



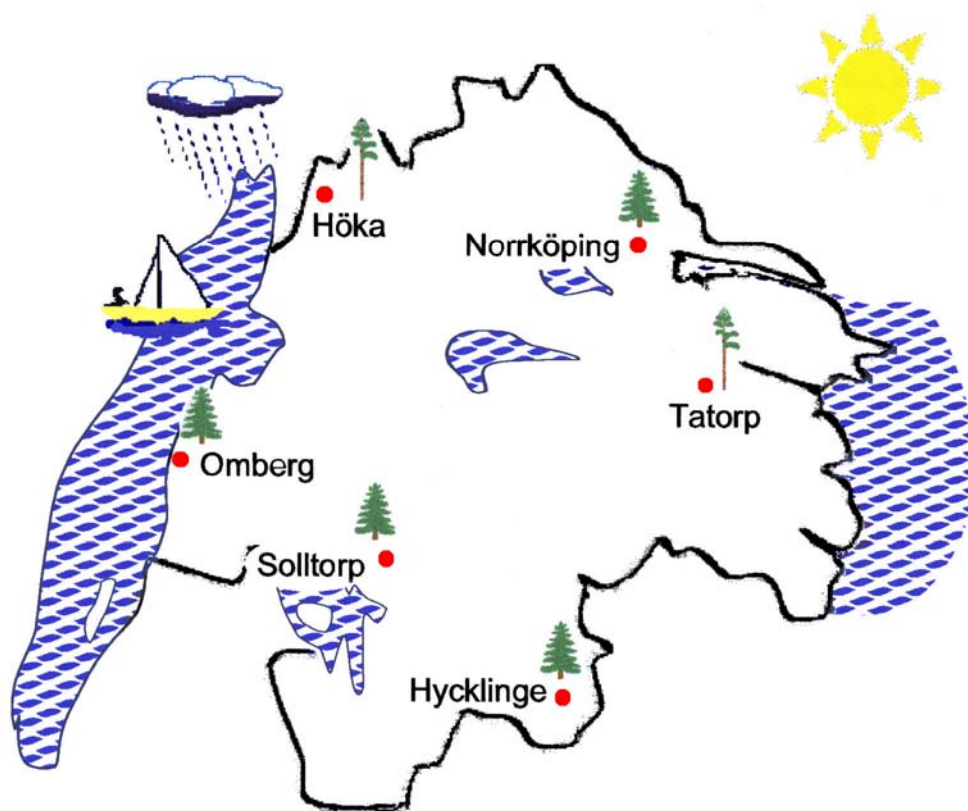
rapport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

För Skogsvårdsstyrelsen i Östra Götaland och Östergötlands
Luftvårdsförbund

Övervakning av luftföroreningar i Östergötlands län

Resultat till och med september 2004



Anna Liljergren, redaktör
B 1623
Maj 2005

För Skogsvårdsstyrelsen i Östra Götaland och Östergötlands Luftvårdsförbund

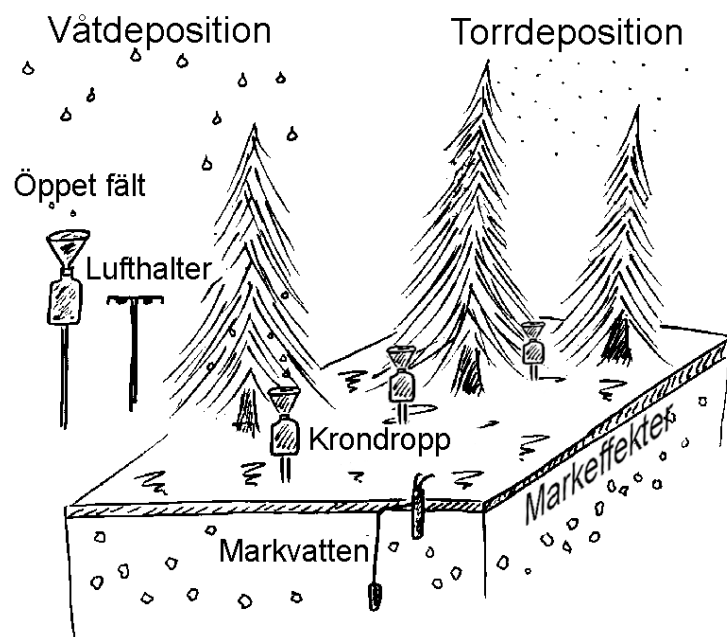
Övervakning av luftföroreningar i Östergötlands län

Resultat till och med september 2004

På uppdrag av Skogsvårdsstyrelsen i Östra Götaland och Östergötlands Luftvårdsförbund har IVL mätt nedfall av luftföroreningar och markvattenkvalitet på sex platser i länet. I februari 1998 startades mätning av lufthalter på två av dessa. Syftet är att beskriva nedfallets storlek, markvattnets sammansättning i skogsytorna och luftens innehåll av föroreningar i olika delar av länet, samt hur förhållandena ändras med tiden. Resultaten kan jämföras med förväntad utveckling i takt med att beslutade utsläppsminskningar genomförs. Ytorna har samlokaliseras med Skogsvårdsorganisationens observationsytor, vilket gör att resultaten kan jämföras med uppgifter om skogens hälsa. Genom samarbete med SMHI utförs även yttäckande modellberäkningar av depositionen sedan 2000/01.

Mätningarna i Östergötlands län visar måttlig belastning i länet jämfört med situationen i Sverige som helhet. Under hydrologiska året 2003/04 var depositionen av antropogent svavel och oorganiskt kväve i genomsnitt 2,4 respektive 2,7 kg/ha till marken i granytorna. Som jämförelse kan nämnas att depositionen av svavel i granytorna i Skåne generellt var 5-8 kg/ha och i Norrland mindre än 2 kg/ha. Två lokaler i länet har mätserier från 1991, Norrköping och Omberg. Mätningarna visar att nedfallet av antropogent svavel mer än halverats sedan mätningarna startade. Det är främst minskande torrdeposition som har lett till denna reduktion. Minskat svavelnedfall förklaras till stor del av reducerade utsläpp av svavel i Europa. För kväve är det svårare att se trender.

Trots minskat nedfall av svavel noteras ingen tydlig återhämtning av markvattnet. Surast markvatten har Tatorp, Höka och Hycklinge (pH-värde 4,6-5,0). Övriga ytor i länet har något högre pH-värden i markvattnet och är inte lika tydligt försurningspåverkade. 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. Lufthalter mäts på två lokaler i länet, Solleby och Höka. Uppmätta halter svaveldioxid, kvävedioxid och ammoniak i bakgrundsmiljö var generellt låga. När det gäller EU-direktivet och den svenska miljökvalitetsnormen för marknära ozon så understiger halterna det gränsvärde som skall gälla från 2010. Dock överskrids det svenska målvärdet 50 µg/m³ som avser tillståndet 2020.



Figur 1. Principskiss för mätningarna.

Uppdragsgivare:

SVS och Östergötlands LVF

Utförande organ:

IVL Svenska Miljöinstitutet AB
Box 5302, SE-400 14 GÖTEBORG

Författare: Anna Liljergren, red.

Nyckelord: Deposition, svavel, kväve, skogsytor, försurning, markvatten, lufthalter, Östergötlands län

IVL rapport B 1623

Beställs från:

SVS i Östra Götaland
Kristian Svedberg
Box 228
593 24 VÄSTERVIK
eller

publikationsservice@ivl.se

IVL, Publikationsservice
Box 21060
SE-100 31 STOCKHOLM
Tel: 08-598 563 00
Fax: 08: 598 563 90

Innehållsförteckning

Övervakning av luftföroreningar i Östergötlands län	1
Innehållsförteckning	2
Inledning	3
Ord att förklara	4
Förklaring till stationsfigurer	4
Stationsvis redovisning	5
Tidsutveckling deposition	14
Kommunvis deposition	15
Tidsutveckling markvatten	16
Marknära ozon	16
Faktaruta: Lufthalter och årsmedelvärden	18
Data i tabellform – deposition, lufthalter, markvatten	19

Mer information finns på
Krondroppsnätets hemsida:
www.ivl.se/miljo/projekt/kron/

Där finns bland annat:

- bakgrund och metodbeskrivning
- information om provytorna
- länk till modellberäknade data
- databas och kartor för hela Sverige
- 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 miljökvalitetsmål 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 **Östergötlands län** är resultat av ett lagarbete där provtagning på ordinarie lokaler utförts av Tore Lindén, Björn Johansson och Bertil Karlsson, samtliga Skogsvårdsstyrelsen. 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 2003/04. Samordnade mätningar av luftföroreningar i skogliga observations ytor.

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.

Interncirkulation: 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 nedfallet

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 en 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

Figur 3-8, deposition och markvatten, figur 13 lufthalter samt tabell 1-4. Notera att nederbörds-kemiska mätningar på öppet fält inte längre genomförs på någon lokal i länet. På samtliga lokaler redovisas istället modellberäknad våtdeposition i figur 3-8. Resultat från tidigare års mätningar som inte redovisas i rapporten, finns utlagda på Krondroppsnätets hemsida

www.ivl.se/miljo/projekt/kron/

Norrköping (E 02): Äldre (84 år) granskog, med inslag av tall, på stenig moränmark och låg bonitet (ståndortsindex G24). Lokalen, som också kallas **Kvillinge**, har ett exponerat läge i en sluttning nordväst Norrköping, vilket bidrar till att det är den lokal i Östergötland som varit mest utsatt för nedfall av försurande ämnen. Lokalen har, tillsammans med Omberg, varit med sedan mätningarna i Östergötlands län startade 1991. Från och med september 2002 mäts deposition enbart i skogsytan.

Sedan mätningarna startade 1991 har granytan i Norrköping haft den största depositionen av antropogent svavel och oorganiskt kväve av ytorna i länet. Hydrologiska året 2003/04 var inget undantag och resultaten visade ett nedfall på 3,4 kg svavel och 4,4 kg oorganiskt kväve per hektar till marken i skogsytan, vilket är något lägre än föregående år och för svavel den lägsta noteringen hittills. Nedfallet av antropogent svavel har mer än halverats sedan början av 1990-talet. Någon liknande minskande trend har inte noterats för oorganiskt kväve. Stora årliga variationer i kvävenedfallet är vanligt förekommande i ytan. Trots förhållandevis stor belastning av försurande ämnen visar markvattnet i Norrköping ingen ökad försurningsgrad jämfört med övriga lokaler i området. Troligtvis beror det på inslag av ytligt grundvatten. Grundvatten har ofta betydligt högre pH-värden, lägre halter av aluminium och högre halter av baskatjoner än vad markvatten har. Under hyd-

rologiska året 2003/04 visade markvattenprovtagningarna pH-värde 5,4-6,3, kalcium- och magnesiumhalter på 0,9-1,8 mg/l samt låga halter av oorganiskt aluminium, 0,2 mg/ml. Resultaten ligger generellt i nivå med tidigare års resultat. Sedan mätningarna startade har ett flertal signifikanta förändringar noterats. Det gäller sjunkande halter av sulfatsvavel, klorid, kalcium, magnesium, natrium, mangan samt totalt organiskt kol.

Tatorp (E 04): Nationell observationsyta med 68-årig, ganska tät tallskog med ståndortsindex T24. Fältskiktet är av ristyp och ytan har ett skyddat läge. Mätning av deposition och markvatten startade i oktober 1996. Från och med september 2002 mäts deposition enbart i skogsytan.

Depositionen av antropogent svavel till marken i skogsytan i Tatorp har generellt varit bland de lägsta i länet. Under det senaste hydrologiska året noterades 1,6 kg/ha, vilket, liksom för de flesta andra lokalerna i länet, är den lägsta noteringen hittills. Nedfallet av oorganiskt kväve via krondroppet har varierat mycket under de åtta år mätningarna har pågått, mellan 3,2 och drygt 6 kg/ha.

Markvattnet i Tatorp är tydligt försurningspåverkat. Markvattnet har sedan mätningarna startade haft ett stabilt surt pH-värde omkring 4,6, och höga halter av totalt aluminium (1,7 mg/l). Situationen ser inte ut att förbättrats 2003/04. Två provtagningar under senaste året (vår och sommar) visar pH-värde 4,1 och 4,5. Halterna av kalcium, magnesium och kalium har inte överstigit 1,2 mg/l och halten totalt aluminium har fortsatt varit hög, varav cirka en tredjedel har förekommit i den mer skadliga oorganiska formen. Halterna av nitratkväve har nästan alltid varit under detektionsgränsen, vilket är normalt i svensk skogsmark och indikerar att tillgängligt kväve utnyttjas effektivt av vegetationen. Trots att markvattnet är tydligt försurningspåve-

rat i Tatorp har markvattnets syraneutraliserande förmåga, ANC, visat positiva värden sedan mätningarna startade. Det har dock noterats en minskande trend för ANC (ej signifikant) och pH-värdet i marken (signifikant), vilket indikerar ökad försurningsgrad. Sedan mätningarna startade har halterna av kalcium, magnesium, kalium och mangan minskat signifikant och aluminium (oorganiskt och totalt) ökat signifikant.

Omberg (E 08): Gammal (82 år), grov, ganska gles granskog uppe på Omberg. Ytan ligger exponerad i en sluttning åt väster ut mot Vättern. Marken är bördig och kalkrik och har ett fältskikt av örter. Mätningar har utförts på Omberg sedan 1991. Från och med september 2002 mäts deposition enbart i skogsytan.

Senaste årets data visar liksom flera andra lokaler i länet mindre deposition till marken i granytan än föregående år; 1,8 kg jämfört med 2,4 kg antropogent svavel vilket är den lägsta noteringen hittills, samt 3,3 kg jämfört med 3,8 kg oorganiskt kväve per hektar. Nedfallet av svavel har tydligt minskat sedan början av 1990-talet. De tre första åren uppmättes i genomsnitt 6,6 kg/ha, de sista tre i genomsnitt 2,0 kg/ha. Den huvudsakliga minskningen skedde under första hälften av 1990-talet. Även nedfallet av oorganiskt kväve via krondropp har minskat något vid jämförelse av samma perioder som för svavel, från i genomsnitt 4,5 kg/ha till 3,5 kg/ha. Årsvariationerna har dock varit stora och det är svårt att se någon tydlig trend.

Generellt har det varit svårt att få fram markvatten på Omberg och utbytet har varit litet trots att två extra lysimetrar installerats i september 2000. Det senaste hydrologiska året erhöles inget markvatten alls. Möjligtvis kan de små vattenmängderna tidigare ha medfört koncentrationseffekter och förhållandevis höga halter. Eftersom ytan ligger i en sluttning kan vatten sannolikt transporteras i sidled i marken och medföra skill-

nader mellan olika tillfällen. Marken på Omberg är kalkrik och bördig och ytan karakteriseras av pH-värden omkring 5,7 samt höga kväve- och kalciumhalter i markvattnet. De höga halterna av nitrat- och ammoniumkväve indikerar någon form av störd kväveomsättning i ekosystemet och att utlakning av kväve förekommer vid vissa tillfällen. Sedan mätningarna startade har halterna av sulfatsvavel, klorid, magnesium, natrium och totalt organiskt kol minskat signifikant medan beräknad ANC och järn har ökat.

Solltorp (E 21) Internationell observationsyta (EU-yta) med snart 70-årig granskog som gallrades i början av 1990-talet. Ståndortsindex är G32 och beståndet utgör första generationen skog på före detta betesmark. Marken sluttar svagt åt öster och lokalen ligger väl skyddad inne i beståndet. Mätning av deposition och markvatten startade i oktober 1996. Lufthaltsmätningar startade i februari 1998. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i september 2002.

I Solltorp noterades 2,0 kg antropogent svavel och 1,0 kg oorganiskt kväve till marken i granytan under det senaste hydrologiska året, vilket är de lägsta uppmätta halterna hittills. Under den sju år långa mätserien har årlig deposition av antropogent svavel minskat något, från 4,1 kg/ha de tre första åren till 2,5 kg/ha de tre senaste åren. Depositionen av oorganiskt kväve är i stort sett oförändrat vid en jämförelse av samma tidsperioder, från 1,4 kg/ha till 1,5 kg/ha. I Solltorp mäts även nedfallet av organiskt kväve som snarast varit något större. Under 2003/04 uppmättes 2,3 kg organiskt kväve per hektar, vilket sammanlagt gav totalt 3,3 kg kväve per hektar. Påverkan av saltförande vindar (mätt som kloriddeposition) har varit på genomsnittlig nivå för länet, omkring 6,7 kg/ha under 2003/04.

Markvattenprovtagningarna under senaste hydrologiska året gav gott utbyte under hösten och våren.

Resultaten under 2003/04 följer i stort sett tidigare års resultat med pH-värden omkring 5,0, kalciumhalter omkring 2 mg/l samt aluminiumhalter på cirka 0,6 mg/l. Markvattnet har sedan 2001 visat något förhöjda halter av ammoniumkväve. Halterna av nitratkväve har oftast varit under detektionsgränsen, vilket är normalt för växande bestånd med normal kväveomsättning. Sedan mätningarna startade har halterna av sulfatsvavel, mangan och aluminium (oorganiskt och totalt) minskat signifikant. Övriga signifikanta förändringar har noterats för markvattnets pH-värde, natriumhalt samt beräknad syranutraliserande förmåga, ANC, som har ökat. Detta indikerar minskad försurningsgrad i markvattnet i Solltorp.

Lufthalter av svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och marknära ozon (O₃) har mätts i Solltorp sedan februari 1998. Årsmedelhalterna (hydrologiskt år) av SO₂ har varit relativt låga och varierat mellan 0,4-0,7 µg/m³ sedan 1998. Under den senaste mätperioden var medelhalten av SO₂ 0,7 µg/m³. Under de första två mätperioderna var årsmedelhalterna av NO₂ något högre än 2 µg/m³, medan halterna under de följande fyra perioderna var något lägre än 2 µg/m³. Årsmedelhalten av NO₂ under 2003/04 var 1,8 µg/m³. Som högst har sommarhalvårsmedelhalten av NH₃ varit 0,7 µg/m³ (2003). Medelhalten av NH₃ under sommarhalvåret har under flera år, inklusive 2004, varit lägre än detektionsgränsen, d.v.s. < 0,3 µg/m³. Sommarhalvårsmedelhalterna av O₃ har varierat mellan 55-68 µg/m³ och under det senaste sommarhalvåret var medelhalten 58 µg/m³.

Månadsmedelhalterna av SO₂ i Solltorp har under perioden 2003/04 varit lägre än 1 µg/m³ och i nivå med halterna i Höka, med undantag av mars 2004 då halten i Solltorp var lägre (se vidare under Höka). Halterna av NO₂ har varierat som brukligt med de högre halterna under vinter-

halvåret och de lägre under sommarhalvåret. NO₂-halterna har i stort sätt varit i nivå med de i Höka. Åtta av tolv månadsmedelhalter av NH₃ har under den senaste mätperioden varit lägre än detektionsgränsen på 0,3 µg/m³. Den högsta månadsmedelhalten av NH₃ var 1,1 µg/m³ och uppmättes i oktober 2003. Månadsmedelhalterna av O₃ har under perioden varit i nivå med halterna i Höka och lägre än halterna på EMEP-stationen Norra Kvill i Kalmar län. Den högsta månadshalten i Solltorp var 75 µg/m³ och uppmättes i maj 2004.

Höka (E 22): Internationell observationsyta, EU-yta, i länets nordvästligaste hörn. Beståndet utgörs av medelgrov, 69-årig tallskog (T24) på typisk tallmark med fältskikt av blåbärsris. Mätning av deposition och markvatten startade 1991 och för lufthalter startade mätningarna i februari 1998. Från och med september 2002 mäts deposition enbart i skogsytan.

Senaste årets data visar att nedfallet av antropogent svavel och oorganiskt kväve via krondropp var i nivå med föregående år och uppgick till 2,1 respektive 2,0 kg/ha. Uppmätt mängd krondropp var dock något högre under 2003/04, vilket indikerar att halterna var något lägre 2003/04 än under föregående år. Precis som i övriga lokaler i länet har nedfallet av antropogent svavel via krondropp i Höka minskat något sedan mätningarna började i mitten av 1990-talet. Det är dock svårt att se någon tydlig trend för nedfallet av oorganiskt kväve till marken i skogsytan. I Höka mäts även nedfallet av organiskt kväve till marken i skogsytan. Depositionen under det senaste året var i nivå med föregående år, 1,7 kg/ha, vilket sammanlagt ger 3,9 kg oorganiskt och organiskt kväve per hektar till marken i skogsytan.

Markvattenprovtagningarna i Höka visar att ytan är en av de mest försurningspåverkade av de undersökta ytorna i länet. Endast Tatorp har surare markvatten.

Medianvärden för mätserien visar pH-värde 4,9, låga baskatjonhalter, negativt ANC samt måttliga halter av totalt aluminium (0,6 mg/l), varav större delen föreligger i oorganisk form. Under senaste året var uppmätta halter under höst och vår i nivå med tidigare års mätningar medan uppmätta pH-värden under sommaren var något högre än normalt (5,7). Sedan 1996 har halterna av sulfatsvavel, järn, organiskt aluminium och totalt organiskt kol minskat signifikant. Förändringar har även noterats för totalt och oorganiskt aluminium som tidigare ökat signifikant, men under sista året minskat så att den ökande trenden är bruten. Markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) och BC/ooAl-kvot har generellt minskat sedan mätningarna startade (dock ej signifikant). Detta sammantaget med de ökade halterna av oorganiskt aluminium indikerar att markvattnet har blivit surare sedan mätningarna startade.

Lufthalter av svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och marknära ozon (O₃) har mätts i Höka sedan februari 1998. Precis som i Solltorp har årsmedelhalterna (hydrologiskt år) av SO₂ varierat mellan 0,4-0,7 µg/m³ sedan mätningarnas start 1998, med en medelhalt på 0,7 µg/m³ under 2003/04. Årsmedelhalterna av NO₂ har varit ca 2 µg/m³ sedan 1998. Under den första mätperioden var medelhalten 2,4 µg/m³, under de tre följande 1,9 µg/m³ och under de två senaste 1,7 µg/m³. Precis som i Solltorp var medelvärdet av NH₃ under sommarhalvåret 2004 < 0,3 µg/m³, medan den högsta sommarhalvårsmedelhalten av NH₃ (0,8

µg/m³) på lokalen uppmättes under 2003. Sommarhalvårsmedelhalterna av O₃ har varierat mellan 57-68 µg/m³. Under de senaste fem sommarhalvåren har dock variationen varit mycket liten och medelhalterna har varit mellan 59-61 µg/m³.

Månadsmedelhalterna av SO₂ har, med några undantag, varit relativt lika i Höka och Solltorp sedan mätningarna startade. Ett sådant undantag var i mars 2004 då några av lokalerna i södra och mellersta Sverige uppvisade lufthalter med något förhöjda SO₂-värden. Detta är tydligt i Höka, där halten i mars var 1,3 µg/m³ och den näst högsta sedan mätningarnas start. Halterna av NO₂ har i stort sätt varit i nivå med de i Solltorp. Precis som i Solltorp har åtta av tolv månadsmedelhalter av NH₃ varit lägre än detektionsgränsen på 0,3 µg/m³ under mätperioden 2003/04. Sju av dessa månader sammanfaller för de båda stationerna. Under mars 2004 uppmättes periodens högsta halt, 1,5 µg/m³, i Höka medan halten i Solltorp var lägre än detektionsgräns. Ammoniakhalten i mars var den näst högsta i Höka sedan mätningarna startade 1998. Månadsmedelhalterna av O₃ har under perioden varit i nivå med halterna i Solltorp och lägre än halterna på EMEP-stationen Norra Kivill i Kalmar län. Den högsta månadshalten var 77 µg/m³ och uppmättes, precis som i Solltorp, i maj 2004.

Hycklinge (E 28): Nationell observationsyta i drygt 70-årig, grov och ganska gles granskog (G30) i sydligaste delen av länet. Lokalen har ett skyddat läge på plan och bördig mark med fältskikt av gräs. Mätning av deposition och markvatten påbörjades i oktober 1996.

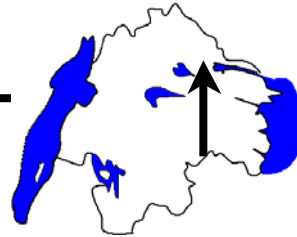
Vildsvin och grävling förekommer i området och efter diverse reparationer hägnades utrustningen in hösten 1999. Från och med september 2002 mäts deposition enbart i skogsytan.

Trots ytans skyddade läge var depositionen av antropogent svavel till marken i granytan även under 2003/04 den näst högsta i länet; 2,6 kg/ha. Endast ytan i Norrköping hade högre deposition (3,4 kg/ha). Nedfallet av oorganiskt kväve via krondropp låg däremot på en medelnivå för de undersökta ytorna i länet; 2,0 kg/ha.

Markvattnet i Hycklinge har visat måttlig, men något ökande, försurningsgrad. Markvattnet har i regel varit måttligt surt med pH-värde 5,0, med låga eller negativa värden för markvattnets syraneutraliserande förmåga, låga baskatjonhalter samt måttliga halter av oorganiskt aluminium (omkring 0,5 mg/l). Kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium har generellt varit relativt låg, cirka 5. Halterna av totalt och oorganiskt aluminium har ökat signifikant och pH-värdet har minskat signifikant sedan 1997, vilket indikerar en ökad försurningsgrad. Övriga signifikanta förändringar som noterats i markvatten från Hycklinge är sjunkande halter av sulfatsvavel, kalcium, magnesium och kalium. Halterna av nitratkväve har generellt varit under detektionsgränsen, vilket är normalt i växande bestånd. Markvattnet har dock innehållit något förhöjda halter av ammoniumkväve de senaste tre åren, vilket indikerar att något förhöjd kväveutlakning kan förekomma.

Norrköping (E 02)

Gran, 84 år

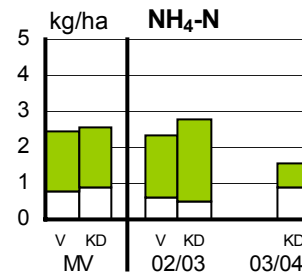
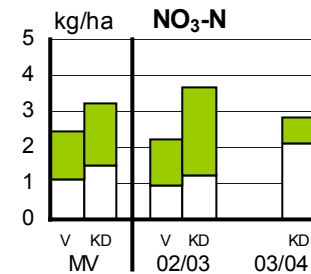
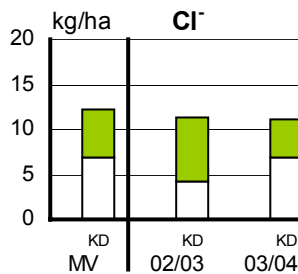
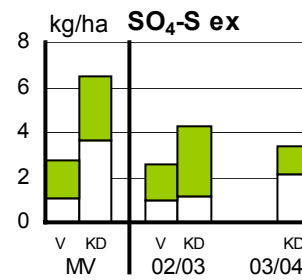
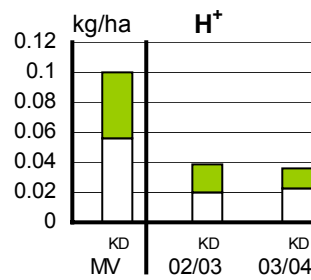
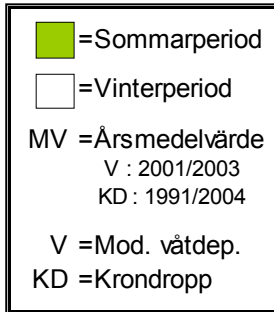


DEPOSITION

(E 02)

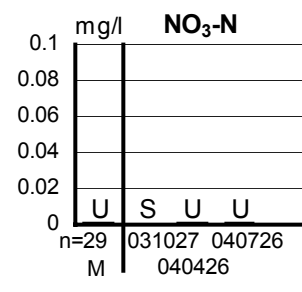
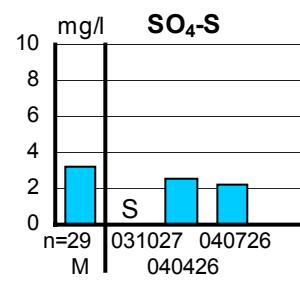
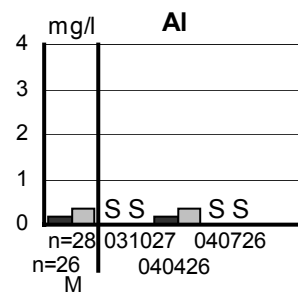
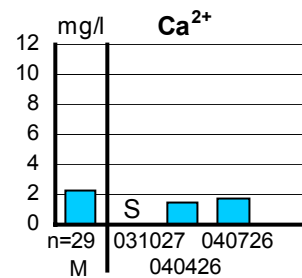
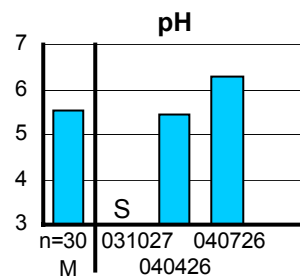
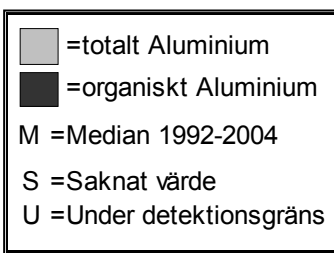
Nederbörd på V (mm)

MV	02/03	
Sommar	420	435
Vinter	296	249



MARKVATTEN

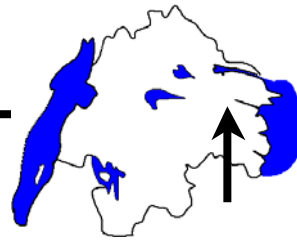
(E 02)



Figur 3. Depositions- och markvattendata från Norrköping, Kvillinge, E 02.

Tatorp (E 04)

Tall, 68 år



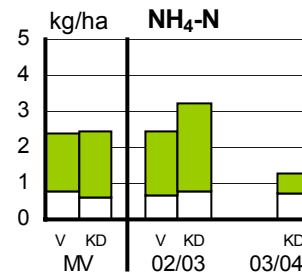
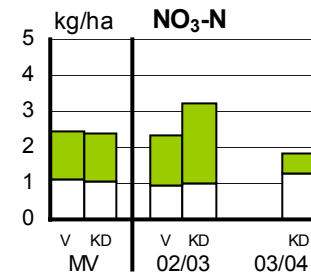
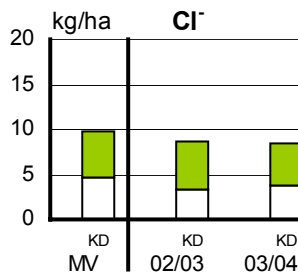
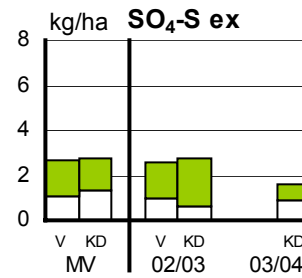
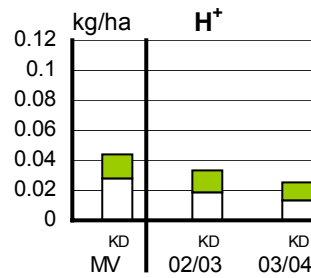
DEPOSITION

(E 04)

Nederbörd på V (mm)

MV	02/03	
Sommar	402	435
Vinter	293	251

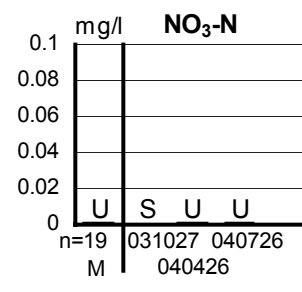
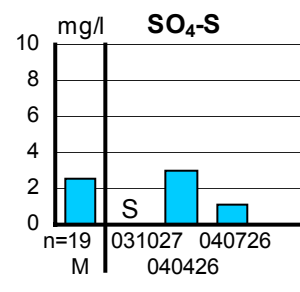
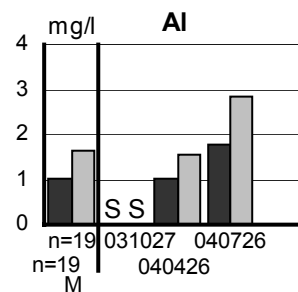
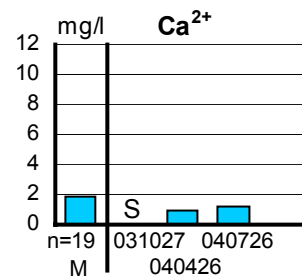
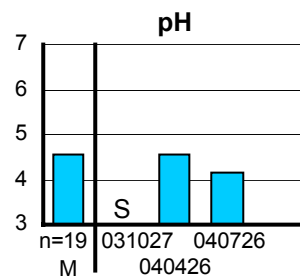
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2003
 KD : 1996/2004
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

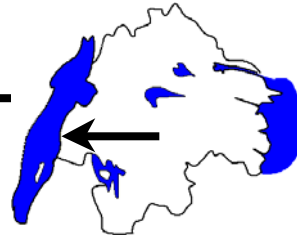
(E 04)

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



Figur 4. Depositions- och markvattendata från Tatorp, E 04.

Omberg (E 08)
Gran, 82 år



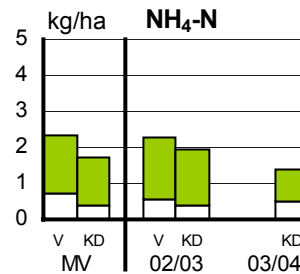
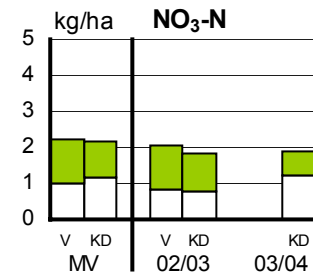
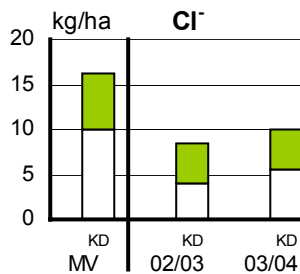
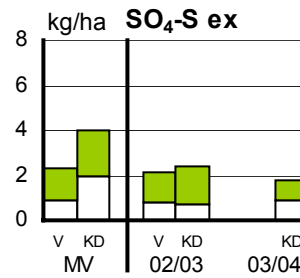
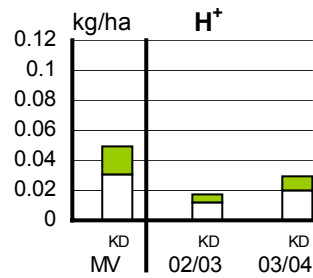
DEPOSITION

(E 08)

Nederbörd på V (mm)

MV	02/03	
Sommar	393	427
Vinter	260	233

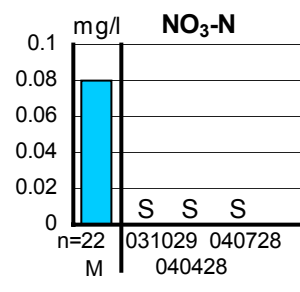
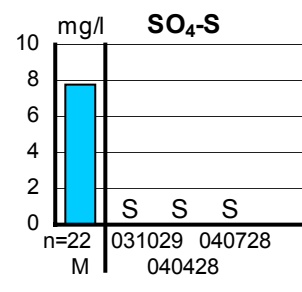
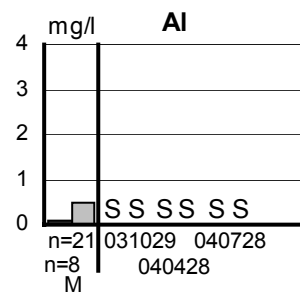
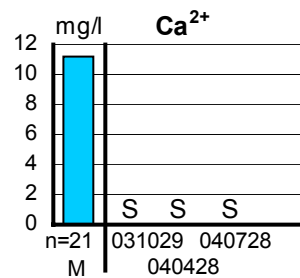
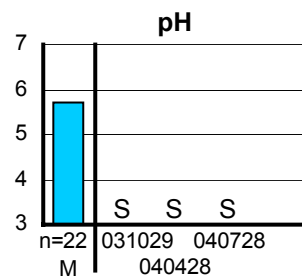
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2003
 KD : 1991/2004
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

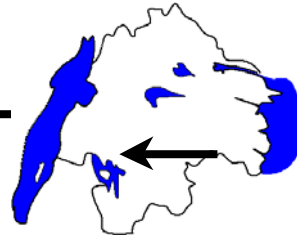
(E 08)

=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1992-2004
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



Figur 5. Depositions- och markvattendata från Omberg, E 08.

Solltorp (E 21)
Gran, 69 år



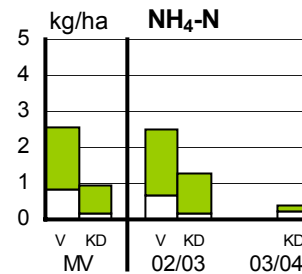
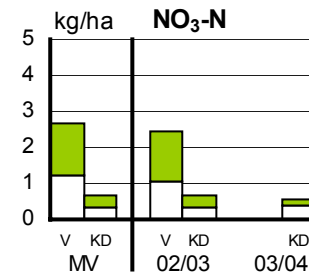
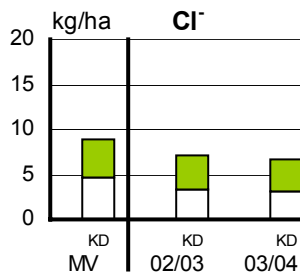
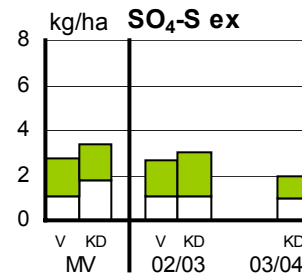
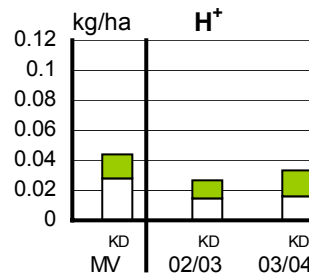
DEPOSITION

(E 21)

Nederbörd på V (mm)

	MV	02/03	
Sommar	432	471	
Vinter	314	283	

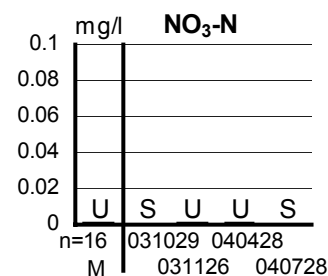
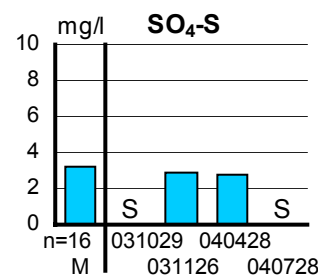
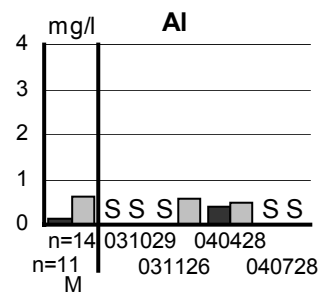
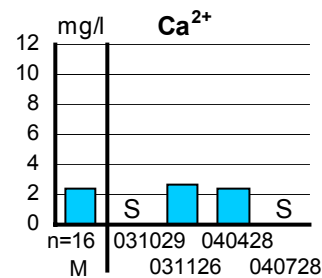
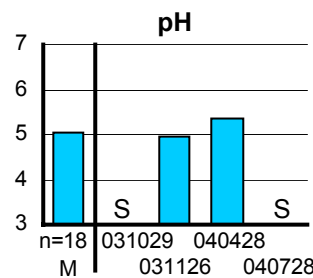
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2003
 KD : 1996/2004
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

(E 21)

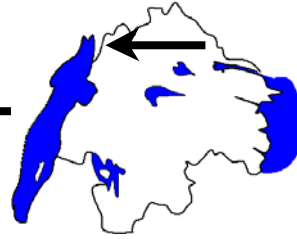
=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1996-2004
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



Figur 6. Depositions- och markvattendata från Solltorp, E 21.

Höka (E 22)

Tall, 69 år

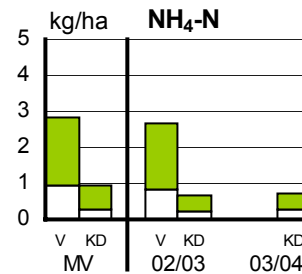
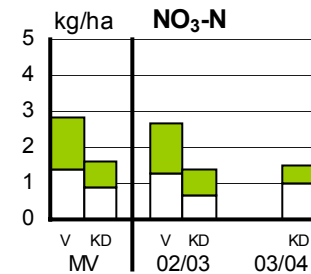
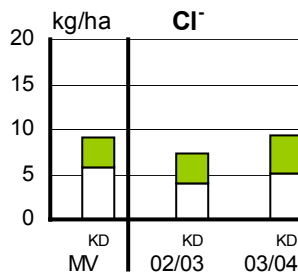
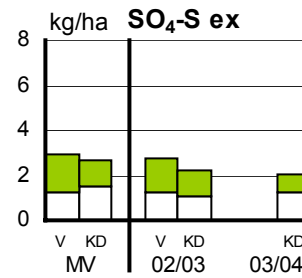
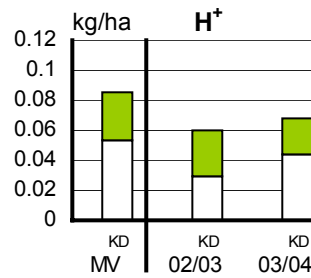
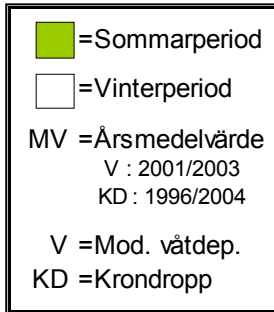


DEPOSITION

(E 22)

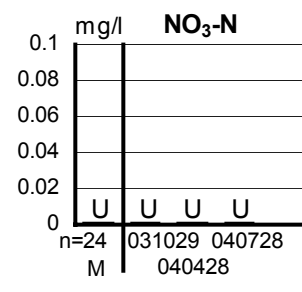
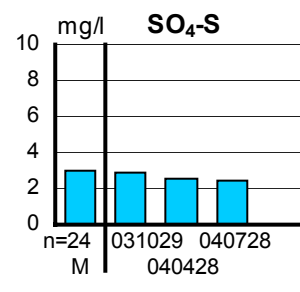
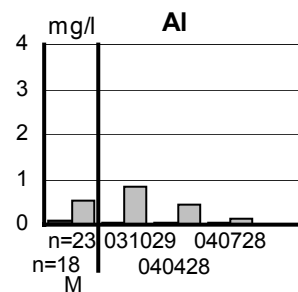
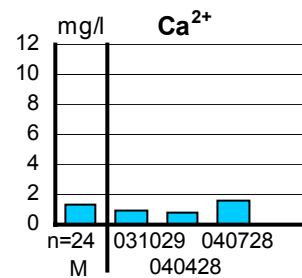
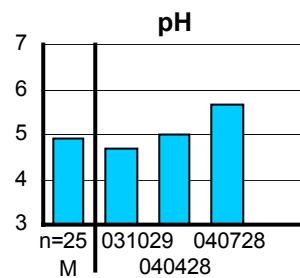
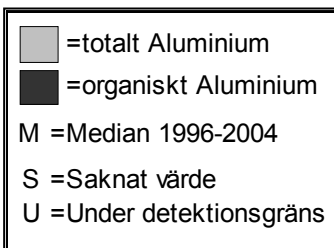
Nederbörd på V (mm)

	MV	02/03	03/04
Sommar	457	486	
Vinter	366	298	



MARKVATTEN

(E 22)



Figur 7. Depositions- och markvattendata från Höka, E 22.

Hycklinge (E 28)

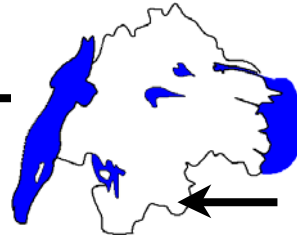
Gran, 73 år

DEPOSITION

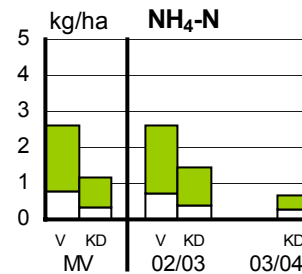
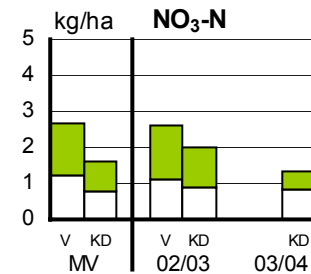
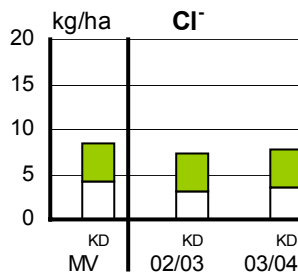
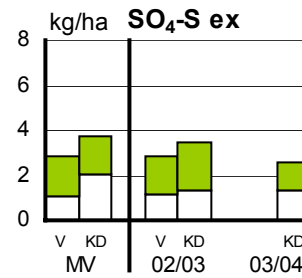
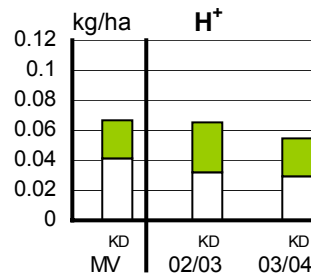
(E 28)

Nederbörd på V (mm)

	MV	02/03	
Sommar	473	532	
Vinter	315	312	



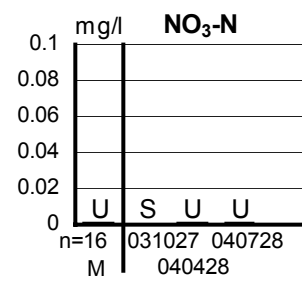
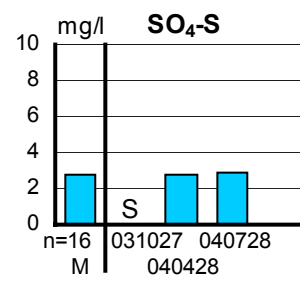
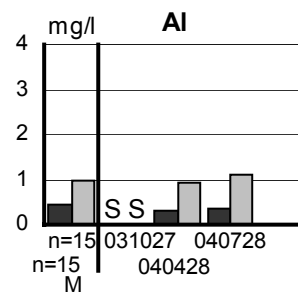
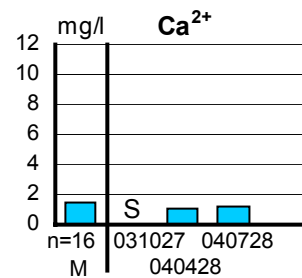
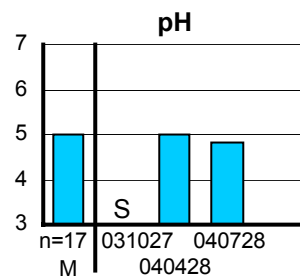
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2003
 KD : 1996/2004
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

(E 28)

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



Figur 8. Depositions- och markvattendata från Hycklinge, E 28.

Tidsutveckling deposition

Tidsutvecklingen i Östergötlands län, beräknat som medelvärden för länets lokaler, visas i figur 9.

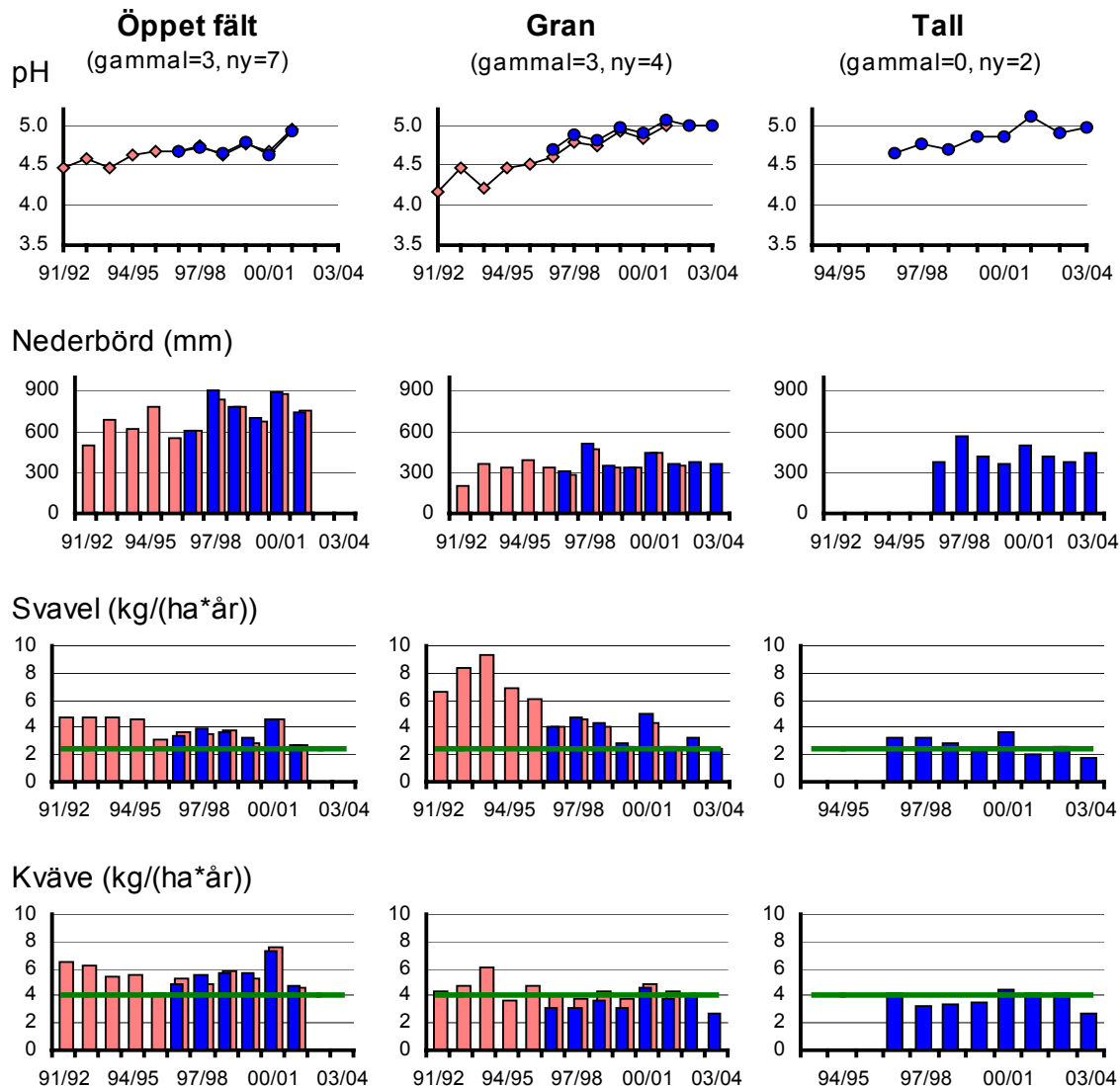
Från och med det hydrologiska året 2001/02 mäts inte depositionen på öppet fält. Slutet av 1990-talet präglades av hög nederbörd, något mindre svaveldeposition än under första halvan av 1990-talet samt en kvävedeposition i nivå med tidigare års mätningar.

Krondroppsmätningarna i granytor visade i genomsnitt 2,4 kg svavel och 2,7 kg oorganiskt kväve per hektar under 2003/04. Försurningsbelastningen har tydligt minskat i länet sedan 1991; pH-

värdet i krondroppet har stigit från omkring 4,3 till omkring 5,0 och nedfall av svavel har minskat från 8 kg/ha till 2,5 kg/ha de senaste åren. Utvecklingen har varit tydligare i krondropp än på öppet fält, vilket förklaras med att det är framför allt torrdepositionen som minskat. Någon tydlig minskande trend har inte noterats för nedfallet av oorganiskt kväve till marken i granytor. Nedfallet under de senaste fem åren har dock varit något lägre än de första fem åren. Fortsatta mätningar får visa om detta är en tillfällighet eller en utveckling i rätt riktning. I länets två tallytor startade mätningarna 1996/97. Fram till 2003/04 är det

svårt att se några tydliga förändringar, förutom ett tydligt stigande pH-värde i krondroppet. Nedfallet av antropogent svavel har minskat något medan det är svårare att se några trender för oorganiskt kväve.

Nedfallet av antropogent svavel i skogsytorna har varit i nivå med den förväntade belastningen 2010 (2,5 kg/ha) de senaste åren. För kväve är det en bit kvar innan den förväntade belastningen nås (4 kg/ha). Om torrdepositionen av oorganiskt kväve uppskattas till 2-4 kg/ha blir total deposition till skogen 6-8 kg/ha under 2003/04.



Figur 9. Årsmedelvärden för valda parametrar i tre miljöer i Östergötland; öppet fält, gran- och tallskog och två tidsserier. Syftet är att belysa tidsutveckling trots övergång från "gammal" serie (från 1991/92) till "ny" serie (från 1996/97). Markerad linje anger förväntad genomsnittlig nivå i Götaland år 2010 om beslutade åtgärder genomförs.

Kommunvis deposition

Figur 10 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.

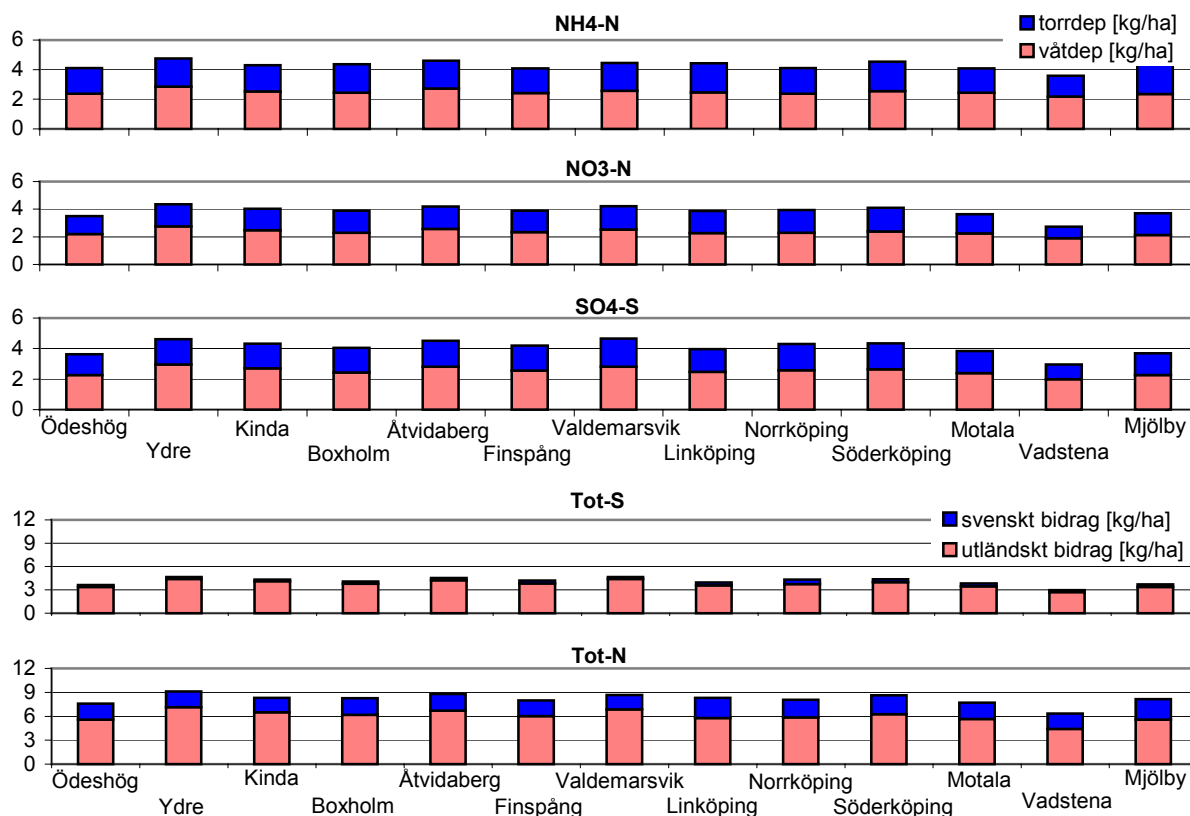
Ett rutnät på 5*5 km har använts för beräkningarna. Det beräknade nedfallet omfattar både våt och torr deposition där hänsyn tagits till fördelningen mellan skog, öppna fält och sjöytor som finns i respektive ruta. Depositionen anger därför ett genomsnitt för rutans alla markanvändningsklas-

ser. 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.

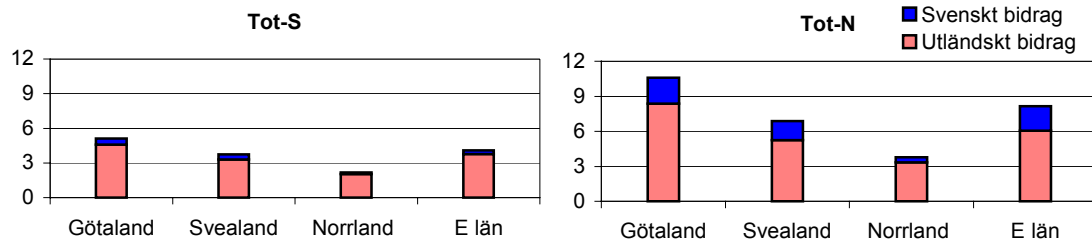
Resultaten visar att variationerna mellan kommunerna inom Östergötlands län är relativt måttliga. Länet är centralt beläget i landet och därmed inte påverkat i så hög grad av den tydliga nedfallsgradient som finns i sydvästra Sverige. Högre deposition i vissa

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 samtliga 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 11) är depositionen i Östergötlands län, som i övriga Mellansverige, högre än i Norrland och lägre än i södra Sverige. För svavel och kväve ligger nedfallet något högre än genomsnittet för Svealand.



Figur 10. Modellberäknade data för kommunvis deposition av svavel och kväve i kg/ha och år under 2002/03. De tre översta diagrammen visar deposition av NH_4-N , NO_3-N och SO_4-S uppdelat på torr och våtdeposition 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 11. Modellberäknade data för deposition av svavel och kväve i kg/ha och år i olika delar av landet.

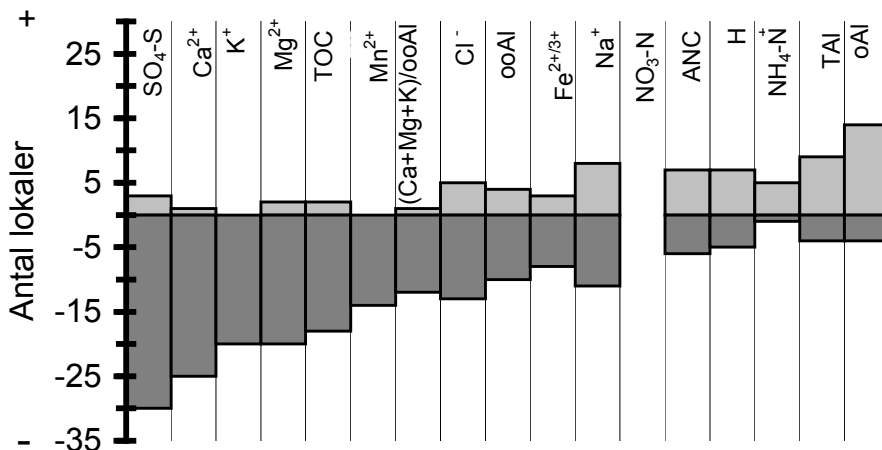
Tidsutveckling markvatten

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). Det innebär att samtliga av länets lokaler ingår i figuren.

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. Markvattnets 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 12. Trendberäkningar för markvatten på 52 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 (-).

Marknära ozon

Marknära (troposfäriskt) ozon är den gasformiga luftförorening som tillmäts störst betydelse vad gäller direkt inverkan på vegetationen i Europa. Även i Sverige står marknära ozon, tillsammans med markförsurande ämnen samt kvävenedfall ifrån luften, för den största negativa inverkan på vegetation såsom jordbruksgrödor och skog.

Mätningar av ozon med diffusionsprovtagare (passiva mätningar) sker på flera platser i Sverige. Fördelen med passiva mätningar

är att de är billiga och enkla, nackdelen är att de inte är helt tillräckliga för att bedöma utvecklingen mot olika målvärden för luftkvalitet i Sverige, EU samt inom Luftkonventionen, LRTAP.

IVL har på uppdrag av Naturvårdsverket utrett möjligheterna att utveckla en metod för att med hjälp av månadsmedelvärden för ozon kunna ge en uppfattning om ozonhalter i relation till de olika målvärdena (Pihl Karlsson & Karlsson, 2005). Statistiska samband (enkel eller polynom regression) mellan månadsmedelvärden för ozonkoncentration och olika

målvärden har sökts utifrån timvisa ozonkoncentrationer ifrån platser av relevans för svenska förhållanden där ozon mäts kontinuerligt.

Då ozonhaltens variation över dygnets timmar varierar kraftigt mellan olika platser har lokalerna där ozon mäts med hjälp av passiva provtagare klassificerats i tre kategorier i relation till geografi och lokal topografi. Två av kategorierna berör lokaler inom Krondroppsområdet:

Kategori 1: Lokaler som antas ha hög ozonbildning under dagen

samt en hög frekvens av nattliga inversioner.

Kategori 2: Lokaler som antas ha hög ozonbildning under dagen samt en låg frekvens av nattliga inversioner.

Den statistiska analysen representerar "medelförhållande" och tar inte hänsyn till extrema, ej vanligen förekommande, korta ozonepisoder. Relativt god korre-

lation (r^2 mellan 0,78 - 0,86) erhölls mellan AOT40¹⁾ och månadsmedel för ozonkoncentration.

AOT40 beräknas utifrån ozonkoncentrationer som råder under dygnets ljusa timmar. Analysen åt Naturvårdsverket gjordes med utgångspunkt på Svenska och Europeiska målvärden varvid ljusa timmar definierades, enligt deras definition, mellan 08-20 Central-

europesisk tid (CET). Inom LRTAP definieras ljusa timmar som den period då ljuset överstiger 50 W/m², eller perioden mellan solens upp- och nedgång. En beräkning med CET kan resultera i en underskattning av AOT40 på ca 10 % i södra och mellersta Sverige.

Olika målvärden som analyserats:

	Maj-Juli	April-Sept	Gäller från:
LRTAP	6000 µg/m ³ h ^{1), 2), 6)}	10000 µg/m ³ h ^{1), 3), 6)}	Nu
EU-direktiv	18000 µg/m ³ h ^{1), 4)} < 6000 µg/m ³ h ^{1), 5)}		2010 2020
Svenskt Miljömål	Saknas	< 50 µg/m ³ säsongsmedel	2010 2020
Svensk miljö kvalitetsnorm	18000 µg/m ³ h ^{1), 4)} 6000 µg/m ³ h ^{1), 5)}		2010 2020

¹⁾ "Accumulated exposure Over a Threshold 40 ppb. Från varje timvärde subtraheras 40 ppb. Om resultatet är >0 så ackumuleras detta värde. AOT40 uttrycks antingen som ppb timmar eller som µg/m³ timmar 1 ppb motsvarar ca 2 µg/m³.

²⁾ gäller jordbruksgrödor, ljusa timmar definieras som den period då ljuset överstiger 50 W/m², eller perioden mellan solens upp- och nedgång

³⁾ gäller skog, ljusa timmar definieras som den period då ljuset överstiger 50 W/m², eller perioden mellan solens upp- och nedgång

⁴⁾ gäller som medelvärde under 5 år, ljusa timmar definieras som tiden mellan kl 8 och kl 20 mellaneuropeisk tid

⁵⁾ värdet får ej överskridas, ljusa timmar definieras som tiden mellan kl 8 och kl 20 mellaneuropeisk tid

⁶⁾ Kan beräknas på årsbasis eller som medelvärde under 5 år

Referens:

Pihl Karlsson, G. & Karlsson, P.E. (2005). Metod för kartläggning av överskridande av EU-direktiv och miljömål för marknära ozon. *IVL-Rapport till Naturvårdsverket, Miljöanalysavdelningen, Miljöövervakningsenheten.*

Beräknade resultat för 2004:

Namn	Kategori	AOT40 Maj-Jul µg/m ³ *h	AOT40 Apr-Sept µg/m ³ *h	Medelvärde Apr-Sept µg/m ³
Solltorp (E 21 A)	II	5 398	7 628	58
Höka (E 22 A)	II	5 526	9 053	59
Norra Kivill (EMEP-station)	II	8 228 *	17 144 *	74

* Ljusa timmar beräknat mellan 08-20 CET.

Beräknade medelvärde under de 5 senaste åren:

Namn	AOT40 Maj-Jul µg/m ³ *h	AOT40 Apr-Sept µg/m ³ *h
Solltorp (E 21 A)	5 493	8 762
Höka (E 22 A)	5 504	9 141

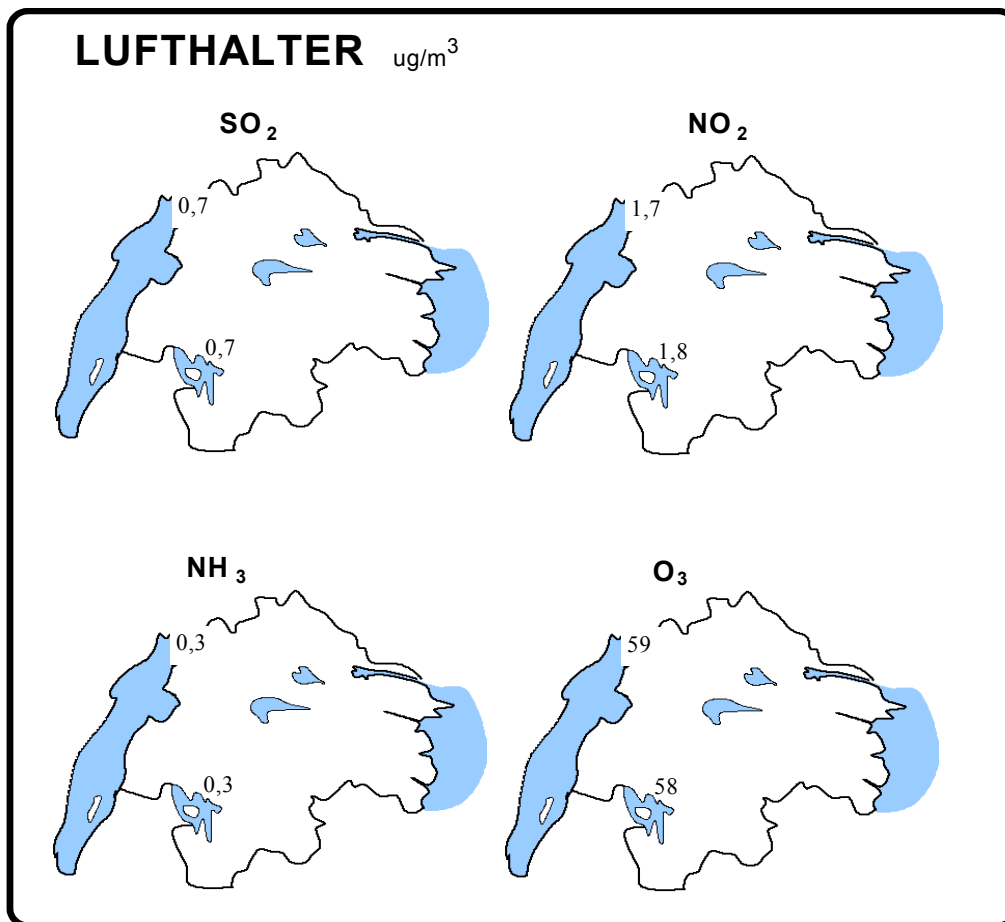
När det gäller LRTAP så underskrider ozonhalterna 2004 och halterna som 5-årsmedelvärde vid Solltorp och Höka både det kritiska gränsvärdet för jordbruksgrödor (6 000 µg/m³*h, maj-juli) och det kritiska gränsvärdet för skog (10 000 µg/m³*h, april-september). Vid en jämförelse med LRTAP kan som tidigare nämnts det beräknade AOT40 värdet vara underskattat med upp till ca 10%.

När det gäller EU-direktivet och den svenska miljö kvalitetsnormen så underskrider halterna vid samtliga lokaler det gränsvärde som skall gälla från 2010 (18 000 µg/m³*h, maj-juli). De beräknade halterna vid Solltorp och Höka för 2004 underskrider även det gränsvärde som skall gälla från 2020 (6000 µg/m³*h, maj-juli).

När det gäller det svenska miljömålet som skall gälla från 2020, dvs att sommarhalvsmedelhalten

skall understiga 50 µg/m³, så överstiger halterna vid båda lokalerna i länet målvärdet.

Den mest närliggande EMEP-station där man mäter ozon kontinuerligt är Norra Kivill. Lokalen i Norra Kivill ligger uppe på ett högt berg och är en lokal som ofta uppvisar höga ozonhalter varför en jämförelse med dess värden ej är helt rättvis.



Figur 13. Periodmedelvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) av halter i luft på öppet fält. För SO₂ och NO₂ gäller oktober 2003 till september 2004 och för O₃ och NH₃ gäller perioden april - september 2004.

Faktaruta: Lufthalter och årsmedelvärden

Svaveldioxid

Hälsa: Miljökvalitetsnormerna är baserade på tim- och dygnsmedelvärden.

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

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

Marknära ozon

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

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

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

Kväveoxider

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

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

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

Ammoniak

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

Data i tabellform – deposition, lufthalter, markvatten

Tabell 1a. Krondroppsdata från Östergötlands 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 →										
Norrköping (E 02 A)	03/04	361	0,04	3,9	3,4	11,1	2,8	1,6					
	02/03	340	0,04	4,8	4,2	11,3	3,6	2,8					
	01/02	391	0,03	4,2	3,6	13,0	3,9	3,5					
	00/01	527	0,08	7,3	6,8	10,7	3,9	4,0					
	99/00	423	0,05	4,2	3,6	13,7	2,6	1,8					
	98/99	379	0,05	5,9	5,3	13,9	3,1	3,5	4,3	1,7	7,5	14,8	1,00
	97/98	474	0,06	6,7	6,1	12,2	2,8	2,8					
	96/97	289	0,07	5,4	4,9	9,3	2,6	2,2					
	95/96	364	0,11	8,3	7,9	8,6	2,6	3,2					
	94/95	383	0,15	8,7	8,2	11,3	2,4	1,3					
	93/94	385	0,27	11,9	11,4	10,7	4,4	3,1					
	92/93	415	0,14	11,3	10,3	21,3	3,4	1,5					
	91/92	262	0,21	9,3	8,8	12,3	3,6	1,8					
Tatorp (E 04 A)	03/04	314	0,03	2,0	1,6	8,4	1,8	1,3					
	02/03	291	0,03	3,2	2,8	8,7	3,2	3,2					
	01/02	338	0,02	2,5	2,0	10,8	2,7	3,6					
	00/01	423	0,05	4,2	3,8	8,2	2,6	2,9					
	99/00	297	0,03	2,5	2,0	11,3	1,8	2,2					
	98/99	294	0,06	3,3	2,9	9,5	2,2	1,8					
	97/98	509	0,08	4,0	3,5	11,2	2,3	1,6					
	96/97	266	0,05	3,8	3,4	9,3	2,6	3,2					
Omberg (E 08 A)	03/04	363	0,03	2,2	1,8	10,0	1,9	1,4					
	02/03	339	0,02	2,8	2,4	8,6	1,9	2,0					
	01/02	316	0,02	2,7	1,9	17,1	1,9	1,5					
	00/01	366	0,03	3,1	2,7	8,4	2,1	1,9					
	99/00	330	0,03	3,5	2,6	20,9	2,4	2,4					
	98/99	376	0,05	4,3	3,7	13,8	2,1	1,8					
	97/98	482	0,05	4,1	3,4	15,9	1,9	1,1					
	96/97	296	0,04	4,1	3,3	15,5	2,1	1,4					
	95/96	329	0,05	4,6	4,2	8,5	1,9	1,5					
	94/95	400	0,07	6,4	5,7	15,4	2,2	1,8					
	93/94	306	0,13	8,0	7,4	12,6	2,7	1,9					
	92/93	331	0,07	9,5	7,2	49,3	2,9	2,1					
	91/92	158	0,06	5,9	5,3	14,4	2,2	1,8					
Solltorp (E 21 A)	03/04	354	0,03	2,3	2,0	6,7	0,6	0,4	3,1	1,1	2,7	12,6	0,79
	02/03	361	0,03	3,4	3,0	7,1	0,7	1,3	2,8	1,2	3,2	13,6	0,54
	01/02	376	0,03	2,8	2,4	9,9	0,7	0,8	3,3	1,2	3,6	16,7	0,83
	00/01	406	0,05	5,0	4,7	6,9	1,0	1,3	3,9	1,4	3,2	16,8	1,23
	99/00	270	0,02	3,0	2,5	12,5	0,4	1,2	3,1	1,3	5,0	20,4	1,17
	98/99	304	0,05	3,9	3,5	8,4	0,7	0,7	2,9	1,1	3,1	13,7	1,09
	97/98	526	0,07	5,1	4,5	11,1	0,5	0,8	4,5	1,4	4,0	21,5	1,64
	96/97	330	0,07	4,5	4,1	8,8	0,7	0,9	2,8	1,1	3,3	11,4	1,10
Höka (E 22 A)	03/04	581	0,07	2,5	2,1	9,4	1,5	0,7	3,5	1,5	4,8	7,3	0,35
	02/03	461	0,06	2,6	2,2	7,3	1,4	0,7	2,2	1,1	3,8	6,3	0,31
	01/02	509	0,05	2,6	2,1	10,0	1,3	0,8	2,5	1,2	5,2	9,3	0,29
	00/01	587	0,09	3,8	3,5	7,1	2,0	1,2	3,0	1,5	3,7	10,3	0,83
	99/00	431	0,07	3,0	2,5	11,6	1,7	1,4	2,9	1,4	6,3	8,5	0,55
	98/99	555	0,12	3,3	2,9	8,7	1,6	1,1	2,7	1,3	4,6	7,4	0,54
	97/98	621	0,11	3,5	3,1	7,9	1,6	1,0	3,1	1,3	4,3	7,8	0,76
	96/97	490	0,12	3,7	3,2	10,7	1,8	0,9	3,3	1,5	5,5	7,0	0,69

Tabell 1a. forts. Krondroppsdata

Lokal	Period	Nedb mm	kg/ha →			Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
			H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}								
Hycklinge (E 28 A)	03/04	394	0,05	2,9	2,6	7,8	1,3	0,7					
	02/03	449	0,07	3,8	3,5	7,3	2,0	1,4					
	01/02	392	0,04	3,0	2,5	9,6	1,5	1,2					
	00/01	507	0,08	6,0	5,6	7,9	2,2	1,8					
	99/00	305	0,05	3,0	2,5	9,8	1,2	0,7					
	98/99	371	0,08	5,3	4,9	7,5	1,7	1,2					
	97/98	588	0,09	5,2	4,7	10,8	1,6	1,1					
	96/97	326	0,07	3,9	3,6	7,6	1,4	1,2					

Tabell 1b. Krondroppsdata från Östergötlands län för ytor där organiskt kväve analyserats, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO₃-N + NH₄-N) och (orgN = Kj-N - NH₄-N)

Lokal	Period	Nedb mm	kg/ha →	
			oorg N	org N
Solltorp (E 21 A)	03/04	354	1,0	2,3
	02/03	361	1,9	2,6
	01/02	376	1,5	2,7
Höka (E 22 A)	03/04	581	2,2	1,7
	02/03	461	2,1	1,7
	01/02	509	2,1	1,7

Tabell 2. Modellberäknade våtdepositionsdata från Östergötlands län, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	Period	Nedb mm	kg/ha →			Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
			H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}								
Norrköping (E 02 A)	02/03	684			2,6		2,2	2,4					
	01/02	749			2,9		2,7	2,6					
Tatorp (E 04 A)	02/03	686			2,6		2,3	2,4					
	01/02	702			2,7		2,6	2,3					
Omberg (E 08 A)	02/03	660			2,1		2,1	2,3					
	01/02	647			2,4		2,4	2,4					
Solltorp (E 21 A)	02/03	754			2,7		2,5	2,5					
	01/02	737			2,8		2,9	2,6					
Höka (E 22 A)	02/03	784			2,8		2,6	2,7					
	01/02	863			3,1		3,0	3,0					
Hycklinge (E 28 A)	02/03	844			2,9		2,6	2,6					
	01/02	732			2,8		2,8	2,6					

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

Lokal	Period	SO ₂	NO ₂	NH ₃	O ₃
Solltorp (E 21 A)	0310	0,5	1,4	1,1	29
	0311	0,6	2,6	<0,3	^U 14
	0312	0,6	3,2	<0,3	35
	0401	1,0	2,7	<0,3	49
	0402	0,8	2,6	<0,3	57
	0403	0,7	1,9	<0,3	71
	0404	0,7	1,2	<0,3	66
	0405	0,5	0,9	<0,3	75
	0406	0,5	0,8	<0,3	64
	0407	0,6	1,7	<0,3	46
0408	0,6	1,0	0,5	47	
0409	0,8	1,5	<0,3	47	
Mv hydr. år	9710-9809	⁽⁸⁾ 0,6	⁽⁸⁾ 1,6	-	-
	9810-9909	0,6	2,1	-	-
	9910-0009	0,4	2,3	-	-
	0010-0109	0,7	1,8	-	-
	0110-0209	0,5	1,9	-	-
	0210-0309	0,6	1,6	-	-
	0310-0409	0,7	1,8	-	-
	Mv sommar	9804-9809	-	-	0,6
9904-9909		-	-	<0,3	68
0004-0009		-	-	0,4	58
0104-0109		-	-	0,5	56
0204-0209		-	-	<0,3	61
0304-0309		-	-	0,7	61
0404-0409		-	-	<0,3	58
Höka (E 22 A)	0310	0,5	1,4	0,4	31
	0311	0,5	2,0	<0,3	13
	0312	0,5	2,7	<0,3	34
	0401	0,9	3,5	<0,3	46
	0402	0,8	2,9	<0,3	52
	0403	1,3	1,7	1,5	68
	0404	0,6	1,3	<0,3	74
	0405	0,5	1,1	0,5	77
	0406	0,6	0,8	<0,3	61
	0407	0,6	0,9	<0,3	51
0408	0,7	1,1	0,3	47	
0409	0,6	1,6	<0,3	44	
Mv hydr. år	9710-9809	⁽⁸⁾ 0,6	⁽⁸⁾ 1,7	-	-
	9810-9909	0,6	2,4	-	-
	9910-0009	0,4	1,9	-	-
	0010-0109	0,6	1,9	-	-
	0110-0209	0,5	1,9	-	-
	0210-0309	0,6	1,7	-	-
	0310-0409	0,7	1,7	-	-
	Mv sommar	9804-9809	-	-	<0,3
9904-9909		-	-	<0,3	68
0004-0009		-	-	0,8	59
0104-0109		-	-	0,4	61
0204-0209		-	-	0,4	60
0304-0309		-	-	0,8	59
0404-0409		-	-	<0,3	59

Tabell 4. Markvattendata från Östergötlands län.

Lokal	Datum	pH	Alk	ANC	SO ₄ -S	Cl	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺	Fe ^{2+/3+}	ooAl	tAl	TOC	BC/ooAl
			mekv/l →		mg/l →				mol/mol									
Norrköping (E 02 A)	2003-10-27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2004-04-26	5,4	0,001	0,016	2,60	3,74	<0,002	0,039	1,43	0,89	2,95	0,42	<0,020	0,020	0,181	0,365	5,3	12
	2004-07-26	6,3	-	0,096	2,18	2,50	<0,002	0,137	1,76	0,95	2,73	0,70	<0,020	-	-	-	6,3	-
	median	5,5		0,034	3,25	3,74	<0,002	0,061	2,33	1,19	2,95	0,65	<0,02	0,022	0,162	0,34	7,6	20
	<i>n=</i>	<i>30</i>		<i>28</i>	<i>29</i>	<i>29</i>	<i>29</i>	<i>30</i>	<i>29</i>	<i>28</i>	<i>29</i>	<i>29</i>	<i>28</i>	<i>28</i>	<i>26</i>	<i>28</i>	<i>29</i>	<i>25</i>
Tatorp (E 04 A)	2003-10-27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2004-04-26	4,5	-	0,019	3,05	4,17	<0,002	0,026	1,00	0,50	5,03	0,67	<0,020	0,264	0,520	1,553	23,8	3,2
	2004-07-26	4,1	-	0,057	1,08	8,12	<0,002	0,023	1,26	0,56	5,07	0,90	<0,020	0,663	1,072	2,863	44,4	2,0
	median	4,6		0,057	2,61	5,55	<0,002	<0,01	1,84	0,75	3,82	2,01	0,029	0,264	0,531	1,655	26	6,2
	<i>n=</i>	<i>19</i>		<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>19</i>
Omberg (E 08 A)	2003-10-29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2004-04-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2004-07-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median	5,7		0,032	7,73	21,32	0,08	0,22	11,2	1,74	10,6	0,91	0,139	0,04	0,413	0,471	20	25
	<i>n=</i>	<i>22</i>		<i>21</i>	<i>22</i>	<i>22</i>	<i>22</i>	<i>21</i>	<i>21</i>	<i>21</i>	<i>21</i>	<i>21</i>	<i>21</i>	<i>21</i>	<i>8</i>	<i>21</i>	<i>15</i>	<i>7</i>
Solltorp (E 21 A)	2003-10-29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2003-11-26	5,0	-	0,048	2,91	5,15	<0,002	<0,020	2,62	0,84	3,36	1,12	0,083	0,013	-	0,597	16,5	-
	2004-04-28	5,3	-	0,075	2,76	2,78	<0,002	0,039	2,39	0,69	2,76	1,17	<0,020	0,016	0,097	0,503	14,0	33
	2004-07-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median	5,0		0,012	3,17	4,78	<0,002	<0,01	2,4	0,78	2,5	1,07	0,047	0,022	0,382	0,612	14	9,0
<i>n=</i>	<i>18</i>		<i>16</i>	<i>16</i>	<i>16</i>	<i>16</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>16</i>	<i>16</i>	<i>16</i>	<i>16</i>	<i>14</i>	<i>11</i>	<i>14</i>	<i>13</i>	<i>11</i>	
Höka (E 22 A)	2003-10-29	4,7	-	-0,088	2,86	4,74	<0,002	<0,020	0,91	0,46	3,06	0,28	<0,020	0,020	0,799	0,856	4,2	1,7
	2004-04-28	5,0	-	-0,018	2,57	1,77	<0,002	0,026	0,75	0,36	2,66	0,38	<0,020	0,008	0,396	0,459	4,1	2,9
	2004-07-28	5,7	-	0,047	2,49	2,16	<0,002	0,022	1,60	0,60	2,59	0,86	<0,020	0,023	0,072	0,112	6,1	32
	median	4,9		-0,023	3,04	2,83	<0,002	<0,01	1,38	0,54	2,66	0,58	<0,02	0,009	0,456	0,527	5,7	3,3
	<i>n=</i>	<i>25</i>		<i>24</i>	<i>24</i>	<i>24</i>	<i>24</i>	<i>23</i>	<i>24</i>	<i>24</i>	<i>24</i>	<i>24</i>	<i>24</i>	<i>23</i>	<i>18</i>	<i>23</i>	<i>20</i>	<i>18</i>
Hycklinge (E 28 A)	2003-10-27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2004-04-28	5,0	-	0,002	2,77	0,60	<0,002	0,096	1,08	0,54	1,97	0,30	<0,020	0,023	0,608	0,940	7,0	2,5
	2004-07-28	4,8	-	-0,001	2,92	1,10	<0,002	0,158	1,20	0,57	2,27	0,23	<0,020	0,025	0,722	1,092	8,2	2,2
	median	5,0		0,005	2,79	1,47	<0,002	0,022	1,51	0,62	1,81	0,49	<0,02	0,028	0,493	0,978	9,8	4,6
	<i>n=</i>	<i>17</i>		<i>16</i>	<i>16</i>	<i>16</i>	<i>16</i>	<i>16</i>	<i>16</i>	<i>16</i>	<i>16</i>	<i>16</i>	<i>16</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</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