

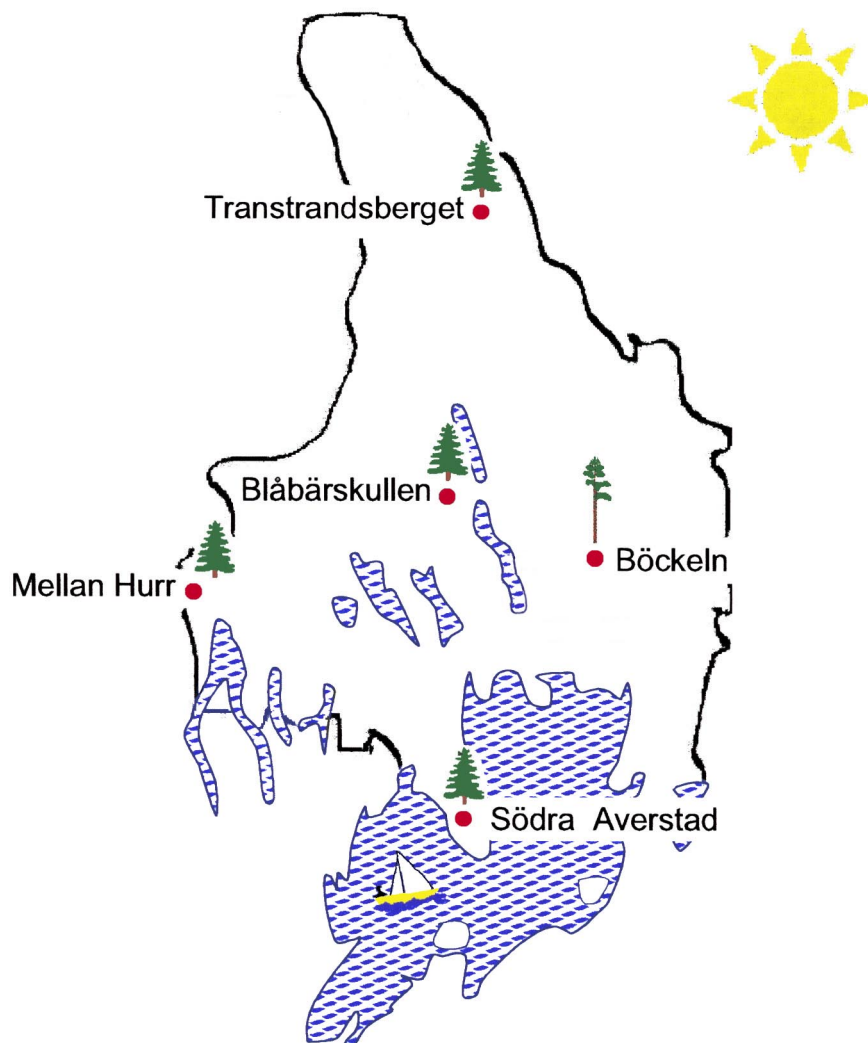


rappport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

För Värmlands läns Luftvårdsförbund

Övervakning av luftföroreningar i Värmlands län Resultat till och med september 2003



Eva Ugglå, redaktör
B 1562
April 2004

För Värmlands läns Luftvårdsförbund

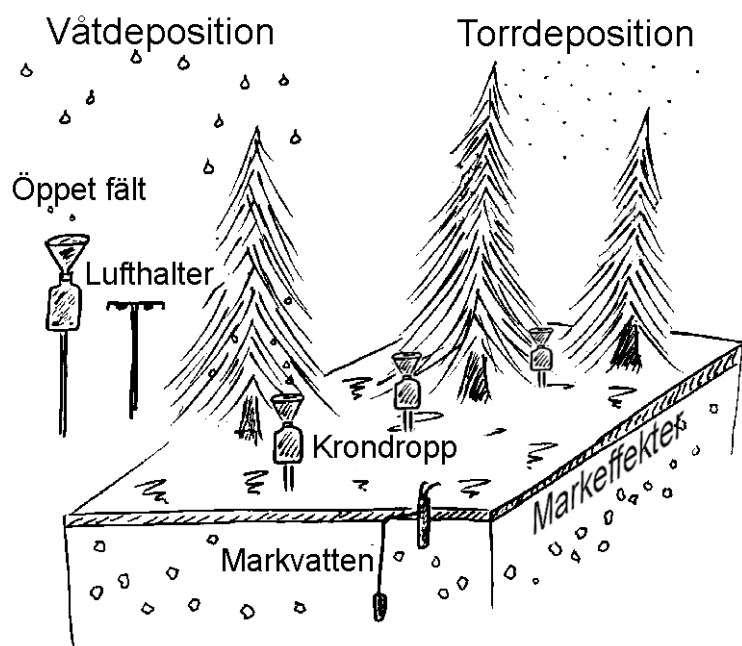
Övervakning av luftföroreningar i Värmlands län

Resultat till och med september 2003

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 2002/03 var depositionen av antropogent svavel och oorganiskt kväve i genomsnitt 2,5 respektive 3,4 kg/ha till marken i granytorna. Som jämförelse kan nämnas att depositionen av svavel i Skåne och Norrland generellt var 5-8 kg/ha respektive mindre än 2 kg/ha i granytorna. Två lokaler i Värmlands län har en mätserie från början av 1990-talet; Södra Averstad och Mellan Hurr. Mätningarna visar att nedfallet av svavel på dessa lokaler mer än halverats sedan mätningarna startade. Främst är det torrdeposition av svavel som har minskat och det beror på minskade utsläpp av svavel i Europa. För kväve är det svårare att se trender.

Trots minskad nedfallsbelastning i länet noteras ingen tydlig återhämtning av markvattnets försurningsgrad. 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 2002/03, liksom tidigare år, var lufthalterna av svaveldioxid och kvävedioxid lägre än både miljökvalitetsnormerna gällande ekosystem och miljömålen gällande hälsa, kulturvärden och/eller material. Däremot överstiger halterna av marknära ozon EUs målvärde på 40 µg/m³ och innebär risk för vegetationsskador i hela länet.



Figur 1. Principskiss för mätningarna.

Uppdragsgivare:

Värmlands läns Luftvårdsförbund

Utförande organ:

 IVL Svenska Miljöinstitutet AB
 Aneboda, SE-360 30 LAMMHULT

Författare: Eva Ugglå, red.

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

IVL rapport B 1562
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 |
| Faktaruta: Lufthalter och årsmedelvärden..... | 13 |
| Tidsutveckling deposition..... | 14 |
| Tidsutveckling markvatten..... | 16 |
| Tidsutveckling lufthalter | 17 |
| Data i tabellform, deposition, lufthalter och markvatten..... | 18 |

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

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

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

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

Denna redovisning är den sista

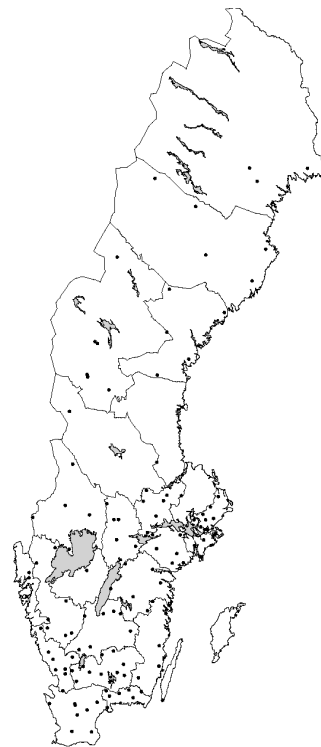
enligt Program 2000 för regional övervakning av luftföroreningar. Det är resultat av ett samarbetsprojekt mellan länen, Naturvårdsverket (NV) och IVL och har bland annat inneburit ökad samordning med nationell övervakning av luft, redovisning av resultat både via hemsida och ordinarie rapporter, förbättrade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

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

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

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



Figur 2. Krondroppsnätet 2002/03. Samordnade mätningar av luftföroreningar i skogliga observationsytor.

Ord att förklara

ANC: "Acid Neutralising Capacity" (syraneutraliserande förmåga) beräknas som starka basers katjoner (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) minus starka syrors 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Öppet fält: Öppet område där nederbördskemi och lufthalter mäts.

Förklaring till stationsfigurer

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

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

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

Stationsvis redovisning

Figur 3-8, deposition och markvatten, samt tabell 1-5. Notera att nederbördskemiska mätningar på öppet fält endast genomförs i Blåbärskullen. På övriga lokaler redovisas istället modellberäknad våtdeposition i figur 3-8.

Södra Averstad (S 05): 72-årig granskog i ett flackt och kustnära område på Värmlandsnäs som är exponerat för intransport av luftföroreningar över Väneren. 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. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2000.

Senaste årets data från Södra Averstad visar att drygt 3 kg antropogent svavel och 7,3 kg oorganiskt kväve har deponerats per hektar till marken i granskogen. Mätserien visar tydligt minskad deposition av svavel fram till 2002/03. I början av mätserien uppmättes omkring 9 kg/ha, de senaste åren har nedfallet varit omkring 3,5 kg/ha. För oorganiskt kväve har ingen liknande trend noterats. Nedfallet har tvärtemot ökat något fram till 2002/03, vilket beror på den ökade nederbörds-mängden. Det förekommer dock stora årliga variationer. Saltpåverkan från havet, mätt som kloridnedfall, har generellt varit betydligt större på Värmlandsnäs än på länets övriga lokaler. Det är logiskt med tanke på dess geografiska läge. Nedfallet under det senaste året var något mindre än normalt, 20 kg/ha, jämfört med 28 kg/ha i genomsnitt.

Markvattnet i Södra Averstad är tydligt försurningspåverkat, vilket är en följd av den under många år förhållandevis höga föroreningsbelastningen. Ytan har länets suraste markvatten med pH-värden runt 4,7. Under den fjorton 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) och höga halter av aluminium, varav omkring hälften består av den mer skadliga formen oorganiskt aluminium. Den försurningsindikerande kvoten mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium har i allmänhet varit låg, omkring 2,4. 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. Vidare har markvattnets ANC ökat signifikant, vilket troligtvis beror mer på minskad kloridhalt än minskad svaveldeposition (se årsrapporter för 1998/99 och 2000/01 för vidare diskussion om kloridnedfallets påverkan på ANC). Markvattenprovtagningarna under hydrologiska året 2002/03 har visat normala värden för lokalen. Markvattnet har varit surt (pH-värde 4,6-4,8) med låga baskatjonhalter och måttliga halter oorganiskt aluminium.

Årsmedelhalterna (hydrologiskt år) av svaveldioxid (SO₂) i Södra Averstad har minskat från medelhalter >1 µg/m³ under 1992-1995 till medelhalter runt 0,6 µg/m³ under de senaste sex mätperioderna. Även årsmedelhalterna av kvävedioxid (NO₂) har minskat från ca 3 µg/m³ 1992-1998 till <2,5 µg/m³ de senaste fyra mätperioderna. Mellanårsvariationerna gällande marknära ozon (O₃) är större jämfört med övriga parametrar på grund av att ozonbildningen är beroende av antalet soltimmar under året samt förekomst av primära luftföroreningar. Medelhalterna för sommarhalvåret har varit 55-70 µg/m³ sedan sommaren 1995. Halterna av SO₂ och NO₂ har under perioden varit högre i Södra Averstad än på Blåbärskullen och Transtrandsberget, vilket även varit fallet tidigare mätperioder. Halterna av O₃ i

Södra Averstad har generellt varit något lägre eller på jämförbar nivå med Transtrandsberget. Jämfört med halter i övriga landet var halterna av SO₂ och NO₂ relativt låga under perioden, medan O₃-halterna var relativt höga.

Mellan Hurr (S 16): Provytan i länets västligaste del består av drygt 70-årig granskog, på moränmark med en utbildad podsolprofil. På samma sätt som på tidigare nämnda lokaler startade mätningarna 1990. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2000. På grund av avverkning avslutades övriga mätningar i december 2003.

Krondropsdata från Mellan Hurr under hydrologiska året 2002/03 visade att 2,6 kg antropogent svavel per hektar deponerats till marken i skogsytan. Detta var något mindre än föregående år, då 3,0 kg/ha deponerades. Depositionen av svavel har halverats sedan början av 1990-talet och nedfallet under föreliggande år var det minsta sedan mätningarna startade 1990. Nedfallet av oorganiskt kväve till marken i skogsytan har vanligtvis varit i nivå med övriga ytor i länet, med undantag för Södra Averstad som har betydligt större nedfall. Så var även fallet under 2002/03 då krondropsmätningarna visade att 2,0 kg oorganiskt kväve per hektar deponerats i ytan. Saltpåverkan från havet (mätt som kloridnedfall) var något lägre än genomsnittet för 1990-talet. Under hydrologiska året noterades 2002/03 10 kg/ha.

Markvattenprovtagningarna i Mellan Hurr visar att ytan är en av de mest försurningspåverkade ytorna i länet. Ytans markvatten karakteriseras av låga pH-värden omkring 4,8, låg syraneutraliserande förmåga, låga baskatjonhalter samt måttliga halter av aluminium (totalt 0,6 mg/l). Sammantaget ger det låg kvot mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium, vilket indikerar ökad risk för skador på ekosystemet på sikt. Markvattenprovtagningarna under det senaste året visade halter i nivå med de senaste årens mätningar.

Sedan mätningarna startade 1990 har koncentrationen av vätejoner ökat signifikant i markvattnet (pH-värdet har minskat). Övriga signifikanta trender som noterats är minskad halt klorid, magnesium, natrium, mangan, järn, totalt organiskt kol, BC/ooAl-kvot samt ökade halter oorganiskt och totalt aluminium. Även om inga direkta effekter av markens försurningsstatus på skogens vitalitet (tillväxt och förekomst av rotträ och kådflöde) har kunnat konstateras (IVL B 1155), kan det ge negativa effekter i grundvattnet samt innebära en ökad risk för ekologiska skador i omkringliggande ytvatten.

Böckeln (S 21): EU-yta i 70-årig tallskog. Skogen växer på sandigmoig moränmark med jordmånen järnpodsol. Ytan är belägen i en sluttning mot öster nära en mindre sjö. Liksom övriga EU-ytor i Värmlands län, startade mätningarna hösten 1996. Nederbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades vintern 2001.

Nedfallet av antropogent svavel till marken i tallytan i Böckeln har generellt varit en av de lägsta i länet, endast Transtrandsberget har i regel haft mindre deposition. En orsak till den låga depositionen i Böckeln är att tallskog är glesare och har mindre biomassa barr och grenar än granskog och därigenom utgör ett mindre effektivt filter för torrdeposition. Under 2002/03 uppmättes 2,1 kg antropogent svavel per hektar. Sedan mätningarna startade i Böckeln 1996 har nedfallet av antropogent svavel minskat med cirka 0,5 kg/ha. Nedfallet av oorganiskt kväve via krondropp under 2002/03 (2,7 kg/ha) var i nivå med genomsnittet för sju års mätningar (2,9 kg/ha). Nedfallet av organiskt kväve till marken i granytan var 1,5 kg/ha under 2002/03, vilket summerat ger 4,2 kg kväve per hektar.

Precis som i Södra Averstad och Mellan Hurr är markvattnet i Böckeln tydligt försurningspåverkat. Typiska resultat för Böckeln är pH-värden omkring 5,1, kvävehalter under detektionsgränsen,

låga baskatjonhalter och låga halter av totalt aluminium, 0,4 mg/l, varav större delen är bundet i oorganiska föreningar. Uppmätta halter under 2002/03 var i nivå med resultaten från de senaste årens mätningar. Signifikanta trender har noterats för halter av sulfatsvavel, kalcium, magnesium, kalium och mangan som har minskat. Övriga signifikanta trender är minskad syraneutraliserande förmåga, ANC, och minskande kvot mellan baskatjoner och oorganiskt aluminium, vilket indikerar ökad försurningsgrad. Sedan 1998 har ANC huvudsakligen varit negativ (sura förhållanden) och BC/ooAl-kvoten varit låg, omkring 2.

I Böckeln har halter av marknära ozon mätts under sommarhalvåret sedan oktober 1995. Halterna i Böckeln har varit lägre än på övriga tre lokaler i länet. Jämfört med halter i övriga Sverige har halterna i Böckeln varit på medelnivå under perioden.

Blåbärskullen (S 22): EU-yta i centrala Värmland. Beståndet utgörs av drygt 50-årig granskog på sandigmoig morän med viss kulturpåverkan. Boniteten är hög jämfört med övriga provytor med granskog i länet, ståndortsindex G32. Lokalen är en av elva Intensivytor 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 2002/03 uppmättes drygt 750 mm nederbörd vilket är mindre än normalt (omkring 1000 mm). Analogt med det visade nedfallet av flera ämnen något lägre värden än tidigare års mätningar på öppet fält. För svavel gäller 3,0 kg/ha och för oorganiskt kväve 5,1 kg/ha. I Blåbärskullen mäts även nedfallet av organiskt kväve som dels kommer från naturlig deposition, dels från omvandling i träd-kronorna. Under det senaste året uppmättes 2,2 kg/ha, vilket totalt ger en kvävedeposition på 7,3

kg/ha. Blåbärskullen är även den enda lokal i länet där jämförelser mellan modellberäknad och uppmätt våtdeposition kan göras. Modellberäknad data visade 4 % mindre nederbörd under hydrologiska året 2001/02 än uppmätt. Analogt med det visade modellberäknade värden 12-13 % mindre nedfall av antropogent svavel och nitratkväve. Tvärtemot dessa resultat visade modellberäknad deposition 23 % större nedfall av ammoniumkväve än uppmätta värden.

Krondroppsmätningarna visade ungefär samma svavelnedfall som mätningarna på öppet fält. Mängden kväve hade reducerats till drygt hälften, vilket är normalt i växande bestånd i områden med låg till måttlig kvävebelastning. Under hydrologiska året 2002/03 var nedfallet av antropogent svavel till marken i granytan 2,9 kg/ha, vilket är den lägsta noteringen hittills. Det går dock inte att urskilja någon tydlig trend under den 7 år långa mätserien utan nedfallet har normalt varierat mellan 3,0 till 4,5 kg/ha. Någon tydlig trend är inte heller urskiljbar för oorganiskt kväve utan uppmätt deposition via krondropp uppgick 2002/03 till 2,3 kg/ha, vilket är i nivå med genomsnittet för mätningarna. Drygt lika mycket organiskt kväve uppmättes i krondroppet, 2,4 kg/ha, vilket summerat ger 4,7 kg kväve per hektar.

Förhållandevis hög bonitet på ytan avspeglas i markvattnet som är mindre försurningspåverkat i Blåbärskullen än på övriga lokaler i länet. Markvattenprovtagningarna visar dock ökad försurningsgrad sedan mätningarna startade 1996. Den försurningsindikerande 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 5,5 (medianvärde: 5,6), kvävehalterna

var under detektionsgränsen vilket är normalt och aluminiumhalten var låg (total 0,12-0,17 mg/l).

Halter av svaveldioxid (SO₂), kvävedioxid (NO₂), ammoniak (NH₃) och marknära ozon (O₃) har mätts i Blåbärskullen sedan oktober 2000. Halterna av SO₂, NO₂ och NH₃ under den senaste mätperioden var på jämförbara nivåer med tidigare två perioder. Ozonhalterna har varierat något mer bland annat på grund av att ozonbildningen är beroende av antalet soltimmar under året samt förekomst av primära luftföroreningar. Halterna av SO₂ och NO₂ har under perioden varit lägre än halterna i Södra Averstad och på jämförbar nivå med halterna i Transtrandsberget. Halterna av NH₃ var något lägre än de i Transtrandsberget. Jämfört med halter i övriga landet var halterna av SO₂, NO₂, NH₃ låga och O₃ på medelnivå på Blåbärskullen under perioden.

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. Ne-

derbördskemiska mätningar på öppet fält avslutades i december 2001.

Krondroppsmätningarna i granytan i Transtrandsberget under 2002/03 visade 1,3 kg antropogent svavel och 1,7 kg oorganiskt kväve per hektar. Det är svårt att se några tydliga trender i nedfallsbelastningen under de sju år mätningarna har pågått. Nedfallet av svavel visar dock en svag minskning medan nedfallet av oorganiskt kväve är oförändrat. Granytan i Transtrandsberget har generellt 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 2002/03 visade provtagningarna ett pH-värde runt 5,0, kvävehalter under detektionsgränsen, låga halter av kalcium och magnesium (omkring 0,5 respektive 0,3 mg/l) samt kaliumhalter under detektionsgränsen. Aluminiumhalten var hög, omkring 1 mg/l, till mestadels bundet

i organiska föreningar.

Halter 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 under den senaste mätperioden var på jämförbara nivåer med tidigare perioder. Årsmedelhalterna av ammoniak (NH₃) är generellt låga men var något högre under den sista perioden på grund av en relativt hög månadshalt i augusti på 3 µg/m³. Ozonhalterna har varierat något mer bland annat på grund av att ozonbildningen är beroende av antalet soltimmar under året samt förekomst av primära luftföroreningar. Halterna av SO₂ och NO₂ har under perioden varit lägre än halterna i Södra Averstad och på jämförbar nivå med halterna på Blåbärskullen. Halterna av NH₃ var något högre än de på Blåbärskullen. Jämfört med halter i övriga landet var halterna av SO₂, NO₂, NH₃ låga och O₃ på medelnivå i Transtrandsberget under perioden. Det ska observeras att provtagaren i Transtrandsberget satt uppe under tre månader i ett sträck april, maj och juni 2003.

Södra Averstad (S 05)

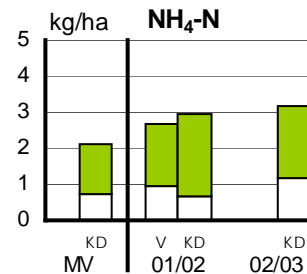
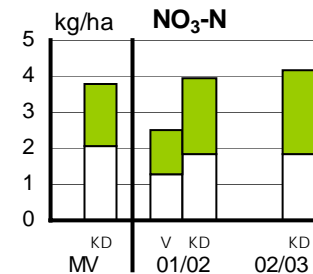
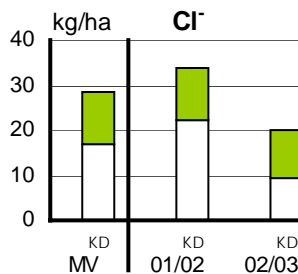
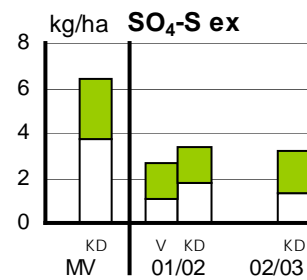
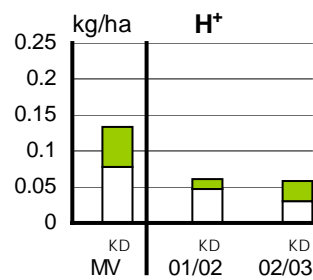
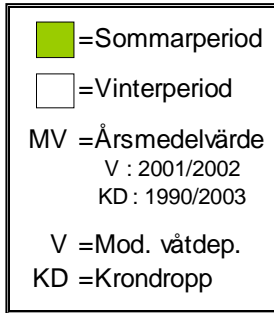
Gran, 72 år

DEPOSITION

(S 05)

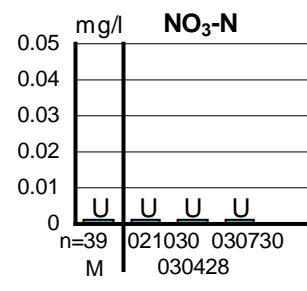
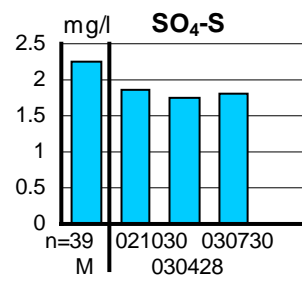
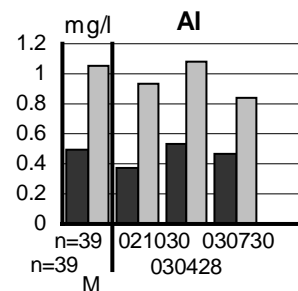
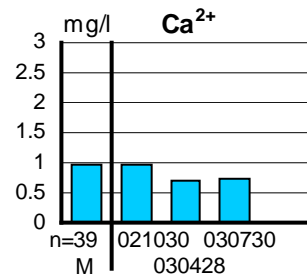
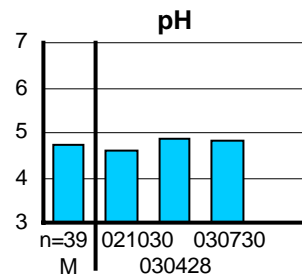
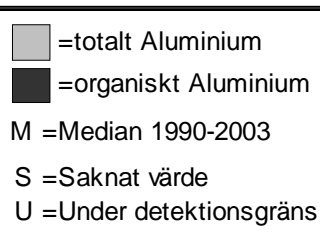
Nederbörd på V (mm)

| | | |
|--------|-------|--|
| | 01/02 | |
| Sommar | 419 | |
| Vinter | 356 | |



MARKVATTEN

(S 05)



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

Mellan Hurr (S 16)

Gran

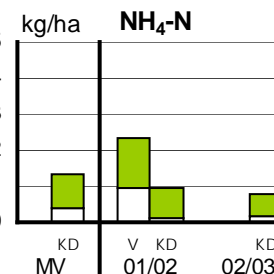
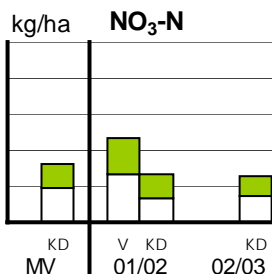
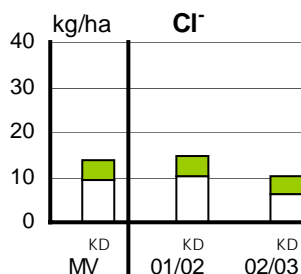
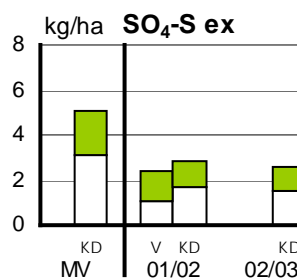
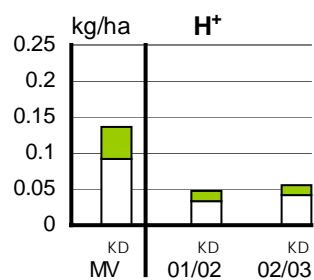
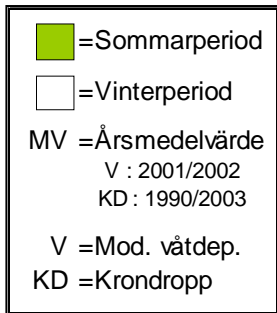


DEPOSITION

(S 16)

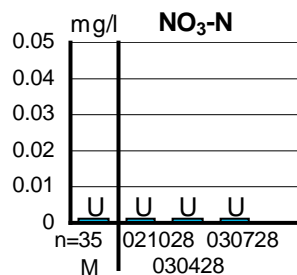
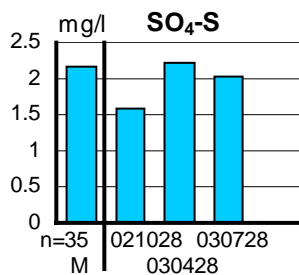
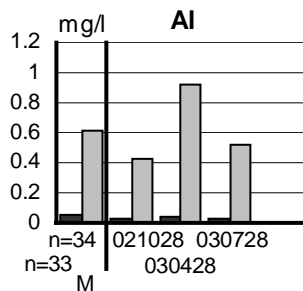
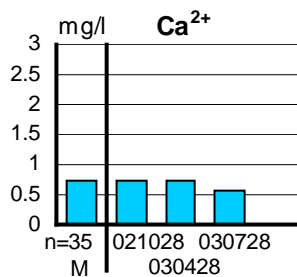
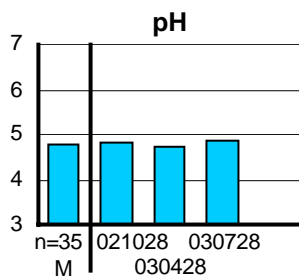
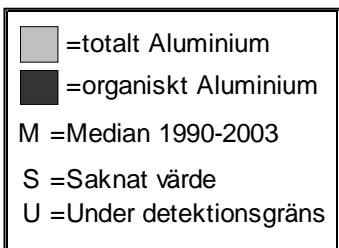
Nederbörd på V (mm)

| | | |
|--------|-------|--|
| | 01/02 | |
| Sommar | 377 | |
| Vinter | 412 | |



MARKVATTEN

(S 16)



Figur 4. Depositions- och markvattendata från Mellan Hurr, S 16.

Böckeln (S 21)

Tall, 70 år

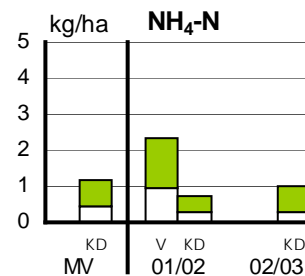
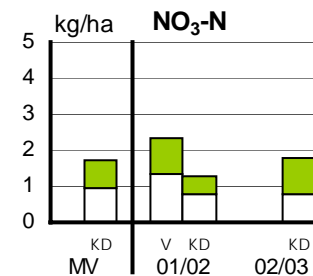
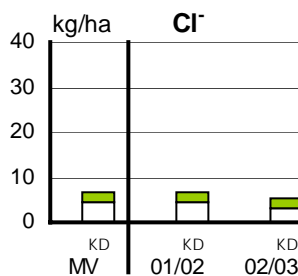
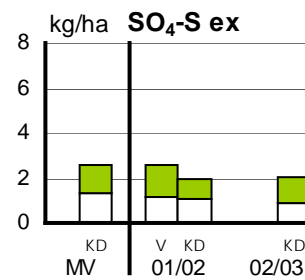
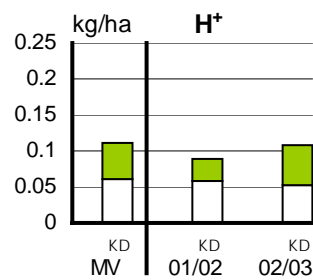
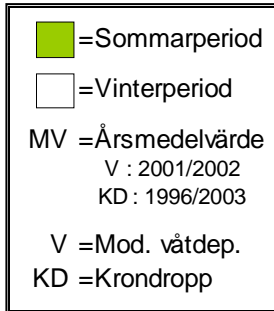


DEPOSITION

(S 21)

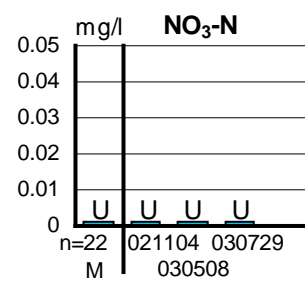
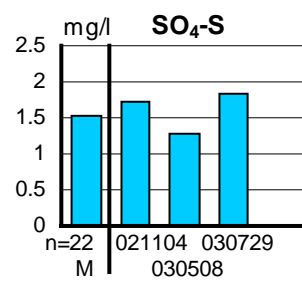
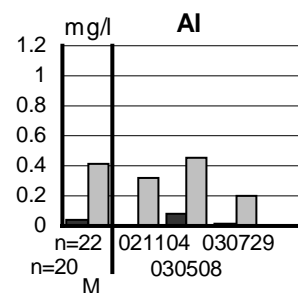
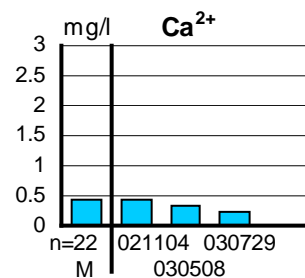
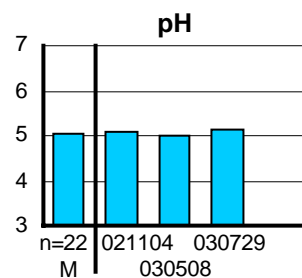
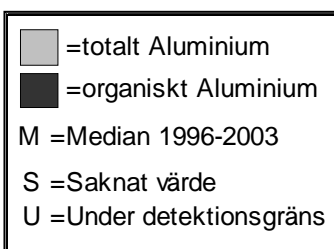
Nederbörd på V (mm)

| | | |
|--------|-------|--|
| | 01/02 | |
| Sommar | 407 | |
| Vinter | 449 | |



MARKVATTEN

(S 21)



Figur 5. Depositions- och markvattendata från Böckeln, S 21.

Blåbärskullen (S 22)

Gran, 52 år

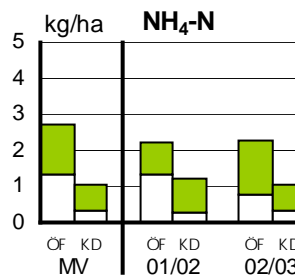
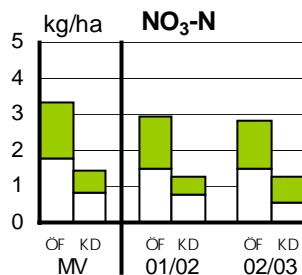
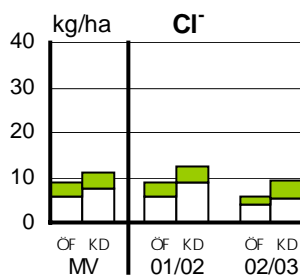
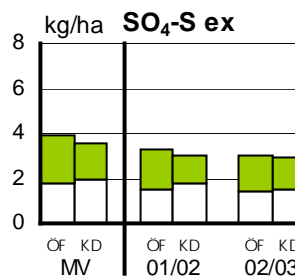
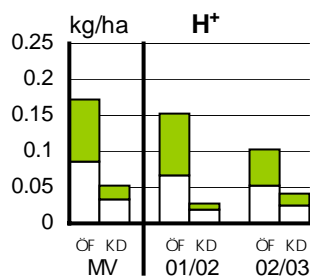
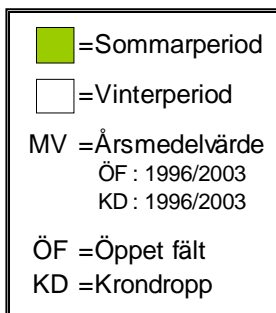


DEPOSITION

(S 22)

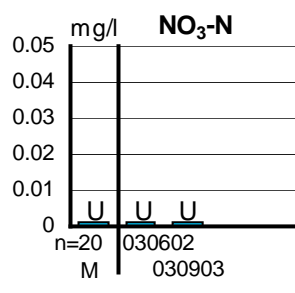
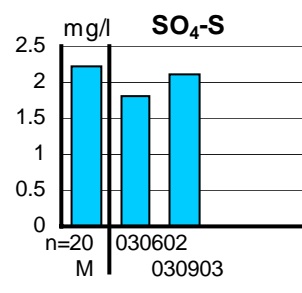
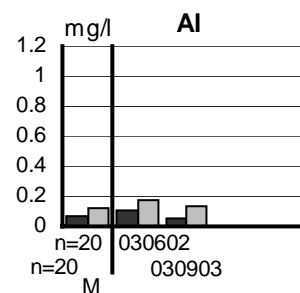
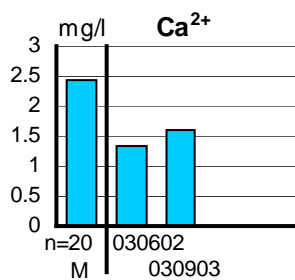
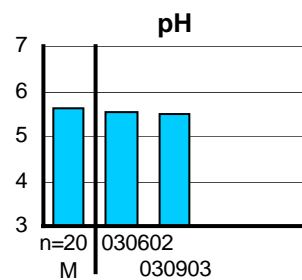
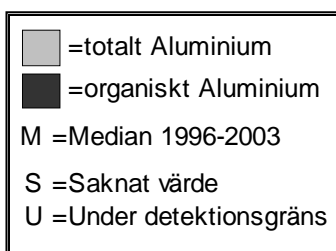
Nederbörd på ÖF (mm)

| | MV | 01/02 | 02/03 |
|--------|-----|-------|-------|
| Sommar | 534 | 472 | 464 |
| Vinter | 457 | 505 | 304 |



MARKVATTEN

(S 22)



Figur 6. Depositions- och markvattendata från Blåbärskullen, S 22.

Transtrandsberget (S 23)

Gran, 51 år



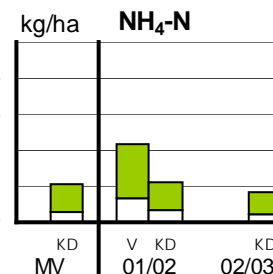
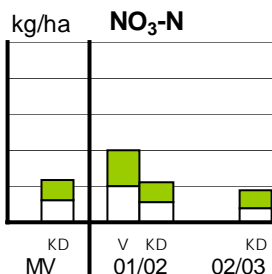
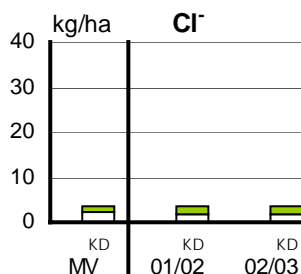
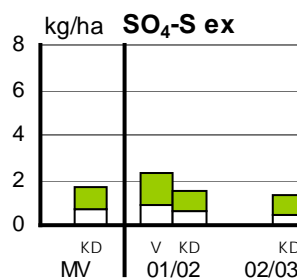
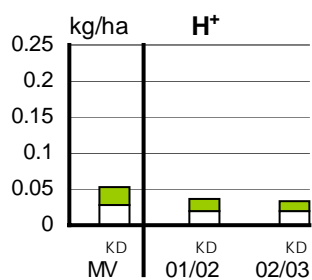
DEPOSITION

(S 23)

Nederbörd på V (mm)

| | | |
|--------|-------|--|
| | 01/02 | |
| Sommar | 467 | |
| Vinter | 346 | |

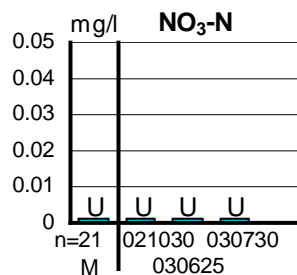
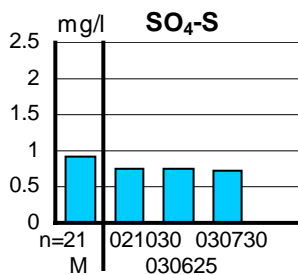
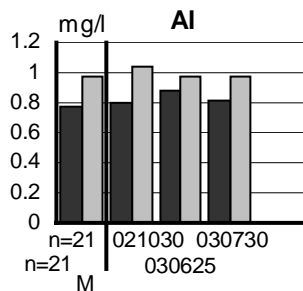
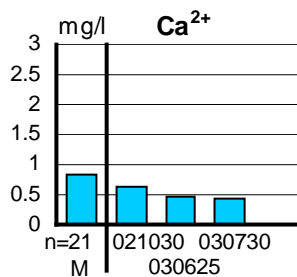
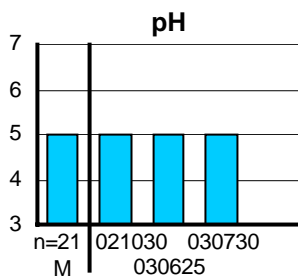
=Sommarperiod
 =Vinterperiod
 MV =Årsmedelvärde
 V : 2001/2002
 KD : 1996/2003
 V =Mod. våtdep.
 KD =Kronddropp



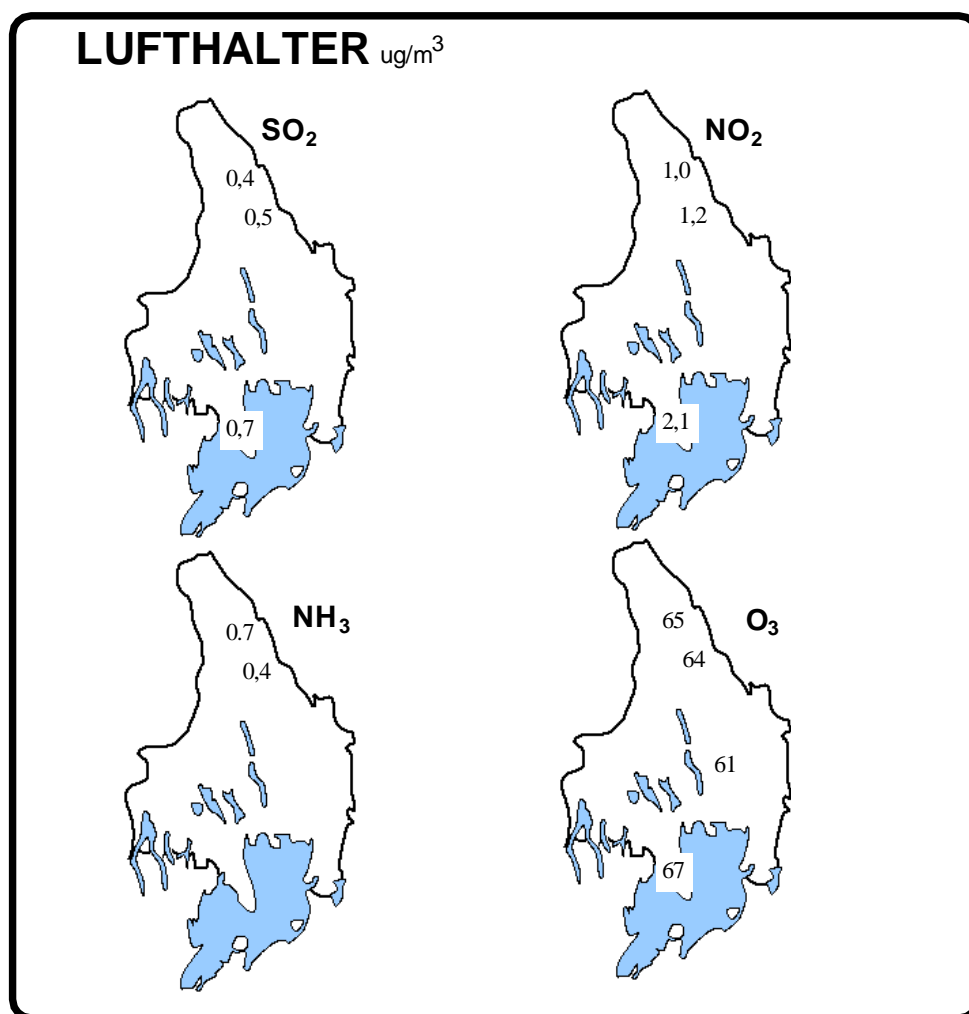
MARKVATTEN

(S 23)

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



Figur 7. Depositions- och markvattendata från Transtrandsberget, S 23.



Figur 8. Periodmedelvärde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) av halter i luft på öppet fält. För SO₂ och NO₂ gäller perioden oktober 2002 till september 2003 och för NH₃ och O₃ april - september 2003.

Faktaruta: Lufthalter och årsmedelvärden

Svaveldioxid

Hälsa: Miljökvalitetsnormerna är baserade på tim- och dygnsmedelvärden.

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

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

Marknära ozon

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

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

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

Kväveoxider

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

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

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

Ammoniak

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

Tidsutveckling deposition

Tidsutvecklingen i 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 svavel-

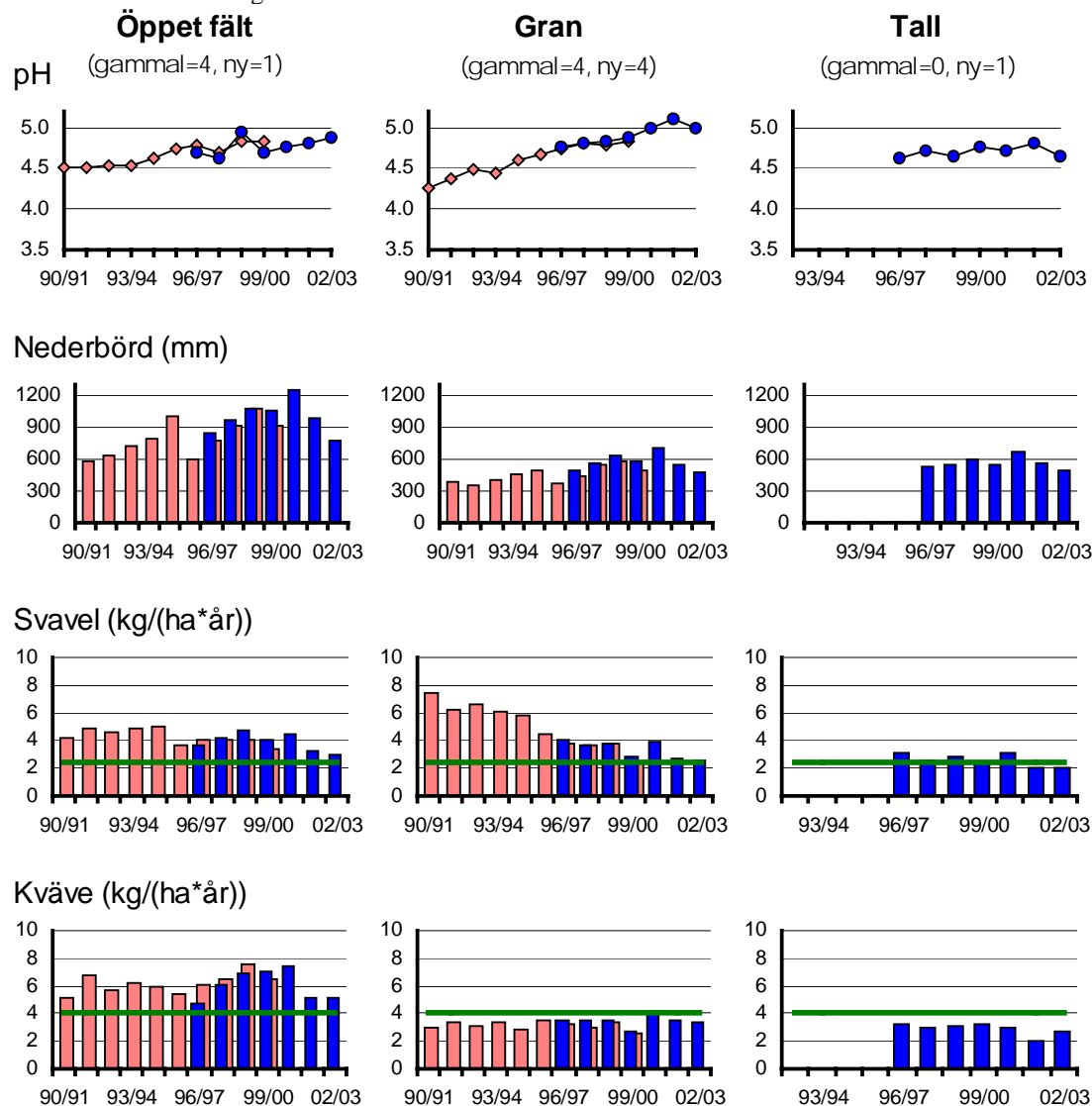
halter i nederbörden. Trots ökad nederbörd under senare hälften av 1990-talet har nedfallet av antropogent svavel minskat. För oorganiskt kväve finns ingen tydlig tidsutveckling och nedfallet på öppet fält har i genomsnitt varit 6 kg/ha och år.

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 granytor-na 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.

I länets enda tallskogsyta, Böckeln, startade mätningarna 1996/97. Fram till 2002/03 är det svårt att se några tydliga förändringar. Anledningen till detta är att den huvudsakliga nedfallsminskningen skedde under första hälften av 1990-talet.

Under 2002/03 noterades i genomsnitt 2,5 kg svavel och 3 kg oorganiskt kväve per hektar via krondropp.



Figur 9. 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).

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 4-6 kg/ha.

De regionala skillnaderna i deposition av försurande luftföroreningar gör att de ackumulerade mängderna av svavel och kväve varierar kraftigt i landet. Figur 10 visar ackumulerad deposition av svavel och oorganiskt kväve från början av 1990-talet fram till 2003 på tre lokaler i Skåne, Stockholm och Norrbotten med enhetlig mätperiod. Figuren visar deposition uppmätt i skogsytor och på närbelägna öppna fält.

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

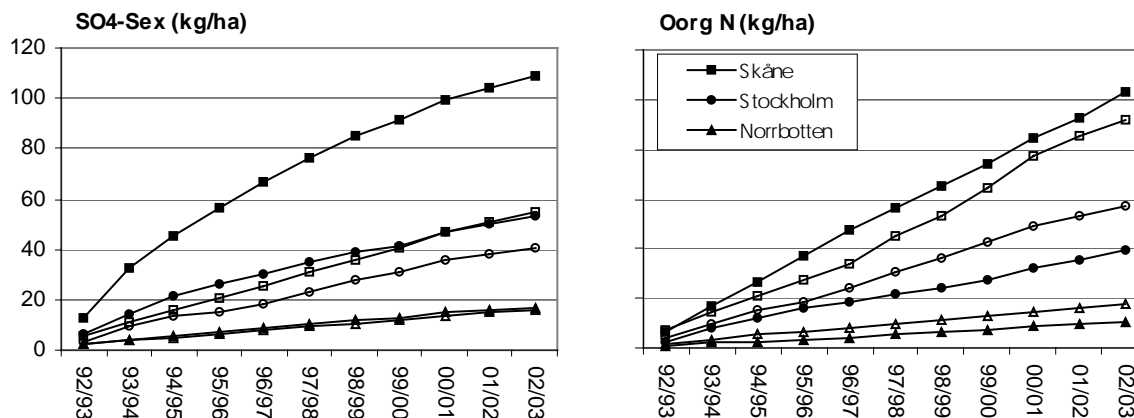
öppet fält. Detta beror på att det totala svavelnedfallet till stor del består av torrdeposition i södra Sverige. Under 1990-talet har dock torrdepositionen minskat mer än våtdepositionen. För granskogen i Mellan Hurr och Södra Averstad finns jämförbara värden för krondropp som visar en ackumulerad svaveldeposition på drygt 50 respektive 65 kg/ha under samma tidsperiod och med högst värden de första åren.

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

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

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

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



Figur 10. Ackumulerad deposition av antropogent sulfatsvavel och oorganiskt kväve på tre lokaler i Skåne (L05 A), Stockholm (A 35 A) och Norrbotten (BD 32 A). Fyllda symboler står för uppmätt deposition via krondropp, ofyllda för öppet fält.

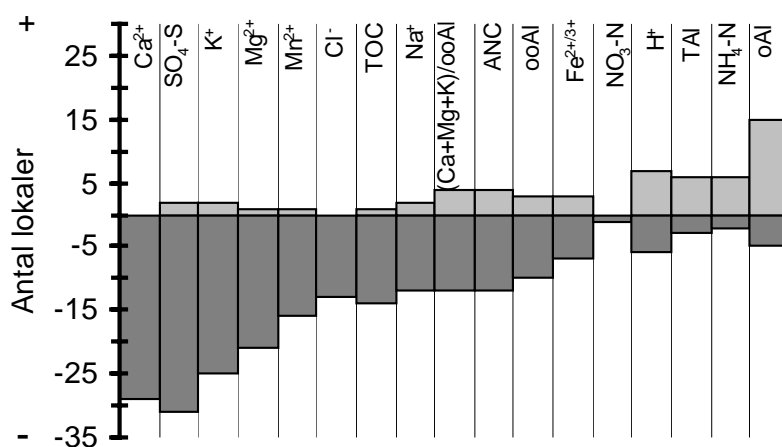
Tidsutveckling markvatten

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

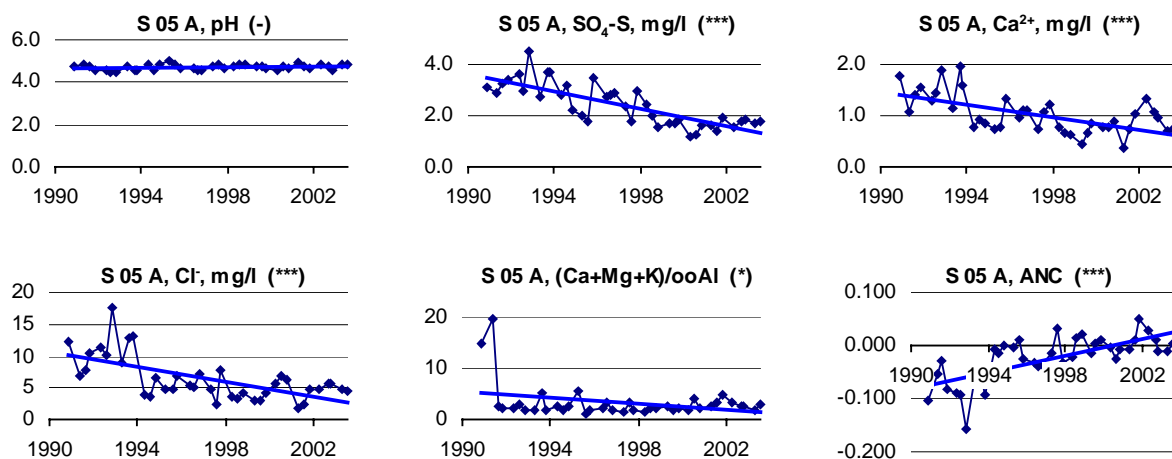
Figur 11 visar att markvattnets innehåll av kalcium och kalium

har minskat signifikant på mer än hälften av lokalerna i Svealand och Norrland. På nästan lika många lokaler har halterna av magnesium minskat. En tydlig trend är sjunkande halter av sulfatsvavel. Det har noterats på två tredjedelar av alla lokaler och är en logisk följd av minskad svaveldeposition. Sjunkande halter redovisas även för klorid, mangan och organiskt kol (TOC). Förändringar av markvattnets försurningsgrad är inte lika tydliga, utan det finns exempel på både ökad och mins-

kad försurning. Markvattnets förmåga att buffra mot syror, uttryckt som ANC (se ord att förklara, sidan 4) samt kvoten mellan bas-kationer och oorganiskt aluminium har dock företrädesvis sjunkit, vilket indikerar ökad försurningsgrad. ANC påverkas förutom av försurningsbelastningen av nedfallet av havssalt. Stigande halter av klorid i markvattnet kan leda till sänkt ANC, vilket har noterats på två av de tolv lokaler i Svealand och Norrland där ANC har minskat signifikant.



Figur 11. Trendberäkningar för markvatten på 49 lokaler i Svealand och Norrland. Positivt värde på y-axeln anger antal lokaler med signifikant ökade halter (+) sedan mätningarna startade på respektive lokal. På samma sätt anger negativt värde antal lokaler med signifikant minskade värden (-).



Figur 12. Trendberäkningar för markvatten från S. Averstad. Signifikanta förändringar indikeras med stjärnor.

Utvecklingen i ytorna i Värmland följer i princip det generella mönstret för Svealand och Norrland med sjunkande halter av svavel och baskationer i markvattnet, exemplifierat med data från S. Averstad, figur 12. Markvattnet är generellt surt med pH-värden mellan 4,7 och 5,6. Två ytor,

Mellan Hurr och Transtrandsberget, har signifikant sjunkande pH-värde. Kvävehalterna har generellt varit under detektionsgränsen, vilket är normalt för skogsmark. Alla ytorna i länet visar signifikant minskande kvoter mellan baskationer och oorganiskt aluminium, vilket indikerar ökad försurnings-

grad. Med undantag av Transtrandsberget var markvattnets syraneutraliserande förmåga, ANC, i allmänhet negativ under 2002/03, vilket indikerar sura förhållanden. Endast S. Averstad har signifikant ökad ANC, vilket delvis kan förklaras med sjunkande kloridhalter i markvattnet.

Tidsutveckling lufthalter

Lufthalter av svaveldioxid (SO₂) och kvävedioxid (NO₂) mäts på tre lokaler, medan ammoniak (NH₃) mäts på två och marknära ozon (O₃) på fyra lokaler i länet. Mätningarna startade oktober 1992 i Södra Averstad. Övriga stationer har tillkommit sedan dess. Lokaler är belägna utanför större tätorter och samhällen och representerar halter i bakgrundsluft. Halter av framförallt NO₂, men även SO₂, är generellt lägre i bakgrundsluft jämfört med tätorter medan halter av O₃ generellt är högre på landsbygden.

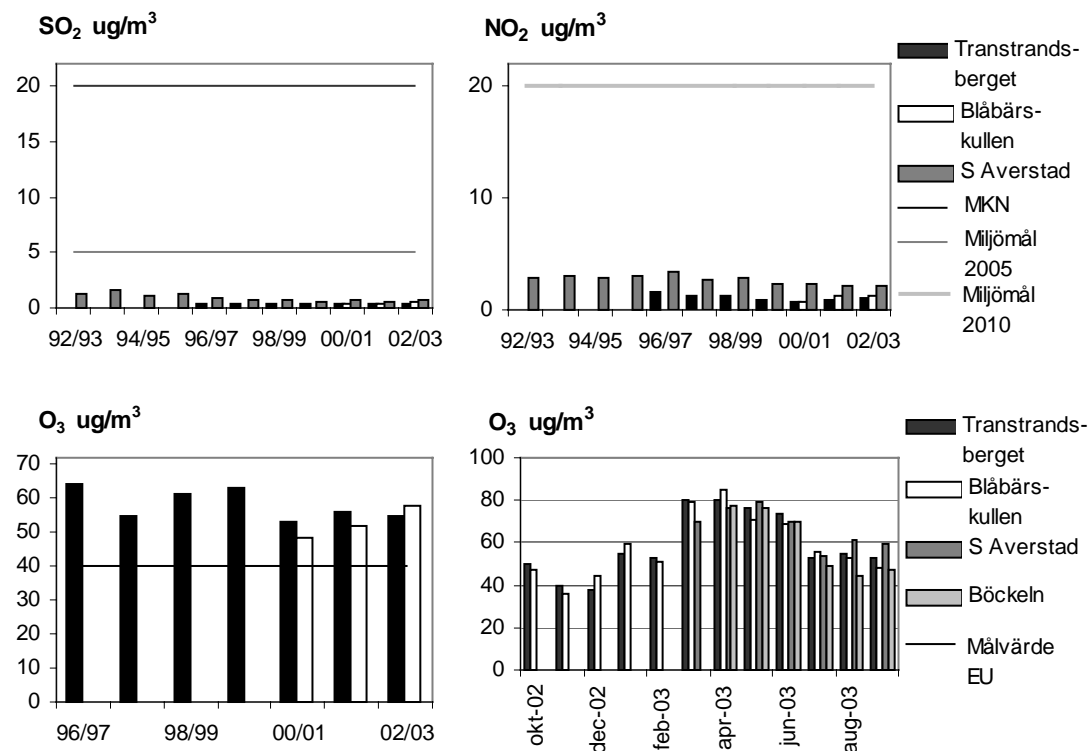
I figur 13 nedan jämförs årsmedelhalter (hydrologiskt år) av SO₂, NO₂ och O₃ med de miljö kvalitetsnormer och miljömål gällande hälsa, ekosystem och material som är baserade på årsmedelhalter, se faktarutan för lufthalter. Miljö kvalitetsnormer och miljömål

gäller för kalenderår. Här har dock jämförelsen gjorts med mätresultat gällande hydrologiskt år. Dessutom redovisas denna mätperiods månadsmedelhalter av O₃.

Det syns tydligt i diagrammen att halterna av SO₂ och NO₂ är lägre än både miljö kvalitetsnormerna gällande ekosystem och miljömålen gällande hälsa, kulturvärden och/eller material. Naturvårdsverkets förslag till nationellt delmål för ozon till skydd av hälsa, kulturvärden och material har satts till 50 µg/m³ som medelvärde under sommarhalvåret (april - september) och skall uppfyllas år 2020. Delmålet har överskridits på samtliga stationer sedan mätningarnas början. Målvärdet för ozon på 40 µg/m³ som årsmedelvärde gällande material har överstigit i Västra Transtrandsberget och Blåbärskullen sedan mätningarnas början, 1996 respektive 2001. På

övriga två stationer mäts O₃ endast under sommarhalvåret.

I det sista diagrammet redovisas månadsmedelhalter av O₃ från mätningarna oktober 2002 - september 2003. Institutet för miljömedicin (IMM) vid Karolinska institutet har fastställt en lågrisknivå till skydd av människors hälsa på 80 µg/m³ som timmedelhalt. Denna nivå överskrids ofta över hela Sverige under sommarhalvåret. Lågrisknivån kan till och med överskridas som månadsmedelhalt som i Transtrandsberget i mars 2003, då månadsmedelhalten var drygt 80 µg/m³ och Blåbärskullen i april så månadsmedelhalten var 85 µg/m³. Ozonhalter är ofta lägre på natten än på dagen, vilket innebär att en lokal med ett månadsmedel över 80 µg/m³ har haft flertalet timhalter över 80 µg/m³ under perioden.



Figur 13. Årsmedelhalter (hydrologiska år) av svaveldioxid, kvävedioxid och marknära ozon jämfört med miljö kvalitetsnormer och miljömål samt månadsmedelhalter av ozon oktober 2002 – september 2003.

Data i tabellform, deposition, lufthalter 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⁺ | | | |
| Södra | 99/00 | 868 | 0,15 | 4,1 | 3,4 | 15,3 | 3,5 | 3,0 | | | | | | | | |
| Averstad | 98/99 | 1063 | 0,13 | 5,2 | 4,5 | 15,1 | 4,7 | 4,6 | 3,2 | 1,0 | 7,8 | 3,0 | 0,11 | | | |
| (S 05 A) | 97/98 | 880 | 0,17 | 4,4 | 4,2 | 5,4 | 3,6 | 3,3 | | | | | | | | |
| | 96/97 | 618 | 0,09 | 4,5 | 3,9 | 12,3 | 3,2 | 3,1 | | | | | | | | |
| | 95/96 | 557 | 0,12 | 3,8 | 3,7 | 2,7 | 2,6 | 2,3 | | | | | | | | |
| | 94/95 | 981 | 0,26 | 5,8 | 5,5 | 7,8 | 3,8 | 3,0 | 4,1 | 0,9 | 4,8 | 1,4 | 0,03 | | | |
| | 93/94 | 894 | 0,28 | 6,3 | 6,1 | 5,1 | 4,1 | 4,1 | 1,3 | 0,4 | 2,8 | 1,4 | 0,03 | | | |
| | 92/93 | 796 | 0,28 | 7,1 | 6,5 | 13,7 | 4,3 | 3,5 | | | | | | | | |
| | 91/92 | 538 | 0,21 | 5,7 | 5,5 | 6,2 | 3,8 | 3,9 | | | | | | | | |
| | 90/91 | 556 | 0,20 | 4,6 | 4,4 | 4,8 | 2,9 | 2,7 | | | | | | | | |
| Mellan Hurr | 99/00 | 968 | 0,15 | 4,4 | 3,6 | 18,1 | 3,2 | 3,0 | | | | | | | | |
| (S 16 A) | 98/99 | 1308 | 0,22 | 5,9 | 5,2 | 15,4 | 4,7 | 3,7 | 3,5 | 1,4 | 10,5 | 2,4 | 0,13 | | | |
| | 97/98 | 943 | 0,18 | 4,6 | 4,3 | 6,1 | 3,7 | 3,1 | | | | | | | | |
| | 96/97 | 891 | 0,21 | 6,1 | 5,5 | 13,4 | 4,0 | 3,6 | | | | | | | | |
| | 95/96 | 672 | 0,15 | 5,1 | 4,8 | 7,2 | 4,1 | 3,5 | | | | | | | | |
| | 94/95 | 1192 | 0,30 | 6,7 | 6,0 | 13,1 | 4,3 | 3,5 | 4,0 | 0,9 | 8,0 | 1,4 | 0,04 | | | |
| | 93/94 | 881 | 0,31 | 5,3 | 5,0 | 6,6 | 3,7 | 2,7 | 1,3 | 0,4 | 4,2 | 1,2 | 0,02 | | | |
| | 92/93 | 620 | 0,16 | 3,6 | 3,4 | 5,3 | 2,2 | 2,4 | | | | | | | | |
| | 91/92 | 598 | 0,18 | 4,3 | 4,0 | 6,8 | 2,7 | 2,7 | | | | | | | | |
| | 90/91 | 598 | 0,20 | 4,8 | 4,6 | 6,1 | 2,9 | 2,6 | | | | | | | | |
| Böckeln | 00/01 | 1091 | 0,30 | 5,2 | 4,8 | 6,9 | 4,6 | 3,7 | 2,5 | 0,8 | 3,8 | 1,0 | 0,25 | | | |
| (S 21 A) | 99/00 | 1048 | 0,23 | 5,9 | 5,2 | 15,5 | 5,4 | 4,4 | 2,8 | 1,2 | 9,4 | 4,7 | 0,34 | | | |
| | 98/99 | 1068 | 0,26 | 4,6 | 4,1 | 9,6 | 4,4 | 3,1 | 2,9 | 0,8 | 5,1 | 2,5 | 0,11 | | | |
| | 97/98 | 1135 | 0,25 | 6,5 | 6,1 | 8,2 | 5,7 | 5,1 | 3,0 | 0,9 | 5,3 | 5,0 | 0,25 | | | |
| | 96/97 | 989 | 0,26 | 7,0 | 6,6 | 9,3 | 5,0 | 5,2 | 2,9 | 0,9 | 4,7 | 3,0 | 0,25 | | | |
| Blåbärs- | 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 | | | |
| kullen | 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 | | | |
| (S 22 A) | 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 | | | |
| Transtrands- | 00/01 | 1079 | 0,11 | 3,7 | 3,3 | 7,8 | 2,9 | 3,4 | 1,2 | 0,4 | 5,7 | 3,3 | 0,13 | | | |
| berget | 99/00 | 802 | 0,06 | 2,5 | 2,1 | 9,0 | 2,2 | 2,2 | 1,2 | 0,4 | 6,3 | 2,8 | 0,22 | | | |
| (S 23 A) | 98/99 | 874 | 0,10 | 4,5 | 4,0 | 12,3 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 0,5 | 8,1 | 3,9 | 0,09 | | | |
| | 97/98 | 830 | 0,16 | 3,1 | 2,9 | 4,0 | 2,8 | 2,1 | 1,8 | 0,5 | 2,3 | 2,6 | 0,16 | | | |
| | 96/97 | 751 | 0,11 | 2,7 | 2,5 | 3,7 | 1,9 | 1,4 | 1,2 | 0,4 | 2,0 | 1,7 | 0,09 | | | |

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 | org N | | TOC |
|----------|--------|------------|--------|-------|-----|
| | | | oorg N | org N | |
| Blåbärs- | 02/03 | 767 | 5,1 | 2,2 | 31 |
| kullen | 01/02 | 977 | 5,2 | 2,7 | 37 |
| (S 22 A) | 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 | 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 → | | | | | | | | | | |
| Södra | 02/03 | 330 | 0,06 | 4,1 | 3,2 | 20,2 | 4,2 | 3,1 | | | | | |
| Averstad | 01/02 | 426 | 0,06 | 5,0 | 3,4 | 33,9 | 3,9 | 2,9 | | | | | |
| (S 05 A) | 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 | 02/03 | 531 | 0,06 | 3,1 | 2,6 | 10,1 | 1,3 | 0,8 | | | | | |
| (S 16 A) | 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 | | | | | |
| Böckeln | 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 |
| (S 21 A) | 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- | 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 |
| kullen | 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 |
| (S 22 A) | 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- | 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 |
| berget | 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 |
| (S 23 A) | 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 |

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)

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

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 | 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 → | | | | | | | | | | |
| Södra Aver- | 01/02 | 775 | | | 2,6 | | 2,5 | 2,7 | | | | | |
| stad | | | | | | | | | | | | | |
| Mellan Hurr | 01/02 | 788 | | | 2,4 | | 2,3 | 2,3 | | | | | |
| Böckeln | 01/02 | 855 | | | 2,6 | | 2,3 | 2,3 | | | | | |
| Blåbärs- | 01/02 | 935 | | | 2,9 | | 2,6 | 2,7 | | | | | |
| kullen | | | | | | | | | | | | | |
| Transtrands- | 01/02 | 812 | | | 2,3 | | 2,0 | 2,1 | | | | | |
| berget | | | | | | | | | | | | | |

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 .

| År mån | -----Svaveldioxid, SO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ----- | | | -----Kvävedioxid, NO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ----- | | |
|---------------------|---|----------------|--------------------|--|----------------|--------------------|
| | S 05 A | S 22 A | S 23 A | S 05 A | S 22 A | S 23 A |
| | Södra Averstad | Blåbärs-kullen | Transtrands-berget | Södra Averstad | Blåbärs-kullen | Transtrands-berget |
| Mv 9210-9309 | 1,3 | - | - | 2,9 | - | - |
| Mv 9310-9409 | 1,6 | - | - | 3,0 | - | - |
| Mv 9410-9509 | 1,2 | - | - | 2,8 | - | - |
| Mv 9510-9609 | 1,2 | - | - | 3,0 | - | - |
| Mv 9610-9709 | 0,9 | - | 0,3 | 3,3 | - | 1,5 |
| Mv 9710-9809 | 0,7 | - | 0,3 | 2,6 | - | 1,2 |
| Mv 9810-9909 | 0,7 | - | 0,3 | 2,8 | - | 1,3 |
| Mv 9910-0009 | 0,5 | - | 0,3 | 2,3 | - | 1,0 |
| Mv 0010-0109 | 0,7 | 0,4 | 0,4 | 2,3 | 0,8 | 0,8 |
| Mv 0110-0209 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 2,2 | 1,2 | 1,0 |
| 0210 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 1,6 | 1,2 | 0,7 |
| 0211 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 3,0 | 2,1 | 1,3 |
| 0212 | 0,9 | 0,4 | 0,6 | 2,8 | 1,3 | 1,2 |
| 0301 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 3,7 | 2,4 | 1,9 |
| 0302 | 1,2 | 1,0 | 0,9 | 3,8 | 2,8 | 3,2 |
| 0303 | 1,0 | 0,6 | 0,5 | 2,7 | 1,2 | 0,8 |
| 0304 | 0,5 | 0,5 | 0,4 ^U | 1,5 | 0,7 | 0,5 ^U |
| 0305 | 0,5 | 0,4 | 0,3 ^U | 1,5 | 0,8 | 0,4 ^U |
| 0306 | 0,5 | 0,3 | 0,3 ^U | 1,1 | 0,7 | 0,3 ^U |
| 0307 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 1,0 | 0,6 | 0,3 |
| 0308 | 0,6 | 0,3 | 0,4 | 0,9 | 0,4 | 0,4 |
| 0309 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 1,5 | 0,8 | 0,6 |
| Mv 0210-0309 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 2,1 | 1,2 | 1,0 |

Siffror inom parantes anger antal månadsvärden

U: uppskattat värde

| År mån | Ammoniak, NH_3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | -----Ozon, O_3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ----- | | |
|---------------------|--|--------------------|----------------|--|-----------------|--------------------|
| | S 22 A | S 23 A | S 05 A | S 21A | S 22 A | S 23 A |
| | Blåbärs-kullen | Transtrands-berget | Södra Averstad | Böckeln | Blåbärs-kullen | Transtrands-berget |
| Mv 9504-9509 | - | - | 70 | - | - | - |
| Mv 9604-9609 | - | - | 63 | 60 | - | 70 |
| Mv 9704-9709 | - | - | 69 | 64 | - | 71 |
| Mv 9804-9809 | - | - | 58 | 54 | - | 60 |
| Mv 9904-9909 | - | - | 68 | 65 | - | 69 |
| Mv 0004-0009 | - | - | 60 | 56 | - | 62 |
| Mv 0104-0109 | 0,4 | <0,3 | 59 | 55 | 57 | 62 |
| Mv 0204-0209 | <0,3 | <0,3 | 63 | 59 | 66 | 65 |
| 0210 | <0,3 | <0,3 | - | - | 48 | 50 |
| 0211 | <0,3 | <0,3 | - | - | 36 | 40 |
| 0212 | <0,3 | <0,3 | - | - | 44 | 38 |
| 0301 | 0,5 | <0,3 | - | - | ^U 59 | 55 |
| 0302 | <0,3 | <0,3 | - | - | 51 | 52 |
| 0303 | <0,3 | <0,3 | 69 | - | 79 | 80 |
| 0304 | <0,3 | <0,3 ^U | 76 | 77 | 85 | 80 ^U |
| 0305 | 0,5 | <0,3 ^U | 79 | ^U 76 | 70 | 77 ^U |
| 0306 | <0,3 | <0,3 ^U | 69 | 70 | 69 | 74 ^U |
| 0307 | <0,3 | 0,4 | 54 | 49 | 56 | 53 |
| 0308 | 1,0 | 3,0 | 61 | 44 | 53 | 54 |
| 0309 | <0,3 | 0,6 | 60 | 47 | 48 | 52 |
| Mv 0304-0309 | 0,4 | 0,7 | 67 | 61 | 64 | 65 |

Siffror inom parantes anger antal månadsvärden

U uppskattat värde

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 → | mg/l → | mg/l → | | | | | | | | | | | | | |
| Södra Averstad (S 05 A) | 2002-10-30 | 4,6 | - | -0,010 | 1,86 | 5,81 | <0,002 | 0,031 | 0,96 | 0,59 | 3,83 | 0,27 | <0,020 | 0,022 | 0,563 | 0,937 | 7,4 | 2,6 | |
| | 2003-04-28 | 4,8 | - | -0,012 | 1,75 | 4,72 | <0,002 | 0,010 | 0,71 | 0,50 | 3,51 | <0,08 | <0,020 | 0,246 | 0,544 | 1,074 | 10,0 | 1,9 | |
| | 2003-07-30 | 4,8 | - | 0,005 | 1,79 | 4,56 | <0,002 | <0,020 | 0,73 | 0,50 | 3,84 | <0,08 | <0,020 | 0,053 | 0,378 | 0,845 | 8,8 | 2,8 | |
| | median | 4,7 | -0,014 | 2,25 | 5,38 | <0,002 | <0,020 | 0,96 | 0,54 | 4,32 | 0,16 | <0,020 | 0,315 | 0,563 | 1,055 | 11,0 | 2,4 | | |
| <i>n=</i> | 39 | | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | |
| Mellan Hurr (S 16 A) | 2002-10-28 | 4,8 | - | -0,024 | 1,59 | 3,37 | <0,002 | <0,010 | 0,74 | 0,44 | 2,05 | 0,28 | <0,020 | 0,003 | 0,388 | 0,421 | 4,0 | 3,1 | |
| | 2003-04-28 | 4,8 | - | -0,056 | 2,23 | 2,85 | <0,002 | 0,013 | 0,73 | 0,50 | 1,94 | <0,08 | <0,020 | 0,002 | 0,879 | 0,915 | 6,1 | 1,2 | |
| | 2003-07-28 | 4,8 | - | -0,046 | 2,02 | 2,97 | <0,002 | <0,020 | 0,57 | 0,37 | 2,37 | 0,09 | <0,020 | 0,036 | 0,490 | 0,522 | 3,0 | 1,7 | |
| | median | 4,8 | -0,048 | 2,17 | 3,37 | <0,002 | <0,020 | 0,74 | 0,52 | 2,66 | 0,24 | 0,051 | <0,005 | 0,528 | 0,613 | 4,4 | 2,0 | | |
| <i>n=</i> | 35 | | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 34 | 33 | 34 | 34 | 34 | | |
| Böckeln (S 21 A) | 2002-11-04 | 5,1 | - | -0,022 | 1,72 | 1,60 | <0,002 | <0,010 | 0,44 | 0,22 | 1,70 | 0,65 | <0,020 | 0,006 | 0,313 | 0,319 | 2,1 | 3,2 | |
| | 2003-05-08 | 5,0 | - | -0,019 | 1,27 | 2,24 | <0,002 | 0,021 | 0,34 | 0,23 | 1,93 | 0,14 | <0,020 | 0,003 | 0,367 | 0,453 | 3,4 | 1,6 | |
| | 2003-07-29 | 5,2 | - | -0,032 | 1,83 | 1,82 | <0,002 | <0,020 | 0,25 | 0,16 | 2,22 | 0,47 | <0,020 | 0,018 | 0,189 | 0,200 | 3,0 | 3,5 | |
| | median | 5,1 | -0,016 | 1,54 | 1,67 | <0,002 | <0,020 | 0,42 | 0,23 | 1,71 | 0,61 | 0,025 | 0,009 | 0,354 | 0,416 | 3,4 | 2,6 | | |
| <i>n=</i> | 22 | | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 20 | 22 | 21 | 20 | | |
| Blåbärskullen (S 22 A) | 2003-06-02 | 5,5 | 0,030 | -0,022 | 1,81 | 2,63 | <0,002 | <0,020 | 1,34 | 0,27 | 1,71 | 0,09 | <0,020 | 0,003 | 0,063 | 0,171 | 4,9 | 20 | |
| | 2003-09-03 | 5,5 | - | -0,036 | 2,12 | 3,51 | <0,002 | <0,020 | 1,61 | 0,33 | 1,98 | 0,09 | <0,020 | <0,005 | 0,068 | 0,127 | 2,9 | 22 | |
| | median | 5,6 | 0,028 | 2,22 | 2,33 | <0,002 | <0,020 | 2,42 | 0,27 | 1,89 | 0,14 | <0,020 | 0,006 | 0,035 | 0,124 | 3,5 | 46 | | |
| <i>n=</i> | 20 | | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 19 | 20 | 20 | 19 | | |
| Transtrandsberget (S 23 A) | 2002-10-30 | 5,0 | - | 0,044 | 0,75 | 1,03 | <0,002 | <0,010 | 0,63 | 0,35 | 1,34 | <0,08 | <0,020 | 0,203 | 0,232 | 1,037 | 12,0 | 3,7 | |
| | 2003-06-25 | 5,0 | - | 0,049 | 0,75 | 0,71 | <0,002 | <0,020 | 0,47 | 0,30 | 1,54 | <0,08 | 0,056 | 0,200 | 0,095 | 0,975 | 11,7 | 7,1 | |
| | 2003-07-30 | 5,0 | - | 0,049 | 0,72 | 0,72 | <0,002 | <0,020 | 0,43 | 0,26 | 1,64 | <0,08 | <0,020 | 0,216 | 0,168 | 0,977 | 12,0 | 3,5 | |
| | median | 5,0 | 0,054 | 0,93 | 0,98 | <0,002 | <0,020 | 0,85 | 0,35 | 1,64 | 0,09 | 0,047 | 0,235 | 0,235 | 0,977 | 12,0 | 3,8 | | |
| <i>n=</i> | 21 | | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | | |

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

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

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

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

Forskning- och utvecklingsprojekt publiceras i

IVL Rapport: IVLs publikationsserie (B-serie)
IVL Nyheter: Nyheter om pågående projekt på den nationella och internationella marknaden
IVL Fakta: Referat av forskningsrapporter och projekt
IVLs hemsida: www.ivl.se

Forskning och utveckling som publiceras utanför IVLs publikationsservice registreras i IVLs A-serie. Resultat redovisas även vid seminarier, föreläsningar och konferenser.



IVL Svenska Miljöinstitutet AB

IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd

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

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

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

www.ivl.se