



rapport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

För Örebro läns Luftvårdsförbund

Övervakning av luftföroreningar i Örebro län Resultat till och med september 2004



Anna Liljergren, redaktör
B 1626
Maj 2005

För Örebro läns Luftvårdsförbund

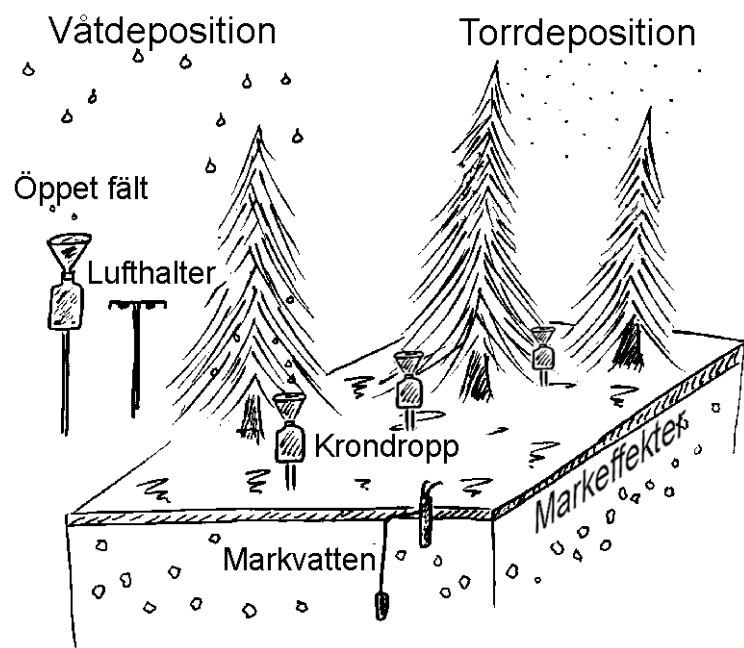
Övervakning av luftföroreningar i Örebro län

Resultat till och med september 2004

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. 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. 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 förurningsbelastning noteras ingen tydlig återhämtning av markvattnets förurningsstatus. 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 2003/04 visar mindre svavelbelastning än något år tidigare, 1,9 kg/ha som medelvärde från de båda granytorna. Nedfallet av oorganiskt kväve till marken i skogen var något mindre än tidigare; 2,8 kg/ha via krondropp. Förurningspåverkat markvatten har främst noterats från två lokaler i norra delen av länet; granskogen i Greckssundet och tallskogen i Örlingen. Modellberäkningar av det genomsnittliga nedfallet av både svavel och kväve för året 2002/03 till alla typer av mark och sjötyper visar att variationen mellan länets kommuner är begränsad. Andelen av nedfallet med inhemskt ursprung är relativt liten, men större för kväve än för svavel.



Figur 1. Principskiss för mätningarna.

<p>Uppdragsgivare: Örebro läns Luftvårdsförbund</p> <p>Utförande organ: IVL Svenska Miljöinstitutet AB Box 5302, SE-400 14 GÖTEBORG</p> <p>Författare: Anna Liljergren, red.</p> <p>Nyckelord: Deposition, svavel, kväve, skogsytor, förurning, markvatten, Örebro län</p> <p>IVL rapport B 1626</p> <p>Beställs från: Örebro läns Luftvårdsförbund Peter Ekelund c/o Länsstyrelsen 701 86 ÖREBRO</p> <p>eller publikationsservice@ivl.se IVL, Publikationsservice Box 21060 SE-100 31 STOCKHOLM Tel: 08-598 563 00 Fax: 08: 598 563 90</p>

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
Kommunvis deposition	14
Tidsutveckling markvatten	15
Data i tabellform, deposition och markvatten	16

Mer information finns på
Krondroppsnätets hemsida:

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 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 olika föroreningar.

Resultaten från undersökningarna samlas i en databas på IVL där bearbetning sker. Ett mätår är ett hydrologiskt år, från oktober till september. Resultat avseende tillstånd och tidsutveckling redovisas i årliga rapporter och på Krondroppsnätets hemsida, under www.ivl.se. Vissa ord och begrepp förklaras i faktarutan 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 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 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 första enligt Program 2004-2006 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 torr nedfall i skog samt ett program för kvalitetssäkring av mätningarna. Förutom hemsidans redovisning bestod årsrapporteringen 2004 av en samlad rapport över tidsutveckling, trendbrott och nationella miljömål (IVL Rapport B 1599), som grund för att studera utvecklingen över tiden och kunna följa upp delmålen för miljömålen "Bara naturlig försurning" och "Frisk luft". Resultat från Krondroppsnätets mätningar av deposition, tillsammans med liknande mätningar i andra länder, har utnyttjats flitigt under 2004 som underlag för att utveckla nya metoder för modellberäkningar av gränsöverskridande luftföroreningar i Europa. De nya metoderna kan med ökad precision beräkna nödvändiga utsläppsbegränsningar för nå en rad miljömål bland annat i Sverige.

Programmet 2004 till 2006, liknar i stora drag utförandet 2003, men nu finns minst en lokal per län med nederbördskemiska mätningar på öppet fält. Totalt antal skogslokaler är dock något mindre än förut. Denna rapport redovisar liksom förra året modellberäknad våtdeposition i figurer och tabeller, som jämförelse till krondroppsmätningar. Modellberäknad deposition med MATCH-Sverige, en spridningsmodell framtagen av SMHI, har också sammanställts kommunvis. Rapporten redovisar modellberäknad torr och våtdeposition, samt totaldeposition uppdelad på Sveriges eget bidrag och bidrag från andra länder.

Svenska miljö kvalitetsmål förutsätter 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 förtjänstfullt sätt utförts av Mikael Nyberg, Länsstyrelsen. På IVL har G Hedberg, K Koos, I Torbrink, C Hällinder, S Honkala, V Andersson, N Nilsson, C Larsson, K Hommerberg och B Dusan analyserat proverna. Validering av data har huvudsakligen utförts av Olle Westling. G Malm och Anna Liljergren har arbetat med databearbetning och figurframställning. A Liljergren har utvärderat och rapporterat resultaten tillsammans med O Westling och A Svensson (lufthalter).



Figur 2. Krondroppsnätet under 2003/04. Samordnade mätningar av luftföroreningar i skogliga observationsytor.

Ord att förklara

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

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 (Ca^{2+} , Mg^{2+} , 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 (SO_2), kvävedioxid (NO_2), ammoniak (NH_3) och ozon (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 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: 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 (H^+), sulfatsvavel ($\text{SO}_4\text{-S}$), kloridjoner (Cl^-), nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$), ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), kalciumjoner (Ca^{2+}) och aluminium (Al).

Stationsvis redovisning

Se figur 3-7 om deposition och markvatten samt tabell 1-4. 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 2. Lufthalter (ozon) från EMEP-stationen i Grimsö redovisas i tabell 3. Resultat från tidigare års mätningar som inte redovisas i rapporten, finns utlagda på krondroppsnätets hemsida www.ivl.se/miljo/projekt/kron/

Greckssundet (T 02): EU-yta med 56-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 liksom förra året återigen mindre deposition av antropogent svavel via krondropp än något år tidigare; 1,9 kg/ha. Detta trots att mängden krondropp varit högre. Som genomsnitt från åtta års mätningar har 3,2 kg antropogent svavel deponerats per hektar skogsmark. Även kvävenedfallet via krondropp visade förhållandevis låga värden för oorganiskt kväve; 3,2 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 trädskronorna i stor utsträckning påverkas av väderleken och vegetationens förmåga att utnyttja tillgängligt kväve. Genomsnittet från åtta års mätningar är 4,3 kg oorganiskt kväve per hektar. Tre års mätningar har visat att depositionen av organiskt bundet kväve via krondropp varit 2,4-2,7 kg/ha i Greckssundet (tabell 1b). 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 trädskronorna. För växande skog är den totala kvävebelastningen 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 trädskronorna. 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 trädskronorna tvättas av. Det är också vanligare i tallskog än i granskog eftersom granskog generellt har större filterande 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.

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 26 provtagningar är 5,0. Halterna av oorganiskt aluminium har varit 0,4 mg/l och kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium 3,2 som medianvärden, 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 av halter noterats. Det gäller sulfatsvavel, klorid, kalcium, magnesium, 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 58-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.

Från Örlingen redovisas motsvarande mängd deposition av antropogent svavel som 2002/03, 1,5 kg/ha. Mängden krondropp har dock varit högre under det senaste hydrologiska året, vilket innebär en lägre koncentration av svavel i krondroppet än tidigare. Nedfallet av oorganiskt kväve till marken i skogen, 1,9 kg/ha, var lägre än tidigare. Medelvärdet för hela åttaårsperioden är 2,3 kg/ha. På samma sätt som i Greckssundet visar krondroppsmätningarna lägre deposition av svavel än modellberäknad våtdeposition under 2002/03. 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 26 provtagningar är pH-värde 5,0, oorganiskt aluminium 0,3 mg/l och 3,0 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 (dock ej signifikanta). 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.

Bälgsjön (T 04): Nationell observationsyta med 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 Örlingen deponerades samma mängd antropogent svavel via krondropp som året innan. Även i Bälgsjön ökade mängden krondropp under 2003/04, vilket innebär att krondroppets svavelkoncentration var lägre än under 2002/03. Totalt noterades 2,2 kg/ha under 2003/04, vilket kan jämföras med 3,2 kg/ha som medelvärde från åtta års mätningar. Liksom på länets övriga lokaler visar modellberäknad våtdeposition av svavel större nedfall än krondropp. Nedfallet av oorganiskt kväve, 3,0 kg/ha, var lägre än närmast före-

gående år och mindre än genomsnittet för alla år, 3,7 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. 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. De förhöjda värden som noterades under våren 2002/03 har inte återupprepats. Markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) har alltid visat positiva värden och varit högre än på övriga lokaler. Sex variabler visar statistiskt signifikanta förändringar. Det är sulfatsvavel som har sjunkit medan halterna av ammoniumkväve, natrium, organiskt aluminium, ANC och klorid har ökat.

Kilsmo (T 05): Nationell observationsyta med 73-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 nederbördskemiska mätningar på öppet fält i december 2000.

Senaste årets data från Kilsmo visar att 1,4 kg antropogent svavel och 1,9 kg oorganiskt kväve (summa nitratkväve och ammoniumkväve) har deponerats per hektar mark i skogen. För svavel är det den lägsta noteringen hittills. Medelvärdet från sju års mätningar är 2,2 kg svavel och 2,1 kg kväve per hektar. Liksom på de tre ovanstående lokalerna var den totala mängden krondropp större än året innan. Andelen krondropp varierar beroende på vindar, temperatur och nederbördsintensitet men har generellt varit 60 % av nederbördsmängden på de olika lokalerna inom Krondropsnätet.

Totalt har 22 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 0,76 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, kalium, totalt organiskt kol (TOC) och baskatjoner/oorganiskt aluminium kvot i markvatten från Kilsmo.

Brohyttan (T 10): 80-årig gran-skog 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 markvattendata 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 krondropp halverats. Som genomsnitt för de fem första åren var årligt svavelnedfall till marken i skogen 7,9 kg/ha. Motsvarande för de fem senaste åren är 2,6 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 3,8 kg/ha under de första fem åren till 3,0 kg/ha under de fem 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 ne-

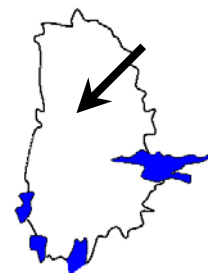
derbördskemiska mätningar (1995/96 – 1999/00).

Markvattenprovtagningarna från 2003/04 visar pH-värden mellan 4,9-5,5 jämfört med 5,3 som medianvärde från hela perioden. Halterna av aluminium var vid höstprovtagningen högre än vanligt men i övrigt i nivå med medianvärdet för hela mätperioden (tabell 4). Under 2002/03 uppvisade nitratkväve tydligt förhöjda värden i april. Nitratkväve har så gott som alltid varit under detektionsgränsen tidigare. Även under höstmätningen i november 2003/04 var nitratkväve förhöjt, därefter har dock värdena återgått till under detektionsgränsen, vilket pekar på en tillfällig störning av kväveomsättningen i beståndet. Förhöjda halter av ammonium-

kväve 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 och mangan. Däremot är *minskningen* av kalcium, magnesium, kalium och totalt organiskt kol inte längre signifikant, då en viss ökning skett under det senaste året. Motsvarande gäller för den tidigare signifikanta *ökningen* av organiskt bundet aluminium som inte heller längre är signifikant.

Greckssundet (T 02)

Gran, 56 år

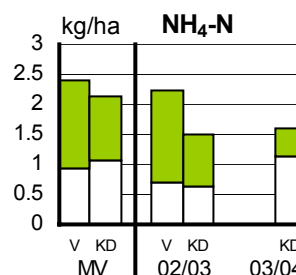
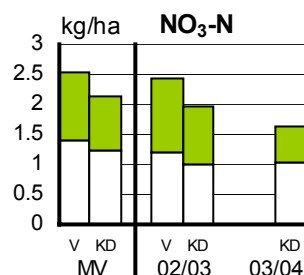
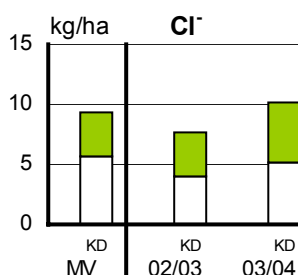
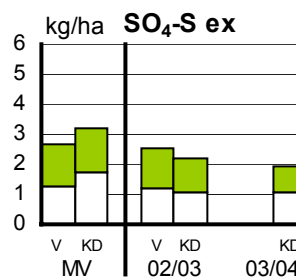
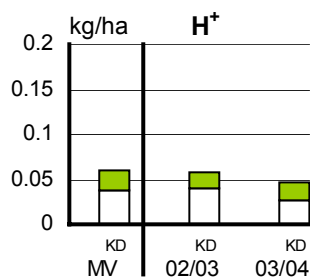
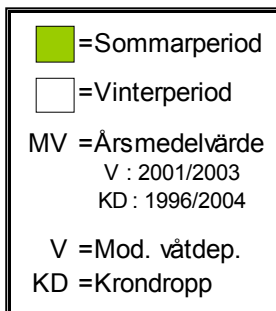


DEPOSITION

(T 02)

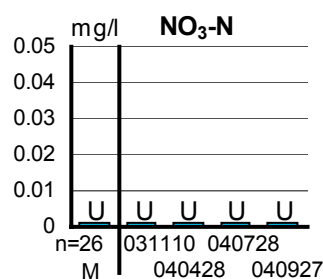
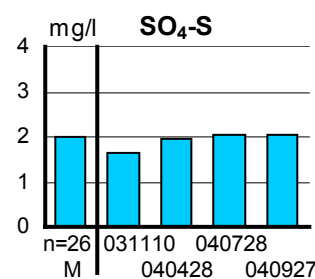
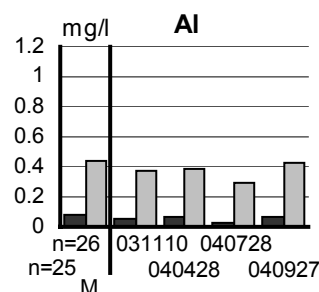
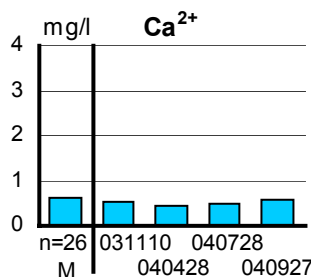
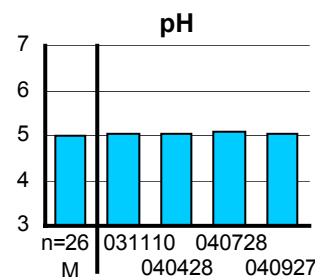
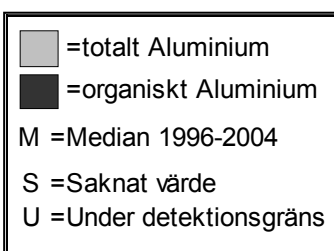
Nederbörd på V (mm)

MV	02/03	
Sommar	423	460
Vinter	423	339



MARKVATTEN

(T 02)



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

Örlingen (T 03)

Tall, 58 år



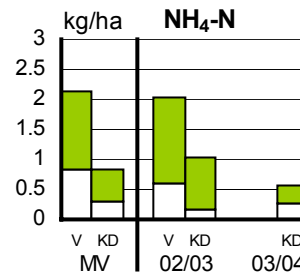
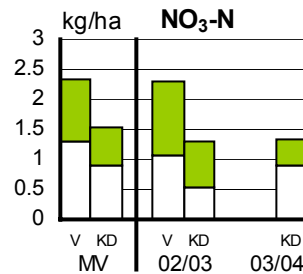
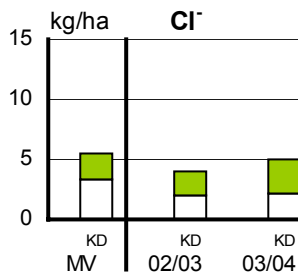
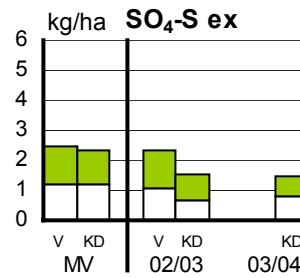
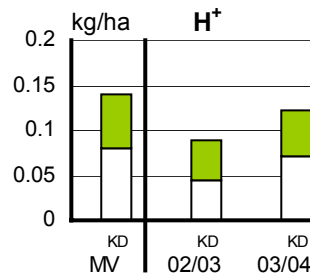
DEPOSITION

(T 03)

Nederbörd på V (mm)

	MV	02/03	
Sommar	400	445	
Vinter	418	358	

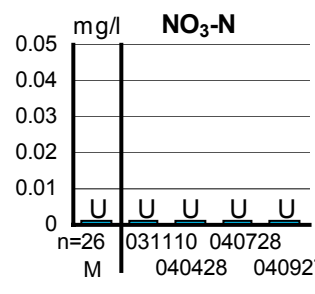
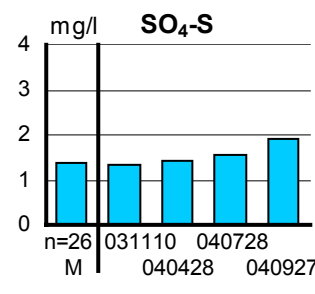
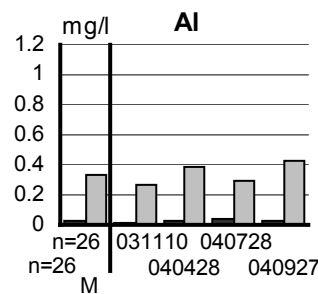
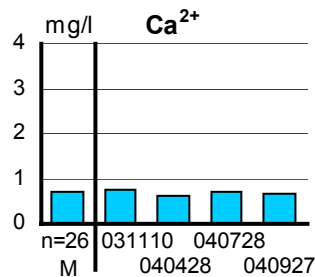
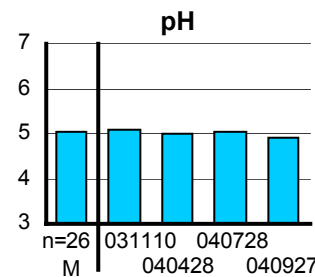
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2003
 KD : 1996/2004
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

(T 03)

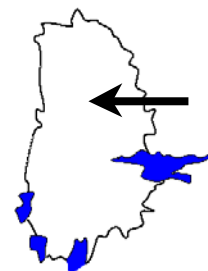
=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1996-2004
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



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

Bälgsjön (T 04)

Tall, 60 år



DEPOSITION

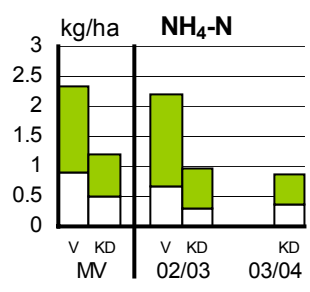
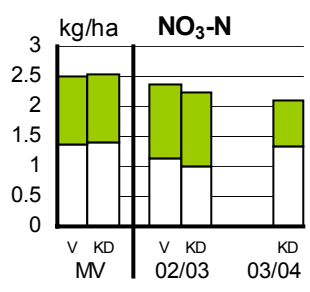
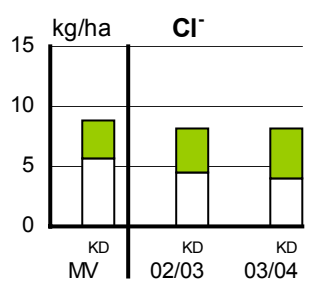
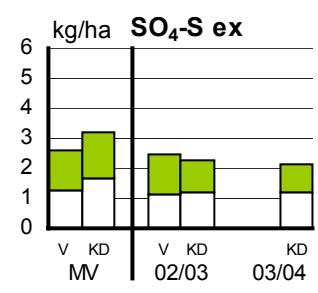
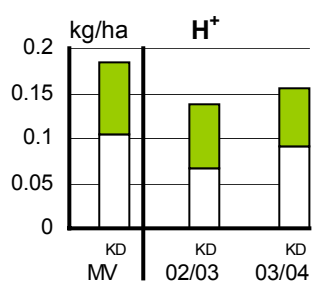
(T 04)

Nederbörd på V (mm)

MV	02/03	
422	470	
410	325	

Sommar
Vinter

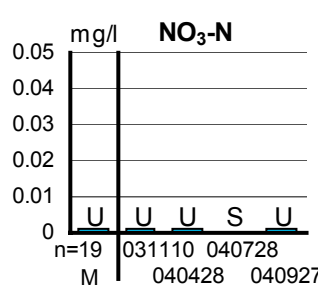
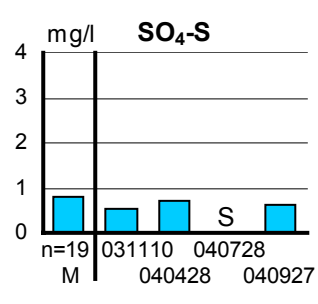
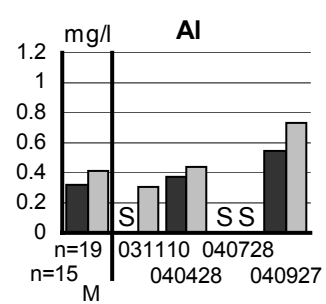
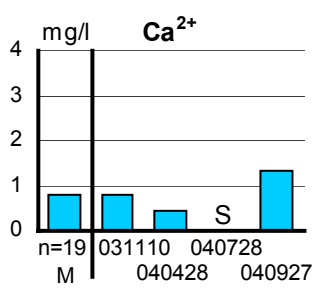
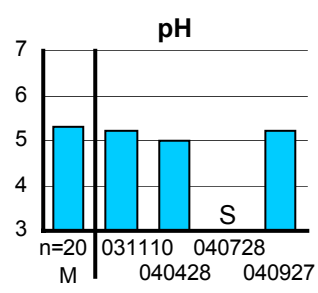
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2003
 KD : 1996/2004
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

(T 04)

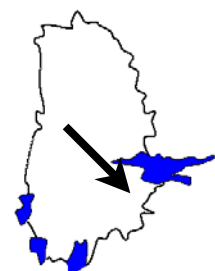
=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1997-2004
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



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

Kilsmo (T 05)

Tall, 73 år



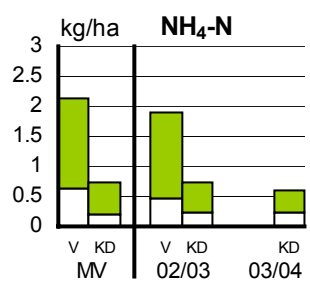
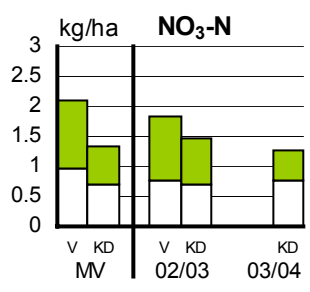
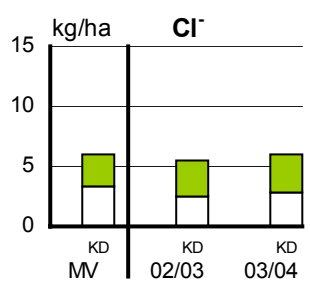
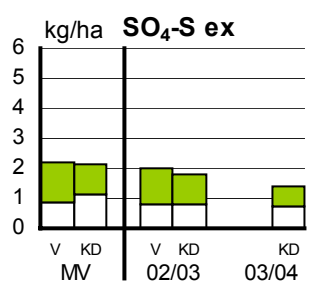
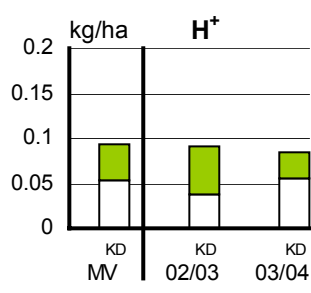
DEPOSITION

(T 05)

Nederbörd på V (mm)

MV	02/03	
Sommar	385	402
Vinter	289	220

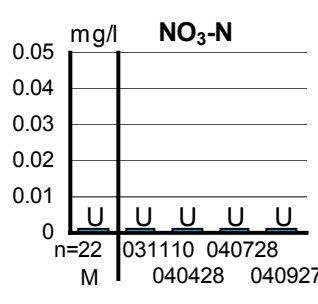
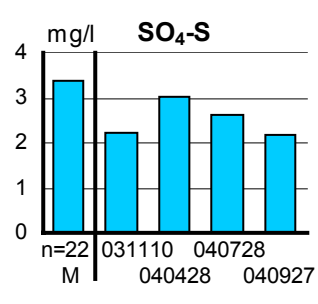
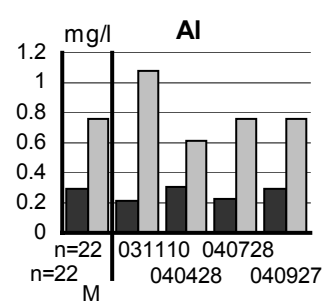
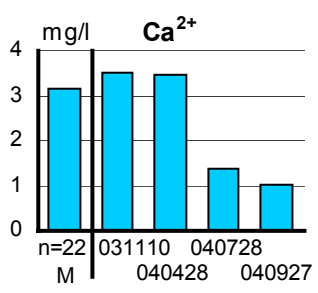
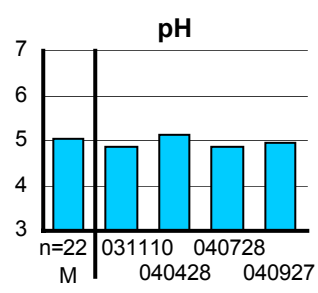
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2003
 KD : 1997/2004
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

(T 05)

=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1997-2004
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



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

Brohyttan (T 10)

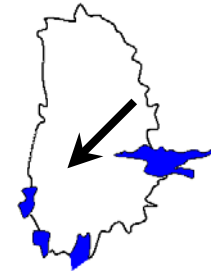
Gran, 80 år

DEPOSITION

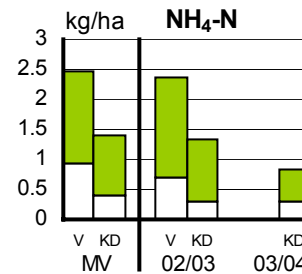
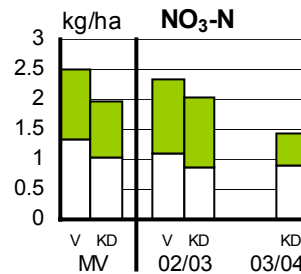
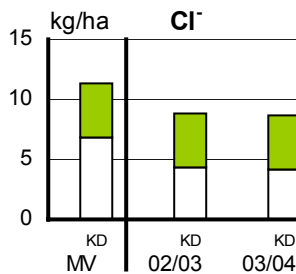
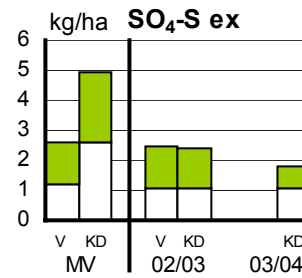
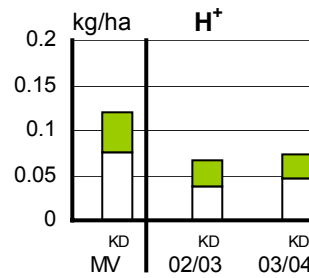
(T 10)

Nederbörd på V (mm)

MV	02/03	
Sommar	423	459
Vinter	378	288



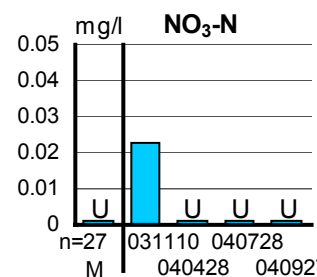
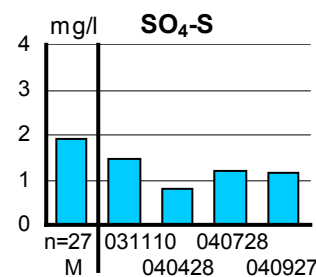
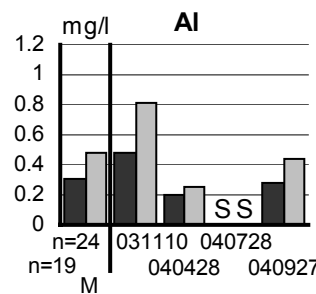
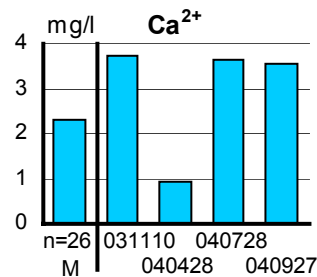
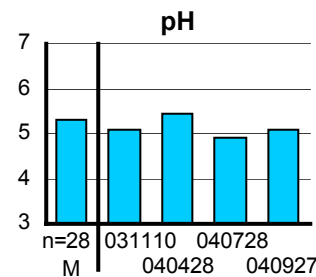
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2003
 KD : 1989/2004
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

(T 10)

=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1993-2004
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



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

Tidsutveckling deposition

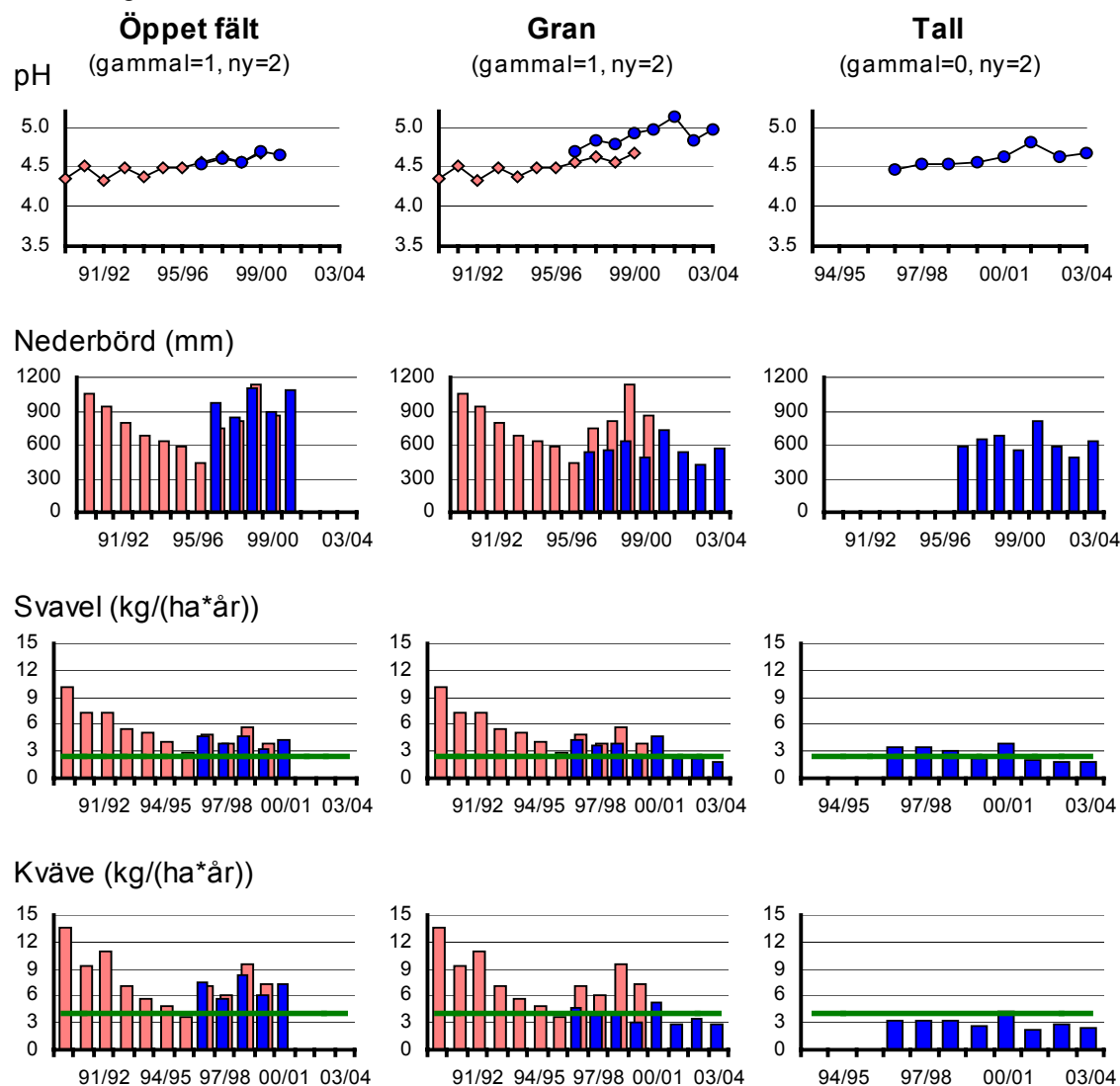
Tidsserie "gammal" visar utveckling i Fjugesta/Brohyttan, som varit med sedan mätstart 1989. För granskog ingår den även i serien med nuvarande lokaler.

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 "Interncirkulation" 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 5,0 och 4,7 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, utan nedfallet samvarierar med nederbördsmängden. 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 1,9 kg antropogent svavel och 2,8 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 något lägre än tidigare. Till marken i Greckssundet deponerades 2,4 kg organiskt kväve under 2003/04 (tabell 1b), vilket också bidrar till den totala kvävebelastningen. Det innebär 5,2 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 "gamla" 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.

Kommunvis deposition

Figur 9 visar modellberäknade data för kommunvis deposition av svavel och kväve inom länet under 2002/03, uttryckt som genomsnitt i kg per ha i respektive kommun. Beräkningarna har genomförts av SMHI med MATCH-Sverige modellen (Mesoscale Atmospheric Transport and Chemistry model). Modellen är framtagen för kartläggning av total föroreningsdeposition och regional fördelning av lufthalter av svavel- och kväveföreningar över Sverige, samt för kvantifiering av Sveriges föroreningsbudget.

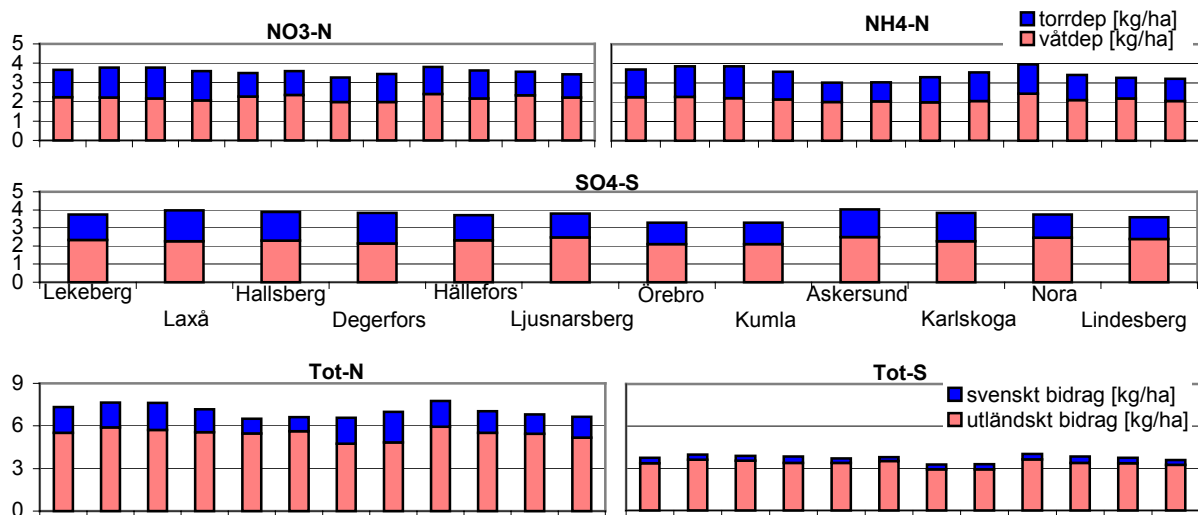
Ett rutnät på 5*5 km har använts för beräkningarna. Det beräknade nedfallet omfattar både våt och torr deposition där hänsyn tagits till fördelningen mellan skog, öppna fält och sjöytor som finns i respektive ruta. Depositionen anger därför ett genomsnitt för

rutans alla markanvändningsklasser. Det modellberäknade totala nedfallet (våt + torr deposition) av svavel är jämförbart med krondroppsmätningarna och båda måtten kan jämföras med till exempel kritisk belastning för försurning. Modellberäknat totalt nedfall av kväve uppskattar den atmosfäriska tillförseln och är inte direkt jämförbart med mätningarna. På öppet fält provtas huvudsakligen våtdeposition och nedfall av kväve i form av krondropp är påverkat av trädets interna cirkulation. Modellberäknad deposition av kväve är bäst lämpad att jämföra med kritiska belastningsgränser för försurning och övergödning.

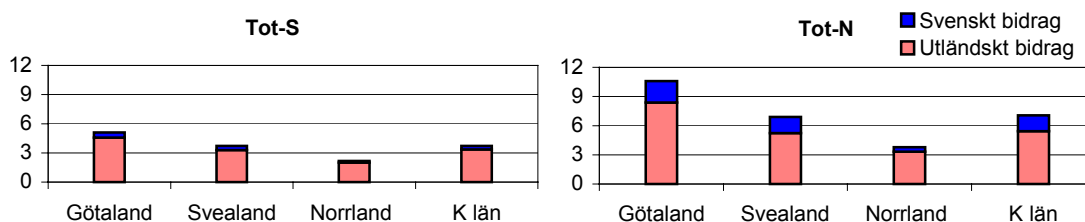
Resultaten visar att variationerna mellan kommunerna inom Örebro län är relativt måttliga. Länet är centralt beläget i landet och därmed inte påverkat i så hög grad av den tydliga nedfallsgradient som

finns i sydvästra Sverige. Högre deposition i vissa kommuner kan oftast förklaras av en högre nederbörds mängd inom den kommunen.

För både svavel och kväve ligger den totala depositionen högre än den förväntade deposition år 2010 på 2,5 kg/ha respektive 4 kg/ha och år. Även utan Sveriges bidrag nås inte den nivån för närvarande i flertalet kommuner. För svavel kan konstateras att endast en liten del av depositionen har sitt ursprung i Sverige, medan motsvarande andel för kväve är mer betydande. För kväve är därför potentialen för ytterligare utsläppsminskningar inom landet större. I jämförelse med landet som helhet (figur 10) är depositionen i Örebro län, som i övriga Mellansverige, högre än i Norrland och lägre än i södra Sverige. För svavel och kväve ligger nedfallet något lägre än genomsnittet för Svealand.



Figur 9. Modellberäknade data för kommunvis deposition av svavel och kväve i kg/ha och år under 2002/03. De tre översta diagrammen visar deposition av NH4-N, NO3-N och SO4-S uppdelat på torr och våt deposition för respektive kommun. De två nedre diagrammen visar total deposition, både våt och torr, för svavel respektive kväve, uppdelad på Sveriges eget bidrag och den andel som kommer från andra länder. Observera att skalan skiljer sig för de två nedre diagrammen.



Figur 10. Modellberäknade data för deposition av svavel och kväve i kg/ha och år i olika delar av landet.

Tidsutveckling markvatten

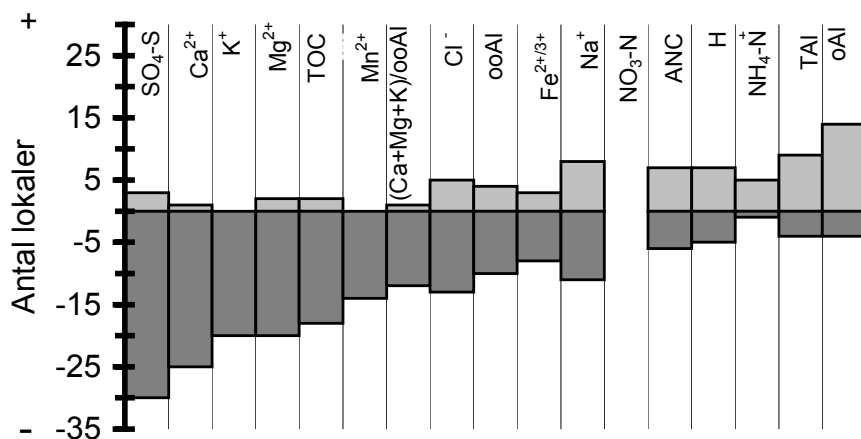
Linjär regressionsanalys har gjorts för att konstatera om markvattnets sammansättning förändrats signifikant sedan mätningarna startade på varje lokal. Sammanställningen ger indikationer på utveckling i skogsmark och markvatten på samtliga lokaler med minst fem provtagningar (~2 år).

Figur 11 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 11. Trendberäkningar för markvatten på 39 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 1a. Krondroppsdata från Örebro län, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	Period	Nedb	H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
		mm	kg/ha →										
Grecks-sundet (T 02 A)	03/04	587	0,05	2,4	1,9	10,2	1,6	1,6	2,3	1,1	4,0	16,9	0,16
	02/03	428	0,06	2,5	2,2	7,7	2,0	1,5	2,2	1,1	3,0	11,6	0,31
	01/02	566	0,03	3,0	2,5	10,4	1,6	1,7	2,4	1,1	4,5	14,4	0,15
	00/01	764	0,06	5,3	4,8	9,1	3,2	2,7	3,3	1,6	4,3	20,2	0,78
	99/00	531	0,05	3,0	2,5	10,3	1,8	1,6	2,0	1,0	4,6	13,3	0,38
	98/99	650	0,07	4,2	3,8	8,6	2,2	2,4	2,6	1,2	3,7	14,4	0,36
	97/98	571	0,06	3,9	3,6	7,7	2,4	2,5	2,3	1,1	3,2	14,9	0,45
	96/97	566	0,08	4,5	4,0	10,3	2,4	2,7	2,3	1,2	4,3	13,3	0,56
Örlingen (T 03 A)	03/04	619	0,12	1,7	1,5	5,0	1,3	0,6	2,1	0,8	2,6	4,6	0,24
	02/03	474	0,09	1,7	1,5	4,0	1,3	1,0	1,6	0,8	2,0	4,5	0,19
	01/02	582	0,07	2,0	1,8	5,4	1,0	0,6	1,8	0,7	2,7	7,7	0,10
	00/01	790	0,18	3,4	3,1	5,7	2,1	1,2	2,2	1,0	2,9	9,0	0,64
	99/00	579	0,14	2,4	2,1	8,1	1,6	0,5	2,2	1,0	4,4	5,8	0,38
	98/99	647	0,18	3,0	2,8	4,8	1,6	1,0	2,5	0,9	2,6	5,3	0,24
	97/98	599	0,14	2,9	2,7	4,8	1,5	0,9	2,3	0,8	2,7	8,5	0,37
	96/97	559	0,17	3,2	2,9	6,6	1,5	0,7	2,3	0,9	3,1	4,7	0,44
Bälgsjön (T 04 A)	03/04	657	0,15	2,5	2,2	8,1	2,1	0,9					
	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)	03/04	484	0,08	1,7	1,4	6,0	1,3	0,6					
	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)	03/04	545	0,07	2,2	1,8	8,7	1,4	0,8					
	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 1b. Krondroppsdata från Örebro län för ytor där organiskt kväve analyserats, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.
(oorgN = NO₃-N + NH₄-N) och (orgN = Kj-N - NH₄-N)

Lokal	Period	Nedb	oorg N	org N	TOC
		mm	kg/ha →		
Grecks-	03/04	587	3,2	2,4	
sundet	02/03	428	3,5	2,4	
(T 02 A)	01/02	566	3,3	2,7	
Örlingen	03/04	619	1,9	1,2	
(T 03 A)	02/03	474	2,3	1,4	
	01/02	582	1,7	1,5	

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

Lokal	Period	Nedb	H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
		mm	kg/ha →										
Greckssundet	02/03	799			2,5		2,4	2,2					
(T 02 A)	01/02	892			2,8		2,7	2,6					
Örlingen	02/03	803			2,3		2,3	2,0					
(T 03 A)	01/02	834			2,6		2,4	2,3					
Bälgsjön	02/03	795			2,5		2,4	2,2					
(T 04 A)	01/02	870			2,7		2,6	2,5					
Kilsmo	02/03	621			2,0		1,8	1,9					
(T 05 A)	01/02	727			2,4		2,3	2,3					
Brohyttan	02/03	747			2,4		2,3	2,4					
(T 10 A)	01/02	855			2,7		2,6	2,6					

Tabell 3. Lufthalter (Ozon) från Grimsö

Namn	Station ID	Månad	Antal timmar	Månadsmedelvärde	Högsta uppmätta timmedelvärde	Antal timmedelvärde över 180	AOT40	Antal 8tim MA* >120	Högsta 8 tim MA
			(st)	(µg/m ³)	(µg/m ³)	(st)	(µg/m ³ *h)	(st)	(µg/m ³)
Grimsö	7152	200310	739	37	71	0	0	0	70
Grimsö	7152	200311	709	23	55	0	0	0	49
Grimsö	7152	200312	743	43	90	0	10	0	71
Grimsö	7152	200401	622	45	79	0	0	0	70
Grimsö	7152	200402	696	66	95	0	409	0	92
Grimsö	7152	200403	744	72	114	0	1994	0	111
Grimsö	7152	200404	697	75	140	0	4815	2	136
Grimsö	7152	200405	736	67	130	0	2465	0	120
Grimsö	7152	200406	720	62	107	0	1282	0	104
Grimsö	7152	200407	740	53	98	0	252	0	92
Grimsö	7152	200408	744	53	108	0	468	0	97
Grimsö	7152	200409	718	46	117	0	316	0	107
Grimsö	7152	200310-200409	8608	53	140	0	12012	2	136

* MA = mean average (beräknat som flytande medelvärde)

Tabell 4. Markvattendata från Örebro län.

Lokal	Datum	pH	Alk		SO ₄ -S		Cl	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺	Fe ^{2+/3+}	ooAl	tAl	TOC	BC/ooAl
			mekv/l →		mg/l →														
Greckssundet (T 02 A)	2003-11-10	5,0	-	-0,010	1,65	3,66	<0,002	<0,020	0,52	0,45	2,91	0,26	<0,020	<0,005	0,319	0,377	2,3	3,2	
	2004-04-28	5,0	-	-0,014	1,95	3,11	<0,002	0,027	0,45	0,45	2,99	0,26	<0,020	<0,005	0,318	0,389	1,9	3,1	
	2004-07-28	5,1	-	-0,022	2,06	3,63	<0,002	<0,020	0,51	0,37	3,30	0,38	<0,020	0,014	0,274	0,299	1,6	3,7	
	2004-09-27	5,0	-	-0,004	2,06	2,78	<0,002	<0,020	0,57	0,45	2,96	0,33	<0,020	0,014	0,353	0,423	2,4	3,2	
	median	5,0		-0,015	2,01	3,57	<0,002	<0,01	0,62	0,53	2,9	0,34	<0,02	0,01	0,371	0,44	4,1	3,2	
<i>n=</i>	<i>26</i>			<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>25</i>	<i>26</i>	<i>25</i>	<i>25</i>	
Örlingen (T 03 A)	2003-11-10	5,1	-	-0,019	1,31	2,33	<0,002	<0,020	0,77	0,26	1,51	0,10	<0,020	<0,005	0,247	0,262	2,4	3,6	
	2004-04-28	5,0	-	-0,025	1,41	1,27	<0,002	0,025	0,60	0,12	1,25	0,18	<0,020	<0,005	0,362	0,392	2,1	1,8	
	2004-07-28	5,0	-	-0,029	1,56	2,10	<0,002	0,020	0,73	0,14	1,72	0,20	<0,020	0,017	0,254	0,291	1,8	3,1	
	2004-09-27	4,9	-	-0,034	1,90	1,56	<0,002	<0,020	0,67	0,20	1,68	0,22	<0,020	0,006	0,393	0,422	2,1	2,1	
	median	5,0		-0,022	1,4	1,85	<0,002	<0,01	0,71	0,2	1,4	0,2	<0,02	0,004	0,31	0,328	3,7	3,0	
<i>n=</i>	<i>26</i>			<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	
Bälgsjön (T 04 A)	2003-11-10	5,2	-	0,039	0,54	3,39	<0,002	<0,020	0,79	0,44	2,08	0,09	<0,020	0,034	-	0,311	10,3	-	
	2004-04-28	5,0	-	0,045	0,70	1,15	<0,002	0,028	0,44	0,29	1,59	0,23	<0,020	0,034	0,068	0,435	9,6	12	
	2004-07-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2004-09-27	5,2	-	0,121	0,61	3,15	<0,002	0,020	1,33	0,99	2,04	0,44	<0,020	0,031	0,176	0,728	28,5	13	
	median	5,3		0,047	0,8	1,36	<0,002	<0,01	0,8	0,44	1,31	0,44	<0,02	0,025	0,118	0,416	11	12	
<i>n=</i>	<i>20</i>			<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>15</i>	<i>19</i>	<i>17</i>	<i>15</i>		
Kilsmo (T 05 A)	2003-11-10	4,8	-	-0,008	2,21	9,83	<0,002	<0,020	3,51	0,81	3,72	0,11	0,263	0,034	0,867	1,086	7,2	3,9	
	2004-04-28	5,2	-	0,064	3,02	3,34	<0,002	0,024	3,47	0,63	2,77	<0,08	<0,020	0,048	0,313	0,620	6,6	9,9	
	2004-07-28	4,8	-	-0,040	2,63	2,99	<0,002	0,048	1,36	0,32	2,51	0,20	0,126	0,053	0,528	0,758	7,9	2,7	
	2004-09-27	5,0	-	-0,018	2,19	0,92	<0,002	0,023	1,00	0,29	1,61	<0,08	0,102	0,029	0,469	0,763	6,2	2,1	
	median	5,1		0,009	3,37	3,17	<0,002	<0,01	3,17	0,5	2,75	0,2	0,133	0,054	0,475	0,764	8,8	6,1	
<i>n=</i>	<i>22</i>			<i>22</i>	<i>22</i>	<i>22</i>	<i>22</i>	<i>22</i>	<i>22</i>	<i>22</i>	<i>22</i>	<i>22</i>	<i>22</i>	<i>22</i>	<i>22</i>	<i>22</i>	<i>22</i>		
Brohyttan (T 10 A)	2003-11-10	5,1	-	0,081	1,45	14,77	0,023	0,167	3,72	1,29	5,82	1,74	<0,020	0,058	0,333	0,819	19,6	15	
	2004-04-28	5,5	0,001	0,038	0,81	1,51	<0,002	0,034	0,94	0,26	1,29	0,29	<0,020	0,041	0,060	0,254	6,3	19	
	2004-07-28	4,9	-	0,086	1,19	10,81	<0,002	-	3,64	0,94	4,25	0,85	<0,020	-	-	-	-	-	
	2004-09-27	5,1	-	0,047	1,17	13,18	<0,002	0,135	3,57	1,07	4,85	0,55	<0,020	0,013	0,170	0,444	13,0	23	
	median	5,3		0,043	1,91	4,05	<0,002	0,034	2,31	0,63	2,77	0,51	<0,02	0,018	0,176	0,482	11	13	
<i>n=</i>	<i>28</i>			<i>26</i>	<i>27</i>	<i>27</i>	<i>27</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>26</i>	<i>25</i>	<i>19</i>	<i>24</i>	<i>23</i>		

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

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 (0)8 598 563 00
Fax: +46 (0) 8 598 563 90

P.O. Box 5302, SE-400 14 Göteborg
Aschebergsgatan 44
Tel: +46 (0)31 725 62 00
Fax: +46 (0)31 725 62 90