



# rapport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

För Örebro läns Luftvårdsförbund

## Övervakning av luftföroreningar i Örebro län

Resultat till och med september 2001



Eva Hallgren Larsson, redaktör

B 1467

Aneboda, maj 2002

## För Örebro läns Luftvårdsförbund

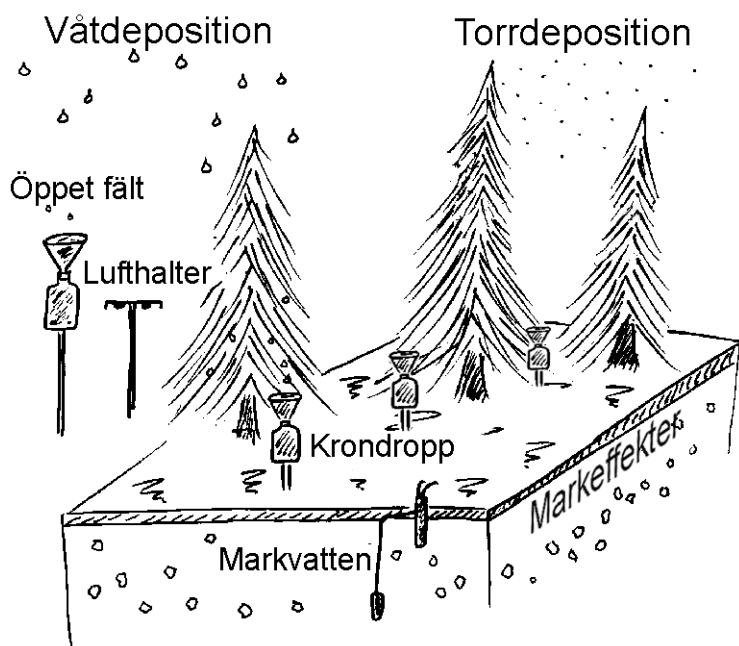
### Övervakning av luftföroreningar i Örebro län

#### Resultat till och med september 2001

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 skogsytorna, men även visa skillnader mellan olika delar av regionen och hur förhållandena ändras med tiden. Provytorna ligger i Skogsvårdsorganisationens observationsytor, vilket gör att Luftvårdsförbundets data kan jämföras med skogliga uppgifter.

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 grannlänen. 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. När det gäller kväve är det svårt att se trender. Om avtalade utsläppsminskningar genomförs kommer depositionen av i första hand kväve, men även av svavel, att minska till år 2010. Försurningspåverkat markvatten har främst noterats från två lokaler i norra delen av länet; granskogen i Greckssundet och tallskogen i Örlingen.

Mest utmärkande för det hydrologiska året mellan oktober 2000 till september 2001 är riklig nederbördsmängd. Som genomsnitt för Greckssundet och Örlingen noterades 1088 mm nederbörd med pH-värde 4,6. Halterna av svavel och kväve var något lägre än genomsnittet för fem års mätningar, vilket gör att våtdepositionen; 4,1 kg svavel och 7,0 kg kväve per hektar, var på samma nivå som genomsnittet för hela mätperioden. Till marken i de båda granytorna noterades det största nedfallet av svavel och kväve på flera år (4,6 kg svavel och 5,2 kg kväve per hektar). Det innebär att belastningen av svavel och kväve i länet fortfarande är större än acceptabla nivåer. Trots att nedfallet av försurande svavel har minskat indikerar markvattenmätningarna snarast att markvattnet har blivit surare sedan mätningarna startade. Senaste årets data har visat pH-värden mellan 4,8 och 5,5.



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 1467**

**Beställs från:**

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

eller

IVL, Publikationsservice  
Box 21060  
SE-100 31 STOCKHOLM  
Tel: 08-598 563 00

Fax: 08: 598 563 60

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

## 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 .....	12
Tidsutveckling markvatten .....	14
Data i tabellform, deposition och markvatten .....	15

Mer information finns på  
Krondroppsnätets 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
- 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. Fördelningen i landet framgår av 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 länsrapporter. Ord och begrepp som förekommer i texten förklaras i faktarutan på sidan 4. Där finns även en förklaring till innehållet i stationsfigurerna, som visar resultat från enskilda lokaler. Ytterligare information nås via [www.ivl.se](http://www.ivl.se).

Provtagning av nederbörd sker på öppna ytor. Analys av föroreningar ger mått på huvudsakligen det våta nedfallet. Provtagning av krondropp görs på närbelägna 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. 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 första

med det nya programmet för regional övervakning av luftföroreningar, påbörjat hösten 2000. Programmet är ett resultat av ett samarbetsprojekt mellan länen, Naturvårdsverket (NV) och IVL. Det innebär bland annat ökad samordning med nationell övervakning av luft, redovisning av resultat både via hemsida och ordinarie rapporter, förbättrade metoder för att undersöka torr nedfall i skog samt ett program för kvalitetssäkring av mätningarna.

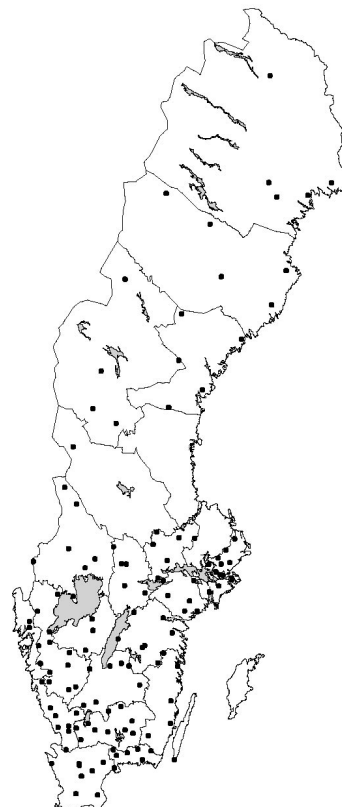
Konkret innebär det att antalet nederbördschemiska mätningar på öppet fält har reducerats och ersatts av beräkningar, vilket framgår av stationsfigurer och tabeller i årets rapport. Modellberäkningar av deposition utförs av SMHI och resultaten kommer i första hand att finnas tillgängliga via hemsida från sommaren 2002. Förbättrade metoder att undersöka torr nedfall i skog är delvis finansierade av NV. Dessa mätningar görs i så kallade intensivytor. Det är elva lokaler, utvalda för att representera olika delar av landet. Intensivytorna ingår i NVs program för övervakning av deposition till skog, start hösten 2000. När det gäller kvalitetssäkring är provtagningen ackrediterad enligt SWEDAC. En provtagarutbildning genomfördes på Asa Herrgård i Kronobergs län (SLUs Försöks-park) den 14-15 november 2001. Totalt deltog 38 provtagare, vilket motsvarar drygt hälften av samtliga inom Krondroppsnätet.

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. Den största skillnaden var att de svenska mätningarna var billigast, och skillnaden var stor jämfört med många andra länder. Ytterligare information finns på hemsidan.

Föreslagna miljö kvalitetsmål i Sverige baseras på internationellt avtalade utsläppsminskningar. Minskningen kan räknas om till

deposition i olika delar av landet och jämföras med regionala mätningar. För Svealand år 2010 innebär det en förväntad genomsnittlig belastning i både öppna och skogbevuxna områden på 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 förjännstfullt sätt utförts av Mikael Nyberg, Länsstyrelsen. IVL har utfört analys, utvärdering och redovisning. Gunnel Hedberg, Karol Koos, Marie Jansson, Inger Torbrink, Sari Svensson, Anna Danielsson, Christer Larsson, Kerstin Hommerberg och Brita Dusan står för analysarbetet. Validering av data har utförts av Gunnel Hedberg, Eva Hallgren Larsson och Eva Ugglå. Johan Knulst, Gunnar Malm och Eva Ugglå har arbetat med databearbetning och figurframställning. Eva Hallgren Larsson har varit projektledare och tillsammans med Olle Westling svarat för utvärdering och rapportering.



Figur 2. Krondroppsnätet under 2000/01. 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. Som delmål under Miljökvalitetsmålet Frisk luft har riksdagen beslutat att årlig medelhalt av svaveldioxid ska vara högst  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  år 2005 och för kvävedioxid gäller  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  år 2010. Angående ozon hänvisas till separat faktaruta.

**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 miljökvalitetsmål.

**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:** Ämnen som deponeras med nederbörd. Mäts i dessa undersökningar genom nederbördskemiska mätningar på öppet fält.

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

## Förklaring till stationsfigurer

Figuren redovisar depositionen av ett urval ämnen de två senaste åren. Detta jämförs med ett medelvärde för hela den period som mätningar utförts på lokalen. Åren är indelade i sommar- (april-september) och vinterperiod (oktober-mars). Olika tidsperioder kan gälla mätningar på öppet fält och i krondropp.

Markvatten redovisar det senaste årets provtagningar (normalt tre), vilka kan jämföras med ett långtidsvärde. Medianvärde används för att undvika en kraftig inver-

kan 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 2-4.

**Greckssundet** (T 02): EU-yta med drygt 50-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.

Fem års mätningar i Greckssundet visar i genomsnitt att nästan 1000 mm nederbörd har bidragit till att 4,3 kg svavel och 7,5 kg 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 krondroppssinsamlarna. Delvis på grund av kostnadsskäl ingår inte stamavrinning i dessa undersökningar. 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.

Utmärkande för senaste årets data är förhållandevis stort nedfall av svavel och kväve. För svavel via krondropp var det större än något år tidigare; 4,8 kg/ha. Delvis förklaras det av riklig nederbördsmängd som medfört stor våtdepo-

sition av svavel (och kväve). Sannolikt har även torrdepositionen av svavel varit större än tidigare, eftersom det är första året som mätningarna visar mer svavel via krondropp än på öppet fält.

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 är 5,0. Halterna av oorganiskt aluminium har oftast varit 0,4 mg/l och kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium den lägsta i länet; 3,1. Kvoter under 1 anses medföra ökad risk för skador på ekosystemet. Även markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) har varit lägre än på övriga lokaler i länet. I april 2001 noterades förhöjda halter av nitratkväve i markvattnet, vilket kan vara ett tecken på att kväve inte utnyttjats effektivt av vegetationen och bortförsl av kväve från beståndet. Liknande har förekommit vid ett tillfälle 1996. Sedan mätningarna startade har ett antal signifikanta förändringar noterats. Det gäller sjunkande värden för pH, kalcium, magnesium, kalium mangan, järn, totalt organiskt kol och kvot mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium.

**Örlingen** (T 03): EU-yta med 55-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 så resultat från fem hydrologiska år finns nu att tillgå.

Fem års mätningar i Örlingen visar generellt lägre halter av svavel och kväve i nederbörd och krondropp på denna lokal jämfört med länets övriga lokaler. Sannolikt beror det på att länets nordvästra delar är mindre påverkade av luftföroreningar än områden längre söderut. I genomsnitt har 960 mm nederbörd bidragit till 3,9 kg svavel och 6,5 kg kväve per hektar öppen mark. Krondropp har generellt visat lägre värden. Senaste årets krondroppsmätningar visade dock

högre värden än tidigare för både svavel och kväve, 3,1 kg svavel och 3,3 kg kväve per hektar.

Markvatten från Örlingen visar liknande sammansättning som i Greckssundet. Medianvärden från 18 provtagningar är pH-värde 5,1, negativa värden för syraneutraliserande förmåga, 0,25 mg/l av oorganiskt aluminium och drygt 3 för kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium. Tydligt lägre värden har dock noterats vid tre av de fyra senaste provtagningarna, med 0,8 som lägsta värde i april 2001. Halterna av de båda kvävefraktionerna har så gott som alltid varit under detektionsgränsen, vilket indikerar att kväve utnyttjas effektivt i ekosystemet. Sedan mätningarna startade har ett antal signifikanta förändringar av markvattnets sammansättning noterats. Bland annat har pH-värdet och vattnets syraneutraliserande förmåga minskat medan halterna av oorganiskt aluminium har ökat. Dessa förändringar indikerar ökad försurningsgrad. I övrigt har halterna av sulfatsvavel, kalcium, magnesium och totalt organiskt kol sjunkit, medan halterna av totalt och organiskt bundet aluminium har ökat.

**Bälgsjön** (T 04): Nationell observationsyta med 57-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.

Senaste årets krondroppsmätningar visar mer svavel och kväve till marken i skogen än något år tidigare; 4,5 kg svavel och 5,1 kg kväve per hektar. Till stor del förklaras det av att den totala mängden krondropp var 20 % större än genomsnittet för tidigare år. Genomsnittet för fem års krondroppsmätningar är 3,7 kg svavel och 4,1 kg kväve per hektar. Motsvarande för fyra år på öppet fält är 4,6 kg svavel och 7,3 kg kväve per hektar. I genomsnitt var nederbördens pH-värde 4,6.

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. Som medianvärde gäller pH 5,4 och låga halter av oorganiskt aluminium, 0,1 mg/l. Kvävehalter har oftast varit under detektionsgränsen, vilket är normalt i växande bestånd. I september 2001 noterades dock förhöjt värde för ammoniumkväve. Markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) har generellt visat positiva värden och varit högre än på övriga lokaler. Endast tre variabler visar statistiskt signifikanta förändringar. Det är sulfatsvavel och magnesium som har sjunkit medan markvattnets syraneutraliserande förmåga visar ökande värden, vilket är positivt.

**Kilsmo (T 04):** Nationell observationsyta med 70-årig tallskog på stenig moränmark med texturen finmo. Även här är jordmånen järnpodsol, men boniteten är något högre än på de två andra tallytorna, 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 nederbörds-kemiska mätningar på öppet fält i december 2000.

På samma sätt som i Bälgsjön visar senaste årets data från Kilsmo den största depositionen av svavel och kväve via krondropp sedan mätningarna startade 1997, 3,2 kg svavel och 2,6 kg kväve per hektar. Även här är en bidragande orsak att den totala mängden krondropp varit större än tidigare, men senaste året visar även generell högre halter av svavel och kväve i krondropp jämfört med tidigare års mätningar. Som årligt genomsnitt från tre års mätningar på öppet fält gäller 2,8 kg antropogent svavel och 4,1 kg kväve per hektar. Motsvarande för fyra års mätningar av krondropp är 2,5 kg svavel och 2,1 kg kväve per hektar. Inverkan från havssalter, mätt som nedfall av klorid, har

generellt varit liten i Kilsmo. Under oktober 2000 till september 2001 var den dessutom mindre än något år tidigare, 5 kg/ha till marken i skogen.

Samtliga markvattenprovtagningar i Kilsmo har visat pH-värden mellan 4,8 och 5,2. Flera ämnen har generellt visat högre halter än på länets övriga lokaler. Det gäller främst sulfatsvavel, kalcium, mangan och totalt aluminium. Merparten aluminium har varit i oorganisk form, som anses mer giftigt än om det är bundet i organiska föreningar. Medianvärdet för oorganiskt aluminium är 0,52 mg/l, vilket också är mer än på länets övriga lokaler. Markvattenmätningarna indikerar att kväve utnyttjas effektivt av vegetationen i Kilsmo. Sedan mätningarna startade har markvattnets innehåll av sulfatsvavel, kalcium, magnesium, natrium och kalium minskat signifikant. På grund av sjunkande halter av baskatjonerna har även kvoten mellan dessa och oorganiskt aluminium minskat, vilket indikerar ökad försurningsgrad.

**Brohyttan/Fjugesta (T 10):** 77-årig granskog cirka två mil väster om Örebro. Jordmånen har klassificerats som järnpodsol 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 mätperioden; 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 fortsättningen kommer namnet Brohyttan att användas. I decem-

ber 2000 avslutades nederbörds-kemiska mätningar på öppet fält.

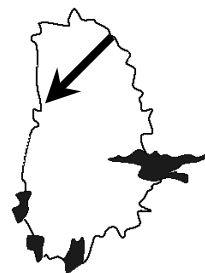
Brohyttan har länets längsta mätserie och sedan mätningarna startade 1989 har nedfallet av svavel i princip halverats. Som genomsnitt för de sex första åren var årligt svavelnedfall till marken i skogen 7,3 kg/ha. Motsvarande för de sex senaste åren är 3,7 kg/ha. När det gäller kväve är utvecklingen inte lika tydlig även om mätningarna på öppet fält visar minskad belastning. Som genomsnitt för hela mätperioden har 789 mm nederbörd med pH-värde 4,6 bidragit till deposition av 5,5 kg svavel och 7,7 kg kväve per hektar öppen mark. Till marken i skogen har i genomsnitt 5,5 kg svavel och 3,6 kg kväve deponerats per hektar.

Senaste årets data visar större mängd krondropp än något år tidigare (697 mm), vilket bidragit till förhållandevis stort nedfall av svavel och kväve; 4,4 kg svavel och 4,6 kg kväve per hektar.

Senaste årets markvattnedata från Brohyttan visar värden i nivå med tidigare. Det innebär pH-värde 5,3, positiva värden för syraneutraliserande förmåga och 0,19 mg/l av oorganiskt aluminium och 13 som kvot mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium. Det innebär, ur försurningssynpunkt, bättre förhållanden än i Greckssundet, Örlingen och Bälgsjön. Halterna av nitratkväve har så gott som alltid varit under detektionsgränsen, medan halterna av ammoniumkväve oftast varit svagt förhöjda, 0,03 mg/l. 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 halter av sulfatsvavel, kalcium, magnesium, kalium och mangan minskat signifikant. Även kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium har sjunkit. Det indikerar att markvattnets försurningsgrad har ökat trots minskat svavelnedfall.

## Greckssundet (T 02)

Gran, 53 år

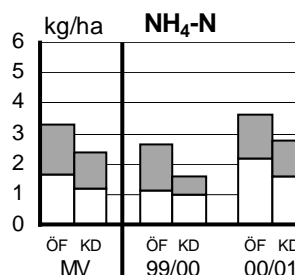
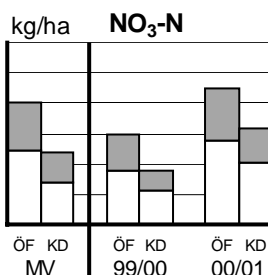
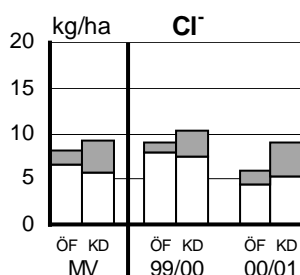
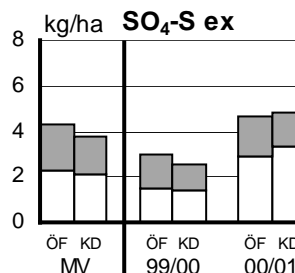
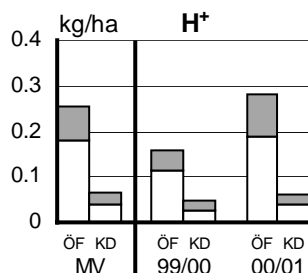
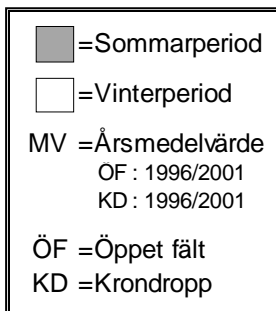


### DEPOSITION

(T 02)

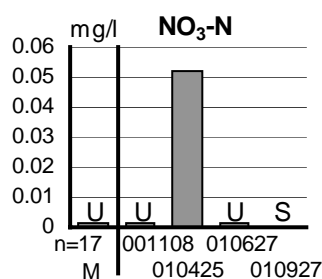
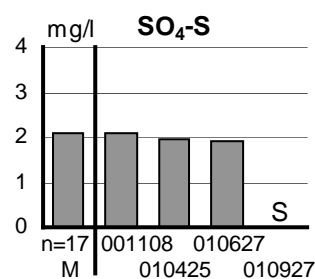
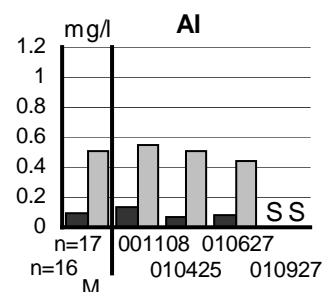
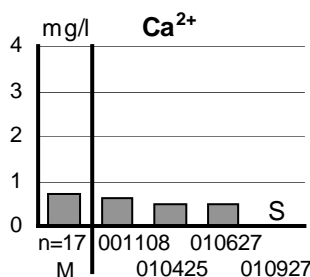
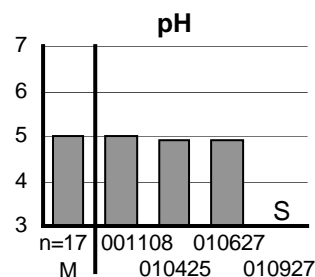
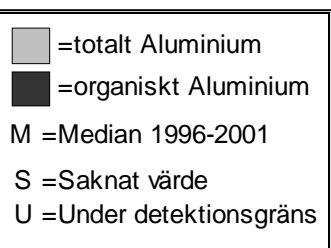
Nederbörd på ÖF (mm)

	MV	99/00	00/01
Sommar	450	439	426
Vinter	546	414	705



### MARKVATTEN

(T 02)



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



## Örlingen (T 03)

Tall, 55 år

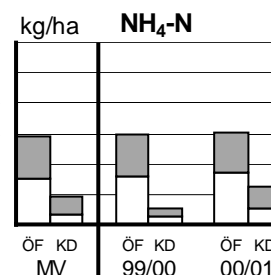
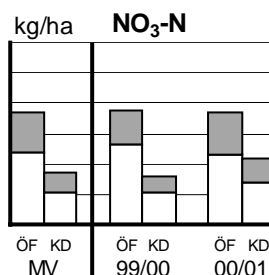
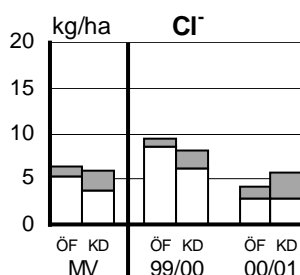
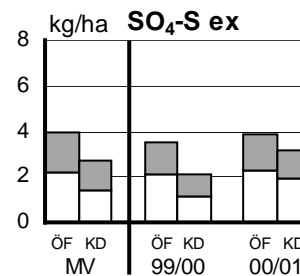
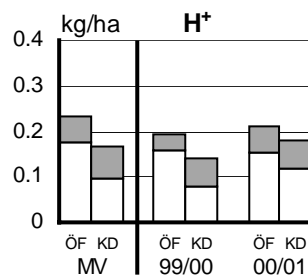
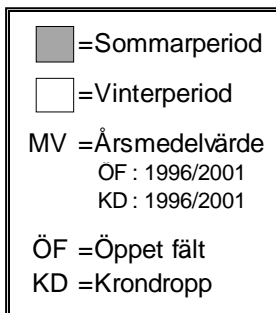


### DEPOSITION

(T 03)

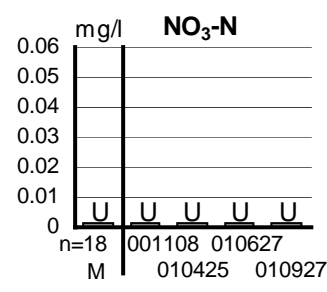
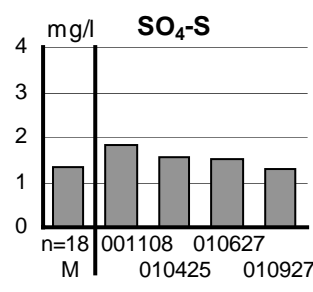
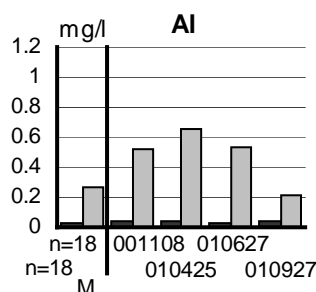
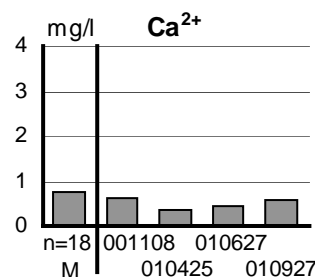
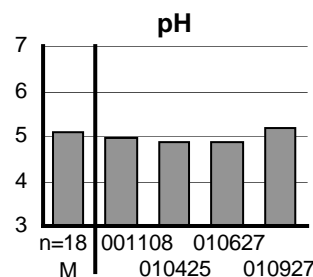
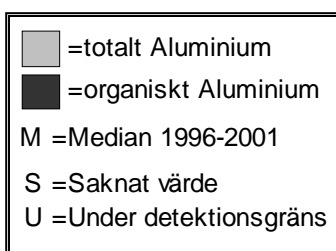
Nederbörd på ÖF (mm)

	MV	99/00	00/01
Sommar	432	423	442
Vinter	523	494	602



### MARKVATTEN

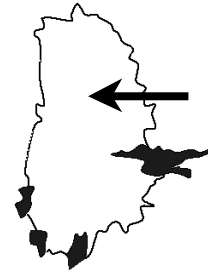
(T 03)



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

## Bälgsjön (T 04)

Tall, 57 år

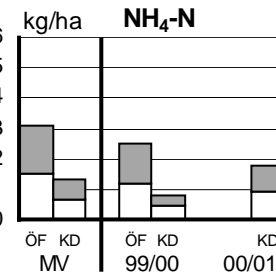
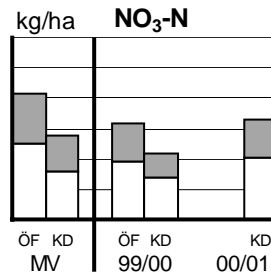
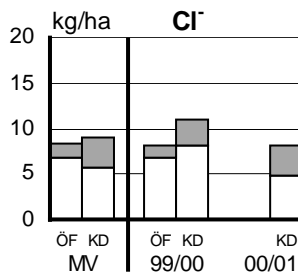
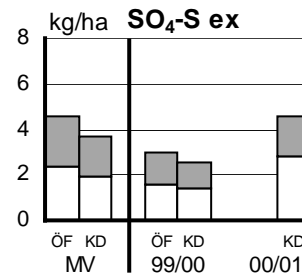
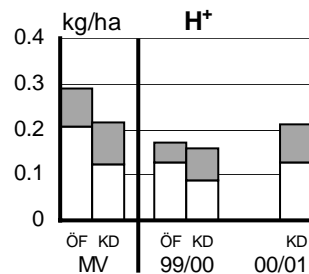
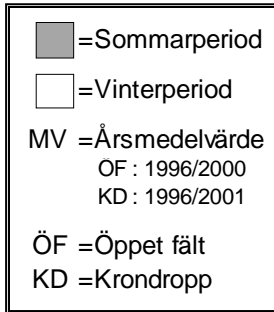


### DEPOSITION

(T 04)

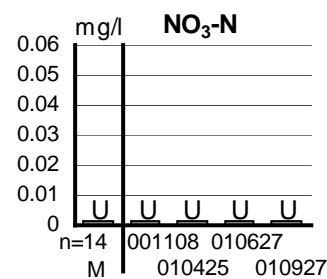
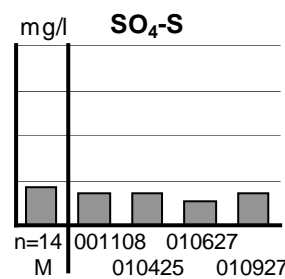
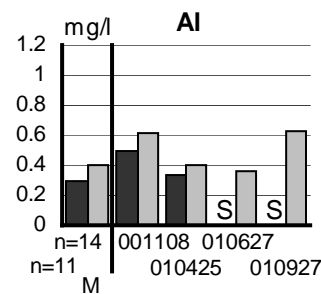
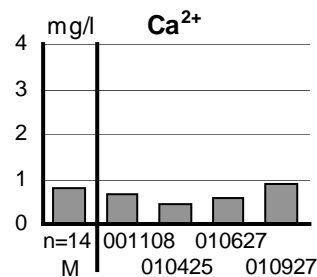
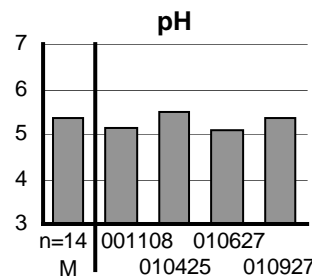
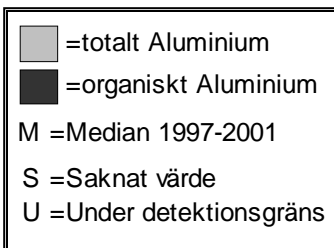
Nederbörd på ÖF (mm)

	MV	99/00	
Sommar	457	403	
Vinter	486	406	



### MARKVATTEN

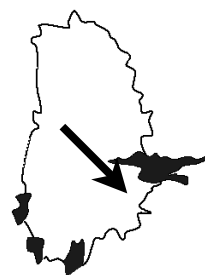
(T 04)



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

### Kilsmo (T 05)

Tall, 70 år

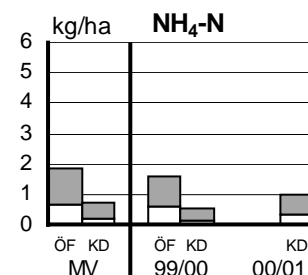
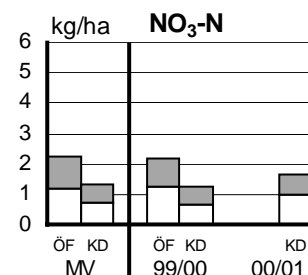
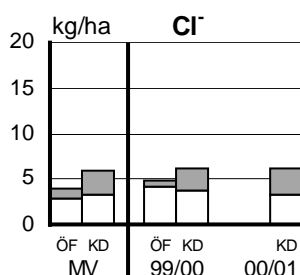
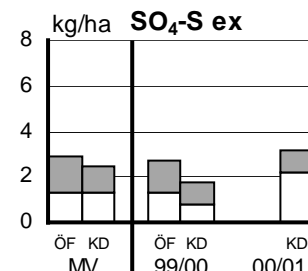
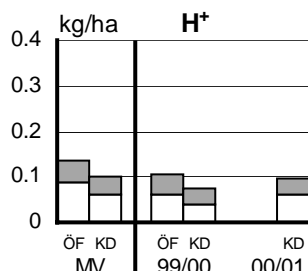
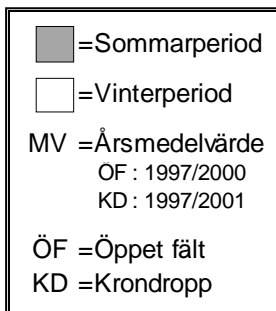


## DEPOSITION

(T 05)

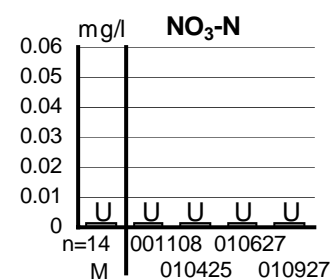
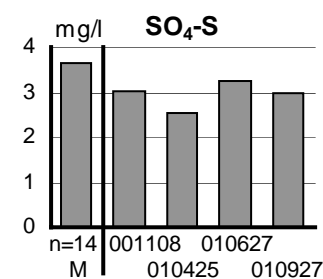
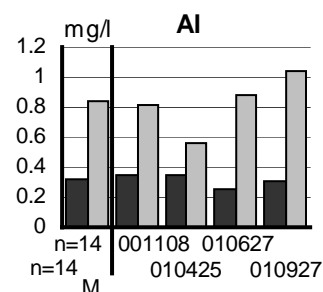
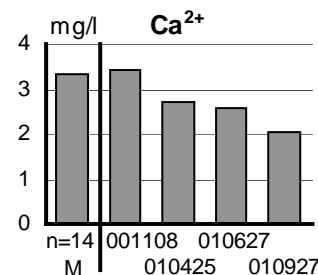
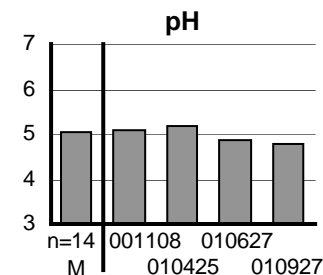
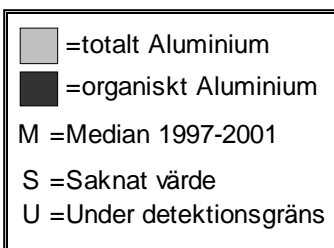
Nederbörd på ÖF (mm)

	MV	99/00	
Sommar	390	333	
Vinter	353	287	



## MARKVATTEN

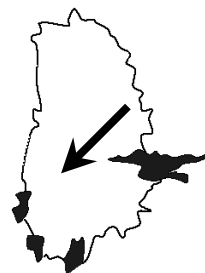
(T 05)



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

# Brohyttan (T 10)

Gran, 77 år

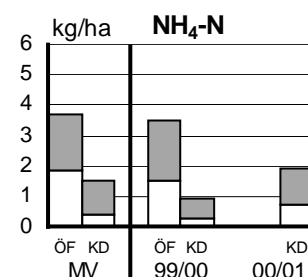
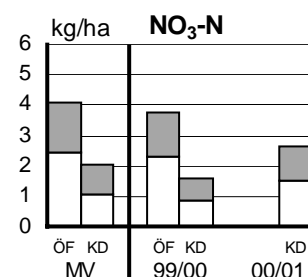
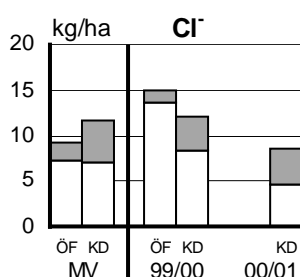
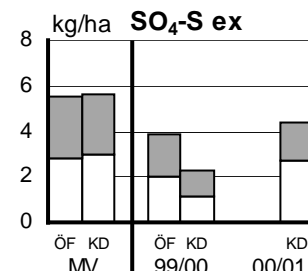
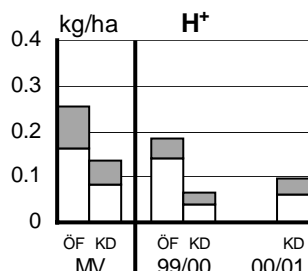
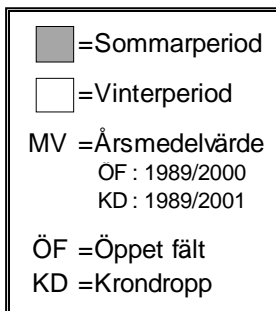


## DEPOSITION

(T 10)

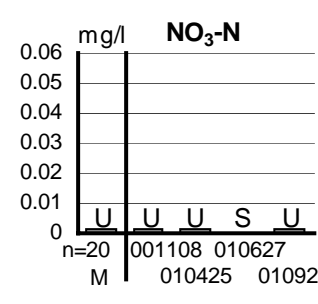
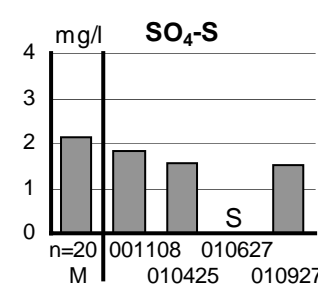
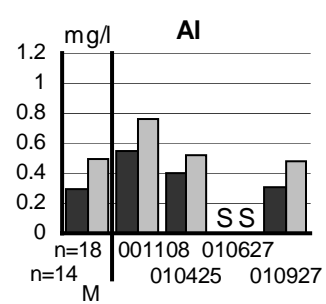
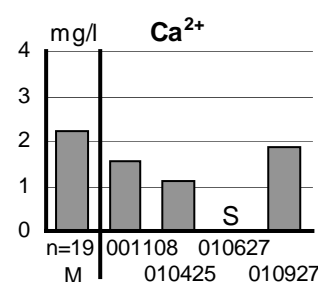
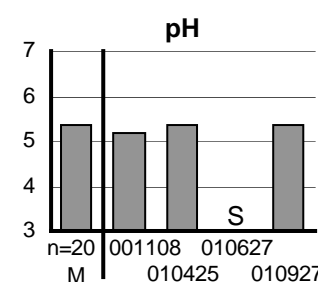
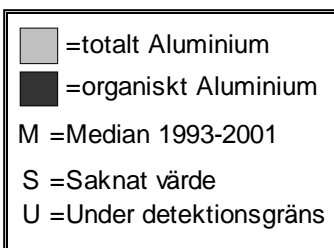
Nederbörd på ÖF (mm)

	MV	99/00
Sommar	381	399
Vinter	396	464



## MARKVATTEN

(T 10)



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

### Tidsutveckling deposition

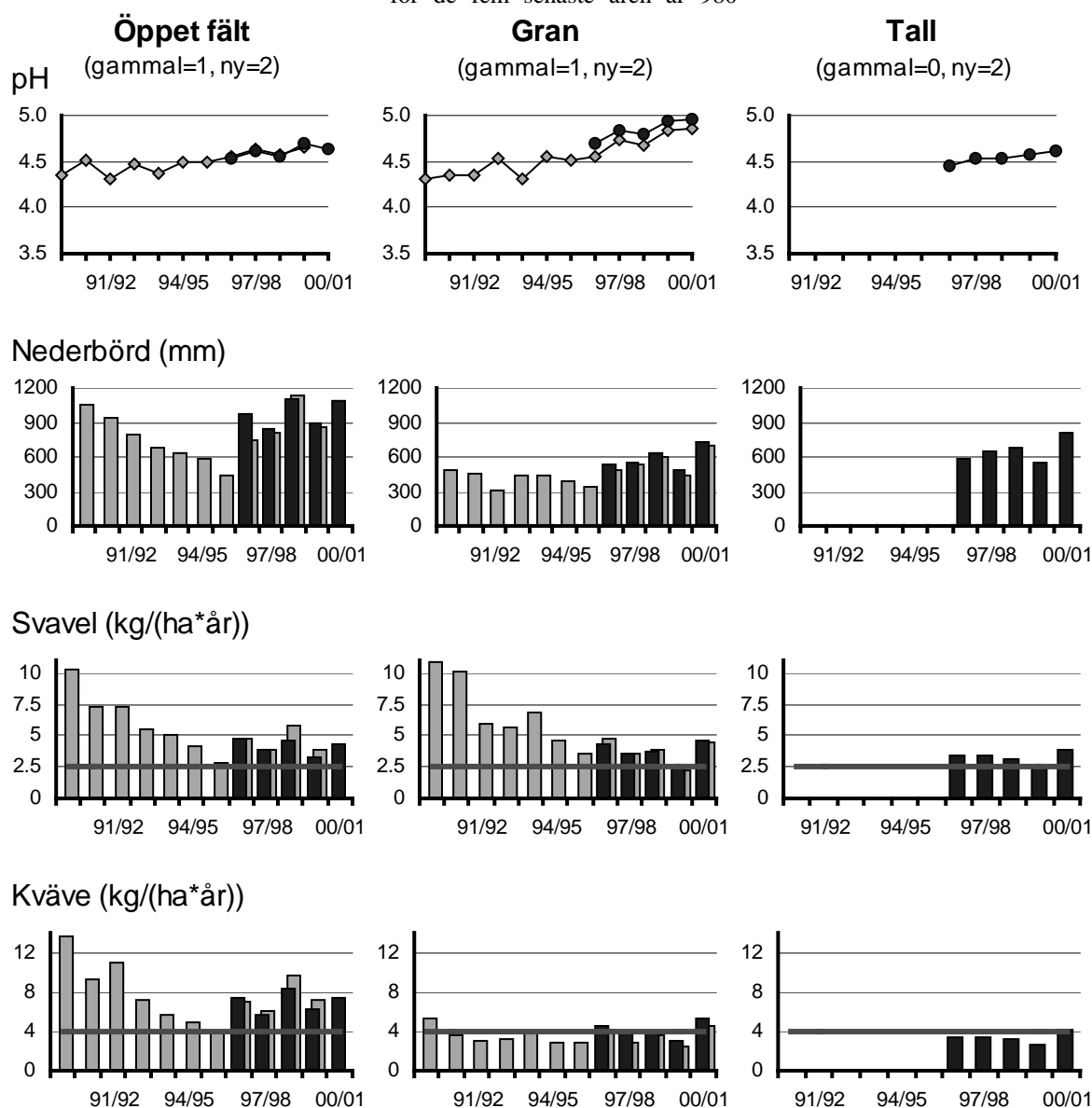
Tidsserie "gammal" visar utveckling i Fjugesta, som varit med sedan mätningarna startade 1989. För granskog ingår den även i serien med nuvarande lokaler. Generellt visar "gammal" serie utveckling i tiden medan "ny" serie ger en bättre bild av nuvarande nivå.

Figur 8 visar minskad försurningsbelastning i länet och att surhetsgraden i nederbörd och kronropp (mätt som pH-värde) har minskat sedan mätningarna startade 1989. Utvecklingen har varit tydligare i kronropp som även påverkas av

torrdeposition och olika processer i trädskronan, se "Interncirkulation" i ord att förklara. Som genomsnitt för senaste årets nederbördsmängder på de två EU-ytorna, Greckssundet och Örlingen, gäller pH-värde 4,6. Motsvarande för de två granytorna är 5,0. Mängden nederbörd har varierat betydligt i Brohyttan (Fjugesta). Under de första sju åren minskade nederbördsmängden kontinuerligt, från över 1000 mm till drygt 400 mm år 1995/96. Under perioden oktober 2000 till september 2001 noterades 1088 mm i Greckssundet och Örlingen och genomsnittet för de fem senaste åren är 980

mm. Det är 50 % mer än vad SMHI anger som normalt för den senaste 30-årsperioden i Örebro (621 mm). Stora nederbördsmängder under senare år är inte unikt för Örebro län utan har noterats i flera andra län där IVL utför mätningar.

Drygt hälften (60 %) av nederbördsmängden har passerat trädskronorna som kronropp. Den totala nederbördsmängden påverkar i stor utsträckning våtdepositionen av olika ämnen. På öppet fält noterades 4,2 kg svavel och 7,4 kg kväve per hektar under



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).

senaste hydrologiska året. Via krondropp i de båda granytorna noterades 4,6 kg svavel och 5,2 kg kväve. I tallytorna, som generellt har mindre filtrerande yta än granskog, visade krondropp något lägre värden.

Senaste årets data visar större belastning av både svavel och kväve än närmast föregående år. Till stor del förklaras det av stora nederbörds mängder.

Generellt för hela tidsperioden gäller att nedfallet av svavel har minskat betydligt sedan mätningarna startade, men för kväve finns inte samma tydliga trend. Dock har nederbördens halter av svavel och oorganiskt kväve varit lägre under de fem senaste åren jämfört med de fem första åren då mätningar genomfördes i Örebro län.

Undersökningarna av skogsytor har visat att nedfallet av svavel har minskat kraftigt i hela Sverige under de senaste tio åren. Tabell 1 beskriver utvecklingen i olika län som har en komplett mätserie under hela den perioden. I Kalmar län saknas en komplett mätserie i granskog. Den tydligaste föränd-

ringen av nederbörden på öppet fält är att halterna av svavel har minskat. Den relativa minskningen runt 50 % är likartad i de flesta län. Örebro län uppvisar en något större minskning och en relativt hög halt 1991 för att vara i Svealand. Tidsserien i början av 1990 talet bygger på endast en station, T10 nära Fjugesta, som eventuellt inte är helt representativ. Trots att halterna har minskat kraftigt har inte depositionen på öppet fält reducerats i samma omfattning i alla län. Det beror på att större delen av Sverige har haft en successivt ökande nederbörds mängd under 1990-talet, i vissa fall över 50 %.

Depositionen av svavel till granskog har minskat i ännu större omfattning än nederbörd på öppet fält. Minskningen varierar mellan drygt 50 % och nära 80 %, med undantag för länen i norra Sverige där minskningen inte är lika stor (tabell 1). Det beror troligen på det faktum att torrdepositionen minskat mer än våtdepositionen. Andelen torrdeposition i granskog i norra Sverige var relativt liten även i början på 1990-talet.

Det finns exempel på minskade halter av oorganiskt kväve i undersökningarna av nederbörden på öppet fält. Signifikanta minskningar i storleksordningen 30 till 40 % under perioden 1991 till 2001 noteras i flera län i mellersta och norra Sverige. Depositionen har dock inte minskat på grund av de ökande nederbörds mängderna under perioden. I södra Sverige, där halterna inte förändrats så mycket, finns exempel på ökning av depositionen på öppet fält under senare år med hög nederbörd. Krondroppsmätningar i granskog visar i regel relativt konstanta nivåer på kvävedeposition, vilket indikerar att totaldepositionen till skog inte ökat kraftigt med de stigande nederbörds mängderna. Däremot har fördelningen mellan våt och torr deposition troligen förändrats. Ökat upptag och omvandling av kväve i trädskronan kan också minska kvävemängderna i krondroppet under år med riklig nederbörd och goda förhållanden för träd tillväxt, samt tillväxt av alger och lavar på träden.

Tabell 1. Förändringen av halter av sulfatsvavel i nederbörd och svaveldeposition till granskog. Naturligt svavel i form av havssalt är borträknat. Beräknade värden är anpassade till en statistiskt signifikant tidsutveckling av uppmätta värden mellan 1991 och 2001.

Län	Öppet fält			Granskog		
	Volymvägda halter, SO <sub>4</sub> -S <sub>ex</sub> , mg/l			Deposition, SO <sub>4</sub> -S <sub>ex</sub> , kg/ha*år		
	Beräknat 1991	Beräknat 2001	Minskning	Beräknat 1991	Beräknat 2001	Minskning
Skåne län	1,05	0,54	49%	17,8	6,7	62%
Blekinge län	1,01	0,52	48%	14,9	5,2	65%
Jönköpings län	0,86	0,42	52%	13,8	3,0	78%
Västra Götaland	0,86	0,41	52%	13,4	4,3	68%
Kronobergs län	0,81	0,39	52%	10,7	4,4	59%
Kalmar län	0,97	0,43	55%	-	-	-
Örebro län	0,90	0,33	63%	8,2	2,3	73%
Östergötlands län	0,84	0,40	53%	8,9	3,2	64%
Södermanlands län	0,84	0,40	53%	8,1	3,9	52%
Värmlands län	0,75	0,35	53%	7,1	2,9	59%
Fyra norrlandslän	0,52	0,22	57%	3,0	1,9	37%
<b>Medelvärde</b>			<b>53%</b>			<b>64%</b>

### Tidsutveckling markvatten

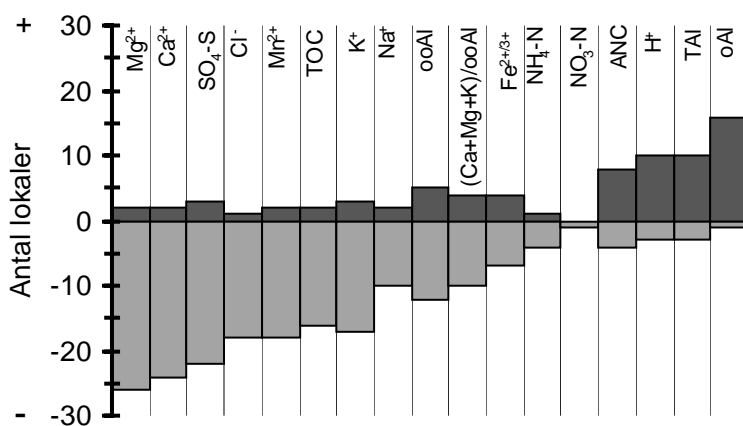
Linjär regressionsanalys har gjorts för att konstatera om markvattnets sammansättning förändrats signifikant sedan mätningarna startade på varje lokal. Sammanställningen ger indikationer på utveckling i skogsmark och markvatten, även om tidsserierna i vissa fall är korta. Lokaler med mindre än fem provtagningar (~2 år) ingår ej, vilket innebär att samtliga lokaler i Örebro län ingår i figuren.

Figur 9 visar att markvattnets innehåll av baskatjonerna kalcium och magnesium har minskat signifikant på hälften av lokalerna i Svealand och Norrland. På nästan lika många har halterna av sulfatsvavel minskat, vilket är en logisk följd av minskad svaveldeposition. En tydlig trend med sjunkande halter redovisas även för klorid (förknippas med havssalt), spårelementet mangan, organiskt kol (TOC) och kalium.

Förändringar av markvattnets surhetsgrad är inte lika tydliga, det finns exempel på både minskad och ökad försurning. Till exempel har kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium företrädesvis sjunkit (ökad försurningsgrad), medan den syraneutraliserande förmågan (ANC) snarast har ökat (minskad försurningsgrad). Förutom att försurningsbelastningen har minskat i området kan det även ha påverkats av nedfall av havssalt och sjunkande halter av klorid i markvattnet under senare år, vilket noterats på fem av de åtta lokaler i Svealand och Norrland där ANC har ökat signifikant. Tidigare undersökningar visar att episoder med stort nedfall av havssalt under några få dagar kan leda till omfattande jonbytesprocesser i sura marker, vilket diskuterades närmare i årsrapporten för 1998/99. Följden blir höga kloridkoncentrationer och låg ANC under flera år framöver. Detta förhållande

illustrerar vikten av långa tidsserier för att säkerställa trender i markvattnets surhetsgrad som beror på minskat nedfall av försurnande ämnen.

Lokalerna i Örebro län följer i princip detta, för Svealand och Norrland, generella mönster. Till exempel har halterna av magnesium minskat signifikant på samtliga fem lokaler och för sulfatsvavel och kalcium har minskande halter noterats på tre eller fyra lokaler. Beträffande försurningsläget visar mätningarna snarast ökad försurningsgrad i länet. Till exempel har pH-värdet sjunkit signifikant på två av länets lokaler samtidigt som kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium har minskat på tre lokaler. Vidare har markvattnets beräknade syraneutraliserande förmåga (ANC) minskat i Örlingen. Minskad försurningsgrad har endast noterats i Bälgsjön, mätt som ökad ANC.



Figur 9. Trendberäkningar för markvatten på 51 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 (-).

**Data i tabellform, deposition och markvatten**

Tabell 2a. Öppet fältdata från Örebro län, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. Observera senaste årets data överst!

Lokal	År	Nedb	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>
Greckssundet (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 2b. Öppet fältdata från Örebro län, deposition under månader okt-dec 2000. Nederbörd (Nedb) anges i mm/kvartal, övriga parametrar i kg/hektar och kvartal.

Lokal	Nedb	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	477	0,15	3,1	3,0	2,7	2,1	2,2	0,8	0,4	2,0	0,5	0,08
Kilsmo	427	0,11	1,8	1,7	1,4	1,4	0,9					
Brohyttan	459	0,12	2,1	2,0	1,8	1,8	1,6					



Tabell 3. Krondroppsdata från Örebro län, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. Observera senaste årets data överst!

Lokal	År	Nedb	H <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> -S	SO <sub>4</sub> -S <sub>ex</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>
Greckssundet (T 02 A)	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)	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
Bälgsjön (T 04 A)	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)	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)	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 4. Markvattendata från Örebro län.

Lokal	Datum	pH	Alk		mg/l →										mol/mol			
			mekv/l →	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
Greckssundet (T 02 A)	2000-11-08	5,0	-	-0,018	2,08	3,19	<0,002	<0,010	0,60	0,48	2,89	0,24	<0,020	0,007	0,416	0,546	4,6	2,7
	2001-04-25	4,9	-	-0,046	1,95	2,88	0,052	<0,010	0,49	0,49	2,08	0,21	0,205	0,006	0,443	0,512	3,7	2,3
	2001-06-27	4,9	-	-0,021	1,92	3,71	<0,002	<0,010	0,47	0,43	3,08	0,41	<0,020	0,010	0,353	0,438	4,4	3,1
	2001-09-27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>median</b>	<b>5,0</b>	-	<b>-0,015</b>	<b>2,07</b>	<b>3,77</b>	<b>&lt;0,002</b>	<b>&lt;0,010</b>	<b>0,71</b>	<b>0,57</b>	<b>2,90</b>	<b>0,36</b>	<b>&lt;0,020</b>	<b>0,010</b>	<b>0,415</b>	<b>0,510</b>	<b>4,7</b>	<b>3,1</b>
	n=	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	16	17	16	16	16
Örtingen (T 03 A)	2000-11-08	4,9	-	-0,029	1,80	1,74	<0,002	<0,010	0,62	0,15	1,89	0,27	<0,020	0,006	0,471	0,515	4,8	1,6
	2001-04-25	4,9	-	-0,046	1,54	0,91	<0,002	<0,010	0,37	0,14	0,99	0,12	0,033	0,002	0,621	0,655	3,1	0,8
	2001-06-27	4,9	-	-0,032	1,53	0,80	<0,002	<0,010	0,44	0,14	1,09	0,20	0,048	0,002	0,505	0,535	3,3	1,2
	2001-09-27	5,2	-	-0,011	1,27	1,40	<0,002	<0,010	0,56	0,13	1,50	0,14	<0,020	0,024	0,170	0,215	3,8	3,6
	<b>median</b>	<b>5,1</b>	-	<b>-0,010</b>	<b>1,32</b>	<b>1,79</b>	<b>&lt;0,002</b>	<b>&lt;0,010</b>	<b>0,76</b>	<b>0,19</b>	<b>1,35</b>	<b>0,21</b>	<b>&lt;0,020</b>	<b>0,005</b>	<b>0,247</b>	<b>0,268</b>	<b>4,0</b>	<b>3,3</b>
	n=	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Bälgsjön (T 04 A)	2000-11-08	5,1	-	0,050	0,72	1,02	<0,002	<0,010	0,68	0,38	1,18	0,31	<0,020	0,029	0,130	0,620	12,0	8,4
	2001-04-25	5,5	0,012	0,036	0,71	0,45	<0,002	<0,010	0,43	0,29	0,96	0,24	<0,020	0,023	0,077	0,405	7,6	10
	2001-06-27	5,1	-	0,065	0,55	1,24	<0,002	-	0,57	0,31	1,42	0,75	<0,020	0,043	-	0,363	-	-
	2001-09-27	5,4	-	0,108	0,69	1,51	<0,002	0,022	0,89	0,51	1,26	2,06	<0,020	0,024	-	0,623	19,0	-
	<b>median</b>	<b>5,4</b>	-	<b>0,052</b>	<b>0,85</b>	<b>1,23</b>	<b>&lt;0,002</b>	<b>&lt;0,010</b>	<b>0,81</b>	<b>0,44</b>	<b>1,22</b>	<b>0,41</b>	<b>&lt;0,020</b>	<b>0,024</b>	<b>0,118</b>	<b>0,394</b>	<b>10,4</b>	<b>10</b>
	n=	14	14	14	14	14	14	13	14	14	14	14	14	11	14	14	12	11
Kilsmo (T 05 A)	2000-11-08	5,1	-	0,044	3,02	2,91	<0,002	<0,010	3,42	0,42	2,44	0,12	0,238	0,161	0,469	0,813	9,1	6,1
	2001-04-25	5,2	-	0,037	2,52	1,80	<0,002	<0,010	2,69	0,34	1,86	0,07	0,284	0,134	0,208	0,558	8,0	11
	2001-06-27	4,9	-	-0,020	3,25	2,33	<0,002	<0,010	2,56	0,33	2,08	0,17	0,358	0,046	0,625	0,881	8,3	3,5
	2001-09-27	4,8	-	-0,051	2,96	3,92	<0,002	0,010	2,03	0,46	2,20	0,40	0,456	0,258	0,735	1,046	11,0	2,9
	<b>median</b>	<b>5,1</b>	-	<b>0,019</b>	<b>3,66</b>	<b>3,21</b>	<b>&lt;0,002</b>	<b>&lt;0,010</b>	<b>3,35</b>	<b>0,50</b>	<b>2,76</b>	<b>0,25</b>	<b>0,157</b>	<b>0,063</b>	<b>0,520</b>	<b>0,845</b>	<b>9,6</b>	<b>6,1</b>
	n=	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Brohyttan (T 10 A)	2000-11-08	5,2	-	0,044	1,84	3,48	<0,002	0,044	1,55	0,54	2,90	0,33	<0,020	0,026	0,205	0,757	13,0	9,2
	2001-04-25	5,3	-	0,039	1,56	1,15	<0,002	0,037	1,13	0,35	1,79	0,23	<0,020	0,018	0,121	0,518	7,8	11
	2001-06-27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2001-09-27	5,3	-	0,033	1,50	4,68	<0,002	0,011	1,85	0,55	2,64	0,27	<0,020	0,014	0,176	0,483	11,0	12
	<b>median</b>	<b>5,3</b>	-	<b>0,041</b>	<b>2,15</b>	<b>3,30</b>	<b>&lt;0,002</b>	<b>0,033</b>	<b>2,21</b>	<b>0,61</b>	<b>2,64</b>	<b>0,46</b>	<b>&lt;0,020</b>	<b>0,017</b>	<b>0,185</b>	<b>0,487</b>	<b>10,5</b>	<b>13</b>
	n=	20	19	19	20	20	20	20	19	19	19	19	19	14	14	18	18	14

## 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)