



rapport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB



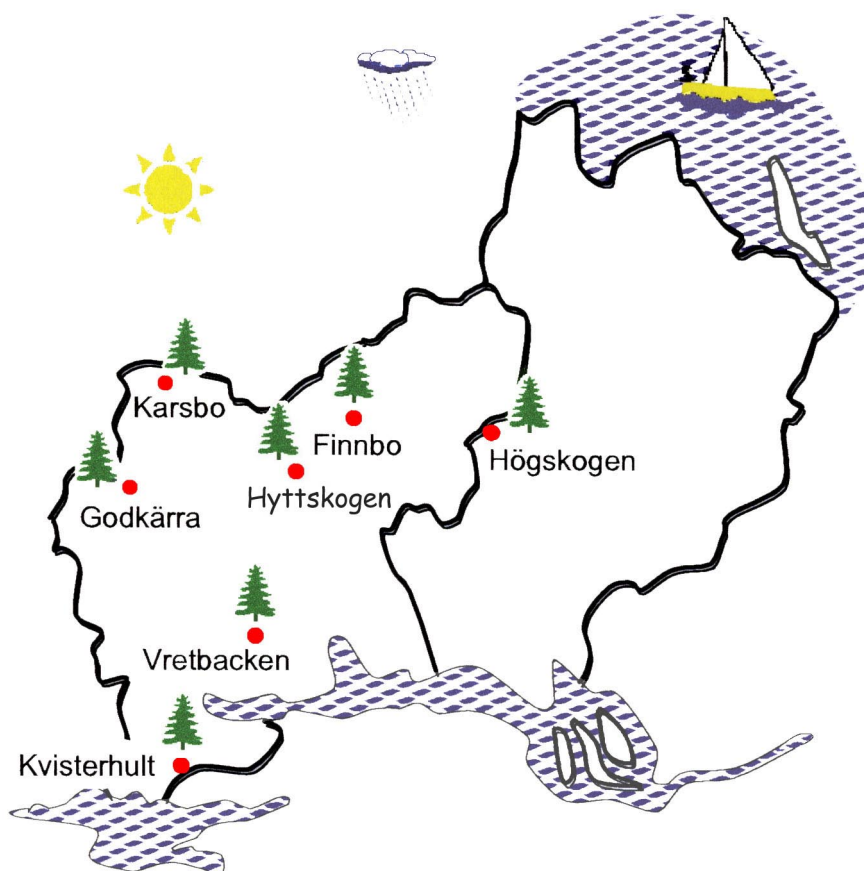
För Västmanlands läns Luftvårdsförbund
och Länsstyrelsen i Uppsala län



LÄNSSTYRELSEN
UPPSALA LÄN

Övervakning av luftföroreningar i Västmanlands och Uppsala län

Resultat till och med september 2003



Eva Hallgren Larsson, redaktör

B 1559
Mars 2004

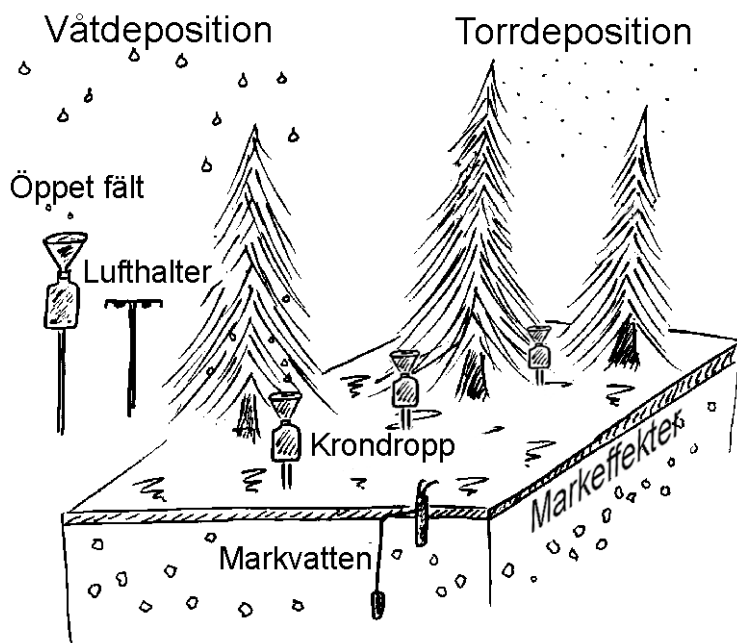
För Västmanlands läns Luftvårdsförbund och Länsstyrelsen i Uppsala län

Övervakning av luftföroreningar i Västmanlands och Uppsala län Resultat till och med september 2003

På uppdrag av Västmanlands läns Luftvårdsförbund och Länsstyrelsen i Uppsala län har IVL mätt nedfall av luftföroreningar, markvattnets kvalitet och lufthalter på sex lokaler i Västmanlands län och en lokal i Uppsala län. Syftet är att beskriva nedfallets storlek och markvattnets sammansättning i skogsytorna, men även visa skillnader mellan olika delar av regionen och hur förhållandena ändras med tiden. Vissa av provytorna ligger i Skogsvårdsorganisationens observationsytor, vilket gör att Luftvårdsförbundets och Länsstyrelsens data kan jämföras med skogliga uppgifter. Genom samarbete med SMHI utförs även yttäckande modellberäkningar av deposition.

Mätningarna visar måttlig belastning av svavel och kväve i de båda länen jämfört med situationen i Sverige som helhet. Belastningen av svavel till marken i de undersökta ytorna har minskat sedan mätningarna startade i Västmanland 1992. Som genomsnitt från fem granytor under 2002/03 noterades drygt 2 kg svavel per hektar skogsmark. När det gäller kväve är det svårt att se tydliga förändringar. Prognoser visar att om avtalade utsläppsminskningar genomförs kommer depositionen att minska till 2010, i synnerhet för kväve. För landet som helhet är ackumulerad deposition av antropogent svavel via krondropp betydligt större i Skåne än i Norrbotten; 110 respektive knappt 20 kg/ha under perioden 1992-2003. Motsvarande för två lokaler i Västmanlands län är 47 respektive 60 kg/ha.

Trots minskat nedfall av luftföroreningar noteras ingen tydlig återhämtning av markvattnets försurningsgrad. Surast markvatten rapporteras från Kvisterhult och Godkärra. Uppmätta halter svaveldioxid, kvävedioxid och ammoniak i bakgrundsmiljö var generellt låga, medan halterna av marknära ozon var högre än EUs senast ozondirektiv på samtliga lokaler i regionen.



Figur 1. Principskiss för mätningarna.

Uppdragsgivare:

Västmanlands läns LVF och
Länsstyrelsen i Uppsala län

Utförande organ:

IVL Svenska Miljöinstitutet AB
Aneboda, SE-360 30 LAMMHULT

Författare: Eva Hallgren Larsson, red.

Nyckelord: Deposition, svavel, kväve,
skogsytor, försurning, markvatten, luft-
halter, Västmanlands län, Uppsala län

IVL rapport B 1559
Beställs från:

Västmanlands läns LVF
Per Hedenbo
c/o Länsstyrelsen i Västmanland
721 86 VÄSTERÅS

eller

Länsstyrelsen i Uppsala län
Göran Albjär
751 86 UPPSALA

eller

IVL, Publikationsservice
Box 21060
SE-100 31 STOCKHOLM

Tel: 08-598 563 00

Fax: 08: 598 563 90

publikationsservice@ivl.se

Innehållsförteckning

Övervakning av luftföroreningar i Västmanlands och Uppsala län	1
Innehållsförteckning	2
Inledning	3
Ord att förklara	4
Förklaring till stationsfigurer	4
Stationsvis redovisning	5
Faktaruta: Lufthalter och årsmedelvärden	16
Tidsutveckling deposition	17
Tidsutveckling markvatten	19
Tidsutveckling lufthalter	20
Data i tabellform - deposition, lufthalter, markvatten	21

Mer information finns på
Krondroppsnetzets hemsida:

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

Där finns bland annat:

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

Inledning

På uppdrag av luftvårdsförbund, länsstyrelser, skogsvårdsstyrelser och kommuner mäter IVL i Aneboda deposition och markvatten på över 100 lokaler i Sverige (figur 2). Syftet är att kvantifiera belastning och beskriva effekter i marken. På vissa lokaler mäts lufthalter av 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 sista enligt Program 2000 för regional övervakning av luftföroreningar.

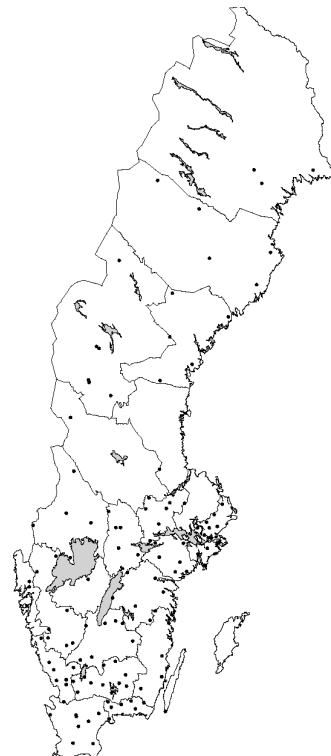
Det är resultat av ett samarbetsprojekt mellan länen, Naturvårdsverket (NV) och IVL och har bland annat inneburit ökad samordning med nationell övervakning av luft, redovisning av resultat både via hemsida och ordinarie rapporter, förbättrade metoder för att undersöka torrt nedfall i skog samt ett program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

Nederbördskemiska mätningar på öppet fält har kompletterats med modellberäknad våtdeposition, utförd av SMHI. Denna rapport redovisar modellberäknad våtdeposition i figurer och tabeller, som jämförelse till krondroppsmätningar. Förbättrade metoder att undersöka torrt nedfall i skog finansieras delvis av NV och görs i tio intensivytor, utvalda för att representera olika delar av landet. Intensivytorna ingår i NVs program för övervakning av deposition till skog, start hösten 2000. Programmets provtagning är nu ackrediterad enligt SWEDAC, och inkluderar rutiner för utbildning av provtagare/vikarier. Svenska metoder att mäta nedfall till skog har jämförts med 19 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 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 är resultat av ett lagarbete. I **Västmanland** har provtagning utförts av Kjell Eklund, Thomas Norrman, Lars Gullberg och Anders Dahllöv. Under året har Magnus Gunnarsson ersatts av Jaana Edman. I **Uppsala** har prover tagits av Helena Ringblom. 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 under 2002/03. Samordnade mätningar av luftföroreningar i skogliga observationsytor.

Ord att förklara

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

Antropogen: Orsakad av människan.

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

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

Deposition: Nedfall av luftföroreningar från atmosfären.

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

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

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

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 ned-

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

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

Lufthalter: Luftens innehåll av svaveldioxid (SO_2), kvävedioxid (NO_2), ammoniak (NH_3) och ozon (O_3) mäts i dessa undersökningar som månadsmedelvärde med hjälp av diffusionsprovtagare. När det gäller normer och gränsvärden hänvisas till separat faktaruta i anslutning till avsnitt om lufthalter samt Krondroppsnätets hemsida.

Markvatten: Vatten i markens omättade zon, oftast på väg nedåt mot grundvattnet. Provtas i dessa undersökningar med lysimetrar, 50 cm ner i mineraljorden. Suger vatten via ett fint, keramiskt filter (typ P 80).

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

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

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

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

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

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

Öppet fält: Öppet område där nederbördskemi och lufthalter mäts.

Förklaring till stationsfigurer

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

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

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

Stationsvis redovisning

Se figur 3-9 om deposition och markvatten, figur 10 om halter i luft, samt tabell 1-5. Notera att nederbördskemiska mätningar på öppet fält endast genomförs i Högsbogen. För övriga lokaler redovisas istället modellberäknad våtdeposition.

Högsbogen (C 01): 63-årig gran-skog med ståndortsindex G28 i Uppsala län, nära gränsen till Västmanlands län. Ytan har ett fältskikt av mossa och ligger på något stenig och fuktig, men plan, mark. Vindpåverkan kan därför bedömas som ringa. Mätningarna startade i oktober 1997. Det är en av landets elva Intensivtytor som sedan 2001 ingår i Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning av deposition till skog. Bland annat innebär det att vissa mätningar bekostas av nationella anslag. Samtliga mätningar avseende deposition, markvatten och lufthalter avslutades dock i december 2003.

Resultaten från senaste årets mätningar i Högsbogen visar 25 % mindre nederbörd under 2002/03 än genomsnittet för sju års mätningar. Trots det var nederbördens bidrag till kvävenedfallet på samma nivå som tidigare, medan nedfallet av svavel var mindre än tidigare; 5,9 kg oorganiskt kväve och 2,7 kg antropogent svavel per hektar. Det innebär att koncentrationen av oorganiskt kväve varit högre i nederbörd från 2002/03 än tidigare. Sedan oktober 2000 har även depositionen av organiskt kväve analyserats. I genomsnitt har mätningarna visat 1,1 kg/ha och år på öppet fält. Högsbogen är de båda länens enda lokal där nederbördskemiska mätningar på öppet fält kan jämföras med modellberäknad våtdeposition för hydrologiska året 2001/02. Då var uppmätt svavelnedfall 20 % större än modellberäkningarna visar. För kvävenedfallet var överensstämmelsen betydligt bättre och skillnaden mindre än 5 %. På samma sätt som tidigare visade kron-droppsmätningarna lägre värden än mätningarna på öppet fält.

Normalt sett bör svavel visa högre värden via kron dropp. Lägre värden förklaras i första hand av att det under vissa väderförhållanden kan förekomma torrdeposition i de ständigt öppna insamlarna på öppet fält. I takt med att torrdepositionen av svavel har minskat (och i områden med låg till måttlig svavelbelastning) har det blivit vanligare att kron dropp visar mindre svavelnedfall än mätningarna på öppet fält. Förhållandet blir dock detsamma om man jämför modellberäknad våtdeposition av svavel för 2001/02, 2,3 kg/ha, med uppmätt nedfall via kron dropp för samma period, 1,6 kg/ha. Detta innebär att mätningarna sannolikt underskattar det totala nedfallet av svavel till skogsmarken i Högsbogen. Kron dropp har visat betydligt jämnare fördelning mellan organiskt och oorganiskt kväve än nederbörd på öppet fält, tabell 2b. Generellt för Högsbogen har också varit betydligt mindre kväve via kron dropp än på öppet fält, vilket är normalt och indikerar betydande upptag eller omvandling av kväve i träd kronorna.

Markvattnet har visat tämligen stabila och för området normala värden; pH-värden runt 5,5 och mycket låga kvävehalter. De låga kvävehalterna korrelerar väl med stor skillnad mellan kvävenedfall på öppet fält och via kron dropp som indikerar att tillgängligt kväve utnyttjas effektivt i ekosystemet. Totalhalter av aluminium har så gott som alltid varit under 1 mg/l. Markant för Högsbogen är att halterna av spårämnet mangan, som bland annat är nödvändigt för bildning av klorofyll, alltid varit under detektionsgränsen. Sju års mätningar visar något sjunkande halter av kalcium, magnesium och kalium i markvattnet. Förändringen är dock inte statistiskt signifikant, utom för kalium.

Halterna av svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂) och marknära ozon (O₃) under 2002/03 var på jämförbar nivå med övriga år sedan mätningarnas början 1997. Årsmedelhalten av ammoniak

(NH₃) var något högre under denna period på grund av en ovanligt hög halt på 2,9 µg/m³ i augusti 2003. Även halten av NO₂ var, jämfört med halterna på övriga lokaler, något förhöjd i augusti. Under månaden pågick krossning av sten på provplatsen och stationen flyttades 100 meter. Halterna av SO₂ i Högsbogen har under perioden varit på jämförbar nivå med halterna på stationerna i Västmanlands län. Halterna av NO₂ har varit på jämförbar nivå med Godkärra och Karsbo, men något lägre än halterna i Vretbacken, Kvisterhult och Finnbo/Hyttskogen i Västmanland. Däremot har ozonhalterna i Högsbogen varit något högre jämfört med lokalerna i Västmanland med undantag av Finnbo/Hyttskogen. Jämfört med övriga landet har halterna av SO₂, NO₂, NH₃ och O₃ i Högsbogen varit relativt låga till genomsnittliga under perioden.

Finnbo (U 01): Före detta granyta med inslag av tall och lövträd på tidigare betesmark. Det gamla beståndet är på moränmark och jordmånen är brunjord. Skogen avverkades i januari 2000 och mätningarna på öppet fält avslutades december 2000. Markvattenmätningarna har fortsatt för att studera eventuella hyggeseffekter. En ny lokal, Hyttskogen, där mätningarna startade oktober 2001 har etablerats i området.

Tidigare depositions mätningar i Finnbo visar att svavelnedfallet till marken i skogen i genomsnitt varit drygt 4 kg/ha under 1992-99. När det gäller kväve har nedfallet i genomsnitt varit drygt 5 kg/ha på öppet fält. Drygt hälften har tagits upp eller omvandlats i träd kronorna.

Drygt tre års mätningar efter avverkningen i Finnbo saknas tydliga hyggeseffekter. Förhöjda halter av oorganiskt kväve är vanligt under hyggesfasen i samband med avsaknad av, eller kraftigt minskad, vegetation som kan tillgodogöra sig tillgängligt kväve. Kvävehalterna i markvatten från Finnbo brukar vara mycket låga och förhöjda halter har noterats vid ett

fåtal tillfällen både i början och slutet av hela mätperioden. Förhöjda halter av kalium kan också vara en hyggeseffekt, men visar ungefär samma halter före som efter avverkningen i Finnbo. De 11 provtagningar som gjorts efter avverkningen visar dock högre medianvärde för pH (6,1) än de som gjordes före (5,2), vilket ofta är en hyggeseffekt i norra Sverige. Även halterna av sulfatsvavel har visat lägre värden efter än före avverkningen. När det gäller markvattnets försurningsstatus indikerar mätningarna att det varit mindre surt efter avverkningen, mätt som kvot mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium och syraneutraliserande förmåga. Detta gäller dock fler lokaler och relateras snarare till minskat svavelnedfall än avverkningen.

För lufthalter – se Hyttskogen.

Godkärra (U 02): 96-årig granskog med ståndortsindex G26 och inslag av tall. Jordarten är morän och jordmånen järnpodsol. Skogsvårdsstyrelsens besiktning av ytan 5 november 1993 visade röta och enstaka mekaniska skador i beståndet. De nederbördskemiska mätningarna på öppet fält avslutades i december 2000. I september 2003 avslutades även övriga mätningar eftersom betydande avverkningar gjorts i beståndet och vissa träd hade blåst ner i själva ytan.

Senaste årets data från Godkärra visar mindre svavelbelastning till marken i skogen än något år tidigare; 2,8 kg/ha. Det är på samma nivå som närmast föregående år och ungefär hälften av vad som i genomsnitt noterats under 11 års mätningar; 5,5 kg/ha. Liksom tidigare är det dock mer än vad som noterats på övriga lokaler i dessa två län. Figur 5 visar att dubbelt så mycket nitratkväve deponerades till marken i skogen under de två senaste åren jämfört med genomsnittet för 11 års mätningar. Om orsaken vore ökad exponeringsgrad till följd av avverkning runt ytan borde även svavel och kloridnedfall visa ökad belastning. Mer troligt är att det

har att göra med kväveomsättningen i beståndet.

Markvattnet visar försurningsymptom genom låga och stabila pH-värden, 4,8. Samtidigt har halterna av baskatjoner varit låga och halterna av aluminium tämligen höga, 1 mg/l. Detta resulterar i låg kvot mellan baskatjoner och aluminium som medför risk för skadliga effekter på ekosystemet. Förhöjda halter av nitratkväve noterades vid ett flertal tillfällen under åren 1997-2000 och kan vara tecken på att kväve inte utnyttjats tillfullo i ekosystemet. Sedan 2001 har nitratkväve dock varit under detektionsgränsen (0,002 mg/l) vid samtliga provtagningar. Däremot har halterna av ammoniumkväve visat förhöjda värden vid flertalet provtagningar från 2001. Tecken på minskad försurningsgrad finns i form av signifikant ökande värden för markvattnets syraneutraliserande förmåga, ANC. Signifikanta förändringar gäller också ökande halter av ammoniumkväve och kalium samt sjunkande halter av sulfatsvavel och aluminium (totalt och organiskt bundet).

Halterna av svaveldioxid (SO₂), var under 2002/03 på jämförbar nivå med halterna sedan 1996/97. Under de tre tidigare mätperioderna var årsmedelhalterna av SO₂ något högre. Halterna av kvävedioxid (NO₂) och marknära ozon (O₃) har varit på jämförbar nivå med tidigare års mätningar även om mellanårsvariationerna varit större för O₃ än för NO₂. Detta är normalt och beror bland annat på vilka förutsättningar väderleken ger för bildning av ozon. Halterna av SO₂ och O₃ har varit på jämförbar nivå med de på övriga lokaler i länet. Halterna av NO₂ har varit något lägre i Godkärra och Karsbo jämfört med Finnbo/Hyttskogen, Vretbacken och Kvisterhult. Jämfört med övriga landet har Godkärras halter av SO₂, NO₂ och O₃ varit låga under perioden.

Vretbacken (U 03): Drygt 90-årig granskog med 40 % inslag av tall i småkuperad terräng. Jordarten är finkornig morän och jordmånen

järnpodsol. De nederbördskemiska mätningarna på öppet fält avslutades i december 2000. På grund av avverkning har depositions-mätningarna avslutats i september 2003. Däremot fortsätter markvattenmätningarna genom ett samarbete mellan luftvårdsförbundet och ASTA-projektet inom IVL.

Krondroppsmätningar från de två senaste åren visar mindre svavelbelastning till marken i skogen än något år tidigare; 2,1 kg/ha och år. Det är mindre än hälften av medelvärdet för 11 års mätningar i Vretbacken, 4,3 kg/ha. Det illustrerar tydligt att belastningen av försurande svavel har minskat kraftigt sedan mätningarna startade 1992. När det gäller kväve har utvecklingen inte varit lika tydlig. Resultaten från de två senaste åren (1,3 kg/ha och år räknat som summa nitratkväve och ammoniumkväve) var i nivå med medelvärdet för hela mätperioden.

Marken i provytan har ofta varit torr, vilket försvårat provtagning av markvatten. Trots att ytterligare lysimetrar installerats har provmängderna förblivit ganska små. Under året har dessutom extra provtagningsförsök gjorts. Från senaste året finns dock bara resultat från maj månad, då den totala provmängden från fem lysimetrar blev 31 ml. Resultaten var dock i nivå med tidigare värden och visar gynnsamma pH-värden (6,1) samt låga halter av kväve och aluminium totalt (<0,002 respektive 0,24 mg/l). Vissa signifikanta förändringar har noterats som indikerar att försurningsgraden i markvattnet har minskat. Det gäller ökande värden för pH och kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium. Samtidigt har halterna av oorganiskt aluminium minskat. Under de senaste åren har ANC visat liknande värden som under början av 1990-talet och tidigare beskriven utveckling med ökad ANC har brutits. Att pH-värdet har ökat kan ha bidragit till att mängden organiskt bundet aluminium har ökat på bekostnad av mängden oorganiskt aluminium. Övriga signifikanta förändringar

som noterats är sjunkande halter av sulfatsvavel, klorid, kalcium, magnesium och mangan. Värt att notera är att halterna av mikronäringämnet mangan varit under detektionsgränsen (0,02 mg/l) sedan vid flertalet provtagningar sedan 1997.

Halterna av svaveldioxid (SO₂), var under 2002/03 på jämförbar nivå med halterna sedan 1996/97. Under 1993-1996 var årsmedelhalterna av SO₂ något högre. Årsmedelhalterna av kvävedioxid (NO₂) har varit runt 2,5 µg/m³ sedan 1999/00, medan halterna under de tidigare sex åren varit något högre, runt 3 µg/m³. Halterna av marknära ozon (O₃) har varit på jämförbar nivå med tidigare års mätningar. Halterna av SO₂ och O₃ har visat samma nivå som övriga lokaler i länet. Halterna av NO₂ har varit något högre i Vretbacken, Finnbo/Hyttskogen och Kvisterhult jämfört med Godkärra och Karsbo. Jämfört med övriga landet har periodens halter av SO₂, NO₂ och O₃ varit relativt låga i Vretbacken.

Kvisterhult (U 04): EU-yta med 83-årig granskog och ståndortsindex G28 på finkornig moränmark, där mätningarna startade 1993. Jordmånen är järnpodsol. De nederbördskemiska mätningarna på öppet fält avslutades i december 2001 men har återupptagits i november 2003. Syftet är att ha en lokal i länet där nederbördskemiska mätningar på öppet fält, främst avseende kvävenedfall, kan jämföras med de modellberäkningar som utförs av SMHI.

De två senaste årens krondroppsmätningar visar att svavelnedfallet till marken (1,6-1,7 kg/ha) varit betydligt mindre än genomsnittet sedan 1993 (3,4 kg/ha). Nedfallet av kväve via krondropp har dock varit på samma nivå hela tiden, 2,3 kg/ha och år. Tidigare års mätningar, och modellberäkningar från 2001/02, visar att nederbördens bidrag till kvävenedfallet varit det dubbla, drygt 4 kg/ha.

Kvisterhult har generellt haft surt och stabilt markvatten och varit

surare än någon annan lokal i de båda länen. Förutom låga pH-värden (mellan 4,3 och 4,7 vid alla 31 provtagningar) har halterna av baskatjoner varit låga och halterna av aluminium höga (2,6 mg/l som medianvärde för totalt aluminium, varav merparten i oorganisk form). Tillsammans ger det låg kvot mellan baskatjoner och aluminium och ökad risk för ekologiska skador. Tabell 5 visar tydligt negativa värden för ANC; avsaknad av syraneutraliserande förmåga. Detta är betydligt vanligare i södra Sverige än i mellersta och norra Sverige. Både ammoniumkväve och nitratkväve har i princip alltid varit under detektionsgränsen, vilket är normalt i brukad skogsmark och indikerar att kväve utnyttjas väl i ekosystemet. Trots generellt minskad svavelbelastning i området noteras inga tecken på återhämtning från försurning av markvatten, vilket ingår som delmål under miljömålet "Bara naturlig försurning". Snarast visar resultaten ökad försurningsgrad genom att kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium har sjunkit signifikant och varit under 1 vid så gott som alla provtagningar sedan 1999. Övriga parametrar som kan indikera förändrad försurningsgrad är pH-värde och ANC. Dessa visar dock inga signifikanta förändringar utan ligger kvar på samma nivåer som tidigare år. Övriga signifikanta förändringar som noterats i Kvisterhult är sjunkande värden för kalcium, magnesium, kalium och totalt organiskt kol i markvattnet.

Halterna av svaveldioxid (SO₂), var under 2002/03 på jämförbar nivå med halterna sedan 1996/97. Årsmedelhalterna av kvävedioxid (NO₂) och marknära ozon (O₃) har varit på jämförbar nivå med tidigare års mätningar även om det finns vissa mellanårsvariationer. Både sommarhalvårshalten och årsmedelhalten av ammoniak (NH₃) är den högsta sedan mätningarna började 1993. De höga medelhalterna orsakas bland annat av en ovanligt hög halt i augusti 2003. 2,1 µg/m³. Även ammoniakhalten i Högsbogen i Uppsala län var för-

höjd i augusti. Halterna av SO₂ och O₃ har varit på jämförbar nivå med övriga lokaler i länet och halterna av NH₃ jämförbara med Högsbogen i Uppsala län. Halterna av NO₂ har varit något högre i Kvisterhult, Vretbacken och Finnbo/Hyttskogen jämfört med Godkärra och Karsbo. Jämfört med halter av SO₂, NO₂, NH₃ och O₃ i övriga landet har halterna i Kvisterhult varit låga till genomsnittliga under perioden.

Karsbo (U 05): Gran, 76 år, på finkornig sedimentmark. Ytan innehåller fuktiga partier och jordmånen är påverkad av humusblandning i sedimentet. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2000.

I Karsbo, i nordvästra Västmanland, har mätningarna oftast visat lägre deposition av svavel och kväve än på övriga lokaler i de båda länen. Uppmätta belastning av antropogent svavel till marken i skogen var endast 1,6 kg/ha under det senaste hydrologiska året, vilket är mindre än något år tidigare. Medelvärdet för tio års mätningar i Karsbo är 2,9 kg/ha. Även uppmätt kvävenedfall via krondropp var mindre än vanligt, 1,4 kg/ha räknat som summa nitratkväve och ammoniumkväve. Under 2001/02 noterades 1,7 kg kväve till marken i skogen. Samtidigt visade modellberäknad våtdeposition av kväve ett betydligt högre värde på 4,7 kg/ha. Även för våtdeposition av svavel visade modellberäkningarna ett högre värde än på de övriga lokalerna. För både kväve och svavel beror det på att beräknad nederbörds-mängd var störst i Karsbo (figur 8 och tabell 3).

Markvatten från Karsbo har i allmänhet visat pH-värden runt 5,3 och mycket låga koncentrationer av flertalet ämnen. Halterna av mangan har nästan alltid varit under detektionsgränsen (0,02 mg/l). Brist på mangan kan få negativa konsekvenser för bildningen av klorofyll. Sedan mätningarna startade har ett flertal signifikanta förändringar noterats. Noterat låga koncentrationer av

flera ämnen har dessutom blivit lägre sedan mätningarna började 1993. Det gäller sulfatsvavel, klorid, kalcium, magnesium, natrium och totalt organiskt kol som visat signifikant sjunkande värden. Halterna av aluminium (både organiskt och oorganisk form) har dock ökat signifikant, även om halterna fortfarande är att betrakta som låga. Tillsammans gör detta att kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium har minskat. Även för syraneutraliserande förmåga redovisas statistiskt signifikant sjunkande värden och dessa två parametrar indikerar snarast ökad försurningsgrad i markvatten från Karsbo.

Halterna av kvävedioxid (NO_2) och marknära ozon (O_3) har varit på jämförbar nivå med tidigare års mätningar även om mellanårsvariationerna varit större för O_3 än för NO_2 . Detta är normalt och beror bland annat på vilka förutsättningar väderleken ger för bildning av ozon. Halterna av SO_2 och O_3 har varit på jämförbar nivå med de på övriga lokaler i länet. Halterna av NO_2 har varit något lägre i Karsbo och Godkärra jämfört med Finnbo/Hyttskogen, Vretbacken och

Kvisterhult. Jämfört med övriga landet har halterna av SO_2 , NO_2 och O_3 i Karsbo varit låga under perioden.

Hyttskogen (U 06): Snart 50-årig granskog med visst inslag av tall och björk strax nordväst om Sala. Ståndortsindex är G22. Jordmånen är järnpodsol och ytan är belägen i ett moränområde. Denna marktyp är länets vanligaste skogsmarkstyp. Krondroppsmätningar startade i oktober 2001. Lufthalter har tidigare mätts som bakgrund till krondroppsmätningarna i Finnbo, cirka 13 km nordost Hyttskogen. I juni 2003 flyttades de och görs nu 0,5 km norr om Hyttskogen. Båda mätplatserna är sannolikt representativa för ett större område och mätserien behandlas tills vidare som en.

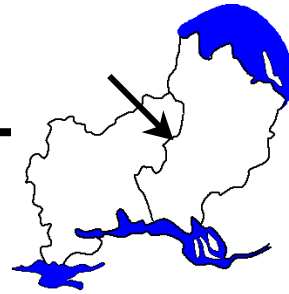
Två års krondroppsmätningar i Hyttskogen har visat låg belastning av antropogent svavel till marken i skogen, 1,6 kg/ha som genomsnitt. Även kvävednedfallet har varit lågt, 1,6 kg/ha och år räknat som summa nitratkväve och ammoniumkväve. Modellberäknad våtdeposition av kväve var mer än dubbelt så stor under 2001/02; 3,7 kg/ha.

Fyra provtagningar har gett resultat avseende markvattnets sammansättning. De indikerar relativt höga pH-värden runt 6 men för övrigt relativt skiftande karaktär mellan olika provtagningar. Något förhöjda kvävehalter har dock förekommit vid ett par tillfällen. Aluminiumhalterna har varit låga och halterna av mangan alltid under detektionsgränsen (0,02 mg/l).

I Finnbo/Hyttskogen mättes under perioden endast kvävedioxid (NO_2) och marknära ozon (O_3). Halterna av NO_2 har varit på jämförbar nivå med halterna under de senast tre mätperioderna. Årsmedelhalterna av O_3 har varit cirka 45-55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sedan 1995/96 och var på jämförbar nivå under 2002/03 med 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsmedelvärde. Halterna av NO_2 har under perioden varit på jämförbar nivå med de i Vretbacken och Kvisterhult och något högre än i Godkärra och Karsbo. Ozonhalterna har generellt varit på jämförbar nivå med övriga stationer i länet. Jämfört med halter av SO_2 , NO_2 och O_3 i övriga landet har halterna i Finnbo/Hyttskogen varit relativt låga under perioden.

Högskogen (C 01)

Gran, 63 år

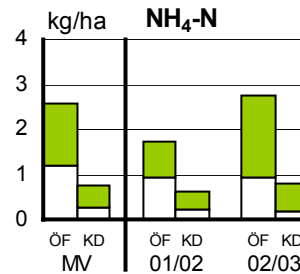
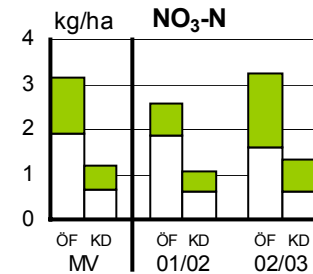
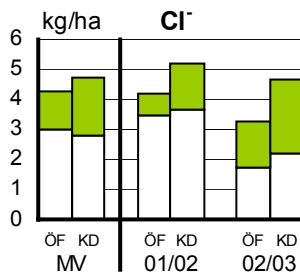
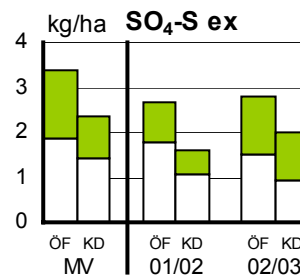
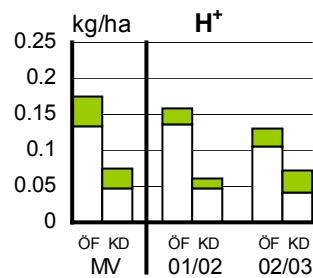


DEPOSITION (C 01)

Nederbörd på ÖF (mm)

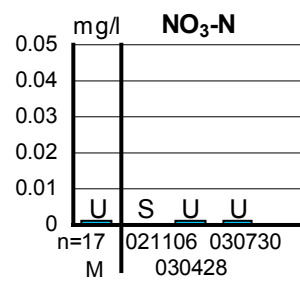
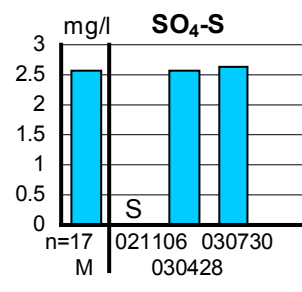
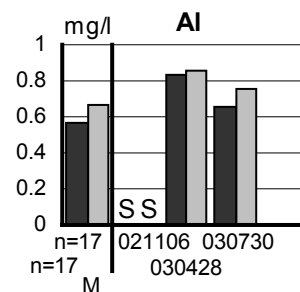
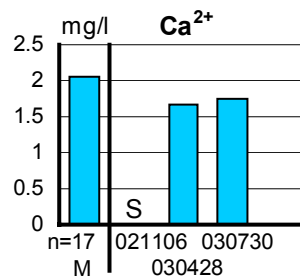
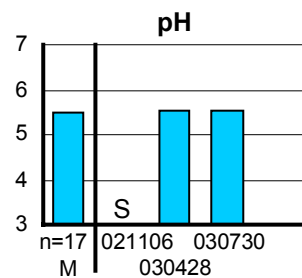
	MV	01/02	02/03
Sommar	362	307	324
Vinter	395	487	240

=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 ÖF : 1997/2003
 KD : 1997/2003
 ÖF =Öppet fält
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN (C 01)

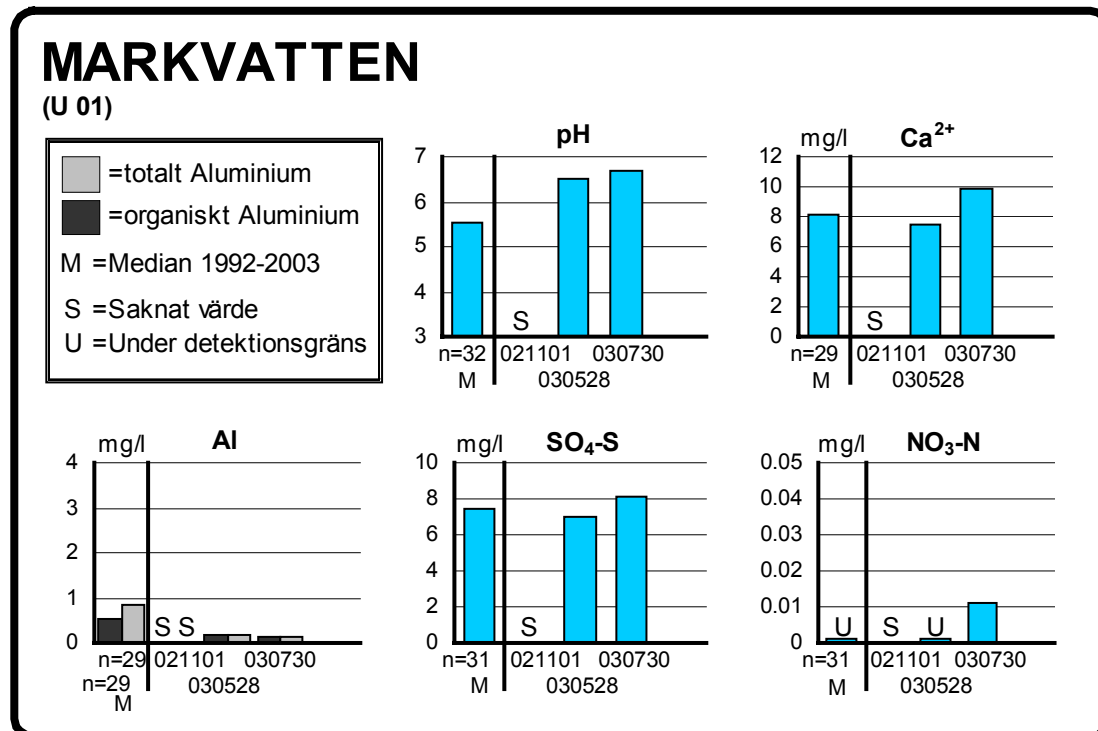
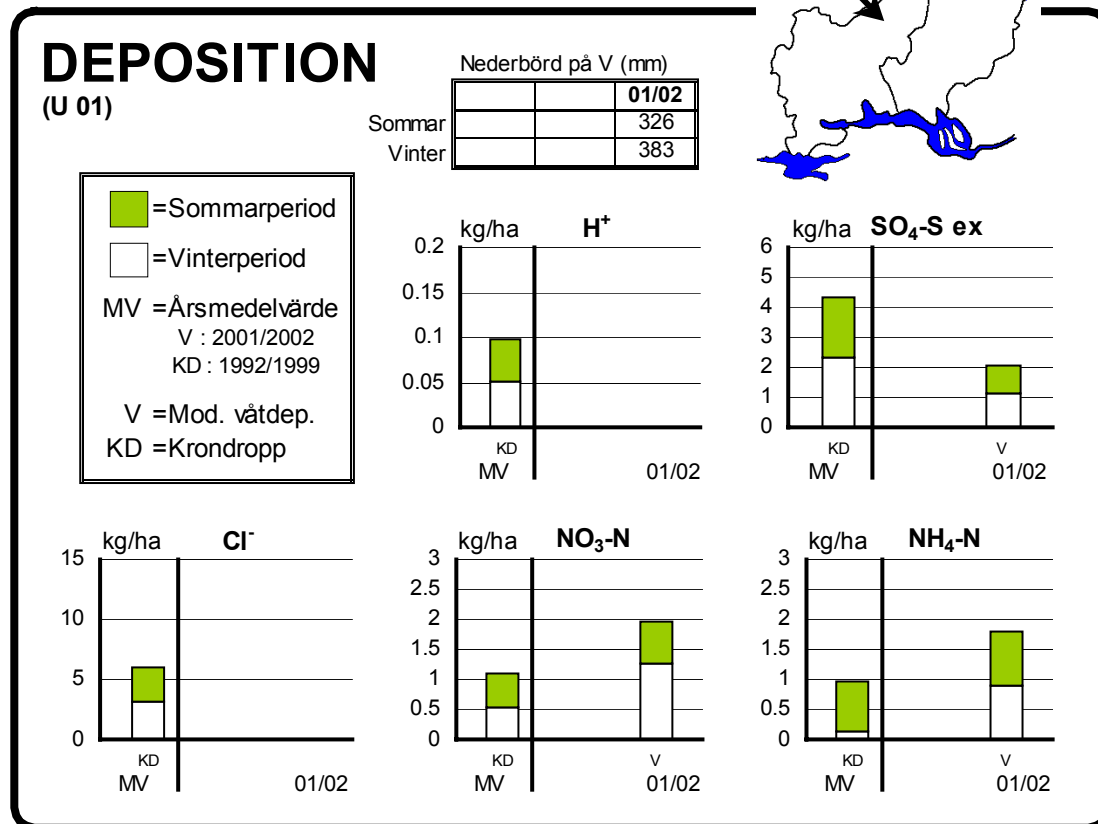
=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1997-2003
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



Figur 3. Deposition och markvattendata från Högskogen, C 01.

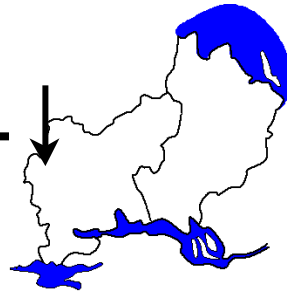
Finnbo (U 01)

Gran, 95 år



Figur 4. Resultat från Finnbo, U 01. OBS! Beståndet avverkades i januari 2000 men markvattnemätningar fortsätter för att följa utvecklingen under hyggesfasen. Gamla depositionsdata och modellberäknad våtdeposition redovisas dock som jämförelse till erhållna markvattnedata.

Godkärra (U 02)
Gran, 96 år

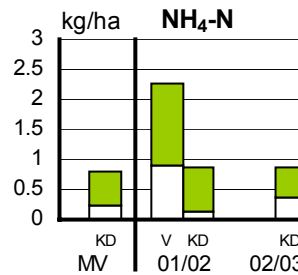
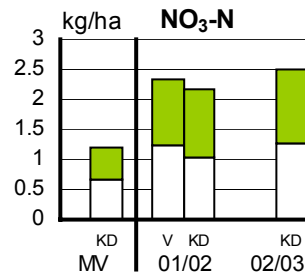
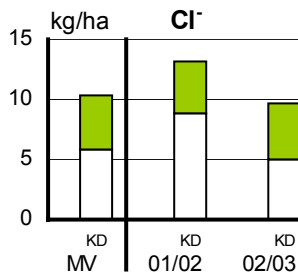
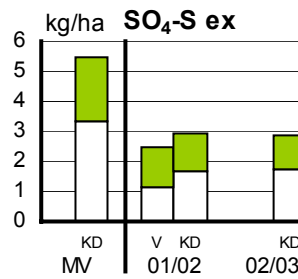
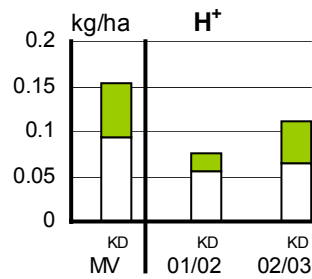


DEPOSITION
(U 02)

Nederbörd på V (mm)

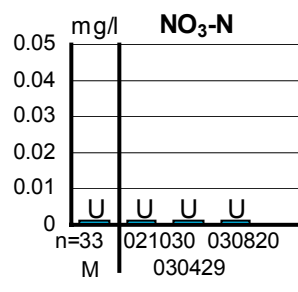
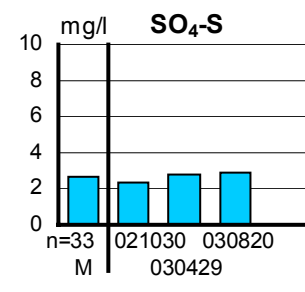
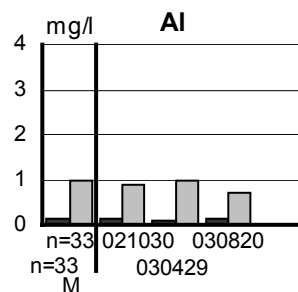
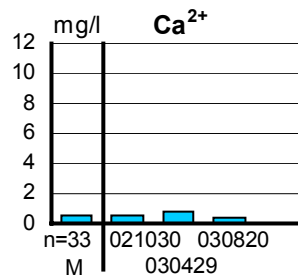
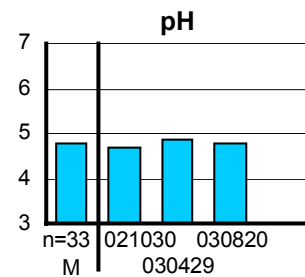
	01/02	
Sommar	393	
Vinter	386	

■ =Sommarperiod
□ =Vinterperiod
MV =Årsmedelvärde
V : 2001/2002
KD : 1992/2003
V =Mod. våtdep.
KD =Kronddropp



MARKVATTEN
(U 02)

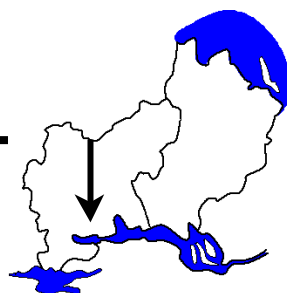
■ =totalt Aluminium
■ =organiskt Aluminium
M =Median 1992-2003
S =Saknat värde
U =Under detektionsgräns



Figur 5. Deposition och markvattendata från Godkärra, U 02.

Vretbacken (U 03)

Gran, 93 år



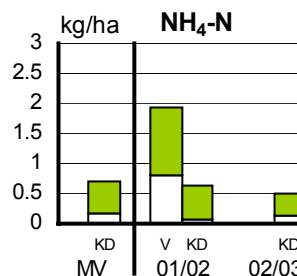
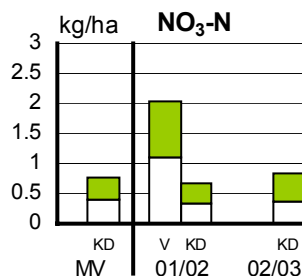
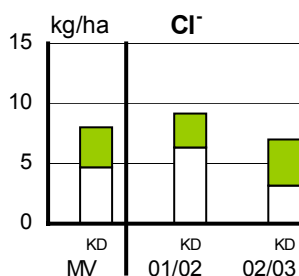
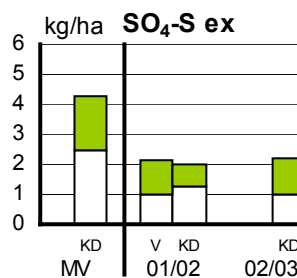
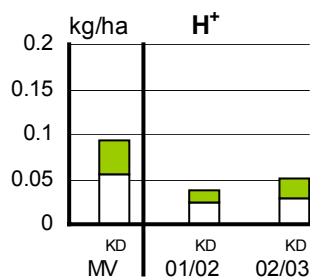
DEPOSITION

(U 03)

Nederbörd på V (mm)

	01/02	
Sommar	340	
Vinter	345	

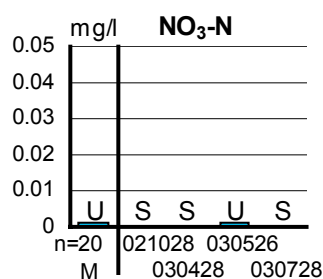
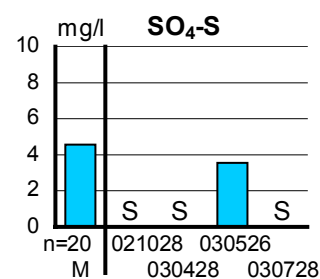
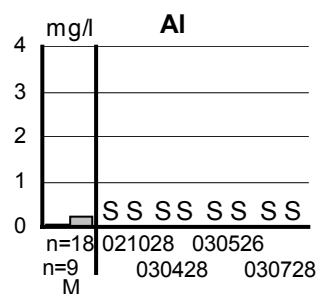
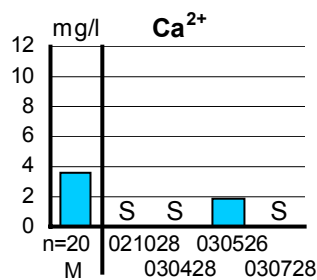
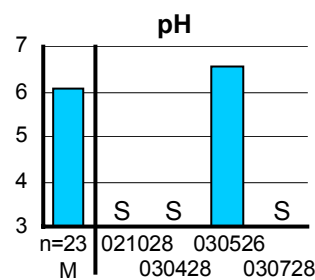
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2002
 KD : 1992/2003
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

(U 03)

=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1992-2003
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



Figur6. Deposition och markvattendata från Vretbacken, U 03.

Kvisterhult (U 04)

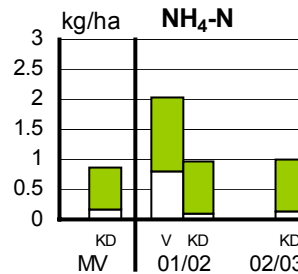
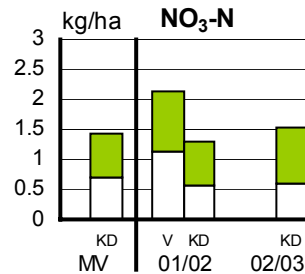
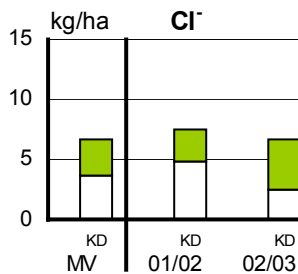
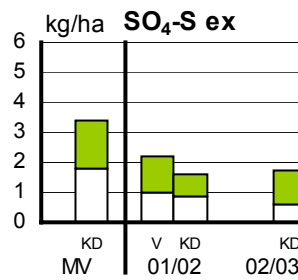
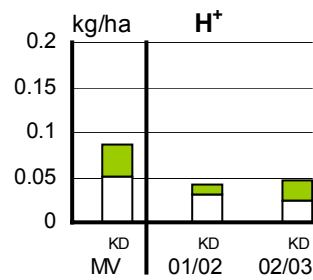
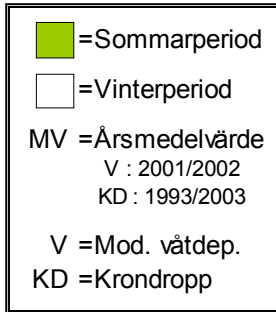
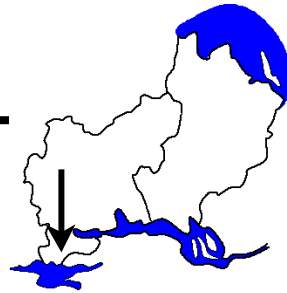
Gran, 83 år

DEPOSITION

(U 04)

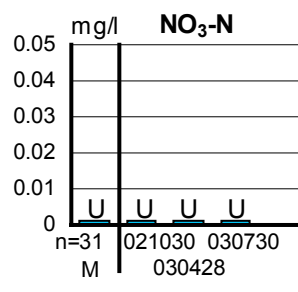
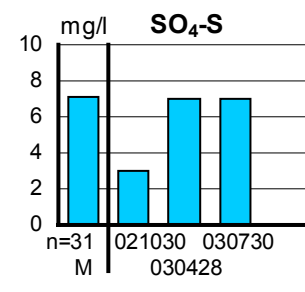
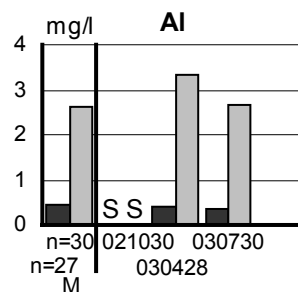
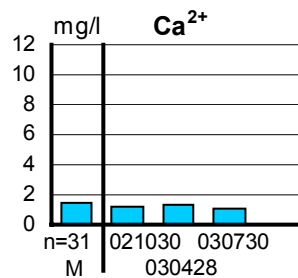
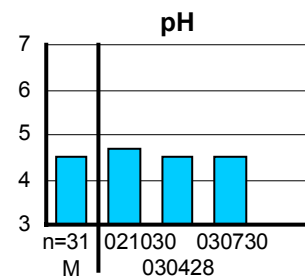
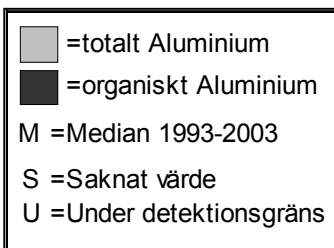
Nederbörd på V (mm)

	01/02	
Sommar	342	
Vinter	345	



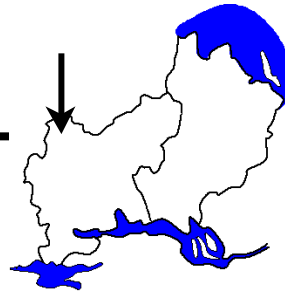
MARKVATTEN

(U 04)



Figur 7. Deposition och markvattendata från Kvisterhult, U 04.

Karsbo (U 05)
Gran, 76 år

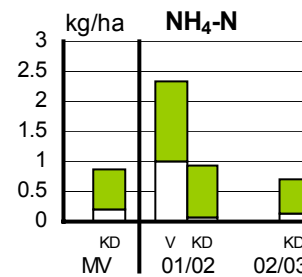
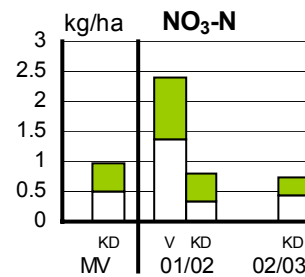
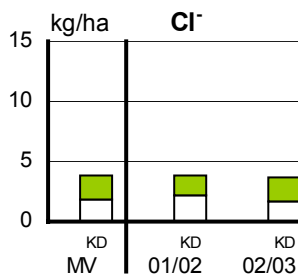
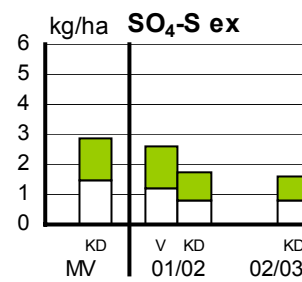
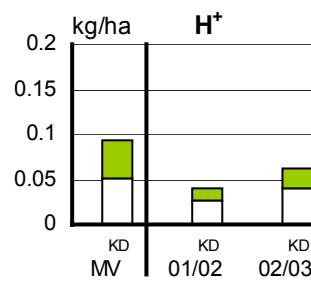


DEPOSITION
(U 05)

Nederbörd på V (mm)

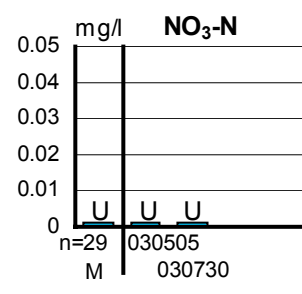
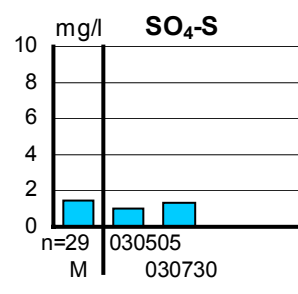
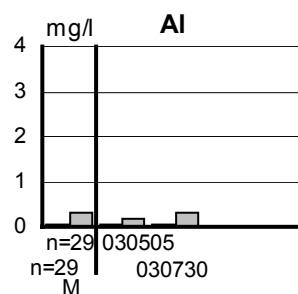
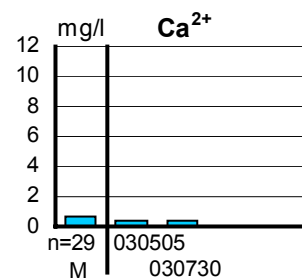
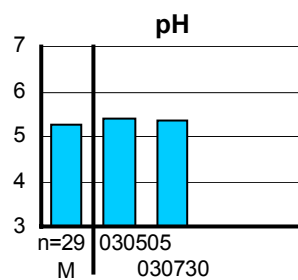
	01/02	
Sommar	406	
Vinter	422	

■ =Sommarperiod
□ =Vinterperiod
MV =Årsmedelvärde
V : 2001/2002
KD : 1993/2003
V =Mod. våtdep.
KD =Kronddropp



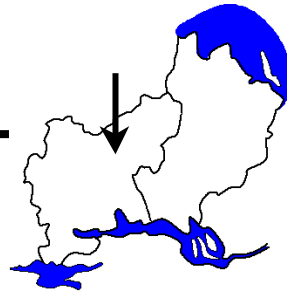
MARKVATTEN
(U 05)

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



Figur 8. Deposition och markvattendata från Karsbo, U 05.

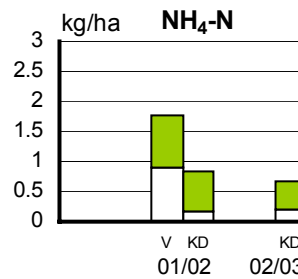
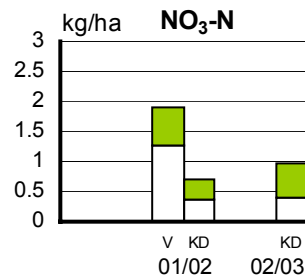
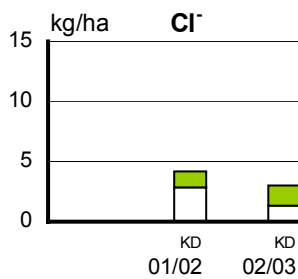
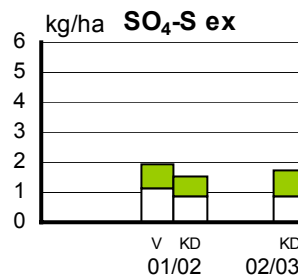
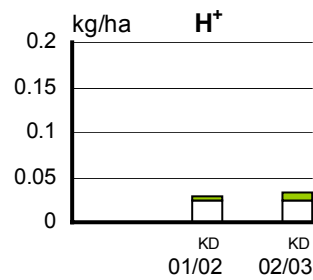
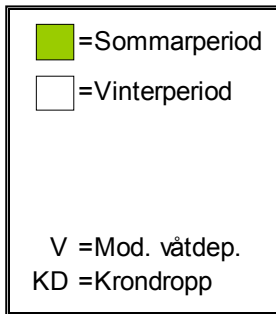
Hyttskogen (U 06) Gran, 46 år



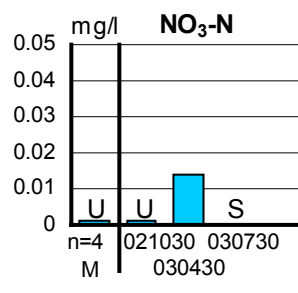
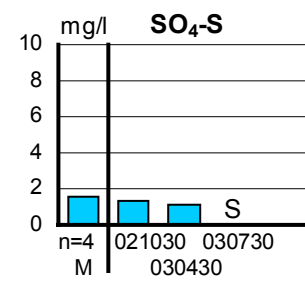
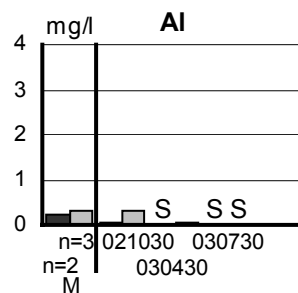
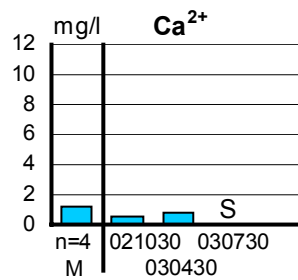
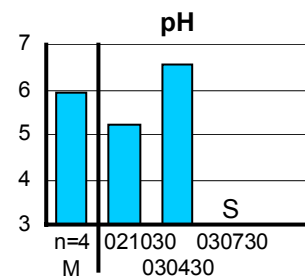
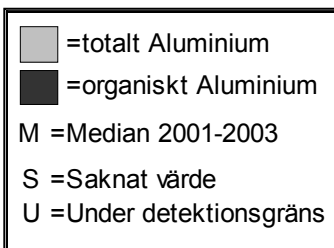
DEPOSITION (U 06)

Nederbörd på V (mm)

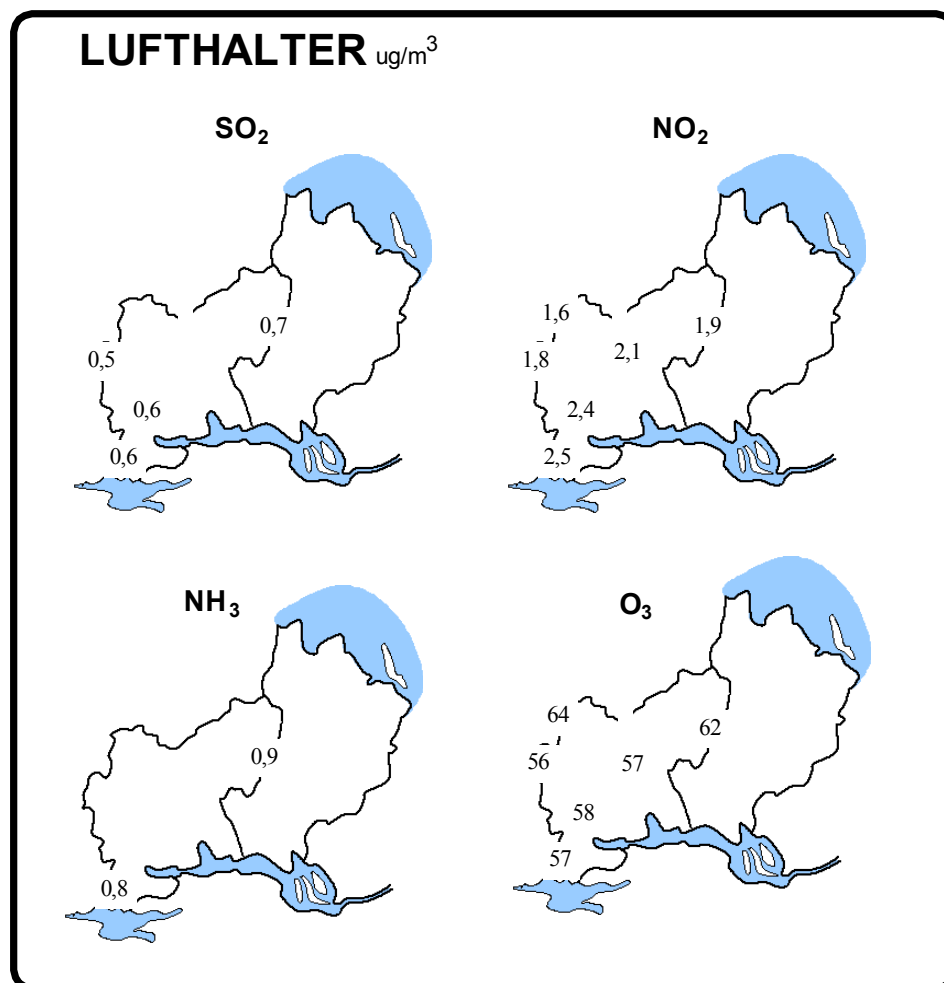
	01/02	
Sommar	288	
Vinter	381	



MARKVATTEN (U 06)



Figur 9. Deposition och markvattendata från Hyttskogen, U 06.



Figur 10. Periodmedelvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) av halter i luft på öppet fält. För SO₂ och NO₂ gäller perioden oktober 2002 till september 2003 och för NH₃ och O₃ 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: 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 överstiga $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ till skydd av hälsa, kulturvärden och material år 2020. Enligt EUs senaste ozondirektiv bör inte årsmedelhalten av ozon överstiga $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ till skydd av material.

Kvävedioxid

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

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

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

Ammoniak

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

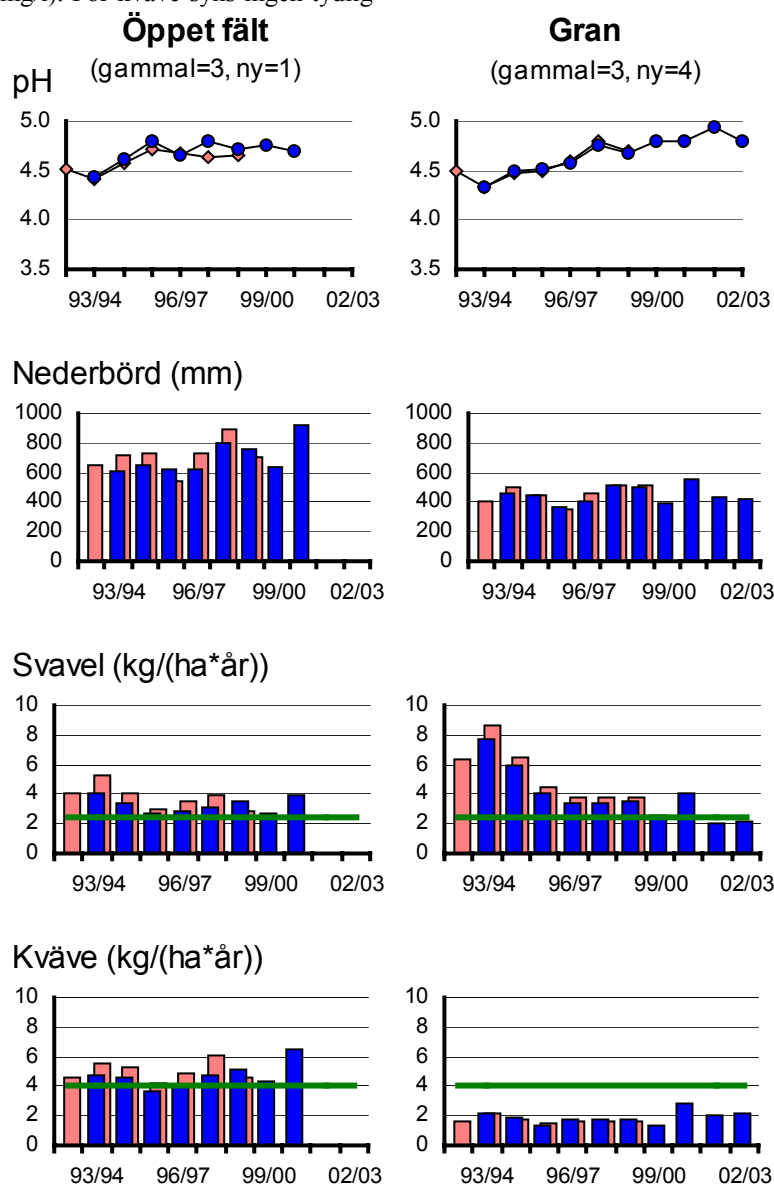
Tidsutveckling deposition

Figur 11 visar att nederbördens pH-värde var cirka 4,5 i början av 1990-talet. Under perioden 1995/96 - 2000/01 har nederbörden varit mindre sur, i genomsnitt pH-värde 4,7. Trots att nederbördsmängderna snarast ökat under mätperioden har svavelnedfallet via nederbörden (i genomsnitt 3,7 kg/ha) minskat. Det förklaras av lägre svavelhalter i nederbörd från slutet av perioden (0,4 mg/l) än i dess början (0,6 mg/l). För kväve syns ingen tydlig

tidsutveckling och figuren visar att kvävenedfallet på öppet fält i genomsnitt varit 5,1 kg/ha och år. Summerad koncentration av nitratkväve och ammoniumkväve har i genomsnitt varit 0,7 mg/l under perioden 1992-2001.

Krondropp från granskog visar liknande trend med stigande pH-värden, tydlig minskning av svavelnedfallet (främst torrdepositionens omfattning) men utan tydlig tidsutveckling avseende kvävenedfall. Denna utveckling gäller inte

bara Västmanlands län utan är generell för stora delar av Sverige. Generellt för hela södra och östra Sverige är också toppnotering för svavel och kvävenedfall under 1993/94. Trolig orsak var meteorologiska förhållanden som påverkade intransport av förorenad luft. Under 2002/03 noterades i genomsnitt 2,1 kg antropogent svavel och 2,2 kg oorganiskt kväve per hektar skogsmark i Västmanlands fyra granytor.



Figur 11. Årsmedelvärden för valda parametrar i två miljöer i Västmanland; öppet fält och granskog, uppdelat på två delvis överlappande tidserier. Figuren visar tidsutvecklingen trots övergång från "gammal" serie (från 1992/93) till "ny" serie (från 1993/94) Streckad linje anger genomsnittlig förväntad nivå år 2010 i Svealand om beslutade åtgärder genomförs (se sid. 3).

De regionala skillnaderna i deposition av försurande luftföroreningar gör att de ackumulerade mängderna av svavel och kväve varierar kraftigt i landet. Figur 12 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 närliggande öppna fält.

Trots att nedfallet av försurande svavel har minskat kraftigt i Sverige, speciellt under 1980- och 1990-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 torredeposition i södra Sverige. Under 1990-talet har dock torredepositionen minskat mer än våtdepositionen. För Västmanlands län finns jämförbara värden för krondropp från Godkärra och

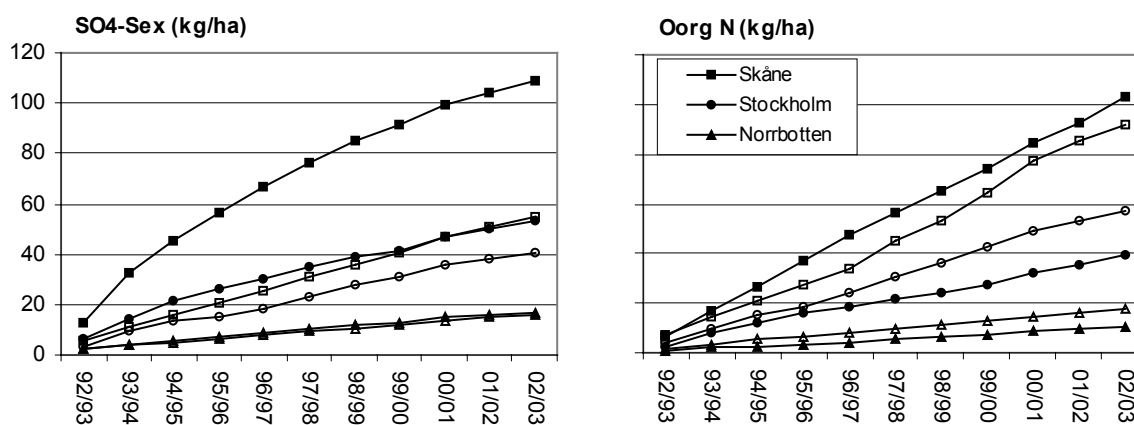
Vretbacken. De visar en ackumulerad deposition på 60 respektive 47 kg antropogent svavel per hektar under samma tidsperiod och med högst värden de första åren.

Kvävenedfallet till skogsytor påverkas av upptag och omvandling i trädkronorna. 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 trädkronans upptag och omvandling. Kvävebelastningen har i dessa områden varit låg eller måttlig. Den totala depositionen till skog, där upptag och omvandling i trädkronan räknats bort, är alltid högre än på öppet fält beroende på torredepositionens bidrag. Organiskt kväve började analyseras år 2000 och det har visat att den regionala variationen i deposition varit mindre jämfört med oorganiskt kväve; i genomsnitt 1,5 kg/ha på öppet fält och 2,5 kg/ha via krondropp av oorganiskt kväve.

Före 1990 var den totala depositionen, och skillnaden mellan krondropp och öppet fält, större än

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

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



Figur 12. 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 i krondropp, ofyllda för öppet fält.

Tidsutveckling markvatten

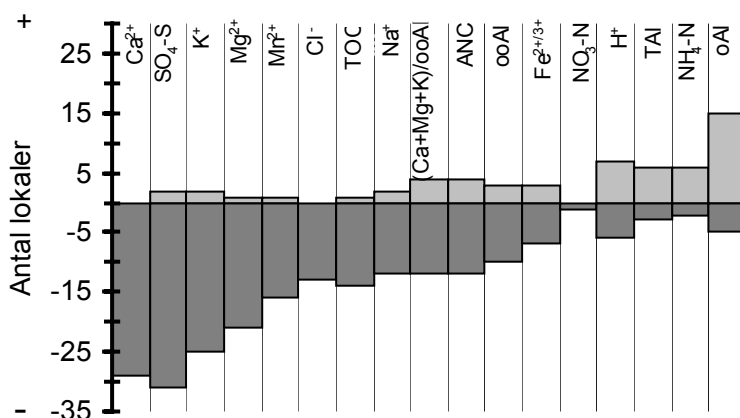
Linjär regressionsanalys har gjorts för att konstatera om markvattnets sammansättning förändrats signifikant sedan mätningarna startade på varje lokal. Sammanställningen ger indikationer på utveckling i skogsmark och markvatten på aktiva lokaler med minst fem provtagningar ~2 år. För Västmanlands och Uppsala län innebär det att samtliga lokaler ingår utom Hyttskogen.

Figur 13 visar att markvattnets innehåll av kalcium och kalium har minskat signifikant på mer än hälften av lokalerna i Svealand

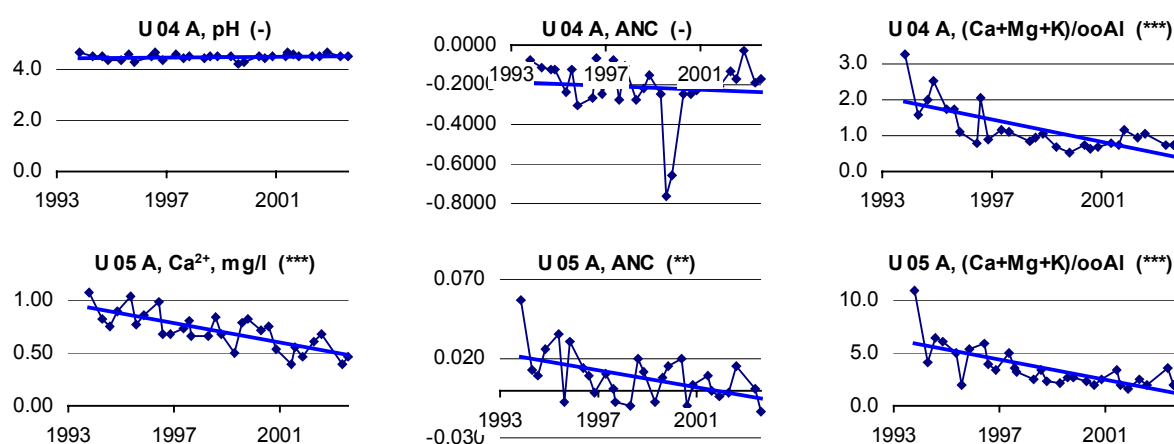
och Norrland. På nästan lika många lokaler har halterna av magnesium minskat. En tydlig trend är sjunkande halter av sulfatsvavel. Det har noterats på två tredjedelar av alla lokaler och är en logisk följd av minskad svaveldeposition. Sjunkande halter redovisas även för klorid, mangan och organiskt kol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

Förändringar av markvattnets försurningsgrad är inte lika tydliga, utan det finns exempel på både ökad och minskad försurning. Markens förmåga att buffra mot syror, uttryckt som ANC (se ord att förklara, sidan 4) samt kvoten

mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium har dock företrädesvis sjunkit, vilket indikerar ökad försurningsgrad. ANC påverkas förutom av försurningsbelastningen av nedfallet av havssalt. Stigande halter av klorid i markvattnet kan leda till sänkt ANC, vilket har noterats på två av de tolv lokaler i Svealand och Norrland där ANC har minskat signifikant. Utvecklingen på skogsytorna i Västmanlands och Uppsala län följer i princip det generella mönstret för Svealand och Norrland.



Figur 13. Trendberäkningar för markvatten på 49 lokaler i Svealand och Norrland. Positivt värde på y-axeln anger antal lokaler med signifikant ökade halter (+) sedan mätningarna startade på respektive lokal. På samma sätt anger negativt värde antal lokaler med signifikant minskade värden (-).



Figur 14. Tidsutveckling för markvatten i Kvisterhult U 04 A, och Karsbo U 05 A. Statistisk signifikans indikeras med stjärnor.

Figur 14 illustrerar generellt surt markvatten med tydligt låga värden för pH och ANC under hela mätperioden i Kvisterhult. Dessa parametrar visar dock ingen tydlig tidsutveckling. Samtidigt har kvo-

ten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium sjunkit signifikant. Exemplet från Karsbo visar sjunkande kalciumhalter och ökad försurningsgrad, mätt som statistiskt signifikant sjunkande ANC

och kvot mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium. Minskande innehåll av kalcium och magnesium redovisas även från Vretbacken och Kvisterhult.

Tidsutveckling lufthalter

Lufthalter av svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och marknära ozon (O₃) mäts på sammanlagt fem lokaler i Västmanlands län och en lokal i Uppsala län. Mätningarna i Västmanlands län har pågått sedan oktober 1993 och i Uppsala län sedan oktober 1997. Lokaler 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.

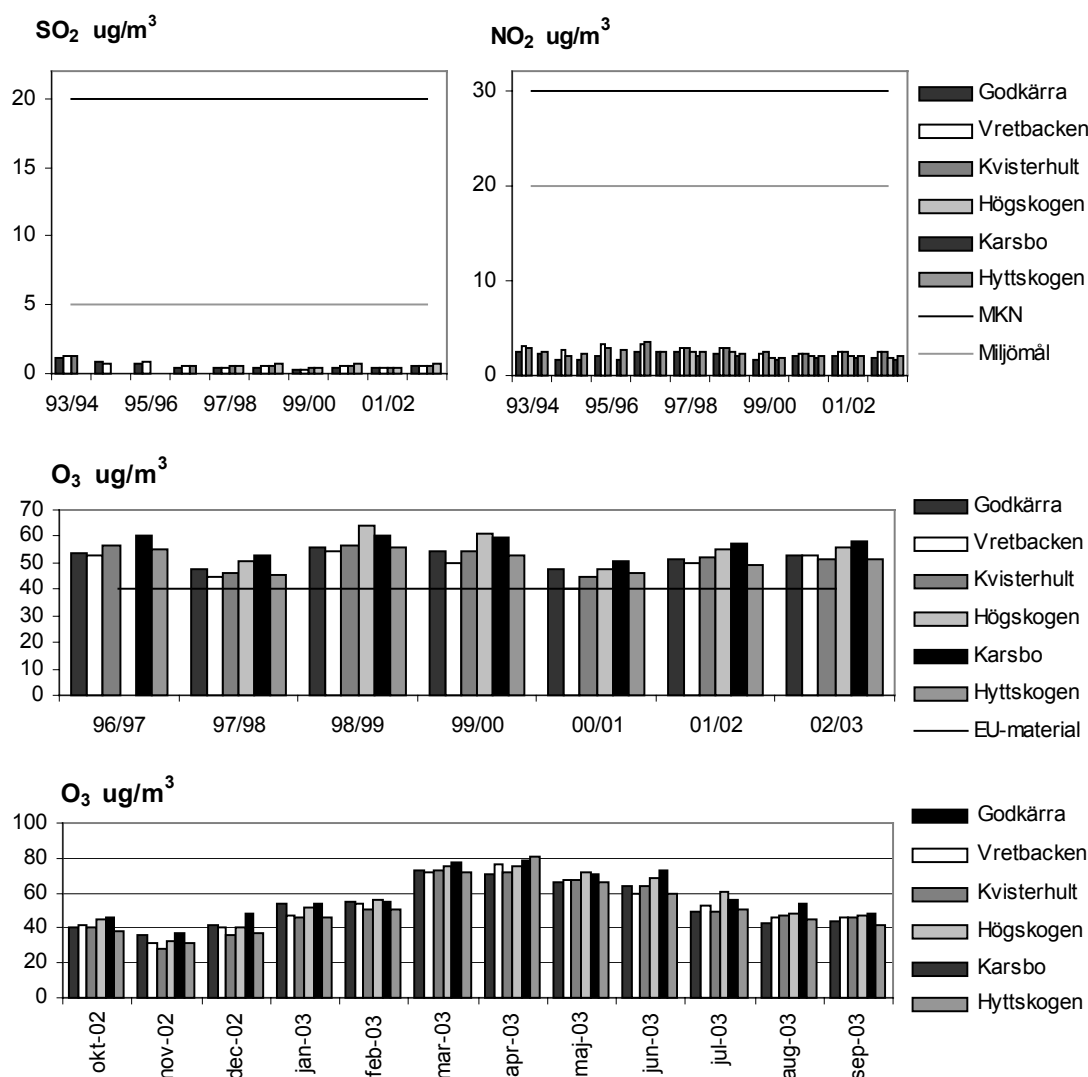
I figur 15 nedan jämförs årsmedelhalter (hydrologiskt år) av SO₂, NO₂ och O₃ med de miljö kvalitetsnormer och miljömål gällande hälsa, ekosystem och material som

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. Dessutom redovisas denna mätperiods månadsmedelhalter av O₃.

Det syns tydligt i diagrammen att halterna av SO₂ och NO₂ är lägre än både miljö kvalitetsnormerna gällande ekosystem och miljömålen gällande hälsa, kulturvärden och/eller material. Däremot överstigs det av EU rekommenderade årsmedelvärdet för ozon på 40 µg/m³ (2002/3/EG) gällande material på samtliga stationer 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 överskridits frekvent på lokalerna i länen, se även tabell 4.

I det sista diagrammet redovisas månadsmedelhalter av O₃ från mätningarna oktober 2002 - september 2003. Institutet för miljömedicin (IMM) vid Karolinska institutet har fastställt en lågrisknivån 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 exemplifieras av data från Finnbo/Hyttskogen i april 2003, då månadsmedelhalten var 81 µg/m³.



Figur 15 Årsmedelhalter av svaveldioxid, kvävedioxid och ozon jämfört med miljö kvalitetsnormer, miljömål och målvärde samt månadsmedelhalter av ozon oktober 2002 - september 2003.

Data i tabellform - deposition, lufthalter, markvatten

Tabell 1a. Data från mätningar på öppet fält i Uppsala och Västmanlands 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 →										
Högskogen (C 01 A)	02/03	563	0,13	2,9	2,8	3,3	3,2	2,7	1,6	0,6	2,1	1,1	0,11
	01/02	795	0,16	2,9	2,7	4,2	2,6	1,7	1,3	0,5	2,5	1,0	0,09
	00/01	781	0,20	3,8	3,6	3,1	3,0	2,2	1,3	0,6	2,3	0,5	0,16
	99/00	741	0,17	3,9	3,5	6,9	3,2	2,9	2,4	0,6	4,5	1,3	0,22
	98/99	760	0,18	3,6	3,4	4,8	3,5	3,0	2,1	0,5	2,9	1,8	0,08
	97/98	902	0,21	4,5	4,3	3,4	3,5	2,9	2,3	0,6	2,3	1,5	0,13
Finnbo (U 01 A)	99/00	662	0,13	4,8	4,6	5,0	3,5	3,1					
	98/99	622	0,13	2,6	2,5	2,2	2,2	1,7					
	97/98	916	0,19	4,4	4,3	2,9	3,4	3,1					
	96/97	753	0,15	3,9	3,7	4,5	3,1	2,4	1,8	0,6	2,3	1,3	0,10
	95/96	539	0,08	3,5	3,4	2,3	2,4	2,5	1,7	0,4	1,6	1,1	0,06
	94/95	640	0,13	4,1	4,0	3,2	2,7	2,3	1,9	0,4	2,0	1,2	0,03
	93/94	680	0,17	5,4	5,3	2,6	2,9	2,4	1,5	0,3	1,4	0,8	0,04
	92/93	576	0,17	3,6	3,5	2,5	2,1	1,9					
Godkärra (U 02 A)	99/00	719	0,19	4,0	3,7	5,6	3,2	2,8					
	98/99	698	0,15	2,9	2,8	3,2	2,4	2,0					
	97/98	867	0,20	3,7	3,6	3,2	3,2	2,6	1,7	0,4	2,2	1,8	0,12
	96/97	733	0,15	3,8	3,6	4,5	2,4	2,1	1,5	0,5	2,8	1,0	0,07
	95/96	527	0,11	2,7	2,6	1,8	1,8	1,9	1,0	0,2	1,5	1,0	0,05
	94/95	785	0,21	4,1	3,9	3,1	2,6	2,4	1,8	0,2	1,9	0,9	0,02
	93/94	771	0,28	4,8	4,6	2,7	2,8	2,3	1,0	0,2	1,5	1,0	0,03
	92/93	718	0,21	4,3	4,1	3,1	2,4	2,5					
Vretbacken (U 03 A)	99/00	593	0,11	2,5	2,3	3,2	2,1	1,9					
	98/99	786	0,19	3,5	3,3	4,0	3,1	2,5					
	97/98	882	0,23	4,1	4,0	3,3	3,4	2,9					
	96/97	688	0,16	3,5	3,3	4,9	2,7	2,1	1,5	0,6	2,8	0,9	0,08
	95/96	573	0,12	2,9	2,8	1,8	2,1	2,0	1,4	0,3	1,2	0,8	0,06
	94/95	744	0,24	4,6	4,4	5,2	3,2	2,5	2,5	0,4	2,6	1,0	0,03
	93/94	695	0,38	6,1	5,9	4,3	3,7	2,8	1,4	0,4	2,5	0,9	0,04
	92/93	648	0,22	4,5	4,4	3,0	2,5	2,4					
Kvisterhult (U 04 A)	00/01	917	0,19	4,1	3,9	3,4	3,5	3,0	1,7	0,5	2,4	1,0	0,15
	99/00	633	0,11	2,8	2,6	3,6	2,3	2,1	1,6	0,4	2,4	1,4	0,16
	98/99	758	0,15	3,7	3,5	3,7	2,8	2,4	2,2	0,4	2,2	1,5	0,08
	97/98	796	0,13	3,3	3,1	2,7	2,5	2,2	3,2	0,4	1,7	2,2	0,11
	96/97	625	0,14	3,0	2,8	3,8	2,2	1,8	1,3	0,5	2,1	0,9	0,08
	95/96	621	0,10	2,8	2,7	2,2	1,9	1,7	1,5	0,4	1,7	1,8	0,05
	94/95	648	0,16	3,5	3,4	2,6	2,3	2,3	1,9	0,3	1,5	1,0	0,02
	93/94	611	0,23	4,1	4,0	2,7	2,5	2,2	1,0	0,3	1,4	1,0	0,02
Karsbo (U 05 A)	99/00	638	0,12	2,6	2,4	2,9	2,0	1,7					
	98/99	752	0,14	2,8	2,6	2,8	2,2	1,8					
	97/98	749	0,12	2,5	2,4	2,9	1,8	1,4					
	96/97	627	0,11	2,6	2,5	2,9	1,7	1,5	1,1	0,4	1,5	1,4	0,10
	95/96	552	0,10	2,4	2,3	1,9	1,7	1,6	1,1	0,2	1,4	1,2	0,07
	94/95	674	0,18	3,7	3,6	2,6	2,3	3,1	2,1	0,3	1,5	1,4	0,07
	93/94	636	0,24	3,8	3,7	1,8	2,3	1,7	0,9	0,2	0,9	0,9	0,06

Tabell 1b. Mätdata från Uppsala och Västmanlands län för öppet fält där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) analyserats, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorgN = NO₃-N + NH₄-N) och (orgN = Kj-N - NH₄-N)

Lokal	Period	Nedb	oorg N	org N	TOC
		mm	kg/ha →		
Högskogen	02/03	563	6,0	1,0	20
	01/02	795	4,3	1,4	28
	00/01	781	5,3	0,8	21
Kvisterhult	97/98	796	4,7	0,6	

Tabell 2a. Krondroppsdata från Uppsala och Västmanlands 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 →										
Högskogen (C 01 A)	02/03	397	0,07	2,2	2,0	4,7	1,3	0,8	2,2	1,0	2,0	5,7	0,49
	01/02	474	0,06	1,8	1,6	5,2	1,0	0,6	2,1	0,9	2,4	7,2	0,53
	00/01	553	0,08	3,2	3,0	4,6	1,5	1,0	2,5	1,1	2,6	10,1	0,87
	99/00	383	0,05	2,4	2,1	5,6	1,0	0,4	2,9	1,0	2,7	9,1	0,73
	98/99	443	0,09	2,9	2,7	4,6	1,2	0,9	2,5	1,0	2,1	7,3	0,78
	97/98	503	0,09	2,9	2,7	3,9	1,1	0,7	2,4	0,9	2,2	8,5	0,74
Finnbo (U 01 A)	98/99	463	0,07	3,5	3,2	5,9	1,1	0,8					
	97/98	493	0,06	3,6	3,3	5,5	0,8	0,8					
	96/97	523	0,10	3,8	3,5	5,9	1,2	1,0	3,6	1,4	4,1	10,1	0,78
	95/96	389	0,09	4,3	4,0	5,5	1,2	0,8	3,5	1,3	2,3	10,4	0,70
	94/95	402	0,13	5,7	5,4	7,0	1,1	1,1	4,7	1,6	2,7	10,6	1,06
	93/94	452	0,17	7,0	6,7	5,7	1,6	0,9	4,6	1,6	2,0	9,7	0,97
Godkärra (U 02 A)	92/93	321	0,07	4,7	4,4	6,3	0,8	1,2					
	02/03	463	0,11	3,3	2,8	9,7	2,5	0,9					
	01/02	433	0,08	3,5	2,9	13,1	2,2	0,9					
	00/01	589	0,12	6,2	5,5	13,4	2,6	1,2					
	99/00	453	0,09	4,3	3,7	12,1	0,6	0,5					
	98/99	588	0,15	5,2	4,8	8,8	0,8	0,8					
	97/98	548	0,11	4,7	4,3	7,9	0,6	1,3	3,3	1,2	2,8	18,1	1,50
	96/97	456	0,16	4,9	4,4	10,4	0,8	0,5	3,7	1,4	3,9	13,7	1,44
95/96	346	0,15	5,8	5,4	7,8	0,7	0,5	3,8	1,3	2,9	14,1	1,48	
94/95	512	0,19	8,4	7,9	11,2	0,7	0,8	5,2	1,6	3,6	17,2	2,37	
93/94	602	0,33	10,9	10,5	8,5	1,1	0,8	5,0	1,7	2,6	15,3	2,15	
92/93	477	0,19	8,4	7,9	11,1	0,6	0,6						
Vretbacken (U 03 A)	02/03	426	0,05	2,5	2,2	6,9	0,8	0,5					
	01/02	460	0,04	2,4	2,0	9,2	0,7	0,6					
	00/01	594	0,07	4,4	4,1	7,3	1,2	1,0					
	99/00	410	0,05	3,1	2,7	8,9	0,6	0,5					
	98/99	476	0,09	3,7	3,4	7,5	0,7	0,5					
	97/98	515	0,08	3,9	3,6	7,5	0,7	0,6					
	96/97	415	0,10	3,7	3,4	7,5	0,6	0,7	3,3	1,3	2,8	11,9	1,22
	95/96	332	0,09	4,4	4,1	5,7	0,6	0,6	3,2	1,1	2,0	12,7	1,00
	94/95	438	0,13	6,8	6,3	9,6	0,7	0,9	4,5	1,5	3,1	15,9	1,62
	93/94	441	0,20	9,0	8,6	8,1	1,2	0,9	4,8	1,7	2,5	15,3	1,63
92/93	405	0,13	7,0	6,6	9,1	0,6	1,0						

Tabell 2a. Krondroppsdata från Uppsala och Västmanlands län, forts.

Lokal	Period	Nedb mm	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⁺
Kvisterhult (U 04 A)	02/03	322	0,05	2,0	1,7	6,6	1,5	1,0	2,1	1,0	2,6	9,0	0,46
	01/02	358	0,04	2,0	1,6	7,6	1,3	1,0	2,2	0,9	3,2	10,6	0,55
	00/01	457	0,07	3,6	3,3	6,2	1,9	1,1	3,1	1,1	2,9	12,5	1,02
	99/00	312	0,05	2,4	2,0	7,8	1,3	0,6	2,2	0,9	3,5	10,3	0,77
	98/99	430	0,09	3,5	3,2	6,6	1,7	1,0	2,6	1,0	2,9	11,0	0,75
	97/98	456	0,08	3,6	3,3	6,9	1,5	0,9	3,0	1,1	2,6	12,7	1,02
	96/97	331	0,09	3,5	3,1	7,3	1,4	0,9	2,8	1,0	3,1	9,1	0,86
	95/96	386	0,10	3,7	3,4	5,2	0,9	0,4	2,6	0,9	2,0	10,1	0,85
	94/95	390	0,12	5,3	5,0	6,7	1,2	0,9	3,5	1,1	2,6	10,8	1,19
93/94	390	0,18	7,3	7,0	6,5	1,7	0,9	3,8	1,3	2,4	10,9	1,30	
Karsbo (U 05 A)	02/03	464	0,06	1,8	1,6	3,6	0,7	0,7					
	01/02	455	0,04	1,9	1,8	3,9	0,8	0,9					
	00/01	593	0,08	3,4	3,2	4,2	1,2	1,0					
	99/00	389	0,06	2,3	2,1	4,1	0,8	0,5					
	98/99	486	0,09	2,7	2,5	3,4	0,9	0,7					
	97/98	522	0,09	2,6	2,5	3,0	0,9	0,6					
	96/97	426	0,09	2,6	2,4	4,0	0,8	1,4	2,0	0,7	1,6	6,8	0,60
	95/96	418	0,10	3,3	3,2	3,3	1,0	0,9	1,9	0,7	1,4	7,9	0,45
	94/95	451	0,13	4,7	4,4	4,6	1,1	1,2	2,7	0,8	1,5	9,1	0,76
93/94	427	0,18	5,0	4,8	3,5	1,3	0,9	2,3	0,7	0,9	6,2	0,67	
Hyttskogen (U 06 A)	02/03	417	0,03	1,8	1,7	3,0	1,0	0,7					
	01/02	486	0,03	1,7	1,5	4,2	0,7	0,8					

Tabell 2b. Krondroppsdata från Uppsala och Västmanlands län för ytor där organiskt kväve och totalt organiskt kol (TOC) analyserats, komplett hydrologisk årsdeposition. Nederbörd (Nedb) anges i mm/år, övriga parametrar i kg/hektar och år. (oorg N = NO₃-N + NH₄-N) och (org N = Kj-N - NH₄-N)

Lokal	Period	Nedb mm	kg/ha →		
			oorg N	org N	TOC
Högskogen	02/03	397	2,1	2,1	61
	01/02	474	1,7	1,7	60
	00/01	553	2,5	2,3	111
Godkärra	97/98	548	1,9	2,8	
Kvisterhult	02/03	322	2,5	2,0	
	01/02	358	2,3	2,1	
	97/98	456	2,4	2,0	

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

Lokal	Period	Nedb mm	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⁺
Högskogen	01/02	777			2,3		2,2	2,0					
Finnbo	01/02	710			2,1		2,0	1,8					
Godkärra	01/02	778			2,5		2,3	2,3					
Vretbacken	01/02	686			2,1		2,0	1,9					
Kvisterhult	01/02	686			2,2		2,1	2,0					
Karsbo	01/02	828			2,6		2,4	2,3					
Hyttskogen	01/02	668			2,0		1,9	1,8					

Tabell 4. Lufthalter i Uppsala och Västmanlands län, diffusionsprovtagning.

År,mån	Svaveldioxid, SO ₂ µg/m ³					
	U 02 A Godkärna	U 03 A Vretbacken	U 04 A Kvisterhult	U 05 A Karsbo	U 06 A Hyttskogen	C 01 A Högskogen
Mv 9310-9409	1,2	1,3	1,3	1,2	1,3	-
Mv 9410-9509	0,8	0,8	-	-	-	-
Mv 9510-9609	0,7	0,9	-	-	-	-
Mv 9610-9709	0,4	0,5	0,6	-	-	-
Mv 9710-9809	0,5	0,5	0,5	-	-	0,6
Mv 9810-9909	0,5	0,6	0,5	-	-	0,7
Mv 9910-0009	0,3	0,3	0,4	-	-	0,4
Mv 0010-0109	0,5	0,5	0,6	-	-	0,7
Mv 0110-0209	0,4	0,4	0,4	-	-	0,5
0210	0,3	0,3	0,6	-	-	0,3
0211	0,5	0,6	0,5	-	-	0,7
0212	0,6	0,8	0,7	-	-	0,8
0301	^U 0,6	0,6	0,6	-	-	0,8
0302	1,1	1,3	1,1	-	-	1,4
0303	0,8	1,0	0,9	-	-	1,0
0304	0,6	0,6	0,7	-	-	0,6
0305	0,3	0,4	^U 0,3	-	-	0,3
0306	0,3	0,4	0,4	-	-	0,6
0307	0,4	0,5	0,5	-	-	0,5
0308	0,5	0,4	0,4	-	-	0,4
0309	0,5	0,5	0,5	-	-	0,4
Mv 0210-0309	0,5	0,6	0,6			0,7

U uppskattat värde

År,mån	Kvävedioxid, NO ₂ µg/m ³					
	U 02 A Godkärna	U 03 A Vretbacken	U 04 A Kvisterhult	U 05 A Karsbo	U 06 A Hyttskogen	C 01 A Högskogen
Mv 9310-9409	2,4	3,2	2,9	2,2	2,5	-
Mv 9410-9509	1,8	2,8	2,1	1,6	2,3	-
Mv 9510-9609	2,0	3,3	2,9	1,7	2,7	-
Mv 9610-9709	2,5	3,4	3,5	2,5	2,6	-
Mv 9710-9809	2,4	2,9	3,0	2,1	2,5	2,4
Mv 9810-9909	2,2	2,9	2,9	2,1	2,3	2,5
Mv 9910-0009	1,8	2,3	2,5	1,7	2,0	1,8
Mv 0010-0109	2,0	2,3	2,3	1,8	2,0	2,0
Mv 0110-0209	2,0	2,4	2,5	1,9	2,1	2,0
0210	2,0	2,3	2,5	1,4	1,5	1,5
0211	2,8	3,7	4,1	3,0	2,7	2,8
0212	3,1	3,7	4,6	2,5	3,0	2,7
0301	3,0	3,6	4,0	2,5	3,1	2,7
0302	3,1	4,3	4,3	2,7	3,9	3,3
0303	1,5	2,4	2,0	1,4	1,8	1,6
0304	1,3	1,5	1,6	1,2	1,2	1,3
0305	1,4	2,0	^U 1,8	1,2	1,2	1,3
0306	1,0	1,3	1,6	0,8	1,3	1,2
0307	1,0	1,2	1,5	0,8	1,9	1,0
0308	0,8	1,3	1,0	0,7	1,8	2,2
0309	1,0	1,7	1,5	1,0	2,2	1,2
Mv 0110-0209	1,8	2,4	2,5	1,6	2,1	1,9

U uppskattat värde

Tabell 4. Lufthalter forts.

År,mån	Ammoniak, NH ₃ µg/m ³					
	U 02 A Godkärna	U 03 A Vretbacken	U 04 A Kvisterhult	U 05 A Karsbo	U 06 A Hyttskogen	C 01 A Högskogen
Mv 9504-9509	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	-
Mv 9604-9609	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	-
Mv 9704-9709	0,4	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	-
Mv 9804-9809	0,6	<0,3	<0,3	0,3	<0,3	<0,3
Mv 9904-9909	0,4	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,4
Mv 0004-0009	0,6	<0,3	<0,3	-	-	<0,3
Mv 0104-0109	-	-	0,3	-	-	0,4
Mv 0204-0209	-	-	0,4	-	-	<0,3
0210	-	-	<0,3	-	-	<0,3
0211	-	-	<0,3	-	-	<0,3
0212	-	-	<0,3	-	-	<0,3
0301	-	-	0,6	-	-	<0,3
0302	-	-	<0,3	-	-	<0,3
0303	-	-	<0,3	-	-	<0,3
0304	-	-	0,4	-	-	0,9
0305	-	-	^U <0,3	-	-	<0,3
0306	-	-	0,8	-	-	0,3
0307	-	-	0,7	-	-	0,3
0308	-	-	2,0	-	-	2,9
0309	-	-	0,4	-	-	0,8
Mv 0304-0309	-	-	0,8	-	-	0,9

U uppskattat värde

År,mån	Ozon, O ₃ µg/m ³					
	U 02 A Godkärna	U 03 A Vretbacken	U 04 A Kvisterhult	U 05 A Karsbo	U 06 A Hyttskogen	C 01 A Högskogen
Mv 9604-9609	53	57	57	59	56	-
Mv 9704-9709	57	59	62	64	57	-
Mv 9804-9809	51	50	54	59	51	57
Mv 9904-9909	61	63	64	69	65	76
Mv 0004-0009	54	50	53	59	53	62
Mv 0104-0109	54	50	55	58	54	57
Mv 0204-0209	55	56	57	64	54	63
0210	41	42	41	46	38	45
0211	35	32	28	37	32	33
0212	42	40	36	48	37	41
0301	54	47	46	54	47	52
0302	55	54	50	55	50	56
0303	73	71	73	77	72	75
0304	70	76	72	78	81	76
0305	67	67	^U 67	71	66	71
0306	64	60	64	73	60	68
0307	49	53	49	57	51	60
0308	43	46	47	54	45	49
0309	44	46	46	49	41	47
Mv 0304-0309	56	58	57	64	57	62

U uppskattat värde

Tabell 5. Markvattendata från Västmanlands och Uppsala 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
Högskogen (C 01 A)	2002-11-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2003-04-28	5,5	0,028	0,028	2,56	2,41	<0,002	<0,010	1,66	0,88	2,31	<0,08	<0,020	0,157	0,019	0,857	12,0	111
	2003-07-30	5,5	0,008	0,036	2,62	2,81	<0,002	<0,020	1,75	0,85	2,77	<0,08	<0,020	0,143	0,095	0,753	12,0	23
	median <i>n</i> = 17	5,5		0,112	2,56	2,26	<0,002	<0,020	2,06	0,88	2,77	0,12	<0,020	0,143	0,081	0,669	12,0	33
Finnbo (U 01 A)	2002-11-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2003-05-28	6,5	0,454	0,234	7,03	6,03	<0,002	0,038	7,53	2,17	6,63	<0,08	<0,020	0,628	<0,001	0,166	11,0	14982
	2003-07-30	6,7	0,507	0,442	8,11	5,39	0,011	0,106	9,86	2,88	8,51	<0,08	<0,020	1,816	0,016	0,149	10,0	618
	median <i>n</i> = 32	5,5		0,128	7,42	5,60	<0,002	0,023	8,07	2,22	5,60	0,55	<0,020	0,217	0,300	0,832	17,0	25
Godkärra (U 02 A)	2002-10-30	4,7	-	-0,030	2,36	4,80	<0,002	0,032	0,53	0,67	3,49	0,72	<0,020	0,007	0,745	0,876	5,0	2,2
	2003-04-29	4,9	-	-0,089	2,76	4,38	<0,002	0,055	0,74	0,72	2,12	0,72	0,126	0,015	0,902	0,980	5,6	2,0
	2003-08-20	4,8	-	-0,060	2,86	3,85	<0,002	<0,020	0,44	0,59	3,35	0,45	<0,020	0,009	0,599	0,716	5,1	2,1
	median <i>n</i> = 33	4,8		-0,060	2,70	2,47	<0,002	<0,020	0,55	0,57	2,03	0,55	0,059	0,005	0,810	0,990	5,1	1,7
Vretbacken (U 03 A)	2002-10-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2003-04-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2003-05-26	6,5	-	0,061	3,58	3,09	<0,002	-	1,87	1,28	3,92	<0,08	<0,020	-	-	-	-	-
	2003-07-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
median <i>n</i> = 23	6,1		0,140	4,59	3,68	<0,002	0,048	3,54	2,35	4,96	0,19	0,020	0,044	0,202	0,242	24,0	29	
Kvisterhult (U 04 A)	2002-10-30	4,7	-	-0,032	2,98	5,82	<0,002	<0,010	1,22	0,57	4,60	0,43	<0,020	-	-	-	8,1	-
	2003-04-28	4,5	-	-0,193	7,04	9,42	<0,002	0,010	1,31	1,07	8,19	0,11	0,163	0,009	2,944	3,355	11,0	0,7
	2003-07-30	4,5	-	-0,173	6,95	5,90	<0,002	<0,020	1,13	0,76	6,99	0,19	<0,020	0,014	2,306	2,680	8,6	0,8
	median <i>n</i> = 31	4,5		-0,184	7,17	5,55	<0,002	<0,020	1,41	0,89	6,53	0,35	0,063	0,027	2,057	2,628	11,0	0,9
Karsbo (U 05 A)	2003-05-05	5,4	0,010	0,001	0,96	0,49	<0,002	<0,010	0,40	0,16	0,92	<0,08	<0,020	0,004	0,135	0,188	3,4	3,6
	2003-07-30	5,3	-	-0,013	1,36	0,74	<0,002	<0,020	0,46	0,18	1,23	<0,08	<0,020	<0,005	0,273	0,307	2,6	2,0
	median <i>n</i> = 29	5,3		0,009	1,47	0,82	<0,002	<0,020	0,71	0,20	1,43	0,16	<0,020	<0,005	0,258	0,307	3,4	3,3
Hyttskogen (U 06 A)	2002-10-30	5,2	-	-0,006	1,29	0,74	<0,002	<0,010	0,55	0,16	1,09	0,29	<0,020	<0,001	0,263	0,298	2,6	2,9
	2003-04-30	6,5	-	0,072	1,14	1,85	0,014	0,040	0,86	0,49	2,43	0,26	<0,020	0,039	-	0,060	-	-
	2003-07-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median <i>n</i> = 4	5,9		0,089	1,53	1,31	<0,002	0,040	1,20	0,58	2,40	0,27	<0,020	0,039	0,161	0,298	7,8	76

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