



rapport

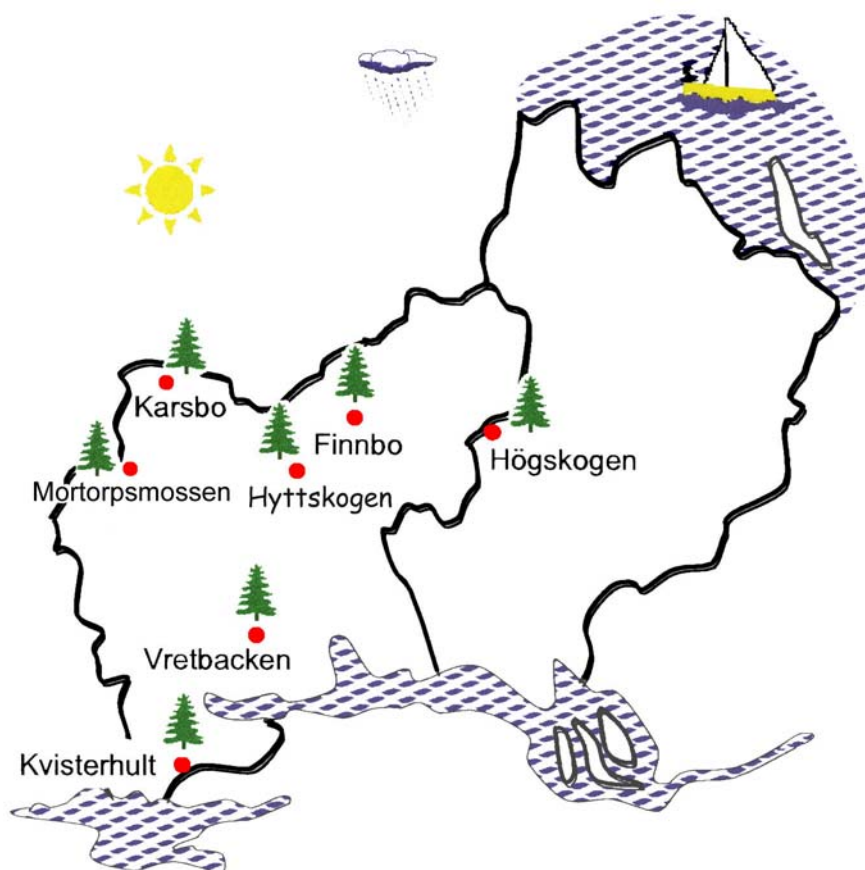
IVL Svenska Miljöinstitutet AB



För Västmanlands läns Luftvårdsförbund

Övervakning av luftföroreningar i Västmanlands län

Resultat till och med september 2004



Anna Liljergren, redaktör

B 1611
Mars 2005

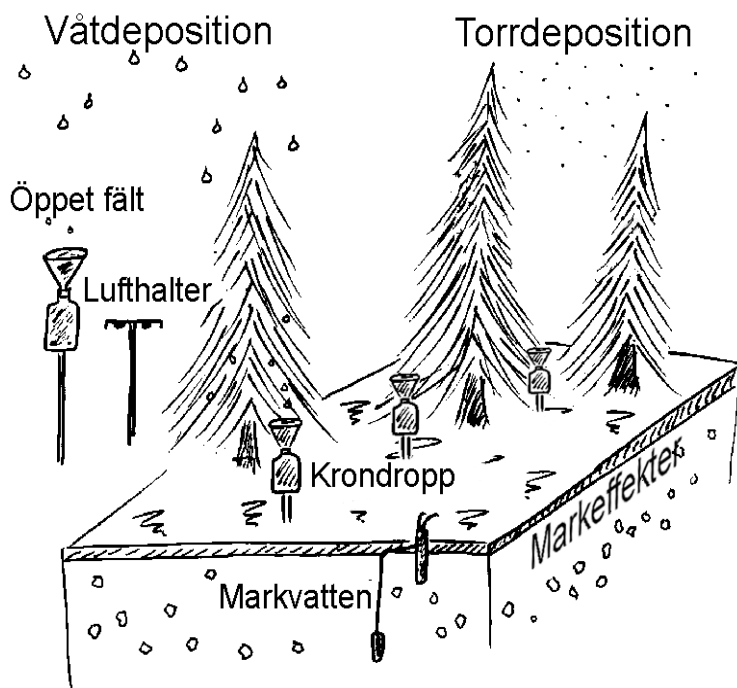
För Västmanlands läns Luftvårdsförbund

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

På uppdrag av Västmanlands läns Luftvårdsförbund har IVL mätt nedfall av luftföroreningar, markvattnets kvalitet och lufthalter på skogslokaler i Västmanlands 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 länet 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 2003/04 noterades knappt 2 kg svavel per hektar skogsmark. När det gäller kväve är det svårt att se tydliga förändringar. Modellberäkningar av det genomsnittliga nedfallet av både svavel och kväve för året 2002/03 till alla typer av mark och sjötytor visar att variationen mellan länets kommuner är begränsad. Andelen av nedfallet med inhemskt ursprung är relativt liten, men större för kväve än för svavel.

Trots minskat nedfall av luftföroreningar noteras ingen tydlig återhämtning av markvattnets försurningsgrad. Surast markvatten rapporteras från Kvisterhult och Mortorpsmossen. Uppmätta halter svaveldioxid, kvävedioxid och ammoniak i bakgrundsmiljö var generellt låga. När det gäller EU-direktivet och den svenska miljökvalitetsnormen för marknära ozon så understiger halterna vid samtliga lokaler i Västmanland det gränsvärde som skall gälla från 2010. Halterna vid samtliga lokaler förutom Karsbo klarar det gränsvärde som skall gälla från 2020. När det gäller de svenska miljömålet som skall gälla från 2020 så överstiger halterna vid samtliga lokaler målvärdet 50 µg/m³.



Figur 1. Principskiss för mätningarna.

Uppdragsgivare:

Västmanlands läns LVF

Utförande organ:

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

Författare: Anna Liljergren, red.

Nyckelord: Deposition, svavel, kväve, skogsytor, försurning, markvatten, lufthalter, Västmanlands län, Uppsala län

IVL rapport B 1611
Beställs från:

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

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 län	1
Innehållsförteckning	2
Inledning	3
Ord att förklara	4
Förklaring till stationsfigurer	4
Stationsvis redovisning	5
Tidsutveckling deposition	14
Kommunvis deposition	15
Tidsutveckling markvatten.....	16
Marknära ozon	17
Faktaruta: Lufthalter och årsmedelvärden	19
Data i tabellform - deposition, lufthalter, markvatten.....	20

Mer information finns på
Krondroppsnätets hemsida:

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

Där finns bland annat:

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

Inledning

På uppdrag av luftvårdsförbund, länsstyrelser, skogsvårdsstyrelser och kommuner mäter IVL deposition och markvatten på över 100 lokaler i Sverige (figur 2). Syftet är att kvantifiera belastning och beskriva effekter i marken. På vissa lokaler mäts lufthalter av olika föroreningar.

Resultaten från undersökningarna samlas i en databas på IVL där bearbetning sker. Ett mätår är ett hydrologiskt år, från oktober till september. Resultat avseende tillstånd och tidsutveckling redovisas i årliga rapporter och på Krondroppsnätets hemsida, under www.ivl.se. Vissa ord och begrepp förklaras i faktarutan på sidan 4. Där finns även en förklaring till innehållet i stationsfigurerna, som visar resultat från enskilda lokaler.

Provtagning av nederbörd sker på öppna ytor. Analys av föroreningar ger mått på huvudsakligen det våta nedfallet. Provtagning av krondropp görs på närbelägna skogsytor. Skogsmarkens reaktion på surt nedfall studeras framför allt genom markvattenstudier. Lufthalter mäts med diffusionsprovtagare som kvantitativt absorberar den gas som analyseras.

Huvuddelen av undersökningarna av luftföroreningar sker i Skogsvårdsorganisationens (SVO) skogliga observationsytor. SVO undersöker regelbundet skogens och skogsmarkens tillstånd, som tillväxt, kronutglesning samt barr- och markkemi. Det gör att luftföroreningarnas inverkan på skogens och markens tillstånd kan analyseras. De skogliga observationsytorna ingår i såväl ett nationellt som ett Europeiskt nät och är delvis EU-finansierade. De samordnade undersökningarna startade i Blekinge 1985 och omfattar nu större delen av landet. Metoderna har i princip bibehållits sedan början av mätningarna och ingår nu i EUs manualer för miljöövervakning.

Denna redovisning är den första enligt Program 2004-2006 för

regional övervakning av luftföroreningar. Det är resultat av ett samarbetsprojekt mellan länen, Naturvårdsverket (NV) och IVL och har bland annat inneburit ökad samordning med nationell övervakning av luft, redovisning av resultat både via hemsida och ordinarie rapporter, förbättrade metoder för att undersöka torr nedfall i skog samt ett program för kvalitetssäkring av mätningarna. Förutom hemsidans redovisning bestod årsrapporteringen 2004 av en samlad rapport över tidsutveckling, trendbrott och nationella miljömål (IVL Rapport B 1599), som grund för att studera utvecklingen över tiden och kunna följa upp delmålen för miljömålen "Bara naturlig försurning" och "Frisk luft". Resultat från Krondroppsnätets mätningar av deposition, tillsammans med liknande mätningar i andra länder, har utnyttjats flitigt under 2004 som underlag för att utveckla nya metoder för modellberäkningar av gränsöverskridande luftföroreningar i Europa. De nya metoderna kan med ökad precision beräkna nödvändiga utsläpps begränsningar för nå en rad miljömål bland annat i Sverige.

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

Svenska miljö kvalitetsmål förutsätter att internationellt avtalade utsläppsminskningar genomförs. Minskningen kan räknas om till

deposition i olika delar av landet och jämföras med regionala mätningar. För Svealand år 2010 är förväntad genomsnittlig belastning i både öppna och skogbevuxna områden cirka 2,5 kg svavel och 4 kg kväve per ha och år.

Undersökningarna är resultat av ett lagarbete. I **Västmanland** har provtagning utförts av Kjell Eklund, Thomas Norrman, Lars Gullberg, Anders Dahllöv och Jaana Edman. På IVL har G Hedberg, I Torbrink, C Hällinder, S Honkala, V Andersson, N Nilsson, C Larsson, K Hommerberg och B Dusan analyserat proverna. Validering av data har huvudsakligen utförts av Olle Westling. G Malm och Anna Liljergren har arbetat med data-bearbetning och figurframställning. A Liljergren har utvärderat och rapporterat resultaten tillsammans med O Westling och A Svensson (lufthalter).



Figur 2. Krondroppsnätet under 2003/43. 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.

Intensivyta: 10 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 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.

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 3-8 om deposition och markvatten, figur 13 om halter i luft, samt tabell 1-5. Notera att nederbördskemiska mätningar på öppet fält endast genomförs i Kvisterhult. För övriga lokaler redovisas istället modellberäknad våtdeposition.

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 trädkronorna.

Likväl som år 2003, visar data från år 2004, drygt fyra års mätningar efter avverkningen i Finnbo att tydliga hyggeseffekter saknas i form av ökad utlakning av nitrat. Efter 14 provtagningar har medianvärdet för pH stigit ytterligare något och ligger högre (6,2) än i de mätningar som gjordes före (5,2), vilket är en normal hyggeseffekt i större delen av 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.

Godkärna (U02): Depositionsmätningarna avslutade 2003, men lufthaltmätningar fortsätter.

Halter i luft av svaveldioxid (SO₂) och kvävedioxid (NO₂) har mätts i Godkärna sedan oktober 1993 och marknära ozon (O₃) sedan april 1996, medan ammoniak (NH₃) mättes mellan februari 1995 och december 2000. Årsmedelhalten av SO₂ var under det hydrologiska året 2003/04 något högre än medelhalterna 1996/97 till och med 2002/03. Under perioden uppmättes den högsta månadshalten i mars 2004. Förhöjda halter av SO₂ i mars uppmättes på flera lokaler i södra och mellersta Sverige. Uppmätta halter av NO₂ och O₃ var på jämförbara nivåer med tidigare år.

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, efter att ha visat på en långvarig trend av minskad svavelbelastning till marken, sedan mätningarna startade 1992. Däremot fortsätter markvattenmätningarna genom ett samarbete mellan luftvårdsförbundet och ASTA-projektet inom IVL.

Generellt har provtagningen av markvatten i provytan varit svår på grund av att marken varit torr. Trots att ytterligare lysimetrar installerats har provmängderna förblivit ganska små. Under det senaste året har dock två av tre provtagningar lyckats och resultaten visar fortsatt gynnsamma pH-värden som ökat något sedan förra året, från 6,1 till 6,2 i medeltal. Även halterna av kväve och aluminium fortsätter vara låga 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. Övriga signifikanta förändringar som noterats är sjunkande halter av sulfatsvavel, klorid, kalcium,

magnesium och mangan. Värt att notera är att halterna av nitratkväve varit under eller nära detektionsgränsen även efter avverkningen av skogen.

Halter i luft av svaveldioxid (SO₂) och kvävedioxid (NO₂) har mätts i Vretbacken sedan oktober 1993 och marknära ozon (O₃) sedan april 1996, medan ammoniak (NH₃) mättes mellan februari 1995 och december 2000. Uppmätta halter av SO₂, NO₂ och O₃ var på jämförbara nivåer med tidigare år. Generellt har halterna av NO₂ varit av samma storleksordning som halterna i Kvisterhult och något högre än på övriga lokaler i länet. Uppmätta halter av SO₂ och O₃ har varit på medelnivå eller lägre jämfört med de övriga lokalerna.

Kvisterhult (U 04): EU-yta med 84-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.

Det senaste årets data från mätningar i öppet fält visar på i medeltal lägre deposition av svavel (2,9 kg/ha) än för de åtta tidigare åren mellan 1993 och 2001 (3,25 kg/ha). För kväve är skillnaderna mindre, men med en viss antydning till ökad deposition det senaste året.

De två senaste årens krondroppsmätningar visar att svavelnedfallet till marken (1,6-1,7 kg/ha) är fortsatt betydligt mindre än genomsnittet sedan 1993 (3,4 kg/ha). Nedfallet av kväve via krondropp har dock varit på samma nivå hela tiden, runt 2,2 kg/ha och år. Årets mätningar, visar att nederbördens bidrag till kvävenedfallet på öppet fält varit det dubbla, 5 kg/ha.

Kvisterhult har generellt haft surt och stabilt markvatten som varit

surare än på någon annan lokal i länet. Förutom låga pH-värden (mellan 4,3 och 4,7 vid alla 34 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 markvattnet, 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.

Halter i luft av svaveldioxid (SO₂) och kvävedioxid (NO₂) har mätts i Kvisterhult sedan oktober 1993, ammoniak (NH₃) sedan februari 1995 och marknära ozon (O₃) sedan april 1996. Generellt har halterna av NO₂ varit av samma storleksordning som halterna i Vretbacken och något högre än på övriga lokaler i länet. Uppmätta halter av SO₂ och O₃ har varit på medelnivå jämfört med de övriga lokalerna. På samma sätt som i Godkärren var årsmedelhalten av SO₂ något högre än föregående år. Månadshalterna i mars och augusti

var något högre än vad som varit generellt på lokalen och den högsta månadshalten sedan mätningarnas start uppmättes i mars (2,0 µg/m³). Förhöjda halter av SO₂ i mars och augusti uppmättes även på flera andra lokaler i södra och mellersta Sverige. Uppmätta halter av NO₂ och O₃ var på jämförbara nivåer med tidigare år. Sommarmedelvärdet av NH₃ har varit mellan <0,3-0,8 µg/m³ och var 0,3 µg/m³ under den senaste mätperioden.

Karsbo (U 05): Gran, 77 år, på finkornig sedimentmark. Ytan innehåller fuktiga partier och jordmånen är påverkad av humusinblandning 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 länet. Uppmätt nedfall av antropogent svavel till marken i skogen var endast 1,2 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, 1,0 kg/ha räknat som summa nitratkväve och ammoniumkväve. Under 2002/03 noterades 1,4 kg kväve till marken i skogen. Samtidigt visade modellberäknad våtdeposition av kväve ett betydligt högre värde på 4,1 kg/ha. Det beror på att beräknad nederbörds mängd var störst i Karsbo (figur 6 och tabell 3).

Markvattnet 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). Sedan mätningarna startade har ett flertal signifikanta förändringar noterats. I många fall låga halter av flera ämnen har blivit ytterligare 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 markvattnet från Karsbo.

Halter i luft av kvävedioxid (NO₂) har mätts i Finnbo/Hyttskogen sedan oktober 1993 och marknära ozon (O₃) sedan april 1996, medan ammoniak (NH₃) mättes mellan februari 1995 och december 1999. Uppmätta halter av NO₂ har generellt varit något lägre än på övriga lokaler i länet och var under 2003/04 på jämförbara nivåer med tidigare år. Årsmedelhalterna av O₃ i Karsbo har varit högre än halterna på länets övriga lokaler och var under 2003/04 på jämförbar nivå med föregående år. Den högsta månadsmedelhalten av O₃ under perioden uppmättes i augusti (80 µg/m³).

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, 1,5 kg/ha som genomsnitt. Även kvävenedfallet har varit lågt, 1,5 kg/ha och är räknat som summa nitratkväve och ammoniumkväve. Modellberäknad våtdeposition av kväve var

mer än dubbelt så stor under 2002/03; 4,2 kg/ha.

Fem 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).

Halter i luft av kvävedioxid (NO₂) har mätts i Finnbo/Hyttskogen sedan oktober 1993 och marknära ozon (O₃) sedan april 1996, medan ammoniak (NH₃) mättes mellan februari 1995 och december 1999. Årsmedelhalten av NO₂ har varit mellan 2,0-2,7 µg/m³ under mätperioderna 1993/94 - 2002/03.

Under det hydrologiska året 2003/04 var årsmedelhalten 3,3 µg/m³. Detta beror på att månadsmedelhalterna, speciellt under våren, varit högre än normalt på lokalen. Generellt har NO₂-halterna i Finnbo/Hyttskogen varit lägre än halterna i Vretbacken och Kvisterhult, men högre än halterna i Godkärra och Karsbo. Under större delen av den senaste mätperioden har dock uppmätta månadshalter i Finnbo/Hyttskogen varit högre än på länets övriga lokaler. Sommarmedelhalten av O₃ var på jämförbar nivå med tidigare år.

Mortorpsmossen (U 07): På denna yta som består av snart 65-årig blandskog, där beståndet är grandominerat men själva provytan domineras av tall (60 % tall och 40% gran) har mätningar av krondropp, markvatten och

lufthalter pågått sedan år 2004. Ytan är belägen på moränmark med ett ståndortsindex på T24.

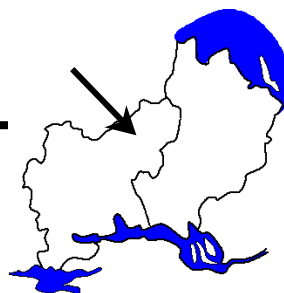
Krondroppsmätningar visar på något högre deposition av antropogent svavel 2,1 kg/ha jämfört med de övriga lokalerna i länet som för de senaste två åren i medeltal legat runt 1,5 kg/ha.

Modellberäknade halter av kväve och svavel visar resultat i nivå med de andra lokalerna i länet.

Ett års markvattenmätningar i Mortorpsmossen visar på ett i medeltal relativt naturligt lågt pH-värde, 4,9 i förhållande till de andra lokalerna. Det är bara Kvisterhult som ligger lägre (4,5), de övriga lokalerna ligger mellan 5,3 och 6,2. Halterna av baskatjoner och aluminium var i nivå med andra lokaler i länet under det enda år som mätningar utförts.

Finnbo (U 01)

Gran, 95 år



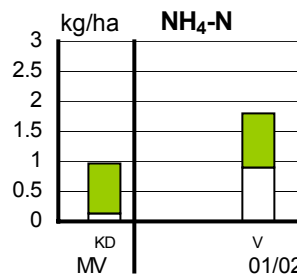
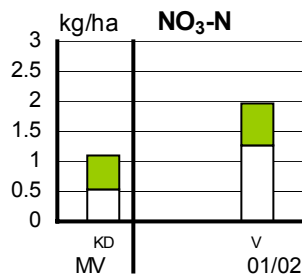
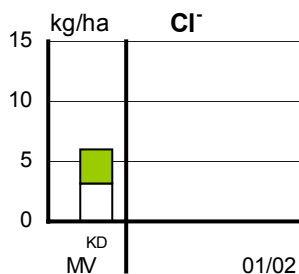
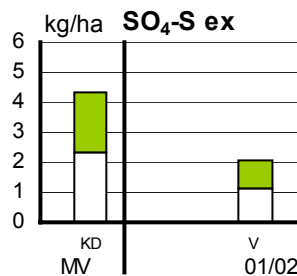
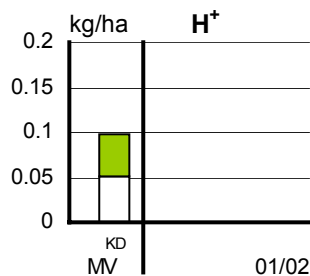
DEPOSITION

(U 01)

Nederbörd på V (mm)

		01/02
Sommar		326
Vinter		383

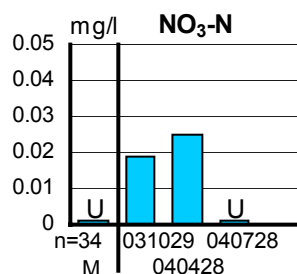
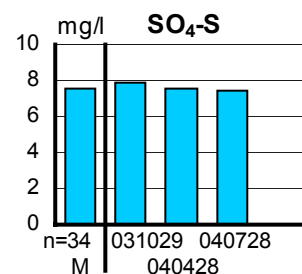
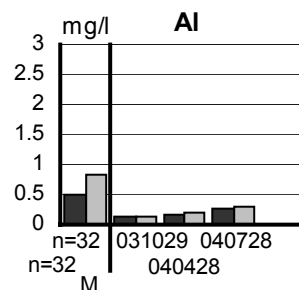
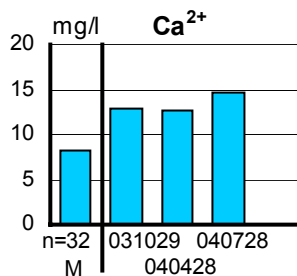
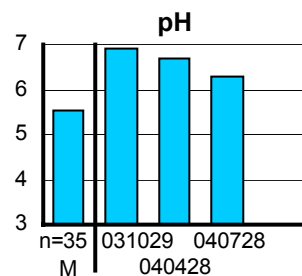
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2002
 KD : 1992/1999
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

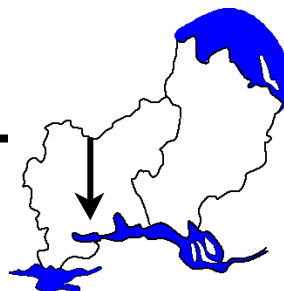
(U 01)

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



Figur 3. Resultat från Finnbo, U 01. OBS! Beståndet avverkades i januari 2000 men markvattenmätningar fortsätter för att följa utvecklingen under hyggesfasen. Gamla depositionsdata och modellberäknad våtdeposition redovisas dock som jämförelse till erhållna markvattendata.

Vretbacken (U 03) Gran, 93 år



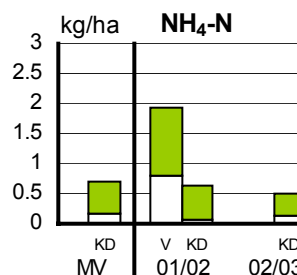
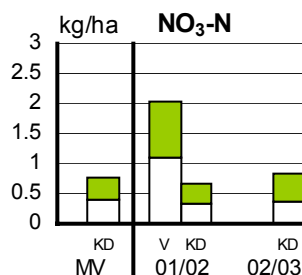
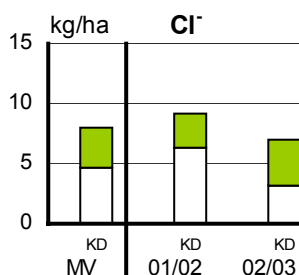
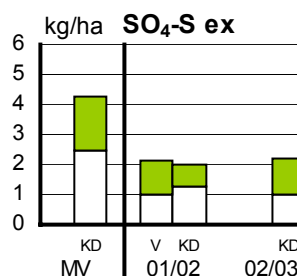
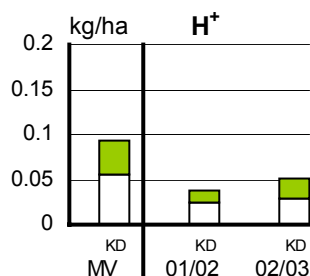
DEPOSITION

(U 03)

Nederbörd på V (mm)

	01/02	
Sommar	340	
Vinter	345	

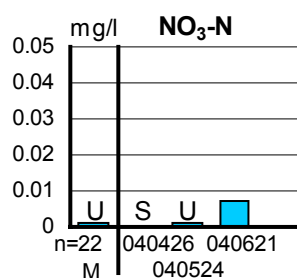
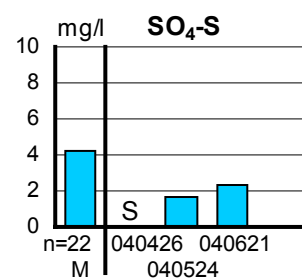
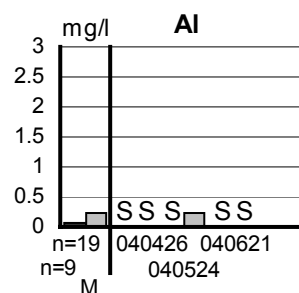
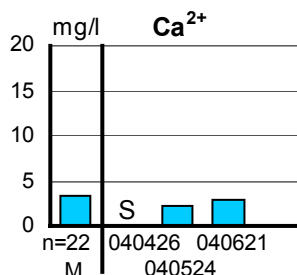
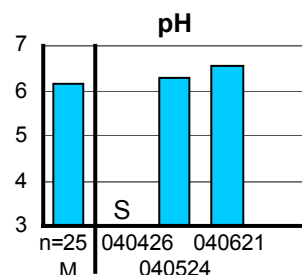
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2002
 KD : 1992/2003
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

(U 03)

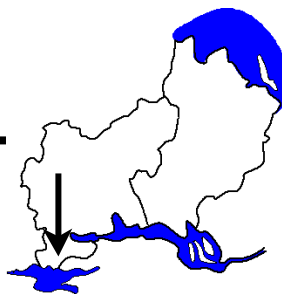
=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1992-2004
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



Figur 4. Resultat från Vretbacken U03. OBS! Öppet fält och kronddroppsmätningarna avslutades 2003 men markvattenmätningar fortsätter. Gamla depositionsdata och modellberäknad våtdeposition redovisas dock som jämförelse till erhållna markvattendata.

Kvisterhult (U 04)

Gran, 84 år

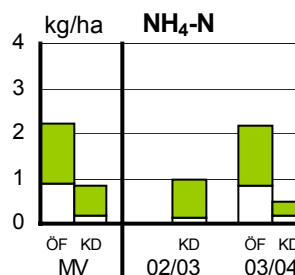
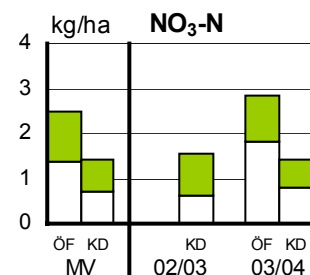
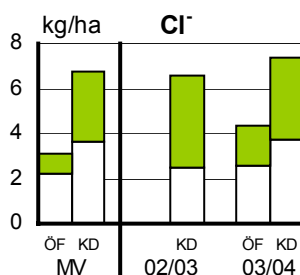
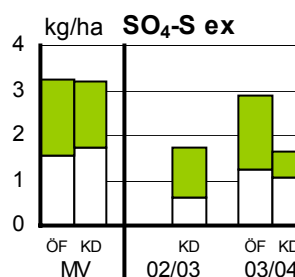
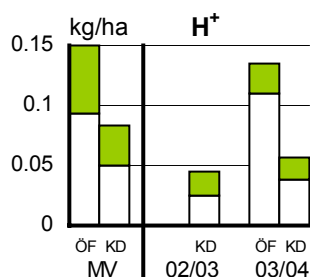
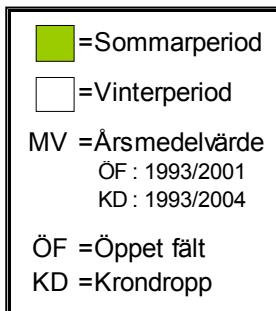


DEPOSITION

(U 04)

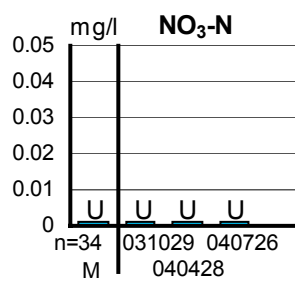
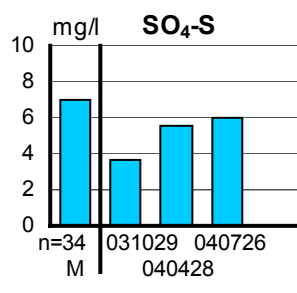
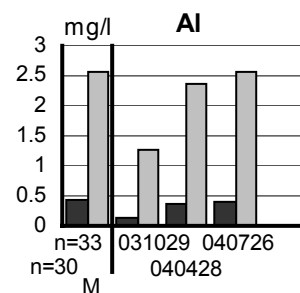
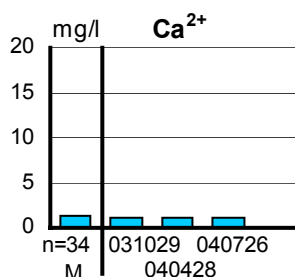
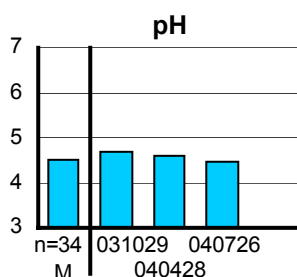
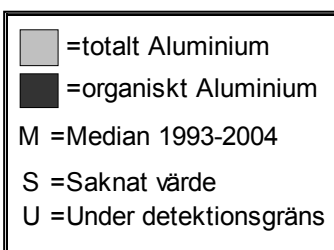
Nederbörd på ÖF (mm)

	MV	03/04
Sommar	367	364
Vinter	334	411



MARKVATTEN

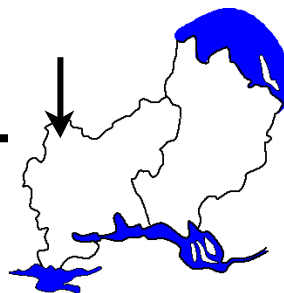
(U 04)



Figur 5. Deposition och markvattendata från Kvisterhult, U 04.

Karsbo (U 05)

Gran, 77 år



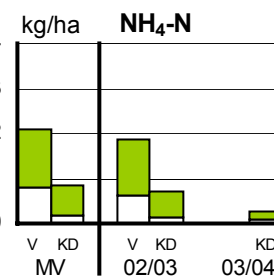
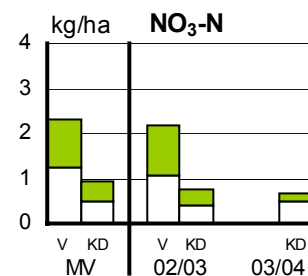
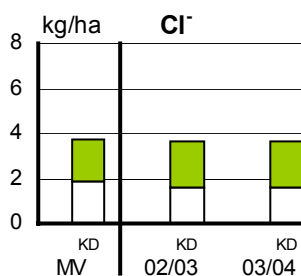
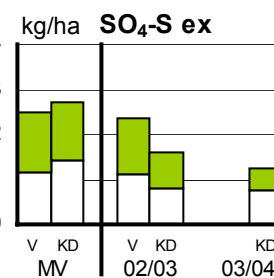
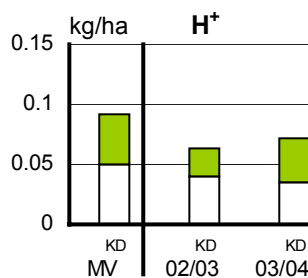
DEPOSITION

(U 05)

Nederbörd på V (mm)

	MV	02/03	
Sommar	426	447	
Vinter	367	311	

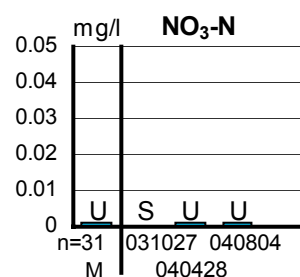
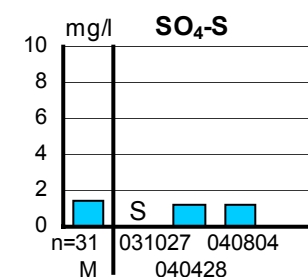
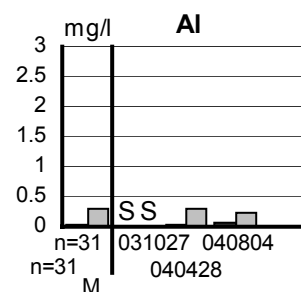
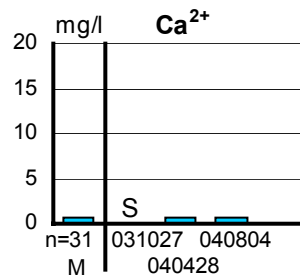
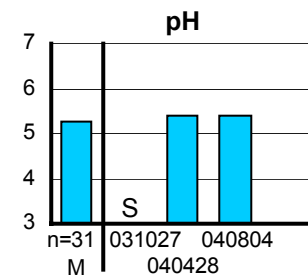
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2003
 KD : 1993/2004
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

(U 05)

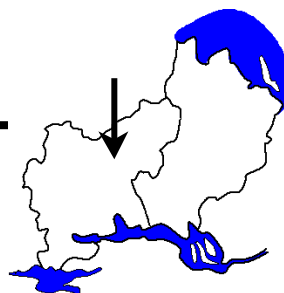
=totalt Aluminium
 =organiskt Aluminium
 M =Median 1993-2004
 S =Saknat värde
 U =Under detektionsgräns



Figur 6. Deposition och markvattendata från Karsbo, U 05.

Hyttskogen (U 06)

Gran, 47 år

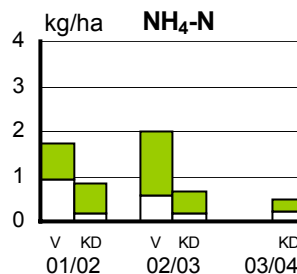
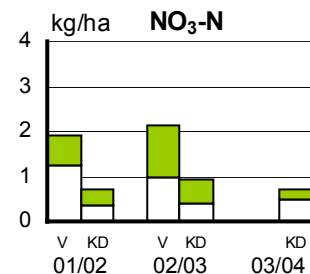
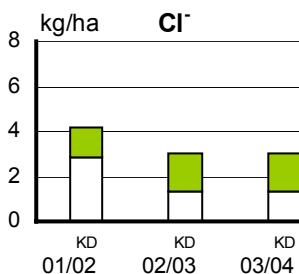
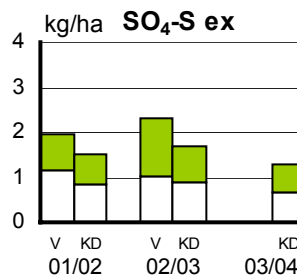
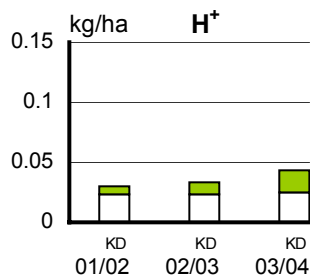
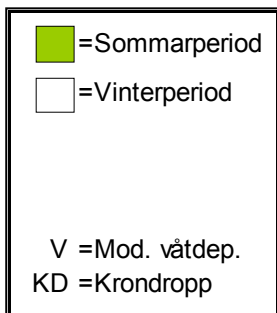


DEPOSITION

(U 06)

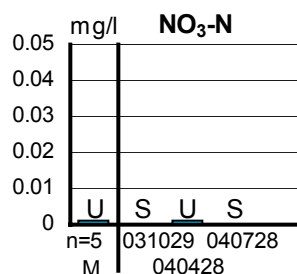
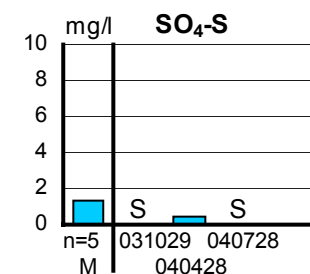
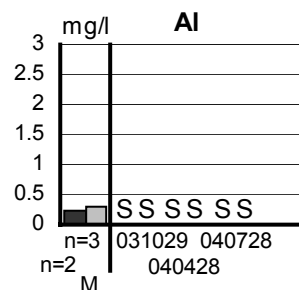
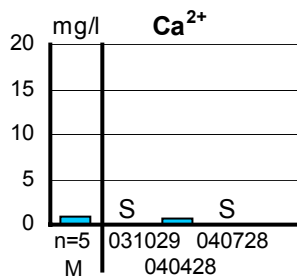
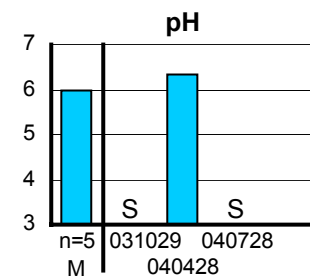
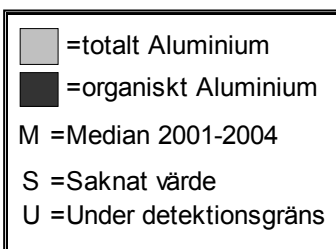
Nederbörd på V (mm)

	01/02	02/03	
Sommar	288	404	
Vinter	381	262	



MARKVATTEN

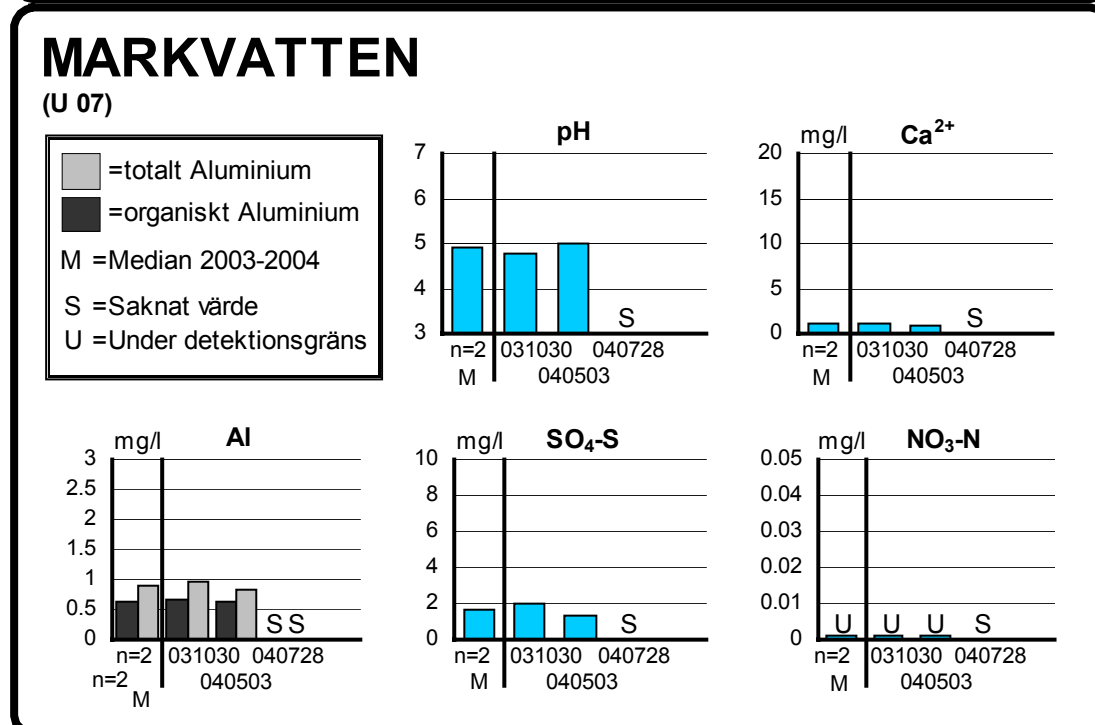
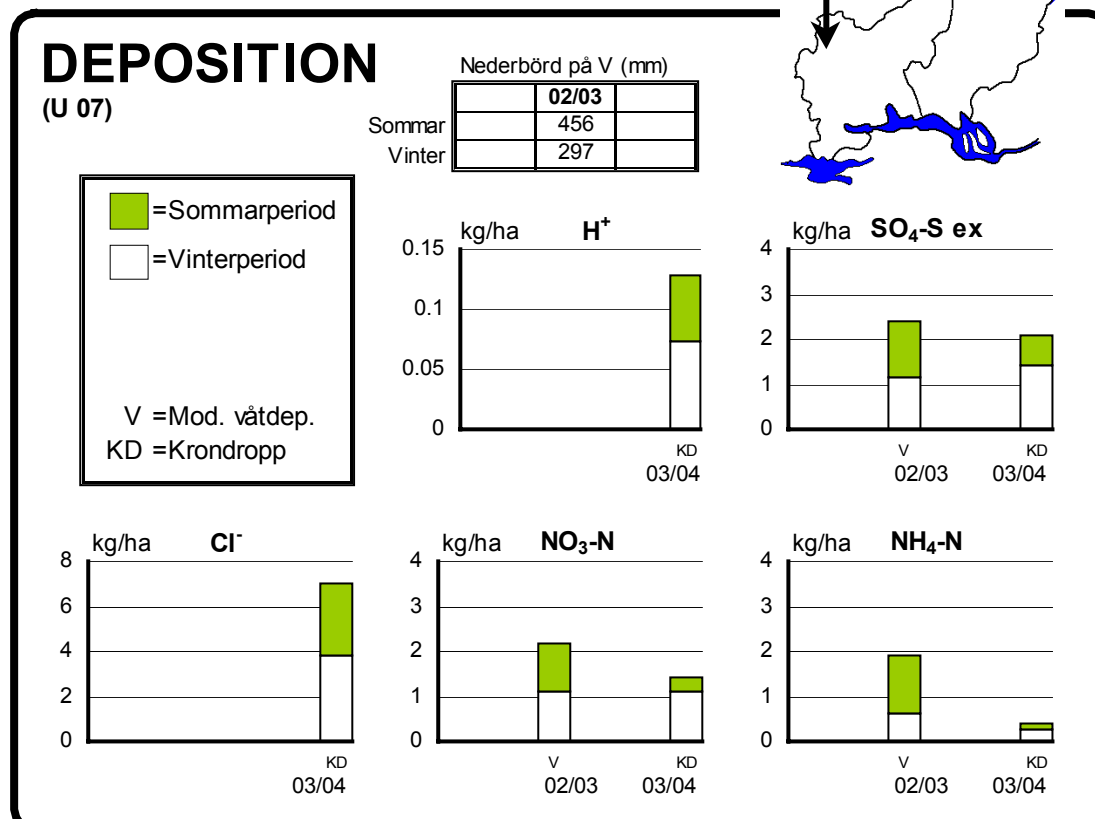
(U 06)



Figur 7. Deposition och markvattendata från Hyttskogen, U 06.

Mortorpsmossen (U 07)

Tall



Figur 8. Deposition och markvattendata från Mortorpsmossen, U 07.

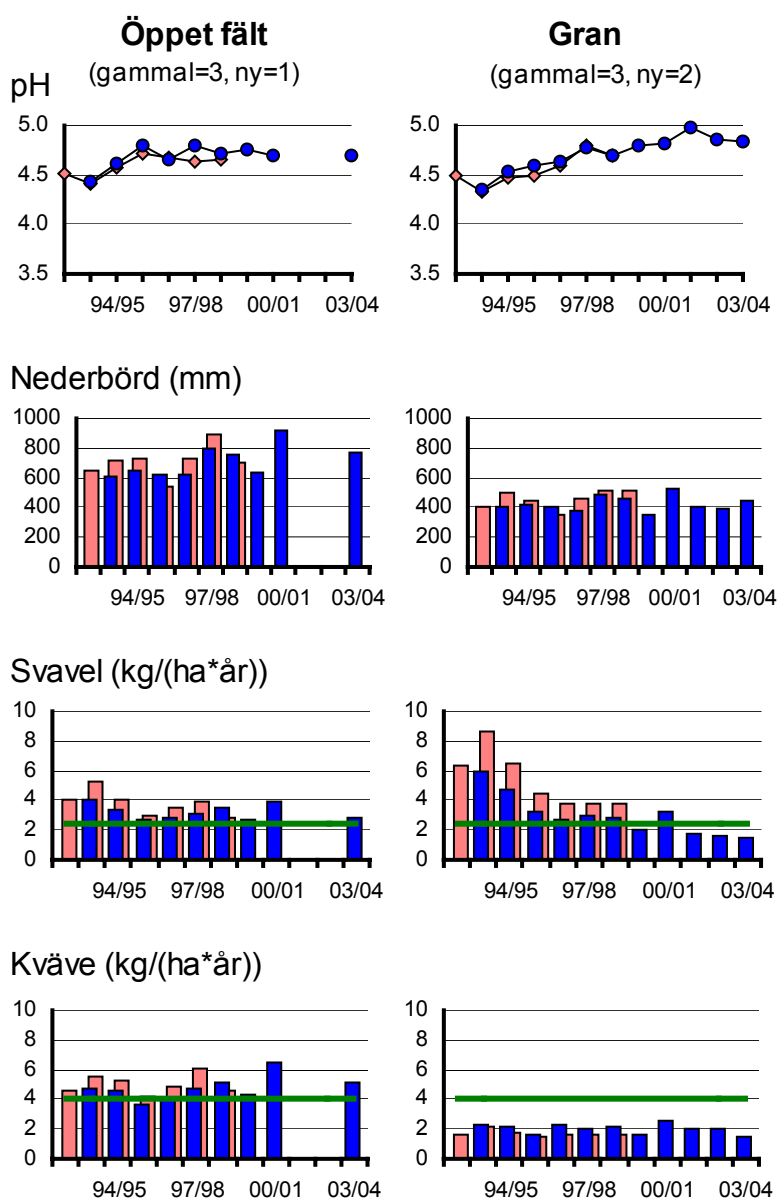
Tidsutveckling deposition

Figur 9 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 2003/04 noterades i genomsnitt 1,5 kg antropogent svavel och 1,4 kg oorganiskt kväve per hektar skogsmark i Västmanlands två granytor.



Figur 9. Årsmedelvärden för valda parametrar i två miljöer i Västmanland; öppet fält och granskog, uppdelat på två delvis överlappande tidsserier. 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)

Kommunvis deposition

Figur 10 visar modellberäknade data för kommunvis deposition av svavel och kväve inom länet under 2002/03, uttryckt som genomsnitt i kg per ha i respektive kommun. Beräkningarna har genomförts av SMHI med MATCH-Sverige modellen (Mesoscale Atmospheric Transport and Chemistry model). Modellen är framtagen för kartläggning av total föroreningsdeposition och regional fördelning av lufthalter av svavel- och kväveföreningar över Sverige, samt för kvantifiering av Sveriges föroreningsbudget.

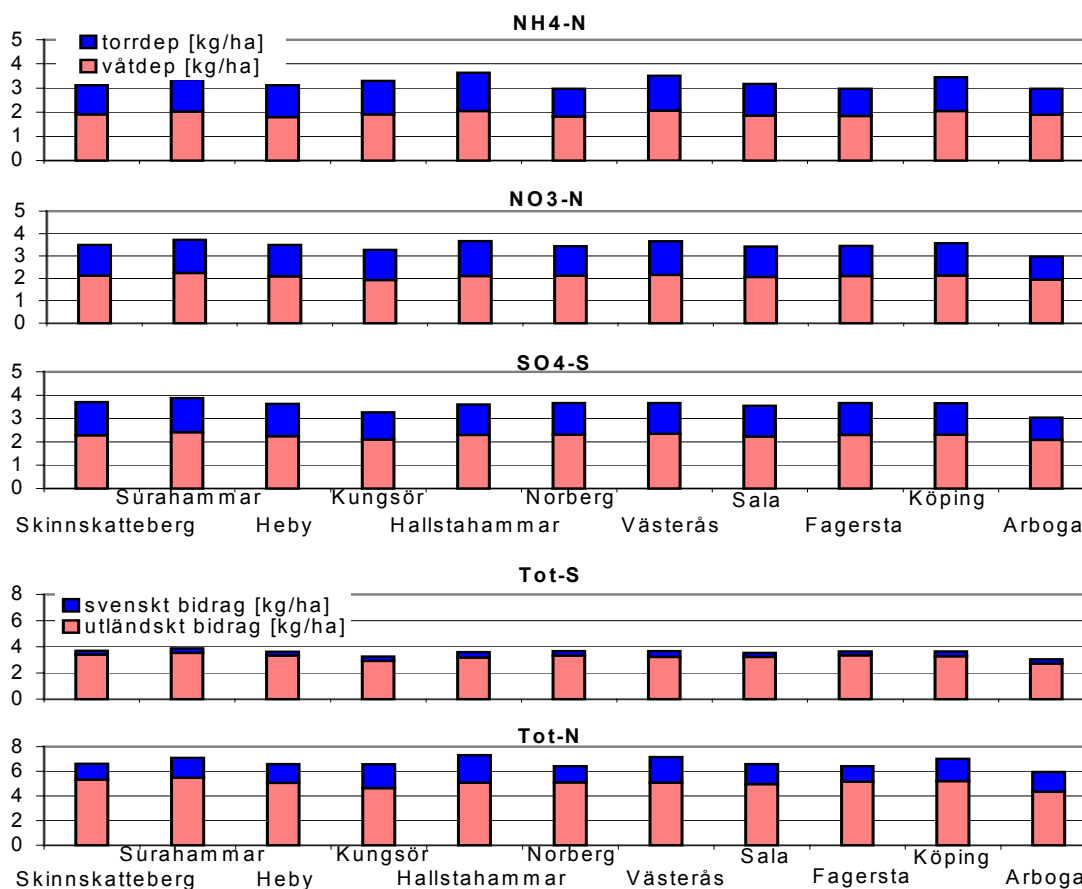
Ett rutnät på 5*5 km har använts för beräkningarna. Det beräknade nedfallet omfattar både våt och torr deposition där hänsyn tagits till fördelningen mellan skog, öppna fält och sjöytor som finns i respektive ruta. Depositionen anger därför ett genomsnitt för rutans alla markanvändningsklas-

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

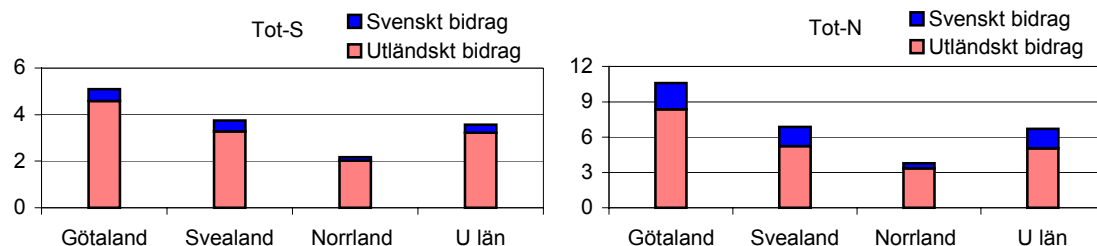
Resultaten visar att variationerna mellan kommunerna inom Västmanlands län är relativt måttliga. Länet är centralt beläget i landet och därmed inte påverkat i så hög grad av den tydliga nedfallsgradient som finns i sydvästra Sverige. Högre deposition i vissa kommuner kan oftast förklaras av en

högre nederbörds mängd inom den kommunen.

För både svavel och kväve ligger den totala depositionen högre än den förväntade deposition år 2010 på 2,5 kg/ha respektive 4 kg/ha och år. Även utan Sveriges bidrag nås inte den nivån för närvarande i flertalet kommuner. För svavel kan konstateras att endast en liten del av depositionen har sitt ursprung i Sverige, medan motsvarande andel för kväve är mer betydande. För kväve är därför potentialen för ytterligare utsläppsminskningar inom landet större. I jämförelse med landet som helhet (figur 11) är depositionen i Västmanlands län, som i övriga Mellansverige, högre än i Norrland och lägre än i södra Sverige. För svavel och kväve ligger nedfallet något lägre än genomsnittet för Svealand.



Figur 10. Modellberäknade data för kommunvis deposition av svavel och kväve i kg/ha och år under 2002/03. De tre översta diagrammen visar deposition av NH₄-N, NO₃-N och SO₄-S uppdelat på torr och våtdeposition för respektive kommun. De två nedre diagrammen visar total deposition, både våt och torr,



Figur 11. Modellberäknade data för deposition av svavel och kväve i kg/ha och år i olika delar av landet. Observera att skalan skiljer sig åt mellan de två diagrammen.

Tidsutveckling markvatten

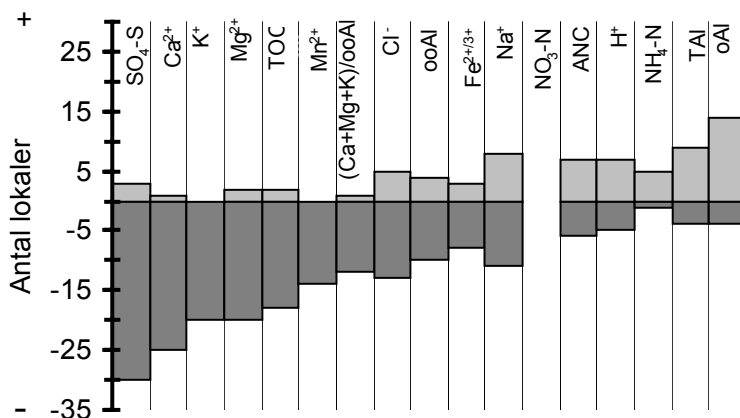
Linjär regressionsanalys har gjorts för att konstatera om markvattnets sammansättning förändrats signifikant sedan mätningarna startade på varje lokal. Sammanställningen ger indikationer på utveckling i skogsmark och markvatten på aktiva lokaler med minst fem provtagningar ~2 år. För Västmanlands län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

Figur 12 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. Särskilt tydligt är det för markens förmåga att buffra mot syror, uttryckt som ANC (se ord att förklara, sidan 4) som tidigare år

företrädesvis sjunkit, men där årets mätningar visat på färre lokaler med signifikanta minskningar och fler lokaler med signifikanta ökningar. Detta har dock delvis sin förklaring i att ett antal lokaler med signifikanta minskningar har avslutats och därmed ej längre är med i det redovisade materialet. Kvoten mellan bas-katjoner och oorganiskt aluminium följer dock samma mönster som 2003 med något sjunkande kvot, vilket indikerar ökad försurningsgrad.



Figur 12. Trendberäkningar för markvatten på 39 lokaler i Svealand och Norrland. Positivt värde på y-axeln anger antal lokaler med signifikant ökade halter (+) sedan mätningarna startade på respektive lokal. På samma sätt anger negativt värde antal lokaler med signifikant minskade värden (-).

Marknära ozon

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

Mätningar av ozon med diffusionsprovtagare (passiva mätningar) sker på flera platser i Sverige. Fördelen med passiva mätningar är att de är billiga och enkla, nackdelen är att de inte är helt tillräckliga för att bedöma utvecklingen mot olika målvärden för luftkvalitet i Sverige, EU samt inom Luftkonventionen, LRTAP.

IVL har på uppdrag av Naturvårdsverket utrett möjligheterna att utveckla en metod för att med hjälp av månadsmedelvärden för ozon kunna ge en uppfattning om

ozonhalter i relation till de olika målvärdena (Pihl Karlsson & Karlsson, 2005). Statistiska samband (enkel eller polynom regression) mellan månadsmedelvärden för ozonkoncentration och olika målvärden har sökts utifrån timvisa ozonkoncentrationer ifrån platser av relevans för svenska förhållanden där ozon mäts kontinuerligt.

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

Kategori 1: Lokaler som antas ha hög ozonbildning under dagen samt en hög frekvens av nattliga inversioner.

Kategori 2: Lokaler som antas ha hög ozonbildning under dagen

samt en låg frekvens av nattliga inversioner.

Den statistiska analysen representerar "medelförhållande" och tar inte hänsyn till extrema, ej vanligen förekommande, korta ozonepisoder. Relativt god korrelation (r^2 mellan 0,78 - 0,86) erhöles mellan AOT40¹⁾ och månadsmedel för ozonkoncentration. AOT40 beräknas utifrån ozonkoncentrationer som råder under dygnets ljusa timmar. Analysen åt Naturvårdsverket gjordes med utgångspunkt på Svenska och Europeiska målvärden varvid ljusa timmar definierades, enligt deras definition, mellan 08-20 Central-europeisk tid (CET). Inom LRTAP definieras ljusa timmar som den period då ljuset överstiger 50 W/m², eller perioden mellan solens upp- och nedgång. En beräkning med CET kan resultera i en underskattning av AOT40 på ca 10 % i södra och mellersta Sverige.

Olika målvärden som analyserats:

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

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

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

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

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

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

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

Referens:

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

Beräknade resultat för 2004:

Namn	Kategori	AOT40 Maj-Jul $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$	AOT40 Apr-Sept $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$	Medelvärde Apr-Sept $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Godkärna (U 02 A)	II	4694	6358	56
Vretbacken (U 03 A)	II	5388	7058	56
Kvisterhult (U 04 A)	II	4694	6952	56
Karsbo (U 05 A)	II	6852	10414	62
Hyttskogen (U 06 A)	II	4098	5622	54
Grimsö (EMEP-station)		4000*	9598*	60

* ljusa timmar beräknat mellan 08-20 CET.

Beräknade medelvärden under de 5 senaste åren:

Namn	AOT40 Maj-Jul $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$	AOT40 Apr-Sept $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$
Godkärna (U 02 A)	3840	6224
Vretbacken (U 03 A)	3606	5892
Kvisterhult (U 04 A)	4010	6614
Karsbo (U 05 A)	5660	10228
Hyttskogen (U 06 A)	3698	6344

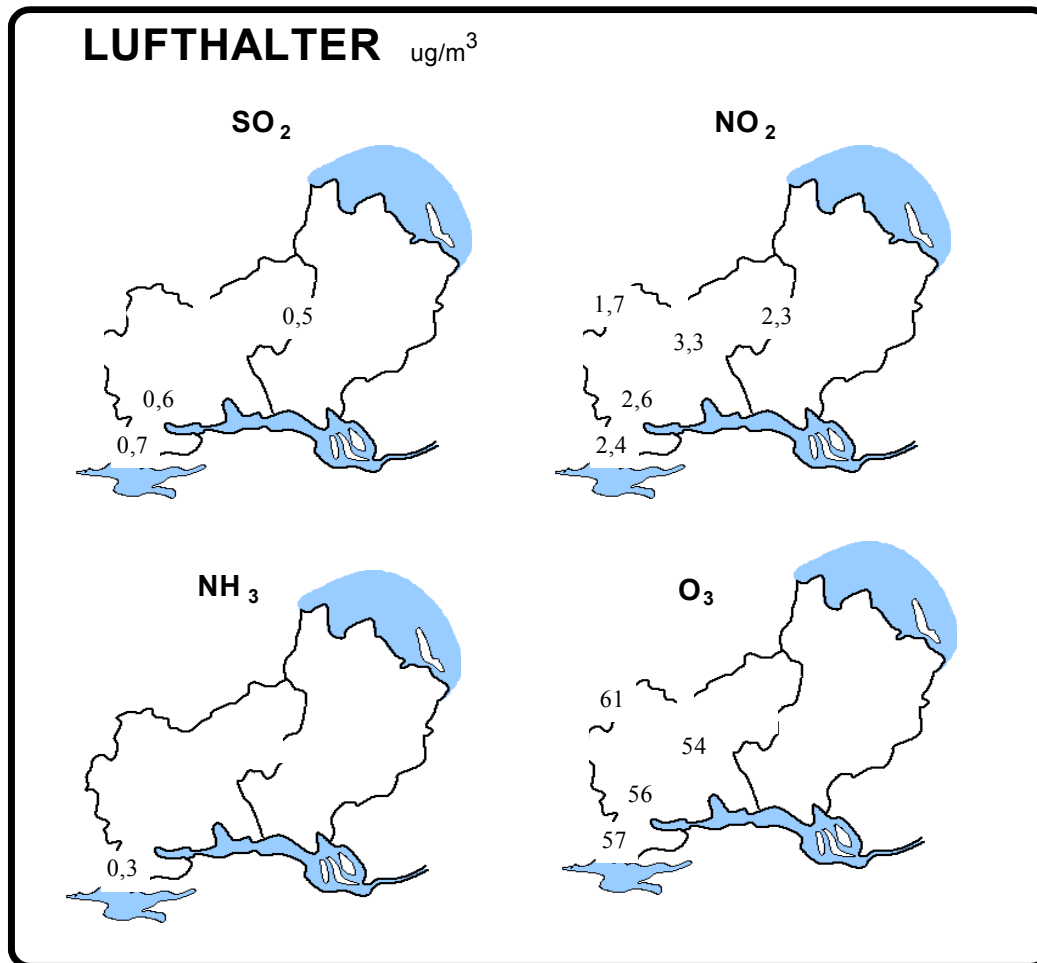
När det gäller LRTAP så överstiger halterna 2004 vid Karsbo både det kritiska gränsvärdet för jordbruksgrödor ($6000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$, maj-juli) samt för skog ($10000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$, april-september). Halterna vid övriga lokaler låg under gränsvärdena. När det gäller halterna som 5 årsmedelvärde så överstiger inga halt medelvärden vid de olika Västmanländska lokalerna gränsvärdet för jordbruksgrödor och endast haltmedelvärdet vid lokalen vid Karsbo

överstiger gränsvärdet för skog. Vid en jämförelse med LRTAP kan som tidigare nämnts det beräknade AOT40 värdet vara underskattat med upp till ca 10%.

När det gäller EU-direktivet och den svenska miljö kvalitetsnormen så understiger halterna vid samtliga lokaler i Västmanland det gränsvärde som skall gälla från 2010. Halterna vid samtliga lokaler förutom Karsbo klarar det gränsvärde som skall gälla från 2020.

När det gäller det svenska miljömålet som skall gälla från 2020, att medelhalten under sommarhalvåret skall understiga $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ så överstiger halterna vid samtliga lokaler målvärdet.

Den mest närliggande EMEP-station där man mäter ozon kontinuerligt är Grimsö i Örebro län. Om man jämför halterna vid de olika lokalerna så ligger halterna vid Grimsö på samma nivå som halterna vid Krondropslokalerna i Västmanland.



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

Faktaruta: Lufthalter och årsmedelvärden

Svaveldioxid

Hälsa: Miljökvalitetsnormerna är baserade på tim- och dygnsmedelvärden.

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

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

Marknära ozon

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

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

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

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

Ammoniak

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

Data i tabellform - deposition, lufthalter, markvatten

Tabell 1a. 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)	03/04	231	0,05	0,8	0,7	0,8	0,8	0,5	0,3	0,1	0,5	0,2	0,02
	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					
Kvisterhult (U 04 A)	03/04	775	0,13	3,1	2,9	4,4	2,9	2,2	1,2	0,6	2,5	1,1	0,08
	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

*Högskogen i Uppsala län avslutades januari 2004, därav är det endast de sista 3 månadernas mätvärde för 2003 som redovisas, vilket medför lägre årshalter.

Tabell 1b. Mätdata från 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 →		
Kvisterhult (U 04 A)	03/04	775	5,0	2,0	
	97/98	796	4,7	0,6	

Tabell 2a. Krondroppsdata från 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 →										
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
92/93	321	0,07	4,7	4,4	6,3	0,8	1,2						

Tabell 2a. Krondropppsdata 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)	03/04	388	0,06	2,0	1,7	7,4	1,4	0,5	2,8	1,1	3,2	11,1	0,73
	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)	03/04	507	0,07	1,4	1,2	3,6	0,7	0,3					
	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)	03/04	556	0,04	1,4	1,3	3,0	0,7	0,5					
	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					
Motorps- mossen (U 07 A)	03/04	531	0,13	2,4	2,1	7,0	1,4	0,4					

Tabell 2b. Krondropppsdata från 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
Kvisterhult (U 04 A)	03/04	388	1,9	2,0	
	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⁺
Finnbo (U 01 A)	02/03	684			2,2		2,1	1,8					
	01/02	710			2,1		2,0	1,8					
Vretbacken (U 03 A)	02/03	655			2,3		2,1	2,0					
	01/02	686			2,1		2,0	1,9					
Karsbo (U 05 A)	02/03	758			2,4		2,2	1,9					
	01/02	828			2,6		2,4	2,3					
Hyttskogen (U 06 A)	02/03	666			2,3		2,1	2,0					
	01/02	668			2,0		1,9	1,8					
Mor- torpsmossen	02/03	754			2,4		2,2	1,9					

Tabell 4. Lufthalter i Uppsala och Västmanlands län, diffusionsprovtagning. Högslogen (C 01) avslutad januari 2004, därav icke komplett mätserie för denna lokal.

År,mån	Svaveldioxid, SO ₂ µg/m ³					
	U 02 Godkärna	U 03 A Vretbacken	U 04 A Kvisterhult	U 05 A Karsbo	U 06 A Hyttskogen	C 01 A Högslogen
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
Mv 0210-0309	0,5	0,6	0,6	-	-	0,7
0310	0,5	0,4	0,4	-	-	0,5
0311	0,4	0,6	0,5	-	-	0,5
0312	0,5	0,6	0,5	-	-	0,6
0401	0,7	0,9	0,8	-	-	-
0402	0,8	0,7	0,7	-	-	-
0403	1,1	0,5	2,0	-	-	-
0404	0,5	0,6	0,6	-	-	-
0405	0,4	0,5	0,5	-	-	-
0406	0,5	0,6	0,6	-	-	-
0407	0,6	0,7	0,8	-	-	-
0408	0,5	0,7	1,0	-	-	-
0409	0,6	0,5	0,5	-	-	-
Mv 0310-0409	0,6	0,6	0,7	-	-	-

U uppskattat värde

År,mån	Kvävedioxid, NO ₂ µg/m ³					
	U 02 Godkärna	U 03 A Vretbacken	U 04 A Kvisterhult	U 05 A Karsbo	U 06 A Hyttskogen	C 01 A Högslogen
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
Mv 0210-0309	1,8	2,4	2,5	1,6	2,1	1,9
0310	1,3	2,0	2,4	1,4	3,2	1,9
0311	2,5	3,7	3,0	2,2	3,2	2,1
0312	2,8	3,9	3,5	2,8	3,8	2,9
0401	3,7	5,1	4,0	3,5	5,9	-
0402	2,5	3,5	3,6	2,1	5,3	-
0403	1,5	2,6	2,8	1,6	4,7	-
0404	1,4	2,0	1,7	1,2	3,0	-
0405	1,3	1,7	1,6	1,1	2,6	-
0406	0,8	1,4	1,1	0,7	2,0	-
0407	0,8	1,2	1,1	0,6	1,4	-
0408	1,2	1,9	1,6	1,3	2,2	-
0409	1,2	2,1	2,1	1,2	2,1	-
Mv 0310-0409	1,7	2,6	2,4	1,7	3,3	-

U uppskattat värde

Tabell 4. Lufthalter forts.

År,mån	Ammoniak, NH ₃ µg/m ³					
	U 02 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
Mv 0304-0309	-	-	0,8	-	-	0,9
0310	-	-	0,6	-	-	<0,3
0311	-	-	<0,3	-	-	<0,3
0312	-	-	<0,3	-	-	<0,3
0401	-	-	<0,3	-	-	-
0402	-	-	<0,3	-	-	-
0403	-	-	<0,3	-	-	-
0404	-	-	<0,3	-	-	-
0405	-	-	0,7	-	-	-
0406	-	-	0,3	-	-	-
0407	-	-	<0,3	-	-	-
0408	-	-	0,4	-	-	-
0409	-	-	0,3	-	-	-
Mv 0404-0409	-	-	0,3	-	-	-

U uppskattat värde

År,mån	Ozon, O ₃ µg/m ³					
	U 02 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
Mv 0304-0309	56	58	57	64	57	62
0310	30	31	29	36	30	35
0311	20	17	20	22	16	20
0312	39	36	37	42	34	42
0401	50	^U 47	42	46	43	-
0402	56	58	53	64	53	-
0403	70	67	63	69	66	-
0404	63	63	66	73	62	-
0405	75	78	75	80	73	-
0406	57	59	57	66	55	-
0407	47	46	48	51	46	-
0408	44	46	48	48	42	-
0409	45	44	48	49	42	-
Mv 0404-0409	55	56	57	61	54	-

U uppskattat värde

Tabell 5. Markvattendata från Västmanlands och Uppsala län .Högsbogen (C 01) avslutad januari 2004, därav endast ett mätvärde.

Lokal	Datum	pH	Alk	ANC	SO ₄ -S	Cl	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺	Fe ^{2+/3+}	ooAl	tAl	TOC	BC/ooAl
			mekv/l →	mg/l →														
Högsbogen (C 01 A)	2003-10-29	5,6	0,010	0,080	1,75	1,33	<0,002	0,022	1,78	0,76	1,62	0,21	<0,020	0,088	-	0,611	11,8	-
	median	5,5	0,103	2,38	2,22	<0,002	<0,01	2,03	0,86	2,76	0,12	<0,02	0,136	0,081	0,646	12	33	
	<i>n=</i>	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	17	18	18	17	
Finnbo (U 01 A)	2003-10-29	6,9	0,479	0,602	7,91	5,00	0,019	0,071	12,89	3,36	7,20	0,19	<0,020	2,735	0,017	0,148	8,8	738
	2004-04-28	6,7	0,482	0,631	7,55	4,26	0,025	0,052	12,75	3,81	6,19	0,17	<0,020	1,813	0,007	0,186	9,3	1848
	2004-07-28	6,3	0,531	0,717	7,47	4,00	<0,002	0,054	14,60	3,02	7,18	0,23	<0,020	2,635	0,025	0,287	11,4	534
	median	5,6	0,175	7,51	5,55	<0,002	0,032	8,23	2,25	5,83	0,52	<0,02	0,314	0,246	0,821	17	26	
<i>n=</i>	35	32	34	34	34	34	34	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	
Vretbacken (U 03 A)	2004-04-26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2004-05-24	6,3	-	0,200	1,64	2,09	<0,002	0,294	2,17	1,34	3,19	0,16	<0,020	0,099	-	0,233	-	-
	2004-06-21	6,5	-	0,227	2,39	2,36	0,007	0,101	2,90	1,59	3,73	0,20	<0,020	-	-	-	-	-
	median	6,2	0,146	4,27	3,57	<0,002	0,053	3,44	2,06	4,83	0,19	<0,02	0,045	0,202	0,242	24	29	
<i>n=</i>	25	21	22	22	22	22	21	22	21	22	22	21	19	9	19	15	8	
Kvisterhult (U 04 A)	2003-10-29	4,7	-	-0,093	3,61	7,04	<0,002	<0,020	1,13	0,42	5,34	0,33	<0,020	0,021	1,129	1,272	6,4	1,3
	2004-04-28	4,6	-	-0,184	5,58	7,71	<0,002	0,027	1,06	0,84	5,81	0,27	<0,020	0,022	1,982	2,360	8,8	0,9
	2004-07-26	4,5	-	-0,123	5,97	15,23	<0,002	0,024	1,17	0,98	12,17	0,41	<0,020	0,036	2,169	2,556	9,5	1,0
	median	4,5	-0,178	6,99	5,75	<0,002	<0,01	1,37	0,89	6,47	0,34	0,056	0,027	2,019	2,556	10	1,0	
<i>n=</i>	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	33	30	33	32	30	
Karsbo (U 05 A)	2003-10-27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2004-04-28	5,4	0,005	0,013	1,21	0,51	<0,002	0,030	0,68	0,17	1,14	0,20	<0,020	0,004	0,287	0,315	1,2	2,8
	2004-08-04	5,4	0,016	0,025	1,19	0,75	<0,002	0,022	0,77	0,16	1,44	0,27	<0,020	0,036	0,175	0,232	2,0	5,0
	median	5,3	0,009	1,44	0,82	<0,002	<0,01	0,71	0,19	1,43	0,18	<0,02	0,003	0,258	0,307	3,3	3,3	
<i>n=</i>	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	
Hyttskogen (U 06 A)	2003-10-29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2004-04-28	6,3	-	0,062	0,49	0,34	<0,002	-	0,66	0,25	1,05	0,13	<0,020	-	-	-	-	-
	2004-07-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median	6,0	0,072	1,29	0,76	<0,002	0,04	0,86	0,49	2,36	0,26	<0,02	0,039	0,16	0,298	7,8	76	
<i>n=</i>	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	3	2	3	2	2	
Mortorpsmossen (U 07 A)	2003-10-30	4,8	-	0,021	2,02	5,15	<0,002	<0,020	1,12	0,91	3,24	0,83	<0,020	1,220	0,296	0,952	16,3	7,9
	2004-05-03	5,0	-	0,081	1,30	1,79	<0,002	0,027	0,91	0,73	2,22	0,42	<0,020	1,883	0,221	0,842	14,6	7,8
	2004-07-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	median	4,9	0,051	1,66	3,47	<0,002	0,019	1,01	0,82	2,73	0,62	<0,02	1,551	0,258	0,897	15,4	7,8	
<i>n=</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

IVL är ett oberoende och fristående forskningsinstitut som ägs av staten och näringslivet. Vi erbjuder en helhetssyn, objektivitet och tvärvetenskap för sammansatta miljöfrågor och är en trovärdig partner i miljöarbetet.

IVLs mål är att ta fram vetenskapligt baserade beslutsunderlag åt näringsliv och myndigheter i deras arbetet för ett bärkraftigt samhälle.

IVLs affärsidé är att genom forskning och uppdrag snabbt förse samhället med ny kunskap i arbetet för en bättre miljö.

Forskning- och utvecklingsprojekt publiceras i

IVL Rapport: IVLs publikationsserie (B-serie)

IVL Nyheter: Nyheter om pågående projekt på den nationella och internationella marknaden

IVL Fakta: Referat av forskningsrapporter och projekt

IVLs hemsida: www.ivl.se

Forskning och utveckling som publiceras utanför IVLs publikationsservice registreras i IVLs A-serie.

Resultat redovisas även vid seminarier, föreläsningar och konferenser.



IVL Svenska Miljöinstitutet AB

IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd

P.O. Box 210 60, SE-100 31 Stockholm
Hälsingegatan 43, Stockholm
Tel: +46 (0)8 598 563 00
Fax: +46 (0) 8 598 563 90

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