

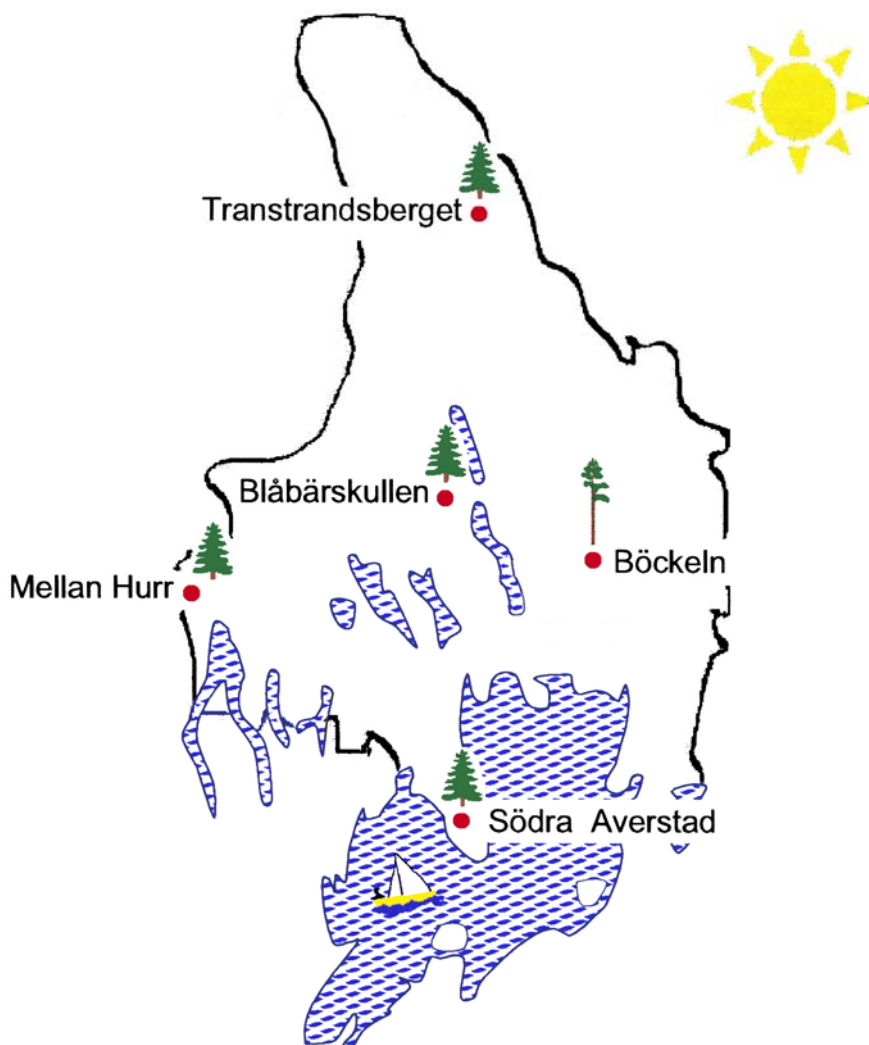


rapport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

För Värmlands läns Luftvårdsförbund

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



Anna Liljergren, redaktör
B 1613
Mars 2005

För Värmlands läns Luftvårdsförbund

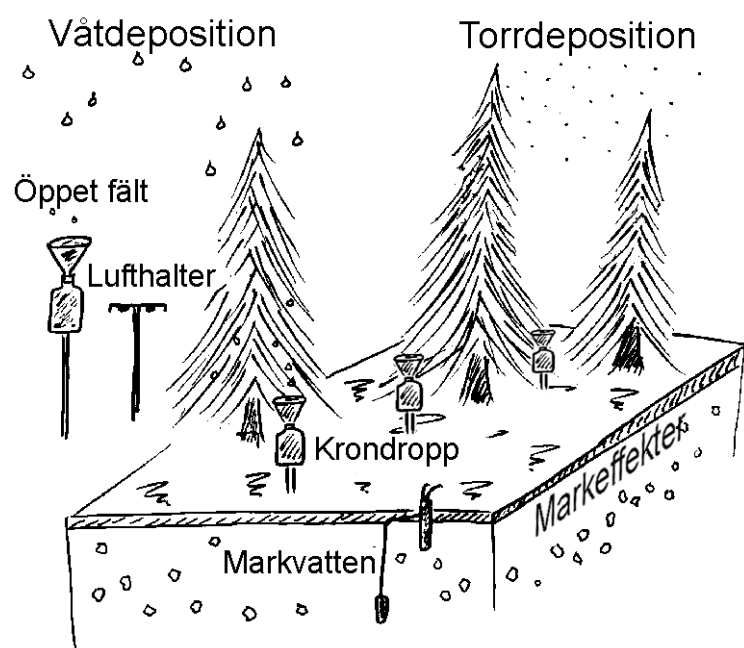
Övervakning av luftföroreningar i Värmlands län

Resultat till och med september 2004

På uppdrag av Värmlands läns Luftvårdsförbund har IVL mätt nedfall av luftföroreningar, markvattnets kvalitet och lufthalter på fem lokaler i Värmlands 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 data kan jämföras med skogliga uppgifter. Genom samarbete med SMHI utförs även yttäckande modellberäkningar av depositionen sedan 2000/01.

Nedfallet av svavel och kväve är störst i sydvästra Sverige och avtar åt nordost. Belastningen i Värmlands län visar en tydlig gradient med betydligt större deposition av svavel och kväve i länets södra delar än längre norrut. Jämfört med situationen i Sverige som helhet visar mätningarna på måttlig belastning i länet. Under hydrologiska året 2003/04 var depositionen av antropogent svavel och oorganiskt kväve i genomsnitt 2,1 respektive 3,0 kg/ha till marken i granytorna. En lokal i södra Värmland med en mätserie från början av 1990-talet visar att nedfallet av svavel mer än halverats sedan mätningarna startade. För kväve är det svårare att se en tydlig minskning av nedfallet. Modellberäkningar av det genomsnittliga nedfallet av både svavel och kväve för året 2002/03 till alla typer av mark och sjötyper visar även de på högst belastning i de södra kommunerna. Andelen av nedfallet med inhemskt ursprung är relativt liten, men större för kväve än för svavel.

Markvattnet i ytorna i länet har generellt haft pH-värden mellan 4,7- 5,6 och en syraneutraliserande förmåga, ANC, som konstant eller periodvis varit låg eller negativ med undantag för Transtrandsberget. Markvattnets innehåll av nitratkväve har varit under detektionsgränsen, vilket är normalt i brukad skog. Under 2003/04, liksom tidigare år, var lufthalterna av svaveldioxid och kvävedioxid lägre än både miljö kvalitetsnormerna och de svenska miljömålen. När det gäller EU-direktivet och den svenska miljö kvalitetsnormen för ozon så understiger halterna vid samtliga lokaler det gränsvärde som skall gälla från 2010. Halterna vid lokalerna Södra Averstad samt Transtrandsberget klarar inte det gränsvärde som skall gälla från 2020. När det gäller de svenska miljömålet som skall gälla från 2020 så överskrids målnivån vid samtliga lokaler i länet.



Figur 1. Principskiss för mätningarna.

Uppdragsgivare:
Värmlands läns Luftvårdsförbund

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

Författare: Anna Liljergren, red.

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

IVL rapport B 1613

Beställs från:
Värmlands läns Luftvårdsförbund
Helena Håkansson
c/o Länsstyrelsen i Värmland
651 86 KARLSTAD
eller
publikationsservice@ivl.se
IVL, Publikationsservice
Box 21060
SE-100 31 STOCKHOLM
Tel: 08-598 563 00
Fax: 08: 598 563 90

Innehållsförteckning

Övervakning av luftföroreningar i Värmlands län	1
Innehållsförteckning	2
Inledning	3
Ord att förklara	4
Förklaring till stationsfigurer	4
Stationsvis redovisning	5
Tidsutveckling deposition	10
Kommunvis deposition	11
Tidsutveckling markvatten	12
Marknära ozon	13
Faktaruta: Lufthalter och årsmedelvärden	15
Data i tabellform, deposition, lufthalter och markvatten	16

Mer information finns på
Krondroppsnätets hemsida:

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

Där finns bland annat:

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

Inledning

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

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

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

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

Denna redovisning är den första enligt Program 2004-2006 för

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

Programmet 2004 till 2006, liknar i stora drag utförandet 2003, men nu finns minst en lokal per län med 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 i **Värmlands län** är resultat av ett lagarbete. Provtagning har utförts av L-O Sandin och L Larsson på Torsby respektive Säffle kommun samt H Wapen och G Pettersson på länsstyrelsen. På IVL har G Hedberg, K Koos, I Torbrink, C Hällinder, S Honkala, V Andersson, N Nilsson, C Larsson, K Hommerberg och B Dusan analyserat proverna. Validering av data har huvudsakligen utförts av Olle Westling. G Malm och Anna Liljergren har arbetat med data-bearbetning och figurframställning. A Liljergren har utvärderat och rapporterat resultaten tillsammans med O Westling och A Svensson (lufthalter).



Figur 2. Krondroppsnätet 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 syrorer anjoner (SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^-) räknat i ekvivalenter. Positivt värde utgörs av syrabuffrande vätekarbonat och organiska anjoner. Negativt värde uttrycker aciditet.

Antropogen: Orsakad av människan.

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

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

Deposition: Nedfall av luftföroreningar från atmosfären.

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

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

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

Interncirkulation: Vissa ämnen, till exempel kalcium, magnesium, kalium och mangan, interncirkuleras mellan träd och mark. De deltar i jonbytesprocesser där vätejoner tas upp och baskatjoner avges i trädkronan.

Intensivyta: 11 av SVOs skogliga observationsytor. Ingår i Naturvårdsverkets nationella program för krondroppsmätningar i skog.

Jordart: Sönderkrossade och vittrade bergarter bildar jordarter med olika kornstorlekar och sorteringsgrad. De vanligaste jordarterna är morän, olika sediment och torv (den senare har bildats av organiskt material).

Jordmån: Övre delen av marken som påverkas av markorganismer, klimat och vegetation. Vanligaste jordmåner i skog på fastmark är podsoler, övergångsjordar och brunjordar.

Krondropp: Nederbörd som passerat trädkronorna. Ger ofta bra mått på total belastning i skog av ämnen som inte påverkas av interncirkulation eller upptag, såsom svavel och klorid. För kväve indikeras i regel upptag eller omvandling i trädkronan. Det gör att 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. Medi-anvärde används för att undvika en kraftig inverkan

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

Stationsvis redovisning

Figur 3-5, deposition och markvatten, figur 10 lufthalter, samt tabell 1-5. Notera att nederbörds-kemiska mätningar på öppet fält endast genomförs i Blåbärskullen. På övriga lokaler redovisas istället modellberäknad våtdeposition i figur 3-5. Vid årsskiftet 2003/2004 avslutades lokalerna Mellan Hurr (S 16) och Böckeln (S 21). Data för 2003 års sista tre månader finns redovisade i tabell 2.

Södra Averstad (S 05): 72-årig granskog i ett flackt och kustnära område på Värmlandsnäs som är exponerat för intransport av luftföroreningar över Vänern. Marken i området består av ett sandigt-moigt sediment med en jordmån klassad som övergång mellan brunjord och podsol. Södra Averstad är länets sydligaste lokal och den har generellt haft länets största nedfall av försurande svavel och kväve. Mätning av deposition och markvatten startade 1990. Nederbörds-kemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2000.

Senaste årets data från Södra Averstad visar att 2,7 kg antropogent svavel och 5,7 kg oorganiskt kväve har deponerats per hektar till marken i granskogen. Mätserien visar tydligt minskad deposition av svavel fram till 2003/04, som uppvisar mätseriens lägsta värde. För oorganiskt kväve har ingen liknande minskning noterats. Nedfallet har tvärtom i medeltal varit något högre (6,4 kg/ha) de senaste fem mätåren jämfört med de första fem (4,9 kg/ha), vilket framför allt beror på den ökade nederbörds-mängden under senare år. Det förekommer dock stora mellanårsvariationer.

Markvattnet i Södra Averstad är tydligt försurningspåverkat, vilket är en följd av den under många år förhållandevis höga förorenings-nedfallet av främst svavel. Ytan har länets suraste markvatten med pH-värden runt 4,7. Under den femton år långa mätserien har pH-värdet i markvattnet varit stabilt (pH-värde 4,5-5,0). Ytan karakteriseras även av låga halter av

baskatjoner (<1 mg/l, utom natrium) och höga halter av aluminium. Omkring hälften består av den mer skadliga formen oorganiskt aluminium. Den försurnings-indikerande kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium har i allmänhet varit låg, omkring 2,5. Kvoter under 1 anses medföra ökad risk för skador på ekosystemet på sikt. Även markvattnets syraneutraliserande förmåga, ANC, har i regel varit negativ och indikerar sura förhållanden. Sedan mätningarna startade har ett flertal signifikanta förändringar noterats. Det gäller sjunkande halter av sulfatsvavel, klorid, baskatjoner, totalt organiskt kol och BC/ooAl-kvot. Årets resultat i markvatten följer samma mönster som tidigare år.

Halter i luft av svaveldioxid (SO₂) och kvävedioxid (NO₂) har mätts sedan oktober 1992. Marknära ozon (O₃) har mätts under sommarhalvåret sedan april 1995, men började mätas kontinuerligt från mars 2003. Halterna av SO₂ och NO₂ har generellt varit högre i Södra Averstad jämfört med länets två övriga lokaler med lufthalts-mätningar. Halterna av O₃ har varit på mer jämförbara nivåer. Årsmedelhalten av SO₂ under det hydrologiska året 2003/04 var något högre än föregående års medelhalter. Detta kan till stor del förklaras med att månadshalten i mars 2004 (2,3 µg/m³) var den högsta uppmätta i Södra Averstad sedan 1994. Förhöjda halter av SO₂ i mars uppmättes även på flera andra lokaler i södra och mellersta Sverige. Årsmedelhalterna av NO₂ och O₃ var på jämförbara nivåer med föregående års resultat i Södra Averstad.

Blåbärskullen (S 22): EU-yta i centrala Värmland. Beståndet utgörs av drygt 50-årig granskog på sandig-moig morän med viss kulturpåverkan. Boniteten är hög jämfört med övriga provytor med granskog i länet, ståndortsindex G32. Lokalen är en av tio Intensivtytor i landet som sedan 2001 ingår i Naturvårdsverkets nationella miljöövervakning av deposition till skog. Bland annat innebär

det att vissa mätningar bekostas av nationella anslag.

Blåbärskullen är den enda yta i länet där mätningar på öppet fält utförs. Under hydrologiska året 2003/04 uppmättes drygt 1000 mm nederbörd, vilket är nära medelvärdet för hela mätperioden sedan 1996/97, men betydligt högre än 2002/03. Nedfallet av svavel var 3,2 kg/ha och för oorganiskt kväve 6,1 kg/ha. I Blåbärskullen mäts även nedfallet av organiskt kväve, som dels kommer från naturlig deposition, dels från omvandling i trädkronorna. Under det senaste året uppmättes 1,4 kg/ha organiskt kväve, och en total kvävedeposition på 7,5 kg/ha.

Krondroppsmätningarna visade något lägre svavelnedfall (2,9 kg/ha) än mätningarna på öppet fält. Mängden kväve var något mindre i krondroppet än på öppet fält, vilket är normalt i växande bestånd i områden med låg till måttlig kvävebelastning. Under hydrologiska året 2003/04 var nedfallet av antropogent svavel till marken i granytan 2,5 kg/ha, vilket är lägre än året innan och den lägsta noteringen hittills. Uppmätt deposition av oorganiskt kväve via krondropp uppgick 2003/04 till 1,7 kg/ha, vilket också är en minskning gentemot föregående år. Drygt lika mycket organiskt kväve uppmättes i krondroppet, 2,2 kg/ha, vilket summerat ger 3,9 kg kväve per hektar.

Förhållandevis hög näringsrikedom i marken på skogsytan avspeglas i markvattnet som är mindre försurningspåverkat i Blåbärskullen än på övriga lokaler i länet. Markvattenprovtagningarna visar dock en något ökad försurningsgrad sedan mätningarna startade 1996. Den försurnings-indikerande kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium har minskat signifikant, och markvattnets syraneutraliserande förmåga, ANC, har minskat (dock ej signifikant) och periodvis varit negativ. Övriga signifikanta förändringar är minskad halt sulfatsvavel, kalcium, kalium och

mangan. Under senaste året var markvattnets pH-värde runt 5,5 (medianvärde hela perioden: 5,6), kvävehalterna var under detektionsgränsen, vilket är normalt, och aluminiumhalten var låg (total 0,2-0,25 mg/l).

Halter i luft av svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och marknära ozon (O₃) har mätts i Blåbärskullen sedan oktober 2000. Halterna av SO₂ och NO₂ har generellt varit på samma nivå som halterna i Transtrandsberget, men något lägre än halterna i Södra Averstad. Halterna av O₃ har varit på mer jämförbara nivåer på de tre lokalerna i länet. På samma sätt som i Södra Averstad var årsmedelhalten av SO₂ något högre än föregående år. Månadshalterna av SO₂ i mars och augusti var något högre än vad som varit generellt på lokalen. Förhöjda halter av SO₂ i mars och augusti uppmättes även på flera andra lokaler i södra och mellersta Sverige. Årsmedelhalten av NO₂ var på jämförbar nivå med föregående år. Uppmätt månads-halt av NH₃ i januari 2004 var 5,6 µg/m³ och den högsta sedan mätningarna började. Generellt har månadshalterna av NH₃ varit mellan <0,3 - 1,5 µg/m³ i Blåbärskullen. Januarihalten av NH₃ i Hensbacka i Västra Götaland var dock av samma storleksordning. Årsmedelhalten av O₃ var på jämförbar nivå med föregående år.

Den högsta månadsmedelhalten under perioden uppmättes i augusti (81 µg/m³).

Transtrandsberget (S 23): EU-yta i granskog, drygt 50 år, på sandig-moig morän och jordmånen järnpodsol i länets nordligaste delar. Ytan ligger i en sluttning mot öster och kan därigenom förväntas vara mindre utsatt för dominerande vindriktningar än lokaler i sydvästsluttningar. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001.

Krondroppsmätningarna i granytan i Transtrandsberget under 2003/04 visade 1,0 kg antropogent svavel och 1,4 kg oorganiskt kväve per hektar. Det är en svag minskning gentemot året innan, men det är svår att se några tydliga trender i nedfallet under de åtta år mätningarna har pågått. Granytan i Transtrandsberget har hela tiden haft den lägsta depositionen av svavel, klorid och oorganiskt kväve av ytorna i länet, vilket förklaras med att ytan är belägen i norra delen av länet samt att den ligger i en sluttning åt öster.

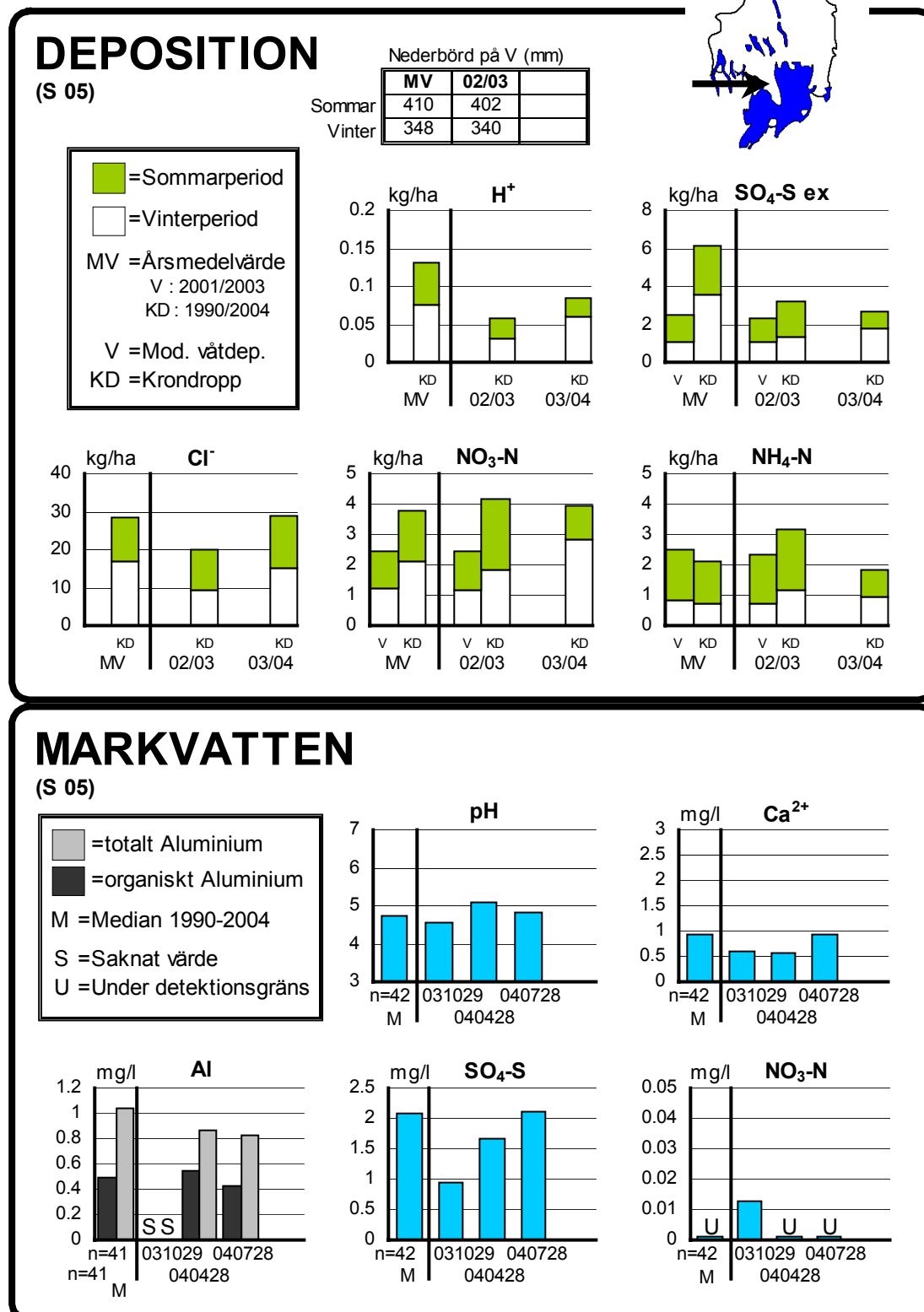
Markvattenprovtagningarna har sedan mätningarna startade visat signifikant minskat pH-värde, liksom halter av sulfatsvavel, klorid, kalcium, kalium och BC/ooAl-kvot (ökad försurningsgrad). Under 2003/04 visade

provtagningarna liksom året innan ett pH-värde runt 5,0, kvävehalter under detektionsgränsen, samt låga halter av kalcium, kalium och magnesium. Aluminiumhalten var hög, omkring 1 mg/l, till mestadels bundet i organiska föreningar.

Halter i luft av svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂) och marknära ozon (O₃) har mätts i Transtrandsberget sedan oktober 1995 och ammoniak (NH₃) sedan oktober 2000. Halterna av SO₂ och NO₂ har generellt varit på samma nivå som halterna i Blåbärskullen, men något lägre än halterna i Södra Averstad. Halterna av O₃ har varit på mer jämförbara nivåer på de tre lokalerna i länet. Precis som i Södra Averstad och Blåbärskullen var årsmedelhalten av SO₂ något högre än föregående år. Att årsmedelhalterna av SO₂ under de senaste åren har ökat från 0,3 µg/m³ till 0,5 µg/m³ beror i första hand på att andelen halter under detektionsgräns var fler 1996-2000 jämfört med 2001-2004. Årsmedelhalten av NO₂ var på jämförbar nivå med föregående år. Månadsmedelhalterna av NH₃ har varit under detektionsgräns hela mätperioden. Årsmedelhalten av O₃ var på jämförbar nivå med föregående år.

Södra Averstad (S 05)

Gran, 73 år



Figur 3. Depositions- och markvattendata från Södra Averstad, S 05.

Blåbärskullen (S 22)

Gran, 53 år

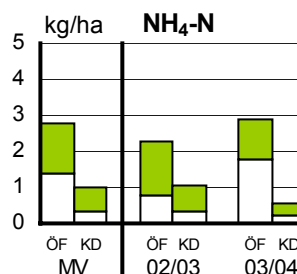
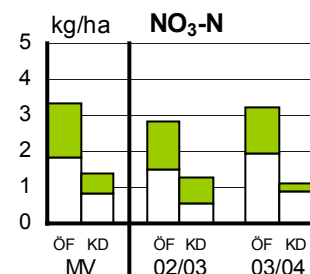
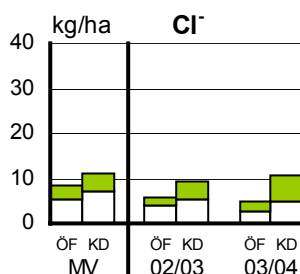
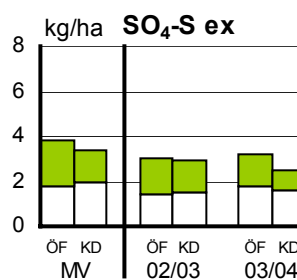
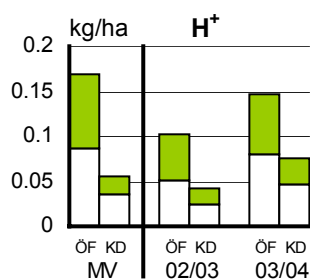
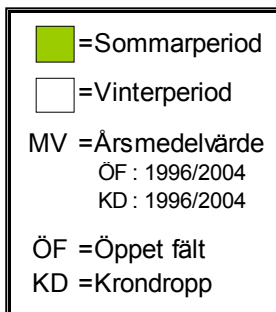


DEPOSITION

(S 22)

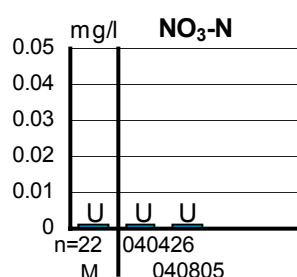
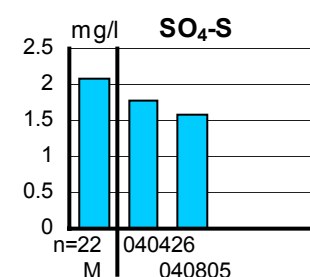
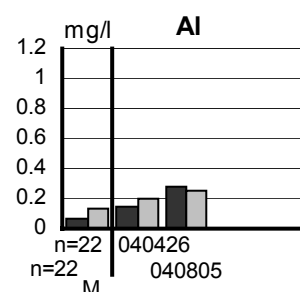
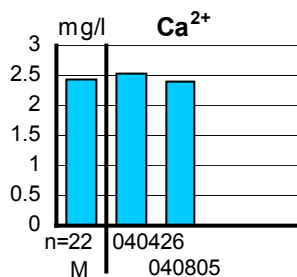
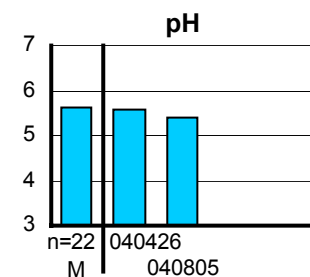
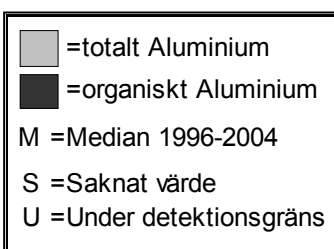
Nederbörd på ÖF (mm)

	MV	02/03	03/04
Sommar	541	464	588
Vinter	452	304	422



MARKVATTEN

(S 22)



Figur 4. Depositions- och markvattendata från Blåbärskullen, S 22.

Transtrandsberget (S 23)

Gran, 52 år



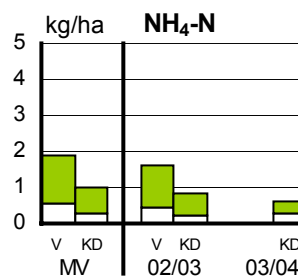
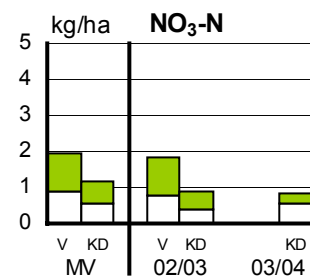
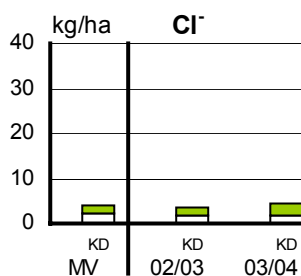
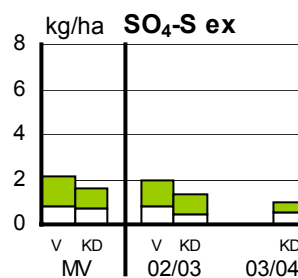
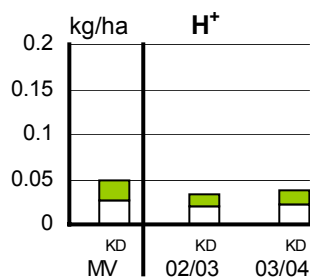
DEPOSITION

(S 23)

Nederbörd på V (mm)

	MV	02/03	
Sommar	480	494	
Vinter	343	340	

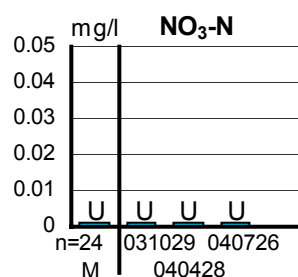
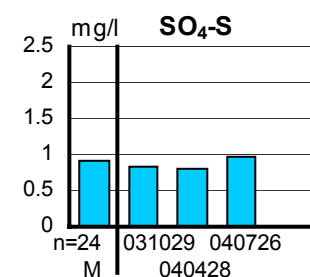
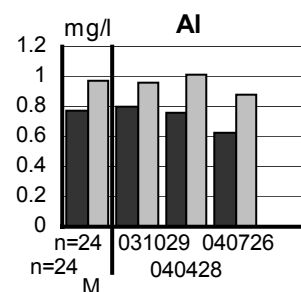
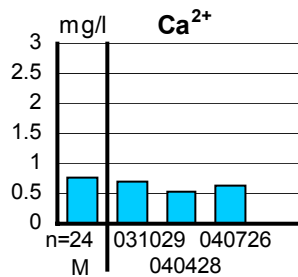
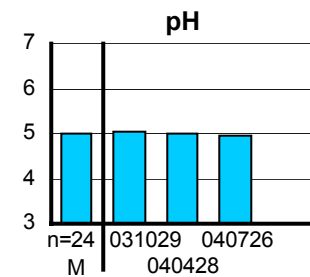
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2003
 KD : 1996/2004
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



MARKVATTEN

(S 23)

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



Figur 5. Depositions- och markvattendata från Transtrandsberget, S 23.

Tidsutveckling deposition

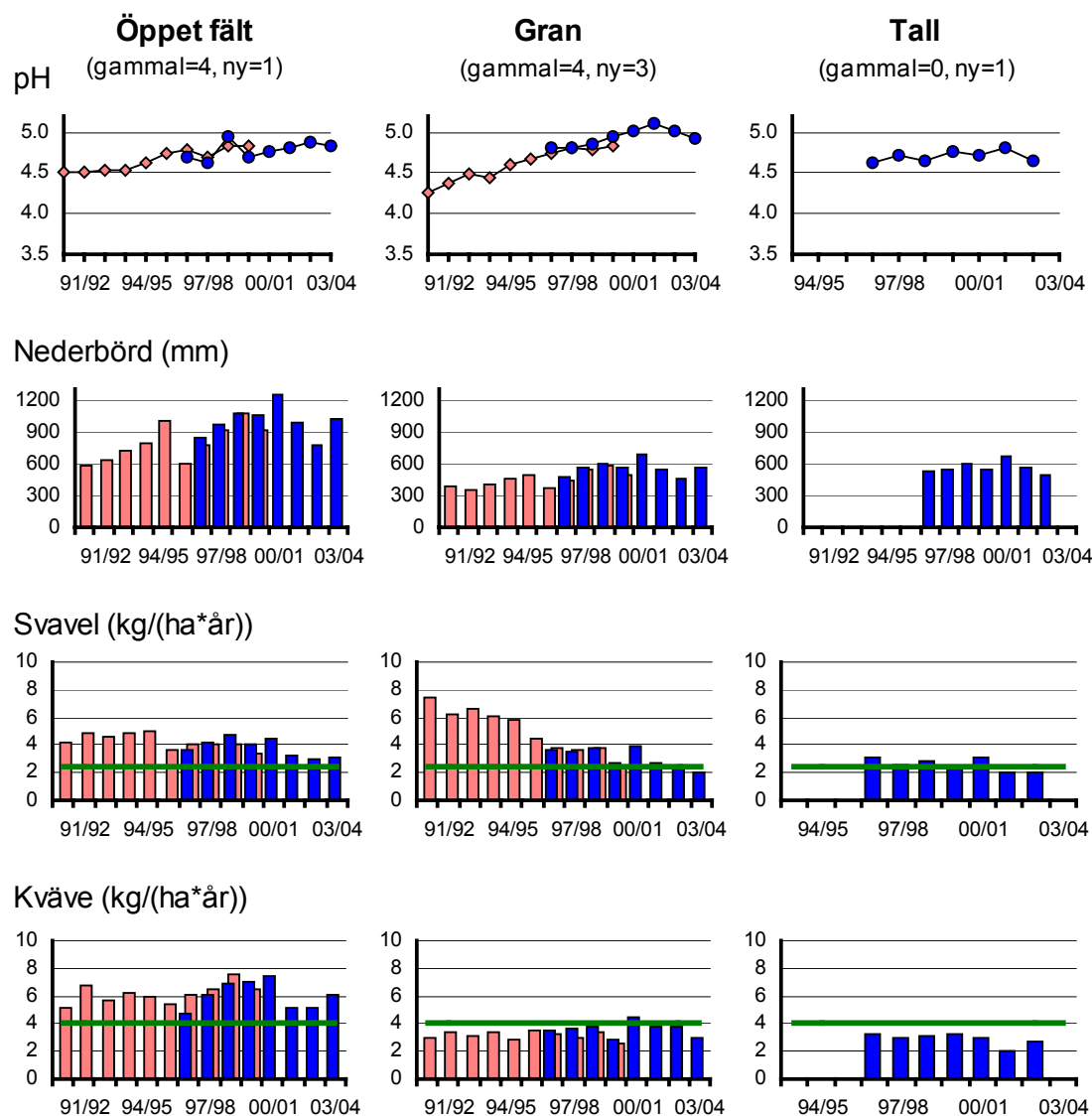
Tidsutvecklingen i Värmlands län, beräknat som medelvärden för länets lokaler, visas i figur 9. Tidsserie "gammal" omfattar fyra lokaler varav Södra Averstad och Mellan Hurr även ingår i tidsserien med aktuella lokaler.

Figur 9 visar minskad försurningsbelastning i länet sedan mätningarna startade 1990. De första åren var nederbördens pH-värde cirka 4,5. Under de senaste tre hydrologiska åren har nederbörden varit mindre sur, i genomsnitt pH-värde 4,8. Det förklaras med reducerade utsläpp av försurande ämnen som medfört framför allt

lägre svavelhalter i nederbörden. Trots ökad nederbörd under senare hälften av 1990-talet har nedfallet av antropogent svavel minskat. För oorganiskt kväve finns ingen tydlig tidsutveckling och nedfallet på öppet fält har i genomsnitt varit 6 kg/ha och år.

Krondropp från granskog visar en ännu tydligare tidsutveckling än mätningarna på öppet fält med kraftigt minskat nedfall av svavel och stigande pH-värde. Att utvecklingen är tydligare i granytorna förklaras med att det är framför allt torrdepositionen som minskat. När det gäller kväve finns inte samma tydliga trend mot minskad

belastning som för svavel. Denna utveckling gäller inte bara Värmlands län utan är generell för stora delar av Sverige. Om avtalade utsläppsminskningar genomförs kommer det förväntade nedfallet av svavel och kväve att i genomsnitt minska till år 2010 till 2,5 respektive 4 kg per hektar och år i Svealand. Nedfallet av antropogent svavel har varit i nivå med detta mål de senaste åren men för kväve är det en bit kvar. Om torrdepositionen uppskattas till 1-3 kg/ha blir total deposition av oorganiskt kväve till skogen 5-7 kg/ha.



Figur 6. Årsmedelvärden för valda parametrar i tre miljöer i Värmland; öppet fält, gran- och tallskog, uppdelat på två tidsserier. Tidsserie "gammal" omfattar fyra lokaler där mätningarna startade 1990/91 och tidsserie "ny" omfattar fem lokaler som började 1996/97. Markerad linje anger förväntad genomsnittlig belastning i Svealand år 2010 om beslutade åtgärder genomförs (se sid. 3).

Kommunvis deposition

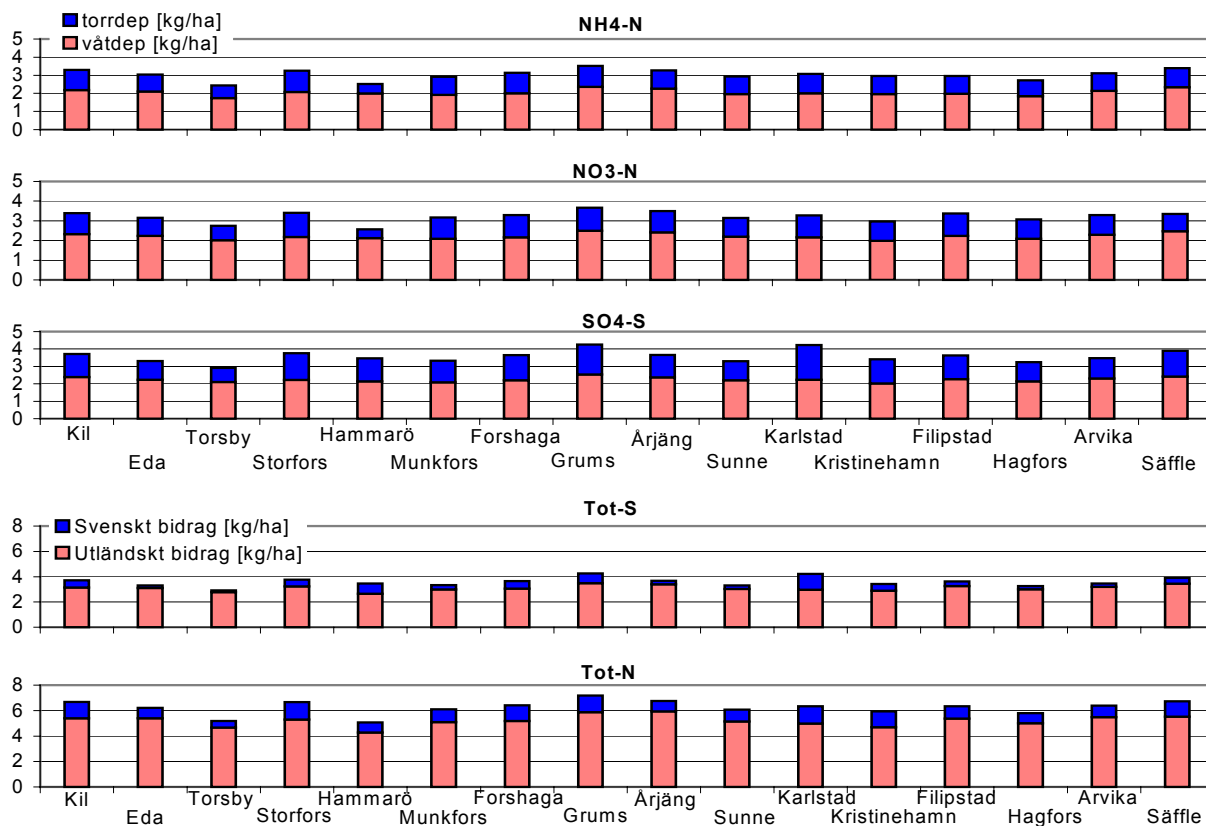
Figur 7 visar modellberäknade data för kommunvis deposition av svavel och kväve inom länet under 2002/03, uttryckt som genomsnitt i kg per ha i respektive kommun. Beräkningarna har genomförts av SMHI med MATCH-Sverige modellen (Mesoscale Atmospheric Transport and Chemistry model). Modellen är framtagen 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-

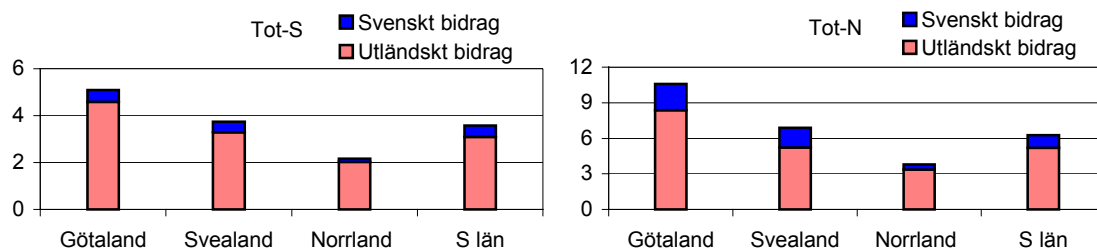
ser. Det modellberäknade totala nedfallet (våt + torr deposition) av svavel är jämförbart med krondroppsmätningarna och båda måtten kan jämföras med till exempel kritisk belastning för försurning. Modellberäknat totalt nedfall av kväve uppskattar den atmosfäriska tillförseln och är inte direkt jämförbart 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 Värmlands län är relativt måttliga. Det finns dock en tydlig gradient från söder till norr i länet, där de nordligaste kommunerna har något lägre nedfall av både svavel och kväve. Högre deposition i en kommun kan till viss del även

förklaras av en högre nederbördsmängd 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 8) är depositionen i Värmlands 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 7. Modellberäknade data för kommunvis deposition av svavel och kväve i kg/ha och år. De tre översta diagrammen visar deposition av NH_4-N , NO_3-N och SO_4-S uppdelat på torr och våtdeposition för respektive kommun. De två nedre diagrammen visar total deposition, både våt och torr, för svavel respektive kväve, uppdelad på Sveriges eget bidrag och den andel som kommer från andra länder. Observera att skalan skiljer sig för de två nedre diagrammen.



Figur 8. 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.

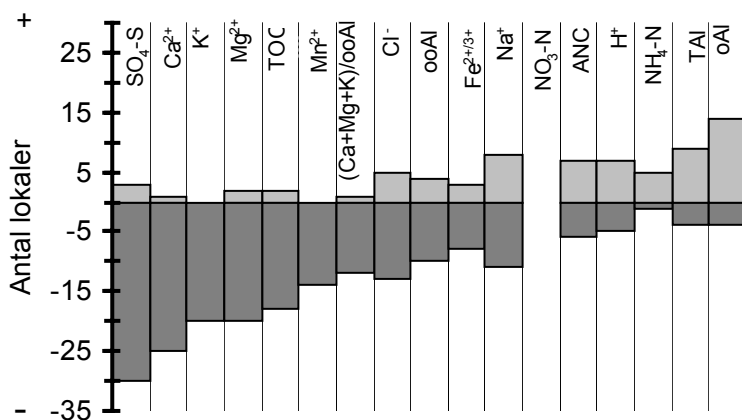
Tidsutveckling markvatten

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 samtliga lokaler med minst fem provtagningar (~2 år). Det innebär att samtliga av länets lokaler ingår i figuren.

Figur 9 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 ökning. 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 basketjoner och oorganiskt aluminium följer dock samma mönster som 2003 med sjunkande halter, vilket indikerar ökad försurningsgrad.



Figur 9. 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 tillmätts 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Södra Averstad (S 05 A)	II	6162	8824	60
Blåbärskullen (S 22 A)	II	6538	9632	60
Transtrandsberget (S 23 A)	II	6702	10372	62
Grimsö (EMEP-station)		4000	9598	60

* Ijusa timmar beräknat mellan 08-20 CET.

Beräknade medelvärde under de 5 senaste åren:

Namn	AOT40 Maj-Jul $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$	AOT40 Apr-Sept $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$
Södra Averstad (S 05 A)	6002	9990
Blåbärskullen (S 22 A)	5560*	10352*
Transtrandsberget (S 23 A)	6834	11928

* 4 års medeltal

När det gäller LRTAP så överskrider halterna 2004 vid samtliga Värmländska lokaler det kritiska gränsvärdet för jordbruksgrödor ($6000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$, maj-juli). Halterna 2004 vid lokalen Transtrandsberget överstiger det kritiska gränsvärdet för skog ($10000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$, april-september). När det gäller halterna som 5/4-årsmedelvärde så överstiger haltmedelvärdet vid lokalerna Södra Averstad samt Transtrandsberget gränsvärdet för jordbruksgrödor och haltmedelvärdet vid lokalerna Blåbärskullen och Transtrandsberget gränsvärdet för skog. Vid en jämförelse med

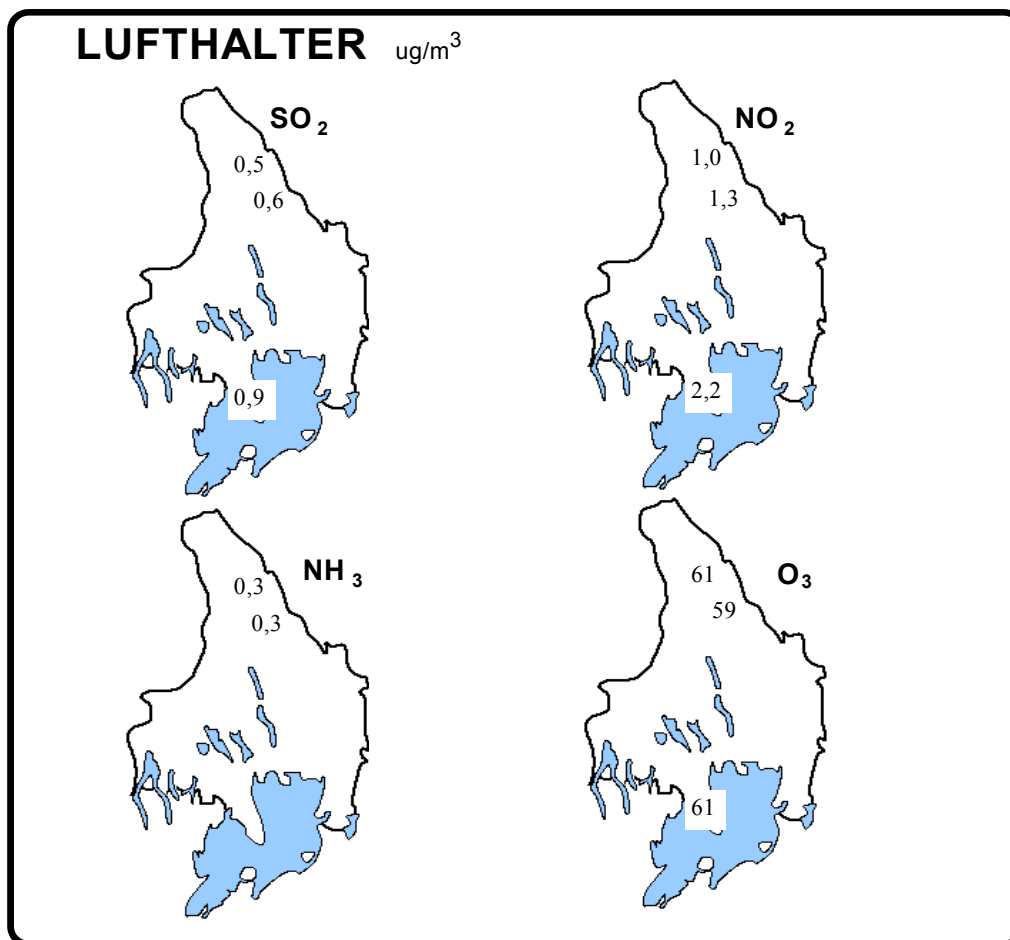
LRTAP kan som tidigare nämnts det beräknade AOT40 värdet vara underskattat med upp till ca 10%.

När det gäller EU-direktivet och den svenska miljö kvalitetsnormen så understiger halterna vid samtliga lokaler det gränsvärde som skall gälla från 2010. Halterna vid lokalerna Södra Averstad samt Transtrandsberget klarar inte det gränsvärde som skall gälla från 2020.

När det gäller de svenska miljömålet som skall gälla från 2020, att medelhalten under sommarhalvåret skall understiga 50

$\mu\text{g}/\text{m}^3$, så överskrids målnivån vid samtliga lokaler i länet.

Den mest närliggande EMEP-station där man mäter ozon kontinuerligt är Grimsö i Örebro län. Om man jämför halterna vid lokalerna så ligger halterna i Grimsö för sommaren på samma nivå som halterna för Krondroppslokaler i Värmland. När det gäller perioden maj-juli så understiger halterna vid Grimsö de beräknade halterna för lokalerna i Värmland.



Figur 10. 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 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.

Kväveoxider

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

Data i tabellform, deposition, lufthalter och markvatten

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

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⁺
Blåbärs- kullen (S 22 A)	03/04	1010	0,15	3,4	3,2	5,0	3,2	2,9	1,3	0,6	3,0	1,5	0,10
	02/03	767	0,10	3,3	3,0	5,7	2,8	2,3	1,5	0,7	2,9	2,1	0,15
	01/02	977	0,15	3,7	3,3	8,8	3,0	2,2	1,8	0,6	5,7	3,5	0,10
	00/01	1250	0,21	4,9	4,5	7,3	3,9	3,5	1,6	0,7	5,4	1,9	0,17
	99/00	1049	0,22	4,6	4,0	12,6	3,7	3,3	1,9	0,9	8,3	2,5	0,24
	98/99	1068	0,12	5,4	4,7	14,9	3,6	3,3	2,4	0,6	10,4	4,9	0,11
	97/98	974	0,23	4,5	4,2	5,4	3,7	2,4	2,2	0,7	3,3	3,3	0,23
	96/97	848	0,17	3,9	3,6	6,5	2,7	2,0	1,7	0,6	4,1	1,7	0,10

Tabell 1b. Öppet fältdata från Värmlands län för yta Blåbärskullen 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 mm	kg/ha →		
			oorg N	org N	TOC
Blåbärskullen (S 22 A)	03/04	1010	6,1	1,4	15
	02/03	767	5,1	2,2	31
	01/02	977	5,2	2,7	37
	00/01	1250	7,4	1,9	36

Tabell 2a. Krondroppsdata från Värmlands 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⁺		
Södra Averstad (S 05 A)	03/04	483	0,09	4,0	2,7	29,1	3,9	1,8							
	02/03	330	0,06	4,1	3,2	20,2	4,2	3,1							
	01/02	426	0,06	5,0	3,4	33,9	3,9	2,9							
	00/01	564	0,08	6,2	5,1	23,8	4,4	3,0							
	99/00	462	0,08	4,4	2,9	31,6	3,0	1,7							
	98/99	628	0,14	7,2	5,7	31,5	3,6	2,4	6,4	3,1	17,7	19,3	0,46		
	97/98	607	0,13	7,3	6,0	28,8	4,4	1,9							
	96/97	383	0,10	6,5	5,2	28,1	3,8	2,1							
	95/96	298	0,09	7,3	6,4	20,4	4,2	2,7							
	94/95	384	0,13	8,2	7,1	25,0	3,1	1,5	6,3	3,0	14,6	13,0	0,78		
	93/94	445	0,20	8,9	8,1	18,4	3,9	1,9	5,2	2,6	11,3	11,3	0,53		
	92/93	350	0,19	14,1	12,1	44,6	3,2	1,7							
	91/92	237	0,19	9,7	8,2	31,8	3,8	1,4							
	90/91	324	0,30	11,2	9,7	32,0	3,4	1,1							
	Mellan Hurr* (S 16 A)	03/04	174	0,02	0,8	0,6	3,8	0,4	0,1						
02/03		531	0,06	3,1	2,6	10,1	1,3	0,8							
01/02		564	0,05	3,5	2,9	14,7	1,3	1,0							
00/01		751	0,09	4,9	4,2	14,9	2,3	1,5							
99/00		643	0,11	4,6	3,4	26,2	1,4	0,7							
98/99		700	0,12	4,4	3,8	11,8	1,3	1,3	2,9	1,5	6,5	11,3	0,95		
97/98		622	0,10	4,4	4,0	9,7	1,4	1,6							
96/97		538	0,12	5,8	5,1	15,5	1,7	1,5							
95/96		458	0,13	6,1	5,6	10,4	2,1	1,7							
94/95		564	0,18	7,4	6,7	15,2	1,6	1,4	4,7	1,7	8,0	10,8	1,28		
93/94		553	0,22	7,4	6,9	9,9	1,7	1,5	3,2	1,5	4,8	9,5	0,99		
92/93	464	0,18	6,8	6,0	15,9	1,4	1,8								
91/92	404	0,19	7,5	6,8	13,5	1,9	1,5								
90/91	417	0,23	8,8	8,2	13,9	1,9	1,3								

Tabell 2a. Krondroppsdata 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⁺
Böckeln* (S 21 A)	03/04	169	0,04	0,6	0,5	1,7	0,5	0,1	0,4	0,3	0,8	1,3	0,07
	02/03	489	0,11	2,3	2,1	5,4	1,8	1,0	1,7	1,0	2,8	5,1	0,31
	01/02	566	0,09	2,3	2,0	6,6	1,3	0,7	1,7	0,8	3,6	7,0	0,11
	00/01	667	0,13	3,4	3,1	6,8	1,9	1,1	2,1	1,1	3,7	9,6	0,61
	99/00	550	0,10	2,7	2,3	9,5	1,8	1,4	1,8	1,0	5,6	7,1	0,37
	98/99	590	0,13	3,2	2,9	6,6	1,8	1,3	2,1	0,9	3,9	6,8	0,34
	97/98	549	0,11	2,9	2,6	5,2	1,6	1,3	1,7	0,7	2,7	5,9	0,37
	96/97	525	0,12	3,5	3,1	7,7	1,9	1,3	1,9	0,9	4,2	6,1	0,41
Blåbärs- kullen (S 22 A)	03/04	701	0,08	3,0	2,5	10,8	1,1	0,6	3,3	1,2	5,0	13,1	1,02
	02/03	588	0,04	3,4	2,9	9,3	1,3	1,1	2,9	1,3	4,3	9,2	0,76
	01/02	584	0,03	3,6	3,0	12,4	1,3	1,2	3,9	1,3	6,6	11,9	0,98
	00/01	718	0,06	4,9	4,4	11,1	1,9	1,4	5,0	1,6	6,6	14,6	1,66
	99/00	659	0,06	4,6	3,8	18,5	1,5	0,5	4,7	1,6	10,3	13,4	1,67
	98/99	594	0,06	4,2	3,8	8,8	1,3	1,1	2,9	0,9	5,2	9,1	1,33
	97/98	530	0,06	3,3	3,0	6,2	1,3	1,3	2,4	0,8	3,2	8,2	0,55
	96/97	534	0,06	4,2	3,7	10,5	1,5	0,9	3,2	1,1	5,7	10,6	1,00
Transtrands- berget (S 23 A)	03/04	494	0,04	1,2	1,0	4,4	0,8	0,6	1,2	0,5	2,4	4,1	0,18
	02/03	435	0,03	1,5	1,3	3,7	0,9	0,8	0,9	0,5	1,9	3,6	0,11
	01/02	618	0,04	1,7	1,5	3,5	1,1	1,1	1,1	0,4	2,0	3,9	0,13
	00/01	764	0,06	2,4	2,2	4,2	1,4	1,1	1,4	0,6	2,8	5,7	0,53
	99/00	565	0,06	1,6	1,4	5,5	1,2	0,8	1,0	0,5	3,5	3,5	0,38
	98/99	587	0,05	2,1	1,9	4,0	1,3	1,6	1,6	0,5	2,4	4,0	0,35
	97/98	523	0,06	1,8	1,7	1,9	1,1	1,0	1,1	0,4	0,9	3,3	0,31
	96/97	518	0,06	2,1	2,0	3,2	1,2	1,0	1,2	0,5	1,6	2,8	0,38

* Mellan Hurr och Böckeln avslutade december 2003 och resultat redovisas därmed endast för de tre sista månaderna 2003, därav lägre värden än tidigare år.

Lokal	Period	Nedb mm	kg/ha →		TOC
			oorg N	org N	
Böckeln (S 21 A)	02/03	489	2,7	1,5	
	01/02	566	2,0	1,5	
Blåbärs- kullen (S 22 A)	03/04	701	1,7	2,2	85
	02/03	588	2,3	2,4	59
	01/02	584	2,5	2,6	56
Transtrands- berget (S 23 A)	00/01	718	3,3	3,0	74
	03/04	494	1,4	1,4	
	02/03	435	1,7	1,7	
	01/02	618	2,2	1,3	

Tabell 2b. Krondroppsdata från Värmlands 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. (oorgN = NO₃-N + NH₄-N) och (orgN = Kj-N - NH₄-N)

Tabell 3. Modellberäknade våtdepositionsdata från Värmlands 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⁺
Södra Averstad (S 05 A)	02/03	742			2,3		2,4	2,3					
	01/02	775			2,6		2,5	2,7					
Mellan Hurr (S 16 A)	02/03	816			2,3		2,4	2,2					
	01/02	788			2,4		2,3	2,3					
Böckeln (S 21 A)	02/03	769			2,3		2,3	2,1					
	01/02	855			2,6		2,3	2,3					
Transtrands- berget (S 23 A)	02/03	834			1,9		1,8	1,6					
	01/02	812			2,3		2,0	2,1					

Tabell 4. Lufthalter i Värmlands län, $\mu\text{g}/\text{m}^3$, diffusionsprovtagning. För SO_2 och NO_2 anges medelvärden (Mv) för hydrologiska år, medan sommarhalvår används för O_3 och NH_3 .

Lokal	Period	SO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NH_3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	O_3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Södra Averstad (S 05 A)	0310	0,6	1,8	-	-
	0311	0,5	3,7	-	-
	0312	0,6	3,6	-	-
	0401	0,9	3,5	-	-
	0402	0,8	3,0	-	55
	0403	2,3	2,2	-	68
	0404	0,8	1,3	-	64
	0405	0,4	1,4	-	76
	0406	0,7	1,1	-	^U 66
	0407	0,8	1,1	-	55
	0408	^U 1,3	1,3	-	52
	0409	0,8	2,5	-	53
	Mv hydr. år	9210-9309	⁽¹¹⁾ 1,3	2,9	-
	9310-9409	1,6	3,0	-	-
	9410-9509	1,2	2,8	-	-
	9510-9609	1,2	3,0	-	-
	9610-9709	0,9	3,3	-	-
	9710-9809	0,7	2,6	-	-
	9810-9909	0,7	2,8	-	-
	9910-0009	0,5	2,3	-	-
	0010-0109	0,7	2,3	-	-
	0110-0209	0,5	2,2	-	-
	0210-0309	0,7	2,1	-	-
	0310-0409	0,9	2,2	-	-
Mv sommar	9304-9309	-	-	-	-
	9404-9409	-	-	-	-
	9504-9509	-	-	-	70
	9604-9609	-	-	-	63
	9704-9709	-	-	-	69
	9804-9809	-	-	-	58
	9904-9909	-	-	-	68
	0004-0009	-	-	-	60
	0104-0109	-	-	-	59
	0204-0209	-	-	-	63
	0304-0309	-	-	-	67
	0404-0409	-	-	-	61

Tabell 4. Lufthalter forts.

Lokal	Period	SO ₂ ug/m ³	NO ₂ ug/m ³	NH ₃ ug/m ³	O ₃ ug/m ³	
Blåbärskullen (S 22 A)	0310	0,4	0,8	<0,3	41	
	0311	^U 0,3	^U 1,8	0,4	^U 28	
	0312	0,5	^U 2,1	<0,3	^U 44	
	0401	0,8	2,3	5,6	31	
	0402	0,7	1,9	0,6	50	
	0403	1,1	1,0	1,7	70	
	0404	0,4	^U 2,0	<0,3	71	
	0405	0,3	0,6	0,5	81	
	0406	0,5	0,5	<0,3	62	
	0407	0,5	0,4	<0,3	49	
	0408	1,0	1,0	0,6	52	
	0409	0,5	1,5	<0,3	42	
	Mv hydr. år	0010-0109	0,4	0,8	-	-
		0110-0209	0,4	1,2	-	-
0210-0309		0,5	1,2	-	-	
0310-0409		0,6	1,3	-	-	
Mv sommar	0104-0109	-	-	0,4	57	
	0204-0209	-	-	<0,3	66	
	0304-0309	-	-	0,4	64	
	0404-0409	-	-	<0,3	59	
Transtrandsberget (S 23 A)	0310	0,3	0,7	<0,3	43	
	0311	0,3	1,2	<0,3	^U 29	
	0312	0,3	1,7	<0,3	33	
	0401	0,7	2,1	<0,3	45	
	0402	0,6	1,6	<0,3	63	
	0403	0,5	0,9	<0,3	78	
	0404	0,5	1,4	<0,3	72	
	0405	0,3	0,4	<0,3	78	
	0406	0,6	0,3	<0,3	67	
	0407	0,7	0,3	<0,3	53	
	0408	0,6	0,5	<0,3	54	
	0409	0,5	0,9	<0,3	44	
	Mv hydr. år	9510-9609	⁽⁵⁾ 0,3	⁽⁵⁾ 0,5	-	-
		9610-9709	0,3	1,5	-	-
9710-9809		0,3	1,2	-	-	
9810-9909		0,3	1,3	-	-	
9910-0009		0,3	1,0	-	-	
0010-0109		0,4	0,8	-	-	
0110-0209		0,3	1,0	-	-	
0210-0309		0,4	1,0	-	-	
0310-0409		0,5	1,0	-	-	
Mv sommar		9604-9609	-	-	-	70
	9704-9709	-	-	-	71	
	9804-9809	-	-	-	60	
	9904-9909	-	-	-	69	
	0004-0009	-	-	-	62	
	0104-0109	-	-	<0,3	62	
	0204-0209	-	-	<0,3	65	
	0304-0309	-	-	0,7	65	
0404-0409	-	-	<0,3	61		

Tabell 5. Markvattendata från Värmlands län.

Lokal	Datum	pH	Alk		SO ₄ -S		Cl ⁻	NO ₃ -N	NH ₄ -N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Mn ²⁺	Fe ^{2+/3+}	ooAl	tAl	TOC	BC/ooAl
			mekv/l →	mg/l →	mol/mol														
Södra Averstad (S 05 A)	2003-10-29	4,6	-	0,026	0,93	3,63	0,013	0,051	0,61	0,25	2,80	0,57	<0,020	-	-	-	9,2	-	
	2004-04-28	5,1	-	0,017	1,66	3,63	<0,002	0,030	0,57	0,36	3,72	0,13	<0,020	1,038	0,319	0,871	10,4	2,7	
	2004-07-28	4,8	-	0,018	2,11	4,67	<0,002	0,020	0,94	0,46	4,46	0,13	<0,020	0,073	0,411	0,833	8,2	3,0	
	median	4,7	-0,011	2,07	4,98	<0,002	<0,01	0,94	0,53	4,26	0,16	0,01	0,315	0,562	1,044	11	2,5		
<i>n=</i>	42		42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	41	41	41	42	41		
Mellan Hurr (S 16 A)	2003-10-27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	median	4,8	-0,048	2,17	3,37	<0,002	<0,01	0,74	0,52	2,66	0,24	0,051	0,004	0,528	0,613	4,4	2,0		
	<i>n=</i>	35		35	35	35	35	35	35	35	35	35	34	33	34	34	33		
Böckeln (S 21 A)	2003-10-29	6,4	-	-0,033	2,15	2,83	<0,002	<0,020	0,52	0,31	2,75	0,38	<0,020	0,014	-	0,433	4,9	-	
	median	5,1	-0,016	1,57	1,7	<0,002	<0,01	0,42	0,23	1,72	0,59	0,02	0,009	0,354	0,433	3,5	2,6		
	<i>n=</i>	23		23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	20	23	22	20		
Blåbärskullen (S 22 A)	2004-04-26	5,6	0,014	0,060	1,78	2,51	<0,002	0,025	2,52	0,25	2,15	<0,08	<0,020	0,007	0,055	0,203	3,0	37	
	2004-08-05	5,4	0,008	0,046	1,58	3,07	<0,002	0,029	2,41	0,23	2,04	0,10	<0,020	0,026	-	0,249	3,8	-	
	median	5,6	0,029	2,07	2,39	<0,002	<0,01	2,44	0,27	1,96	0,1	<0,02	0,007	0,043	0,127	3,6	45		
<i>n=</i>	22		22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	20	22	22	20		
Transtrandsberget (S 23 A)	2003-10-29	5,0	-	0,050	0,83	1,28	<0,002	0,023	0,70	0,33	1,68	0,11	<0,020	0,235	0,156	0,956	13,8	5,9	
	2004-04-28	5,0	-	0,055	0,81	0,72	<0,002	0,022	0,52	0,29	1,67	0,14	<0,020	0,239	0,254	1,010	12,6	3,0	
	2004-07-26	5,0	-	0,050	0,97	1,06	<0,002	0,020	0,63	0,29	1,92	0,09	<0,020	0,186	0,253	0,882	9,9	3,2	
	median	5,0	0,052	0,92	1	<0,002	<0,01	0,77	0,33	1,65	0,09	0,025	0,235	0,241	0,976	12	3,7		
<i>n=</i>	24		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24		

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