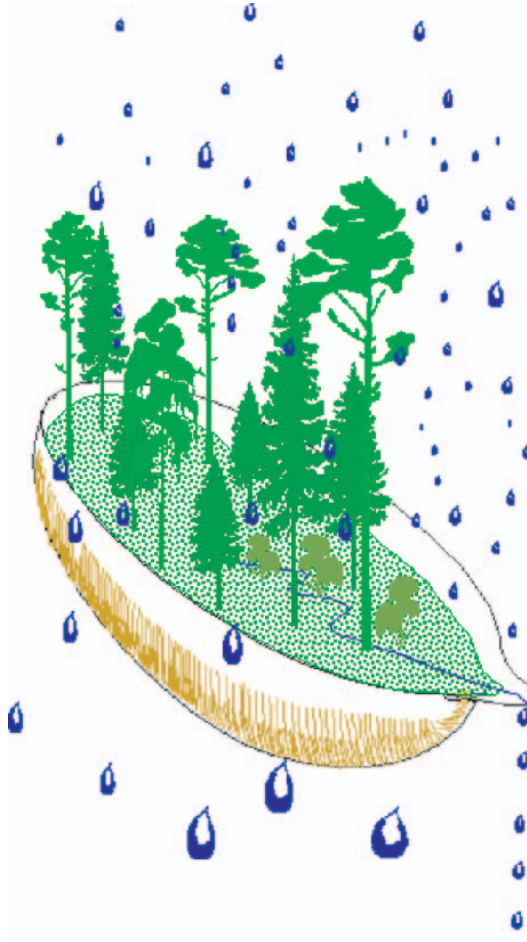


Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark — IM Årsrapport 2004

Integrated monitoring of the environmental status
in Swedish forest ecosystems – IM

Annual report for 2004



Stefan Löfgren (red.)

Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark — IM Årsrapport 2004

Integrated monitoring of the environmental status
in Swedish forest ecosystems – IM

Annual report for 2004

Stefan Löfgren (red.)

Förord

Naturvårdsverket genomför Integrerad övervakning av miljötillståndet i skogsekosystem (IM) inom programområdet ”Skog”. Övervakningen är relaterad till FN-konventionen om effekter av långtransporterade luftföroreningar ”Long-range transboundary air pollution – LRTAP 1979” (UN/ECE). IVL Svenska Miljöinstitutet (IVL), Sveriges geologiska undersökning (SGU) och Institutionen för miljöanalys vid SLU (IMA, SLU) utför övervakningen på uppdrag av Naturvårdsverket.

Miljöövervakningen omfattar ekosystemstudier på avrinningsområdesnivå med bestämningar av vattenbalans, kemiska ämnesbudgetar och effekter på biota, främst vegetation och studier av markprocesser. Utförarna ansvarar för olika delprogram i ett integrerat system där IVL följer depositionen av ämnen, SGU undersöker markens fysikaliska och mineralologiska egenskaper och följer processer i grundvattnet medan IMA, SLU följer klimat och avrinning, markkemi och -biologi, vegetation samt samordar verksamheterna. Till detta kommer ett särskilt ansvar för IVL vad avser undersökningsområdet Gårdsjön i Bohuslän. Prov- och datainsamling vid detta område genomförs i huvudsak av IVL, Göteborg, med Hans Hultberg som utförare.

Huvudansvariga för IM:s olika delmoment och de som bidrar med data till denna och annan rapportering framgår av nedanstående Tabell:

Samordning och internationella kontakter	Lars Lundin, SLU
Deposition, krondropp	Gunilla Pihl Karlsson, IVL
Meteorologi, hydrologi, datahantering	Lars Lundin, SLU Hans Hultberg, IVL
Markkemi, biologi, vatten & förnadetrykning	Lage Bringmark, SLU
Markfysik, grundvatten	Mats Aastrup, SGU
Bäckvatten	Stefan Löfgren, SLU Hans Hultberg, IVL
Vegetation inkl. träd, epifytalger & - lavar	Ulf Grandin, SLU

För mer utförlig information om de olika delmomenten hänvisas till dessa personer.

Provtagning och observationer genomförs i områdena huvudsakligen av Ulla Hageström, Gårdsjön, Fredrik Zetterqvist, Aneboda, Per Mossberg, Kindla och Johan Hörnqvist, Gammtratten. Insamlade prover för kemisk analys tas om hand och analyseras av ackrediterade laboratorier vid IVL och IMA, SLU. Tommy Jansson, IMA, Lotta Lewin Pihlblad, SGU och Bo Thunholm, SGU har medverkat i arbetet med att karaktärisera avrinningsområdena och att installera, underhålla och sköta driften av mätutrustning.

Föreliggande rapport består av bidrag från Mats Aastrup, Lage Bringmark, Ulf Grandin, Lotta Lewin-Pihlblad, Lars Lundin, Stefan Löfgren, Gunilla Pihl Karlsson, Bo Thunholm och Mikael Östlund. Stefan Löfgren har bearbetat dessa bidrag och färdigställt rapporten i dess nuvarande skick. I rapporten sammanfattas resultaten från de fyra IM-områdena Gårdsjön, Aneboda, Kindla och Gammtratten under 2004. Alla rådata finns digitalt tillgängliga vid IMA, SLU.

Stefan Löfgren

22 jun 2006

Innehåll

Förord	i
Innehåll	ii
Sammanfattning	1
Summary	3
1. Övervakningens bakgrund och syfte	5
2. Val av områden och undersökningsmetodik	5
Gårdsjön - SE-04	8
Aneboda - SE-14	8
Kindla - SE-15	9
Gammtratten – SE 16	9
3. Väderförhållanden 2004	10
4. Vattenbalans 2004	10
5. Modellerad vattenbalans 1997-2004	14
6. Kemiska förhållanden 2004	15
8. Nederbördssamlarnas representativitet i Aneboda	17
Krondroppssamlare utplacerades över hela området	17
Små skillnader i resultaten från krondroppslinjen och avrinningsområdet	19
Krondroppslinjen var representativ, men sen kom Gudrun	20
9. Variabiliteten i markfysikaliska egenskaper i Kindlas morän	20
10. Minskad svaveldeposition ger mindre oorganiskt aluminium	23
Referenser	25
Appendix	26
Appendix (English)	27

Sammanfattning

Naturvårdsverket genomför Integrerad övervakning av miljötillståndet i skogsekosystem (IM) inom programområdet ”Skog”. Övervakningen är relaterad till FN-konventionen om effekter av långtransporterade luftföroreningar ”Long-range transboundary air pollution – LRTAP 1979” (UN/ECE). IVL Svenska Miljöinstitutet (IVL), Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) och Institutionen för miljöanalys vid SLU (IMA, SLU) utför övervakningen på uppdrag av Naturvårdsverket.

Miljöövervakningen omfattar ekosystemstudier på avrinningsområdesnivå med bestämningar av vattenbalans, kemiska ämnesbudgetar och effekter på biota, främst vegetation och studier av markprocesser. Syftet är dels att som referensområden ge relevanta bakgrundsdata, dels att söka skilja effekter av mänsklig påverkan från naturlig variation. Modellering för prognostisering av utvecklingen är ett viktigt inslag. IM programmet lämpar sig också väl till testning av modeller. Mätningarna utförs i skyddade områden med lång kontinuitet, utan skogliga aktiviteter. Deposition av luftföroreningar och potentiell klimatpåverkan är de enda mänskliga störningarna i områdena. Syftet med IM-övervakningen skiljer sig från syftena med övriga miljöövervakningsprogram genom att IM i detalj skall kunna förklara förändringar i miljön och därmed bidra till tolkningen av resultaten från de mer extensiva programmen.

Föreliggande rapport redovisar undersökningar från år 2004 och inbegriper de fyra IM-områdena Gårdsjön, Aneboda, Kindla och Gammtratten. Verksamheten under året beskrivs kortfattat i text med glimtar av intressanta resultat som framkommit. Bearbetade resultat återfinns i tabellbilagan i slutet på rapporten.

Mark och vatten i IM-områdena är jonsvaga, med permanent sura förhållanden och med tämligen höga aluminiumhalter i bäckvattnet. Endast Gammtratten uppvisade låga halter oorganiskt aluminium, på nivåer som är tämligen ofarliga för gäländande organismer som fisk (Lydersen et al. 2002). Övriga metaller uppvisade halter i bäckvattnet under de nivåer där man anser att det föreligger risk för biologisk skada. Områdena uppvisade låga halter av oorganiska näringsämnen. Gårdsjöns närhet till havet återspeglas tydligt i kemin medan de höga halterna organiskt material påverkar vattenkvaliteten i Aneboda. Kindlas kemi förefaller präglas av vattnets snabba och ytliga transportvägar i marken, vilket är en vanlig företeelse i svensk skogsmark. Gammtratten, som är beläget längst norr ut och har låg depositionsbelastning, är det minst sura området med ett medel-pH runt 5,5 och frekvent förekommande vätekarbonatalkalinitet i bäckvattnet.

Temperaturen var ca 0,5°C kallare än normalt vid de båda södra områdena medan det var betydligt varmare än normalt i Gammtratten (+2,7°C). Även i Kindla var det något varmare än normalt (+0,2°C). Nederbördsförhållandena speglar temperaturunderskottet i söder med högre nederbörd än normalt vid Gårdsjön och Aneboda medan den var normal i Kindla och Gammtratten. Årsavrinningen från Kindla var något låg medan den kan anses ha varit tämligen normal från Gårdsjön och Gammtratten men jämförelsevis hög från Aneboda. Jonflödet i Gårdsjön styrs i hög grad av nedfallet av havssalter, medan jonflödet i Aneboda och Kindla påverkas till ungefär lika delar av havssalttillförsel, svaveldeposition och interna biologiska processer. I Gammtratten styrs jonflödena i huvudsak av interna biologiska processer.

Kväve uppvisar en syd-nordlig gradient med högst nivåer i Gårdsjön både med avseende på lufthalter (NO₂) och N-deposition på öppet fält och i krondropp. I samtliga dessa medier har förändringarna varit tämligen små över tiden sedan 1996. Motsvarande geografiska gradienter finns även för svavel, men skillnaderna mellan områdena är mindre. Svaveldepositionen har

minskat sedan 1996, vilket överrensstämmer med den generella trenden. SO₂-halterna i luft har varit tämligen oförändrade.

En särskild studie av krondropp i Aneboda visade att det var små skillnader i resultat mellan insamlare fördelade över hela avrinningsområdet jämfört med de permanenta utplacerade i krondroppslinjen. Parametrar som studerades var krontäckning, vattenvolymer, konduktivitet och vätejonhalt. Resultaten från krondroppslinjen i Aneboda representerar därför hela avrinningsområdet tämligen väl fram till och med 2004. Den 8-9 januari 2005 spolierades dock denna representativitet då stormen Gudrun löpte fram över södra Sverige och stormfällde huvuddelen av skogen i krondroppslinjen. Luckor uppstod även i andra delar av avrinningsområdet, men inte i samma omfattning.

Även för Kindla utfördes en representativitetsstudie med avseende på de markfysikaliska förhållanden i avrinningsområdets västra del i jämförelse med den transekt där mätningar av bl.a. markvattenhalter, marktemperatur och grundvattennivåer utförs. Syftet med studien var att ta reda på om de markfysikaliska resultaten från transekten kan extrapoleras och användas vid hydrogeologisk modellering för hela avrinningsområdet. Jordprover från E- och B-horisont analyserades med avseende på porvolym, vattenhållande förmåga (vattenhalt), skrymdensitet samt hydraulisk konduktivitet. Resultaten visar att transekten har godtagbar representativitet med undantag för den uppmätta hydrauliska konduktiviteten i den bäcknära zonen, som var betydligt lägre än vad som uppmätts i övriga områden. Proverna från E-horisonten var mer representativa än proverna från B-horisonten. De senares representativitet var något bättre i transektens övre del än i den bäcknära zonen. Vidare kan noteras att E-horisonten hade betydligt högre volymvikt än B-horisonten, vilket avviker från förhållandena både i Aneboda och Gammtratten där det motsatta gäller.

IM's vattenkemiska tidsserier har kompletterats med data från IVL för perioden 1980-95 för Gårdsjön och Aneboda. Detta innebär förlängning av tidserierna. Resultaten visar att den minskade svaveldepositionen ännu så länge inte påverkat halten och flödet av totalaluminium i bäckarna i särskilt hög grad. Den minskade deposition har dock påtagligt minskat halterna och flödena av det oorganiska aluminiumet, vilket är mycket positivt med tanke på dess toxicitet. Denna minskning har skett trots marginella förändringar i pH och halter organiskt material i bäckvattnet, vilket indikerar att minskningen är en effekt av förbättrat surhetstillstånd i marken snarare än i bäcken. Denna förbättring bör fortsatt följas och beaktas av t.ex. Skogsstyrelsen vid deras bedömning av behovet av åtgärder mot markförsurning.

Summary

The Swedish Environmental Protection Agency (SEPA) conducts Integrated Monitoring (IM) of the environmental status in forest ecosystems within the "Forest" part of Sweden's national environmental monitoring program. The monitoring is related to the Convention "Long-range transboundary air pollution – LRTAP 1979" (UN/ECE). The Swedish Environmental Research Institute (IVL), the Swedish Geological Survey (SGU) and the Department of Environmental Assessment at the Swedish University of Agricultural Sciences (IMA, SLU) perform the investigations on behalf of the SEPA.

The monitoring program includes ecosystem studies at drainage basin level with determinations of hydrological and chemical budgets as well as effects on biota, primarily the vegetation and studies of soil processes. The aims are to collect relevant background data from reference areas that can be used to separate anthropogenic disturbance of the ecosystem by air pollution from natural variation. Model simulations for prognoses of future environmental status are an important part of the program. IM also furnish possibilities to test models. The IM sites are located in protected areas where there has been little forestry activity for many decades. Atmospheric deposition of pollutants and anthropogenically induced climate change are the only human disturbances within the IM sites.

This report documents the investigations performed in 2004 on the four IM-sites Gårdsjön, Aneboda, Kindla and Gammtratten. The results are briefly described in the text, along with some highlights from the year's results. The entire set of results is included in appendixes at the end of the report.

The IM sites are base poor with permanently acidic conditions and high aluminium concentrations in soil water, groundwater and streams. Only Gammtratten exhibited inorganic aluminium concentrations at levels below those reported to be harmful to gill breathing organisms such as fish (Lydersen et al. 2002). The other metals exhibited stream water concentrations below biologically harmful levels. All sites had low concentrations of inorganic nutrients. The coastal near location was reflected in the water chemistry at Gårdsjön, while the high concentrations of organic matter influenced the water quality at Aneboda. The water chemistry at Kindla seems to mirror shallow groundwater flow paths, which is common for Swedish forests. Gammtratten is the least acid area with an average pH of 5.5 and frequently occurring hydrogen carbonate in the stream water.

At the two southernmost sites, the annual mean temperature was 1.5°C below normal, while the opposite (+0.8°C) was the case for the two northern sites. At all sites, the amount of precipitation was normal. Runoff was somewhat lower than normal at Kindla but normal for Gårdsjön and Gamtratten. Aneboda showed somewhat higher runoff than normal. At Gårdsjön, the ion fluxes were dominated by Na and Cl from the precipitation of sea spray, while the ion fluxes at Aneboda and Kindla were equally influenced by sea salt, sulphur deposition and internal biological processes. Organic matter played a significant role at Aneboda. At Gammtratten, internal biological processes determined the ion fluxes.

Nitrogen exhibited a south-north gradient with the highest levels at Gårdsjön with respect to both air concentrations and N-deposition on open field and in throughfall. In all these media, the changes have been small with time since 1996. Sulphur showed a similar geographical gradient, but the differences between sites were smaller. The S-deposition has decreased since 1996, which

is in agreement with the general trends in Sweden. The air concentrations of SO₂ have remained more or less constant.

A special representativity study at Aneboda showed that there were small differences in throughfall between samplers distributed over the entire catchment compared with those placed at the permanent sampling transect. Tree crown density, water volumes, conductivity and hydrogen ion concentrations were the assessed parameters. Hence, the throughfall transect has produced fairly representative data for the entire catchment. However, this is no longer the case since January 8-9, 2005 a storm hit southern Sweden and wind-threw the main part of the trees in the throughfall transect. Openings were formed elsewhere in the catchment as well, but not to the same extent.

At Kindla, the soil physical conditions in an area of the western part of the catchment were compared with the status in the hill slope where measurements of soil water, soil temperature and groundwater levels are conducted. The aim of the study was to assess whether the soil physical conditions in the transect can be extrapolated and used for hydrological modelling on the entire catchment. Soil samples from E- and B-horizons were analyzed on pore volume, water holding capacity (water content), bulk density and hydraulic conductivity. The results show that the transect fairly well represents the area with the exception of hydraulic conductivity in the riparian zone which was much lower. The conditions from the E-horizon agreed better than those from the B-horizon. The conditions in the B-horizon showed higher representativity in the upper part of the hill slope compared to the near stream zone. It should also be noted that the E-horizon was more dense than the B-horizon, which is the opposite compared to the conditions in Aneboda and Gammtratten.

The IM water chemical time series from Gårdsjön and Aneboda have been complemented with data from IVL covering the time period 1980-95. The results show that the reduced sulphur deposition has not influenced the concentrations or fluxes of total aluminium to any larger extent. However, it has greatly reduced the concentrations and fluxes of inorganic aluminium, which is the most toxic form. The reductions have occurred regardless of only marginal changes in pH and organic matter in the stream waters, indicating that the reductions are a result of improved conditions in the soils rather than in the stream. Improvements like this should be surveyed and taken into account by e.g. the National Swedish Forestry Board when they assess the need for remedial measures against soil acidification.

1. Övervakningens bakgrund och syfte

Naturvårdsverket genomför Integrerad övervakning av miljötilståndet (IM) i fyra skogsekosystem inom programområdet ”Skog”. Övervakningen är relaterad till konventionen om effekter av långtransporterade luftföroreningar ”Long-range transboundary air pollution – LRTAP 1979” (UN/ECE). Konventionsarbetet är organiserat i ett antal arbetsgrupper, varav den effektrelaterade omfattar sex övervakningsprogram (ICP) och Task Force on Health. IM utgör en av dessa och tjugotvå av Europas länder deltar. Sverige är ordförandeland medan Finland samordnar datainsamlingen och den årliga internationella rapporteringen (ICP IM Annual Report). Övervakningen omfattar ett antal obligatoriska delprogram, som alla länder skall genomföra. Sverige har dessutom valt att utföra några frivilliga delprogram, bl.a. studier av metaller, skogsskador, algpåväxt på barr och förnedbrytning.

Övervakningen är inriktad mot att studera miljöeffekter och att undersöka konsekvenserna för hela ekosystemet av depositionen av kväve, svavel och tungmetaller. Det övergripande syftet med övervakningen i Sverige är att:

- i små, väldefinierade avrinningsområden samordna mätningar och utvärderingar så att samhällets behov av detaljerad kunskap och prognoser långsiktigt kan tillgodoses m. a. p. försurning, eutrofiering och metallpåverkan i typiska, svenska skogsekosystem,
- tillhandahålla kunskap som nationellt och internationellt kan användas som underlag för att optimera miljöförbättrande åtgärder,
- tillhandahålla kunskap som kan användas för att underlätta tolkningen av resultat från andra miljöövervakningsprogram eller forskningsprojekt,
- generera underlag till utveckling av modeller för att beräkna t. ex. kritiska belastningsnivåer (Critical Loads/Levels) och framtida miljötilstånd,
- sprida kunskap till allmänheten om vilka processer som påverkar miljötilståndet i skogen.

Miljöövervakningen utförs på avrinningsområdesnivå med bestämningar av vattenbalans, kemiska ämnesbudgetar och effekter på biota, främst vegetation och studier av markprocesser. Mätningarna används för att särskilja effekter av mänsklig påverkan från naturlig variation. Prognostisering av utvecklingen med hjälp av matematiska modeller är ett viktigt inslag. Områdena ligger i skyddade naturmiljöer med lång kontinuitet, utan skogsbruksåtgärder. Deposition av luftföroreningar och potentiell klimatpåverkan är de enda mänskliga störningarna i områdena.

För att kunna uppfylla målsättningarna med programmet måste övervakningen vara långsiktig. IM-övervakningen skiljer sig från övriga miljöövervakningsprogram genom att IM i detalj skall kunna förklara förändringar i miljön. IM-programmet bör på sikt också kunna inrymma övervakning av klimatförändringar, ozon samt persistenta organiska föreningar (POP) och deras effekter på biotan.

2. Val av områden och undersökningsmetodik

Målsättningen att på ekosystemnivå följa vattenomsättning och biogeokemiska processer för att försöka förklara observerade effekter på biota kräver kvantitativa bestämningar av inflöde, förråd och utflöde. För en utförlig redovisning av den metodik som används hänvisas till IM-manualen (http://www.vyh.fi/eng/intcoop/projects/icp_im/manual/index.htm, EDC 1993, SYKE 1998).

De bestämningar som görs i avrinningsområdet omfattar klimatologiska och fysikaliska förhållanden (t.ex. berggrund, jordlager och vatten), kemiska förhållanden i mark, vatten och vegetation samt biologiska förhållanden (t.ex. flora och beståndsdata). De processer som studeras är deposition, vittring, omsättning och utbyte i marken av vatten och kemiska ämnen, avdunstning och gasutbyte, upptag i levande biomassa och utflöden i avrinnande vatten från området. De övergripande samband som nyttjas är vattenbalans och hydrokemiska budgetar;

$$P = E + R + \Delta S$$

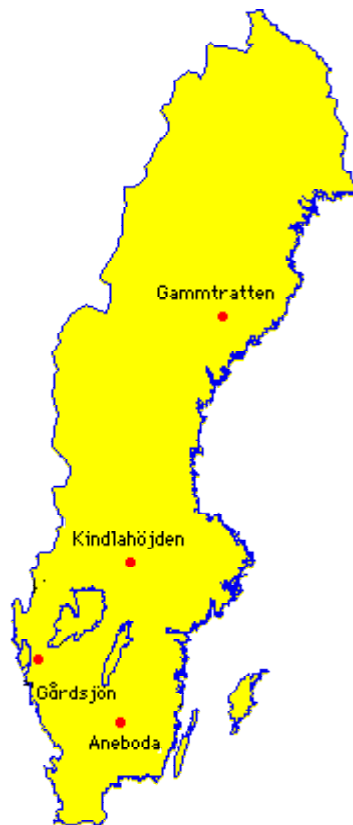
där
P = nederbörd,
E = avdunstning,
R = avrinning och
 ΔS = ändring i vattenmagasin;

$$DEP + WEATH = UPTAKE + LEACH + \Delta POOL$$

där
DEP = deposition av ämnen,
WEATH = vittring,
UPTAKE = vegetationupptag,
LEACH = utlakning och
 $\Delta POOL$ = ändring i förråd

Övervakningen av ekosystemets olika delar görs inom väldefinierade små avrinningsområden. Området bör vara så homogent som möjligt vad avser geologi och vegetation. Det bör vara i storleksordningen 10-100 ha och inneslutas av en likartad omgivning för att eliminera randeffekter. Området bör vara typiskt för regionen. Det bör ha lång kontinuitet utan skogliga åtgärder och vara fritt från störande aktiviteter, något som bäst tillgodoses i naturskyddade reservat. Området skall avvattnas av en bäck, vara fritt från sjöar och ha liten andel myrmark. Avstånd till förorenande aktiviteter och utsläpp bör vara > 50 km. Det bör också ligga så långt från havet att direkt inverkan därifrån är starkt reducerad.

I Sverige genomfördes en omfattande förändring av miljöövervakningen 1995, vilket innebar att fyra IM-områden utsågs. Dessa har successivt byggts upp. Aneboda (SE-14) etablerades 1996, Kindla (SE-15) etablerades 1997 medan Gammtratten (SE-16) etablerades under 1999. Området vid Gårdsjön (SE-04) har däremot lång kontinuitet med mätningar sedan 1970. Områdena är likartade och domineras av barrskog främst gran (Tabell 1), men lokaliserade till regioner med olika klimat och depositionsförhållanden (Figur 1). Föreliggande rapport behandlar resultaten från 2004.



Figur 1. De svenska IM-områdenas lokalisering.
Location of the Swedish IM sites.

Tabell 1. Arealer och andelar i IM-områdena (växtsamhällen enl. Nordiska Ministerrådet 1994).
Areas at the IM sites (communities according to Nordic Council of Ministers 1994).

	Aneboda		Gårdsjön		Kindla		Gammtratten	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Granskog av blåbärsristyp (<i>Vaccinium myrtillus-spruce forest</i>)	14,5	76,3	2,0	56,2	13,1	64,2	7,4	18,7
Sumpranskog (<i>wet spruce forest</i>)	2,7	14,2	0,4	11,0	4,6	22,6	3,8	9,6
Barrblandskog av blåbärsristyp (<i>Vacc. myrt. and mixed conifers</i>)	1,1	5,8	0,3	8,1	1,0	4,6	25,3	63,9
Öppet kärr (<i>open mire</i>)	0	0	0	0	0,2	1,3	1,7	4,3
Planterad tallungskog (<i>young pine stand</i>)	0	0	0,5	15,4	0	0	0	0
Öppen fastmark (<i>open well-drained soils</i>)	0	0	0,2	4,5	0,4	2,0	0,7	1,8
Övrigt (<i>other</i>)	0,6	3,7	0,2	4,8	1,1	5,3	0,7	1,8
Avrinningsområdet total area (<i>cachment total area</i>)	18,9	100	3,6	100	20,4	100	39,6	100

Gårdsjön - SE-04

IM-området i Gårdsjön är ett litet avrinningsområde (F1) om knappt 0,04 km², dominerat av tunna (0-0,7 m) moräntäckten med hög frekvens sten och block. Området är ett av flera som undersöks med inriktning på terrester och hydrologisk forskning. Undersökningarna har pågått sedan 1970. Gårdsjön har ingått som IM-område sedan 1991. Området har varit skogklätt under hundratals år men avverkades i början av 1900-talet. Gallring utfördes 1968. Cirka 0,5 hektar i sydöstra delen av avrinningsområdet avverkades 1980 och återplanterades därefter med tall. Ett mindre område i söder (0,2 ha) ingår i en större kalyta som togs upp under 1990-talet. Boskap har betat i området fram till 1950-talet.

Läge:	Västkusten, Bohuslän, Västra Götalands län
Lat./Long:	N 58° 03' ; E 12° 01'
Rikets nät:	644295; 127668
Kartblad:	Göteborg 7B NO
Area:	3.7 ha
Altitud:	114-140 m ö.h.
Berggrund:	Yngre gnejsiga granodioriter
Årsmedeltemperatur:	+ 6.7 °C (3)
Nederbörd:	1000 mm
Avdunstning:	480 mm
Avrinning:	520 mm

Aneboda - SE-14

IM-området i Aneboda är ett 0,2 km² stort avrinningsområde mitt på Sydsvenska höglandet. Boskap har under flera århundraden nyttjat området, som sannolikt kalavverkades i mitten av 1800-talet med spontan skogsåterväxt därefter. Under tiden 1940-1955 gjordes tidvis gallringar. Undersökningar avseende mark, vegetation och vatten har pågått sedan 1982. Aneboda etablerades som IM-område 1995. Området utgörs av småbruten, ställvis mycket stor- och rikblockig morän med relativt stort inslag av fuktiga och blöta marktyper. Skogen domineras av gran med inblandning av främst tall, bok och björk. Det bör påpekas att boken föryngrar sig väl.

Läge:	Sydsvenska höglandet, Småland, Kronobergs län
Lat./Long:	N 57° 05' ; E 14° 32'
Rikets nät:	633255; 142407
Kartblad:	Växjö 5E NV
Area:	18,9 ha
Altitud:	210-240 m ö.h.
Berggrund:	Granit
Årsmedeltemperatur:	+ 5.8 °C (3)
Nederbörd:	750 mm (4)
Avdunstning:	470 mm
Avrinning:	280 mm

Kindla - SE-15

IM-området i Kindla är ett 0,2 km² avrinningsområde i centrala Bergslagen. Regionen karakteriseras av småkullig terräng och större höjder. Barrskog med inslag av sumpskog dominerar. En liten öppen myr finns. Området är kuperat med branta sluttningar med höjdskillnader på uppåt 100 m inom avstånd av endast 200 m. Skogen domineras av ca 100 årig, ogallrad gran. Många kolbottnar i området visar att skogen under tidigare sekler nyttjats till träkolframställning och alltså varit kalavverkat i omgångar. Kindla etablerades som IM-område 1996.

Läge:	Bergslagen, Västmanland, Örebro län
Lat./Long:	N 59° 45' ; E 14° 54'
Rikets nät:	662650; 144950
Kartblad:	Filipstad 11E NV
Area:	20,4 ha
Altitud:	312-415 m ö.h.
Berggrund:	Filipstadsgraniter
Årsmedeltemperatur:	+ 4.2 °C
Nederbörd:	900 mm
Avdunstning:	450 mm
Avrinning:	450 mm

Gammtratten – SE 16

IM-området i Gammtratten är ett 0,4 km² stort avrinningsområde 10 mil från N Kvarnenkusten i höjd med Umeå. Det ligger inom den mellanboreala zonen och landskapet karakteriseras som Norrlands vågiga bergkullterräng. Området är en mot sydost sluttande dalsänka mellan bergen Gammtratten (578 m) i öster och Siberget (530 m) i väster. I sluttningarnas nedre del och i botten av sänkan finns flera mindre, mestadels trädbevuxna myrar. Nedre delen av sänkan domineras helt av gran, medan tallen är riklig i sluttningarnas övre delar. Glasbjörk förekommer nästan överallt, asp och sälg här och var. Skogen är till mindre omfattning påverkad av skogsbruksåtgärder. Omkring 1900 fälldes ett antal större tallar, s.k. dimensionsavverkning, i de centrala delarna, särskilt sydväst om bäcken. Omkring 1990 låggallrades 6 hektar i avrinningsområdets nedre, sydvästra del, varav knappt 1 ha slutavverkades och planterades med gran. Låggallring innebär att mindre träd avverkas. På grund av brand, som dödat granen, finns tämligen rikligt med äldre tallar – den äldsta borrhade från mitten av 1500-talet – medan granarna som regel är 100-150 år. Det finns rikligt med spår efter bränder från 1890-talet och bakåt i tiden.

Läge:	Norra Ångermanland, Västernorrlands län
Lat./Long:	63°51' N, 18°06' E
Rikets nät:	X 70 85 71, Y 16 14 10
Kartblad:	20 I NV Björna
Area:	39,6 ha
Altitud:	högsta 545 m, lägsta 410 m
Berggrund:	Rätangranit eller liknande
Årsmedeltemperatur:	+1,2°C
Nederbörd:	750 mm
Avdunstning:	370 mm
Avrinning:	380 mm

3. Väderförhållanden 2004

Under 2004 var medeltemperaturen högre än normalt vid de två nordliga IM-områdena. Vid Gammtratten var medeltemperaturen hela 3,3 °C att jämföra med normalt 0,6 °C. Vid Kindla var skillnaden mindre eller 4,2 °C jämfört med 4,0 °C. I söder var det kallare än normalt med ett temperaturunderskott på 0,7 °C för Gårdsjön och 0,3 °C för Aneboda. Detta är en upprepning av bilden för 2003 då både Gårdsjön och Aneboda hade 1,5 °C kallare än normalt, medan Gammtratten och Kindla uppvisade temperaturöverskott med 1,4 °C respektive 0,8 °C. Vid Gårdsjön var flertalet månader under 2004 kallare än normalt, särskilt vinter och sommar. Förhållandena vid Aneboda visade på en kall januari samt sommar och senhöst medan övrig tid var varmare än normalt. Vid Kindla var flertalet månader varmare än normalt med undantag av juni och juli då det rådde temperaturunderskott. I Gammtratten var sommaren också kall men vintern var varm och särskilt november-december hade stora temperaturöverskott. Mestadels var det plusgrader under en tid då minusgrader vanligtvis förhärskar (Figur 3).

Temperaturregistreringen vid Gårdsjön och Kindla fungerade tyvärr inte under oktober-december 2004, vilket innebär att platsspecifik data saknas. Temperaturserierna har därför kompletterats med korrigerade data från SMHI-stationerna i Säve respektive Knon.

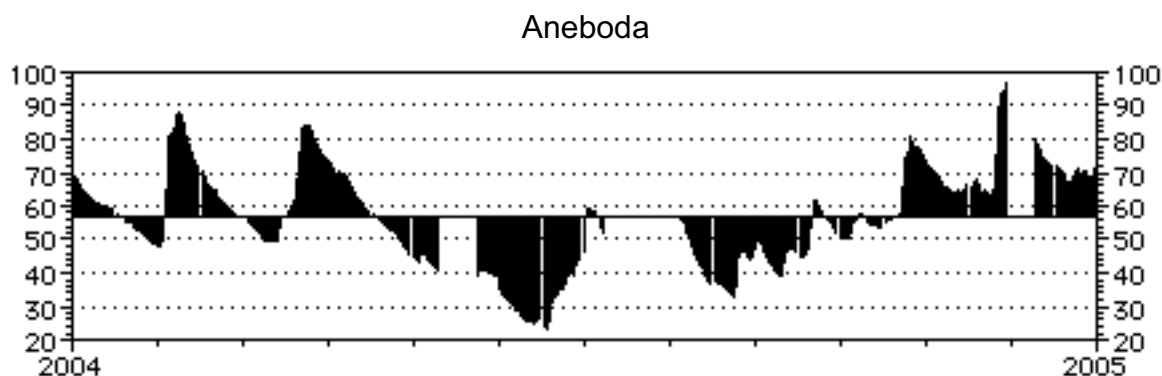
Nederbördsförhållandena speglar temperaturunderskottet i söder med högre nederbörd än normalt vid Gårdsjön och Aneboda. Särskilt sommar och höst uppvisade överskott och väl värt att notera är de 260 mm som föll vid Aneboda i juli, vilket är drygt 170 mm mer än normalt. Vinter och vår var tämligen nederbördsfattiga eller normala vid Gårdsjön och Aneboda. Vid Gammtratten var regnmängden nära det normala. Endast juli och augusti utmärkte sig med mindre nederbördsöverskott. Kindlaområdet fick också tämligen normal nederbördsmängd med undantag av juni då 86 mm mer än normalt uppmättes. Detta motsvarar årsöverskottet, vilket var ca 10% mer än normalt (Figur 3).

4. Vattenbalans 2004

Vattenbalansen för IM-områdena uppvisade en liten skillnad mellan områdena i årsavrinningen under 2004 med Kindla (379 mm) och Gårdsjön (475 mm) som de båda extremerna (Tabell 2). Detta utgör 37-58% av årsnederbörden. Andelen var högst i Gammtratten dels på grund av lägre temperatur och avdunstning än längre söderut och dels på grund av den intensiva avrinningen under snösmältningen. Under 2003 var skillnaden i avrinningens andel av nederbörden större med ett intervall om 26-70%. Årsavrinningen från Kindla var låg medan den kan anses ha varit tämligen normal från övriga områden.

Avrinningsregimen var normal för Gårdsjön med störst avrinning höst och vinter (Tabell 2, Figur 4). Även vid Aneboda var avrinningen relativt hög höst och vinter, men den höga nederbörden i juli gav högre avrinning än normalt. Kindla uppvisade en flödestopp i samband med en period med tidig snösmältning i februari och vårflo den i mars-april var därför lägre än normalt. Trots den höga nederbörden i juni och låg temperatur både juni-juli var avrinningen tämligen låg under sommaren. Varmt väder i december gav dock ett högre vattenflöde än förväntat (Tabell 2). Jämfört med den normala vattenregimen i norra Sverige, med liten avrinning under vintern och en påtaglig vårflo d i april-maj, uppvisade Gammtratten en ovanligt låg avrinning i samband med snösmältningen. Med undantag av juni, som var tämligen torr, uppvisade avrinningen under sommar- och höstmånaderna en tämligen liten variation.

Skillnaden mellan nederbörd (P) och avrinning (R) (Tabell 2) består av avdunstning inklusive förändringar i markvatten- och grundvattenmagasinet. Under 2004 varierade denna skillnad mellan 42% och 63% av nederbörden. Störst skillnad erhöles vid Aneboda med 669 mm, vilket är högt för att enbart utgöras av avdunstning. I november och december registrerades skillnaden i P-R på drygt 200 mm, vilket indikerar en betydande ackumulering av nederbörd i mark- och grundvattenmagasinet. Grundvattennivån i Anebodaområdet var hög både i november och december, vilket stöder denna slutsats (Figur 2). Temperaturer över noll grader utesluter snöackumulering.

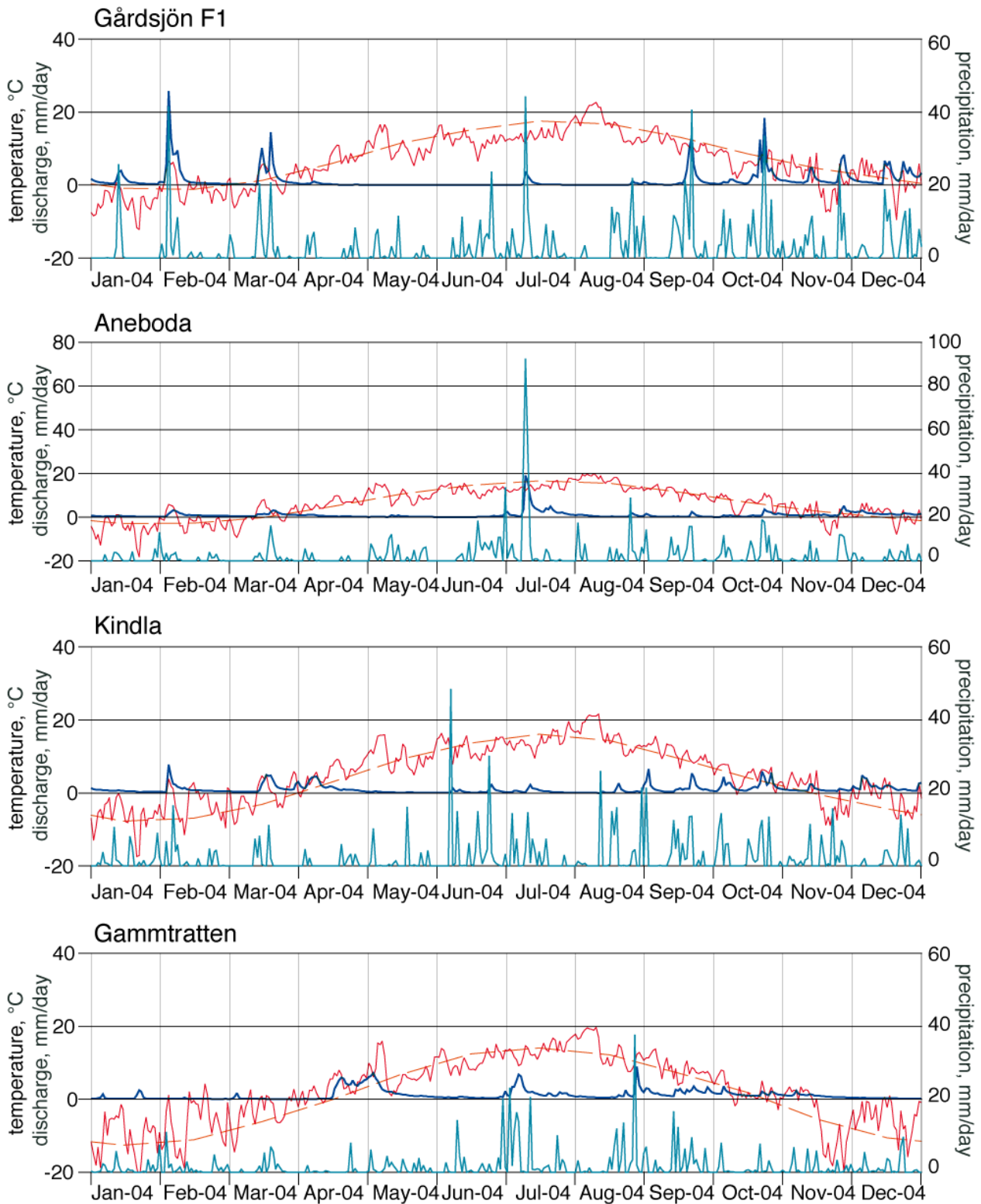


Figur 2. Dagliga grundvattennivåer (cm) i Anebodaområdet under 2004. Medelnivån under året var 143 cm under markytan. I figuren anges grundvattennivån relativt medelnivån för tryckgivaren på 200 cm markdjup.
Daily groundwater levels (cm) at Aneboda during 2004. The annual mean level was 143 cm below soil surface. In the figure, the groundwater levels are relative to the pressure detector at 200 cm soil depth.

Mot bakgrund av geografiskt läge och skillnader i temperatur och nederbörd bör avdunstningen minska från söder mot norr och då ge lägre humiditet relativt nederbörd för Gårdsjön och Aneboda jämfört med de nordligare Kindla och Gammtratten. I stort överensstämmelsen skillnaden mellan nederbörd och avrinning under 2004 med denna gradient. Lägst skillnad P-R noterades för Gammtratten (289 mm) vilket sannolikt förklaras av låg temperatur och glesa trädbestånd, vilket ger en låg kronavdunstning.

Tabell 2. Sammanfattning av 2004 års vattenbalanser i IM-områdena.
 Kronavdunstning = Nederbörd – krondropp.
Compilation of the 2004 water balances for the four Swedish IM sites.
 Nederbörd, P – Precipitation, Krondropp, Th – Throughfall,
 Kronavdunstning - Interception, Avrinning, R – Water runoff

	Gårdsjön SE04		Aneboda SE14		Kindla SE15		Gammtratten SE16	
	mm	% av nbd	mm	% av nbd	mm	% av nbd	mm	% av nbd
Nederbörd, öppet fält, P	1091	100	1067	100	898	100	695	100
Krondropp, Th	751	69	599	56	617	69	579	83
Kronavdunstning	340	31	468	44	280	31	117	17
Avrinning, R	475	44	398	37	379	42	406	58
Nederbörd - avrinning	616	56	669	63	519	58	289	42



Figur 3. Dygnsvärden (mm/dag) på nederbörd (turkos linje), avrinning (blå linje) och temperatur (röd linje) under 2004. Streckad röd linje är medeltemperaturen (1961-1990) från referensstationerna Alvhem (Gårdsjön), Växjö, (Aneboda), Knon, (Kindla) och Fredrika, (Gammtratten).
Daily values (mm/day) on precipitation (turquoise line), discharge (blue line) and temperature (red line) during 2004. Broken red line shows long-term average (1961-1990) from the reference stations Alvhem (Gårdsjön), Växjö, (Aneboda), Knon, (Kindla) and Fredrika, (Gammtratten).

Tabell 3. Modellberäknade vattenbalanser (mm) för IM-områdena 1997-2004. Vattenbalansen är osäker för Gammtratten, vilket bl.a. framgår av den extremt höga avrinningen år 2000 (Löfgren 2002).
Simulated water balances (mm) for the IM sites 1997-2004.

Station	År <i>year</i>	Nederbörd ¹⁾ <i>precipitation</i>	Avdunstning ²⁾ <i>evapo- transpiration</i>	Avrinning ³⁾ <i>run off</i>	Markvatten ⁴⁾ <i>soil water</i>	Snö ⁵⁾ <i>snow</i>
Gårdsjön	1997	1015	513	483	16	-2
Gårdsjön	1998	1222	526	704	1	-3
Gårdsjön	1999	1385	548	833	4	2
Gårdsjön	2000	1319	570	765	-12	-1
Gårdsjön	2001	954	548	408	-2	0
Gårdsjön	2002	1191	530	619	-1	32
Gårdsjön	2003	986	486	514	-37	27
Gårdsjön	2004	1132	513	613	6	5
	Medel	1150	529	617		
Aneboda	1997	675	408	261	20	-22
Aneboda	1998	873	460	401	11	3
Aneboda	1999	821	461	347	-2	16
Aneboda	2000	927	533	383	18	-5
Aneboda	2001	748	471	322	-62	13
Aneboda	2002	859	461	421	6	-30
Aneboda	2003	834	507	308	20	0
Aneboda	2004	1013	523	489	5	-2
	Medel	844	478	366		
Kindla	1997	850	409	350	2	88
Kindla	1998	857	414	508	27	-87
Kindla	1999	951	463	430	-10	70
Kindla	2000	1219	501	767	-9	-46
Kindla	2001	788	412	407	-3	-34
Kindla	2002	840	409	392	-1	39
Kindla	2003	827	453	400	35	-58
Kindla	2004	890	458	446	-14	1
	Medel	903	440	462		
Gammtratten	1997	706	402	392	-4	-84
Gammtratten	1998	994	453	586	14	-67
Gammtratten	1999	979	456	520	-9	13
Gammtratten	2000	1397	515	906	18	-46
Gammtratten	2001	1135	454	593	-22	109
Gammtratten	2002	720	413	367	1	-61
Gammtratten	2003	990	474	518	4	-7
Gammtratten	2004	954	480	477	0	-3
	Medel	984	456	545		

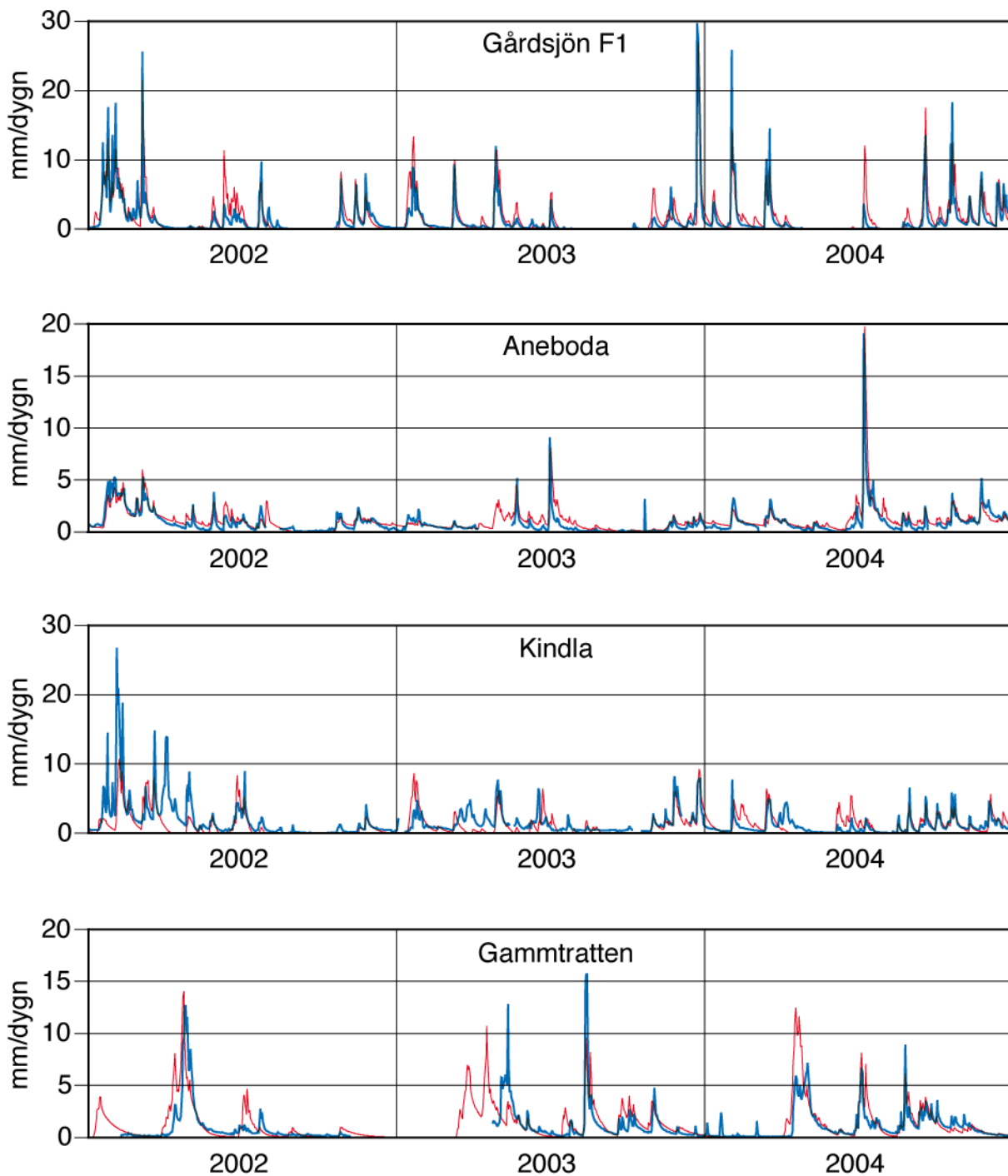
¹⁾ Korrigerad dygnsnederbörd i Gårdsjön, IVL i Aneboda, Nyberget respektive Fredrika

²⁾ Avdunstning enligt modellen

³⁾ Avrinning enligt modellen

⁴⁾ Markvattenhalt vid slutet av året minus markvattenhalt vid början av respektive år

⁵⁾ Snöns vattenekvivalent vid slutet av året minus vattenekvivalenten vid början av respektive år



Figur 4. Modellerad (röd linje) och observerad (blå linje) avrinning från IM-områdena 2002-2004.
Simulated (red line) and observed (blue line) discharge at the IM sites in 2002-2004.

5. Modellerad vattenbalans 1997-2004

För att få en uppfattning av osäkerheten i beräkningarna har vattenbalansen även modellerats på dygnsbasis med hjälp av en simuleringsmodell (Q-modellen, Kvarnäs 2000). I Figur 4 visas några resultat från kalibreringsarbetet med Q-modellen. I modellen beräknas avdunstningen som potentiell evapotranspiration reducerad med avseende på modellerad markvattenhalt. Dygnsdatabaser på nederbörd och temperatur driver modellen. Osäkerheten i nederbördsdata är vid

modellberäkningarna helt avgörande för avdunstningen eftersom modellen kalibreras mot avrinningen och avdunstningen blir något av en ”restterm”. Simulerade årsvisa vattenbalanser under perioden 1997-2004 har med undantag för Gammtratten gett god överensstämmelse mellan beräknad och observerad avrinning sett på årsbasis (Tabell 2&3). Orsaken till detta är bl.a. att Q-modellen drivs med vädret vid SMHI-stationen Fredrika, som avviker betänkligt från de värden som uppmäts i IM-området (jfr. t.ex. nederbörd i Tabell 2&3).

6. Kemiska förhållanden 2004

Följande kortfattade karaktärisering av det kemiska tillståndet i IM-områdena under 2004 baseras på de medelhalter som finns redovisade i tabellbilagan till denna rapport. För närmare beskrivning av antalet observationer, statistisk spridning etc. hänvisas till dessa tabeller.

Svaveldioxidhalterna i luft låg under 2004 nära de medelnivåer som registrerats sedan mätningarna påbörjades 1996 (Gammtratten 1999). I Gårdsjön och Aneboda motsvarar medelnivån drygt $0,4 \mu\text{g SO}_2 \text{ m}^{-3}$ och i Kindla och Gammtratten ca $0,25 \mu\text{g SO}_2 \text{ m}^{-3}$. Kvävedioxidhalterna i luft låg ca $0,1 \mu\text{g NO}_2 \text{ m}^{-3}$ under långtidsmedelvärdet i Gårdsjön och Aneboda, medan de låg på samma nivå i de båda nordliga områdena. Ozonhalterna i Gårdsjön har sedan 2002, då mätningarna påbörjades, visat en sjunkande trend med ca $2 \mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$. Men med tanke på den korta mätperioden är det för tidigt att uttala sig om eventuella trender, då den naturliga mellanårsvariationen är stor beroende på skiftande väderförhållanden.

Depositionen på öppen mark hade låg jonstyrka i samtliga fyra IM-områden, motsvarande en konduktivitet på $1,0\text{-}2,1 \text{ mS m}^{-1}$. Gårdsjöns närhet till havet och en betydande torrdeposition av havssalter framträder dock tydligt i krondroppets konduktivitet på ca $6,7 \text{ mS m}^{-1}$, att jämföra med $2,6$ och $2,9 \text{ mS m}^{-1}$ i Aneboda respektive Kindla. I Gammtratten var konduktiviteten endast $1,1 \text{ mS m}^{-1}$ i krondroppet, vilket var obetydligt högre än på öppet fält, indikerande marginell påverkan av havssalt. Markvatten, grundvatten och bäckvatten hade endast $1\text{-}2 \text{ mS m}^{-1}$ högre jonstyrka än krondroppet i Gårdsjön, Kindla och Gammtratten, vilket indikerar snabba transportvägar i marken och kort tid för modifiering av nederbördsvattnet. I Aneboda var ledningsförmågan drygt dubbelt så hög i dessa medier jämfört med krondroppet, vilket indikerar större påverkan från markkemiska processer.

Kiselhalterna i mark- och grundvatten i Gårdsjön, Kindla och Gammtratten låg i normalt intervallet $2\text{-}4 \text{ mg L}^{-1}$. I Aneboda observerades $5\text{-}6 \text{ mg Si L}^{-1}$ i B-horisonten och grundvattnet i utströmningsområdet, vilket indikerar längre omsättningstider och större påverkan av markprocesser. Även i Gammtrattens grundvatten i utströmningsområdet låg kiselhalten på denna något högre nivå. Kiselhalterna i bäckvattnet var ca 3 mg Si L^{-1} i samtliga områden.

Depositionen på öppen mark uppvisade små skillnader i pH mellan områdena. Samtliga mätstationer uppvisade ett $\text{pH}\approx 4,8$. I krondropp var pH någon tiondels enheter högre än på öppet fält förutom i Gårdsjön där pH var ca $0,1 \text{ pH-enhet}$ lägre i krondroppet och i Aneboda där krondroppet hade $0,3$ enheter högre pH. I mark- och grundvattnet i inströmningsområdena i Gårdsjön, Aneboda och Kindla var pH på samma nivå eller något lägre än i krondroppet. I Gammtratten var det något högre pH i marken. I utströmningsområdena var pH något högre ($\text{pH}\approx 5,3$) än i krondroppet i Aneboda och Gammtratten, på ungefär samma nivå i Kindla ($\text{pH}\approx 5,0$) och surare i Gårdsjön ($\text{pH}\approx 4,6$). Mark- och grundvattnets buffertkapacitet, ANC, var i huvudsak låga eller negativa ($<0,03 \text{ mEq L}^{-1}$) i avrinningsområdets övre delar, förutom i Gammtratten där negativt ANC inte förekom i marken. I grundvattnet i utströmningsområdena var buffertkapaciteten tämligen hög ($\text{ANC}\approx 0,06 \text{ mEq L}^{-1}$) med förekomst av

vätekarbonatalkalinitet på 0,10 mEq L⁻¹ i Aneboda och 0,03 mEq L⁻¹ i Gammtratten. Det senare indikerar tillförsel av äldre grundvatten alternativt högre vittringsintensitet i dessa områden, men inte i Kindla där både pH och alkaliniteten var låga överallt i marken. ANC var däremot tämligen högt (0,12 mEq L⁻¹) i grundvattnet i utströmningsområdet, vilket indikerat högre buffertkapacitet på grund av humus. Även grundvattnet i utströmningsområdet i Gårdsjön uppvisade positiv ANC (0,063 mEq L⁻¹) sannolikt kopplat till det organiska materialet.

Även bäckvattnet var påtagligt surt (pH≤4,6) i samtliga områden förutom Gammtratten, men avrinningen i Gårdsjön, Aneboda och Gammtratten uppvisade ett positivt ANC i motsats till Kindla, vilka var surt med negativ ANC (-0,011 mEq L⁻¹). Ytvattnet i Gammtratten var det mest välbuffrade med ett pH≈5,7 och ett ANC≈0,09 mEq L⁻¹. Kindla hade följaktligen surast jord och avrinning trots att Gårdsjön haft den största historiska belastningen av surt nedfall. Egenskaper i avrinningsområdet gör följaktligen Kindla surare än Gårdsjön.

Fördelningen mellan sulfat, klorid och nitrat var tämligen jämn i nederbörden på öppet fält i Gårdsjön, Aneboda och Kindla, medan andelen klorid var betydligt lägre i Gammtratten. Påverkan av havssalter i södra Sverige framträdde ännu tydligare i krondroppet där klorid var den dominerande anjonen både i Gårdsjön, Aneboda och Kindla. Sulfat dominerade de oorganiska anjonerna i marken i Kindla och Gammtratten. I samtliga områden förekom betydande inslag av organiska anjoner i krondroppet. Detta indikerar att stora mängder sulfat tillförs mark- och grundvatten från källor i marken både i in- och utströmningsområdena (jfr. Löfgren 1999, 2000). I Gårdsjön och Aneboda var klorid den klart dominerande anjonen i det vatten som passerat marken, men sulfathalterna tyder även där på att svavel tillfördes från marken. I Gammtratten var sulfathalten i utströmningsområdet och bäcken betydligt högre än i krondroppet, även det en indikation på att marken utgjorde en svavelkälla. Organiska anjoner dominerade anjonflödet i bäcken i Gammtratten, medan det inte översteg en fjärdedel i Gårdsjön, Aneboda och Kindla.

I depositionen på öppet fält dominerades baskatjonerna av natrium i samtliga områden, möjligtvis med undantag för Gammtratten där höga kalciumhalter observerades vid något tillfälle. Natrium var för övrigt den mest framträdande baskatjonen i det vatten som passerat marken i samtliga områden, med likartade nivåer som klorid i Gårdsjön och Aneboda. Däremot var de betydligt högre än kloridhalterna i Kindla och Gammtratten, indikerande tillförsel från marken. Magnesium var den näst mest dominerande baskatjonen i Gårdsjön, medan kalcium och magnesium var på samma nivå i Aneboda och Kindla. Vätejoner utgjorde ett betydande inslag (≥0,01 mEq L⁻¹) i samtliga medier förutom i mark- och grundvattnet i utströmningsområdena i Aneboda och Gammtratten. Nivåerna låg normalt i intervallet 0,01-0,05 mEq L⁻¹ varierande beroende på vattnets ursprung.

Halterna av totalaluminium var höga (0,6-1,5 mg L⁻¹) i markvattnet i samtliga områden förutom Gammtratten, som uppvisade halter ≤0,4 mg L⁻¹ förutom i E-horisonten (ca 1 mg L⁻¹). I grundvattnet var halterna något lägre eller på samma nivå. Halterna i bäckvattnet var lägst i Gammtratten (0,22 mg L⁻¹) med högst pH (5,7) och 0,5-0,7 mg L⁻¹ i de andra områdena med lägre pH (4,3-4,6). Det oorganiska aluminiumet (Ali) utgjorde 39%, 27%, 54% och 9% av totalaluminiumet i Gårdsjön, Aneboda, Kindla respektive Gammtratten. Detta motsvarar ett haltintervall på 0,02-0,33 mg Ali L⁻¹.

Halten löst organiskt material (DOC) var betydligt högre i bäckvattnet i Aneboda (22 mg L⁻¹), än i Gårdsjön, Kindla och Gammtratten (12, 7 respektive 8 mg L⁻¹). Förutsättningarna för att komplexbinda metaller var följaktligen avsevärt bättre i Aneboda än i de övriga områdena. De höga DOC-halterna återspeglades givetvis även i halterna organiskt bundet kväve, med avsevärt

högre halter i Aneboda ($540 \mu\text{g Org-N L}^{-1}$) jämfört med de andra områdena ($<290 \mu\text{g org-N L}^{-1}$). Det organiskt bundna kvävet dominerade totalkvävet i samtliga bäckar. De oorganiska kväve- och fosforfraktionerna förekom i tämligen låga halter ($<43 \mu\text{g oorg-N L}^{-1}$, $\leq 5 \mu\text{g PO}_4\text{-P L}^{-1}$).

Inget av områdena hade särskilt höga järn- eller manganhalter i bäckvattnet ($<1,4 \text{ mg Fe L}^{-1}$, $\leq 0,06 \text{ mg Mn L}^{-1}$). Däremot uppmättes tämligen höga järnhalter i mark- och grundvattnet i utströmningsområdet i Aneboda ($1,9$ respektive $8,7 \text{ mg L}^{-1}$). Halterna av koppar, bly, zink och kadmium i bäckvattnet var normalt betydligt lägre än de lägsta halterna där negativa biologiska effekter kan förväntas ($\text{Cu} > 3 \mu\text{g L}^{-1}$, $\text{Pb} > 1 \mu\text{g L}^{-1}$, $\text{Zn} > 20 \mu\text{g L}^{-1}$ och $\text{Cd} > 0,1 \mu\text{g L}^{-1}$, NV 1999). Även totalkvicksilver och metylkvicksilver analyserades i vissa medier i Gårdsjön. I bäcken var medelhalterna ca 4 ng Hg L^{-1} respektive $0,7 \text{ ng MeHg L}^{-1}$.

Avslutningsvis kan man sammanfatta områdena som jonsvaga, med permanent sura förhållanden och med tämligen höga aluminiumhalter. Endast Gammtratten uppvisade låga halter oorganiskt aluminium, på nivåer som är tämligen ofarliga för gäländande organismer som fisk (Lydersen et al. 2002). Övriga metaller uppvisade halter i bäckvattnet under de nivåer där man anser att det föreligger risk för biologisk skada. Områdena uppvisade låga halter av oorganiska näringsämnen. Gårdsjöns närhet till havet återspeglas tydligt i kemin medan de höga halterna organiskt material påverkar vattenkvaliteten i Aneboda. Kindlas kemi förefaller präglas av vattnets snabba och ytliga transportvägar i marken, vilket är en vanlig företeelse i svensk skogsmark. Gammtratten är det minst sura området med ett medel-pH runt 5,6 och frekvent förekommande vätekarbonatalkalinitet i bäckvattnet.

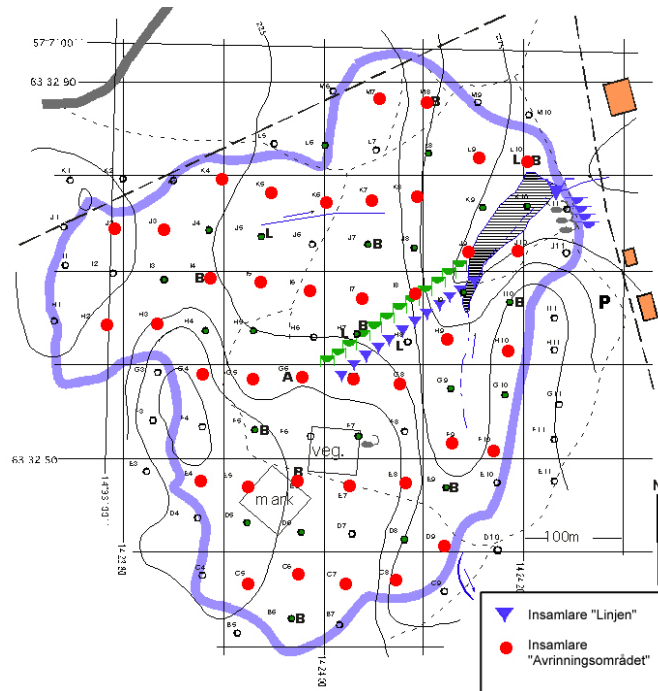
8. Nederbördssamlarnas representativitet i Aneboda

Inom den integrerade miljöövervakning sker ett omfattande arbete med insamling och bearbetning av miljödata. En av dessa parametrar är insamling och analys av krondropp. Krondroppet består av både våt och torr deposition. Trädkronorna fungerar som insamlare och filtrerar torra partiklar, gaser och aerosoler från luften (torrdeposition). Föroreningarna sköljs sedan ner av nederbörden och samlas upp i insamlare. Krondroppsvärden påverkas även av upptag i trädkronorna (kväve) och interncirkulation mellan träd och mark (främst kalium och mangan, men även kväve och svavel).

Resultaten från krondroppsmätningarna är en viktig del i den integrerade verksamheten och ingår bland annat i beräkningar av transporter av näringsflöden genom avrinningsområdet varför det är av största vikt att resultaten är representativa för nedfallet på hela avrinningsområdet. En studie utfördes därför under 2004 (Larsson, 2005) med syftet att svara på frågan om de utplacerade insamlarna ger en representativ bild av nedfallet för avrinningsområdet i Aneboda.

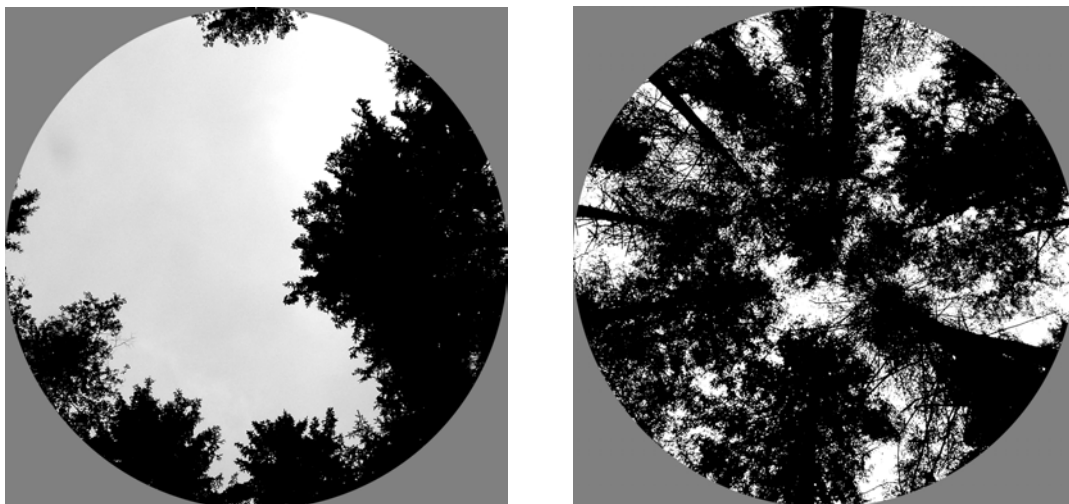
Krondroppssamlare utplaceras över hela området

I de ordinarie mätningarna är 10 krondroppssamlare systematiskt placerade med 20 m avstånd utmed en linje. Linjen är subjektivt utlagd för att representera avrinningsområdet. För att erhålla jämförande prov från hela avrinningsområdet placerades 39 krondroppssamlare systematiskt i det befintliga provytanätet, där varje provpunkt markerats med en nedgrävd aluminiumprofil. Provpunkternas läge framgår av figur 4. Provtagning har skett månadsvis under perioden november 2003 t.o.m. oktober 2004. Proverna från januari och juli 2004 analyserades ej eftersom insamlarna var överfulla vid provtagningstillfället. Från varje enskild insamlare och provtagningstillfälle bestämdes vattenvolym, konduktivitet och pH (vätejonkoncentrationen) analyserades.



Figur 5. Provtagningspunkter för krondropstudien 2004 i Aneboda.
Sampling grid for the throughfall studies at Aneboda in 2004.

Krontäckningen vid varje insamlingspunkt beräknades med hjälp av digital bildbehandling. Från varje insamlare har en bild tagits lodrät upp. Bilderna är tagna både på film och med digital teknik. Bildvinkeln är 40° vilket ger ett diagonalt utsnitt av 14 m vid 20 m höjd. För att ange krontäckningen beräknas andelen ”svarta” pixlar, vilka motsvarar trädkronor och stammar, av totala antalet pixlar inom bildutsnittet (Figur 6).



Figur 5. Exempel på bilder som använts för beräkning av krontäckning i Aneboda 2004. Provpunkterna G8 (vänster) och M8 (höger) hade 41% respektive 77% krontäckning.
Examples on photos used for estimating the tree cover at Aneboda in 2004. Sampling points G8 (left) and M8 (right) had 41% and 77% tree cover, respectively.

Små skillnader i resultaten från krondroppslinjen och avrinningsområdet

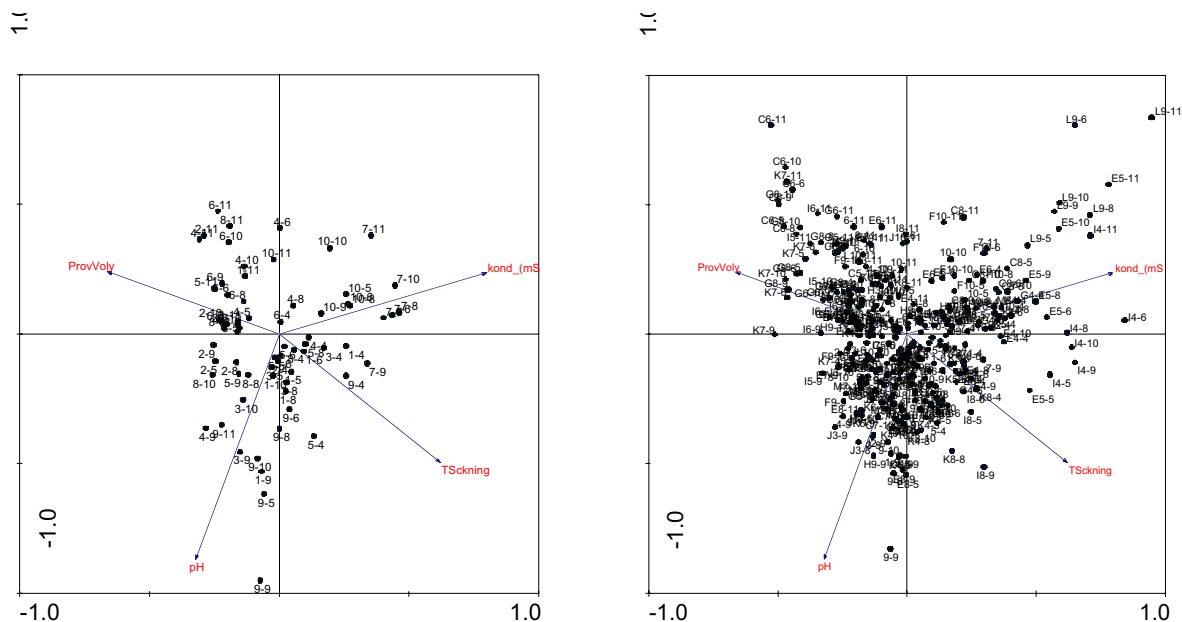
Krontäckningen beräknades till 70% både i avrinningsområdet och utmed krondroppslinjen, med en standardavvikelsen på 12% och 7% i avrinningsområdet respektive utmed linjen. Den insamlade vattenvolymen vid varje provtagningstillfälle och provpunkt varierade starkt. Vattenvolymen ger ett integrerat mått på exponeringsgrad t.ex. sluttningens höjd, lutning, geografiska riktning och krontäckning. Vattenvolymen i insamlarna var i medeltal 1126 ml i linjen och 1149 ml i avrinningsområdet vilket ger en skillnad på 2% (Tabell 4). Om skillnaden mellan linjen och avrinningsområdet vid varje provtagningstillfälle beräknades så uppgick skillnaden i medeltal till 3%.

Konduktiviteten var generellt låg i krondroppet med i medeltal 3,4 mS m⁻¹ och 2,8 mS m⁻¹ i avrinningsområdet respektive utmed linjen (Tabell 4). De låga värdena resulterar i relativt stora relativa tal när differensen anges i procent. Utgår man från medelvärdena för varje provtagningstillfälle var konduktiviteten 20% högre i avrinningsområdet än utmed linjen. Utgår man istället från medianvärdena rådde det ett omvänt förhållande med 9% högre konduktivitet utmed linjen. Skillnaden i vätejonkoncentration (H⁺), angiven som medeltal eller median, mellan avrinningsområdet och linjen var mycket liten. Precis som för konduktivitet gav avrinningsområdet en 9% högre vätejonhalten än linjen medan det omvända rådde om analysen baserades på medianvärdena. Linjen hade då 2% högre vätejonhalt. Skillnaden mellan avrinningsområdet och linjen är dock inte större än att om vätejonhalten omräknas till pH så skiljer pH-värdet mellan de båda insamlingsmetoderna med mindre än ±0,1 pH-enhet oberoende av om man baserar det på medel- eller medianvärdena (Tabell 4).

En provpunkt, L9, gav genomgående mindre vattenvolym och betydligt högre konduktivitet och vätejonkoncentration än övriga provpunkter. Tar man bort resultaten från denna ”outlier” vid utvärderingen så minskar skillnaderna mellan avrinningsområdet och linjen ytterligare både med avseende på konduktivitet och vätejonkoncentration (Tabell 4). Dessa skillnader är i samma storleksordning som analysernas mätosäkerhet. För konduktivitet är mätosäkerheten 7% och för pH 0,13 pH-enheter i de för krondroppsanalyserna relevanta mätområdena. Den angivna mätosäkerheten är baserad på summan av kända felkällor och multiplicerad med en faktor 2. Mätosäkerheten är baserat på standardprov med kända halter högst 2% för båda parametrarna

Tabell 4. Medelvärde och medianvärde av volym, konduktivitet och vätejonkoncentration (H⁺) för avrinningsområdet och linjen. Differensen(%) mellan medeltalen är beräknad som medeltal av differensen vid varje mättillfälle. Mediantalen är beräknade från samtliga mätningar från området respektive linjen.

	Volym (ml)	Kond (mS m ⁻¹)	H ⁺ (uekv L ⁻¹)	pH (beräknad från H ⁺)
A. Medel Avrinningsområdet	1149	3,4	8,4	5,1
B. Medel Linjen	1126	2,8	7,9	5,1
Differens (A-B)/A	-3%	-20%	-9%	-
Differens (exklusive L9)	-5%	-10%	1%	-
C. Median Avrinningsområdet	1125	2,2	5,6	5,3
D. Median Linjen	1170	2,4	5,5	5,3
Differens (C-D)/C	4%	9%	-2%	-



Figur 6. Ordinationsdiagram som visar hur pH, konduktivitet, vattenvolym och krontäckning arrangeras sig efter principalkomponent 1 och 2 i krondroppslinjen (vänster) och i avrinningsområdet (höger). Provbeteckningarna visar stationsnamn och insamlingsmånad. Koden 9-9 betyder samlare 9 i september.

För att ytterligare testa om det förelåg några skillnader mellan avrinningsområdet och linjen utfördes en principalkomponentanalys (PCA). Totalt användes resultat från 68 prov från linjen och 268 prover från avrinningsområdet. I PCA-analysen användes samtliga parametrar d.v.s. pH, konduktivitet, vattenvolym och krontäckning. Resultatet visar att variationen i mätdata från linjen respektive avrinningsområdet var likartad med avseende på de fyra analyserade parametrarna och att systematiska skillnader inte förelåg (Figur 6).

Krondroppslinjen var representativ, men sen kom Gudrun

Resultaten visar att det var små skillnader i resultat mellan insamlare fördelade i avrinningsområdet respektive utmed linjen med avseende på krontäckning, vattenvolymer, konduktivitet och vätejonhalt. Resultaten från krondroppslinjen i Aneboda representerar därför hela avrinningsområdet tämligen väl fram till och med 2004. Den 8-9 januari 2005 spolerades dock denna representativitet då stormen Gudrun löpte fram över södra Sverige och stormfällde huvuddelen av skogen i krondroppslinjen. Luckor uppstod även i andra delar av avrinningsområdet, men inte i samma omfattning. Skogsstyrelsen kommer under 2006 att skatta hur stor andel skog som fallit i området och vi kommer därefter att avgöra om krondroppslinjen skall flyttas eller ej.

9. Variabiliteten i markfysikaliska egenskaper i Kindlas morän

Vid sidan om skillnaden i nederbörd och evapotranspiration så påverkar markens fysikaliska egenskaper och de topografiska förhållanden dynamiken i vattnets uppträdande inom ett avrinningsområde. Markfysikaliska data behövs därför för att kunna simulera mark- och grundvattens vertikala och laterala flöden, flödesvägar och nivåvariationer med hjälp av modeller. Inom IM-områdena har vi tidigare generellt bara bestämt storleken av de markfysikaliska parametrarna på fastmark i den transekt från inströmningsläge mot avrinnande

bäck där vi också har installerat utrustning för provtagning av mark- och grundvatten och mätningar av markvattenhalter, marktemperatur och grundvattennivåer.

Frågan är hur representativa dessa förhållanden är för hela området och om det skulle vara möjligt att extrapolera värden för de markfysikaliska parametrarna till hela området vid en eventuell tillämpning av en hydrogeologisk modell för hela avrinningsområdet. Därför har en undersökning gjorts i Kindla. Volymbestämda prover har tagits i markprofiler i 23 punkter i det rutnät som området är indelat i (Figur 7). Det är 50 meter mellan noderna i nätet. Ingen hänsyn har tagits till det lokala topografiska läget. Jordtäcket är tämligen grunt inom området och i alla punkter utom i en har provtagningen avslutats i B-horisonten. Medeldjupintervallen under markytan för cylinderprovtagningarna i E- och B-horisonten är 12 – 17 cm respektive 33 – 38 cm. Markytan antas vara lika med mårskiktets övre yta och proverna i E –horisonten har tagits i den översta delen av horisonten. Proverna analyserades på porvolym, vattenhållande förmåga (vattenhalt) vid ett undertyck motsvarande 0,05 m ($pF=0,7$, nära mättade förhållanden) och 150 m ($pF=4,2$, vissningsgräns) vattenpelare, skrymdensitet samt hydraulisk konduktivitet.

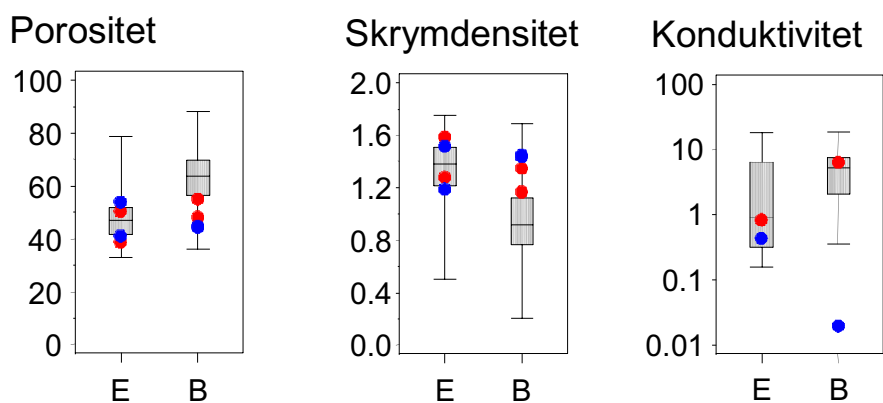


Figur 7. Provtagningspunkter vid studien av de markfysikaliska parametrarnas rumslig variabilitet (trianglar i västra delen av avrinningsområdet) utritade på jordartskartan för Kindla. Karteringsdjupet för jordartskartan är ungefär 10 cm. Transekten från inströmningsläge mot avrinnande bäck markeras av röda punkter i nordöstra delen av avrinningsområdet.

Sampling grid for the study of soil physical parameters spatial variability (triangles in the west part of the catchment) placed on the soil map at Kindla. Mapping depth for the soil map is approximately 10 cm. The soil physical transect, from recharge area towards the stream, is marked by red point in the northeast part of the catchment.

Tabell 5. Porositet, skrymdensitet, vattenhållande förmåga (vattenhalt) vid ett undertyck motsvarande 0,05 m ($pF=0,7$, nära mättade förhållanden) och 150 m ($pF=4,2$, vissningsgräns) vattenpelare samt hydraulisk konduktivitet i E- och B-horisonterna i Kindla ($n=23$). Std = standardavvikelse, CV = variationskoefficient
Porosity, bulk density, water content at a water holding capacity of 0.05 m ($pF=0.7$, almost saturated conditions) and 150 m ($pF=4.2$, wilting point) and hydraulic conductivity in the E- and B-horizons at Kindla ($n=23$). Std = standard deviation, CV = coefficient of variation

Horisont	Porositet <i>porosity</i> [vol-%]		Skrymdensitet <i>bulk density</i> [kg/dm ³]		Vattenhalt <i>Water content</i> $pF=0,7$ [vol-%]		Vattenhalt <i>Water content</i> $pF=4,2$ [vol-%]		Hydraulisk konduktivitet <i>Hydraulic conductivity</i> [cm/h]	
	E	B	E	B	E	B	E	B	E	B
90-percentil	58,0	72,6	1,61	1,31	54,0	72,6	4,77	16,80	9,47	14,29
10-percentil	38,2	49,7	1,10	0,68	42,9	42,9	1,69	3,40	0,22	0,84
Medelvärde	48,5	63,1	1,34	0,94	45,8	59,8	3,77	8,32	3,33	6,05
Std	10,3	11,2	0,28	0,31	10,6	12,9	4,94	7,30	4,72	5,26
CV (%)	21,2	17,8	20,7	33,6	23,2	21,5	131	87,7	142	86,9



Figur 8. Porositet (%), skrymdensitet (kg/dm³) och hydraulisk konduktivitet (cm/h) i E- och B-horisonterna i Kindla. Boxplottarna representerar min, undre kvartil (Q1), median, övre kvartil (Q3) och max ($n=23$). De röda och blå punkterna visar resultaten från de individuella proverna i transekten. Transektens övre del = röd, transektens nedre del = blå.
Porosity (%), bulk density (kg/dm³) and hydraulic conductivity (cm/h) in the E- and B-horizons at Kindla. The Box-plots represents min, lower quartile, median, upper quartile and max ($n=23$). The red and blue dots show the results from the individual samples at the studied transect. Transect upper part = red, transect lower part = blue.

Resultaten visar att transekten har godtagbar representativitet med undantag för den uppmätta hydrauliska konduktiviteten i den bäcknära zonen (Tabell 5 och Figur 8, blå symbol), som var betydligt lägre än vad som uppmätts i övriga områden. Proverna från E-horisonten var mer representativa än proverna från B-horisonten. De senares representativitet var något bättre i transektens övre del än i den bäcknära zonen. Vidare kan noteras att E-horisonten var betydligt tätare än B-horisonten, vilket avviker från förhållandena både i Aneboda och Gammtratten där det motsatta gäller. Orsaken till den tätare E-horisonten i Kindla beror troligtvis på hur sorteringsgraden i modermaterialet ursprungligen var, hur mineralen vittrat och graden av humusinblandning.

Test med geostatistik visade på ett mycket slumpmässigt uppträdande hos de markfysikaliska egenskaperna med en försumbar rumslig autokorrelation, dvs. proverna kan betraktas som statistiskt oberoende av varandra. Avståndet mellan provtagningspunkterna har därför mycket liten betydelse vid en statistisk utvärdering.

10. Minskad svaveldeposition ger mindre oorganiskt aluminium

Sedan år 2000 bestäms halterna organiskt och oorganiskt aluminium (Driscoll 2004) i bäckarna i IM-områdena. Även under en kort period 1996-97 bestämdes dessa aluminiumfraktioner i bäcken vid Aneboda. Från bäcken i Gårdsjön (F1) finns denna information insamlad inom ramen för olika forskningsprojekt ända sedan 1980. Även från bäcken i Aneboda finns äldre aluminium data insamlad, men här begränsas informationen till totalhalterna från perioden 1983-1995. De äldre tidsserierna från Gårdsjön och Aneboda har välvilligt ställts till IM's förfogande av Hans Hultberg, IVL respektive Olle Westling, IVL.

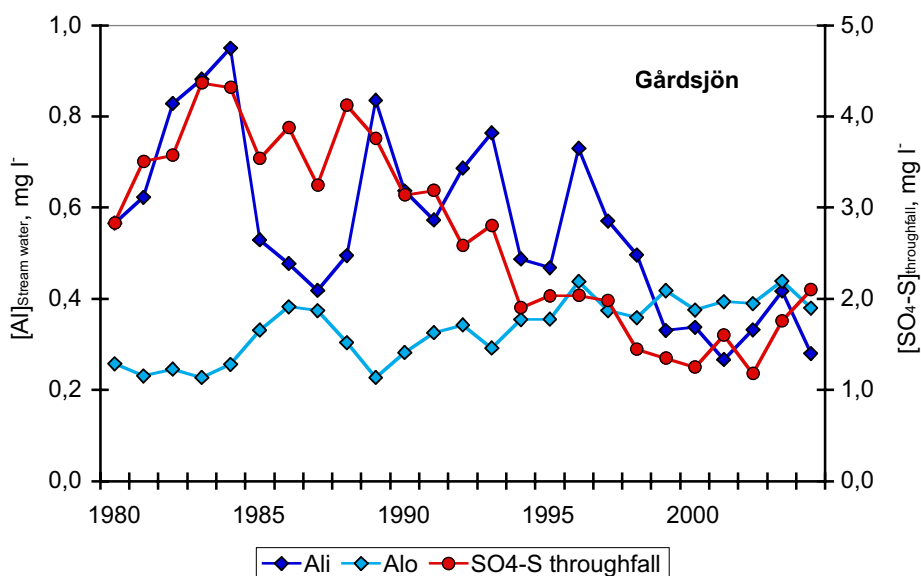
Oorganiskt aluminium (Ali) är den mest toxiska aluminiumformen för fisk och andra gäländande organismer. Aluminium tillförs ytvattnen från de omgivande markerna i avrinningsområdet och när marken försuras ökar dess mobilitet. De långa tidsserier som vi har från Gårdsjön och Aneboda kan inte visa denna försurningsprocess eftersom den påbörjades och var som mest omfattande långt tidigare. Vad tidsserierna däremot kan visa är vilka effekterna blir nu när det sura nedfallet minskar och markerna återhämtar sig. Sedan 1980 har t.ex. svaveldepositionen i Gårdsjön minskat från mer än 25 kg S/ha, år till ca 10 kg S/ha, år. Aneboda har upplevt motsvarande förbättringar om än på något lägre nivå. Dagens svaveldeposition uppgår till ca 8 kg S/ha, år.

Tidsserierna från Gårdsjön visar att halten oorganiskt aluminium minskar i bäcken i takt med att sulfathalterna minskat i nederbörden (Figur 9). Haltminskningen Ali var ca 50%, men halten organiskt bundet aluminium (Alo) ökade nästan i motsvarande grad vilket innebar att totalhalten aluminium (Al-Tot) endast minskade med ca 5%. Under perioden ökade pH i bäckvattnet från ca 4,1 till 4,2 medan halten löst organiskt material ökade från ca 9,5 till 11,5 mg DOC/l. Sulfathalten i bäckvattnet minskade från ca 0,28 till 0,15 meq/l sedan början på 1990-talet. Även det årliga flödet av Ali minskade i bäcken med ca 50%, men eftersom flödet av Alo ökade så blir den totala effekten en minskning transport med endast ca 5% (Figur 10). Det är dock intressant att notera att aluminiumflödet sju av de senaste tio åren legat under medelutlakningen på 5 kg Al/ha, år. Det är följaktligen möjligt att utflödet av aluminium från marken kan ha börjat minska, något som är viktigt att följa upp de närmaste åren.

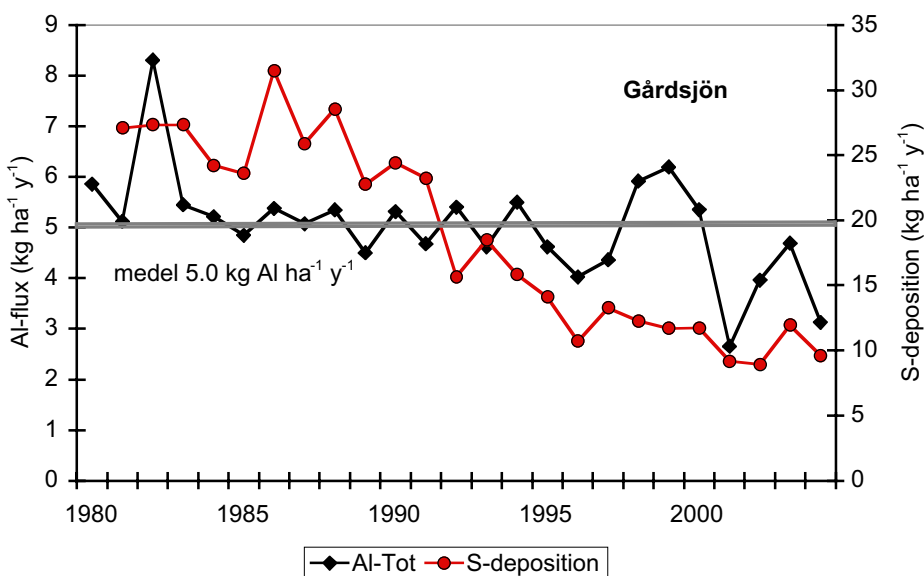
Tidsserierna från Aneboda visar ingen tydlig trend för halterna totalaluminium eller oorganiskt aluminium (figur 11). De senare är på en tämligen hög nivå, i medeltal 0,14 mg Al_i L⁻¹, med tanke på den höga humushalten. pH har sedan 1996/97 ökat från ca 4,4 till 4,5 medan medelhalten organiskt material varit i stort sett oförändrad, ca 22 mg TOC/l. Sulfathalten i bäckvattnet är den faktor som mest påtagligt förändrats genom att minska från ca 0,20 till ca 0,15 meq/l.

De långa tidsserierna från både Gårdsjön och Aneboda visar följaktligen att den minskade svaveldepositionen ännu så länge inte påverkat halten och flödet av totalaluminium i bäckarna i särskilt hög grad. Den minskade deposition har dock påtagligt minskat halterna och flödena av det oorganiska aluminiumet, vilket är mycket positivt med tanke på dess toxicitet. Denna minskning har skett trots marginella förändringar i pH och halter organiskt material i bäckvattnet, vilket indikerar att minskningen är en effekt av förbättrat surhetstillstånd i marken snarare än i bäcken.

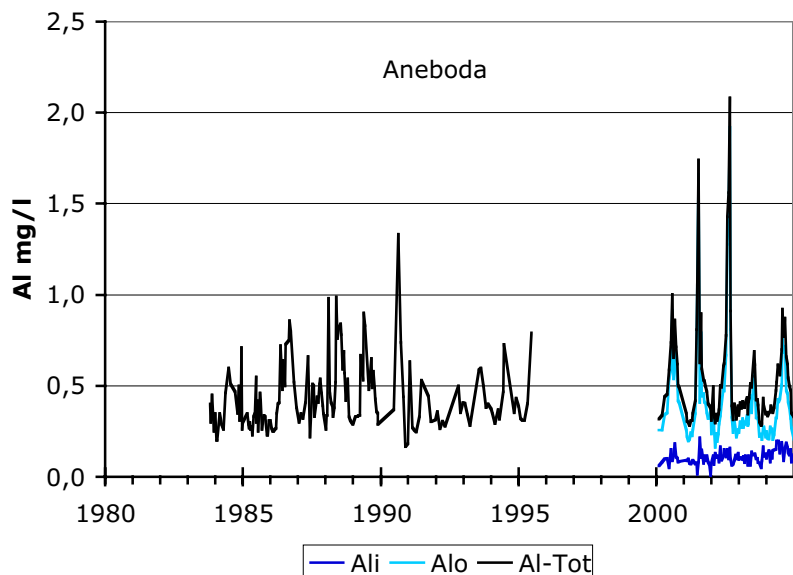
Denna förbättring bör fortsatt följas och beaktas t.ex. Skogsstyrelsen vid deras bedömning av behovet av åtgärder mot markförsurning.



Figur 9. Årliga medelhalter av oorganiskt (Ali) och organiskt (Alo) aluminium i bäckvatten och sulfatsvavel (SO₄-S) i kronndropp vid Gårdsjön under perioden 1980-2004.
Average annual concentrations of inorganic (Ali) and organic (Alo) aluminium in run off, at Gårdsjön during the period 1980-2004.



Figur 10. Årliga flöden av totalaluminium (Al-Tot) i bäcken och svavelnedfall via kronndropp (S-deposition) vid Gårdsjön under perioden 1980-2004.
Annual fluxes of total aluminium (Al-Tot) in run off and sulphur deposition (S-deposition) via throughfall at Gårdsjön during the period 1980-2004.



Figur 11. Koncentrationer av oorganiskt aluminium (Ali), organiskt aluminium (Alo) och totalaluminium (Al-Tot) i bäckvatten i Aneboda under perioden 1983-2004.
Concentrations of inorganic (Ali), organic (Alo) and total aluminium (Al-Tot) in run off at Aneboda during the period 1983-2004.

Referenser

- Bishop, K. 1991. *Episodic increase in stream acidity, catchment flow pathways and hydrograph separation*. Ph. D. Thesis, Cambridge University, 241 pp.
- Driscoll, C.T. 1984. *A procedure for the fractionation of aqueous aluminium in dilute acidic water*. Internat. J. Anal. Chem. 16:267-283.
- EDC, 1993. *Manual for integrated monitoring. Program phase 1993-1996*. National Board of Waters and the Environment, Helsingfors.
- Kvarnäs, H. 2000. *The Q model, a simple conceptual model for runoff simulations in catchment areas*. Dep. of Environ. Assess., SLU, Report 2000:15.
- Larson, P-E. 2005.
- Lydersen, E., S. Löfgren & T. Arnessen. 2002. *Chemical and biological effects of reacidification of limed water bodies – a state of the art review on metals*. Crit. Rev. Environ. Sci. Technol. 32(2-3):73-295.
- Löfgren, S (Ed.). 1999. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark – IM. Årsrapport 1997*. Naturvårdsverket rapport 5030. English summary.
- Löfgren, S (Ed.). 2000. *Miljötillståndet i skogsmark - integrerad övervakning*. Naturvårdsverket rapport 5071. English summary.
- Löfgren, S (Ed.). 2001. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark – IM. Årsrapport 1999*. Inst. f. miljöanalys, SLU rapport 2001:10. English summary.
- SYKE 1998. *Manual for integrated monitoring*. IM Program Centre, Helsingfors.
www.vyh.fi/eng/intcoop/projects/icp_im/manual/index.htm

Appendix

Halter

I Tabellbilagan redovisas medel- och medianvärden för halter av olika ämnen i deposition på öppet fält (Bulk deposition), krondropp (Throughfall), markvatten (Soil water), grundvatten (Groundwater) och bäckvatten (Stream water) i Gårdsjön, Aneboda och Kindla under 2004. Mark- och grundvatten insamlas både i inströmningsområden (Recharge area) och utströmningsområden (Discharge area). Statistisk spridning redovisas som CV (Coefficient of Variation) och n_T visar antalet mättillfällen under året. Antalet analyser överstiger n_T i markvattnet eftersom 6-9 lysimetrar analyseras vid varje mättillfälle och på varje provtagningsnivå (n_o = totala antalet observationer).

Halterna återfinns enligt följande indelning:

Appendix 1:	Halter i luft: SO ₂ , NO ₂ , NH ₃ , O ₃
Appendix 2:	Allmänt: pH, konduktivitet, kisel
Appendix 3:	Kväve: Tot-N, Org-N, NO ₃ -N, NH ₄ -N Fosfor: Tot-P, Res-P, PO ₄ -P Organiskt material: DOC, Abs f 420 nm
Appendix 4:	Jonbalans – Gårdsjön
Appendix 5:	Jonbalans – Aneboda
Appendix 6:	Jonbalans – Kindla
Appendix 7:	Jonbalans – Gammtratten
Appendix 8:	Metaller: Al, Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Cd
Appendix 9:	Metaller: Hg, Metyl-Hg, Cr, Ni, Co, V, As, B

Transporter

Transporter i deposition på öppet fält, krondropp, förnafall (Litterfall) och bäckvatten har beräknats utifrån halter och uppmätta och/eller modellerade vattenflöden i Gårdsjön, Aneboda och Kindla. Förnafallet i inkluderar alla fraktioner.

Transporterna återfinns enligt följande indelning:

Appendix 10:	Näringsämnen: N, P, C
Appendix 11:	Jonflöden: Anjoner och katjoner
Appendix 12:	Metallflöden: Al, Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Cd

Biologiska mätningar

Appendix 13:	Nedbrytning av förna (Standardrespiration)
Appendix 14:	Epifytiska lavar på grenar
Appendix 15:	Epifytiska alger på barr och lavar på grenar
Appendix 16:	Biodiversitet i undervegetationen på intensivtor
Appendix 17:	Kemisk sammansättning på barr och förnafall
Appendix 18:	Biomassa och bioelement i träd

Klimat och hydrologi

Appendix 19:	Lufttemperatur och nederbörd
Appendix 20:	Vattenbalanser
Appendix 21:	Viktiga observationer

Appendix (English)

Concentrations

In the appendix, mean and median values on concentrations of different elements and substances are reported for bulk deposition at opened field, throughfall, soil water, groundwater and stream water in Gårdsjön, Aneboda and Kindla during 2004. Soil water and groundwater were collected both in recharge and discharge areas. Statistical variations are reported as Coefficient of Variation (CV) and n_T shows the number of samplings occasions during the year. In soil water, the numbers of analyses are much larger than n_T , since 6-9 lysimeters are sampled at each sampling occasion and at each sampling depth (n_o = total number of obs.).

The concentrations are found in the following order:

Appendix 1:	Concentrations in air: SO ₂ , NO ₂ , NH ₃ , O ₃
Appendix 2:	General: pH, conductivity, Si
Appendix 3:	Nitrogen: Tot-N, Org-N, NO ₃ -N, NH ₄ -N Phosphorus: Tot-P, Res-P, PO ₄ -P Organic matter: DOC, Abs f 420 nm
Appendix 4:	Ion balances – Gårdsjön
Appendix 5:	Ion balances – Aneboda
Appendix 6:	Ion balances – Kindla
Appendix 7:	Ion balances – Gammtratten
Appendix 8:	Metals: Al, Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Cd
Appendix 9:	Metals: Hg, Metyl-Hg, Cr, Ni, Co, V, As, B

Fluxes

The fluxes in deposition on open field, throughfall, litterfall and stream water have been calculated from measured concentrations and measured and/or simulated water discharge values in Gårdsjön, Aneboda and Kindla. Litterfall fluxes include all fractions.

The fluxes are found in the following order:

Appendix 10:	Nutrients: N, P, C
Appendix 11:	Ions: Anions and cations
Appendix 12:	Metals: Al, Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Cd

Biological measurements

Appendix 13:	Decomposition in field (litter bags), standardised litter
Appendix 14:	Epiphytic lichens on twigs
Appendix 15:	Epiphytic algae on needles and lichens on twigs of spruce
Appendix 16:	Biodiversity in understorey vegetation: intensity plots
Appendix 17:	Chemistry of spruce needles and needles in litterfall
Appendix 18:	Biomass and bioelements in trees

Meteorology and hydrology

Appendix 19:	Air temperature and precipitation
Appendix 20:	Water balances
Appendix 21:	Important observations

	Unit	Year	Gårdsjön			Aneboda			Kindla			Gammtratten					
			Mean	Median	CV	Mean	Median	CV	Mean	Median	CV	Mean	Median	CV			
Sulphur dioxide, SO ₂ *	µg S m ⁻³	1996	0,78	0,59	62%	12	0,87	0,65	82%	12	0,34	0,23	71%	12	-	-	-
		1997	0,41	0,38	50%	12	0,40	0,36	65%	12	0,22	0,16	73%	12	-	-	-
		1998	0,44	0,41	44%	12	0,40	0,35	65%	12	0,21	0,15	75%	11	-	-	-
		1999	0,43	0,40	38%	12	0,33	0,31	40%	12	0,22	0,19	46%	12	0,26	0,17	98%
		2000	0,34	0,36	27%	12	0,31	0,31	37%	12	0,23	0,20	48%	12	0,20	0,17	54%
		2001	0,38	0,35	39%	12	0,34	0,29	47%	12	0,26	0,21	47%	12	0,37	0,26	82%
		2002	0,34	0,31	32%	12	0,27	0,24	34%	12	0,21	0,19	34%	12	0,21	0,21	36%
		2003	0,38	0,36	43%	12	0,35	0,29	42%	12	0,26	0,23	43%	12	0,24	0,22	47%
		2004	0,46	0,33	68%	12	0,38	0,35	45%	12	0,28	0,24	47%	12	0,29	0,26	46%
		Average, SO ₂		0,44	0,39			0,41	0,35			0,25	0,20			0,26	0,22
Nitrogen dioxide, NO ₂ *	µg N m ⁻³	1996	1,29	1,05	44%	12	0,71	0,56	51%	12	0,42	0,38	45%	12	-	-	-
		1997	1,33	1,08	58%	12	0,91	0,72	80%	12	0,50	0,31	74%	12	-	-	-
		1998	1,28	0,94	56%	12	0,81	0,59	66%	12	0,47	0,39	61%	12	-	-	-
		1999	1,26	1,00	47%	12	0,70	0,56	64%	12	0,46	0,44	57%	12	0,19	0,17	59%
		2000	1,11	0,95	43%	12	0,69	0,50	68%	12	0,36	0,30	57%	12	0,15	0,13	52%
		2001	1,07	1,10	44%	12	0,60	0,64	50%	12	0,36	0,36	49%	12	0,15	0,11	67%
		2002	1,39	1,17	54%	12	0,57	0,45	75%	12	0,34	0,29	65%	12	0,15	0,15	55%
		2003	1,05	0,80	48%	12	0,66	0,56	60%	12	0,35	0,28	60%	12	0,19	0,16	53%
		2004	1,00	0,89	45%	12	0,57	0,49	54%	12	0,37	0,33	56%	12	0,14	0,14	46%
		Average, NO ₂		1,20	1,00			0,69	0,56			0,40	0,34			0,16	0,14

*Gas concentrations at ambient air temperature

OBS. During January - March 2003, data from Gårdsjön were collected from the nearby station Hensbacka

	Unit	Year	Gårdsjön		
			Mean	Median	CV
Ozone, O ₃ *	µg O ₃ m ⁻³	2002	52	54	26%
		2003	49	49	28%
		2004	48	46	21%
		Average, O ₃	50	50	

pH	Gårdsjön						Aneboda						Kindla						Gammtratten					
	Mean	Median	CV	n _o	n _r	n _T	Mean	Median	CV	n _o	n _r	n _T	Mean	Median	CV	n _o	n _r	n _T	Mean	Median	CV	n _o	n _r	n _T
	Bulk deposition	4,83	4,79	6%	12	12	12	4,79	4,73	6%	12	12	12	4,83	4,87	4%	12	12	12	4,88	4,88	4%	12	12
Throughfall	4,71	4,70	4%	12	12	12	5,11	5,09	6%	12	12	12	4,88	4,90	5%	12	12	12	5,01	5,03	6%	12	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	4,65	4,67	2%	5	5	5	4,65	-	-	1	1	1	4,32	4,38	8%	17	3	3	4,30	4,26	7%	18	4	4
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	4,72	4,7	2%	5	5	5	4,75	4,7	5%	21	3	3	4,60	4,75	7%	16	3	3	5,04	5,11	9%	25	4	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm	4,72	4,73	1%	5	5	5	5,20	5,22	4%	11	3	3	4,67	4,59	7%	17	3	3	5,54	5,56	7%	12	4	4
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	4,79	4,76	2%	4	4	4	4,72	4,7	3%	4	4	4	4,57	4,60	2%	4	4	4	5,73	5,73	3%	4	4	4
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	4,59	4,51	6%	4	4	4	5,38	5,38	3%	4	4	4	4,99	5,07	12%	4	4	4	5,20	5,20	0%	4	4	4
Stream water	4,33	4,34	1%	22	22	22	4,48	4,50	2%	24	24	24	4,62	4,60	2%	24	24	24	5,69	5,72	6%	23	23	23

Cond ₂₅ (mS m ⁻¹)	Gårdsjön						Aneboda						Kindla						Gammtratten					
	Mean	Median	CV	n _o	n _r	n _T	Mean	Median	CV	n _o	n _r	n _T	Mean	Median	CV	n _o	n _r	n _T	Mean	Median	CV	n _o	n _r	n _T
	Bulk deposition	2,1	2,0	36%	12	12	12	1,9	1,8	41%	12	12	12	1,3	1,2	35%	12	12	12	1,0	0,8	47%	12	12
Throughfall	6,7	6,3	31%	12	12	12	2,6	2,5	34%	12	12	12	2,9	2,5	40%	12	12	12	1,1	0,8	54%	12	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	8,0	7,5	25%	5	5	5	11,7	-	-	1	1	1	5,4	3,5	100%	17	3	3	3,0	2,8	24%	18	4	4
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	8,4	8,5	17%	5	5	5	7,2	4,0	85%	21	3	3	3,5	3,1	36%	16	3	3	1,4	0,9	72%	25	4	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm	6,7	6,7	10%	5	5	5	6,1	5,7	24%	11	3	3	3,0	2,9	23%	17	3	3	1,5	1,6	16%	12	4	4
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	7,5	7,5	14%	4	4	4	7,5	6,7	26%	4	4	4	3,4	3,5	10%	4	4	4	2,0	2,0	17%	4	4	4
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	8,3	8,2	5%	4	4	4	6,1	6,1	10%	4	4	4	3,3	3,3	11%	4	4	4	1,5	1,6	10%	4	4	4
Stream water	8,7	8,7	9%	22	22	22	5,7	5,6	9%	24	24	24	3,0	3,1	6%	24	24	24	1,7	1,6	11%	23	23	23

Si (mg l ⁻¹)	Gårdsjön						Aneboda						Kindla						Gammtratten						
	Mean	Median	CV	n _o	n _r	n _T	Mean	Median	CV	n _o	n _r	n _T	Mean	Median	CV	n _o	n _r	n _T	Mean	Median	CV	n _o	n _r	n _T	
	Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	3,9	3,7	16%	3	3	3	-	-	-	-	-	-	3,0	3,3	18%	15	3	3	2,5	2,0	56%	11	4	4	
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	3,3	3,3	5%	3	3	3	2,5	2,5	32%	14	3	3	3,1	3,1	10%	12	3	3	1,9	1,8	29%	22	4	4	
Soil water, discharge area, 30-50 cm	3,4	3,3	12%	4	4	4	5,0	5,1	19%	10	3	3	3,0	3,4	29%	12	3	3	3,0	3,0	24%	11	4	4	
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	2,5	2,4	8%	3	3	3	2,9	2,6	30%	4	4	4	2,9	2,6	32%	4	4	4	4,1	4,6	53%	4	4	4	
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	3,4	3,2	20%	4	4	4	6,0	6,5	21%	4	4	4	4,2	3,9	20%	4	4	4	6,2	6,1	22%	4	4	4	
Stream water	3,2	3,3	13%	15	19	19	3,6	3,8	19%	24	24	24	2,5	2,7	24%	24	24	24	2,8	3,0	29%	23	23	23	

		Gårdsjön*					Aneboda					Kindla					Gammtratten				
		Mean	Median	CV	n _o	n _r	Mean	Median	CV	n _o	n _r	Mean	Median	CV	n _o	n _r	Mean	Median	CV	n _o	n _r
Bulk deposition	Tot-N µg/l	847	736	35%	12	12	844	723	45%	12	12	614	545	65%	12	12	409	345	59%	12	12
Throughfall		1681	1661	44%	12	12	849	646	66%	12	12	931	668	65%	12	12	317	243	59%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		561	371	71%	3	3	-	-	-	-	-	265	202	44%	15	3	524	470	37%	4	2
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		222	224	6%	4	4	470	422	56%	14	3	212	167	63%	13	3	176	98	104%	19	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		697	788	38%	5	5	400	269	66%	10	3	311	261	42%	12	3	257	232	70%	11	4
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		238	207	38%	4	4	227	224	7%	4	4	459	500	29%	4	4	311	317	29%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,-1,1 m		419	409	13%	4	4	2159	1383	84%	4	4	543	550	33%	4	4	681	579	37%	4	4
Stream water	336	342	19%	22	22	586	573	32%	24	24	270	241	45%	24	24	219	184	55%	23	23	
Bulk deposition	Org-N µg/l	47	48	161%	12	12	99	97	93%	12	12	69	68	113%	12	12	90	73	85%	12	12
Throughfall		457	441	43%	12	12	347	324	46%	12	12	366	343	45%	12	12	131	101	108%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		305	295	17%	3	3	-	-	-	-	-	246	194	42%	15	3	506	454	37%	4	2
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		206	204	3%	4	4	302	329	59%	15	3	196	158	64%	13	3	175	95	108%	17	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		250	262	18%	5	5	371	249	71%	10	3	254	243	52%	13	3	247	223	72%	11	4
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		194	168	45%	4	4	212	213	7%	4	4	410	438	26%	4	4	237	250	34%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,-1,1 m		293	293	29%	2	2	1717	928	106%	4	4	494	496	32%	4	4	633	536	35%	4	4
Stream water	292	282	22%	22	22	543	543	35%	24	24	252	223	48%	24	24	203	174	58%	23	23	
Bulk deposition	NO ₃ -N µg/l	407	423	32%	12	12	404	355	51%	12	12	289	255	60%	12	12	181	129	56%	12	12
Throughfall		858	717	51%	12	12	350	207	133%	12	12	424	369	100%	12	12	126	107	75%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		118	0	210%	5	5	-	-	-	-	-	4	3	65%	14	3	7	6	61%	10	4
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		1	0	192%	5	5	2	2	31%	14	3	5	4	72%	12	3	5	4	78%	22	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		432	509	57%	5	5	5	4	63%	10	3	3	3	62%	12	3	5	4	58%	11	4
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		39	31	98%	4	4	5	4	65%	4	4	7	7	72%	4	4	35	34	24%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,-1,1 m		61	48	62%	4	4	13	14	78%	4	4	21	16	82%	4	4	21	8	1%	4	4
Stream water	14	19	114%	22	22	22	13	102%	24	24	7	6	77%	24	24	7	6	80%	23	23	
Bulk deposition	NH ₄ -N µg/l	394	336	50%	12	12	341	272	71%	12	12	256	174	93%	12	12	138	80	92%	12	12
Throughfall		367	356	61%	12	12	152	58	121%	12	12	141	83	115%	12	12	60	64	64%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		67	45	105%	4	4	635	-	-	1	1	24	13	128%	16	3	20	16	42%	16	4
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		1	1	45%	4	4	233	84	133%	20	3	19	13	91%	16	3	13	5	130%	22	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		19	19	43%	4	4	27	27	56%	11	3	41	18	104%	17	3	11	10	59%	12	4
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		10	10	0%	2	2	10	10	25%	4	4	42	12	153%	4	4	46	39	49%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,-1,1 m		17	17	0%	1	1	430	439	6%	4	4	27	28	39%	4	4	27	25	47%	4	4
Stream water	18	13	55%	19	19	21	19	37%	24	24	11	11	50%	24	24	9	8	46%	23	23	
Bulk deposition	Tot-P µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		8,0	8,0	88%	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		3,3	3,0	17%	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		3,0	3,0	67%	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		3,0	3,0	94%	2	2	7	7	23%	4	4	14	14	57%	4	4	324	134	148%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,-1,1 m		5,0	5,0	57%	2	2	319	227	84%	4	4	71	62	68%	4	4	406	433	79%	4	4
Stream water	4,3	4,0	40%	13	13	9	8	53%	24	24	5	5	34%	24	24	6	5	39%	23	23	
Bulk deposition	PO ₄ -P µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	4	4	20%	4	4	6	6	44%	4	4	5	5	29%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,-1,1 m		-	-	-	-	-	35	35	27%	4	4	8	8	49%	4	4	4	4	37%	4	4
Stream water	-	-	-	-	-	5	4	40%	24	24	4	4	28%	24	24	4	4	23%	23	23	
Bulk deposition	DOC mg/l	0,8	0,8	37%	12	12	1,2	1,2	52%	12	12	1,0	1,0	33%	12	12	1,1	1,0	37%	11	12
Throughfall		11,9	11,1	35%	12	12	11,2	10,9	46%	12	12	16,1	15,2	56%	12	12	3,1	1,9	101%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		11,0	10,6	11%	5	5	-	-	-	-	-	9,8	5,6	85%	16	3	32,0	29,0	30%	12	4
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		6,8	7,5	24%	5	5	6,0	5,8	35%	18	3	6,3	3,4	115%	16	3	6,4	2,9	131%	25	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		8,8	8,7	27%	5	5	12,0	5,7	97%	10	3	10,5	9,2	47%	16	3	9,6	8,4	84%	12	4
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		4,0	3,9	10%	4	4	2,4	2,0	36%	4	4	4,2	4,3	21%	4	4	3,9	3,7	33%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,-1,1 m		14,2	13,6	24%	4	4	34,0	33,0	27%	4	4	12,0	12,4	22%	4	4	2,0	2,0	26%	4	4
Stream water	12,0	11,6	24%	22	22	21,7	19,9	41%	24	24	7,4	6,6	30%	24	24	7,9	6,8	55%	23	23	
Bulk deposition	Abs f 420 nm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,062	0,064	9%	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,028	0,030	21%	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,052	0,054	42%	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		0,022	0,020	32%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1,-1,1 m		0,148	0,138	32%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water	0,129	0,117	33%	22	22	0,500	0,430	60%	24	24	0,098	0,080	39%	24	24	0,159	0,161	50%	23	23	

* Beräknat som Abs f 420 nm = Färg (mg Pt/L)/500

Gårdsjön	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n _o	n _r		Mean	Median	CV	n _o	n _r
Bulk deposition	SO ₄ ²⁻ mEq/l	0,030	0,029	35%	12	12	Ca ²⁺ mEq/l	0,008	0,006	87%	12	12
Throughfall		0,086	0,075	34%	12	12		0,054	0,045	36%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,150	0,153	27%	5	5		0,024	0,023	28%	5	5
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,197	0,195	8%	5	5		0,038	0,037	14%	5	5
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,168	0,158	16%	5	5		0,020	0,020	20%	5	5
Groundwater, recharge area, F1:4		0,164	0,170	16%	4	4		0,034	0,030	52%	4	4
Groundwater, discharge area, F1:5		0,164	0,166	31%	4	4		0,093	0,078	72%	4	4
Stream water		0,153	0,153	23%	22	22		0,039	0,039	14%	22	22
Bulk deposition		Cl ⁻ mEq/l	0,053	0,050	71%	12		12	Mg ²⁺ mEq/l	0,012	0,011	61%
Throughfall	0,289		0,277	45%	12	12	0,074	0,071		41%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm	0,299		0,240	40%	5	5	0,076	0,068		35%	5	5
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm	0,307		0,330	26%	5	5	0,080	0,078		13%	5	5
Soil water L2, discharge area, 20 cm	0,275		0,276	19%	5	5	0,063	0,059		23%	5	5
Groundwater, recharge area, F1:4	0,353		0,344	30%	4	4	0,081	0,078		20%	4	4
Groundwater, discharge area, F1:5	0,347		0,324	18%	4	4	0,099	0,099		18%	4	4
Stream water	0,367		0,352	18%	22	22	0,088	0,080		15%	22	22
Bulk deposition	NO ₃ ⁻ mEq/l		0,029	0,030	32%	12	12	Na ⁺ mEq/l		0,050	0,047	62%
Throughfall		0,061	0,051	51%	12	12	0,262		0,244	43%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,008	0,000	210%	5	5	0,237		0,218	31%	5	5
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,001	0,000	192%	5	5	0,272		0,262	13%	5	5
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,031	0,036	57%	5	5	0,356		0,349	7%	5	5
Groundwater, recharge area, F1:4		0,003	0,002	98%	4	4	0,426		0,429	12%	4	4
Groundwater, discharge area, F1:5		0,003	0,003	62%	4	4	0,375		0,382	8%	4	4
Stream water		0,003	0,001	114%	22	22	0,390		0,391	7%	22	22
Bulk deposition		Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-		K ⁺ mEq/l	0,002	0,001	108%
Throughfall	-		-	-	-	-	0,059	0,053		41%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm	-		-	-	-	-	0,021	0,021		33%	5	5
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm	-		-	-	-	-	0,021	0,020		17%	5	5
Soil water L2, discharge area, 20 cm	-		-	-	-	-	0,010	0,010		29%	5	5
Groundwater, recharge area, F1:4	-		-	-	-	-	0,012	0,012		20%	4	4
Groundwater, discharge area, F1:5	-		-	-	-	-	0,010	0,010		39%	4	4
Stream water	-		-	-	-	-	0,012	0,013		27%	22	22
Bulk deposition	RCOO ⁻ mEq/l		0,004	0,004				NH ₄ ⁺ mEq/l		0,028	0,024	50%
Throughfall		0,062	0,058				0,026		0,025	61%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,056	0,055				0,005		0,003	105%	4	4
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,036	0,039				0,001		0,001	45%	4	4
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,046	0,046				0,001		0,001	43%	4	4
Groundwater, recharge area, F1:4		0,022	0,021				0,001		0,001	0%	2	2
Groundwater, discharge area, F1:5		0,072	0,067				0,001		0,001	0%	1	1
Stream water		0,057	0,055				0,001		0,001	55%	19	19
Bulk deposition		ANC mEq/l	-0,040	-0,044					H ⁺ mEq/l	0,015	0,016	
Throughfall	0,013		0,010				0,019	0,020				
Soil water L1, recharge area, 20 cm	-0,099		-0,063				0,022	0,021				
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm	-0,094		-0,128				0,019	0,020				
Soil water L2, discharge area, 20 cm	-0,025		-0,032				0,019	0,019				
Groundwater, recharge area, F1:4	0,033		0,033				0,016	0,017				
Groundwater, discharge area, F1:5	0,063		0,076				0,026	0,031				
Stream water	0,006		0,017				0,047	0,046				

Aneboda	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n _o	n _r	Mean	Median	CV	n _o	n _r	
Bulk deposition	SO ₄ ²⁻ mEq/l	0,023	0,024	41%	12	12	Ca2+ mEq/l	0,006	0,006	65%	12	12
Throughfall		0,034	0,035	41%	12	12		0,029	0,026	48%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,518	-	-	1	1		0,031	-	-	1	1
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,315	0,165	96%	20	3		0,033	0,027	94%	19	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,128	0,113	67%	10	3		0,075	0,072	31%	11	3
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,302	0,264	28%	4	4		0,097	0,098	7%	4	4
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,019	0,018	37%	4	4		0,152	0,152	3%	4	4
Stream water		0,144	0,137	43%	24	24		0,088	0,086	12%	24	24
Bulk deposition		Cl- mEq/l	0,031	0,020	101%	12		12	Mg2+ mEq/l	0,009	0,007	83%
Throughfall	0,073		0,053	86%	12	12	0,021	0,020		45%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	0,485		-	-	1	1	0,114	-		-	1	1
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	0,294		0,156	101%	20	3	0,059	0,038		77%	19	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm	0,326		0,278	32%	10	3	0,080	0,076		15%	11	3
Groundwater, recharge area, 3,2 m	0,272		0,234	45%	4	4	0,090	0,081		28%	4	4
Groundwater, discharge area, 0,99 m	0,232		0,242	14%	4	4	0,124	0,124		5%	4	4
Stream water	0,165		0,166	13%	24	24	0,081	0,075		18%	24	24
Bulk deposition	NO ₃ - mEq/l		0,029	0,025	51%	12	12	Na+ mEq/l		0,032	0,026	94%
Throughfall		0,025	0,015	133%	12	12	0,057		0,043	82%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	0,574		-	-	1	1
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,000	0,000	31%	14	3	0,276		0,113	111%	19	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,000	0,000	63%	10	3	0,310		0,287	31%	11	3
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,000	0,000	65%	4	4	0,324		0,277	35%	4	4
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,001	0,001	78%	4	4	0,231		0,229	3%	4	4
Stream water		0,002	0,001	102%	24	24	0,213		0,213	7%	24	24
Bulk deposition		Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-		K ⁺ mEq/l	0,002	0,002	67%
Throughfall	-		-	-	-	-	0,060	0,057		42%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	-		-	-	-	-	0,006	-		-	1	1
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	-0,150		-0,089	104%	17	3	0,012	0,006		114%	19	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm	-0,016		0,001	252%	10	3	0,004	0,003		74%	11	3
Groundwater, recharge area, 3,2 m	-0,046		-0,030	95%	4	4	0,014	0,014		13%	4	4
Groundwater, discharge area, 0,99 m	0,104		0,113	27%	4	4	0,013	0,013		11%	4	4
Stream water	-0,086		-0,081	-31%	24	24	0,009	0,011		52%	24	24
Bulk deposition	RCOO mEq/l		0,006	0,006				NH ₄ + mEq/l		0,024	0,019	71%
Throughfall		0,068	0,066				0,011		0,004	121%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-				0,045		-	-	1	1
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,032	0,030				0,017		0,006	133%	20	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,076	0,036				0,002		0,002	56%	11	3
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,012	0,010				0,001		0,001	25%	4	4
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,233	0,226				0,031		0,031	6%	4	4
Stream water		0,106	0,098				0,002		0,001	37%	24	24
Bulk deposition		ANC mEq/l	-0,034	-0,028					H+ mEq/l	0,016	0,019	
Throughfall	0,035		0,043				0,008	0,008				
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	-		-				0,022	-				
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	-0,229		-0,137				0,018	0,019				
Soil water, discharge area, 30-50 cm	0,015		0,047				0,006	0,006				
Groundwater, recharge area, 3,2 m	-0,049		-0,028				0,019	0,020				
Groundwater, discharge area, 0,99 m	0,268		0,257				0,004	0,004				
Stream water	0,080		0,081				0,033	0,032				

Kindla	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n _o	n _r		Mean	Median	CV	n _o	n _r
Bulk deposition	SO ₄ ²⁻ mEq/l	0,020	0,016	54%	12	12	Ca2+ mEq/l	0,004	0,003	92%	12	12
Throughfall		0,043	0,041	71%	12	12		0,039	0,030	65%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,132	0,120	50%	16	3		0,009	0,009	18%	17	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,121	0,119	18%	16	3		0,010	0,010	46%	16	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,122	0,119	77%	17	3		0,024	0,021	30%	17	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,130	0,124	15%	4	4		0,025	0,013	104%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,105	0,115	22%	4	4		0,065	0,065	44%	4	4
Stream water		0,102	0,098	23%	24	24		0,027	0,028	11%	24	24
Bulk deposition	Cl ⁻ mEq/l	0,014	0,012	59%	12	12	Mg2+ mEq/l	0,004	0,004	39%	12	12
Throughfall		0,055	0,038	66%	12	12		0,023	0,015	70%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,085	0,075	62%	16	3		0,015	0,014	30%	17	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,071	0,074	31%	16	3		0,015	0,015	20%	16	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,062	0,060	25%	17	3		0,020	0,020	23%	17	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,058	0,061	16%	4	4		0,016	0,016	15%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,050	0,048	24%	4	4		0,043	0,042	32%	4	4
Stream water		0,055	0,055	12%	24	24		0,024	0,023	13%	24	24
Bulk deposition	NO ₃ ⁻ mEq/l	0,021	0,018	60%	12	12	Na+ mEq/l	0,015	0,014	59%	12	12
Throughfall		0,030	0,026	100%	12	12		0,045	0,041	48%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,000	0,000	62%	15	3		0,101	0,095	18%	17	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,000	0,000	72%	12	3		0,097	0,096	12%	16	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,000	0,000	62%	12	3		0,094	0,093	7%	17	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,000	0,000	72%	4	4		0,108	0,113	13%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,002	0,001	82%	4	4		0,161	0,142	44%	4	4
Stream water		0,001	0,000	77%	24	24		0,094	0,094	4%	24	24
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-	K ⁺ mEq/l	0,002	0,001	74%	12	12
Throughfall		-	-	-	-	-		0,059	0,064	41%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-0,101	-0,082	44%	14	3		0,004	0,003	67%	17	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,090	-0,068	68%	16	3		0,004	0,003	73%	16	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-0,052	-0,061	59%	15	3		0,003	0,002	51%	17	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		-0,080	-0,080	10%	4	4		0,007	0,007	17%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		-0,011	-0,022	599%	4	4		0,009	0,009	49%	4	4
Stream water		-0,054	-0,054	-17%	24	24		0,002	0,002	50%	24	24
Bulk deposition	RCOO ⁻ mEq/l	0,005	0,006				NH ₄ ⁺ mEq/l	0,018	0,012	93%	12	12
Throughfall		0,090	0,085					0,010	0,006	115%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,046	0,027					0,002	0,001	119%	17	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,032	0,018					0,001	0,001	91%	16	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,054	0,046					0,003	0,001	104%	17	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,021	0,021					0,003	0,001	153%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,070	0,074					0,002	0,002	39%	4	4
Stream water		0,038	0,033					0,001	0,001	50%	24	24
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,030	-0,024				H ⁺ mEq/l	0,015	0,013			
Throughfall		0,038	0,045					0,013	0,013			
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-0,088	-0,074					0,048	0,042			
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,066	-0,069					0,025	0,018			
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-0,043	-0,043					0,021	0,026			
Groundwater, recharge area, 2,4 m		-0,032	-0,036					0,027	0,025			
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,121	0,094					0,010	0,009			
Stream water		-0,011	-0,007					0,024	0,025			

Gammtratten	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n _o	n _r		Mean	Median	CV	n _o	n _r
Bulk deposition	SO ₄ ²⁻ mEq/l	0,015	0,010	79%	12	12	Ca ²⁺ mEq/l	0,050	0,004	98%	12	12
Throughfall		0,015	0,011	88%	12	12		0,008	0,004	95%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,018	0,017	30%	11	4		0,030	0,029	61%	11	4
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,031	0,029	25%	25	4		0,013	0,011	47%	25	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,031	0,037	53%	12	4		0,048	0,050	33%	12	4
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,043	0,042	5%	4	4		0,079	0,076	19%	4	4
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,044	0,044	7%	4	4		0,041	0,043	10%	4	4
Stream water		0,044	0,042	23%	23	23		0,060	0,060	17%	23	23
Bulk deposition		Cl ⁻ mEq/l	0,007	0,006	59%	12		12	Mg ²⁺ mEq/l	0,003	0,003	22%
Throughfall	0,010		0,010	50%	12	12	0,006	0,004		81%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	0,013		0,015	43%	11	4	0,012	0,007		82%	11	4
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	0,020		0,015	89%	25	4	0,008	0,008		60%	25	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm	0,015		0,015	19%	12	4	0,020	0,021		27%	12	4
Groundwater, recharge area, 1,1 m	0,026		0,026	18%	4	4	0,022	0,022		15%	4	4
Groundwater, discharge area, 3,2 m	0,027		0,027	29%	4	4	0,011	0,011		11%	4	4
Stream water	0,020		0,021	10%	23	23	0,025	0,023		16%	23	23
Bulk deposition	NO ₃ ⁻ mEq/l		0,013	0,009	56%	12	12	Na ⁺ mEq/l		0,008	0,006	62%
Throughfall		0,009	0,008	75%	12	12	0,010		0,010	62%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,001	0,000	61%	10	4	0,034		0,034	50%	11	4
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,000	0,000	78%	22	4	0,027		0,028	38%	25	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,000	0,000	58%	11	4	0,062		0,064	11%	12	4
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,002	0,002	24%	4	4	0,076		0,076	9%	4	4
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,002	0,001	134%	4	4	0,074		0,073	16%	4	4
Stream water		0,001	0,000	80%	23	23	0,063		0,060	13%	23	23
Bulk deposition		Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-		K ⁺ mEq/l	0,002	0,001	57%
Throughfall	-		-	-	-	-	0,011	0,008		71%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	-0,156		-0,158	27%	5	2	0,015	0,015		86%	11	4
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	-0,012		-0,002	397%	18	4	0,010	0,007		64%	25	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm	0,049		0,059	87%	9	4	0,002	0,001		69%	12	4
Groundwater, recharge area, 1,1 m	0,053		0,045	36%	4	4	0,011	0,011		21%	4	4
Groundwater, discharge area, 3,2 m	0,026		0,029	81%	4	4	0,007	0,007		12%	4	4
Stream water	0,028		0,023	101%	23	23	0,004	0,004		44%	23	23
Bulk deposition	RCOO ⁻ mEq/l		0,006	0,006				NH ₄ ⁺ mEq/l		0,010	0,006	92%
Throughfall		0,018	0,011				0,004		0,005	64%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,150	0,135				0,001		0,001	42%	16	4
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,038	0,018				0,001		0,000	130%	22	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,071	0,062				0,001		0,001	59%	12	4
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,031	0,029				0,003		0,003	49%	4	4
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,012	0,013				0,002		0,002	47%	4	4
Stream water		0,062	0,054				0,001		0,001	46%	23	23
Bulk deposition		ANC mEq/l	0,028	-0,011					H ⁺ mEq/l	0,013	0,013	
Throughfall	0,001		-0,003				0,010	0,009				
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	0,060		0,053				0,050	0,055				
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	0,007		0,010				0,009	0,008				
Soil water, discharge area, 30-50 cm	0,086		0,084				0,003	0,003				
Groundwater, recharge area, 1,1 m	0,117		0,115				0,002	0,002				
Groundwater, discharge area, 3,2 m	0,060		0,062				0,006	0,006				
Stream water	0,087		0,084				0,002	0,002				

		Gårdsjön					Aneboåda					Kindla					Gammtratten				
		Mean	Median	CV	n _o	n _r	Mean	Median	CV	n _o	n _r	Mean	Median	CV	n _o	n _r	Mean	Median	CV	n _o	n _r
		Bulk deposition	Al mg/l (Acid sol.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,13	1,05	22%	15	3	1,13	1,01	39%	10	4	
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	-	-	-	-	-	1,40	1,06	95%	10	3	1,00	0,98	21%	16	3	0,27	0,12	144%	20	4	
Soil water, discharge area, 30-50 cm	-	-	-	-	-	0,68	0,56	51%	10	3	0,79	0,77	23%	16	3	0,24	0,22	82%	12	4	
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	-	-	-	-	-	0,97	0,84	38%	4	4	0,92	0,90	8%	4	4	0,06	0,07	69%	4	4	
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	-	-	-	-	-	1,28	1,32	30%	4	4	0,47	0,45	37%	4	4	0,14	0,18	67%	4	4	
Stream water	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Bulk deposition	Al tot mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	1,41	1,31	17%	5	5	-	-	-	-	-	0,98	0,98	7%	2	1	0,96	0,84	18%	3	3	
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	1,48	1,43	11%	4	4	1,22	0,78	102%	11	3	0,93	0,93	18%	2	1	0,14	0,05	184%	8	4	
Soil water, discharge area, 30-50 cm	1,02	0,97	22%	4	4	0,58	0,58	51%	9	3	0,94	0,94	7%	2	1	0,35	0,26	45%	7	4	
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	0,51	0,50	14%	4	4	0,50	-	-	1	1	0,76	0,76	10%	2	2	-	-	-	-	-	
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	0,67	0,74	22%	4	4	1,62	-	-	1	1	0,63	0,63	16%	2	2	-	-	-	-	-	
Stream water	0,71	0,66	23%	21	21	0,52	0,49	34%	24	24	0,61	0,61	12%	24	24	0,22	0,21	48%	23	23	
Bulk deposition	Al org mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	0,77	0,72	16,0	3	3	-	-	-	-	-	0,35	0,35	7%	2	1	0,75	0,76	15%	3	3	
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	0,54	0,55	16,0	4	4	0,12	0,10	59%	11	3	0,22	0,28	37%	2	1	0,04	0,02	126%	8	4	
Soil water, discharge area, 30-50 cm	0,46	0,46	21,0	3	3	0,27	0,17	78%	9	3	0,49	0,49	21%	2	1	0,29	0,22	45%	7	4	
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	0,20	0,17	30,0	3	3	0,04	-	-	1	1	0,12	0,12	19%	2	2	-	-	-	-	-	
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	0,47	0,47	18%	2	2	1,50	-	-	1	1	0,37	0,37	14%	2	2	-	-	-	-	-	
Stream water	0,38	0,40	32%	16	16	0,38	0,32	43%	24	24	0,28	0,25	32%	24	24	0,20	0,19	48%	23	23	
Bulk deposition	Al inorg mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	0,77	0,81	15,0	3	3	-	-	-	-	-	0,63	0,63	7%	2	1	0,21	0,25	60%	3	3	
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	0,95	0,88	27,0	4	4	1,10	0,70	109%	11	3	0,72	0,72	12%	2	1	0,10	0,03	204%	8	4	
Soil water, discharge area, 30-50 cm	0,46	0,40	50,0	3	3	0,31	0,21	93%	9	3	0,45	0,45	38%	2	1	0,06	0,04	84%	7	4	
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	0,33	0,35	15,0	3	3	0,46	-	-	1	1	0,65	0,65	15%	2	2	-	-	-	-	-	
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	0,55	0,55	58%	2	2	0,12	-	-	1	1	0,26	0,26	59%	2	2	-	-	-	-	-	
Stream water	0,28	0,27	48%	15	15	0,14	0,15	25%	24	24	0,33	0,34	15%	24	24	0,02	0,01	101%	23	23	
Bulk deposition	Fe mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	0,08	0,09	21,0	5	5	-	-	-	-	-	0,08	0,04	147%	15	3	0,30	0,31	36%	10	4	
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	0,06	0,06	22%	4	4	0,03	0,02	115%	10	3	0,08	0,03	108%	16	3	0,05	0,02	189%	20	4	
Soil water, discharge area, 30-50 cm	0,11	0,11	36,0	4	4	1,89	0,21	130%	10	3	0,53	0,32	153%	16	3	2,27	2,95	73%	12	4	
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	0,10	0,04	129%	4	4	0,02	0,02	29,3	4	4	0,03	0,03	36%	4	4	0,03	0,03	75%	4	4	
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	0,85	0,67	75%	4	4	8,75	8,62	18%	4	4	0,50	0,46	66%	4	4	0,03	0,04	73%	4	4	
Stream water	0,53	0,45	42%	21	21	1,34	0,94	76%	24	24	0,42	0,32	72%	24	24	0,33	0,29	34%	23	23	
Bulk deposition	Mn mg/l	0,001	0,001	54%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	0,026	0,026	88%	2	2	-	-	-	-	-	0,01	0,01	26%	15	3	0,05	0,00	165%	10	4	
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	0,021	0,021	73%	2	2	0,19	0,04	180%	10	3	0,01	0,01	46%	16	3	0,02	0,01	167%	20	4	
Soil water, discharge area, 30-50 cm	0,019	0,019	67,0	2	2	0,04	0,04	54%	10	3	0,02	0,02	49%	16	3	0,01	0,01	45%	12	4	
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	0,021	0,016	74%	4	4	0,13	0,13	35,1	4	4	0,01	0,01	13%	4	4	0,01	0,01	69%	4	4	
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	0,015	0,010	57%	3	3	0,08	0,08	15%	4	4	0,01	0,01	21%	4	4	0,01	0,01	67%	4	4	
Stream water	0,053	0,022	116%	10	10	0,05	0,05	21%	24	24	0,04	0,04	16%	24	24	0,01	0,01	46%	23	23	
Bulk deposition	Cu µg/l	0,6	0,5	50%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Soil water, discharge area, 30-50 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Stream water	-	-	-	-	-	0,53	0,49	33%	24	24	0,16	0,15	28%	24	24	0,26	0,25	35%	23	23	
Bulk deposition	Pb µg/l	1,0	0,930	41%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Soil water, discharge area, 30-50 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Stream water	-	-	-	-	-	1,03	0,83	62%	24	24	0,42	0,39	35%	24	24	0,17	0,16	46%	23	23	
Bulk deposition	Zn µg/l	5	4	41%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Soil water, discharge area, 30-50 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Stream water	-	-	-	-	-	3,18	3,10	19%	24	24	6,34	6,40	15%	24	24	1,79	1,70	38%	23	23	
Bulk deposition	Cd µg/l	0,036	0,032	66%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Soil water, discharge area, 30-50 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Stream water	-	-	-	-	-	0,04	0,04	29%	24	2											

Gårdsjön	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)						
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Org-N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	DOC
Bulk deposition	3,9	4,2	0,4	9,0	-	-	10
Throughfall	2,4	5,4	3,4	11,8	-	-	91
Litterfall				55,6		2,07	2773
Stream water	0,1	0,2	1,3	1,6	-	0,020	57

Aneboda	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)						
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Org-N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	TOC
Bulk deposition	3,1	4,0	1,3	8,6	-	-	15
Throughfall	0,7	1,7	2,5	5,0	-	-	72
Litterfall				30,3		2,50	1473
Stream water	0,08	0,07	2,1	2,3	0,016	0,031	83

Kindla	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)						
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Org-N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	TOC
Bulk deposition	1,7	2,2	0,8	4,9	-	-	10
Throughfall	0,6	1,9	2,2	4,8	-	-	104
Litterfall				12,9		0,77	776
Stream water	0,04	0,04	1,0	1,1	0,013	0,021	29

Gammtratten	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)						
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Org-N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	TOC
Bulk deposition	1,0	1,2	0,6	2,8	-	-	8
Throughfall	0,4	0,6	1,0	2,1	-	-	20
Litterfall				8,2		0,88	506
Stream water	0,04	0,02	1,0	1,0	0,013	0,025	39

Gårdsjön	Anion fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)						
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	R ₂ CO ₃ ⁻	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	32	64	30	0	4	131	-43
Throughfall	60	221	39	0	45	366	13
Litterfall	24						
Stream water	73	174	1,3	0	25	273	3

Gårdsjön	Cation fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)							
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	H ⁺	Sum(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	8	15	60	2	28	20	131	0
Throughfall	39	54	197	43	17	15	366	0
Litterfall	147	43	5	20				
Stream water	19	42	185	6	1	23	275	2

Aneboda	Anion fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)						
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	R ₂ CO ₃ ⁻	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	24	38	29	0	14	104	-30
Throughfall	19	47	12	0	37	115	26
Litterfall	17						
Stream water	55	56	0,5	0	40	151	30

Aneboda	Cation fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)							
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	H ⁺	Sum(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	7	11	40	2	22	22	104	0
Throughfall	18	13	37	38	5	5	115	0
Litterfall	124	26	2	14				
Stream water	32	29	77	4	0,6	15	156	5

Kindla	Anion fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)						
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	R ₂ CO ₃ ⁻	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	16	13	16	0	3	48	-23
Throughfall	21	33	14	0	39	107	27
Litterfall	7						
Stream water	42	23	0,3	0	15	80	-6

Kindla	Cation fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)							
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	H ⁺	Sum(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	3	4	13	2	12	14	48	0
Throughfall	20	11	27	37	4	8	107	0
Litterfall	43	11	1	6				
Stream water	10	10	38	1	0,3	11	71	-9

Gammtratten	Anion fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)						
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	R ₂ CO ₃ ⁻	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	11	4	8	0	4	27	-12
Throughfall	7	5	4	0	10	26	2
Litterfall	5						
Stream water	13	7	0,1	3	27	50	31

Gammtratten	Cation fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)							
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	H ⁺	Sum(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	4	2	4	1	7	9	27	0
Throughfall	3	3	5	7	3	5	26	0
Litterfall	46	9	0	6				
Stream water	22	9	20	2	0,3	2	54	3

Gårdsjön	Metal fluxes (mg m ⁻² y ⁻¹)								
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	165			151	249	2,8	-	-	-
Stream water	335	178	135	251	25	-	-	-	-

Aneboda	Metal fluxes (mg m ⁻² y ⁻¹)								
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	66			43	471	1,7	-	-	-
Stream water	191	141	51	444	19	0,2	0,4	1,2	0,01

Kindla	Metal fluxes (mg m ⁻² y ⁻¹)								
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	67			26	175	1,8	-	-	-
Stream water	254	116	138	146	18	0,1	0,2	2,6	0,03

Gammtratten	Metal fluxes (mg m ⁻² y ⁻¹)								
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	13			23	136	0,3	-	-	-
Stream water	106	96	10	136	5	0,1	0,1	0,8	0,01

Gårdsjön	Metal fluxes (mg m ⁻² y ⁻¹)						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition	-	-	162	342	15	705	102
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	49,0	0,37	-	-	-	-	-
Stream water	2,1	0,31	-	-	-	-	-

Decomposition in field (litter bags), standardized litter

Sampling place Sampling date Incubation period	Gårdsjön*			Aneboda			Kindla**			Gammtraätten		
	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr
Decomposition ratio 1997 (weight loss in % of original weight)	Mean median n _b	32,8 57,1 18	69,7 72,6 15	34,0 58,0 19	58,0 73,0 18	73,0 75,3 18	26,9 48,0 18	69,3 71,1 18	69,3 71,1 18	-	-	-
Sampling date	981007											
Decomposition ratio 1998 (weight loss in % of original weight)	Mean median n _b	40,6 41,5 18	65,2 68,9 18	38,7 37,8 19	64,8 70,8 17	77,0 77,3 17	36,4 37,1 18	59,5 60,4 18	75,3 75,0 18	-	-	-
Sampling date	981005											
Decomposition ratio 1999 (weight loss in % of original weight)	Mean median n _b	35,6 34,4 18	65,3 67,3 19	30,7 30,7 17	60,0 59,5 17	65,3 64,9 16	30,1 29,0 16	61,5 60,6 16	69,8 73,0 15	-	-	-
Sampling date	991019											
Decomposition ratio 2000 (weight loss in % of original weight)	Mean median n _b	33,4 32,8 18	61,7 61,0 18	72,5 73,6 17	38,1 37,0 18	61,8 62,3 17	67,4 66,3 17	30,2 29,7 16	51,7 54,5 18	71,5 74,3 18	25,1 25,0 18	-
Sampling date	001011											
Decomposition ratio 2001 (weight loss in % of original weight)	Mean median n _b	34,6 32,9 18	61,6 62,2 18	76,7 77,3 18	36,2 35,8 18	62,2 60,1 17	66,3 64,8 16	33,3 32,6 18	63,3 66,5 18	74,0 75,7 18	46,2 31,1 18	-
Sampling date	011103											
Decomposition ratio 2002 (weight loss in % of original weight)	Mean median n _b	32,5 31,1 18	65,7 67,0 18	70,8 71,7 17	30,5 30,0 18	67,4 71,1 18	70,7 71,7 17	27,2 26,7 18	57,7 59,0 18	74,2 74,6 17	55,8 33,2 18	60,1 56,4 18
Sampling date	021029											
Decomposition ratio 2003 (weight loss in % of original weight)	Mean median n _b	25,8 25,5 18	55,3 54,5 18	68,8 70,6 16	30,1 28,5 18	53,6 54,2 18	65,0 66,4 14	29,9 29,8 18	57,4 58,7 18	73,4 73,1 18	24,5 24,4 18	58,0 59,8 18
Sampling date	031030											
Decomposition ratio 2004 (weight loss in % of original weight)	Mean median n _b	37,5 34,0 17	60,8 62,8 17	65,9 68,1 14	41,7 40,7 18	66,2 67,6 17	62,8 65,0 17	28,4 29,2 18	56,1 59,4 18	69,5 72,1 18	24,4 23,5 17	42,4 43,1 18
Sampling date	041116											

Epiphytic lichens on tree trunks

Gårdsjön 1996	1996						2001					
	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees
n:o of lichen species total					30	20					33	20
n:o of lichens per tree: birch		7,0						12,0				1
n:o of lichens per tree: Norway spruce		5,7	6,0	24		7		6,6	7,0	15		7
n:o of lichens per tree: Scots pine		7,9	9,0	31		11		7,9	8,0	12		11
n:o of lichens per tree: oak		9,0				1		9,0				1
n:o of lichens per tree: all tree species		7,2	6,5	32		20		7,7	8,0	20		20
point freq. dominant 1, %	Lepr inc	17,8				18	Lepr inc	16,3				19
point freq. dominant 2, %	Hypo phy	11,1				19	Hypo phy	7,7				20
point freq. dominant 3, %	Clad con	10,2				12	Clad con	5,2				9
sensitivity index per tree: birch		2,4			7	1		1,7			12	1
sensitivity index per tree: Norway spruce		1,8	1,5	53	17	7		1,9	1,6	49	17	7
sensitivity index per tree: Scots pine		2,2	2,2	31	21	11		2,4	2,6	34	27	11
sensitivity index per tree: oak		2,4			9	1		0,2			9	1
sensitivity index per tree: all tree species		2,1	1,9	37	30	20		2,1	1,8	45	46	20

Aneboda	1997						2002					
	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees
number of lichen species total					29	20					21	20
n:o of lichens per tree: Norway spruce		8,8	9,0	43		19		6,9	7,0	39		19
n:o of lichens per tree: Scots pine		13,0				1		8,0				1
n:o of lichens per tree: all tree species		9,1	10,0	42		20		7,0	7,0	38		20
point freq. dominant 1, %	Leca abi	40,7				18	Leca abi	21,5				18
point freq. dominant 2, %	Lepr inc	38,4				20	Lepr inc	21,0				20
point freq. dominant 3, %	Hyp phy	6,8				16	Hyp phy	6,2				16
sensitivity index per tree: Norway spruce		3,9	3,9	40	29	19		4,0	3,8	40	8	19
sensitivity index per tree: Scots pine		1,1			13	1		1,2			4	1
sensitivity index per tree: all tree species		3,8	3,9	44	29	20		3,8	3,7	43	8	20

Kindla	1998						2004					
	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees
n:o of lichen species total					31	20					39	20
n:o of lichens per tree: birch		10,2	11,0	26		5		10,8	11,0	12,0		5
n:o of lichens per tree: Norway spruce		8,2	8,0	32		13		6,8	7,0	30,0		13
n:o of lichens per tree: Scots pine		9,0				2		9,0		16		2
n:o of lichens per tree: all tree species		8,8	9,0	31		20		8,0	8,5	31,0		20
point freq. dominant 1, %	Hypo phy	26,1				20	Hypo phy	47				20
point freq. dominant 2, %	Lepr inc	22,6				20	Lepr inc	42				20
point freq. dominant 3, %	Plat gla	6,2				10	Plat gla	6				8
sensitivity index per tree: birch		2,0	2,2	30	25	5		2,1	2,2	14	7	5
sensitivity index per tree: Norway spruce		1,6	1,5	12	20	13		1,6	1,6	16	6	13
sensitivity index per tree: Scots pine		1,5			13	2		1,5			4	2
sensitivity index per tree: all tree species		2,0	2,2	30	31	20		2	2	19	9	20

Gammtratten	2000					
	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees
n:o of lichen species total/tree individuals total					44	20
n:o of lichens per tree: birch		11,0				1
n:o of lichens per tree: Norway spruce		11,4	12,0	20		8
n:o of lichens per tree: Scots pine		10,4	10,0	27		9
n:o of lichens per tree: Populus tremula		9,0				1
n:o of lichens per tree: Salix caprea		14,0				1
n:o of lichens per tree: all tree species		11,0	11,0	23		20
point freq. dominant 1, %	Hypo phy	11,8				15
point freq. dominant 2, %	Parm amb	10,2				14
point freq. dominant 3, %	Bryo fus	6,6				14
sensitivity index per tree sp.: birch		3,1	3,1		11	1
sensitivity index per tree sp.: Norway spruce		3,7	4,3	42	12	8
sensitivity index per tree sp.: Scots pine		4,1	3,9	27	10	9
sensitivity index per tree sp.: Populus tremula		0,0	0,0		9	1
sensitivity index per tree sp.: Salix caprea		7,3	7,3		14	1
sensitivity index all tree species		3,9	3,9	44	21	20

Comments
 Data collected from four circular plots with five trees each. On each tree trunk is one sample plot 40x40 cm with 400 points on which hits of lichens are observed giving point frequency. On the trunk between 50 and 200 cm above ground all species, besides those on the plot, are noted as to presence.

n:o of lichen species total = on and outside sample plots on all trees
 n:o of lichens per tree = mean number of lichen species on and outside the sample plot per tree individual
 sensitivity index per tree sp. = mean of all individuals of the resp. tree species; only lichens present on sample plots and having indicator values are included
 n lich. = number of lichen species involved in the calculation
 n trees = number of tree individuals on which observations were performed

Figures in grey are uncertain and will be recalculated to the 2005 annual report.

Algae on needles and lichens on twigs of spruce

	1988		1999		2000		2001		2002		2003		2004					
	mean	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n			
Gårdsjön																		
Algae																		
thickness on needles	1.7	1.7	19	20	-	-	2.4	2.3	17	6	6	2.2	n/a	16	6			
age youngest needles with algae	3.2	3.0	48	20	-	-	2.1	2.0	7	6	2.3	13	6	2.9	n/a	5	6	
n.o whorls with >50% needles	5.5	5.9	38	20	-	-	1.1	1.0	82	6	1.5	0.9	108	6	3.2	n/a	18	6
n.o whorls with >50% needles	10.7	10.2	26	20	-	-	9.9	10.5	15	6	9.6	9.7	13	6	7.7	n/a	6	6
Lichens																		
amount on branch	1.7	2.0	29	20	-	-	1.0	1.0	0	6	1.0	1.0	0	6	1.1	n/a	12	6
age youngest twig with lichen	4.8	4.5	47	20	-	-	4.7	4.7	13	6	5.3	5.2	18	6	4.1	n/a	22	6
* Few trees left due to partial destruction of sample site in 1999; replacement trees not attainable.																		

	1988		1999		2000		2001		2002		2003		2004												
	mean	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n										
Aneboda																									
Algae																									
thickness on needles	1.9	2.0	14	20	1.9	2.0	13	20	2.0	2.0	6	20	1.2	n/a	26	20	1.3	n/a	23	20					
age youngest needles with algae	2.2	2.2	11	20	2.0	2.0	3	20	2.1	2.0	7	20	2.7	2.3	20	20	2.4	n/a	11	20					
n.o whorls with >50% needles	2.1	2.3	51	20	2.8	2.7	29	20	3.5	3.0	37	20	1.0	74	20	2.5	n/a	30	20	2.3	n/a	41	20		
n.o whorls with >50% needles	8.0	8.0	17	20	6.7	6.9	19	20	6.4	6.5	21	20	7.7	7.7	13	20	6.2	n/a	11	20	5.6	n/a	12	20	
Lichens																									
amount on branch	1.6	1.7	29	20	1.7	1.7	32	20	1.8	2.0	23	20	1.8	2.0	20	20	1.6	n/a	28	20	1.5	n/a	31	20	
age youngest twig with lichen	3.7	3.7	24	20	3.7	3.7	19	20	4.4	4.7	19	20	5.8	5.7	15	20	5.1	n/a	25	20	4.5	n/a	26.0	20	

	1988		1999		2000		2001		2002		2003		2004												
	mean	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n										
Kindia																									
Algae																									
thickness on needles	1.9	2.0	40	20	2.0	2.0	27	20	2.1	2.0	17	20	2.0	2.0	9	20	2.2	n/a	9	20	1.8	n/a	16	20	
age youngest needles with algae	4.1	3.7	29	20	3.5	3.3	28	20	3.2	3.0	20	20	3.3	3.2	18	20	3.5	n/a	24	20	3.4	n/a	10	20	
n.o whorls with >50% needles	1.7	1.5	41	20	1.9	1.9	42	20	1.6	1.7	51	20	1.6	1.5	46	20	1.1	n/a	62	20	2.2	n/a	29	20	
n.o whorls with >50% needles	9.0	9.2	14	20	9.0	9.0	14	20	8.5	8.5	11	20	8.5	8.9	16	20	8.6	n/a	10	20	6.9	n/a	13	20	
Lichens																									
amount on branch	1.7	1.7	17	20	1.8	1.7	15	20	1.3	1.3	27	20	1.0	1.0	9	20	1.1	n/a	23	20	1.1	n/a	17	20	
age youngest twig with lichen	5.4	4.9	29	20	5.8	5.3	23	20	6.2	5.9	22	20	6.7	6.5	18	20	7.5	n/a	20	20	8.5	n/a	18.0	20	

	1988		1999		2000		2001		2002		2003		2004													
	mean	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n											
Gammitratten																										
Algae																										
thickness on needles	-	-	-	-	-	-	0.1	0.0	334	20	0.0	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
age youngest needles with algae	-	-	-	-	-	-	0.5	0.0	312	20	0.0	0.0	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
n.o whorls with >50% needles	-	-	-	-	-	-	1.1	1.2	56	20	1.9	1.7	59	20	2.3	n/a	72	20	2.33	n/a	45	20	4.95	n/a	26	20
n.o whorls with >50% needles	-	-	-	-	-	-	11.7	11.8	13	20	8.8	8.9	16	20	9.8	n/a	18	20	5.9	n/a	32.0	20	3.16	n/a	38	20
Lichens																										
amount on branch	-	-	-	-	-	-	2.6	3.0	22	20	2.7	3.0	15	20	1.8	n/a	17	20	2.64	n/a	17	20	2.6	n/a	15	20
age youngest twig with lichen	-	-	-	-	-	-	4.8	4.5	10	20	3.4	3.3	16	20	5.8	n/a	17	20	3.8	n/a	23.0	20	4.2	n/a	20	20

Comments
 Observations on 3 branches each of 20 young spruces standing in openings.
 n = number of trees observed
 age youngest needles/twig is expressed in years
 thickness (on that part of the branch which has the thickest cover) = scale: 1-thin, small patches, 2-between 1 and 3, 3-thick, #covering the needles
 amount (on whole branch) = scale: 1-few, sparse, 2-between 1 and 3, 3-abundant, almost as much cover as needles

Understorey vegetation: intensive plot

2004							
Gårdsjön New	species	list	mean %	median	CV%	%/index	n spec.
n:o of species total							43
cover field layer			6,8	3,5	101		7
cover bottom layer			59	59	44		36
cover dominant 1	Dicranum majus	M2	36,9	25	83		
cover dominant 2	Pleurozium schreberi	M2	5,8	2	156		
cover dominant 3	Plagiothecium undulatum	M2	3,9	1	110		
plot frequency dominant 1	Dicranum majus	M2					31
plot frequency dominant 2	Pleurozium schreberi	M2					29
plot frequency dominant 3	Vaccinium myrtillus	B4					24
species diversity index (H')							2,7
Equitability (J)							0,50
Ellenberg N index (N)							n/a**
Ellenberg pH index (R)							2,6

2004							
Aneboda 1	species	list	mean %	median	CV%	%/index	n spec.
n:o of species total							23
cover field layer			1,2	1	149		1
cover bottom layer			93	96	7		22
cover dominant 1	Dicranum majus	M2	57,5	62,5	50		
cover dominant 2	Pleurozium schreberi	M2	19,2	12	116		
cover dominant 3	Hylocomnium splendens	M2	10,2	3	210		
plot frequency dominant 1	Dicranum majus	M2					32
plot frequency dominant 2	Pleurozium schreberi	M2					31
plot frequency dominant 3	Deschampsia flexuosa	B4					20
species diversity index (H')							1,8
Equitability (J)							0,40
Ellenberg N index (N)							n/a**
Ellenberg pH index (R)							3,0

2004							
Kindla 1	species	list	mean %	median	CV%	%/index	n spec.
n:o of species total							28
cover field layer			3,0	2	131		6
cover bottom layer			85	95	28		22
cover dominant 1	Dicranum majus	M2	64,5	80	52		
cover dominant 2	Sphagnum capillifolium	M2	7,0	0	255		
cover dominant 3	Pleurozium schreberi	M2	4,6	2	400		
plot frequency dominant 1	Dicranum majus	M2					32
plot frequency dominant 2	Pleurozium schreberi	M2					29
plot frequency dominant 3	Deschampsia flexuosa	B4					16
species diversity index (H')							1,7
Equitability (J)							0,34
Ellenberg N index (N)							n/a**
Ellenberg pH index (R)							2,8

2004							
Gammtratten 1	species	list	mean %	median	CV%	%/index	n spec.
n:o of species total							35
cover field layer			24	24	42		13
cover bottom layer			74	77	23		22
cover dominant 1	Pleurozium schreberi	M2	35,1	27,5	78		
cover dominant 2	Vaccinium myrtillus	B4	15,0	15,5	45		
cover dominant 3	Hylocomnium splendens	M2	13,5	8	152		
plot frequency dominant 1	Vaccinium myrtillus	B4					32
plot frequency dominant 2	Pleurozium schreberi	M2					32
plot frequency dominant 3	Deschampsia flexuosa	B4					31
species diversity index (H')							2,8
Equitability (J)							0,54
Ellenberg N index (N)							1,3
Ellenberg pH index (R)							2,4

Comments

Observations on intensive plot 40x40 m with 32 subplots 0,5x0,5 m distributed by stratified random sampling. list = Nordic Council of Ministers Code Centre: B4--vascular plants, M2--mosses, L2--lichens.

*Indices calculated with all sub-plots summed to one plot. Species diversity index: Shannon-Wiener $H' = -\sum(p_i \times \log_2 p_i)$, where p_i = proportional cover for species i . N- and R-indices based on Ellenberg indicator values: $\sum(c_i \times Ell_i) / \sum c_i$, where c_i = cover of species i and Ell_i = Ellenberg value for species i .

** Too few species with an Ellenberg value, to be calculated.

Chemistry of spruce needles and needles in litterfall

Gårdsjön 2004		Current needles				Current needles +1				Needles in litterfall			
Element	Unit	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n'	Mean	Median	CV%	n
Ca	µg/g dw	4141			2	5110			2	-	-	-	-
Mg	µg/g dw	1222			2	1094			2	-	-	-	-
Na	µg/g dw	107			2	139			2	-	-	-	-
K	µg/g dw	7328			2	6444			2	-	-	-	-
P	µg/g dw	1094			2	940			2	-	-	-	-
N	%	1,2			2	1,2			2	-	-	-	-
C	%	49			2	49			2	-	-	-	-
S	mg/g dw	0,9			2	0,9			2	-	-	-	-
C/N	weight basis	41			2	41			2	-	-	-	-
Cu	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pb	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hg	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	µg/g dw	55			2	77			2	-	-	-	-
Fe	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arginine	µmol/g dw	1,03	0,76	99%	9								

Aneboda 2004		Current needles				Current needles +1				Needles in litterfall			
Element	Unit	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n'	Mean	Median	CV%	n
Ca	µg/g dw	3162			2	5140			2	7885	7977	16	3
Mg	µg/g dw	1110			2	1081			2	707	721	12	3
Na	µg/g dw	63			2	83			2	142	136	19	3
K	µg/g dw	7170			2	5794			2	1271	1300	17	3
P	µg/g dw	1572			2	1341			2	580	552	9	3
N	%	1,1			2	1,1			2	0,7	0,7	5	3
C	%	49			2	50			2	52	52	1	3
S	mg/g dw	0,9			2	1,0			2	0,6	0,6	9	3
C/N	weight basis	45			2	45			2	76	76	6	3
Cu	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	21	17	39	3
Pb	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hg	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	1778	1712	7	3
Al	µg/g dw	59			2	107			2	738	639	33	3
Fe	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	80	68	27	3
Arginine	µmol/g dw	0,44	0,40	67%	10								

Kindla 2004		Current needles				Current needles +1				Needles in litterfall			
Element	Unit	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n'	Mean	Median	CV%	n
Ca	µg/g dw	3307			2	4449			2	4810	4907	6	3
Mg	µg/g dw	1066			2	1037			2	543	578	12	3
Na	µg/g dw	29			2	43			2	78	78	13	3
K	µg/g dw	6816			2	5718			2	1267	1193	18	3
P	µg/g dw	1030			2	869			2	334	334	8	3
N	%	1,1			2	1,0			2	0,6	0,6	5	3
C	%	48			2	48			2	52	52	0	3
S	mg/g dw	0,9			2	0,8			2	0,5	0,5	5	3
C/N	weight basis	45			2	46			2	82	83	5	3
Cu	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	1,4	15	3
Pb	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hg	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	1112	1126	14	3
Al	µg/g dw	51			2	83			2	144	152	13	3
Fe	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	83	99	35	3
Arginine	µmol/g dw	1,15	0,79	84%	11								

Gamutr. 2004		Current needles				Current needles +1				Needles in litterfall			
Element	Unit	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n'	Mean	Median	CV%	n
Ca	µg/g dw	3168			2	4657			2	6245	6230	17	3
Mg	µg/g dw	1046			2	874			2	525	500	38	3
Na	µg/g dw	42			2	64			2	142	136	19	3
K	µg/g dw	5427			2	5145			2	1135	980	33	3
P	µg/g dw	1606			2	1552			2	342	250	49	3
N	%	0,9			2	0,9			2	0,4	0,4	17	3
C	%	48			2	48			2	54	54	1	3
S	mg/g dw	0,8			2	0,8			2	0,4	0,4	10	3
C/N	weight basis	51			2	56			2	132	142	16	3
Cu	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1,1	22	3
Pb	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hg	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	1228	1203	15	3
Al	µg/g dw	50			2	59			2	162	170	16	3
Fe	µg/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	80	81	8	3
Arginine	µmol/g dw	0,58	0,30	75%	10								

Comments

Samples are taken in February-March near the crown top of ten trees on or near circular plots. Except for arginine they are mixed into two separate subsamples for analysis.

n = number of samples analysed

Biomass and bioelements in trees (≥ 5 cm dbh)

Gårdsjön		1991			1995			2000		
Biom/Element	Unit	total	per hectare	n plots	total	per hectare	n plots	total	per hectare	n plots
biomass	ton dw	555	150	18	605	163	18	625	168	18
C-tot	ton	272	73	18	296	80	18	306	83	18
N-tot	kg	1317	355	18	1433	386	18	1476	398	18
P-tot	kg	135	36	18	147	40	18	152	41	18
K	kg	477	129	18	519	140	18	532	143	18
Ca	kg	896	241	18	974	263	18	1000	270	18
Mg	kg	142	38	18	154	42	18	159	43	18
Fe	kg	39	11	18	43	11	18	43	12	18
Mn	kg	155	42	18	168	45	18	172	46	18
Zn	kg	16	4	18	17	5	18	18	5	18
Cu	kg	3	0,7	18	3	0,7	18	3	0,8	18
B	kg	2	0,4	18	2	0,5	18	2	0,5	18

Aneboda		1996			2001		
Biom/Element	Unit	total	per hectare	n plots	total	per hectare	n plots
biomass	ton dw	3880	204	40	4606	225	47
C-tot	ton	1901	100	40	2257	110	47
N-tot	kg	8450	445	40	9902	483	47
P-tot	kg	837	44	40	981	48	47
K	kg	3110	163	40	3623	177	47
Ca	kg	6560	345	40	7755	378	47
Mg	kg	991	52	40	1163	57	47
Fe	kg	316	17	40	378	18	47
Mn	kg	1200	63	40	1429	70	47
Zn	kg	145	8	40	176	9	47
Cu	kg	17	0,9	40	21	1,0	47
B	kg	13	0,7	40	15	0,7	47

Kindla		1998			2003		
Biom/Element	Unit	total	per hectare	n plots	total	per hectare	n plots
biomass	ton dw	3730	196	40	3966	198	41
C-tot	ton	1828	96	40	1943	97	41
N-tot	kg	9170	483	40	9693	485	41
P-tot	kg	788	41	40	869	43	41
K	kg	3460	182	40	3682	184	41
Ca	kg	6300	331	40	6671	334	41
Mg	kg	1010	53	40	1103	55	41
Fe	kg	136	7	40	183	9	41
Mn	kg	827	44	40	910	46	41
Zn	kg	69	4	40	113	6	41
Cu	kg	17	0,9	40	57	3	41
B	kg	10	0,5	40	51	3	41

Gammtratten		1999			2004		
Biom/Element	Unit	total	per hectare	n plots	total	per hectare	n plots
biomass	ton dw	4240	99	35	4481	104	35
C-tot	ton	2078	48	35	2195	51	35
N-tot	kg	9020	210	35	12119	282	35
P-tot	kg	1020	24	35	1285	30	35
K	kg	3740	87	35	4564	106	35
Ca	kg	7050	164	35	7217	168	35
Mg	kg	1070	25	35	1232	29	35
Fe	kg	357	8	35	310	7,2	35
Mn	kg	1290	30	35	1282	30	35
Zn	kg	126	3	35	136	3,2	35
Cu	kg	18	0,4	35	21	0,49	35
B	kg	14	0,3	35	11	0,26	35

Comments

Biomass estimated from measurements of trees on regularly distributed permanent sample plots and chemistry data from literature.

total = whole catchment

Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) i Gårdsjön 2004

jämfört med långtidsvärden från Säve och Alvhem.

Månad	Temp a) Säve grad C	Temp 2004 Gårdsjön grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-1990 b) Alvhem mm	P 2004 Gårdsjön mm	Översk./ undersk. mm
1	-1,6	-4,6	-3,0	71	72	1
2	-1,6	-2,9	-1,3	47	47	-0
3	1,2	0,5	-0,7	57	69	12
4	5,2	6,1	0,9	50	38	-12
5	10,9	10,7	-0,2	62	36	-26
6	14,9	12,5	-2,4	73	79	6
7	16,2	13,9	-2,3	89	111	22
8	15,6	16,5	0,9	91	127	36
9	12,2	11,6	-0,6	107	144	37
10	8,5	nd	nd	112	156	44
11	3,7	nd	nd	109	96	-13
12	0,3	nd	nd	83	116	33
Medel/Summa	7,1	nd	nd	951	1091	140

Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) i Aneboda 2004

jämfört med långtidsvärden från Växjö

Månad	Temp a) Växjö grad C	Temp 2004 Aneboda grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-1990 c) Växjö mm	P 2004 Aneboda IVL mm	Översk./ undersk. mm
1	-2,7	-5,0	-2,3	60	41	-19
2	-2,6	-1,6	1,0	41	33	-8
3	0,4	0,6	0,2	48	50	2
4	4,9	6,1	1,2	46	18	-28
5	10,8	10,3	-0,5	56	81	25
6	14,9	12,6	-2,3	64	108	44
7	15,9	14,0	-1,9	87	260	173
8	15,2	16,2	1,0	66	96	30
9	11,2	11,2	0,0	82	85	3
10	7,2	6,8	-0,4	67	118	51
11	2,5	0,9	-1,6	73	62	-11
12	-1,1	1,2	2,3	65	42	-23
Medel/Summa	6,4	6,1	-0,3	755	994	239

a) Månadsmedeltemperaturer 1961-90, källa: SMHI.

b) Korrigerad nederbörd, Alvhem (SMHI-bet 8200 korrektionsfaktor 1,18, källa:Data rörande Sveriges nederbördsklimat. Normalvärden för perioden 1961-90. SMHI Rapport 1991:81)

c) Korrigerad nederbörd, Växjö (SMHI-bet 6452 korrektionsfaktor 1,16)

d) Korrigerad nederbörd, Nyberget (SMHI-bet 9544 korrektionsfaktor 1,21)

e) Korrigerad nederbörd, Fredrika (SMHI-bet 14805 korrektionsfaktor 1,24)

Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) i Kindla 2004

jämfört med långtidsvärden från Knon och Nyberget.

Månad	Temp a) Knon grad C	Temp 2004 Kindla grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-1990 d) Nyberget mm korr	P 2004 d) Nyberget mm korr	Översk./ undersk. mm
1	-7,7	-6,2	1,5	64	64	0
2	-6,9	-3,6	3,3	46	62	16
3	-3,2	-1,6	1,6	51	39	-12
4	3,1	3,9	0,8	56	29	-27
5	9,3	10,3	1,0	58	47	-11
6	13,7	11,3	-2,4	80	166	86
7	16,1	12,9	-3,2	98	88	-10
8	14,3	14,3	0,0	102	121	19
9	9,4	10,4	1,0	99	117	18
10	4,1	nd	nd	87	117	30
11	-0,5	nd	nd	97	81	-16
12	-4,3	nd	nd	68	59	-8
Medel/Summa	4,0	nd	nd	905	991	86

Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) i Gammtratten 2004

jämfört med långtidsvärden från Fredrika.

Månad	Temp a) Fredrika grad C	Temp 2004 Gammtratten grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-90 e) Fredrika mm	P 2004 e) Fredrika mm	Översk./ undersk. mm
1	-12,7	-9,5	3,2	43	38	-6
2	-11,2	-7,0	4,2	33	39	6
3	-6,2	-3,5	2,7	39	37	-3
4	-0,2	2,0	2,2	36	15	-21
5	6,6	5,9	-0,7	47	44	-3
6	12,3	9,5	-2,8	62	72	10
7	13,9	12,4	-1,5	109	139	30
8	12,0	12,4	0,4	85	119	34
9	7,0	7,4	0,4	77	95	18
10	1,8	1,4	-0,4	68	32	-36
11	-5,8	5,1	10,9	59	41	-18
12	-10,6	3,9	14,5	50	46	-4
Medel/Summa	0,6	3,3	2,8	708	717	9

a) Månadsmedeltemperaturer 1961-90, källa: SMHI.

b) Korrigerad nederbörd, Alvhem (SMHI-bet 8200 korrektionsfaktor 1,18, källa:Data rörande Sveriges nederbördsklimat. Normalvärden för perioden 1961-90. SMHI Rapport 1991:81)

c) Korrigerad nederbörd, Växjö (SMHI-bet 6452 korrektionsfaktor 1,16)

d) Korrigerad nederbörd, Nyberget (SMHI-bet 9544 korrektionsfaktor 1,21)

e) Korrigerad nederbörd, Fredrika (SMHI-bet 14805 korrektionsfaktor 1,24)

Uppmätt nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Gårdsjön 2004.

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	72	62	10	30	41
2	47	44	3	91	-44
3	69	43	26	65	4
4	38	24	14	9	29
5	36	22	14	0	36
6	79	60	19	0	79
7	111	80	31	12	98
8	127	92	36	5	123
9	144	95	49	50	95
10	156	108	48	79	77
11	96	60	36	60	36
12	116	63	54	74	43
Summa	1091	751	340	475	616
% av NBD	100%	69%	31%	44%	56%

Uppmätt nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Aneboda 2004.

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	77	32	45	13	64
2	34	30	3	33	1
3	99	35	64	37	62
4	19	9	10	19	-0
5	73	53	20	11	62
6	84	47	38	7	77
7	142	95	47	112	30
8	47	38	9	20	27
9	82	61	21	18	64
10	102	72	30	31	71
11	146	60	85	43	103
12	162	66	96	54	108
Summa	1067	599	468	398	669
% av NBD	100%	56%	44%	37%	63%

Uppmätt nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Kindla 2004.

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	43	29	15	17	26
2	46	63	-16	36	10
3	47	25	22	43	4
4	22	11	11	53	-31
5	35	21	14	5	30
6	124	76	47	13	111
7	84	53	31	14	70
8	100	72	27	12	88
9	147	81	66	44	103
10	91	73	18	62	29
11	70	45	25	27	43
12	88	69	19	53	35
Summa	898	617	280	379	519
% av NBD	100%	69%	31%	42%	58%

Uppmätt nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Gammtratten 2004.

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	20	28	-8	11	9
2	24	27	-3	3	21
3	28	28	0	5	23
4	92	20	72	65	27
5	32	9	23	68	-36
6	98	88	10	14	84
7	89	86	3	64	25
8	96	89	7	37	59
9	93	90	3	59	34
10	39	32	7	45	-6
11	32	27	5	28	4
12	52	55	-3	7	45
Summa	695	579	117	406	289
% av NBD	100%	83%	17%	58%	42%

Important observations 2004

Enligt provtagaren har ett flertal tungmetallprover saboterats vid Gårdsjön. Det kan röra sig om att någon hållt i vatten, öl etc i provet. Vid utvärderingen av data har dessa kontaminerade prover uteslutits. Då vi använder trippelprovtagare har vi hittills kunnat undvika ett större databortfall. Dock har detta medfört att vi i denna årsrapport använt nederbördsdata från provtagningen i öppet fältytan för att beräkna tungmetalldepositionen.

Utrustning vid vädermasten i Gårdsjön gick sönder under oktober 2004.

Metal fluxes

Metal fluxes ($\mu\text{g Me}/\text{m}^2, \text{år}$) är i Gårdsjön beräknad på nederbördsmängd från öppet fält på grund av problem med sabotage etc av nederbördsräkningarna.

Passiva provtagare Air SO₂, NO₂ och O₃

När det gäller Gårdsjön exponerades SO₂, NO₂ och O₃-provtagna under två månader i juli och augusti istället för 2x1 månader. När det gäller Gammtratten exponerades SO₂, NO₂ och O₃-provtagnarna i April under två veckor och i Maj under sex veckor