



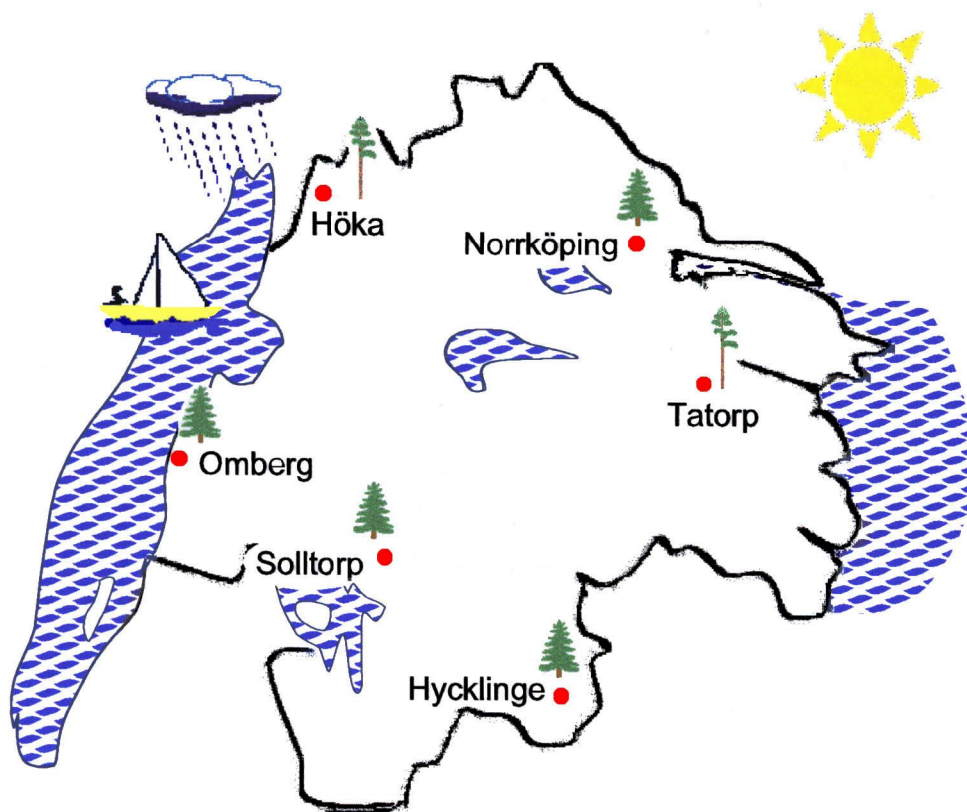
rapport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

För Skogsvårdsstyrelsen i Östra Götaland och Östergötlands
Luftvårdsförbund

Övervakning av luftföroreningar i Östergötlands län

Resultat till och med september 2003



Eva Ugglå, redaktör
B 1568
April 2004

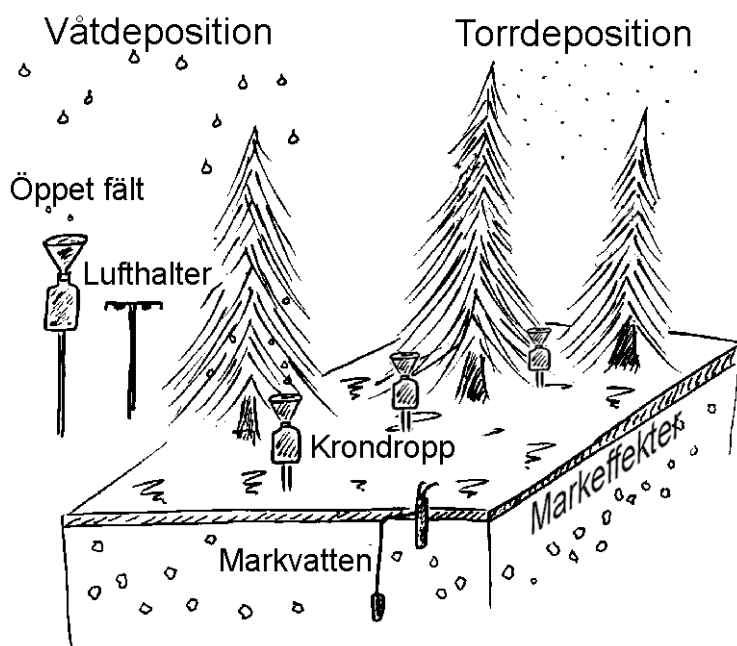
För Skogsvårdsstyrelsen i Östra Götaland och Östergötlands Luftvårdsförbund

Övervakning av luftföroreningar i Östergötlands län**Resultat till och med september 2003**

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 samlokalisierats 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 2002/03 var depositionen av antropogent svavel och oorganiskt kväve i genomsnitt 3,3 respektive 3,9 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. Kvävehalterna i markvattnet har generellt varit under detektionsgränsen eller endast något förhöjda med undantag för Omberg där högre halter har noterats. Lufthalter mäts på två lokaler i länet, Solltorp och Höka. Halterna av svaveldioxid och kvävedioxid är lägre än både miljökvalitetsnormerna gällande ekosystem och miljömålen gällande hälsa, kulturvärden och/eller material. Däremot överstiger halterna av marknära ozon EUs målvärdet på 40 µg/m³ och innebär risk för vegetationsskador i länet.



Figur 1. Principskiss för mätningarna.

Uppdragsgivare:

SVS och Östergötlands LVF

Utförande organ:IVL Svenska Miljöinstitutet AB
Aneboda, SE-360 30 LAMMHULT**Författare:** Eva Ugglå, red.**Nyckelord:** Deposition, svavel, kväve, skogsytor, försurning, markvatten, lufthalter, Östergötlands län**IVL rapport B 1568****Beställs från:**SVS i Östra Götaland
Kristian Svedberg
Box 228
593 24 VÄSTERVIK
ellerpublikationsservice@ivl.seIVL, Publikationsservice
Box 21060

SE-100 31 STOCKHOLM

Tel: 08-598 563 00

Fax: 08: 598 563 70

Innehållsförteckning

Övervakning av luftföroreningar i Östergötlands län	1
Innehållsförteckning	2
Inledning	3
Ord att förklara.....	4
Förklaring till stationsfigurer.....	4
Stationsvis redovisning.....	5
Faktaruta: Lufthalter och årsmedelvärden.....	14
Tidsutveckling deposition	15
Tidsutveckling markvatten	17
Tidsutveckling lufthalter	18
Data i tabellform – deposition, lufthalter, markvatten.....	19

Mer information finns på

Krondroppsnetzets 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 i Ane-boda deposition och markvatten på över 100 lokaler i Sverige (figur 2). Syftet är att kvantifiera belastning och beskriva effekter i marken. På vissa lokaler mäts lufthalter av svaveldioxid, kvävekomponenter och ozon.

Resultaten från undersökningarna samlas i en databas på IVL där bearbetning sker. Ett mätår är ett hydrologiskt år som sträcker sig från oktober till september. Resultat avseende tillstånd och tidsutveckling redovisas i årliga rapporter och på 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 sista

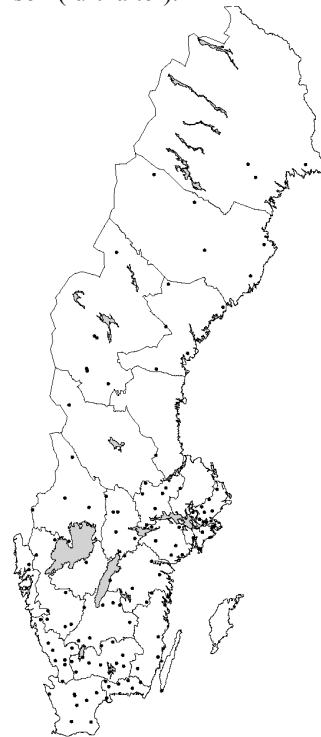
enligt Program 2000 för regional övervakning av luftföroreningar. Det är resultat av ett samarbetsprojekt mellan länen, Naturvårdsverket (NV) och IVL och har bland annat inneburit ökad samordning med nationell övervakning av luft, redovisning av resultat både via hemsida och ordinarie rapporter, förbättrade metoder för att undersöka torrt nedfall i skog samt ett program för kvalitetssäkring av mätningarna. Förutom hemsidans redovisning bestod årsrapporteringen 2003 av en samlad rapport för hela Sverige (IVL B 1521, med länsbilagor) och en rapport med jämförelse mellan modellberäknad och uppmätt nedfall på öppet fält (IVL B 1530). Dessa ingick som grund för den översyn av verksamheten som genomfördes tillsammans med en styrgrupp bestående av representanter från länen, NV och Skogsvårdsstyrelsen (SKS). Resultatet, Programmet 2004 till 2006, liknar i stora drag utförandet 2003, men föreslår minst en lokal per län med nederbördskemiska mätningar på öppet fält. Totalt antal skogslokaler är dock något mindre än förut.

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

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

Svenska miljö kvalitetsmål förutsätter att internationellt avtalade utsläppsminskningar genomförs. Minskningen kan räknas om till deposition i olika delar av landet och jämföras med regionala mätningar. För Götaland år 2010 är förväntad genomsnittlig belastning i både öppna och skogbevuxna områden cirka 3 kg svavel och 5,5 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 Hållinder, S Honkala, V Andersson, N Nilsson, C Larsson, K Hommerberg och B Dusan analyserat proverna. Validering av data har huvudsakligen utförts av G Hedberg. J Knulst, G Malm och E Ugglar har arbetat med databearbetning och figurframställning. E Hallgren Larsson har varit projektledare och utvärderat och rapporterat tillsammans med O Westling, E Ugglar och A Svensson (lufthalter).



Figur 2. Krondroppsnätet 2002/03. 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 syra-buffrande 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.

Intensivytta: 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.

SO₄-S_{ex}: Mängd antropogent svavel i form av sulfatjoner. Svavel från havssalt har räknats bort med hjälp av uppmätt kloridhalt. Används vid jämförelse med miljö kvalitetsmål.

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

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

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

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

Öppet fält: Öppet område där nederbördskemi och lufthalter mäts.

Förklaring till stationsfigurer

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

Markvatten redovisar det senaste årets provtagningar (normalt tre), vilka jämförs med ett långtidsvärde. Medi-anvärde 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 9 lufthalter samt tabell 1-5. Notera att nederbördskemiska mätningar på öppet fält inte längre genomförs på någon lokal i länet. På samtliga lokaler redovisas istället modellberäknad våtdeposition i figur 3-8.

Norrköping (E 02): Äldre 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 2002/03 var inget undantag och resultaten visade ett nedfall på 4,2 kg svavel och 6,4 kg oorganiskt kväve per hektar till marken i skogsytan. Nedfallet av antropogent svavel har mer än halverats sedan början av 1990-talet. Någon liknande minskande trend har inte noterats för oorganiskt kväve. Nedfallet under det senaste året var till och med något högre än genomsnittet för mätningarna sedan 1991 (5,9 kg/ha). Stora årliga variationer i kvävenedfallet är vanligt förekommande i ytan. I Norrköping kan även jämförelser göras mellan modellberäknad och uppmätt våtdeposition för föregående hydrologiska år, 2001/02 (se tabell 3). Överensstämmelsen var relativt god. Jämförelsen visade generellt något mindre modellberäknad nederbördsmängd (15 %) och analogt med det även något mindre våtdeposition av svavel och kväve (12 %).

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 hydrologiska året 2002/03 visade markvattenprovtagningarna pH-värde 5,1-6,3, kalcium- och magnesiumhalter på 0,7-2,6 mg/l samt låga halter av oorganiskt aluminium, 0,01-0,51 mg/l. 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 drygt 67-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. Endast Höka och Omberg har lika litet nedfall. Under det senaste hydrologiska året noterades 2,8 kg/ha. Nedfallet av oorganiskt kväve via krondroppet har varierat mycket under de sju år mätningarna har pågått, mellan 3,8 och drygt 6 kg/ha. Under 2002/03 var nedfallet större än någon gång tidigare under mätserien; 6,4 kg/ha. Modellberäknad våtdeposition under 2001/02 visar god överensstämmelse med uppmätta värden. Något större nederbördsmängd noterades för mätningarna och analogt med detta även något större deposition av svavel och oorganiskt kväve.

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 2002/03. Två provtagningar under senaste

året (höst och vår) visar pH-värde 4,5 och 4,7. Halterna av kalcium, magnesium och kalium har inte överstigit 1,1 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 försurningspåverkat i Tatorp har markvattnets syraneutraliserande förmåga, ANC, visat positiva värden sedan mätningarna startade. Det har dock noterats en minskande trend för ANC (ej signifikant) vilket indikerar ökad försurningsgrad. Sedan mätningarna startade har halterna av kalcium, magnesium, kalium och klorid minskat signifikant.

Omberg (E 08): Gammal, grov, ganska gles granskog uppe på Omberg. Ytan ligger väl 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 något större deposition till marken i granytan än föregående år; 2,4 kg jämfört med 1,9 kg antropogent svavel samt 3,8 kg jämfört med 3,4 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, 2000/01 till 2002/03 uppmättes i genomsnitt 2,3 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 3,7 kg/ha. Årsvariationerna har dock varit stora och det är svårt att se någon tydlig trend. Precis som för Norrköping och Tatorp är överensstämmelsen god

mellan modellberäknad och uppmätt våtdeposition under 2001/02.

Generellt har det varit svårt att få markvatten på Omberg och utbytet har varit litet trots att två extra lysimetrar installerats i september 2000. Det senaste hydrologiska året erhöles endast markvatten vid provtagningen på våren (30 ml). Möjligtvis kan de små vattenmängderna medföra koncentrationseffekter och förhållandevis höga halter. Eftersom ytan ligger i en sluttning kan vatten sannolikt transporteras i sidled i marken och medföra skillnader 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. Det senaste årets provtagning i april visade pH-värde 6,7, vilket är i nivå med de senaste fyra årens vårprovtagning, samt en nitratkvävehalt på 0,6 mg/l. 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 68-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 3,0 kg antropogent svavel och 1,9 kg oorganiskt kväve till marken i granytan under det senaste hydrologiska året. Under den sju år långa mätserien har årlig deposition av antropogent svavel minskat något, från 4,1 kg/ha de tre första åren till 3,4

kg/ha de tre senaste åren. Depositionen av oorganiskt kväve har snarast ökat något vid en jämförelse av samma tidsperioder, från 1,4 kg/ha till 1,9 kg/ha. Förändringen är dock liten och beror antagligen mer på årsvariationer i nedfall än någon ökande trend. I Solltorp mäts även nedfallet av organiskt kväve som snarast varit något större. Under 2002/03 uppmättes 2,6 kg organiskt kväve per hektar, vilket sammanlagt gav totalt 4,5 kg kväve per hektar. Överensstämmelsen mellan modellberäknad och uppmätt våtdeposition under 2001/02 var god i Solltorp. Något mer modellberäknad våtdeposition av antropogent svavel och oorganiskt kväve noterades trots att uppmätt nederbörds mängd var något större än modellberäknad. Påverkan av saltförande vindar (mätt som kloriddeposition) har varit på genomsnittlig nivå för länet, omkring 7,1 kg/ha under 2002/03.

Markvattenprovtagningarna under senaste hydrologiska året gav gott utbyte endast under våren. Höstprovtagningen gav 100 ml vatten och sommarprovtagningen endast 16 ml vatten. De små vattenmängderna kan medföra koncentrationseffekter och förhållandevis höga halter. Resultatet från sommarprovtagningen hade ovanligt högt pH-värde (6,1), vilket kan vara en följd av den lilla vattenmängden. Övriga resultat under 2002/03 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 oorganiskt aluminium minskat signifikant. Övriga signifikanta förändringar har noterats för markvattnets pH-värde, natriumhalt samt beräknad syraneutraliserande förmåga, ANC, som har ökat.

Detta indikerar minskad försurningsgrad i markvattnet i Solltorp.

Årsmedelhalterna (hydrologiskt år) av svaveldioxid (SO₂) i Solltorp har sedan mätningarnas början 1998 varierat mellan 0,4-0,7 µg/m³. Årsmedelhalterna av kvävedioxid (NO₂) har varit runt 2 µg/m³. Periodmedelhalterna (hydrologiskt år och sommarhalvår) av ammoniak (NH₃) har varit på jämförbara nivåer med tidigare år. Däremot var månadshalterna i speciellt augusti, men även i september, relativt höga jämfört med övriga månader under perioden. Månadsmedelhalterna av NH₃ har varit höga på flera stationer i landet inom Krondroppsnätet i augusti och september 2003 men orsaken är oklar. Årsmedelhalterna av marknära ozon (O₃) har varit 45-60 µg/m³ sedan 1998 och 54 µg/m³ under den senaste mätperioden. Lufthalter av SO₂, NO₂, NH₃ och O₃ i Solltorp har under den senaste mätperioden varit på jämförbara nivåer med halterna i Höka och variationerna mellan månaderna har varit samstämmiga på de båda stationerna. Även tidigare år har storleken på månadshalter av SO₂, NO₂ och O₃ varierat likartat i Solltorp och Höka, medan halterna av NH₃ har haft något större lokala variationer. Jämfört med halter av SO₂ och NH₃ i övriga landet har halterna i Solltorp varit genomsnittliga medan halterna av NO₂ och O₃ varit jämförelsevis låga under perioden.

Höka (E 22): Internationell observationsyta, EU-yta, i länets nordvästligaste hörn. Beståndet utgörs av medelgrov, 68-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 2,2 respektive 2,1 kg/ha. Uppmätt mängd krondropp var dock något mindre under

2002/03, vilket indikerar att halterna var något högre 2002/03 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 3,8 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 gav endast sommarprovtagningen rikligt med vatten för analys. Uppmätta halter i juni var generellt i nivå med tidigare års mätningar medan uppmätta pH-värden under höst och vår var något högre än normalt (5,9 respektive 5,3). Sedan 1996 har halterna av sulfatsvavel, kalium, järn och totalt organiskt kol minskat signifikant. Signifikanta förändringar har även noterats för totalt och oorganiskt aluminium som har ökat. Markvattnets syraneutraliserande förmåga (ANC) och BC/ooAl-kvot har minskat sedan mätningarna startade (dock

ej signifikant). Detta sammantaget med de signifikant ökade halterna av oorganiskt aluminium indikerar att markvattnet har blivit surare sedan mätningarna startade.

Precis som i Solltorp har årsmedelhalterna (hydrologiskt år) av svaveldioxid (SO₂) i Höka varierat mellan 0,4-0,7 µg/m³ sedan mätningarnas början 1998. Årsmedelhalterna av kvävedioxid (NO₂) har varit runt 2 µg/m³. Månadsmedelhalterna av ammoniak (NH₃) var relativt låga (<0,5 µg/m³) från oktober 2002 till juli 2003, medan halterna i augusti och september var högre (2,4 respektive 1,4 µg/m³). Årsmedelhalterna av marknära ozon (O₃) har varit 45-60 µg/m³ sedan 1998 och 53 µg/m³ under den senaste mätperioden. Som nämnts tidigare har lufthalterna av SO₂, NO₂, NH₃ och O₃ under den senaste mätperioden varit på jämförbara nivåer med halterna i Solltorp. Jämfört med halter av SO₂ och NH₃ i övriga landet har halterna i Höka varit genomsnittliga medan halterna av NO₂ och O₃ varit jämförelsevis låga under perioden.

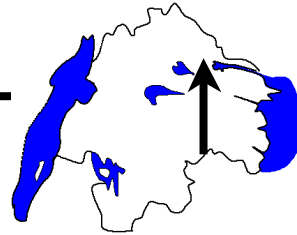
Hycklinge (E 28): Nationell observationsyta i drygt 70-årig, grov och ganska gles granskog (G30) i sydligaste delen av länet. Lokalen har ett skyddat läge på plan och bördig mark med fältskikt av gräs. Mätning av deposition och markvatten påbörjades i oktober 1996. Vildsvin och grävling förekommer i området och efter diverse reparation 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 den näst högsta i länet under det senaste hydrologiska året; 3,5 kg/ha. Endast ytan i Norrköping hade högre deposition (4,2 kg/ha). Nedfallet av oorganiskt kväve via krondropp låg däremot på en medelnivå för de undersökta ytorna i länet; 3,4 kg/ha. Modellberäknad våtdeposition stämmer väl överens med uppmätta resultat på öppet fält, så som på övriga ytor i länet för hydrologiska året 2001/02.

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 låg, cirka 5. Halterna av totalt 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, magnesium och kalium samt ökande halter av totalt organiskt kol (TOC). 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, 83 år

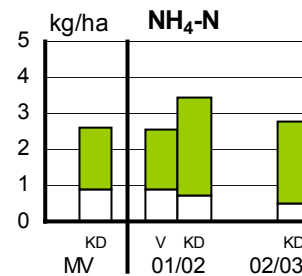
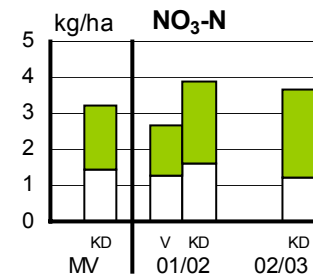
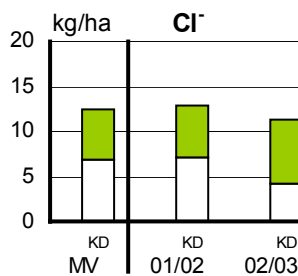
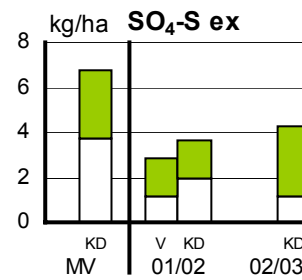
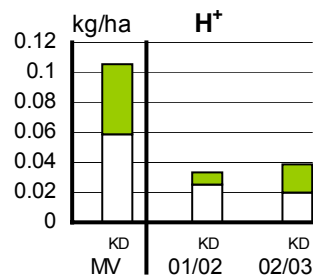
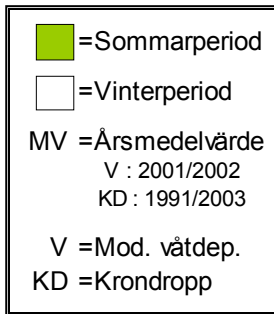


DEPOSITION

(E 02)

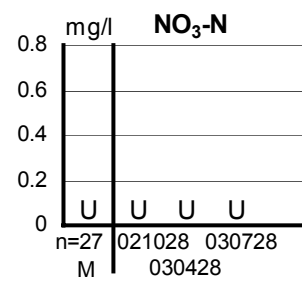
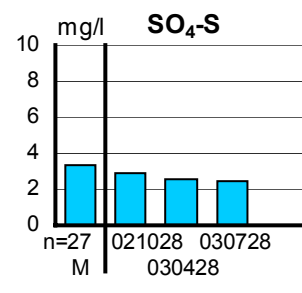
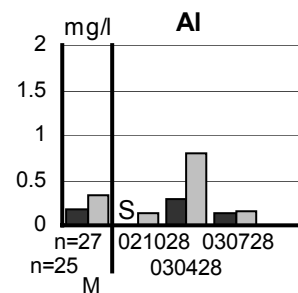
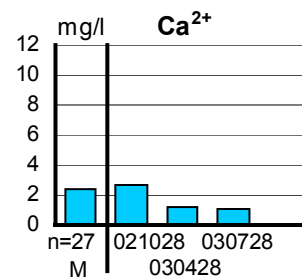
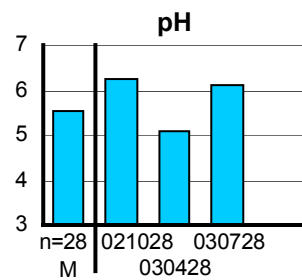
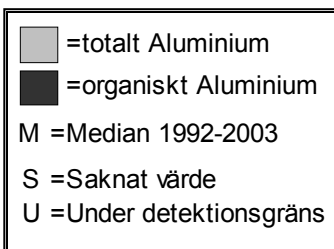
Nederbörd på V (mm)

	01/02
Sommar	405
Vinter	344



MARKVATTEN

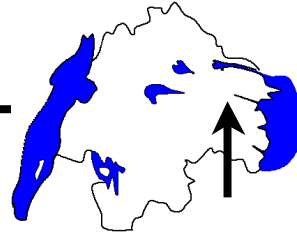
(E 02)



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

Tatorp (E 04)

Tall, 67 år



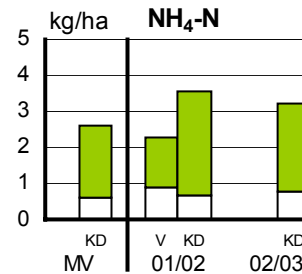
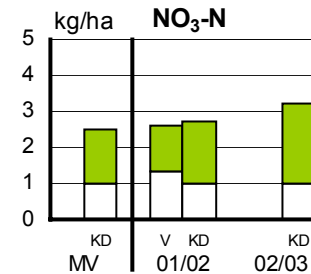
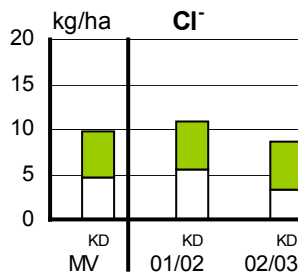
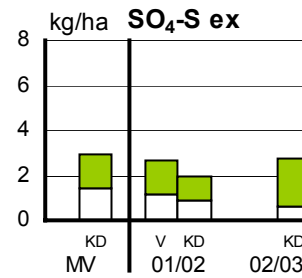
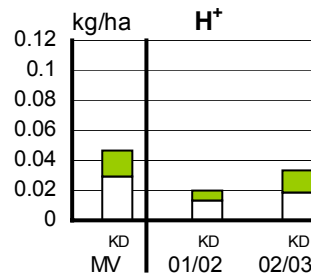
DEPOSITION

(E 04)

Nederbörd på V (mm)

	01/02	
Sommar	368	
Vinter	334	

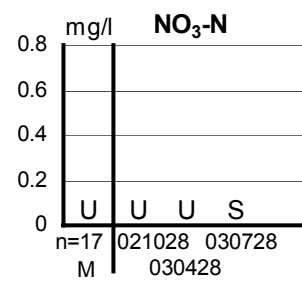
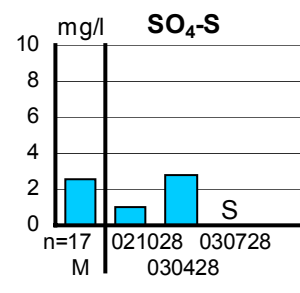
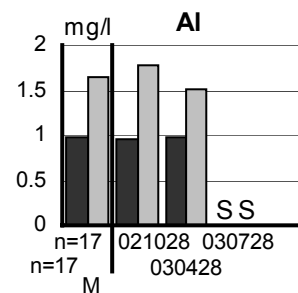
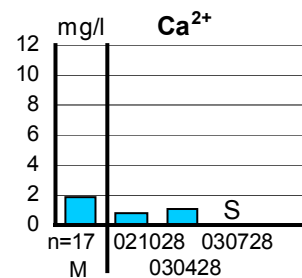
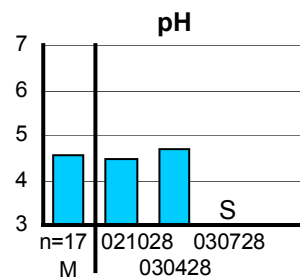
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2002
 KD : 1996/2003
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

(E 04)

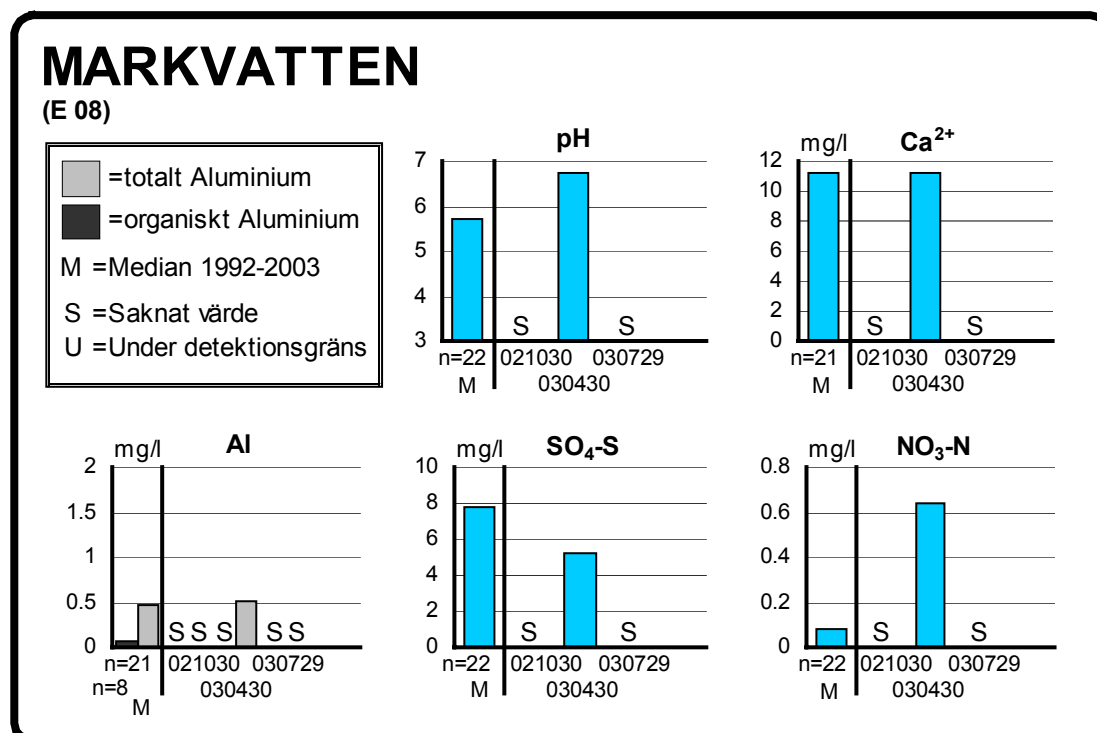
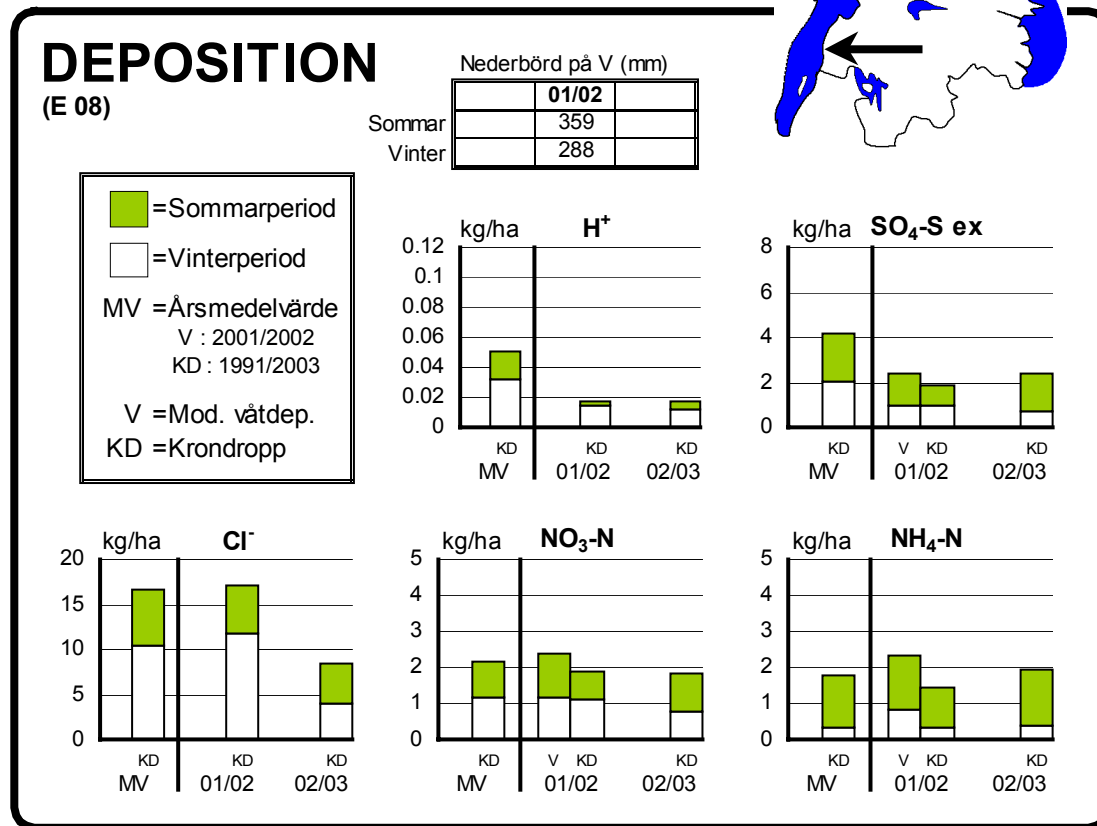
=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1996-2003
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



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

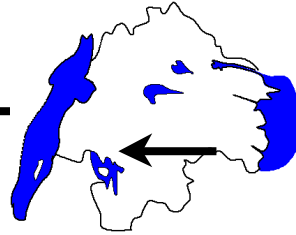
Omberg (E 08)

Gran, 81 år



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

Solltorp (E 21)
Gran, 68 år

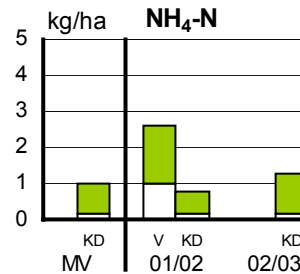
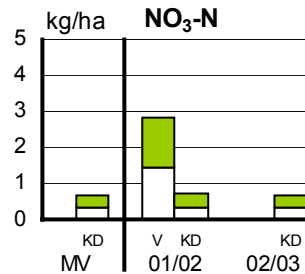
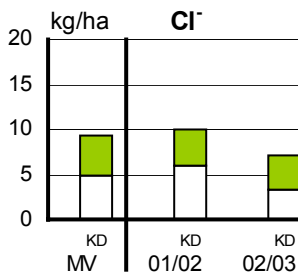
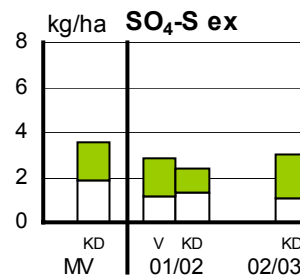
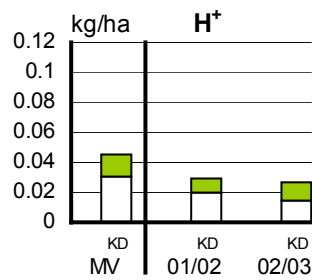


DEPOSITION
(E 21)

Nederbörd på V (mm)

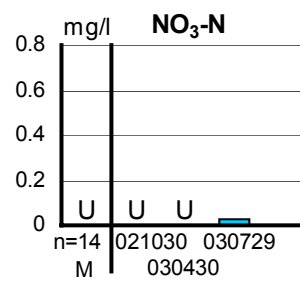
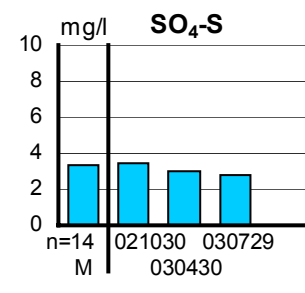
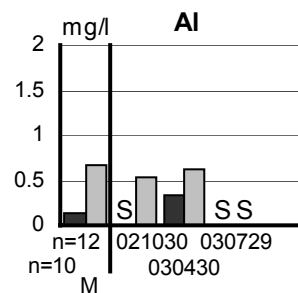
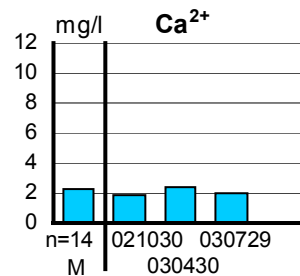
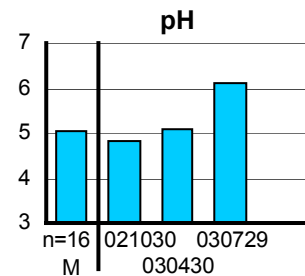
	01/02
Sommar	393
Vinter	345

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



MARKVATTEN
(E 21)

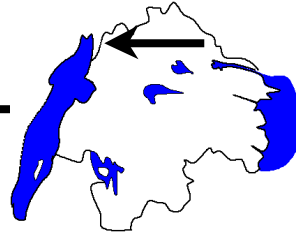
=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1996-2003
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



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

Höka (E 22)

Tall, 68 år

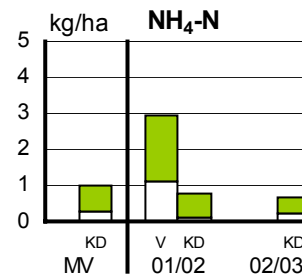
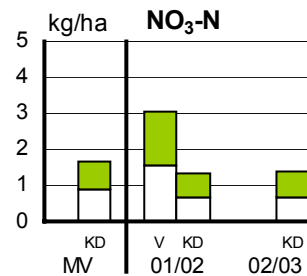
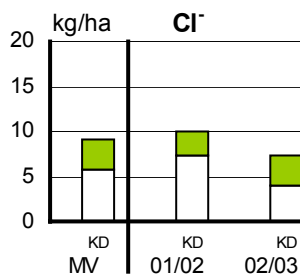
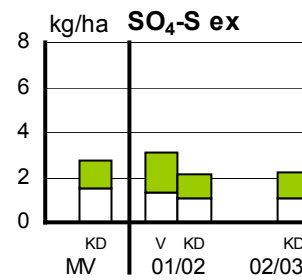
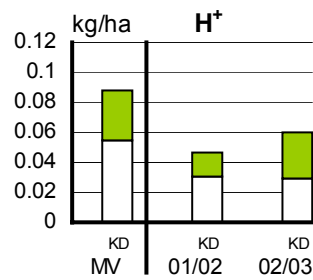
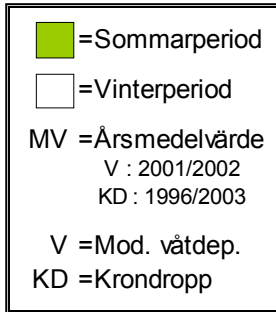


DEPOSITION

(E 22)

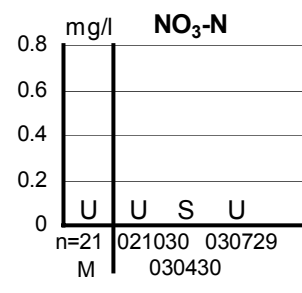
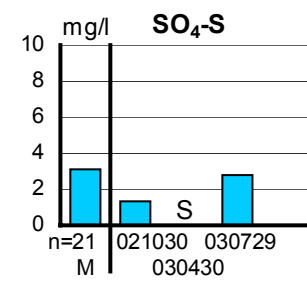
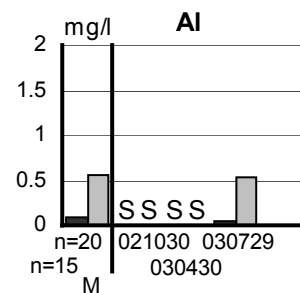
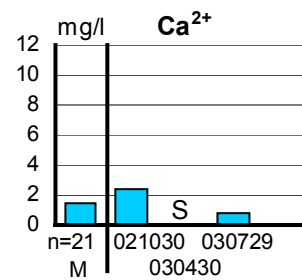
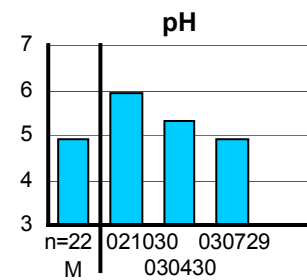
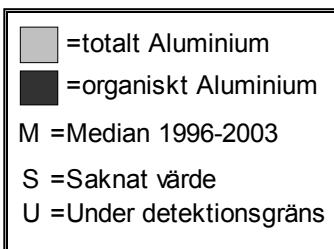
Nederbörd på V (mm)

	01/02
Sommar	429
Vinter	434



MARKVATTEN

(E 22)



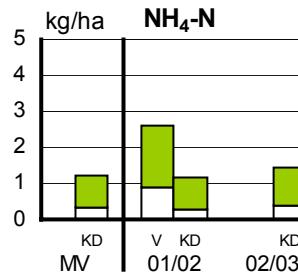
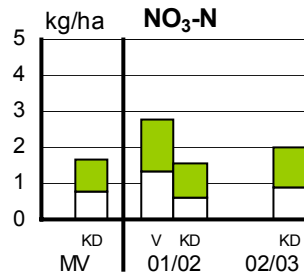
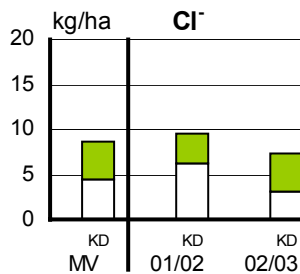
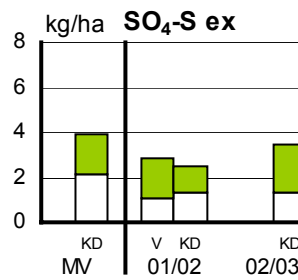
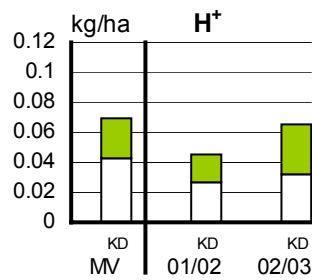
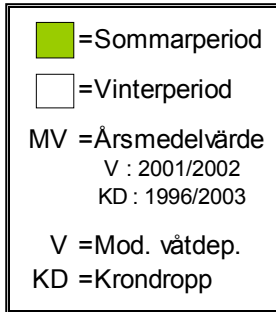
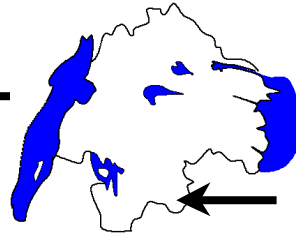
Figur 7. Depositions- och markvattendata från Höka, E 22.

Hycklinge (E 28) Gran, 72 år

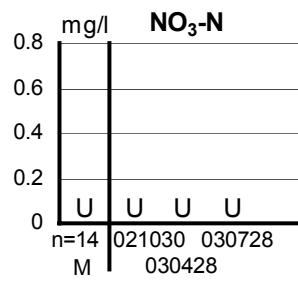
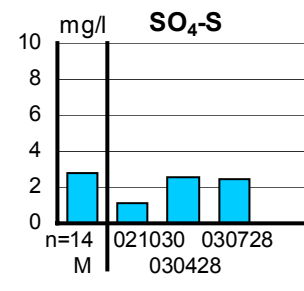
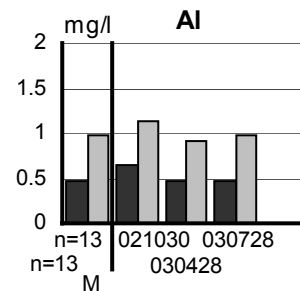
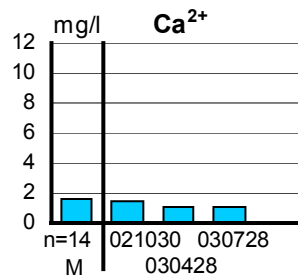
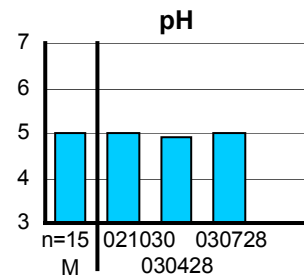
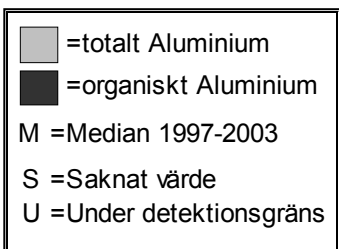
DEPOSITION (E 28)

Nederbörd på V (mm)

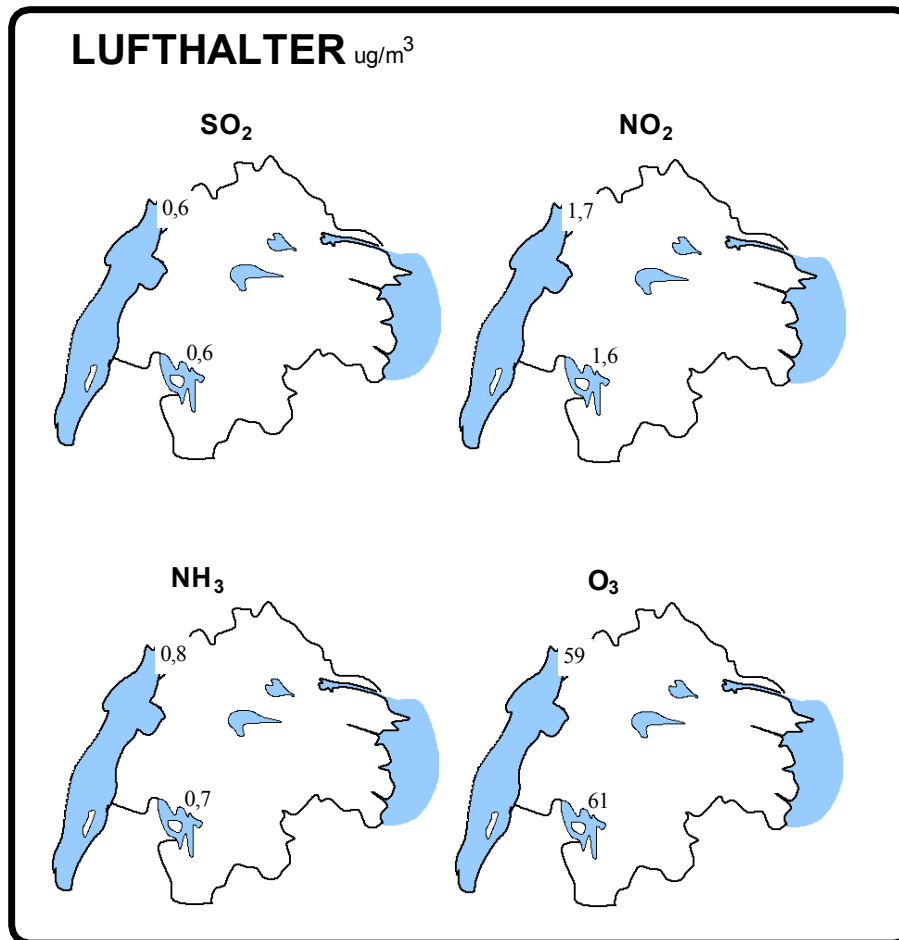
	01/02
Sommar	415
Vinter	317



MARKVATTEN (E 28)



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



Figur 9. Periodmedelvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) av halter i luft på öppet fält. För SO₂ och NO₂ gäller oktober 2002 till september 2003 och för O₃ och NH₃ gäller perioden april - september 2003.

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: Tröskelvärdet 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.

Tidsutveckling deposition

Tidsutvecklingen i Östergötlands län, beräknat som medelvärden för länets lokaler, visas i figur 10.

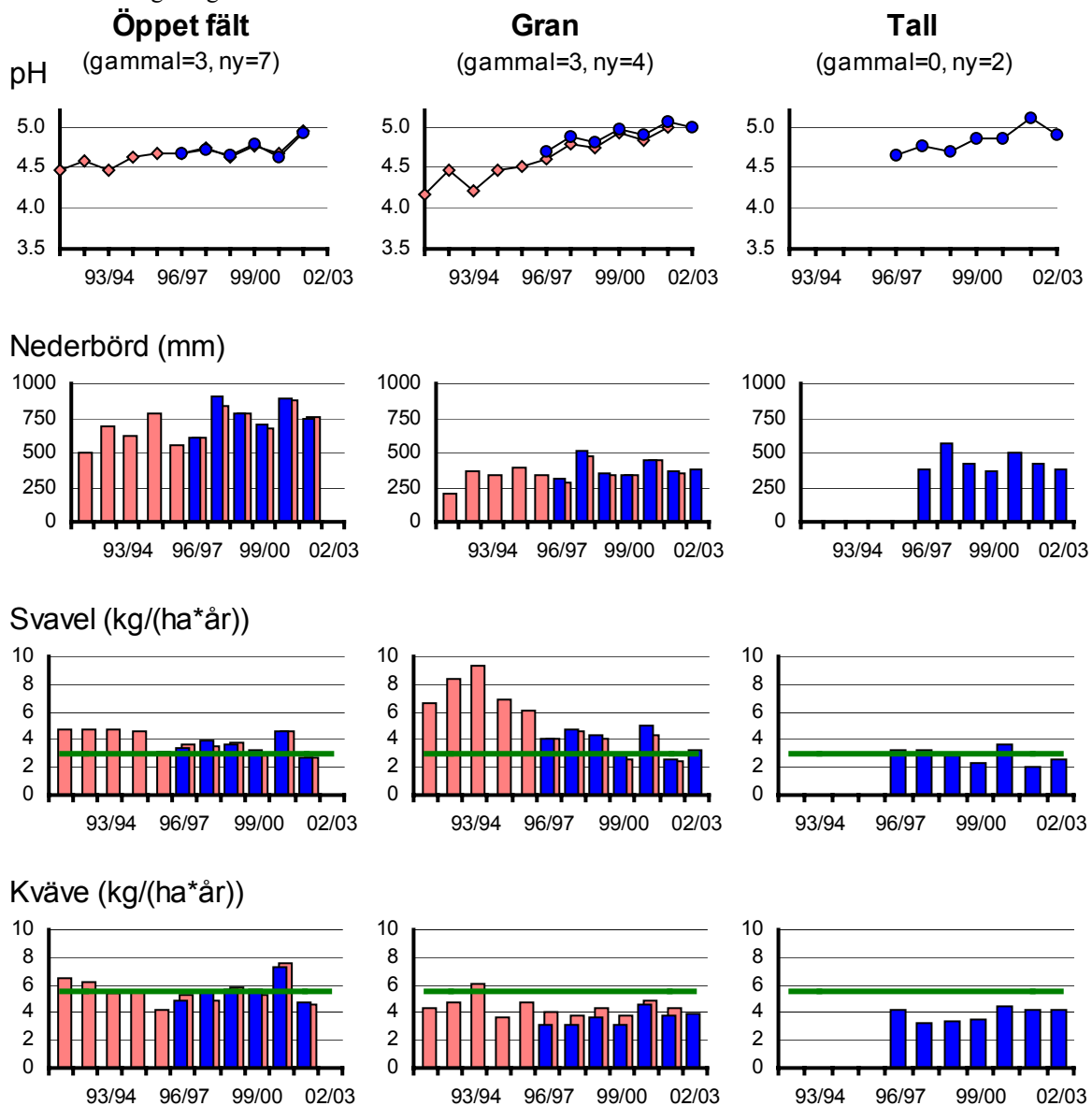
Från och med det hydrologiska året 2001/02 mäts inte depositionen på öppet fält. Slutet av 1990-talet präglades av hög nederbörd, något mindre svaveldeposition än under första halvan av 1990-talet samt en kvävedeposition i nivå med tidigare års mätningar.

Krondroppsmätningarna i granytorna visade i genomsnitt 3 kg svavel och 4 kg oorganiskt kväve

per hektar under 2002/03. 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 3 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 granytorna. 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 2002/03 är det svårt att se några tydliga förändringar, förutom ett tydligt stigande pH-värde i krondroppet. Nedfallet av antropogent svavel har minskat något medan nedfallet av oorganiskt kväve snarast har varit något högre de senaste tre åren.



Figur 10. 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 (se sid. 3).

Anledningen till den svagt minskande trenden i svaveldeposition är att den huvudsakliga nedfallsminskningen skedde under första hälften av 1990-talet. Nedfallet av antropogent svavel i skogsytorna har varit i nivå med den förväntade belastningen 2010 (3 kg/ha) de senaste åren. För kväve är det en bit kvar innan den förväntade belastningen nås (5,5 kg/ha). Om torrdepositionen av oorganiskt kväve uppskattas till 2-4 kg/ha blir total deposition till skogen 7-9 kg/ha under 2002/03.

De regionala skillnaderna i deposition av försurande luftföroreningar gör att de ackumulerade mängderna av svavel och kväve varierar kraftigt i landet. Figur 11 visar ackumulerad deposition av svavel och oorganiskt kväve från början av 1990-talet fram till 2003 på tre lokaler i Skåne, Stockholm och Norrbotten med enhetlig mätperiod. Figuren visar deposition uppmätt i skogsytor och på närbelägna öppna fält.

Trots att nedfallet av försurande svavel har minskat kraftigt i Sverige, speciellt under 1980- och 90-talet, har nedfallet resulterat i en ackumulerad deposition på drygt 100 kg/ha till granytan i Skåne mellan 1992/93 och 2002/03. Den lägre svavelbelastningen till lokalerna i Stockholm och Norrbotten under samma period har medfört att endast hälften respektive en femtedel så mycket svavel har deponerats i dessa områden. I

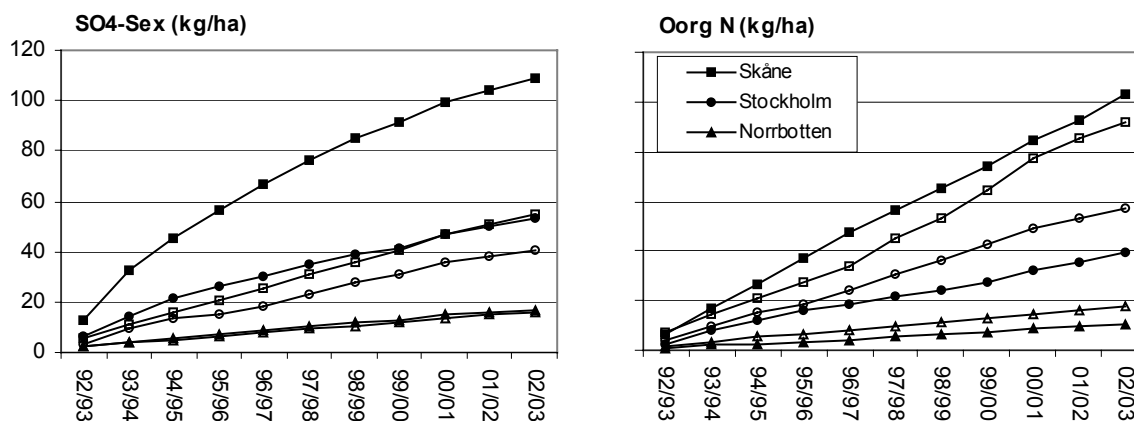
Skåne noteras även stora skillnader i nedfall mellan granytor och öppet fält. Detta beror på att det totala svavelnedfallet till stor del består av torrdeposition i södra Sverige. Under 1990-talet har dock torrdepositionen minskat mer än våtdepositionen. För granskogen i Norrköping och Omberg finns jämförbara värden för krondropp som visar en ackumulerad deposition på 72 respektive 44 kg/ha under samma tidsperiod och med högst värden de första åren.

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

och 2,5 kg/ha via krondropp av organiskt kväve.

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

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



Figur 11. Ackumulerad deposition av antropogent sulfatsvavel och oorganiskt kväve på tre lokaler i Skåne (L05 A), Stockholm (A 35 A) och Norrbotten (BD 32 A). Fyllda symboler står för uppmätt deposition via krondropp, ofyllda för öppet fält.

Tidsutveckling markvatten

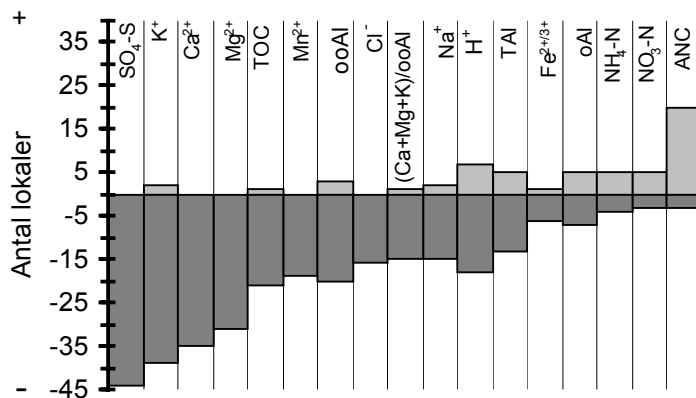
Linjär regressionsanalys har gjorts för att konstatera om markvattnets sammansättning förändrats signifikant sedan mätningarna startade på varje lokal. Sammanställningen ger indikationer på utveckling i skogsmark och markvatten på samtliga lokaler med minst fem provtagningar (~2 år). Det innebär att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

Figur 12 visar liknande tidsutveckling som redovisats tidigare. Tydligast är minskat innehåll av sulfatsvavel, vilket förekommer på tre fjärdedelar av alla lokaler i Götaland. Det är en logisk följd av

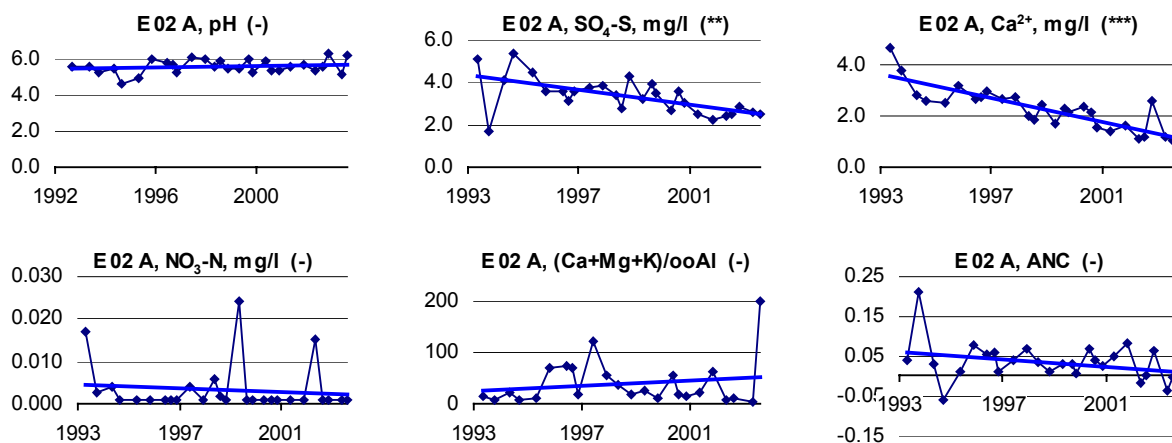
minskad svaveldeposition. Sjunkande halter redovisas även för kalcium, magnesium, kalium och mangan. Över hälften av lokalerna i Götaland visar signifikant sjunkande halter av dessa baskatjoner och på en tredjedel av lokalerna har halterna av mangan tydligt minskat. Förklaringen kan vara en kombination av att buffringsbehovet har minskat, i takt med att nedfallet av försurande svavel har reducerats, samt att markernas innehåll av baskatjoner har minskat.

På en tredjedel av lokalerna har innehållet av organiskt kol minskat och på en något mindre andel har

kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium minskat signifikant liksom halterna av klorid. Halterna av oorganiskt aluminium har minskat på en tredjedel av lokalerna medan organiskt aluminium inte visar någon tydlig trend. Markvattnets syraneutraliserande förmåga, ANC (se ord att förklara, sidan 4) har ökat på en tredjedel av lokalerna och indikerar minskad försurningsgrad. Detta kan delvis ha samband med sjunkande kloridhalter, vilket diskuterats närmare i årsrapporter för 1998/99 och 2000/01.



Figur 12. Trendberäkningar för markvatten på 60 lokaler i Götaland. Positivt värde på y-axeln anger antal lokaler med signifikant ökade halter (+) sedan mätningarna startade på respektive lokal. På samma sätt anger negativt värde antal lokaler med signifikant minskade värden (-).



Figur 13. Trendberäkningar för markvatten från Norrköping. Signifikanta förändringar indikeras med stjärnor. Utvecklingen i Östergötland följer i princip det generella mönstret för Götaland med sjunkande halter av svavel och baskatjoner i markvattnet, exemplifierat med data från Norrköping, figur 13. Markvattnet har generellt varit surt till måttligt surt med pH-värden 4,6-5,7, måttliga baskatjonhalter och låga halter av oorganiskt aluminium. Kvävehalterna har generellt varit under detektionsgränsen. Den försurningsindikerande kvoten (BC/ oAl) har generellt varit låg, förutom i Norrköping och Omberg. Beräknad ANC har generellt visat positiva värden i länet, med undantag för Höka och Solltorp. Alla ytorna har dock periodvis haft negativ ANC, vilket indikerar tillfälligt sura förhållanden.

Tidsutveckling lufthalter

Lufthalter av svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och marknära ozon (O₃) mäts på två lokaler i länet. Mätningarna på båda lokaler har pågått sedan 1998. Lokalerna är belägna utanför större tätorter och samhällen och representerar halter i bakgrundsluft. Halter av framförallt NO₂, men även SO₂, är generellt lägre i bakgrundsluft jämfört med tätorter medan halter av O₃ generellt är högre på landsbygden.

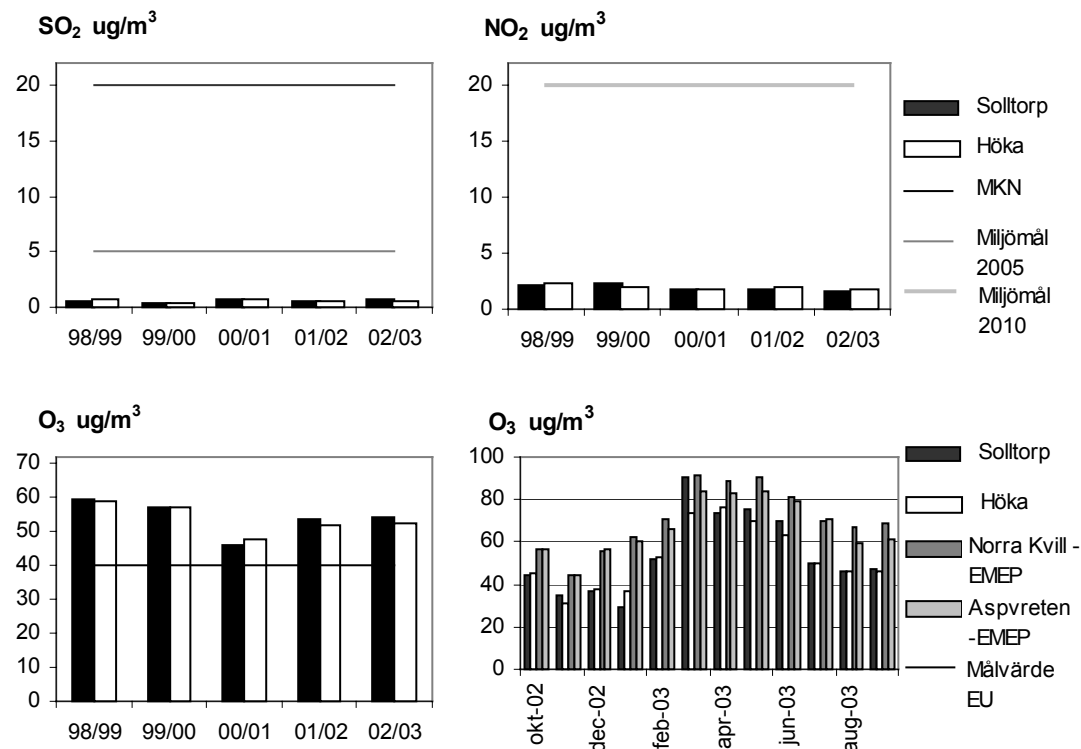
I figur 14 nedan jämförs årsmedelhalter (hydrologiskt år) av SO₂, NO₂ och årsmedelvärden av O₃ med de miljö kvalitetsnormer och miljömål gällande hälsa, ekosystem och material som är baserade på årsmedelhalter, se faktarutan för lufthalter. Miljö kvalitetsnormer och miljömål gäller för kalenderår. Här har dock jämförelsen

gjorts med mätresultat gällande hydrologiskt år.

Det syns tydligt i diagrammen att halterna av SO₂ och NO₂ är lägre än både miljö kvalitetsnormerna för ekosystem och miljömålen gällande hälsa, kulturvärden och/eller material. Däremot har målvärdet för ozon på 40 µg/m³ gällande material överstigit på båda stationerna sedan mätningarnas början. Naturvårdsverkets förslag till nationellt delmål för ozon till skydd av hälsa, kulturvärden och material har satts till 50 µg/m³ som medelvärde under sommarhalvåret (april - september) och skall uppfyllas år 2020. Delmålet har överstigit samtliga sommarhalvår 1998-2003 i Solltorp och Höka, se tabell 4.

I det sista diagrammet redovisas månadsmedelhalter av O₃ från mätningarna oktober 2002 - sep-

tember 2003. För jämförelse är även medelhalter från EMEP-stationerna Aspvreten (mellan Nyköping och Trosa) och Norra Kvill (ca 7 mil söder om Linköping) redovisade i figuren. Institutet för miljömedicin (IMM) vid Karolinska institutet har fastställt en lågrisknivå till skydd av människors hälsa på 80 µg/m³ som timmedelhalt. Denna nivå överskrids ofta över hela Sverige under sommarhalvåret. Lågrisknivån kan till och med överskridas som månadsmedelhalt. Detta gäller till exempel i Solltorp mars 2003 (90 µg/m³) och i Aspvreten och Norra Kvill i mars, april och maj. Ozonhalter är ofta lägre på natten än på dagen, vilket innebär att en lokal med ett månadsmedel över 80 µg/m³ har haft flertalet timhalter över 80 µg/m³ under perioden.



Figur 14. Årsmedelhalter (hydrologiska år) av svaveldioxid, kvävedioxid och marknära ozon jämfört med miljö kvalitetsnormer och miljömål samt månadsmedelhalter av ozon oktober 2002 – september 2003.

Data i tabellform – deposition, lufthalter, markvatten

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

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)	01/02	870	0,10	3,7	3,3	9,5	3,3	2,7	2,0	0,7	6,9	2,5	0,09
	00/01	1095	0,21	6,7	6,3	8,5	4,8	4,8					
	99/00	638	0,13	3,2	2,8	8,4	2,6	1,4					
	98/99	709	0,17	4,4	4,1	7,5	3,2	2,5	2,5	0,7	5,1	2,3	0,06
	97/98	762	0,16	4,4	4,2	4,3	3,0	2,6					
	96/97	641	0,19	4,6	4,2	6,9	3,2	2,7					
	95/96	559	0,14	4,6	4,4	3,5	2,7	2,9					
	94/95	770	0,19	5,7	5,4	6,9	3,6	3,0					
	93/94	636	0,26	5,5	5,4	3,8	2,9	2,8					
	92/93	680	0,19	5,6	5,2	9,3	3,0	3,5					
91/92	581	0,22	6,9	6,6	5,3	4,0	4,7						
Tatorp (E 04 A)	01/02	740	0,06	3,2	2,9	6,8	2,8	2,6	1,5	0,6	4,9	2,5	0,07
	00/01	816	0,19	5,0	4,8	5,7	3,6	3,3					
	99/00	764	0,08	3,6	3,3	7,0	2,7	3,1					
	98/99	805	0,15	4,5	4,2	6,8	3,2	3,2					
	97/98	908	0,15	4,1	3,9	4,7	2,9	2,8					
	96/97	537	0,10	3,1	2,9	4,8	2,4	1,8					
Omberg (E 08 A)	01/02	661	0,07	2,7	2,4	7,9	2,1	1,9	1,9	0,7	4,7	3,3	0,07
	00/01	768	0,18	3,5	3,4	4,2	3,8	2,9					
	99/00	707	0,11	3,7	2,9	16,1	3,4	2,9					
	98/99	882	0,22	4,3	4,0	6,4	3,7	3,1					
	97/98	919	0,17	3,3	3,1	5,7	2,7	1,9					
	96/97	596	0,09	3,6	3,2	8,9	2,7	2,5					
	95/96	555	0,09	2,9	2,8	2,6	2,2	2,4					
	94/95	745	0,14	4,5	4,2	6,0	2,7	2,4					
	93/94	605	0,17	4,2	4,0	4,2	2,5	2,7					
	92/93	588	0,13	4,6	4,1	11,9	2,2	3,5					
91/92	391	0,11	3,8	3,5	4,9	2,7	2,8						
Solltorp (E 21 A)	01/02	762	0,09	3,0	2,7	6,1	2,6	2,2	2,0	0,5	3,8	1,5	0,08
	00/01	912	0,28	4,6	4,4	4,3	3,7	3,1	2,2	0,6	2,5	0,9	0,22
	99/00	684	0,10	3,2	2,7	10,6	2,8	2,3	2,3	1,1	6,5	1,9	0,14
	98/99	823	0,18	3,6	3,3	6,9	3,1	2,1	2,3	0,7	4,1	1,6	0,08
	97/98	1029	0,22	4,4	4,2	4,7	3,3	2,4	2,4	0,6	3,2	1,7	0,13
	96/97	583	0,12	3,1	2,9	4,1	2,2	1,8	1,6	0,6	2,2	1,3	0,09
Höka (E 22 A)	01/02	821	0,11	3,4	3,1	6,8	2,7	2,3	1,9	0,5	4,4	1,4	0,08
	00/01	1113	0,26	5,1	4,9	4,5	4,4	3,8	2,0	0,7	3,0	0,9	0,38
	99/00	800	0,17	4,9	4,4	10,8	3,7	3,5	2,9	1,0	6,8	1,7	0,26
	98/99	966	0,21	4,3	3,9	8,3	3,4	2,5	2,2	0,7	5,2	1,5	0,10
	97/98	1008	0,22	4,9	4,7	5,5	3,8	2,9	2,7	0,7	3,9	1,8	0,19
	96/97	787	0,17	4,3	4,0	7,2	3,2	2,6	2,0	0,8	4,1	1,5	0,10
Hycklinge (E 28 A)	01/02	674	0,11	2,7	2,4	6,8	2,6	1,6	2,0	0,6	4,3	1,5	0,07
	00/01	748	0,17	4,6	4,4	5,0	3,6	3,1					
	99/00	688	0,11	3,9	3,5	9,6	3,4	2,7					
	98/99	574	0,13	3,5	3,2	5,8	2,6	2,2					
	97/98	889	0,19	4,6	4,4	4,5	3,4	2,8					
	96/97	555	0,13	3,6	3,3	7,9	2,5	1,7					

Tabell 1b. Öppet fältdata 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	oorg N		org N
		mm	kg/ha →		
Solltorp	01/02	762	4,8	1,9	
Höka	01/02	821	5,0	1,7	

Tabell 2a. 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)	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)	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					
Omberg (E 08 A)	96/97	266	0,05	3,8	3,4	9,3	2,6	3,2					
	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)	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

Tabell 2a. forts. Krondroppsdata

Lokal	Period	Nedb	kg/ha →										
			H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
Höka (E 22 A)	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
Hycklinge (E 28 A)	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 2b. 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	kg/ha →	
			oorg N	org N
Solltorp (E 21 A)	02/03	361	1,9	2,6
	01/02	376	1,5	2,7
Höka (E 22 A)	02/03	461	2,1	1,7
	01/02	509	2,1	1,7

Tabell 3. Modellberäknade våtdepositionsdata från Östergötlands län, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år.

Lokal	Period	Nedb	kg/ha →										
			H ⁺	SO ₄ -S	SO ₄ -S _{ex}	Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺
Norrköping	01/02	749			2,9		2,7	2,6					
Tatorp	01/02	702			2,7		2,6	2,3					
Omberg	01/02	647			2,4		2,4	2,4					
Solltorp	01/02	737			2,8		2,9	2,6					
Höka	01/02	863			3,1		3,0	3,0					
Hycklinge	01/02	732			2,8		2,8	2,6					

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

Lokal	Period	SO ₂ ug/m ³	NO ₂ ug/m ³	NH ₃ ug/m ³	O ₃ ug/m ³
Solltorp (E 21 A)	0210	0,3	1,6	<0,3	44
	0211	0,6	2,5	<0,3	35
	0212	0,9	2,4	<0,3	37
	0301	0,6	2,3	<0,3	29
	0302	1,0	2,9	<0,3	52
	0303	1,0	1,6	<0,3	90
	0304	0,7	1,2	0,4	74
	0305	0,4	1,0	0,3	75
	0306	0,6	0,9	0,4	70
	0307	0,5	0,7	0,4	50
	0308	0,5	0,7	1,8	47
	0309	0,6	1,1	0,8	^U 47
	Mv hydr. år	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	-	-
Mv sommar	9804-9809	-	-	0,6	55
	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
Höka (E 22 A)	0210	0,3	1,6	<0,3	45
	0211	0,5	2,6	<0,3	31
	0212	0,9	2,4	0,5	38
	0301	0,8	3,0	<0,3	37
	0302	1,0	3,4	<0,3	53
	0303	1,0	1,6	<0,3	74
	0304	0,7	1,3	<0,3	76
	0305	0,5	1,3	<0,3	70
	0306	0,6	1,1	0,5	63
	0307	0,5	0,9	0,4	50
	0308	0,3	0,7	2,4	46
	0309	0,5	1,1	1,4	46
	Mv hydr. år	9810-9909	0,6	2,4	-
9910-0009		0,4	1,9	-	-
0010-0109		0,6	1,9	-	-
0110-0209		0,5	1,9	-	-
0210-0309		0,6	1,7	-	-
Mv sommar	9804-9809	-	-	<0,3	57
	9904-9909	-	-	<0,3	68
	0004-0009	-	-	0,8	59
	0104-0109	-	-	0,4	61
	0204-0209	-	-	0,4	60
	0304-0309	-	-	0,8	59

Tabell 5. Markvattendata från Östergötlands län.

Lokal	Datum	pH	Alk mekv/l →	ANC	SO ₄ -S mg/l →	Cl	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺	Fe ^{2+/3+}	ooAl	tAl	TOC	BC/ooAl mol/mol
Norrköping (E 02 A)	2002-10-28	6,3	0,048	0,063	2,86	7,38	<0,002	0,065	2,63	1,57	3,99	0,64	<0,020	0,024	-	0,142	5,5	-
	2003-04-28	5,1	-	-0,034	2,61	5,09	<0,002	0,084	1,22	0,96	2,84	0,31	<0,020	0,018	0,510	0,808	8,2	4,1
	2003-07-28	6,1	0,036	-0,005	2,49	3,74	<0,002	0,063	1,06	0,75	2,87	0,69	<0,020	0,007	0,010	0,149	5,8	202
	median n= 28	5,5		0,034	3,36	3,74	<0,002	0,061	2,40	1,22	3,00	0,65	<0,020	0,023	0,150	0,338	8,0	20
Tatorp (E 04 A)	2002-10-28	4,5	-	0,014	1,04	4,39	<0,002	<0,010	0,77	0,42	2,35	1,09	<0,020	0,174	0,815	1,780	23,0	2,1
	2003-04-28	4,7	-	0,008	2,79	5,20	<0,002	<0,010	1,07	0,59	4,93	0,50	<0,020	0,111	0,543	1,520	18,0	3,2
	2003-07-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median n= 17	4,6		0,063	2,61	5,55	<0,002	<0,020	1,90	0,77	3,79	2,21	0,040	0,227	0,531	1,655	26,0	6,5
Omberg (E 08 A)	2002-10-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2003-04-30	6,7	-	0,224	5,17	20,25	0,644	-	11,20	2,35	8,42	1,76	<0,020	0,544	-	0,503	-	-
	2003-07-29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median n= 22	5,7		0,032	7,73	21,32	0,080	0,220	11,20	1,74	10,60	0,91	0,139	0,040	0,413	0,471	20,0	25
Solltorp (E 21 A)	2002-10-30	4,8	-	0,011	3,47	5,69	<0,002	0,011	1,84	0,79	4,95	0,66	<0,020	0,012	-	0,534	16,0	-
	2003-04-30	5,1	-	-0,028	3,01	7,19	<0,002	0,057	2,41	1,04	3,05	0,93	<0,020	0,012	0,293	0,627	11,0	12
	2003-07-29	6,1	-	0,036	2,72	6,16	0,028	-	2,03	0,71	4,28	1,40	<0,020	-	-	-	-	-
	median n= 16	5,0		-0,004	3,35	4,78	<0,002	<0,020	2,31	0,78	2,32	0,97	0,052	0,023	0,472	0,666	11,0	8,9
Höka (E 22 A)	2002-10-30	5,9	-	0,051	1,28	7,75	<0,002	-	2,46	0,81	3,17	0,85	<0,020	-	-	-	-	-
	2003-04-30	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2003-07-29	4,9	-	-0,060	2,74	3,29	<0,002	<0,020	0,77	0,49	2,66	0,38	<0,020	<0,005	0,476	0,527	4,2	2,8
	median n= 22	4,9		-0,027	3,11	2,87	<0,002	<0,020	1,43	0,55	2,66	0,60	<0,020	0,009	0,474	0,556	5,7	3,5
Hycklinge (E 28 A)	2002-10-30	5,0	-	0,066	1,14	2,64	<0,002	0,069	1,45	0,60	1,40	1,10	<0,020	0,077	0,483	1,124	21,0	5,0
	2003-04-28	4,9	-	-0,032	2,60	1,51	<0,002	0,022	1,11	0,57	1,55	0,12	<0,020	0,025	0,448	0,920	9,8	3,3
	2003-07-28	5,0	-	-0,006	2,44	1,56	<0,002	<0,020	1,10	0,58	1,86	0,30	<0,020	0,046	0,504	0,978	10,0	3,2
	median n= 15	5,0		0,009	2,78	1,53	<0,002	0,020	1,59	0,64	1,69	0,64	<0,020	0,029	0,484	0,978	9,8	4,8

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 8 598 563 00
Fax: +46 8 598 563 90

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

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

www.ivl.se