 49 lokaler i Svealand och Norrland. Positivt värde på y-axeln anger antal lokaler med signifikant ökade halter (+) sedan mätningarna startade på respektive lokal. På samma sätt anger negativt värde antal lokaler med signifikant minskade värden (-).



Figur 11. Trendberäkningar för markvatten från Brohyttan. Signifikanta förändringar indikeras med stjärnor.

Lokalerna i Örebro län följer i princip generellt mönster för Svealand och Norrland. Halterna av kalcium och sulfatsvavel har minskat signifikant på fyra lokaler medan halterna av kalium och totalt organiskt kol minskat på tre.

När det gäller markvattnets försurningsstatus redovisas snarast ökad försurningsgrad i markvatten från Örlingen, mätt som sjunkande värden för pH och ANC samtidigt som halterna av totalt och oorganiskt aluminium har ökat. Figur 11

visar att pH-värde, sulfatsvavel, kalcium, magnesium och kvot mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium har sjunkit signifikant i Brohyttan. Beräknad ANC har alltid visat positiva värden men visar ingen signifikant trend.



### Tidsutveckling lufthalter

Lufthalter av svaveldioxid (SO<sub>2</sub>), kvävedioxid (NO<sub>2</sub>), ammoniak (NH<sub>3</sub>) och marknära ozon (O<sub>3</sub>) mäts på två lokaler i länet. Mätningarna på lokalerna har pågått under perioden oktober 2002 till september 2003.

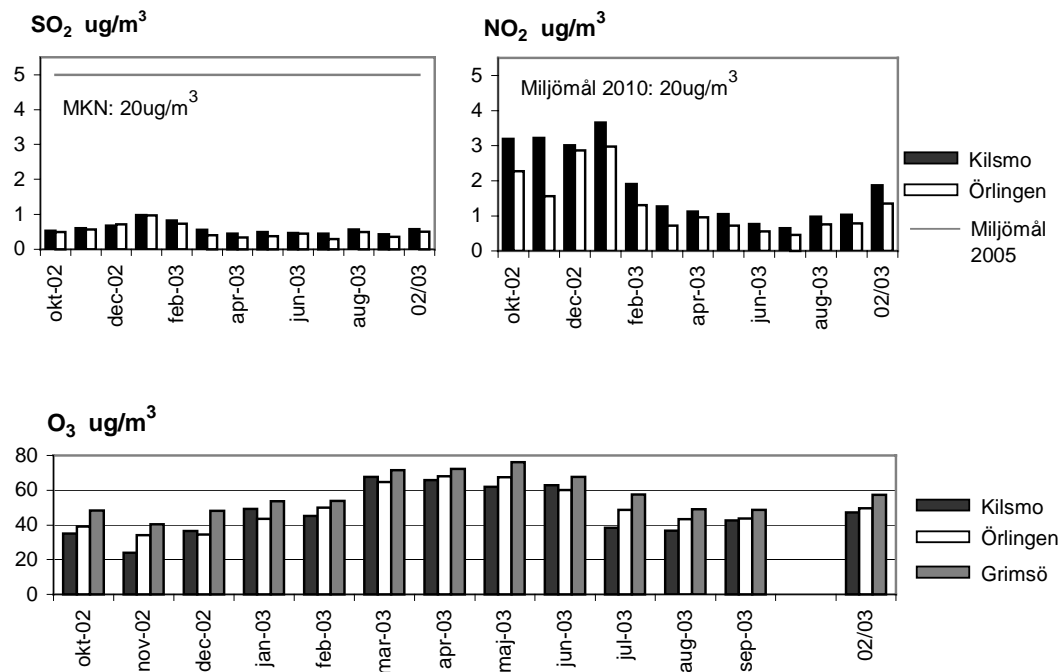
I figur 12 nedan jämförs årsmedelhalter (hydrologiskt år) av SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> och O<sub>3</sub> med de miljö kvalitetsnormer, miljömål och målvärde gällande hälsa, ekosystem och material som är baserade på årsmedelhalter, se faktarutan för lufthalter på sidan 19. Miljö kvalitetsnormer och miljömål gäller för kalenderår. Här har dock jämförel-

sen gjorts med mätresultat för hydrologiskt år.

Det syns tydligt i diagrammen att halterna av SO<sub>2</sub> och NO<sub>2</sub> är lägre än både miljö kvalitetsnormerna gällande ekosystem samt miljömålen för hälsa, kulturvärden och/eller material. Däremot har målvärdet för ozon på 40 µg/m<sup>3</sup> som årsmedelvärde gällande material överstigits på både Kilsmo, Örlingen och Grimsö. Naturvårdsverkets förslag till nationellt delmål för ozon till skydd av hälsa, kulturvärden och material har satts till 50 µg/m<sup>3</sup> som medelvärde under sommarhalvåret (april - september) och skall uppfyllas år 2020. Delmålet har överskridits på

lokalerna i länet under sommaren 2003, se tabell 4. Detta är inget unikt för Örebro län utan gäller samtliga lokaler inom Krondroppsnätets där luftens innehåll av marknära ozon har undersökts.

I det nedersta diagrammet redovisas även månadsmedelhalter av O<sub>3</sub> från mätningarna oktober 2002 - september 2003. Institutet för miljömedicin (IMM) vid Karolinska institutet har fastställt en lågrisknivå till skydd av människors hälsa på 80 µg/m<sup>3</sup> som timmedelhalt. Denna nivå överskrids ofta över hela Sverige under sommarhalvåret.



Figur 12. Årsmedelhalter (hydrologiska år) av svaveldioxid, kvävedioxid och marknära ozon jämfört med miljö kvalitetsnormer och miljömål samt månadsmedelhalter av ozon oktober 2002 – september 2003.

**Data i tabellform, deposition och markvatten**

Tabell 1. Data från tidigare års mätningar på öppet fält i Örebro län. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. Obs! Senaste årets data överst!

Lokal	Period	Nedb mm	kg/ha →										
			H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> -S	SO <sub>4</sub> -S <sub>ex</sub>	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>
Grecks- sundet (T 02 A)	00/01	1131	0,28	4,9	4,6	6,0	4,5	3,6	1,8	0,8	4,2	0,9	0,26
	99/00	852	0,16	3,4	3,0	9,0	3,0	2,6	1,3	0,8	5,8	1,0	0,16
	98/99	1186	0,33	5,5	5,1	9,5	5,3	4,6	2,0	0,9	5,7	2,2	0,12
	97/98	854	0,22	4,4	4,2	4,6	3,6	2,5	1,7	0,6	3,2	1,6	0,21
	96/97	964	0,29	5,3	4,8	11,2	4,1	3,7	1,8	1,0	6,1	1,2	0,15
Örlingen (T 03 A)	00/01	1044	0,21	4,0	3,8	4,1	3,7	3,0	1,4	0,6	2,7	1,0	0,16
	99/00	917	0,19	3,9	3,5	9,5	3,8	3,0	1,6	0,9	6,1	1,3	0,20
	98/99	1026	0,28	4,5	4,2	5,8	3,9	2,9	1,8	0,7	3,7	1,5	0,10
	97/98	841	0,19	3,6	3,4	3,5	3,1	2,3	2,0	0,5	2,5	1,3	0,11
	96/97	987	0,28	5,1	4,7	9,0	3,9	3,1	1,8	0,9	4,7	1,3	0,10
Bälgsjön (T 04 A)	99/00	809	0,17	3,4	3,0	8,1	3,2	2,5	1,3	0,7	5,2	0,9	0,13
	98/99	1075	0,33	4,8	4,3	10,8	4,5	3,4	1,8	0,9	6,3	1,6	0,11
	97/98	1021	0,38	6,5	6,2	6,2	5,4	3,7	2,3	0,7	4,3	1,3	0,11
	96/97	870	0,27	5,1	4,7	8,1	3,6	2,9	1,5	0,8	4,7	1,0	0,11
	Kilsmo (T 05 A)	99/00	620	0,11	3,0	2,7	4,9	2,2	1,6				
98/99		778	0,16	3,1	2,9	4,1	2,5	2,6					
97/98		831	0,14	3,1	2,9	2,8	2,0	1,3					
Brohyttan (T 10 A)	99/00	862	0,19	4,5	3,8	14,9	3,8	3,5					
	98/99	1132	0,31	6,2	5,7	10,7	4,9	4,7					
	97/98	805	0,19	4,0	3,8	3,9	3,3	2,8					
	96/97	748	0,21	5,4	4,8	14,2	3,8	3,2					
	95/96	441	0,14	3,0	2,9	4,0	2,2	1,5					
	94/95	581	0,19	4,4	4,1	6,1	2,9	2,0					
	93/94	633	0,26	5,4	5,1	6,2	3,2	2,4					
	92/93	680	0,23	5,7	5,4	6,1	3,4	3,7					
	91/92	794	0,38	7,9	7,2	13,4	5,4	5,6					
	90/91	941	0,28	7,8	7,3	10,4	4,9	4,4					
	89/90	1058	0,47	10,8	10,2	12,5	6,6	7,0					

Tabell 2a. Krondroppsdata från Örebro län, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	Period	Nedb mm	kg/ha →										
			H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> -S	SO <sub>4</sub> -S <sub>ex</sub>	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>
Grecks- sundet (T 02 A)	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)	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 2a. Krondroppsdata forts.

Lokal	Period	Nedb mm	kg/ha →											
			H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> -S	SO <sub>4</sub> -S <sub>ex</sub>	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>	
Bälgsjön (T 04 A)	02/03	509	0,14	2,6	2,2	8,1	2,2	1,0						
	01/02	590	0,11	2,9	2,5	10,0	2,0	1,0						
	00/01	824	0,21	4,9	4,5	8,1	3,3	1,8						
	99/00	533	0,16	3,1	2,6	11,0	2,2	0,8	2,2	1,2	6,1	7,1	0,49	
	98/99	726	0,22	3,7	3,4	8,1	2,5	1,3	2,6	1,2	4,4	7,0	0,42	
	97/98	700	0,24	4,4	4,0	7,4	2,8	1,3	2,7	1,1	4,6	6,8	0,50	
	96/97	623	0,24	4,5	4,0	10,1	3,0	1,5	2,8	1,3	5,3	4,8	0,58	
Kilsmo (T 05 A)	02/03	420	0,09	2,1	1,8	5,5	1,5	0,7						
	01/02	495	0,07	2,1	1,8	7,2	1,4	0,9						
	00/01	578	0,10	3,5	3,2	6,2	1,6	1,0						
	99/00	439	0,07	2,0	1,7	6,2	1,3	0,6						
	98/99	514	0,12	2,7	2,4	6,2	1,2	0,6						
	97/98	559	0,12	2,9	2,7	5,0	1,2	0,7						
Brohyttan (T 10 A)	02/03	431	0,07	2,8	2,4	8,8	2,0	1,3						
	01/02	509	0,05	2,7	2,1	11,5	1,6	0,9						
	00/01	697	0,10	4,8	4,4	8,6	2,7	1,9						
	99/00	446	0,07	2,9	2,3	12,1	1,6	0,9						
	98/99	608	0,13	4,3	3,8	10,7	2,1	1,4						
	97/98	531	0,10	3,9	3,6	8,3	1,7	1,1						
	96/97	492	0,14	5,2	4,7	11,9	2,5	1,7						
	95/96	335	0,10	3,8	3,6	5,6	1,7	1,2						
	94/95	395	0,11	4,9	4,6	7,8	1,7	1,2						
	93/94	433	0,21	7,3	6,9	8,5	2,5	1,4						
	92/93	435	0,12	6,3	5,6	14,7	1,8	1,4						
	91/92	311	0,14	6,6	5,9	13,6	1,8	1,3						
	90/91	449	0,20	10,8	10,1	16,2	2,2	1,5						
89/90	493	0,24	11,9	10,9	21,8	2,8	2,6							

Tabell 2b. 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 = NO<sub>3</sub>-N + NH<sub>4</sub>-N) och (orgN = Kj-N - NH<sub>4</sub>-N)

Lokal	Period	Nedb mm	kg/ha →	
			oorg N	org N
Grecks- sundet (T 02 A)	02/03	428	3,5	2,4
	01/02	566	3,3	2,7
Örlingen (T 03 A)	02/03	474	2,3	1,4
	01/02	582	1,7	1,5

Tabell 3. Modellberäknad våtdeposition från Örebro län, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	Period	Nedb mm	kg/ha →											
			H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> -S	SO <sub>4</sub> -S <sub>ex</sub>	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>	
Grecks- sundet	01/02	892			2,8		2,7	2,6						
Örlingen	01/02	834			2,6		2,4	2,3						
Bälgsjön	01/02	870			2,7		2,6	2,5						
Kilsmo	01/02	727			2,4		2,3	2,3						
Brohyttan	01/02	855			2,7		2,6	2,6						

Tabell 4. Lufthalter från Örebro län, diffusionsprovtagning,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Lokal	Period	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	O <sub>3</sub>
Örlingen (T 03 A)	0210	0,2	1,1	<0,3	39
	0211	0,5	2,3	<0,3	34
	0212	0,6	1,6	<0,3	34
	0301	0,7	2,9	0,5	43
	0302	1,0	3,0	<0,3	50
	0303	0,7	1,3	<0,3	65
	0304	0,4	0,7	<0,3	68
	0305	0,3	1,0	0,4	67
	0306	0,4	0,7	0,7	60
	0307	0,5	0,6	0,4	49
	0308	0,3	0,5	1,4	43
	0309	0,5	0,8	0,4	44
	<b>Mv hydr. År</b>	<b>0210-0309</b>	<b>0,5</b>	<b>1,4</b>	<b>-</b>
<b>Mv sommar</b>	<b>0304-0309</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,6</b>	<b>55</b>
Kilsmo (T 05 A)	0210	0,2	1,6	<0,3	35
	0211	0,5	3,2	<0,3	24
	0212	0,6	3,2	<0,3	37
	0301	0,7	3,0	1,7	49
	0302	1,0	3,7	<0,3	45
	0303	0,8	1,9	<0,3	68
	0304	0,6	1,3	0,3	66
	0305	0,4	1,1	<0,3	62
	0306	0,5	1,1	<0,3	63
	0307	0,5	0,8	0,4	38
	0308	0,4	0,6	0,9	37
	0309	0,6	1,0	<0,3	43
	<b>Mv hydr. År</b>	<b>0210-0309</b>	<b>0,6</b>	<b>1,9</b>	<b>-</b>
<b>Mv sommar</b>	<b>0304-0309</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,4</b>	<b>51</b>

## Faktaruta: Lufthalter och årsmedelvärden

### Svaveldioxid

**Hälsa:** Miljökvalitetsnormerna är baserade på tim- och dygnsmedelvärden.

**Ekosystem:** En miljökvalitetsnorm till skydd av ekosystem har tagits fram och gäller från den 31 december 2005. Enligt normen får inte  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  överskridas, varken som årsmedelvärde eller som vinterhalvsvärde (oktober-mars).

**Material:** I miljömålet "Frisk luft" har Naturvårdsverket föreslagit ett delmål som innebär att år 2005 skall årsmedelhalten av svaveldioxid inte överstiga  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  för skydd av kulturvärden och material.

### Marknära ozon

**Hälsa:** Tröskelvärde enligt EUs senaste direktiv (2002/3/EG) är baserade på timhalter.

**Ekosystem:** Målvärde enligt EUs senaste direktiv är baserade på timhalter.

**Material:** Naturvårdsverkets förslag till delmål gällande miljömålet "Frisk luft" innebär bland annat att medelhalten under sommarhalvåret inte ska överskrida  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  till skydd av hälsa, kulturvärden och material år 2020. Enligt EUs senaste ozondirektiv bör inte årsmedelhalten av ozon överstiga  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  till skydd av material.

### Kvävedioxid

**Hälsa:** Miljökvalitetsnormerna för kvävedioxid till skydd av människors hälsa gäller från den 31 december 2005. Till skydd av människors hälsa får inte  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  överskridas som årsmedelvärde. Utöver detta finns miljökvalitetsnormer som är baserade på tim- och dygnsmedelvärden. Naturvårdsverkets förslag till delmål gällande miljömålet "Frisk luft" innebär bl.a. att årsmedelhalten inte ska överskrida  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  till skydd av hälsa, kulturvärden och material år 2010.

**Ekosystem:** En miljökvalitetsnorm till skydd av ekosystem har tagits fram och gäller från den 31 december 2005. Enligt normen får inte  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  överskridas som årsmedelvärde. Naturvårdsverkets förslag till delmål gällande miljömålet "Frisk luft" innebär bland annat att årsmedelhalten inte ska överskrida  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  till skydd av hälsa, kulturvärden och material år 2010.

**Material:** Naturvårdsverkets förslag till delmål gällande miljömålet "Frisk luft" innebär bland annat att årsmedelhalten inte ska överskrida  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  till skydd av hälsa, kulturvärden och material år 2010.

### Ammoniak

Det finns idag inga gränsvärden eller miljökvalitetsnormer för halter i luft av ammoniak.

Tabell 5. Markvattendata från Örebro län.

Lokal	Datum	pH	mekv/l →		mg/l →										mol/mol			
			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
Greckssundet (T 02 A)	2003-04-28	5,1	-	-0,020	1,66	2,28	<0,002	0,026	0,57	0,42	1,87	0,11	<0,020	0,005	0,425	0,441	4,0	2,2
	2003-07-30	5,1	-	-0,018	1,87	3,07	<0,002	<0,020	0,50	0,40	2,85	0,13	<0,020	<0,005	0,291	0,347	2,9	3,0
	<b>median</b> n= 22	<b>5,0</b>	-	<b>-0,016</b>	<b>2,01</b>	<b>3,61</b>	<b>&lt;0,002</b>	<b>&lt;0,020</b>	<b>0,65</b>	<b>0,55</b>	<b>2,88</b>	<b>0,35</b>	<b>&lt;0,020</b>	<b>0,009</b>	<b>0,401</b>	<b>0,470</b>	<b>4,4</b>	<b>3,1</b>
Örtingen (T 03 A)	2003-04-28	4,8	-	-0,056	1,69	2,43	<0,002	<0,010	0,66	0,27	1,40	<0,08	<0,020	0,003	0,714	0,725	4,3	1,1
	2003-07-30	5,1	-	-0,025	1,29	2,71	<0,002	<0,020	0,63	0,23	1,88	<0,08	<0,020	<0,005	0,215	0,232	2,8	3,2
	<b>median</b> n= 22	<b>5,0</b>	-	<b>-0,013</b>	<b>1,38</b>	<b>1,85</b>	<b>&lt;0,002</b>	<b>&lt;0,020</b>	<b>0,71</b>	<b>0,20</b>	<b>1,40</b>	<b>0,21</b>	<b>&lt;0,020</b>	<b>&lt;0,005</b>	<b>0,310</b>	<b>0,328</b>	<b>3,8</b>	<b>3,1</b>
Bälgsjön (T 04 A)	2003-04-28	5,1	-	0,045	1,05	3,23	0,320	0,028	0,92	0,53	2,09	1,75	0,188	0,038	0,202	0,663	22,0	12
	2003-07-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>median</b> n= 17	<b>5,3</b>	-	<b>0,049</b>	<b>0,85</b>	<b>1,30</b>	<b>&lt;0,002</b>	<b>&lt;0,020</b>	<b>0,81</b>	<b>0,44</b>	<b>1,26</b>	<b>0,46</b>	<b>&lt;0,020</b>	<b>0,024</b>	<b>0,118</b>	<b>0,410</b>	<b>11,0</b>	<b>11</b>	
Kilsmo (T 05 A)	2003-04-29	5,1	-	-0,047	3,54	6,36	<0,002	<0,010	3,14	0,71	3,06	0,17	0,187	0,033	0,481	0,672	8,6	6,3
	2003-07-30	5,1	-	-0,025	3,79	6,01	<0,002	<0,020	3,00	0,75	3,80	0,19	0,307	0,044	0,370	0,604	10,0	8,1
	<b>median</b> n= 18	<b>5,1</b>	-	<b>0,016</b>	<b>3,59</b>	<b>3,21</b>	<b>&lt;0,002</b>	<b>&lt;0,020</b>	<b>3,17</b>	<b>0,50</b>	<b>2,76</b>	<b>0,20</b>	<b>0,164</b>	<b>0,060</b>	<b>0,475</b>	<b>0,782</b>	<b>9,6</b>	<b>6,2</b>
Brohyttan (T 10 A)	2003-04-29	5,1	-	0,003	1,83	9,14	0,905	0,051	2,69	1,06	4,36	1,09	<0,020	0,055	0,304	0,881	19,0	12
	2003-07-30	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>median</b> n= 24	<b>5,3</b>	-	<b>0,041</b>	<b>1,99</b>	<b>3,71</b>	<b>&lt;0,002</b>	<b>0,030</b>	<b>2,24</b>	<b>0,61</b>	<b>2,62</b>	<b>0,48</b>	<b>&lt;0,020</b>	<b>0,018</b>	<b>0,185</b>	<b>0,483</b>	<b>11,0</b>	<b>13</b>

## IVL Svenska Miljöinstitutet AB

IVL är ett oberoende och fristående forskningsinstitut som ägs av staten och näringslivet. Vi erbjuder en helhetssyn, objektivitet och tvärvetenskap för sammansatta miljöfrågor och är en trovärdig partner i miljöarbetet.

IVLs mål är att ta fram vetenskapligt baserade beslutsunderlag åt näringsliv och myndigheter i deras arbetet för ett bärkraftigt samhälle.

IVLs affärsidé är att genom forskning och uppdrag snabbt förse samhället med ny kunskap i arbetet för en bättre miljö.

### Forskning- och utvecklingsprojekt publiceras i

IVL Rapport: IVLs publikationsserie (B-serie)  
IVL Nyheter: Nyheter om pågående projekt på den nationella och internationella marknaden  
IVL Fakta: Referat av forskningsrapporter och projekt  
IVLs hemsida: [www.ivl.se](http://www.ivl.se)

Forskning och utveckling som publiceras utanför IVLs publikationsservice registreras i IVLs A-serie. Resultat redovisas även vid seminarier, föreläsningar och konferenser.



---

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd

P.O.Box 210 60, SE-100 31 Stockholm  
Hälsingegatan 43, Stockholm  
Tel: +46 8 598 563 00  
Fax: +46 8 598 563 90

P.O.Box 470 86, SE-402 58 Göteborg  
Dagjämningsgatan 1, Göteborg  
Tel: +46 31 725 62 00  
Fax: +46 31 725 62 90

Aneboda, SE-360 30 Lammhult  
Aneboda, Lammhult  
Tel: +46 472 26 77 80  
Fax: +46 472 26 77 90

[www.ivl.se](http://www.ivl.se)