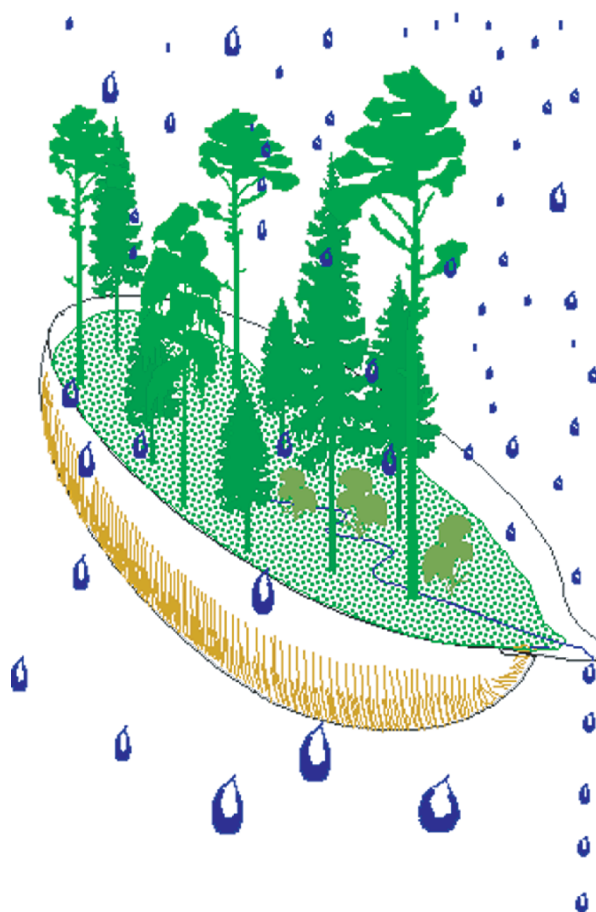


# Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM



**Årsrapport 1999**

**Redaktör: Stefan Löfgren**

# **Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark — IM**

**Årsrapport 1999**

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

**Annual report 1999**

Stefan Löfgren (red.)

Institutionen för Miljöanalys  
Sveriges lantbruksuniversitet  
Box 7050  
750 07 Uppsala  
Tel. 018 – 67 31 10  
<http://www.ma.slu.se>

*Illustration, framsida:* Sven Bråkenhielm, IMA

*Tryck:* 200 exemplar, Institutionen för Miljöanalys, Uppsala, april 2001

ISSN: 1403-997X

## 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). Institutet för vatten- och luftvårdsforskning (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 samordnare.

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, kron dropp	Karin Kindbom, IVL
Meteorologi, hydrologi, datahantering	Hans Kvarnäs, SLU
	Hans Hultberg, IVL
Markkemi, -biologi, -vatten & förnanedbrytning	Lage Bringmark, SLU
Markfysik, grundvatten	Mats Aastrup, SGU
Bäckvatten	Stefan Löfgren, SLU
	Hans Hultberg, IVL
Vegetation inkl. träd, epifytalger & -lavar	Sven Bråkenhielm, SLU

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

Provtagning och observationer genomförs i områdena huvudsakligen av Per Petersson, 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 mätutrustning.

Föreliggande rapport har planerats och utarbetats vid interna arbetsmöten ledda av Stefan Löfgren. Rapportens innehåll består av bidrag från Mats Aastrup, Lage Bringmark, Sven Bråkenhielm, Hans Hultberg, Hans Kvarnäs, Lars Lundin och Stefan Löfgren. Stefan Löfgren har bearbetat dessa bidrag och färdigställt rapporten i dess nuvarande skick.

I rapporten redovisas undersökningsresultaten från 1999 och omfattar de fyra IM-områdena Aneboda, Kindla, Gårdsjön och Gammtratten. Verksamheten under året beskrivs kortfattat i text med glimtar av intressanta resultat som framkommit. Alla rådata finns digitalt tillgängliga vid IMA, SLU, och har i årsrapporten bearbetats och sammanställts i tabeller och figurer.

## Innehåll

Förord.....	i
Innehåll.....	ii
Sammanfattning.....	1
Summary .....	3
Övervakningens bakgrund och syfte.....	5
Val av områden och undersökningsmetodik .....	5
Gårdsjön - SE-04 .....	8
Aneboda - SE-14.....	8
Kindla - SE-15 .....	9
Gammtratten – SE 16.....	9
Väderförhållanden 1999.....	10
Vattenbalans 1999 .....	10
Modellerad vattenbalans .....	12
Olika mät- och beräkningsmetoder för nederbörd.....	13
Kemiska förhållanden 1999.....	14
Vattnets väg genom marken i Kindla.....	17
Är nedfallet på IM-ytorna representativa? .....	19
Fortsatt upplagring av kväve i IM-områdena.....	21
Grumliga resultat för kväve i grundvattnet .....	21
Skogsmaskin frigjorde stora mängder metylkvicksilver i Gårdsjön.....	22
Tättnande krontak förändrar markvegetationen i Aneboda.....	22
Tänk på procenten Helge! .....	23
Träd faller tungt!.....	23
Anebodas granar vid god vigör! .....	24
Hur bestämmer man om det råder kväveöverskott i träden?.....	24
Barralgerna koloniserar snabbare .....	25
Referenser.....	26
Appendix (svenska) .....	27
Appendix (English).....	28

## 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). Institutet för vatten- och luftvårdsforskning (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. Modeller för prognostisering av utvecklingen är ett viktigt inslag. Mätningarna utförs i skyddade områden med lång kontinuitet, utan skogsvårdande åtgärder. 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 1999 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.

Vädret 1999 kännetecknades dels av den varma inledningen på året, vilket resulterat i vattenföringstoppar under januari både i Gårdsjön, Aneboda och Kindla, och dels av långa torrperioder orsakade av avdunstning i juli- augusti i samtliga områden. Höga temperaturer i Gammtratten under oktober - november resulterade i förhöjd vattenföring långt in i november. Sett på årsbasis avrann mellan 37-58 % av nederbörden. Den uppskattade avdunstningen varierade från 450-600 mm/år.

Vattengenomsläppligheten i de översta 35 centimetrarna av marklagret är en tiopotens större än 60 cm ner i marken i Kindla. Det betyder att mängden grundvatten som flödar fram i de ytliga marklagren är mycket stor under regneepisoder. Under perioden 21/9 – 7/10 låg grundvattenytan uppe i B-horisonten, vilket innebär att grundvattnet tillförde bäcken vatten med annan kemisk sammansättning än under perioder med lägre grundvattennivåer. De speciella högvattenepisoderna är korta, men sätter sina spår i ekosystemet i form av t.ex. surstötter, kraftig tillförsel av organiskt material etc.

IM-områdena är jonsvaga, med permanent sura förhållanden och med tämligen höga aluminiumhalter. Övriga metaller, med undantag av bly i Aneboda, uppvisade halter i bäckvattnet under de nivåer där man anser att det föreligger risk för biologisk skada. I mark- och grundvatten överskreds dock dessa gränsvärden frekvent. 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.

Depositionen via krondropp av salter och försurande ämnen är högre i Gårdsjön än i Göteborg- & Bohuslän som helhet. Gårdsjön är också den av IM-ytorna där belastningen är högst. Aneboda tycks däremot vara något lägre belastad än Kronobergs län som helhet. Kindla representerar i de flesta fall depositionen inom Örebro län, även om vissa årliga avvikelser förekommer. Vid Gammtratten uppmäts den lägsta belastningen av de fyra områdena/länen. För svavel och klorid tycks värdena vara på samma nivå som vid övriga krondropsstationer i Västernorrlands län.

Utlakning av kväve uppgick till 1,4–3,5 kg ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>, dvs. 26-32% av depositionen ovan krontak. Detta är avsevärt högre än under de två föregående åren då andelen utlakning var 10-20%, undantaget Aneboda 1998 med 34%. Det organiskt bundna kvävet dominerade utlakningen med andelar från 80% i Gårdsjön till 100% i Gammtratten. Nitratutlakningen var 0,1 kg ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> i alla områden förutom Gammtratten, där utlakningen av oorganiskt kväve var nästan obefintlig. Enligt bestämningarna av arginin i granbarr och Naturvårdsverkets Bedömningsgrunder för skogslandskapet avseende risken för kväveläckage från skogsmark föreligger mycket liten risk för kväveläckage från IM-områdena.

Sommaren 1999 påverkades Gårdsjön olyckligtvis av att timmer transporterades tvärs genom den övre delen av avrinningsområdet. Störningen innebar att en torvmark delvis dämades upp samt att mårskiktet slets bort eller skadades av den traktorväg som bildades. Provtagningar uppströms och nedströms skadan visade att flertalet ämnen i avrinningen inte påverkades alls eller bara obetydligt. De ämnen som påverkades i högre grad var sådana som är relaterade till det organiska materialet och/eller ackumulerats i blötmark/mossmark. Den största effekten uppstod för metylkvicksilver (MeHg), som omedelbart ökade halten med ca 100 ggr. Ökningen varade ca 3 månader varefter halterna sjönk. Ett år efter skadan var halterna MeHg fortfarande förhöjd ca 10 ggr.

För Aneboda finns en tidsserie över vegetationsutvecklingen från samma provytor mellan 1982 och 1991. Denna visar att bottenskiktet, d.v.s. mossor och lavar, som helhet ökat stadigt från cirka 55 till cirka 80% täckning. Störst andel i bottenskiktets ökning har stor kvastmossa (48% till 59%) och väggmossa (5% till 13%). Förändringen förklaras sannolikt av naturlig succession.

Biomassan i de levande trädens alla delar är störst i Aneboda och Kindla (ca 200 ton/ha) och minst i Gammtratten (ca 100 ton/ha). Gårdsjön ligger ungefär mitt mellan dessa mängder. Kronutglesningen hos gran var ca 20% i de tre sydliga IM-områdena, vilken kan betraktas som ringa. I Aneboda, där 12 procent av barren hos gran var missfärgade 1997, hade återhämtningen från 1998 fortsatt. Vid 1999 års inventering var mindre än en procent av barren missfärgade. Under perioden 1997-99 har tjockleken av algskiktet på unga granars barr inte förändrats nämnvärt. Däremot har de under denna tid börjat kolonisera barren i snabbare takt. Hos lavarna på småträdens kvistar kan en liknande, men inte lika tydlig trend iakttas.

## 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 UN-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. 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 1999 on the four IM-sites Gårdsjön, Aneboda and Kindla. 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 1999 weather was characterized by the warm beginning of the year, which resulted in runoff episodes during January in Gårdsjön, Aneboda and Kindla, and by the long drought and high evapotranspiration in July-August in all areas. High temperatures in Gammtratten during October-November resulted in high runoff until late November. On a yearly basis, 37-58% of the precipitation generated runoff. The estimated evapotranspiration varied in the range 450-600 mm yr<sup>-1</sup>.

The hydraulic conductivity in the upper 35 cm of the soils is 10 times higher than at 60 cm soil depth at Kindla. Thus, rain episodes generate large groundwater fluxes in the upper soil horizons. During the period September 9 – October 7, the groundwater surface occurred in the B-horizon, contributing to the stream water a groundwater of a different quality compared to at lower groundwater levels. These runoff episodes are short, but affect the ecosystem by acid episodes, large fluxes of organic matter etc.

The stream water in the IM areas had low ionic strength, chronic acidity and relatively high aluminium concentrations. With the exception of lead, other heavy metals showed concentrations below the levels where biological effects on the biota can be expected in streams. These limits were frequently surpassed in soil and groundwater. The concentrations of inorganic nitrogen and phosphorus were low in all areas. The proximity to the sea influenced the chemistry at Gårdsjön, while the high concentrations of organic matter were important at Aneboda. Rapid, superficial riparian movements of groundwater immediately before it entered the stream



determined the runoff chemistry at Kindla. This is believed to be a widespread feature of small, forested catchments in Sweden.

At Gårdsjön, the throughfall deposition of salts and acid compounds were higher than average for the county of Göteborg- & Bouslän. Gårdsjön has the highest input of air pollutants of all IM-sites as well. Aneboda, on the other hand, seems to have somewhat lower deposition compared to average for the county of Kronoberg. With the exception of single years, the deposition at Kindla is representative for the county of Örebro. The lowest deposition is found at Gammtratten, having a sulphate and chloride deposition representative for the county of Västernorrland.

The nitrogen fluxes in stream water varied in the range 1.4–3.5 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>, corresponding to 26-32% of the bulk deposition at open field. This was much higher compared to the two previous years, when the share was 10-20% except at Aneboda having 34%. Organically bound nitrogen dominated the fluxes, from 80% at Gårdsjön up to 100% at Gammtratten. The nitrate fluxes were 0,1 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> in all streams except Gammtratten, showing almost no transport of inorganic nitrogen. According to the determinations of arginin in needles of Norway spruce and the official classification system for forests (Swedish Environmental Protection Agency), there are no risks for excess nitrogen leakage from the forest soils at the IM-sites.

Unfortunately, the soils were disturbed by logging transport in a restricted area in the upper parts of the Gårdsjön catchment during the summer 1999. The formation of a logging road caused damming of a peat area and damaged the mor humus layer. Sampling upstream and downstream the damage showed little or no effect on the runoff of most elements. However, substances related to organic matter and/or accumulated in wetlands/bogs showed a higher degree of perturbation. The largest effect was registered for methyl mercury (MeHg). Immediately after the damage, the MeHg concentration increased approximately 100 times. This increase lasted for three months, before it started to decline. The MeHg concentration was elevated 10 times still one year after the damage.

At Aneboda, time series on the vegetation cover have been recorded at the same sampling sites during the period 1982-91. The results show that the bottom layer cover, i.e. mosses and lichen's, has increased from ca 55% to 80%. More dense populations of *Dicranum majus* (48% to 59%) and *Pleurozium schreiberi* (5% to 13%) mainly caused the increased vegetation cover. The trend is probably a result of natural succession.

The biomass in all parts of living trees is largest at Aneboda and Kindla (ca 200 ton/ha) and least at Gammtratten (ca 100 ton/ha). The tree biomass at Gårdsjön is ca 160 ton/ha. Defoliation of Norway spruce was approximately 20% at the three most southernmost IM-sites, which is to be considered low. At Aneboda, where 12% of the needles were discolored in 1997, the improvements recorded in 1998 had proceeded. Only 1% of the needles was discolored in the 1999 survey. The amounts of algae on needles of young Norway spruce have not changed during the period 1997-99. The colonization rate has become more rapid, however, during this period. A similar, but not as evident, trend has been detected for the lichen colonization on the twigs.

## **Övervakningens bakgrund och syfte**

Naturvårdsverket genomför Integrerad övervakning av miljötillståndet (IM) i fyra skogsekosystem inom programområdet "Skog". Övervakningen är relaterad till FN-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). IM utgör en av dessa och tjugotvå av Europas länder deltar. Sverige är ordförandeland medan Finland samordnar datainsamlingen och gör övergripande rapporter. Övervakningen omfattar ett antal obligatoriska delprogram, som alla länder genomför. Sverige har dessutom valt att utföra några frivilliga delprogram, bl.a. studier av metaller, skogsskador, algbeläggning på barr och förnandedbrytning.

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:

1. 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,
2. tillhandahålla kunskap som nationellt och internationellt kan användas som underlag för att optimera miljöförbättrande åtgärder,
3. tillhandahålla kunskap som kan användas för att underlätta tolkningen av resultat från andra miljöövervakningsprogram eller forskningsprojekt,
4. generera underlag till utveckling av modeller för att beräkna t. ex. kritiska belastningsnivåer (Critical Loads/Levels) och framtida miljötillstånd,
5. sprida kunskap till allmänheten om vilka processer som påverkar miljötillståndet 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 skogsvårdande åtgärder. 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.

## **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](http://www.vyh.fi/eng/intcoop/projects/icp_im/manual/index.htm), EDC 1993, FEI 1998).

De bestämningar som görs i avrinningsområdet omfattar 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, avdunstning och gasutbyte, upptag i levande biomassa och utflöden i avrinnande vatten från området. De övergripande samband som nyttjas är vattenbalans och hydrokemiska budgetar;

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

där

P = nederbörd,  
E = avdunstning,  
R = avrinning och  
 $\Delta S$  = ändring i vattenmagasin;

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

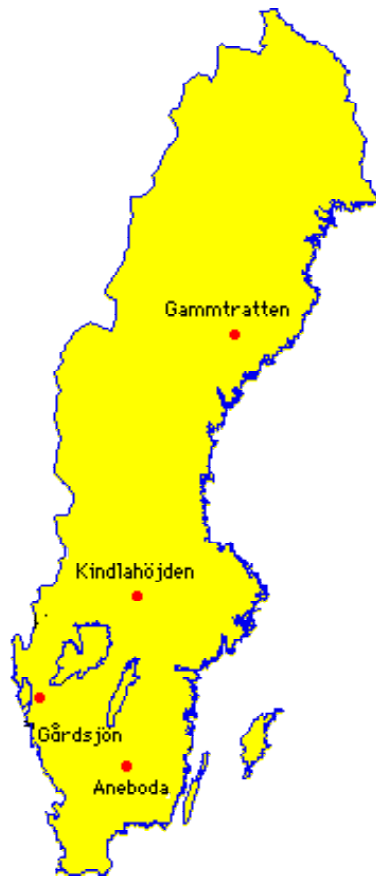
där

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 nya 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 1999, vilket medför att resultaten från Gammtratten inte är fullständiga.

Nedan följer en kortfattad presentation av områdena, som mer utförligt kommer att beskrivas i en särskild rapport (Lundin et al. in prep.).



**Figur 1.** Svenska IM-områden.  
*IM sites in Sweden.*

**Tabell 1.** Arealer och andelar i IM-områdena (samhällen 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</i> )	14,5	76,3	2,0	56,2	13,1	64,2	7,4	18,7
Sumpgranskog ( <i>wet spruce</i> )	2,7	14,2	0,4	11,0	4,6	22,6	3,8	9,6
Barrblandskog av blåbärsristyp ( <i>Vacc. myrt.-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 plantation</i> )	0	0	0,5	15,4	0	0	0	0
Öppen fastmark (kalhygge, annan) ( <i>open well-drained ground</i> )	0	0	0,2	4,5	0,4	2,0	0,7	1,8
Övrigt (mindre samhällen) ( <i>others</i> )	0,6	3,7	0,2	4,8	1,1	5,3	0,7	1,8
<b>Avrinningsområdet totalt</b> ( <i>catchment total</i> )	<b>18,9</b>	<b>100</b>	<b>3,6</b>	<b>100</b>	<b>20,4</b>	<b>100</b>	<b>39,6</b>	<b>100</b>

### **Gårdsjön - SE-04**

IM-området i Gårdsjön är ett litet avrinningsområde (F1) om knappt 0,04 km<sup>2</sup>, dominerat av tunna (0-0,7 m) moräntäcken 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:	3,6 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 km<sup>2</sup> 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 km<sup>2</sup> avrinningsområde i centrala Bergslagen. Regionen karakteriseras av småkullig terräng och större höjder. Barrskog med inslag av sumpskog dominerar. En öppen myr finns. Området är kuperat med branta sluttningar med höjdskillnader på uppåt 100 m inom ett 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 km<sup>2</sup> 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 delvis 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 finns tämligen rikligt med äldre tallar – den äldsta borrade 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:	350-450 mm
Avrinning:	300-400 mm

## Väderförhållanden 1999

I figur 2 visas dygnsvariationen av temperatur, nederbörd och avrinning i IM-områdena. Eftersom endast korta tidsserier föreligger kan ingen direkt jämförelse göras med ett normalår. I brist på långa serier har jämförelse med närbelägna SMHI-stationer gjorts. Dessa redovisas i appendix 20. Det bör dock betonas att exempelvis nederbörden i Växjö ingalunda representerar situationen i Aneboda. Jämförelsen tjänar endast som en kvalitativ indikator på "normalsituationen".

Vädret 1999 kännetecknades dels av den varma inledningen på året, vilket resulterat i vattenföringstoppar under januari både i Gårdsjön, Aneboda och Kindla, och dels av långa torrperioder orsakade av avdunstning i juli- augusti i samtliga områden. Höga temperaturer i Gammtratten under oktober - november resulterade i förhöjd vattenföring långt in i november. I Gårdsjön och Aneboda dominerar höga flöden under vintern.

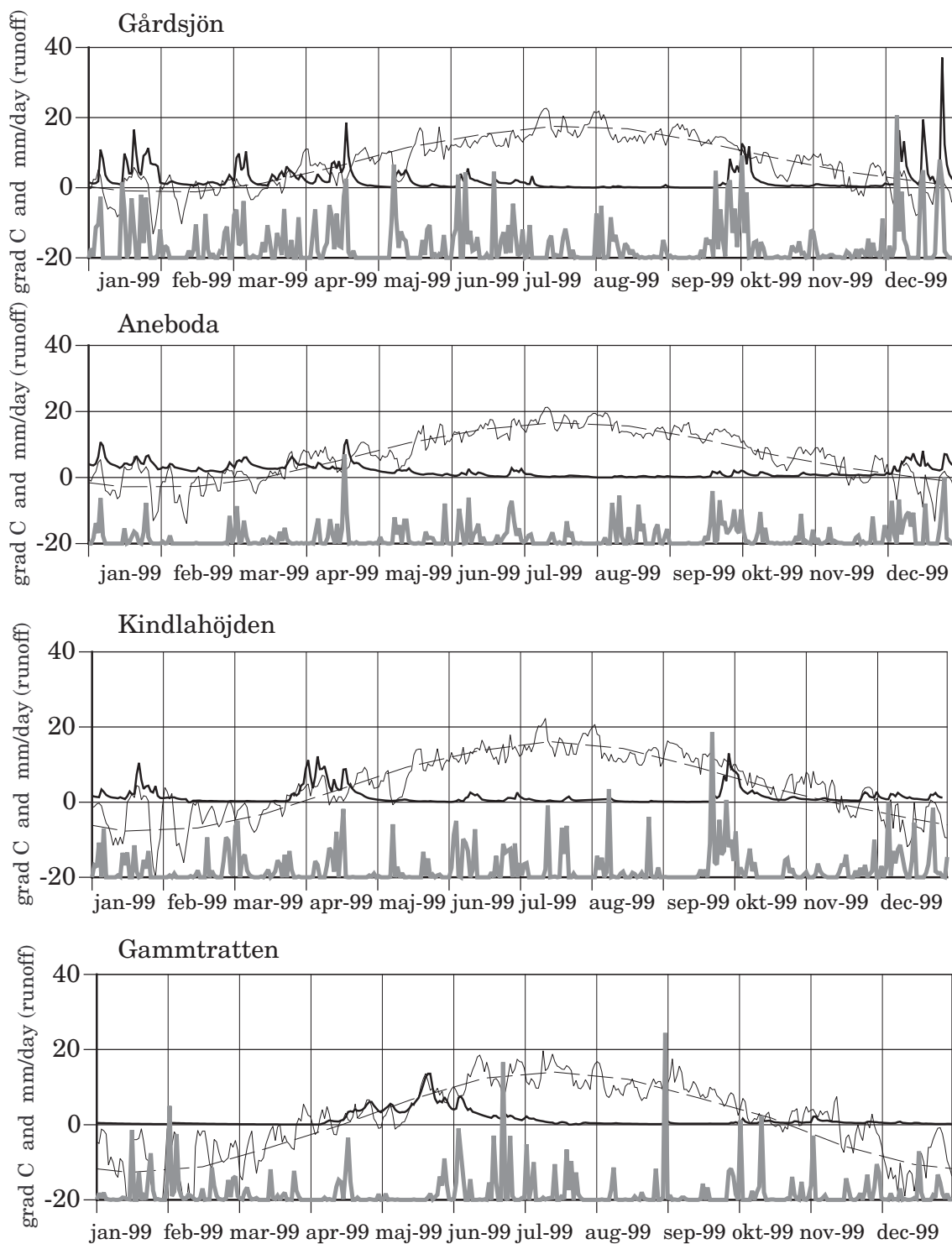
Kindla och Gammtratten ligger, hydrologiskt sett, i den nordliga snöregimen med utpräglad vårflod. I Kindla dämpades dock vårfloden av en avsmältningssperiod redan i januari, vilket resulterade i att endast ca 35 % av årsavrinningen avrann under vårfloden 1999. Den nådde sin kulmen första hälften av april. I Gammtratten var flödesperioden mer utdragen. Den startade i mitten av april och nådde sin kulmen i mitten av maj. Under denna period avrann hela 75% av årsavrinningen. Avrinningen från Gammtratten är dock osäker eftersom värdena är framtagna genom simulering.

## Vattenbalans 1999

Att fastställa ett områdes vattenbalans är mycket vanskligt på grund av stora osäkerheter i både mät- och beräkningsmetoder. Störst osäkerhet av de ingående elementen i vattenbalansen föreligger i avdunstnings- och magasinberäkningarna. I appendix 21 redovisas några av de ingående elementen i vattenbalansen beräknad på månadsbasis. Skillnaden mellan nederbörd och avrinning kan ses som ett grovt mått på totala avdunstningen från området, men magasinseffekter medför att månadsvärdena är osäkra. Sett på årsbasis avrann mellan 37-58 % av nederbörden. Den uppskattade avdunstningen varierade från 450-600 mm/år. Årsresultaten sammanfattas i Tabell 2.

**Tabell 2.** Sammanfattning av 1999 års vattenbalanser i IM-områdena.  
Kronavdunstning = Nederbörd – krondropp.  
*Summary of the 1999 water balances at the IM sites.*

	Gårdsjön		Aneboda		Kindla		Gammtratten	
	mm	% av nbd	mm	% av nbd	mm	% av nbd	mm	% av nbd
Nederbörd, öppet fält	1424	100	845	100	1047	100	926	100
Krondropp	868	61	659	78	585	56	658	71
Kronavdunstning	556	39	186	22	462	44	268	29
Avrinning	827	58	314	37	504	48	476	51
Nederbörd - avrinning	598	42	531	63	543	52	450	49

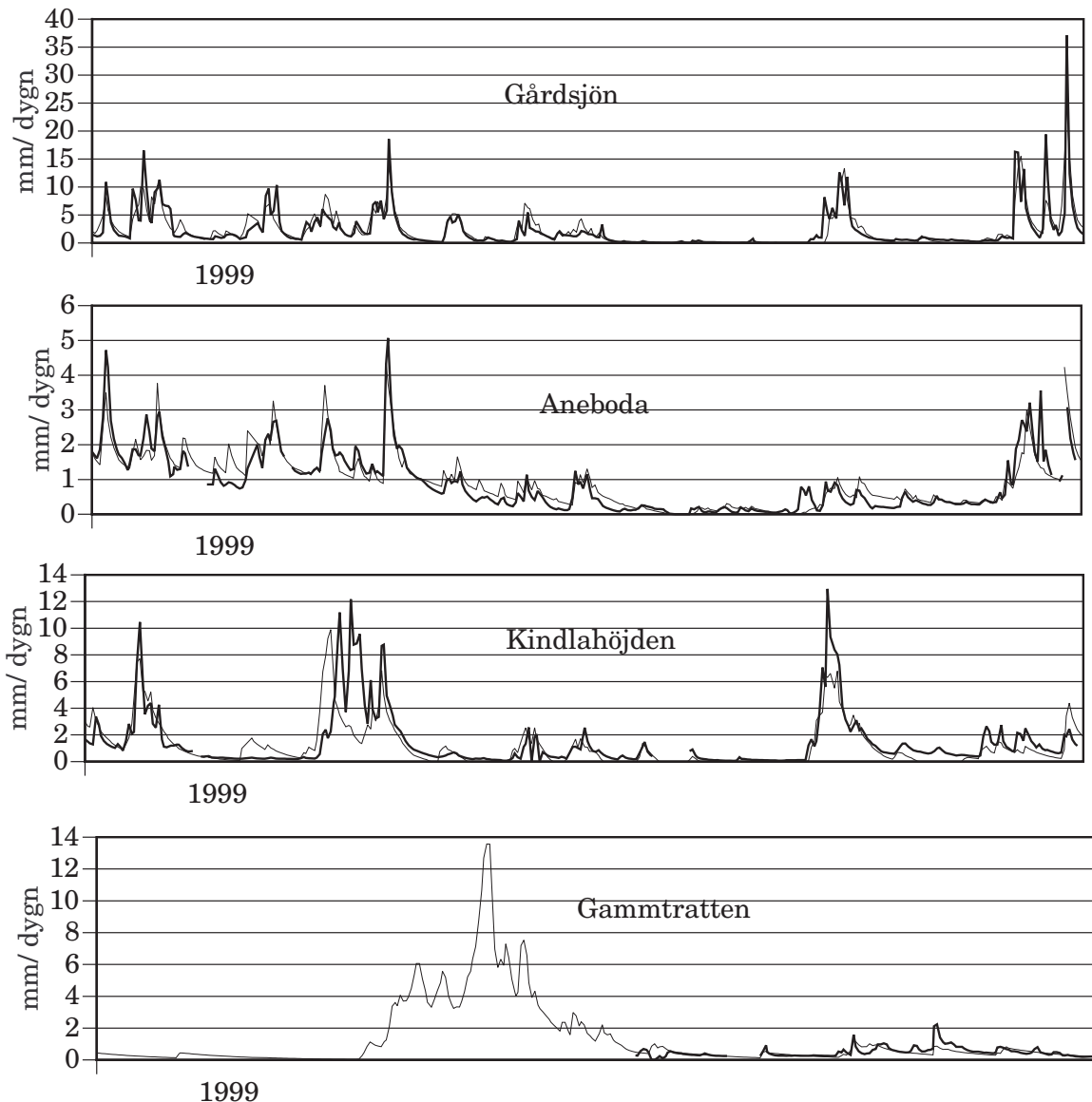


**Figur 2.** Dygnsvärden (mm/dag) på nederbörd (grå linje), avrinning (fet linje) och temperatur (smal linje). Streckad smal linje är medeltemperaturen från referensstationerna Göteborg (Gårdsjön), Växjö, (Aneboda), Knon, (Kindla) och Fredrika, (Gammtratten). Vattenföringen i Gammtratten är modellerad perioden januari-juli 1999. *Daily values (mm/day) on precipitation (grey line), runoff (bold line) and temperature (thin line). Broken line shows long-term average from the reference stations Göteborg (Gårdsjön), Växjö, (Aneboda), Knon, (Kindla) and Fredrika, (Gammtratten). Runoff at Gammtratten is modelled for the period January-July 1999.*



### Modellerad vattenbalans

För att få en uppfattning av osäkerheten i beräkningarna har vattenbalansen även modellerats på dygnsbasis med hjälp av en hydrologisk modell (Kvarnäs 2000). Simuleringarna har överlag givit god överensstämmelse mellan beräknad och observerad avrinning sett på årsbasis (Figur 3, Tabell 3). I modellen beräknas avdunstningen som potentiell evapotranspiration reducerad med modellerad markvattenhalt. Dygnsdata 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". I Tabell 3 ges en sammanfattning av modellresultaten. Figur 3 visar uppmätt och simulerad avrinning med Q-modellen (Kvarnäs 2000).



**Figur 3.** Modellerad (tunn linje) och observerad (tjock linje) avrinning från IM-områdena 1999. *Modelled (thin line) and observed (thick line) runoff at the IM sites in 1999.*

**Tabell 3.** Modellerade vattenbalanser för IM-områdena 1997-99.  
*Modelled water balances for the IM sites 1997-99.*

Station	År	Nederbörd1)	Avdunstning2)	Avrinning3)	Markvatten4)	Snö5)
Gårdsjön	1997	1015	520	483	16	-2
Gårdsjön	1998	1222	531	704	1	-2
Gårdsjön	1999	1385	552	833	1	2
Aneboda	1997	787	499	227	26	37
Aneboda	1998	996	557	455	22	-37
Aneboda	1999	766	516	234	-18	33
Kindla	1997	850	408	351	2	89
Kindla	1998	857	414	508	27	-89
Kindla	1999	951	463	430	-13	70
Gammtratten	1997	665	411	356	-4	-99
Gammtratten	1998	915	445	499	15	-45
Gammtratten	1999	906	447	469	-8	-3

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

2) Avdunstning enligt modellen

3) Avrinning enligt modellen

4) Markvattenhalt vid slutet av året minus markvattenhalt vid början av resp. år

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

### Olika mät- och beräkningsmetoder för nederbörd

De nederbördsdata som finns från våra IM-områden är dels mätningar på öppet fält (ÖF) som enbart ger månadssummor och dels manuellt eller automatiskt insamlade dygnsvärden på nederbörden. Årssummorna från dessa mätserier skiljer sig avsevärt vilket tydligt framgår av Tabell 4. I samtliga områden är öppet fält observationerna större än de observationer som bygger på dygnsobservationer. Skillnaden kan ha många orsaker, dels kan stationerna ligga på långt avstånd från varandra, dels spelar höjdberoendet in liksom morfometrin i stort. I Tabell 5 finns en sammanställning av dessa stationers höjd- och avståndsförhållanden.

Även modellerad och observerad avrinning skiljer sig åt. Sett på årsbasis är dock avvikelserna för avrinningen betydligt mindre än för nederbörden. Osäkerheten i nederbördsdata är orsaken till att de båda avdunstningsberäkningarna skiljer sig åt. För framtiden är det viktigt att förbättra nederbördsmätningarna. Detta kan göras genom att öppet fält platserna förses med kontinuerligt registrerande nederbördsmätningar samt att tätare snöobservationer görs i IM-områdena.

**Tabell 4.** Sammanställning av modell- och mätresultat från IM-områdena.  $Avd_{mod}$  = modellerad avdunstning.  $Avd_{obs} = NBD_{\text{ÖF}} - q_{obs}$ .  
*Summary of modelled and observed water balances from the IM sites.*

	ÅR	$NBD_{\text{dygn}}$	$NBD_{\text{ÖF}}$	$q_{obs}$	$q_{mod}$	$Avd_{mod}$	$Avd_{obs}$
Gårdsjön	1997	971	1067	436	483	520	631
	1998	1168	1247	749	704	531	498
	<u>1999</u>	<u>1326</u>	<u>1424</u>	<u>827</u>	<u>833</u>	<u>552</u>	<u>598</u>
	medel	1155	1246	670	674	534	576
Aneboda	1997	671	782	235	261	407	547
	1998	886	1021	419	401	461	602
	<u>1999</u>	<u>818</u>	<u>845</u>	<u>331</u>	<u>347</u>	<u>461</u>	<u>514</u>
	medel	791	883	328	337	443	554
Kindla	1997	781	848	354	351	408	497
	1998	790	897	520	508	414	377
	<u>1999</u>	<u>875</u>	<u>1047</u>	<u>509</u>	<u>430</u>	<u>463</u>	<u>617</u>
	medel	815	931	461	430	428	497
Gammtratten	1997	419	no data	no data	356	411	no data
	1998	597	no data	no data	499	445	no data
	<u>1999</u>	<u>587</u>	<u>926</u>	<u>no data</u>	<u>469</u>	<u>447</u>	<u>457</u>
	medel	534	-	-	441	434	-

**Tabell 5.** Nederbördstationernas höjd över havet och avstånd (km) till respektive IM-område (inom parentes) samt höjdiintervall för IM-området ( $h_{IM}$ ).  
*Altitude above sea level and distance (km) from the IM site (within brackets) for the different precipitation stations and the altitude range within the IM site ( $h_{IM}$ ).*

	$NBD_{\text{ÖF}}$	$NBD_{\text{dygn}}$	$h_{IM}$
Gårdsjön	115 (<0,1)	116 ( $\approx$ 0)	114-140
Aneboda	220 ( $\approx$ 1,9)	186 ( $\approx$ 1)	210-240
Kindla	330 ( $\approx$ 0)	185 ( $\approx$ 5)	312-415
Gammtratten	445 ( $\approx$ 0)	300 ( $\approx$ 28)	545-410

### Kemiska förhållanden 1999

Följande kortfattade karaktärisering av det kemiska tillståndet i IM-områdena under 1999 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.

Depositionen på öppen mark hade låg jonstyrka i samtliga fyra IM-områden, motsvarande en konduktivitet på 1,6-2,5 mS m<sup>-1</sup>. Gårdsjöns närhet till havet och en betydande torrdeposition av havssalter framträder dock tydligt i krondroppets konduktivitet på ca 6,9 mS m<sup>-1</sup>, att jämföra med 3,0 och 2,7 mS m<sup>-1</sup> i Aneboda respektive Kindla. I Gammtratten var konduktiviteten endast 1,3 mS m<sup>-1</sup> i krondroppet, vilket var lägre än på öppet fält. Detta indikerar upptag av joner i trädskronorna, alternativt mättekniska problem (se nedan). Gammtratten var endast

marginellt påverkat av havssalt. Markvatten, grundvatten och bäckvatten hade ungefär samma eller något högre jonstyrka än krondroppet i både Gårdsjön och Kindla, 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. Ytvattnet i Gammtratten indikerar snabba transportvägar även där.

Kiselhalterna i bäck-, mark- och grundvatten i Aneboda och Kindla låg i intervallet 3-6 mg L<sup>-1</sup>, förutom i grundvattnet i utströmningsområdena där de var 2-3 mg L<sup>-1</sup> högre. Det senare indikerar tillskott av äldre grundvatten från djupa grundvattenmagasin. I Gårdsjön observerades inte motsvarande förhöjning i grundvattnet, vilket indikerar tämligen små grundvattenmagasin med korta omsättningstider. Kiselhalterna i ytvattnet i Gammtratten ligger på samma nivå som i Kindlahöjden dvs. runt 3 mg Si L<sup>-1</sup>.

Depositionen på öppen mark uppvisade små skillnader i pH mellan områdena (pH≈4,7). I krondropp var pH 0,1-0,2 enheter högre än på öppet fält, indikerande neutralisation i trädkronorna. I mark- och grundvattnet i inströmningsområdena var pH på samma nivå eller något högre än i krondroppet. I utströmningsområdena var pH betydligt högre (pH>5,1) än i krondroppet i Aneboda och surare (pH<4,8) i Gårdsjön och Kindla. Vattnets buffertskapacitet, ANC, uppvisade ett likartat mönster som pH med låga eller negativa ANC-värden (<-0,03 mEq L<sup>-1</sup>) i avrinningsområdets övre delar. I utströmningsområdena var dock buffertkapaciteten tämligen hög med en vätekarbonatalkalinitet >0,03 mEq L<sup>-1</sup> i Aneboda. Detta indikerar tillförsel av äldre grundvatten i dessa områden, men inte i Gårdsjön och Kindla där både pH och ANC var låga överallt i marken. I Gammtratten påbörjades insamling av mark- och grundvatten först år 2000.

Även bäckvattnet var påtagligt surt i samtliga områden (pH<4,5), men avrinningen i både Gårdsjön och Aneboda uppvisade ett positivt ANC>0,03 mEq L<sup>-1</sup>, i motsats till Kindla, vilken var permanent sur med negativ ANC (-0,03 mEq L<sup>-1</sup>). Ytvattnet i Gammtratten var det mest välbuffrade med ett pH≈5,6 och ett ANC≈0,08 mEq L<sup>-1</sup>. Kindla är följaktligen det område som har surast jord och avrinning av samtliga IM-områden. Detta stämmer dåligt med den historiska belastningen av surt nedfall över de fyra områdena, vilken indikerar att Gårdsjön borde vara det suraste området. Egenskaper i avrinningsområdet gör följaktligen Kindla surare än de andra tre IM-områdena.

Fördelningen mellan sulfat, klorid och nitrat var tämligen jämn i nederbörden på öppet fält i samtliga områden förutom vid Gammtratten där andelen klorid bara uppgick till ca 20% jämfört med 26-39% i de andra områdena. Påverkan av havssalter i södra Sverige framträdde tydligt i krondroppet där klorid var den dominerande anjonen både i Gårdsjön och Aneboda, medan sulfat dominerade i Kindla och Gammtratten. Sulfat var för övrigt den mest framträdande anjonen i samtliga medier i Kindla, med nivåer 3-4 gånger högre än i krondroppet. Detta indikerar att stora mängder sulfat tillförs mark- och grundvatten från källor i marken (se årsrapport från 1998). I Aneboda var sulfat- och kloridjonhalterna på ungefär samma nivåer i mark-, grund- och ytvatten och även där indikerar sulfatnivåerna ett betydande tillskott av svavel från marken. I Gårdsjön var klorid

den klart dominerande anjonen i det vatten som passerat marken, men sulfathalterna tyder på att svavel tillfördes från marken. I Gammtratten var sulfathalten i bäcken mer än dubbelt så hög som i krondroppet, även det en indikation på svavelbidrag från marken. Organiska anjoner utgjorde ca 46% av anjonflödet i bäcken i Gammtratten, medan motsvarande värden var 15%, 22% och 16% för bäckarna i Gårdsjön, Aneboda respektive Kindla.

I depositionen på öppet fält dominerades kationerna av natrium i samtliga områden förutom Gammtratten där kalcium utgjorde den största andelen. Även krondroppet dominerades av natrium i Gårdsjön och Aneboda, medan den interncirkulerande kationen kalium uppvisade högst halter i Kindla och Gammtratten. Natrium var för övrigt den mest framträdande kationen i det vatten som passerat marken i samtliga områden, med likartade nivåer som klorid. Magnesium var den näst mest dominerande kationen i Gårdsjön, medan kalcium och magnesium var på samma nivå i Aneboda och Kindla. Vätejoner utgjorde ett betydande inslag ( $\geq 0,01 \text{ mEq L}^{-1}$ ) i samtliga medier förutom i mark- och grundvattnet i utströmningsområdena i Aneboda. Nivåerna låg normalt i intervallet  $0,01\text{-}0,06 \text{ mEq L}^{-1}$ , varierande beroende på vattnets ursprung. Ett underskott av kationer i förhållande till anjoner antyder att inslaget av sura, kationiska metaller, främst aluminium och eventuellt något järn, hade en påtaglig påverkan på jonbalansen i Kindla. I bäckvattnet utgjorde sura, kationiska metaller storleksordningen  $0,03 \text{ mEq L}^{-1}$ . Osäkerheten är dock stor i dessa skattningar.

Halterna av totalaluminium var höga ( $0,9\text{-}2,0 \text{ mg L}^{-1}$ ) i markvattnet i samtliga tre områden med sådana mätningar. I grundvattnet var halterna något lägre ( $0,6\text{-}1,4 \text{ mg L}^{-1}$ ). Halterna i bäckvattnet var lägst i Gammtratten ( $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ ) med högst pH ( $5,6$ ) och  $0,5\text{-}0,9 \text{ mg L}^{-1}$  i de andra områdena med lägre pH ( $4,4\text{-}4,6$ ). I Gårdsjön utgjorde oorganiskt aluminium ( $\text{Al}_i$ ) 33% av totalaluminiumet, motsvarande en halt på  $0,3 \text{ mg Al}_i \text{ L}^{-1}$ .

Halten löst organiskt material (DOC) var betydligt högre i bäckvattnet i Aneboda och Gårdsjön ( $20$  respektive  $14 \text{ mg L}^{-1}$ ), än i Kindla och Gammtratten ( $7$  respektive  $8 \text{ mg L}^{-1}$ ). Förutsättningarna för att komplexbinda metaller var följaktligen avsevärt bättre i Aneboda och Gårdsjön än i de båda andra områdena. De höga DOC-halterna återspeglades givetvis även i halterna organiskt bundet kväve, med avsevärt högre halter i Aneboda och Gårdsjön ( $650$  respektive  $460 \text{ } \mu\text{g org-N l}^{-1}$ ) jämfört med de båda andra områdena ( $300\text{-}330 \text{ } \mu\text{g org-N l}^{-1}$ ). Det organiskt bundna kvävet utgjorde **86-96%** av totalkvävet i alla fyra bäckarna. De oorganiska kväve- och fosforfraktionerna förekom i tämligen låga halter ( $<43 \text{ } \mu\text{g oorg-N l}^{-1}$ ,  $\leq 2 \text{ } \mu\text{g PO}_4\text{-P l}^{-1}$ ) förutom i Gårdsjön där ammoniumhalten var ovanligt hög ( $62 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ ). Det senare orsakades av den markstörning som en skogsmaskin åstadkom under sommaren (se nedan).

Inget av områdena hade särskilt höga järn- eller manganhalter i bäckvattnet ( $<1,3 \text{ mg Fe l}^{-1}$ ,  $<0,05 \text{ mg Mn l}^{-1}$ ). Däremot uppmättes tämligen höga järnhalter i mark- och grundvattnet i utströmningsområdet i Aneboda ( $2,6$  respektive  $7,2 \text{ mg L}^{-1}$ ). Halterna av koppar, bly, zink och kadmium i bäckvattnet analyserades endast i Aneboda och Kindla under 1999 och halterna var med undantag av bly i Aneboda ( $1,2 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ ) under de nivåer där negativa biologiska effekter kan förväntas. De lägsta halterna för negativ biologisk effekt är för Cu  $>3 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ , för Pb  $>1 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ , för Zn  $>20$

$\mu\text{g L}^{-1}$  och för Cd  $>0,1 \mu\text{g L}^{-1}$  (NV 1999). I mark- och/eller grundvatten uppmättes dock halter som översteg dessa nivåer för bly, kadmium och särskilt för zink. Även totalkvicksilver och metylkvicksilver analyserades i vissa medier i Gårdsjön och Kindla, Gårdsjön uppvisade mycket höga halter metylkvicksilver i bäckvattnet, sannolikt orsakat av den tidigare omtalade markstörningen (se nedan).

Avslutningsvis kan man sammanfatta områdena som jonsvaga, med permanent sura förhållanden och med tämligen höga aluminiumhalter. Övriga metaller, med undantag av bly i Aneboda, uppvisade halter i bäckvattnet under de nivåer där man anser att det föreligger risk för biologisk skada. I mark- och grundvatten överskreds dock dessa gränsvärden frekvent. 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.

### **Vattnets väg genom marken i Kindla**

Vattendynamiken i ett avrinningsområde är själva motorn i ekosystemet. Vattnet är en förutsättning för biogeokemiska processer och transport av substanser, ämnen och föreningar som är resultat av processerna. Vattnets vägar varierar under året. Det vatten som tillförs bäcken har därför olika kemiska egenskaper. Hur fördelningen är mellan olika flödesvägar beror på markens och grundens fysikaliska egenskaper och områdets morfologi eller geometriska utseende.

I IM-området Kindla mäter vi vattnets mängd i olika media för att kunna beräkna vattenbalansen och balansen av kemiska substanser för området, men även för att kunna beräkna den interna omfördelningen av substanser och för att kunna förklara års- och mellanårsvariationer i det avrinnande ytvattnets kemi och transport.

Vi mäter nederbördens mängd, markvattenhalten på olika nivåer, grundvattennivån och avrinningen. För att kunna beräkna den interna omfördelningen av substanser, måste mark- och grundvattenflödena simuleras med en hydrogeologisk modell. Då kan dessa mätningar tjäna som drivvariabler, randvillkor (startvärden) och som verifiering av modelleringen. Mätningarna sker med kontinuerligt registrerande instrument. Det gör dock att tekniken kan spela oss spratt och att vi förlorar en del data. Retsamt nog, ibland då det vore som mest spännande att ha dem. Vi skall se vad som hände under hösten 1999 i Kindla i en sluttning 23 meter från och 3,4 meter högre än den avrinnande bäcken samt i bäcken.

Den första halvan av september månad var i stort sätt torr (Figur 4) och bäcken rann fram med ett stilla långsamt sjunkande basflöde. Grundvattennivån sjönk med 25 cm under perioden. Markvattenhalterna på alla nivåer var sjunkande. De nådde halter som i relation till vattenmättnad (100% av markporerna vattenfyllda) var lägst (65%) i E-horisonten 27,5 cm under markytan och ökade successivt mot djupet

till 96% i C-horisonten på 72 cm djup. Figur 4 visar vattenhalten i den totala volymen, dvs. jord- och porvolym.

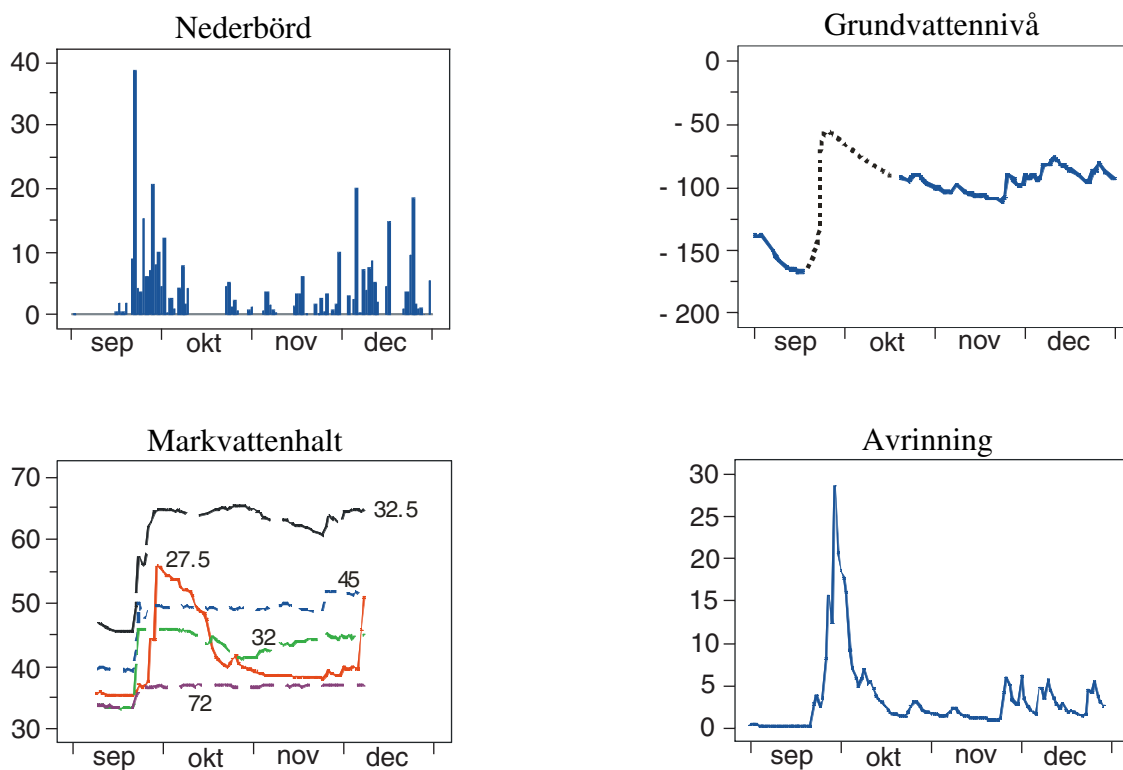
Under perioden 15/9 t.o.m. den 18/9 regnade det sammanlagt 6 mm. Det enda som kunde registreras var att grundvattnets sjunkande tendens planade ut. Den 16/9 slutade mätningarna av grundvattennivån tyvärr att fungera. Den 19/9 började ett ihållande regn, som i mängd nådde sin kulmen redan andra dagen, då det regnade hela 38 mm. Markvattenhalterna svarade momentant på alla nivåer på de två första dagens regn ("piston flow"). Den procentuella ökningen, som registrerades i de olika nivåerna, står i relation till den vattenhållande förmågan och hur nära vattenmättnad jorden är.

Högst upp i profilen är den vattenkvarhållande förmågan jämförelsevis liten, varför de första regnen bara ökade halten med några procent. Vattnet perkolerade vidare till nästa nivå, B-horisonten, som har betydligt högre vattenhållande förmåga p.g.a. både högre lerhalt och högre halt organiskt material. Vattenhalten på de två djupaste nivåerna (undre delen av B-horisonten och C-horisonten, 57 cm resp. 72 cm under markytan) nådde vattenmättnad under de två första dagens regnande. Under de följande två dagarna regnade det betydligt mer beskedligt och markvattenhalterna sjönk på alla nivåer åtminstone ner t. o m. 45 cm djup, för att sedan öka markant vid ökande regnmängder de följande dagarna.

Grundvattnet då, som vi inte fick någon registrering av? Jo, utifrån markvattenhalterna kan vi konstruera en grundvattennivåkurva, som inte bör vara behäftad med större fel (Figur 4). Marken på de två djupaste nivåerna nådde tidigt vattenmättnad och är då en del av grundvattnet. På 45 cm nivån nåddes inte vattenmättnad, men halterna låg mycket nära. Grundvattenytan låg säkert strax under denna nivå. När vattenhalterna började att sjunka under vattenmättnad på 57 cm:s djup hade också grundvattenytan sjunkit under denna nivå.

Avrinningen ökade momentant, men sjönk igen efter 38 mm:s regnet liksom markvattenhalterna i de övre horisonterna. Kulmen nåddes 6 dagar efter "maxregnet" under en period av ihållande riklig nederbörd. Den sammanfaller i tid med att även den ytligaste markhorisonten nådde eller låg mycket nära mättnad. Trots vattenmättnad i det ytliga markskiktet nådde inte grundvattnet upp till markytan eftersom djupare horisonter (45 cm nivån) inte var mättad. Däremot kan mycket väl grundvattnet ha nått markytan något längre ner i slutningen.

Vattengenomsläppligheten i de översta 35 centimetrarna av marklagret är en tiopotens större än 60 cm ner i marken. Det betyder att mängden grundvatten som flödar fram i de ytliga marklagren är mycket stor under sådana här regnepisoder. Under perioden 21/9 – 7/10 låg grundvattenytan uppe i B-horisonten (Figur 4), vilket innebär att grundvatten åtminstone härifrån (23 m från bäcken) och ner tillförde bäcken vatten med annan kemisk sammansättning än under perioder med lägre grundvattennivåer. Trots riklig nederbörd under resten av hösten, speciellt i december, nådde ändå aldrig grundvattnet upp i B-horisonten. De speciella högvattenepisoderna är korta, men sätter sina spår i ekosystemet i form av t.ex. surstötter, kraftig tillförsel av organiskt material etc.



**Figur 4.** Nederbörd (mm), grundvattennivå (cm) under markytan, markvattenhalt (%) av totala volymen (jord- och porvolym; siffrorna i figuren anger mätpunkternas djup under markytan; 27,5 = E-horisont, 32 och 45 = B-horisont, 72 = C-horisont) samt avrinning ( $L s^{-1}$ ). Markvattenhalt och grundvattennivå mäts 23 m från bäcken, där markytan ligger 3,4 m högre än bäcken.

*Precipitation (mm), groundwater level (cm) below soil surface, soil water saturation (%) of totale voume (soil and pore volume; figures in figure are sampling depth below soil surface; ; 27,5 = E-horizon, 32 och 45 = B- horizon, 72 = C- horizon) and runoff ( $L s^{-1}$ ). Soil water saturation and groundwater level are measured 23 m from the stream, where the soil surface is located 3,4 m above the stream.*

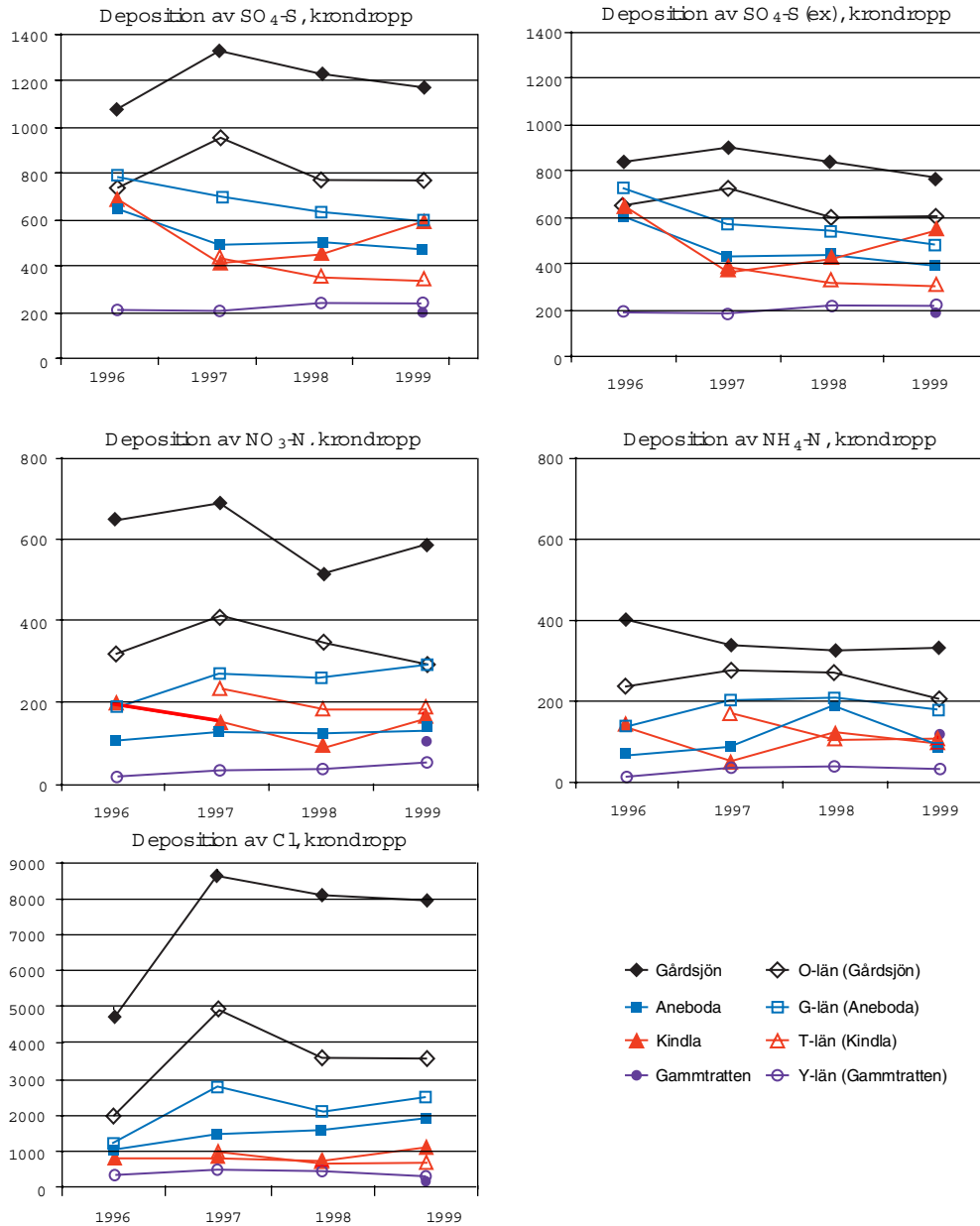
### Är nedfallet på IM-ytorna representativa?

Det är givetvis av stort intresse att känna till i vilken mån nedfallet av olika ämnen på IM-ytorna är representativa för den region som de ligger i. I Figur 5 jämförs uppmätt deposition via krondroppsmätningar i IM-ytorna för åren 1996-1999 med motsvarande typ av mätningar vid andra stationer inom respektive län (Resultat från krondroppsnätet, IVL och länsstyrelser/luftvårdsförbund, [www.ivl.se](http://www.ivl.se)). De komponenter som jämförs är sulfat-svavel ( $SO_4-S$ ), sulfat-svavel exklusive havssaltsbidrag ( $SO_4-S(ex)$ ), nitrat-kväve ( $NO_3-N$ ), ammonium-kväve ( $NH_4-N$ ) och klorid (Cl).

Depositionen av alla studerade komponenter är högre i Gårdsjön än i länet som helhet. Gårdsjön är också den av IM-ytorna där belastningen är högst. IM-ytan i Aneboda tycks däremot vara något lägre belastad än stationerna inom Kronobergs län som helhet. Kindla representerar i de flesta fall depositionen inom Örebro län, även om vissa årliga avvikelser förekommer. Belastningen av svavel och kväve i



Aneboda och Kindla är enligt mätningarna på ungefär samma nivå, medan depositionen av klorid är högre i Aneboda än i Kindla. Vid Gammtratten i Västernorrlands län, såväl som vid de övriga krondroppsmätningarna inom länet, uppmäts den lägsta belastningen bland de fyra studerade länen. Från IM-ytan Gammtratten finns hittills endast mätresultat från 1999. Dessa värden tycks för svavel och klorid vara på samma nivå som övriga krondropsstationer inom länet, medan den uppmätta kvävedepositionen under 1999 var något högre än vid de övriga stationerna i Västernorrlands län.



**Figur 5.** Deposition via krondropp ( $\text{mg m}^{-2} \text{år}^{-1}$ ) 1996-99 vid IM-ytorna och andra motsvarande stationer i respektive län.  
*Throughfall ( $\text{mg m}^{-2} \text{år}^{-1}$ ) 1996-99 at the IM-sites and other similar sampling stations in respective county.*

### **Fortsatt upplagring av kväve i IM-områdena.**

Årets utlakning av kväve uppgick till 1,4 – 3,5 kg ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>, dvs. ca 30% (26-32%) av depositionen ovan krontak. Detta är avsevärt högre än under de två föregående åren då andelen utlakning var 10-20%, undantaget Aneboda 1998 med 34%.

Det organiskt bundna kvävet dominerar utlakningen med andelar från 80% för Gårdsjön till 100% för Gammtratten. De två föregående åren (1997 & 1998) uppvisade andelar mellan 90% och 100%. Fördelningen mellan de två oorganiska komponenterna nitrat och ammonium skiljer sig mellan områdena. I Gårdsjön dominerar utlakningen av ammonium medan nitrat dominerar i Aneboda och Kindla. Nitratutlakningen var 0,1 kg ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> i alla områden med undantag för Gammtratten där utlakningen av oorganiskt kväve var nästan obefintlig. Utflödet av ammonium var mycket liten för både Kindla och Aneboda medan Gårdsjön uppvisade sex gånger så mycket ammonium som nitrat, dvs. 0,6 kg ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. Under de två föregående åren var oorganisk utlakning mycket låg, som mest i Gårdsjön 1998 med 0,2 kg ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>.

Fastläggningen av kväve i avrinningsområdena, tillsammans med denitrifikation, är troligen större än vad som framgår ovan eftersom en del torrdeposition direkt avsätts på trädens blad och barr och att viss kvävefixering kan förekomma. Upplagring sker i främst trädbiomassa och markens organiska material.

### **Grumlige resultat för kväve i grundvattnet**

Ökad tillförsel av kväve kan på sikt öka innehållet i markvatten och grundvatten. De bestämningar, som görs visar på egendomligt höga nitrat- och ammoniumkoncentrationer i grundvattnet i Aneboda och Kindla, särskilt i utströmningsområdena. Vid dessa stationer var de uppmätta halterna av nitrat och ammonium i grundvattnet >15 respektive >3 ggr högre än halterna i markvattnet. För Gårdsjön var bilden en annan med klart bättre överensstämmelse mellan markvatten och grundvatten och mestadels halter under 0,02 mg L<sup>-1</sup>. Endast i utströmningsområdets markvatten var nitratkoncentrationerna klart högre (0,24 mg L<sup>-1</sup>) jämfört med nitrat i övriga mark-, grund- och bäckvatten.

Förklaring till de höga värdena i Anebodas och Kindlas grundvatten kan förmodligen hänföras till analytiska problem. Grundvattenproverna är grumlade av minerogena finpartiklar, vilket stör analysen. För Kindla kan detta även styrkas av resultaten från en yttäckande undersökning av mark och grundvatten i den bäcknära zonen. I den undersökningen gjordes analyserna på prover filtrerade med 0,45µm filter, medan proven inom IM-programmet filtreras med 5µm porstorlek, vilket inte är tillräckligt för att ta bort alla partiklar (Fölster, 2000). Nitrat förekom endast undantagsvis och i låga halter vid den yttäckande undersökningen, medan ammonium endast återfanns i bäcktorvens vattenfas. Inom IM har variationen mellan olika grundvattenprover varit stor med såväl höga halter (ca 0,5 mg L<sup>-1</sup>) som låga halter på enstaka mikrogram. Problemen föranleder nu extra insatser för att ta fram en relevant analysmetod. Detta leder sannolikt till filtrering av grundvattenproverna i samband med provtagningen. Inverkan av denna filtrering måste dock först undersökas.

## **Skogsmaskin frigjorde stora mängder metylkvicksilver i Gårdsjön**

IM-området i Gårdsjön har sedan 1979 kontinuerligt övervakats och utgjort opåverkat referensområde till många olika vetenskapliga studier. Sommaren 1999 påverkades dock området olyckligtvis av att timmer transporterades tvärs genom den övre delen av avrinningsområdet. Störningen innebar att en torvmark delvis dämades upp samt att mårskiktet slets bort eller skadades av den traktorväg som bildades. Dessa skador har nu i möjligaste mån åtgärdats. Nedan följer en kort beskrivning av markskadornas effekter på vattenkemin och uttransporten av olika ämnen.

Provtagningar uppströms och nedströms skadan visade att flertalet ämnen i avrinningen inte påverkades alls eller bara obetydligt av traktortransporten. Några av dessa ämnen är H<sup>+</sup>, Ca, Mg, Na, Mn, oorganiskt Al, Total-Hg, NH<sub>4</sub>, SO<sub>4</sub>, Cl, NO<sub>3</sub>, Kjeldahl-N och Si liksom konduktivitet.

De ämnen som påverkades i högre grad var sådana som är relaterade till det organiska materialet och/eller ackumulerats i blötmark/mossmark omedelbart uppströms traktorskadan. Organiskt material (DOC) och vattnets färg ökade liksom kalium, totalfosfor samt organiskt bundet aluminium och järn. Den största effekten uppstod emellertid för metylkvicksilver (MeHg), som omedelbart ökade med ca 100 ggr. Denna ökning varade under 3 månader varefter halterna sjönk. Ungefär ett år efter traktorskadan var halterna MeHg fortfarande förhöjd ca 10 ggr jämfört med åren innan.

Som en följd av haltökningarna under senare delen av 1999 har även den årliga uttransporten av flera ämnen ökat. Den största ökningen har skett för MeHg vars årsflöde under 1999 var det högsta sedan mätningarna startade. Frigörelsen av stora mängder MeHg som förs vidare med vattnet till älvar, sjöar och kustområdet kan leda till förhöjda MeHg-halter i fisk. Detta är ett av vårt lands största miljöproblem eftersom fisken i ca hälften av Sveriges sjöar har MeHg-halter som överskrider FN's rekommenderade högsta halt på 0,5 mg per kilo fiskmuskel.

Baserat på denna enda observation kan man spekulera över om skogsbrukets omfattande mekanisering med allt större och tyngre fordon kan ha medfört en kvantitativt betydelsefull mobilisering av ämnen, t.ex. MeHg, som finns bundet i organiskt material i skogs- och mossmark längs vattendragen. Om så vore fallet kan dagens skogsbruk utgöra en viktig orsak till att problemen med höga MeHg-halter i fisk inte påtagligt minskat i våra skogsvatten trots stora insatser för att minska utsläppen av kvicksilver från industri och samhälle. Detta tål att studeras ytterligare!

## **Tätande krontak förändrar markvegetationen i Aneboda**

De korta tidsserier över markvegetationens täckning som föreligger inom IM, d.v.s. tre års observationer vardera i Aneboda, Gårdsjön och Kindla samt en gång i Gammtratten, ger inget underlag för trendutvärdering. Däremot finns för Aneboda en tidsserie från PMK-perioden mellan 1982 och 1991 från samma provytor. Där föreligger alltså en serie omfattande 19 år med några avbrott i observationerna. Denna visar att bottenskiktet, d.v.s. mossor och lavar, som helhet ökat stadigt från

cirka 55 till cirka 80% täckning. Störst andel i bottenskiktets ökning har stor kvastmossa (48% till 59%) och väggmossa (5% till 13%).

Denna förändring förklaras sannolikt av naturlig succession under ett tätande krontak. Den hårdnande rotkonkurrensen från träden missgynnar de rotade kärlväxterna och är neutral för mossorna. Fältskiktet, d.v.s. huvudsakligen kruståtel har hela tiden legat omkring 2% täckning. Höga värden de två första åren är sannolikt en felskattning orsakad av svårigheten att korrekt bedöma täckningsgraden för denna art. Det totala antalet arter var 38 under hela undersökningsperioden.

Övervakningen visar att markvegetationen kan vara förvånansvärt stabil under så lång tid som nära 20 år i ett skogsbestånd som inte varit utsatt för ingrepp eller större naturliga förändringar i trädskiktet.

I Gårdsjön täckte bottenskiktet mindre än i Aneboda, cirka 25%, och fältskiktet mera, cirka 10%, medan förhållandet mellan de båda skikten i Kindla liknade dem i Aneboda. I Gammtratten täckte fältskiktet drygt 40 och bottenskiktet 60%, något som sannolikt hänger samman med det öppnare och lägre trädbeståndet på platsen.

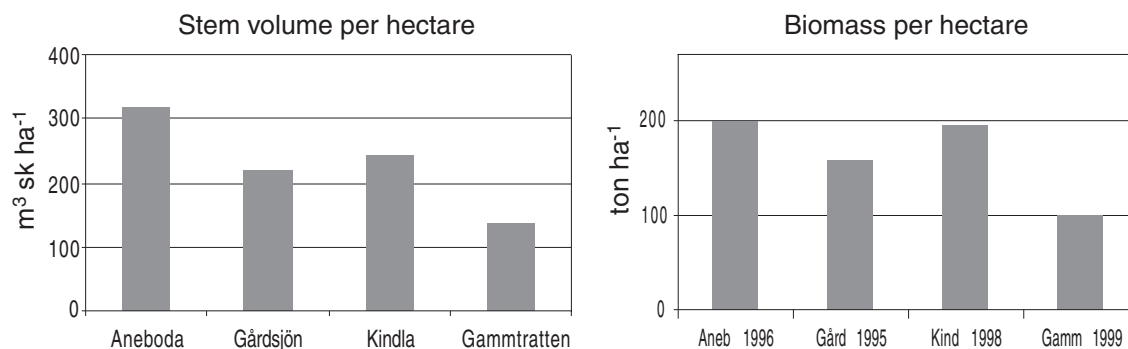
### **Tänk på procenten Helge!**

Under 1999 genomfördes som examensarbete en studie av personvariationen vid skattningen av vegetationens täckningsgrad på IM-områdenas intensivtytor (Lundström 2000). Studien utfördes dels på tidigare data från PMK-och IM-perioderna, dels på data som samlades in under året. Analyserna fokuserades mot variationen på samma provtytor dels för en person vid upprepade skattningar och dels mellan bedömningarna av olika personer. I 95% av alla skattningar var absoluta skillnaden mellan skattningarna av täckningsgrad mindre än 5%. För arter som täckte 20% eller mer var relativa skillnaden omkring 14%, d.v.s. medelskillnaden i procent av medeltäckningen. För arter som täckte 5-20% var den 28% och för arter med mindre täckning ca 33%. Vid tolkningen av dessa resultat bör man hålla i minnet att en liten skillnad i absolut täckning ger stort utslag vid låga täckningsvärden. Skillnaden mellan 1 och 2% är t.ex. 66,67% av medelvärdet mellan talen, medan skillnaden mellan 50 och 51% bara är 1,98% av medelvärdet. Mått på personvariationen används för att bedöma säkerheten i iakttagna förändringar i täckningsgrad.

### **Träd faller tungt!**

Biomassan i de levande trädens alla delar, i ton per hektar, är störst i Aneboda och Kindla (cirka 200 ton/ha) och minst i Gammtratten (cirka 100 ton/ha). Gårdsjön ligger ungefär mitt mellan dessa mängder. Även virkesförrådet, d.v.s. stamvolymen, uppvisar ungefär samma fördelning mellan områdena.

Innehållet av kemiska ämnen i biomassan, beräknat utifrån litteraturdata, visar att t.ex. mängden kväve var 445 kg/ha i Aneboda, i Gårdsjön 341, i Kindla 483 och i Gammtratten 210, mängden mangan 63, 46, 44 resp. 30 kg/ha.



**Figur 6.** Stamvolym ( $\text{m}^3\text{sk ha}^{-1}$ ) och biomassa ( $\text{ton ha}^{-1}$ ) i de fyra IM-områdena. Värdena har beräknats per bestånd, men anges som ett vägt medelvärde för hela området.  
*Stem volume ( $\text{m}^3\text{sk ha}^{-1}$ ) and tree biomass ( $\text{ton ha}^{-1}$ ) at the IM sites. Values were calculated per tree stand but are given as a weighed mean of the whole site.*

### Anebodas granar vid god vigör!

Kronutglesningen hos gran var ca 20% i de tre sydliga IM-områdena, vilken kan betraktas som ringa. I Aneboda, där 12 procent av barren hos gran var missfärgade 1997, hade återhämtningen från 1998 fortsatt. Vid 1999 års inventering var mindre än en procent av barren missfärgade, vilket får anses normalt.

### Hur bestämmer man om det råder kväveöverskott i träden?

Arginin, en aminosyra som vid kväveöverskott lagras upp i trädens barr (Näsholm et al. 1990), rapporterades i 1998 års rapport vara extremt riklig i alla områden. Enstaka värden var oförklarligt höga. Det har visat sig att de höga värdena orsakades av ett beräkningsfel (ursprungsvärden  $\times 25$  istället för  $\times 5$ ). De korrigerade värdena för 1998 har lagts in i Appendix 18. När felet korrigerats visade sig de flesta värden vara normala, men några prover fördelade på alla områden uppvisar fortfarande förhöjda eller mycket höga halter enligt Näsholms skala (Tabell 6). Under 1999 förelåg förhöjda värden i de tre sydliga områdena, vilket kan tyda på störningar i näringsbalansen.

En annan klassindelning som avser risken för kväveläckage från skogsmark finns i Bedömningsgrunder för skogslandskapet (NV 1999b). Där är klasserna  $\leq 5$ =mycket liten, 5-10=stor och  $>10$ =mycket stor risk. Värdena avser  $\mu\text{mol/g}$  torrsvikt av granbarr. Enligt denna klassificering föreligger mycket liten risk för kväveläckage från IM-områdena.

**Tabell 6.** Medelhalter av arginin ( $\mu\text{mol g}^{-1}$  ts) i årsbarr av gran från cirka 10 träd per IM-område under perioden 1997-99. Följande skala tillämpas (Näsholm pers. komm.): 0-1=normal, 1-5=förhöjd, >5=hög, nd=data saknas. Högsta värde inom parentes. *Average concentrations of arginin ( $\mu\text{mole g}^{-1}$  dw) in present year spruce needles from approximately 10 trees per IM site during the period 1997-99. The following scale is used (Näsholm pers. com.): 0-1=normal, 1-5=moderate, >5=high, nd=no data. Maximum value within brackets.*

	1997	1998	1999
Gammtratten	nd	normal 0,75 (4,43)	normal 0,17
Kindla	normal (0,85)	Förhöjd 1,61 (15,3)	Förhöjd 2,28
Gårdsjön	nd	Normal 0,47 (2,35)	Förhöjd 2,39
Aneboda	nd	Förhöjd 1,13 (4,21)	Förhöjd 2,41

### Barralgera koloniserar snabbare

Under perioden 1997-99 har tjockleken av algskiktet på unga granars barr inte förändrats nämnvärt. Däremot har de under denna tid börjat kolonisera barren i snabbare takt. Från att det 1997 i Aneboda tog i medeltal 3,1 år för dem att slå sig ned på barren, behövde de 1999 bara 2,0 år. Motsvarande siffror i Kindla var 4,4 resp. 3,5 år. I Gårdsjön minskade tiden från 1997 till 1998 från 4,6 till 3,2 år. 1999 kunde inga observationer göras där på grund av avverkning.

Enligt den bakomliggande huvudhypotesen skulle detta beteende bero på att mängden kväve i depositionen ökat. Emellertid kan andra faktorer också ha spelat in, t.ex. ökad luftfuktighet och längre vegetationsperiod. Hos lavarna på småträdens kvistar kan en liknande, men inte lika tydlig trend iakttas. Hos dem indikerar emellertid kortare koloniseringstid på bark motsatt förhållande, d.v.s. att luften blivit renare, framför allt från surt nedfall. Det skulle i så fall vara en konsekvens av det minskade svavelnedfallet från atmosfären.

## Referenser

- Berg, B. 1986. *Nutrient release from litter and humus in coniferous forestsoils - a mini review*. Scand. J. Forest Research 1, 359-370
- Cronan, C. S. & Grigal, D. F. 1995. *Use of calcium / aluminum ratios as indicators of stress in forest ecosystems*. J. Environmental Quality 24:209-226.
- 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.
- Eriksson, B. 1983. *Data rörande Sveriges nederbörds klimat. Normalvärden för perioden 1951-80*. SMHI Rapport 1983:28
- FEI 1998. *Manual for integrated monitoring*. IM Program Centre, Helsingfors.  
[www.vyh.fi/eng/intcoop/projects/icp\\_im/manual/index.htm](http://www.vyh.fi/eng/intcoop/projects/icp_im/manual/index.htm)
- Fölster, J. 1999. *Control of runoff chemistry by processes in the near-stream zone*, Licentiate Thesis, Department of Environmental Assessment, Swedish University of Agricultural Sciences. Rapport 1999:5
- Fölster, J. 2000. *The near-stream zone is a source for nitrogen in a catchment with moderate nitrogen deposition*. Journal of Environmental Quality Vol 29, 883-893.
- Hruska, J. Cudlin P., Kram P. och Rauch, O. 1999. *Is the status of mountain Norway spruce forest ecosystem affected by soil water Ca / Al ratio?* Conference on Critical Loads, Copenhagen. Poster presentation.
- Kvarnäs, H. 2000. *The Q model, a simple conceptual model for runoff simulations in catchment areas*. Dep. of Environ. Assess., SLU, Report 2000:15.
- Laudon, H. 1999. *Spring flood pH decline in Northern Sweden: Towards an operational model separating natural acidity from anthropogenic acidification*. Licentiate thesis, Dept. Of For. Ecol., SLU, report 49, ISSN 1104-1870.
- Lundström, S. 2000. *Plant cover estimate in long-term monitoring – how to assess its precision*. Examensarbete vid Inst. för miljöanalys, SLU. Rapport 2000:8.
- Löfgren, S (Ed.). 1999. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark – IM. Årsrapport 1997*. Naturvårdsverket rapport 5030. English summary.
- NV 1999a. *Bedömningsgrunder för miljö kvaliteten – sjöar och vattendrag*. Naturvårdsverket rapport 4913.
- NV 1999b. *Bedömningsgrunder för miljö kvaliteten. - Skogslandskapet*. Naturvårdsverket rapport 4917.
- Näsholm, T., Edfast, A.-B., Ericsson, A. & Norden, L.-G. 1990. *Free amino acid concentrations in needles of Norway spruce and Scots pine trees on different sites in areas with two levels of nitrogen deposition*. Canadian Journal of Forest Research 20:1132-1136.
- Penman, H.L. 1948. *Natural evaporation from open water, bare soil and grass*. Proc. R. Soc. Ser. A 193:120-145.
- Riksskogstaxeringen. 1999. [www.resgeom.slu.se/prod/projekt/rikstax/Skogsskador.htm](http://www.resgeom.slu.se/prod/projekt/rikstax/Skogsskador.htm)
- Taesler, R. 1972. *Klimatdata för sverige*. Statens institut för byggnadsforskning i samarbete med SMHI. K L beckmans tryckerier AB 1972.
- Thelin, G., Rosengren-Brinck, U. & Nihlgård, B. 1996. *Skånska barrskogar i obalans*. Skog & Forskning 3/96, 13-17.
- Warfvinge, P., Jacks, G. & Allard, B. 1999. *Försurningssituationen på Gyllberget – bedömning av vattenkvaliteten i Hyttingsån*. Naturvårdsverket rapport 4943.

## Appendix (svenska)

### 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 1998. Mark- och grundvatten insamlas både i inströmningsområden (Recharge area) och utströmningsområden (Discharge area). Statistisk spridning redovisas som CV (Coefficient of Variation) och n visar antalet mättillfällen under året. Antalet analyser överstiger n i markvattnet eftersom 6-9 lysimetrar analyseras vid varje mättillfälle och på varje provtagningsnivå.

Halterna återfinns enligt följande indelning:

Appendix 1:	Halter i luft: SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , O <sub>3</sub>
Appendix 2:	Allmänt: pH, konduktivitet, kisel
Appendix 3:	Kväve: Tot-N, Org-N, NO <sub>3</sub> -N, NH <sub>4</sub> -N Fosfor: Tot-P, Res-P, PO <sub>4</sub> -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 Aneboda and Kindla 1998 inkluderar alla fraktioner, medan endast barrfraktionerna rapporterades i årsrapporten för 1997.

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:	Trädvitalitet (barrförlust, missfärgning av barr)
Appendix 15:	Epifytiska lavar på grenar
Appendix 16:	Epifytiska alger på barr och lavar på grenar
Appendix 17:	Biodiversitet i undervegetationen på intensivytor
Appendix 18:	Kemisk sammansättning på barr och förnafall
Appendix 19:	Biomassa och bioelement i träd

### Klimat och hydrologi

Appendix 20:	Lufttemperatur och nederbörd
Appendix 21:	Vattenbalanser
Appendix 22:	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 1998. Soil water and groundwater were collected both in recharge and discharge areas. Statistical variations are reported as Coefficient of Variation (CV) and n shows the number of samplings occasions during the year. In soil water, the numbers of analyses are much larger than n, since 6-9 lysimeters are sampled at each sampling occasion and at each sampling depth.

The concentrations are found in the following order:

Appendix 1:	Concentrations in air: SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , O <sub>3</sub>
Appendix 2:	General: pH, conductivity, Si
Appendix 3:	Nitrogen: Tot-N, Org-N, NO <sub>3</sub> -N, NH <sub>4</sub> -N Phosphorus: Tot-P, Res-P, PO <sub>4</sub> -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 at Aneboda and Kindla 1998 include all fractions, while only needle fractions were reported in the annual report for 1997.

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:	Tree vitality (defoliation, discoloration of needles)
Appendix 15:	Epiphytic lichens on twigs
Appendix 16:	Epiphytic algae on needles and lichens on twigs of spruce
Appendix 17:	Biodiversity in understorey vegetation: intensity plots
Appendix 18:	Chemistry of spruce needles and needles in litterfall
Appendix 19:	Biomass and bioelements in trees

### Meteorology and hydrology

Appendix 20:	Air temperature and precipitation
Appendix 21:	Water balances
Appendix 22:	Important observations



pH	Gårdsjön				Aneboda				Kindlahöjden				Gammtratten			
	Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n
Bulk deposition	4,60	4,60	5%	12	4,74	4,79	6%	12	4,64	4,63	5%	12	4,67	4,70	4%	12
Throughfall	4,64	4,68	7%	12	4,97	4,93	9%	12	4,80	4,91	5%	12	4,87	4,81	6%	12
Soil water, recharge area, E, 10 cm	4,66	4,66	1%	2	4,25	4,25	8%	4	4,35	4,33	5%	3				
Soil water, recharge area, B, 40 cm	4,67	4,68	1%	3	4,68	4,63	6%	4	4,71	4,76	2%	3				
Soil water, discharge area, 20 cm	4,80	4,80	2%	2	5,20	5,09	7%	4	4,65	4,64	3%	3				
Groundwater, recharge area, F1:4	4,72	4,72	1%	4	5,00	4,95	3%	4	4,69	4,70	2%	4				
Groundwater, discharge area, F1:5	4,55	4,57	3%	4	5,44	5,46	2%	4	4,38	4,40	3%	3				
Stream water	4,36	4,38	2%	17	4,50	4,50	2%	24	4,57	4,56	2%	25	5,63	5,66	3%	25

Cond <sub>25</sub> (mS m <sup>-1</sup> )	Gårdsjön				Aneboda				Kindlahöjden				Gammtratten			
	Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n
Bulk deposition	2,5	2,3	51%	12	2,0	1,9	42%	12	2,0	1,5	73%	12	1,6	1,4	42%	12
Throughfall	6,9	4,9	67%	12	3,0	2,9	39%	12	2,7	2,3	58%	12	1,3	1,1	46%	12
Soil water, recharge area, E, 10 cm	7,5	7,5	12%	2	8,1	6,9	61%	4	4,4	4,4	28%	3				
Soil water, recharge area, B, 40 cm	6,9	6,9	5%	3	7,1	5,1	69%	4	3,4	3,5	7%	3				
Soil water, discharge area, 25 cm	5,8	5,8	2%	2	6,8	6,1	27%	4	3,2	3,1	11%	3				
Groundwater, recharge area	5,9	6,0	5%	4	7,0	6,6	15,0	4	3,5	3,7	15%	4				
Groundwater, discharge area	6,6	6,6	3%	4	7,4	7,5	11,0	4	4,5	4,8	14%	3				
Stream water	7,2	7,0	10%	12	6,3	6,2	11%	24	3,4	3,4	10%	25	1,8	1,9	13%	25

Si (mg l <sup>-1</sup> )	Gårdsjön				Aneboda				Kindlahöjden				Gammtratten			
	Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n
Bulk deposition	0,003	0,000	181%	12												
Throughfall	0,005	0,000	115%	11												
Soil water, recharge area, E, 10 cm	5,6	5,6	14%	2	1,8	1,8	30%	4	3,1	3,0	25%	3				
Soil water, recharge area, B, 40 cm	3,4	3,6	12%	3	3,4	3,0	34%	4	2,7	2,6	6%	3				
Soil water, discharge area, 25 cm	4,0	4,0	7%	2	5,9	5,7	22%	4	3,8	3,6	13%	3				
Groundwater, recharge area	2,8	2,9	7%	4	5,6	5,5	11%	4	3,6	3,7	31%	4				
Groundwater, discharge area	3,4	3,2	26%	4	9,4	10,0	20%	4	6,4	5,9	20%	3				
Stream water	3,2	3,2	21%	17	4,3	4,0	23%	24	2,9	2,9	18%	25	3,3	3,3	30%	25

		Gårdsjön				Aneboda				Kindlahöjden				Gammtratten			
		Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n
Bulk deposition	Tot-N µg/l	1091	886	45%	12	905	981	83%	11	823	762	65%	11	551	680	132%	11
Throughfall		1855	1408	56%	12	735	849	60%	11	763	780	46%	11	492	414	70%	11
Soil water, recharge area, E, 10 cm		436	436	44%	2												
Soil water, recharge area, B, 40 cm		230	220	20%	3												
Soil water, discharge area, 20 cm		350	350	85%	2												
Groundwater, recharge area		57	66	50%	4												
Groundwater, discharge area		422	322	73%	4												
Stream water		531	552	48%	12	654	542	53%	24	303	248	55%	25	328	253	79%	25
Bulk deposition	Org-N µg/l	137	78	158%	12	67	214			73	80			121	227		
Throughfall		500	482	44%	12	350	565			375	455			154	137		
Soil water, recharge area, E, 10 cm		335	335	28%	2	1151	1193	28%	4	331	263	60%	3				
Soil water, recharge area, B, 40 cm		220	210	20%	3	403	304	83%	4	338	251	72%	3				
Soil water, discharge area, 20 cm		101	101	141%	2	625	522	65%	4	264	240	36%	3				
Groundwater, recharge area		39	45	53%	4												
Groundwater, discharge area		401	289	79%	4												
Stream water		459	518	51%	12	610	487	56%	24	282	236	59%	25	299	237	82%	25
Bulk deposition	NO <sub>3</sub> -N µg/l	515	416	54%	12	401	401	59%	12	385	362	53%	12	236	250	61%	12
Throughfall		881	593	79%	12	239	219	59%	12	244	220	74%	12	160	134	65%	12
Soil water, recharge area, E, 10 cm		1	1	0%	2	8	9	70%	4	3	2	79%	3				
Soil water, recharge area, B, 40 cm		1	1	0%	3	3	2	55%	4	2	1	47%	3				
Soil water, discharge area, 20 cm		240	240	61%	2	6	3	159%	4	2	2	34%	3				
Groundwater, recharge area		6	6	86%	4	9	11	54%	4	68	44	116%	4				
Groundwater, discharge area		9	7	112%	4	164	199	58%	4	35	41	61%	3				
Stream water		10	1	202%	12	29	17	90%	24	13,6	5,0	149%	25	24,1	7,0	225%	25
Bulk deposition	NH <sub>4</sub> -N µg/l	439	392	53%	12	437	366	82%	12	365	320	71%	12	194	203	114%	12
Throughfall		475	333	67%	12	146	65	151%	12	144	105	81%	12	178	143	80%	12
Soil water, recharge area, E, 10 cm		101	101	98%	2	48	28	92%	4	11	9	69%	3				
Soil water, recharge area, B, 40 cm		11	10	20%	3	52	16	153%	4	34	14	154%	3				
Soil water, discharge area, 20 cm		10	10	16%	2	78	35	141%	4	33	12	138%	3				
Groundwater, recharge area		13	10	66%	4	9	9	68%	4	223	151	124%	4				
Groundwater, discharge area		16	5	123%	4	232	250	27%	4	68	84	72%	3				
Stream water		62	33	123%	12	14	12	58%	24	7	7	46%	25	5	5	27%	25
Bulk deposition	Tot-P µg/l	3	2	59%	11												
Throughfall		7	5	84%	12												
Soil water, recharge area, E, 10 cm		5	5	28%	2												
Soil water, recharge area, B, 40 cm		3	3	45%	3												
Soil water, discharge area, 20 cm		3	3	47%	2												
Groundwater, recharge area		2	1	69%	3												
Groundwater, discharge area		6	2	132%	3												
Stream water		9	7	66%	17	12	8	98%	24	5	4	96%	25	10	8	86%	25
Bulk deposition	Res-P µg/l																
Throughfall																	
Soil water, recharge area, E, 10 cm																	
Soil water, recharge area, B, 40 cm																	
Soil water, discharge area, 20 cm																	
Groundwater, recharge area																	
Groundwater, discharge area																	
Stream water																	
Bulk deposition	PO <sub>4</sub> -P µg/l																
Throughfall																	
Soil water, recharge area, E, 10 cm																	
Soil water, recharge area, B, 40 cm																	
Soil water, discharge area, 20 cm																	
Groundwater, recharge area						1	1	0%	4	7	5	101%	4				
Groundwater, discharge area						12	12	31%	4	14	14	14%	3				
Stream water						2	2	94%	24	1,3	1,0	92%	25	1,2	1,0	35%	25
Bulk deposition	DOC mg/l	1,9	1,4	53%	12												
Throughfall		9,5	9,4	37%	12												
Soil water, recharge area, E, 10 cm		10,0	10,0	0%	2	40,7	34,7	52%	4	17,1	14,4	66%	3				
Soil water, recharge area, B, 40 cm		8,1	7,9	12%	3	7,8	6,3	64%	4	5,9	5,0	42%	3				
Soil water, discharge area, 20 cm		4,7	4,7	29%	2	25,6	9,4	122%	4	12,0	11,0	35%	3				
Groundwater, recharge area		3,1	3,1	6%	3												
Groundwater, discharge area		16,3	7,4	99%	3												
Stream water		14,9	13,0	61%	17	19,8	13,9	70%	24	6,8	6,4	34%	25	8,0	7,4	41%	25
Bulk deposition	Abs f 420 nm																
Throughfall	500	0,045	0,038	46%	8												
Soil water, recharge area, E, 10 cm		0,056	0,056		1												
Soil water, recharge area, B, 40 cm		0,043	0,043	3%	2												
Soil water, discharge area, 20 cm		0,046	0,046	9%	2												
Groundwater, recharge area		0,006*	0,000*	173%	3												
Groundwater, discharge area		0,252*	0,152*	101%	3												
Stream water		0,222*	0,152*	69%	15	0,553	0,351	88%	24	0,088	0,076	52%	25	0,165	0,170	29%	25

\* Beräknat från Färg (mg Pt/L/500)

Gårdsjön	Anions					Cations					
		Mean	Median	CV	n		Mean	Median	CV	n	
Bulk deposition	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mEq/l	0,036	0,032	39%	12	Ca <sup>2+</sup> mEq/l	0,010	0,005	37%	12	
Throughfall		0,101	0,085	65%	12		0,056	0,020	72%	12	
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,164	0,164	2%	2		0,022	0,022	24%	2	
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,201	0,203	8%	3		0,018	0,019	8%	3	
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,160	0,160	1%	2		0,023	0,023	13%	2	
Groundwater, recharge area, F1:4		0,179	0,180	10%	4		0,022	0,021	11%	4	
Groundwater, discharge area, F1:5		0,135	0,132	27%	4		0,029	0,029	6%	4	
Stream water		0,124	0,122	28%	12		0,036	0,034	17%	12	
Bulk deposition	Cl <sup>-</sup> mEq/l	0,041	0,018	116%	12	Mg <sup>2+</sup> mEq/l	0,013	0,008	75%	12	
Throughfall		0,279	0,143	82%	12		0,072	0,042	82%	12	
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,382	0,382	21%	2		0,077	0,077	15%	2	
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,263	0,266	16%	3		0,062	0,057	14%	3	
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,222	0,222	2%	2		0,068	0,068	7%	2	
Groundwater, recharge area, F1:4		0,249	0,256	27%	4		0,068	0,066	9%	4	
Groundwater, discharge area, F1:5		0,293	0,313	19%	4		0,069	0,068	13%	4	
Stream water		0,275	0,283	27%	12		0,072	0,070	15%	12	
Bulk deposition	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mEq/l	0,037	0,030	54%	12	Na <sup>+</sup> mEq/l	0,053	0,030	83%	12	
Throughfall		0,063	0,042	79%	12		0,262	0,128	81%	12	
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,000	0,000	0%	2		0,348	0,348	8%	2	
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,000	0,000	0%	3		0,315	0,298	11%	3	
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,017	0,017	61%	2		0,280	0,280	4%	2	
Groundwater, recharge area, F1:4		0,000	0,000	86%	4		0,297	0,302	10%	4	
Groundwater, discharge area, F1:5		0,001	0,001	112%	4		0,316	0,317	11%	2	
Stream water		0,001	0,000	202%	12		0,303	0,293	10%	12	
Bulk deposition	ΣMA mEq/l	0,114	0,080			K <sup>+</sup> mEq/l	0,004	0,004	30%	12	
Throughfall		0,443	0,270				0,056	0,056	41%	12	
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,546	0,546				0,007	0,007	26%	2	
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,464	0,469				0,008	0,008	48%	3	
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,399	0,399				0,009	0,009	3%	2	
Groundwater, recharge area, F1:4		0,428	0,436				0,012	0,011	12%	4	
Groundwater, discharge area, F1:5		0,429	0,446				0,017	0,016	52%	4	
Stream water		0,400	0,405				0,028	0,026	57%	12	
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,034	-0,033			NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mEq/l	0,031	0,028	53%	12	
Throughfall		0,003	-0,024				0,034	0,024	67%	12	
Soil water L1, recharge area, 20 cm		-0,092	-0,092				0,007	0,007	98%	2	
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		-0,061	-0,087				0,001	0,001	20%	3	
Soil water L2, discharge area, 20 cm		-0,019	-0,019				0,001	0,001	16%	2	
Groundwater, recharge area, F1:4		-0,029	-0,036				0,001	0,001	66%	4	
Groundwater, discharge area, F1:5		0,002	-0,016				0,001	0,000	123%	3	
Stream water		0,039	0,018				0,004	0,002	123%	12	
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l					H <sup>+</sup> mEq/l	0,025	0,025	5%	12	
Throughfall							0,023	0,021	7%	12	
Soil water L1, recharge area, 20 cm							0,022	0,022	1%	2	
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm							0,021	0,021	1%	3	
Soil water L2, discharge area, 20 cm							0,016	0,016	2%	2	
Groundwater, recharge area, F1:4							0,019	0,019	1%	4	
Groundwater, discharge area, F1:5							0,028	0,027	3%	4	
Stream water							0,044	0,042	2%	17	
Bulk deposition	RCOO <sup>-</sup> mEq/l					ΣBC mEq/l	0,080	0,047			
Throughfall							0,446	0,246			
Soil water L1, recharge area, 20 cm							0,454	0,454			
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm							0,403	0,382			
Soil water L2, discharge area, 20 cm							0,380	0,380			
Groundwater, recharge area, F1:4		0,016	0,016				0,399	0,400			
Groundwater, discharge area, F1:5		0,081	0,037				0,431	0,430			
Stream water		0,071	0,062				0,439	0,423			
Bulk deposition	pKa	4,7	4,7			ΣCA mEq/l	0,136	0,100			
Throughfall		4,8	4,8				0,503	0,291			
Soil water L1, recharge area, 20 cm		4,8	4,8				0,483	0,483			
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		4,8	4,8				0,425	0,404			
Soil water L2, discharge area, 20 cm		4,9	4,9				0,397	0,397			
Groundwater, recharge area, F1:4		4,8	4,8				0,419	0,420			
Groundwater, discharge area, F1:5		4,7	4,7				0,460	0,457			
Stream water		4,5	4,6				0,487	0,467			
Bulk deposition	Charge density μEq/mg DOC					ΣMe <sup>+</sup> mEq/l					
Throughfall											
Soil water L1, recharge area, 20 cm											
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm											
Soil water L2, discharge area, 20 cm											
Groundwater, recharge area		5,3	5,3				0,026	0,033			
Groundwater, discharge area		5,0	5,0				0,050	0,026			
Stream water		4,8	4,8				-0,016	0,000			

Aneboda	Anions					Cations					
		Mean	Median	CV	n		Mean	Median	CV	n	
Bulk deposition	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mEq/l	0,029	0,028	58%	12	Ca <sup>2+</sup> mEq/l	0,007	0,007	71%	12	
Throughfall		0,051	0,048	56%	12		0,033	0,030	39%	12	
Soil water, recharge area, E, 10 cm		0,154	0,129	78%	4		0,105	0,046	127%	4	
Soil water, recharge area, B, 40 cm		0,266	0,187	90%	4		0,036	0,031	62%	4	
Soil water, discharge area, 25 cm		0,176	0,146	76%	4		0,109	0,101	38%	4	
Groundwater, recharge area		0,297	0,283	19%	4		0,109	0,110	5%	4	
Groundwater, discharge area		0,205	0,190	54%	4		0,203	0,189	21%	4	
Stream water		0,165	0,187	39%	23		0,097	0,093	12%	24	
Bulk deposition	Cl- mEq/l	0,037	0,018	98%	12	Mg <sup>2+</sup> mEq/l	0,007	0,005	78%	12	
Throughfall		0,093	0,053	68%	12		0,026	0,020	57%	12	
Soil water, recharge area, E, 10 cm		0,332	0,288	94%	4		0,097	0,069	98%	4	
Soil water, recharge area, B, 40 cm		0,271	0,191	103%	4		0,057	0,037	87%	4	
Soil water, discharge area, 25 cm		0,305	0,277	30%	4		0,113	0,101	32%	4	
Groundwater, recharge area		0,215	0,209	14%	4		0,090	0,087	10%	4	
Groundwater, discharge area		0,236	0,245	12%	4		0,147	0,150	6%	4	
Stream water		0,181	0,185	10%	23		0,085	0,085	16%	24	
Bulk deposition	NO <sub>3</sub> - mEq/l	0,029	0,029	59%	12	Na <sup>+</sup> mEq/l	0,034	0,018	90%	12	
Throughfall		0,017	0,016	59%	12		0,073	0,053	64%	12	
Soil water, recharge area, E, 10 cm		0,001	0,001	70%	4		0,179	0,121	91%	4	
Soil water, recharge area, B, 40 cm		0,000	0,000	55%	4		0,226	0,118	115%	4	
Soil water, discharge area, 25 cm		0,000	0,000	159%	4		0,279	0,251	31%	4	
Groundwater, recharge area		0,001	0,001	54%	4		0,269	0,259	17%	4	
Groundwater, discharge area		0,012	0,014	58%	4		0,245	0,245	7%	4	
Stream water		0,002	0,001	90%	24		0,213	0,210	10%	24	
Bulk deposition	ΣMA mEq/l	0,095	0,075			K+ mEq/l	0,003	0,002	69%	12	
Throughfall		0,161	0,117				0,045	0,041	74%	12	
Soil water, recharge area, E		0,486	0,417				0,018	0,015	72%	4	
Soil water, recharge area, B		0,537	0,378				0,014	0,011	70%	4	
Soil water, discharge area, 25 cm		0,481	0,423				0,008	0,008	44%	4	
Groundwater, recharge area		0,513	0,493				0,013	0,013	10%	4	
Groundwater, discharge area		0,453	0,449				0,028	0,027	19%	4	
Stream water		0,348	0,373				0,011	0,013	36%	24	
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,044	-0,043			NH <sub>4</sub> + mEq/l	0,031	0,026	82%	12	
Throughfall		0,016	0,027				0,010	0,005	151%	12	
Soil water, recharge area, E, 10 cm		-0,087	-0,166				0,003	0,002	92%	4	
Soil water, recharge area, B, 40 cm		-0,204	-0,181				0,004	0,001	153%	4	
Soil water, discharge area, 25 cm		0,027	0,037				0,006	0,002	141%	4	
Groundwater, recharge area		-0,032	-0,024				0,001	0,001	68%	4	
Groundwater, discharge area		0,170	0,162				0,017	0,018	22%	4	
Stream water		0,058	0,027				0,001	0,001	58%	24	
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l					H+ mEq/l	0,018	0,016	6%	12	
Throughfall							0,011	0,012	9%	12	
Soil water, recharge area, E, 10 cm		-0,181	-0,147	-64%	4		0,056	0,057	8%	4	
Soil water, recharge area, B, 40 cm		-0,128	-0,112	-74%	4		0,021	0,024	6%	4	
Soil water, discharge area, 25 cm		-0,009	0,000	-461%	4		0,006	0,008	7%	4	
Groundwater, recharge area		-0,006	-0,006	184%	4		0,010	0,011	3%	4	
Groundwater, discharge area		0,114	0,127	65%	3		0,004	0,003	2%	4	
Stream water		-0,0784	-0,073	-25%	24		0,032	0,032	2%	24	
Bulk deposition	RCOO' mEq/l					ΣBC mEq/l	0,051	0,032			
Throughfall							0,177	0,144			
Soil water, recharge area, E, 10 cm		0,189	0,162				0,398	0,251			
Soil water, recharge area, B, 40 cm		0,040	0,032				0,333	0,197			
Soil water, discharge area, 25 cm		0,162	0,057				0,508	0,460			
Groundwater, recharge area		0,000	0,000				0,481	0,469			
Groundwater, discharge area		0,000	0,000				0,623	0,611			
Stream water		0,098	0,068				0,406	0,400			
Bulk deposition	pKa	4,8	4,9			ΣCA mEq/l	0,100	0,074			
Throughfall		5,0	5,0				0,198	0,161			
Soil water, recharge area, E, 10 cm		4,4	4,4				0,458	0,310			
Soil water, recharge area, B, 40 cm		4,8	4,8				0,357	0,222			
Soil water, discharge area, 25 cm		5,2	5,1				0,520	0,471			
Groundwater, recharge area		5,0	5,0				0,492	0,481			
Groundwater, discharge area		5,3	5,3				0,644	0,632			
Stream water		4,7	4,7				0,439	0,432			
Bulk deposition	Charge density μEq/mg DOC					ΣMe+ mEq/l					
Throughfall											
Soil water, recharge area, E, 10 cm		4,66	4,656				0,217	0,268			
Soil water, recharge area, B, 40 cm		5,18	5,096				0,220	0,188			
Soil water, discharge area, 25 cm		6,34	6,034				0,124	0,009			
Groundwater, recharge area							0,021	0,012			
Groundwater, discharge area							-0,077	-0,056			
Stream water		4,9	4,9				0,007	0,009			

Kindlahöjden	Anions					Cations				
		Mean	Median	CV	n		Mean	Median	CV	n
Bulk deposition	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mEq/l	0,031	0,024	69%	12	Ca <sup>2+</sup> mEq/l	0,008	0,006	93%	12
Throughfall		0,056	0,040	92%	12		0,028	0,024	72%	12
Soil water, recharge area, E		0,171	0,161	25%	3		0,017	0,015	31%	3
Soil water, recharge area, B		0,162	0,157	11%	3		0,017	0,016	21%	3
Soil water, discharge area, 25 cm		0,123	0,136	25%	3		0,029	0,029	17%	3
Groundwater, recharge area		0,172	0,180	22%	4		0,018	0,018	30%	4
Groundwater, discharge area		0,147	0,141	16%	3		0,039	0,034	25%	3
Stream water		0,123	0,130	22%	25		0,033	0,033	12%	25
Bulk deposition	Cl <sup>-</sup> mEq/l	0,020	0,012	146%	12	Mg <sup>2+</sup> mEq/l	0,005	0,004	107%	12
Throughfall		0,047	0,033	80%	12		0,019	0,017	61%	12
Soil water, recharge area, E		0,048	0,052	37%	3		0,018	0,017	39%	3
Soil water, recharge area, B		0,060	0,063	21%	3		0,018	0,016	26%	3
Soil water, discharge area, 25 cm		0,051	0,051	24%	3		0,022	0,022	11%	3
Groundwater, recharge area		0,042	0,048	32%	4		0,016	0,017	20%	4
Groundwater, discharge area		0,053	0,058	22%	3		0,028	0,029	13%	3
Stream water		0,050	0,052	22%	25		0,024	0,025	15%	25
Bulk deposition	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mEq/l	0,027	0,026	53%	12	Na <sup>+</sup> mEq/l	0,019	0,012	136%	12
Throughfall		0,017	0,016	74%	12		0,039	0,029	73%	12
Soil water, recharge area, E		0,000	0,000	79%	3		0,082	0,077	25%	3
Soil water, recharge area, B		0,000	0,000	47%	3		0,077	0,078	10%	3
Soil water, discharge area, 25 cm		0,000	0,000	34%	3		0,085	0,088	11%	3
Groundwater, recharge area		0,005	0,003	116%	4		0,076	0,077	20%	4
Groundwater, discharge area		0,002	0,003	61%	3		0,099	0,099	15%	3
Stream water		0,001	0,000	149%	25		0,084	0,087	10%	25
Bulk deposition	ΣMA mEq/l	0,078	0,062			K <sup>+</sup> mEq/l	0,003	0,003	59%	12
Throughfall		0,120	0,089				0,056	0,062	67%	12
Soil water, recharge area, E, 10 cm		0,220	0,213				0,005	0,004	55%	3
Soil water, recharge area, B, 40 cm		0,222	0,220				0,006	0,005	38%	3
Soil water, discharge area, 25 cm		0,174	0,187				0,004	0,004	21%	3
Groundwater, recharge area		0,219	0,231				0,006	0,006	30%	4
Groundwater, discharge area		0,202	0,202				0,014	0,013	77%	3
Stream water		0,174	0,182				0,004	0,004	33%	25
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,043	-0,037			NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mEq/l	0,026	0,023	71%	12
Throughfall		0,022	0,043				0,010	0,007	81%	12
Soil water, recharge area, E, 10 cm		-0,097	-0,100				0,001	0,001	69%	3
Soil water, recharge area, B, 40 cm		-0,104	-0,105				0,002	0,001	154%	3
Soil water, discharge area, 25 cm		-0,035	-0,045				0,002	0,001	138%	3
Groundwater, recharge area		-0,103	-0,113				0,016	0,011	124%	4
Groundwater, discharge area		-0,022	-0,027				0,005	0,006	72%	3
Stream water		-0,029	-0,033				0,001	0,000	46%	25
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l					H <sup>+</sup> mEq/l	0,023	0,023	5%	12
Throughfall							0,016	0,012	5%	12
Soil water, recharge area, E, 10 cm		-0,142	-0,124	-40%	3		0,044	0,047	5%	3
Soil water, recharge area, B, 40 cm		-0,094	-0,095	-15%	3		0,019	0,017	2%	3
Soil water, discharge area, 25 cm		-0,057	-0,051	-37%	3		0,022	0,023	3%	3
Groundwater, recharge area		-0,079	-0,073	30%	4		0,021	0,020	2%	4
Groundwater, discharge area		-0,092	-0,084	31%	3		0,042	0,040	3%	3
Stream water		-0,0622	-0,063	-17%	25		0,027	0,028	2%	25
Bulk deposition	RCOO <sup>-</sup> mEq/l					ΣBC mEq/l	0,035	0,025		
Throughfall							0,142	0,132		
Soil water, recharge area, E, 10 cm		0,081	0,068				0,122	0,113		
Soil water, recharge area, B, 40 cm		0,031	0,027				0,118	0,115		
Soil water, discharge area, 25 cm		0,062	0,056				0,139	0,142		
Groundwater, recharge area							0,116	0,118		
Groundwater, discharge area							0,180	0,175		
Stream water		0,034	0,032				0,145	0,149		
Bulk deposition	pKa	4,8	4,8			ΣCA mEq/l	0,084	0,071		
Throughfall		4,9	5,0				0,168	0,151		
Soil water, recharge area, E, 10 cm		4,5	4,5				0,167	0,160		
Soil water, recharge area, B, 40 cm		4,8	4,9				0,140	0,133		
Soil water, discharge area, 25 cm		4,8	4,8				0,164	0,166		
Groundwater, recharge area		4,8	4,8				0,153	0,149		
Groundwater, discharge area		4,6	4,6				0,227	0,221		
Stream water		4,7	4,7				0,172	0,177		
Bulk deposition	Charge density μEq/mg DOC					ΣMe <sup>+</sup> mEq/l				
Throughfall										
Soil water, recharge area, E, 10 cm		4,75	4,729				0,133	0,121		
Soil water, recharge area, B, 40 cm		5,24	5,325				0,113	0,113		
Soil water, discharge area, 25 cm		5,14	5,112				0,072	0,077		
Groundwater, recharge area							0,066	0,082		
Groundwater, discharge area							-0,025	-0,019		
Stream water		5,0	5,0				0,036	0,037		

Gammtratten	Anions					Cations				
		Mean	Median	CV	n		Mean	Median	CV	n
Bulk deposition	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mEq/l	0,025	0,026	75%	12	Ca <sup>2+</sup> mEq/l	0,011	0,010	101%	12
Throughfall		0,020	0,020	61%	12		0,006	0,006	90%	12
Soil water, recharge area, E										
Soil water, recharge area, B										
Soil water, discharge area, 25 cm										
Groundwater, recharge area										
Groundwater, discharge area										
Stream water		0,048	0,050	19%	25		0,061	0,062	18%	25
Bulk deposition	Cl <sup>-</sup> mEq/l	0,010	0,007	88%	12	Mg <sup>2+</sup> mEq/l	0,002	0,002	102%	12
Throughfall		0,010	0,009	77%	12		0,003	0,004	66%	12
Soil water, recharge area, E										
Soil water, recharge area, B										
Soil water, discharge area, 25 cm										
Groundwater, recharge area										
Groundwater, discharge area										
Stream water		0,021	0,023	27%	25		0,024	0,025	22%	25
Bulk deposition	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mEq/l	0,017	0,018	61%	12	Na <sup>+</sup> mEq/l	0,007	0,006	93%	12
Throughfall		0,011	0,010	65%	12		0,011	0,009	63%	12
Soil water, recharge area, E										
Soil water, recharge area, B										
Soil water, discharge area, 25 cm										
Groundwater, recharge area										
Groundwater, discharge area										
Stream water		0,002	0,000	225%	25		0,058	0,060	20%	25
Bulk deposition	ΣMA mEq/l	0,052	0,051			K <sup>+</sup> mEq/l	0,003	0,002	110%	12
Throughfall		0,041	0,039				0,010	0,010	75%	12
Soil water, recharge area, E, 10 cm										
Soil water, recharge area, B, 40 cm										
Soil water, discharge area, 25 cm										
Groundwater, recharge area										
Groundwater, discharge area										
Stream water		0,071	0,073				0,005	0,005	22%	25
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,029	-0,031			NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mEq/l	0,014	0,014	114%	12
Throughfall		-0,011	-0,010				0,013	0,010	80%	12
Soil water, recharge area, E, 10 cm										
Soil water, recharge area, B, 40 cm										
Soil water, discharge area, 25 cm										
Groundwater, recharge area										
Groundwater, discharge area										
Stream water		0,077	0,079				0,000	0,000	27%	25
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l					H <sup>+</sup> mEq/l	0,021	0,020	4%	12
Throughfall							0,013	0,015	6%	12
Soil water, recharge area, E, 10 cm										
Soil water, recharge area, B, 40 cm										
Soil water, discharge area, 25 cm										
Groundwater, recharge area										
Groundwater, discharge area										
Stream water		0,02468	0,022	101%	25		0,002	0,002	3%	25
Bulk deposition	RCOO <sup>-</sup> mEq/l					ΣBC mEq/l	0,023	0,020		
Throughfall							0,030	0,029		
Soil water, recharge area, E, 10 cm										
Soil water, recharge area, B, 40 cm										
Soil water, discharge area, 25 cm										
Groundwater, recharge area										
Groundwater, discharge area										
Stream water		0,061	0,057				0,148	0,152		
Bulk deposition	pKa	4,8	4,8			ΣCA mEq/l	0,058	0,054		
Throughfall		4,9	4,9				0,056	0,054		
Soil water, recharge area, E, 10 cm										
Soil water, recharge area, B, 40 cm										
Soil water, discharge area, 25 cm										
Groundwater, recharge area										
Groundwater, discharge area										
Stream water		5,4	5,4				0,151	0,155		
Bulk deposition	Charge density μEq/mg DOC					ΣMe <sup>+</sup> mEq/l				
Throughfall										
Soil water, recharge area, E, 10 cm										
Soil water, recharge area, B, 40 cm										
Soil water, discharge area, 25 cm										
Groundwater, recharge area										
Groundwater, discharge area										
Stream water		7,7	7,8				0,006	-0,002		



		Gårdsjön				Aneboda				Kindlahöjden				Gammtratten			
		Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n
Bulk deposition	Al mg/l (Acid sol.)																
Throughfall																	
Soil water, recharge area, 20 cm		2,00	2,00	12%	2	1,58	1,29	79%	4	1,44	1,35	27%	3				
Soil water, recharge area, B, 40 cm		1,92	1,93	9%	3	1,75	1,38	70%	4	1,31	1,32	6%	3				
Soil water, discharge area, 20 cm		1,04	1,04	14%	2	0,86	0,84	53%	4	0,91	0,93	24%	3				
Groundwater, recharge area		0,68	0,68	12%	4	0,60	0,64	77%	4	1,12	1,13	5%	4				
Groundwater, discharge area		1,35	1,18	39%	4	0,64	0,55	94%	4	0,58	0,65	22%	3				
Stream water		0,90	0,79	41%	12	0,526	0,420	48%	17	0,721	0,705	11%	24	0,224	0,235	25%	25
Bulk deposition	Al org mg/l																
Throughfall																	
Soil water, recharge area, 20 cm		0,46	0,46	12%	2												
Soil water, recharge area, B, 40 cm		0,57	0,49	31%	3												
Soil water, discharge area, 20 cm		0,28	0,28	7%	2												
Groundwater, recharge area		0,22	0,21	37%	4												
Groundwater, discharge area		0,64	0,45	61%	4												
Stream water		0,34	0,34	13%	4												
Bulk deposition	Al inorg mg/l																
Throughfall																	
Soil water, recharge area, 20 cm		1,53	1,53	12%	2												
Soil water, recharge area, B, 40 cm		1,35	1,30	16%	3												
Soil water, discharge area, 20 cm		0,51	0,67	88%	3												
Groundwater, recharge area		0,46	0,46	14%	4												
Groundwater, discharge area		0,71	0,73	29%	4												
Stream water		0,30	0,29	27%	4												
Bulk deposition	Fe mg/l																
Throughfall																	
Soil water, recharge area, E, 10 cm		0,09	0,08	22%	2	0,45	0,37	56%	4	0,11	0,07	77%	3				
Soil water, recharge area, B, 40 cm		0,05	0,05	11%	3	0,04	0,02	68%	4	0,01	0,01	88%	3				
Soil water, discharge area, 20 cm		0,08	0,08	5%	2	2,57	1,65	100%	4	0,47	0,37	87%	3				
Groundwater, recharge area		0,01	0,01	34%	4	0,02	0,02	16%	4	0,06	0,03	119%	4				
Groundwater, discharge area		0,90	0,70	107%	4	7,21	7,26	25%	4	0,53	0,43	63%	3				
Stream water		0,70	0,53	78%	12	1,341	0,7	107%	24	0,377	0,235	109%	25	0,421	0,375	41%	25
Bulk deposition	Mn mg/l	0,002	0,002	37%	12												
Throughfall		0,051	0,010	188%	12					0,224	0,222	47%	12				
Soil water, recharge area, E, 10 cm		0,016	0,016	50%	2	0,215	0,200	55%	4	0,021	0,018	52%	3				
Soil water, recharge area, B, 40 cm		0,014	0,013	63%	3	0,208	0,109	114%	4	0,013	0,013	26%	3				
Soil water, discharge area, 20 cm		0,029	0,029	5%	2	0,056	0,056	36%	4	0,025	0,025	23%	3				
Groundwater, recharge area		0,022	0,021	29%	4	0,079	0,075	41%	4	0,014	0,014	21%	4				
Groundwater, discharge area		0,024	0,020	39%	4	0,083	0,082	6%	4	0,020	0,020	8%	3				
Stream water		0,036	0,028	59%	12	0,036	0,036	20%	24	0,042	0,044	20%	25	0,018	0,013	77%	25
Bulk deposition	Cu µg/l	1,0	0,9	58%	12												
Throughfall										2,1	2,2	49%	12				
Soil water, recharge area, E, 10 cm																	
Soil water, recharge area, B, 40 cm										1,2	0,9	93%	3				
Soil water, discharge area, 20 cm																	
Groundwater, recharge area						2,1	2,1	24%	3	1,3	1,2	27%	4				
Groundwater, discharge area						2,9	2,9	12%	3	0,8	0,8	22%	3				
Stream water						0,8	0,6	59%	24	0,2	0,2	22%	25	0,2	0,2	16%	25
Bulk deposition	Pb µg/l	1,6	1,510	39%	12												
Throughfall										2,4	2,5	95%	12				
Soil water, recharge area, E, 10 cm																	
Soil water, recharge area, B, 40 cm										1,7	0,7	142%	3				
Soil water, discharge area, 20 cm																	
Groundwater, recharge area						0,3	0,3	21%	3	0,3	0,3	74%	4				
Groundwater, discharge area						0,6	0,6	9%	3	1,4	1,5	11%	3				
Stream water						1,2	0,7	90%	24	0,4	0,4	41%	25	0,2	0,2	31%	25
Bulk deposition	Zn µg/l	12	12	57%	12												
Throughfall										25	23	85%	12				
Soil water, recharge area, E, 10 cm																	
Soil water, recharge area, B, 40 cm										66	35	100%	3				
Soil water, discharge area, 20 cm																	
Groundwater, recharge area						43	43	55%	3	37	38	28%	4				
Groundwater, discharge area						57	57	9%	3	12	11	28%	3				
Stream water						5	5	53%	24	9	9	20%	25				
Bulk deposition	Cd µg/l	0,048	0,036	64%	12												
Throughfall										0,061	0,064	68%	12				
Soil water, recharge area, E, 10 cm																	
Soil water, recharge area, B, 40 cm										0,165	0,142	65%	3				
Soil water, discharge area, 20 cm																	
Groundwater, recharge area						0,067	0,067	31%	3	0,083	0,078	15%	4				
Groundwater, discharge area						0,062	0,062	5%	3	0,069	0,070	15%	3				
Stream water						0,037	0,034	31%	24	0,088	0,084	56%	25	0,011	0,011	28%	25



Gårdsjön	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )							
	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Org-N	Tot-N	PO <sub>4</sub> -P	Res-P	Tot-P	DOC
Bulk deposition	5,5	5,5		10,9			0,031	24
Throughfall	3,3	5,6	2,6	11,8			0,060	83
Litterfall				41,3			2,470	1746
Stream water	0,6	0,1	2,8	3,5			0,016	91

Aneboda	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )							
	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Org-N	Tot-N	PO <sub>4</sub> -P	Res-P	Tot-P	TOC
Bulk deposition	3,7	3,4		6,1				
Throughfall	0,9	1,4		2,9				
Litterfall				22,2			1,85	1100
Stream water	0,04	0,1	1,8	2,0	0,006	0,022	0,028	47

Kindlahöjden	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )							
	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Org-N	Tot-N	PO <sub>4</sub> -P	Res-P	Tot-P	TOC
Bulk deposition	3,8	4,0		5,3				
Throughfall	1,0	1,6		3,4				
Litterfall				12,3			0,9	721
Stream water	0,03	0,1	1,3	1,4	0,006	0,020	0,022	35

Gammtratten	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )							
	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Org-N	Tot-N	PO <sub>4</sub> -P	Res-P	Tot-P	TOC
Bulk deposition	1,8	2,2		5,1				
Throughfall	1,2	1,1		2,2				
Litterfall								
Stream water	0,03	0,04	1,6	1,6	0,0052	0,025	0,031	47

Gårdsjön	Anion fluxes (mEq m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HOC <sub>3</sub> <sup>-</sup>	(ANC)	AD	Sum(-)
Bulk deposition	41	69	39				149
Throughfall	73	223	42				338
Litterfall	28						
Stream water	112	261	0,7				374

Gårdsjön	Cation fluxes (mEq m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	Sum(+)
Bulk deposition	12	7	68	4	39	31	161
Throughfall	40	23	206	43	24	22	358
Litterfall	99	38	4	21			162
Stream water	32	65	265	19	4	42	427

Aneboda	Anion fluxes (mEq m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HOC <sub>3</sub> <sup>-</sup>	(ANC)	AD	Sum(-)
Bulk deposition	24	32	24				80
Throughfall	30	54	10				94
Litterfall	12						
Stream water	61	57	0,9				119

Aneboda	Cation fluxes (mEq m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	Sum(+)
Bulk deposition	6	6	29	2	26	17	87
Throughfall	19	15	43	26	6		110
Litterfall	93	18	1	10			
Stream water	32	29	68	7	0,3	11	146

Kindlahöjden	Anion fluxes (mEq m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HOC <sub>3</sub> <sup>-</sup>	(ANC)	AD	Sum(-)
Bulk deposition	32	21	29				82
Throughfall	37	31	11				79
Litterfall	7						
Stream water	66	24	0,5				90

Kindlahöjden	Cation fluxes (mEq m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	Sum(+)
Bulk deposition	8	5	20	3	27	26	90
Throughfall	19	13	25	37	7	13	113
Litterfall	35	8	0	5			
Stream water	16	12	42	4	0,2	16	90

Gammtratten	Anion fluxes (mEq m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HOC <sub>3</sub> <sup>-</sup>	(ANC)	AD	Sum(-)
Bulk deposition	23	9	16				48
Throughfall	13	7	8				27
1996,00							
Stream water	20	7	0,3				27

Gammtratten	Cation fluxes (mEq m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	Sum(+)
Bulk deposition	11	2	6	2	13	22	56
Throughfall	4	2	7	6	8	9	37
Litterfall							
Stream water	24	9	21	4	0,2	2	60

Gårdsjön	Metal fluxes (mg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )								
	Al	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition					2	1,1	1,8	13,1	0,05
Throughfall					32				
Litterfall	7,0			52	169	2,0		36,0	114
Stream water	619	346	273	370	30				

Aneboda	Metal fluxes (mg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )								
	Al	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition									
Throughfall									
Litterfall	29			19	317	0,9	0,9	15,6	0,047
Stream water	87			264	13	0,24	0,25	1,79	0,000

Kindlahöjden	Metal fluxes (mg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )								
	Al	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition									
Throughfall					132	1,3	1,4	14,5	0,04
Litterfall	2,6			11	137	0,5	0,7	7,9	0,018
Stream water	371			149	23	0,08	0,21	4,61	0,03

Gammtratten	Metal fluxes (mg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )								
	Al	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition									
Throughfall									
Litterfall									
Stream water	110			152	6	0,12	0,07	1,15	0,003

Gårdsjön	Metal fluxes (µg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition	9,0	0,11	273	230	10	734	71
Throughfall	17,6	0,25					
Litterfall	32,0	0,59					
Stream water	4,4	0,07					

Aneboda	Metal fluxes (µg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition							
Throughfall							
Litterfall	24,0						
Stream water							

Kindlahöjden	Metal fluxes (µg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition							
Throughfall			137	335	26	410	198
Litterfall	12,0						
Stream water			114	120		144	58

Gammtratten	Metal fluxes (µg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition							
Throughfall							
Litterfall							
Stream water							

**Decomposition in field (litter bags), standardized litter**

Sampling place	Gårdsjön*			Aneboda			Kindlahöjden**		
Sampling date	971008			971112			971001		
Incubation period	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr
<i>Decomposition ratio 1997 (weight loss in % of original weight)</i>									
Mean	32,8	57,1	69,7	34,0	58,0	73,0	26,9	48,0	69,3
median	32,7	55,4	72,6	33,0	57,1	75,3	27,0	49,0	71,1
n	18	18	15	19	19	18	18	18	18
Sampling date	981007			981109			981005		
<i>Decomposition ratio 1998 (weight loss in % of original weight)</i>									
Mean	40,6	65,2	69,9	38,7	64,8	77,0	36,4	59,5	75,3
median	41,5	62,2	68,9	37,8	70,8	77,3	37,1	60,4	75,0
n	18	18	18	19	17	17	18	18	18
Sampling date	9910			9910			9910		
<i>Decomposition ratio 1998 (weight loss in % of original weight)</i>									
Mean	35,6	65,3	74,3	30,7	60,0	65,3	30,1	61,5	69,8
median	34,4	67,3	73,8	30,7	59,5	64,9	29,0	60,6	73,0
n	18	19	18	17	17	16	16	16	15

## Tree vitality

Trees distributed over whole site on circular plots.

<b>Gårdsjön</b>	1997				1998				1999			
	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n
defoliation, Norway spruce %	20,0	20	52	66	22,8	24	67	46	20,5	20	63	51
defoliation, Scots pine %	28,1	28	28	24	22,2	15	64	5	30,0	30	–	1
discolouration, Norway spruce %	1,4	0	218	66	2,7	0	152	46	0,9	0	503	51
discolouration, Scots pine %	0,6	0	270	24	2,0	0	137	5	0,0	0	–	1

<b>Aneboda</b>	1997				1998				1999			
	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n
defoliation, Norway spruce %	16,0	10	83	102	21,8	17	83	105	17,6	14	82	104
defoliation, Scots pine %	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
discolouration, Norway spruce %	11,6	5	122	102	4,2	5	131	105	0,2	5	533	104
discolouration, Scots pine %	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

<b>Kindla</b>	1997				1998				1999			
	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n
defoliation, Norway spruce %	–	–	–	–	25,6	24	62	101	26,6	25	64	101
defoliation, Scots pine %	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
discolouration, Norway spruce %	–	–	–	–	0,6	0	844	101	5,5	0	175	101
discolouration, Scots pine %	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

n = number of trees observed

**Epiphytic lichens on tree trunks**

No observation in 1999. Data collected from four circular plots with five trees each. All tree species could be represented.

Point frequency in a grid with 400 points.

Sensitivity index: Sum of relative point freq. x indicator value per lichen species for each tree.

List: B4–vascular plants, 12–lichens.

<b>Gårdsjön 1996</b>	species	list	mean/val.	median	CV%	n spec.	n trees
n:o of lichen species total	–	–	3,0	–	–	–	20
n:o of lichens per tree	BETU PUB	B4	7,00	–	–	–	1
n:o of lichens per tree	PICE ABI	B4	5,71	6,00	24	–	7
n:o of lichens per tree	PINU SYL	B4	7,91	9,00	31	–	11
n:o of lichens per tree	QUER ROB	B4	9,00	–	–	–	1
n:o of lichens per tree	all tree spp	–	7,15	6,50	32	–	20
point freq. dominant 1, %	LEP INCA	12	17,75	–	–	–	18
point freq. dominant 2, %	HYP PHYS	12	11,06	–	–	–	19
point freq. dominant 3, %	CLA CONR	12	10,17	–	–	–	12
Sensitivity index per tree	BETU PUB	B4	2,39	–	–	7	1
Sensitivity index per tree	PICE ABI	B4	1,85	1,49	53	17	7
Sensitivity index per tree	PINU SYL	B4	2,22	2,16	31	21	11
Sensitivity index per tree	QUER ROB	B4	2,38	–	–	9	1
Sensitivity index per tree	all tree spp	–	2,11	1,95	37	30	20

<b>Aneboda 1997</b>	species	list	mean/val.	median	CV%	n spec.	n trees
number of lichen species total	–	–	2,9	–	–	–	20
n:o lichens per tree	PICE ABI	B4	8,84	9	43	–	19
n:o lichens per tree	PINU SYL	B4	13,00	–	–	–	1
n:o lichens per tree	all tree spp	–	9,05	10	42	–	20
point freq. dominant 1, %	LEC ABIE	12	40,74	–	–	–	18
point freq. dominant 2, %	LEP INCA	12	38,38	–	–	–	20
point freq. dominant 3, %	HYP PHYS	12	6,78	–	–	–	16
Sensitivity index per tree	PICE ABI	B4	3,91	3,91	40	29	19
Sensitivity index per tree	PINU SYL	B4	1,09	–	–	13	1
Sensitivity index per tree	all tree spp	–	3,77	3,90	44	29	20

<b>Kindla 1998</b>	species	list	mean/val.	median	CV%	n spec.	n trees
n:o of lichen species total	–	–	3,1	–	–	–	20
n:o of lichens per tree	BETU PUB	B4	10,20	11,00	26	–	5
n:o of lichens per tree	PICE ABI	B4	8,23	8,00	32	–	13
n:o of lichens per tree	PINU SYL	B4	9,00	9,00	32	–	2
n:o of lichens per tree	all tree spp	–	8,80	9,00	31	–	20
point freq. dominant 1, %	HYP PHYS	12	26,11	–	–	–	20
point freq. dominant 2, %	LEP INCA	12	22,58	–	–	–	20
point freq. dominant 3, %	PLA GLAU	12	6,23	–	–	–	10
Sensitivity index per tree	BETU PUB	B4	1,96	2,22	30	25	5
Sensitivity index per tree	PICE ABI	B4	1,57	1,50	12	20	13
Sensitivity index per tree	PINU SYL	B4	1,51	1,51	12	13	2
Sensitivity index per tree	all tree spp	–	1,96	2,22	30	31	20



**Algae on needles and lichens on twigs of spruce**

<b>Gårdsjön</b>	1997				1998				1999			
	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n
<b>Algae</b>												
thickness, 3-degree scale	1,9	2,0	7	20	1,7	1,7	19	20,0	-	-	-	-
age youngest needles with algae <sup>1)</sup>	4,6	4,7	12	20	3,2	3,0	48	20,0	<b>No observation!</b>			
n:o whorls with 5-50% needles	-	-	-	-	5,8	5,9	38	20,0				
n:o whorls with >50% needles	10,9	11,0	19	20	10,7	10,2	26	20,0				
<b>Lichens</b>												
amount, 3-degree scale	1,5	1,5	24	20	1,7	2,0	29	20,0	-	-	-	-
age youngest twig with lichen <sup>1)</sup>	6,2	6,3	20	20	4,8	4,5	47	20,0	-	-	-	-

<sup>1)</sup> years

<b>Aneboda</b>	1997				1998				1999			
	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n
<b>Algae</b>												
thickness, 3-degree scale	1,9	2,0	18	20	1,9	2,0	14	20,0	1,9	2,0	14	20,0
age youngest needles with algae <sup>1)</sup>	3,1	2,7	27	19	2,2	2,2	11	20,0	2,0	2,0	4	20,0
n:o whorls with 5-50% needles	-	-	-	-	-	-	-	-	2,8	2,7	29	20,0
n:o whorls with >50% needles	8,8	8,3	19	19	8,0	8,0	17	19,0	6,7	6,8	19	20,0
<b>Lichens</b>												
amount, 3-degree scale	2,3	2,0	17	19	1,6	1,7	29	20,0	1,7	1,7	32	20,0
age youngest twig with lichen <sup>1)</sup>	4,1	3,9	25	20	3,7	3,7	24	20,0	3,7	3,7	18	20,0

<sup>1)</sup> years

<b>Kindla</b>	1997				1998				1999			
	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n
<b>Algae</b>												
thickness, 3-degree scale	1,6	2,0	46	20	1,9	2,0	40	20,0	2,0	2,0	27	20,0
age youngest needles with algae <sup>1)</sup>	4,4	4,7	50	20	4,1	3,7	29	20,0	3,5	3,3	28	20,0
n:o whorls with 5-50% needles	-	-	-	-	1,7	1,5	41	20,0	1,9	1,8	41	20,0
n:o whorls with >50% needles	9,5	9,7	15	20	9,0	9,2	14	20,0	9,0	9,0	14	20,0
<b>Lichens</b>												
amount, 3-degree scale	1,6	1,7	21	20	1,7	1,7	17	20,0	1,8	1,7	15	20,0
age youngest twig with lichen <sup>1)</sup>	6,9	7,0	27	20	5,4	4,9	29	20,0	5,8	5,3	23	20,0

<sup>1)</sup> years

**Understorey vegetation: intensive plot**

List: B4–vascular plants, M2–mosses, L2–lichens.

Species diversity index: Shannon-Wiener (H')

N- and R-indices based on Ellenberg original indicator values established in Central Europe.

<b>Gårdsjön 1999</b>	species	list	mean/val.	median	CV%	n spec.	n plots <sup>1)</sup>
number of species total	–	–	18	–	–	18	10
cover field layer, %	–	–	4	3	66	8	10
cover bottom layer, %	–	–	25	16	105	10	10
cover dominant 1, %	Dicranum majus	M2	10	1	146	–	10
cover dominant 2, %	Pleurozium schreberi	M2	10	2	161	–	10
cover dominant 3, %	Vaccinium myrtillus	B4	2	1	77	–	10
plot frequency dominant 1, %	Dicranum majus	M2	70	–	–	–	10
plot frequency dominant 2, %	Pleurozium schreberi	M2	90	–	–	–	10
plot frequency dominant 3, %	Vaccinium myrtillus	B4	100	–	–	–	10
species diversity index (H')	–	–	2,63	–	–	18	10
sensitivity index of N (N)	–	–	0,43	–	–	6	10
sensitivity index of pH (R)	–	–	2,77	–	–	15	10

<sup>1)</sup> 22 subplots destroyed by clear-cutting

<b>Aneboda 1999</b>	species	list	mean/val.	median	CV%	n spec.	n plots
number of species total	–	–	23	–	–	23	32
cover field layer, %	–	–	1	1	103	5	32
cover bottom layer, %	–	–	79	80	16	18	32
cover dominant 1, %	Dicranum majus	M2	55	63	44	–	32
cover dominant 2, %	Pleurozium schreberi	M2	13	4	156	–	32
cover dominant 3, %	Hylocomium splendens	M2	3	1	219	–	32
plot frequency dominant 1, %	Dicranum majus	M2	100	–	–	–	32
plot frequency dominant 2, %	Pleurozium schreberi	M2	97	–	–	–	32
plot frequency dominant 3, %	Hylocomium splendens	M2	53	–	–	–	32
species diversity index (H')	–	–	1,48	–	–	23	32
sensitivity index of N (N)	(too few species)	–	–	–	–	3	32
sensitivity index of pH (R)	–	–	3,02	–	–	18	32

<b>Kindla 1999</b>	species	list	mean/val.	median	CV%	n spec.	n plots
number of species total	–	–	24	–	–	24	32
cover field layer, %	–	–	2	1,5	115	8	32
cover bottom layer, %	–	–	63	75	48	16	32
cover dominant 1, %	Dicranum majus	M2	51	58	67	–	32
cover dominant 2, %	Sphagnum girgensohnii	M2	9	0	247	–	32
cover dominant 3, %	Pleurozium schreberi	M2	3	1	174	–	32
plot frequency dominant 1, %	Dicranum majus	M2	100	–	–	–	32
plot frequency dominant 2, %	Sphagnum girgensohnii	M2	28	–	–	–	32
plot frequency dominant 3, %	Pleurozium schreberi	M2	88	–	–	–	32
species diversity index (H')	–	–	1,55	–	–	24	32
sensitivity index of N (N)	–	–	0,10	–	–	5	32
sensitivity index of pH (R)	–	–	2,72	–	–	20	32

<b>Gammtratten 1999</b>	species	list	mean/val.	median	CV%	n spec.	n plots
number of species total	–	–	31	–	–	31	32
cover field layer, %	–	–	43	42,5	40	14	32
cover bottom layer, %	–	–	61	70	39	17	32
cover dominant 1, %	Pleurozium schreberi	M2	46	50	63	–	32
cover dominant 2, %	Vaccinium myrtillus	B4	39	40	41	–	32
cover dominant 3, %	Hylocomium splendens	B4	6	2	155	–	32
plot frequency dominant 1, %	Pleurozium schreberi	M2	100	–	–	–	32
plot frequency dominant 2, %	Vaccinium myrtillus	B4	100	–	–	–	32
plot frequency dominant 3, %	Hylocomium splendens	B4	66	–	–	–	32
species diversity index (H')	–	–	2,39	–	–	–	32
sensitivity index of N (N)	–	–	1,15	–	–	10	32
sensitivity index of pH (R)	–	–	2,10	–	–	21	32

## Chemistry of spruce needles and needles in litterfall

Samples are taken in February-March at roughly same positions, but not same trees.

<b>Gårdsjön 1999</b>		Current needles				Current needles +1				Needles in litterfall			
Element	Sort	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n
Ca	µg/g dw	3600	–	–	2	5485	–	–	2				
Mg	µg/g dw	1155	–	–	2	1145	–	–	2				
Na	µg/g dw	397	–	–	2	216	–	–	2				
K	µg/g dw	4985	–	–	2	3485	–	–	2				
P	µg/g dw	945	–	–	2	958	–	–	2				
N	%	0,93	–	–	2	0,94	–	–	2				
C	%	46,35	–	–	2	46,53	–	–	2				
S	mg/g dw	0,70	–	–	2	0,72	–	–	2				
C/N		50	–	–	2	50	–	–	2				
Cu	µg/g dw	2,3	–	–	2	2,2	–	–	2				
Pb	µg/g dw	<0,3	–	–	2	<0,5	–	–	2				
Zn	µg/g dw	44,5	–	–	2	50,5	–	–	2				
Cd	µg/g dw	<0,04	–	–	2	<0,04	–	–	2				
Metyl-Hg		–	–	–	–	–	–	–	–				
Hg	µg/g dw	0,022	–	–	2	0,030	–	–	2				
Mn	µg/g dw	608	–	–	2	590	–	–	2				
Al	µg/g dw	62	–	–	2	69	–	–	2				
Fe	µg/g dw	31	–	–	2	31	–	–	2				
Arginin	µmol/g dw	2,387	2,343	42	9	–	–	–	–				

<b>Aneboda 1999</b>		Current needles				Current needles +1				Needles in litterfall			
Element	Sort	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n
Ca	µg/g dw	3230	–	–	2	4145	–	–	2	8340	8320	2	3
Mg	µg/g dw	976	–	–	2	994	–	–	2	729	730	4	3
Na	µg/g dw	104	–	–	2	103	–	–	2	105	104	26	3
K	µg/g dw	4670	–	–	2	3255	–	–	2	1377	1260	18	3
P	µg/g dw	1285	–	–	2	1200	–	–	2	524	500	8	3
N	%	1,08	–	–	2	1,01	–	–	2	0,63	0,63	3	3
C	%	45,86	–	–	2	46,90	–	–	2	48,7	48,3	2	3
S	mg/g dw	0,73	–	–	2	0,69	–	–	2	0,53	0,53	0	3
C/N		43	–	–	2	47	–	–	2	77,4	78,5	3	3
Cu	µg/g dw	2,3	–	–	2	2,1	–	–	2	2,5	2,6	8	3
Pb	µg/g dw	<0,4	–	–	2	<0,6	–	–	2	1,4	1,5	19	3
Zn	µg/g dw	28,5	–	–	2	25,5	–	–	2	49,3	47	10	3
Cd	µg/g dw	<0,04	–	–	2	<0,03	–	–	2	0,13	0,14	9	3
Metyl-Hg		–	–	–	–	–	–	–	–				
Hg	µg/g dw	0,022	–	–	2	0,029	–	–	2	0,053	0,054	3	3
Mn	µg/g dw	920	–	–	2	1005	–	–	2	1580	1510	11	3
Al	µg/g dw	45	–	–	2	62	–	–	2	135	135	17	3
Fe	µg/g dw	24	–	–	2	32	–	–	2	46	47	10	3
Arginin	µmol/g dw	2,407	2,191	34	11	–	–	–	–				

<b>Kindla 1999</b>		Current needles				Current needles +1				Needles in litterfall			
Element	Sort	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n
Ca	µg/g dw	3070	–	–	2	4005	–	–	2	4393	4120	12	3
Mg	µg/g dw	935	–	–	2	833	–	–	2	568	573	4	3
Na	µg/g dw	62	–	–	2	71	–	–	2	45	44	7	3
K	µg/g dw	4995	–	–	2	3330	–	–	2	1093	1040	9	3
P	µg/g dw	921	–	–	2	739	–	–	2	550	598	18	3
N	%	0,92	–	–	2	0,85	–	–	2	0,83	0,88	14	3
C	%	46,36	–	–	2	47,24	–	–	2	49,3	49,3	1	3
S	mg/g dw	0,61	–	–	2	0,62	–	–	2	0,67	0,74	18	3
C/N		51	–	–	2	56	–	–	2	60,3	55,8	14	3
Cu	µg/g dw	2,5	–	–	2	2,1	–	–	2	1,4	1,6	26	3
Pb	µg/g dw	<0,3	–	–	2	<0,3	–	–	2	1,4	1,5	19	3
Zn	µg/g dw	36,5	–	–	2	35,5	–	–	2	41,7	41,0	5	3
Cd	µg/g dw	<0,03	–	–	2	<0,03	–	–	2	0,12	0,11	30	3
Metyl-Hg		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Hg	µg/g dw	0,015	–	–	2	0,025	–	–	2	0,054	0,05	9	3
Mn	µg/g dw	764	–	–	2	838	–	–	2	913	890	17	3
Al	µg/g dw	47	–	–	2	57	–	–	2	176	176	11	3
Fe	µg/g dw	26	–	–	2	28	–	–	2	54	54	22	3
Arginin	µmol/g dw	2,276	1,819	57	10	–	–	–	–	–	–	–	–

<b>Gammtratten 1999</b>		Current needles				Current needles +1				Needles in litterfall			
Element	Sort	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n
Ca	µg/g dw	3185	–	–	2	5115	–	–	2				
Mg	µg/g dw	791	–	–	2	813	–	–	2				
Na	µg/g dw	29	–	–	2	46	–	–	2				
K	µg/g dw	5620	–	–	2	4460	–	–	2				
P	µg/g dw	1345	–	–	2	1165	–	–	2				
N	%	0,88	–	–	2	0,82	–	–	2				
C	%	46,13	–	–	2	46,16	–	–	2				
S	mg/g dw	0,65	–	–	2	0,6	–	–	2				
C/N		52	–	–	2	56	–	–	2				
Cu	µg/g dw	2,4	–	–	2	1,9	–	–	2				
Pb	µg/g dw	<0,3	–	–	2	<0,3	–	–	2				
Zn	µg/g dw	31,5	–	–	2	32,5	–	–	2				
Cd	µg/g dw	<0,03	–	–	2	<0,03	–	–	2				
Metyl-Hg		–	–	–	–	–	–	–	–				
Hg	µg/g dw	0,014	–	–	2	0,020	–	–	2				
Mn	µg/g dw	583	–	–	2	865	–	–	2				
Al	µg/g dw	40	–	–	2	60	–	–	2				
Fe	µg/g dw	27	–	–	2	27	–	–	2				
Arginin	µmol/g dw	0,248	0,180	86	10	0,157	0,110	59	10				

<b>Kindla 1999</b>		Current needles				Current needles +1				Needles in litterfall			
Element	Sort	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n
Ca	µg/g dw	3070	-	-	2	4005	-	-	2	4393	4120	12	3
Mg	µg/g dw	935	-	-	2	833	-	-	2	568	573	4	3
Na	µg/g dw	62	-	-	2	71	-	-	2	45	44	7	3
K	µg/g dw	4995	-	-	2	3330	-	-	2	1093	1040	9	3
P	µg/g dw	921	-	-	2	739	-	-	2	550	598	18	3
N	%	0,92	-	-	2	0,85	-	-	2	0,83	0,88	14	3
C	%	46,36	-	-	2	47,24	-	-	2	49,3	49,3	1	3
S	mg/g dw	0,61	-	-	2	0,62	-	-	2	0,67	0,74	18	3
C/N		51	-	-	2	56	-	-	2	60,3	55,8	14	3
Cu	µg/g dw	2,5	-	-	2	2,1	-	-	2	1,4	1,6	26	3
Pb	µg/g dw	<0,3	-	-	2	<0,3	-	-	2	1,4	1,5	19	3
Zn	µg/g dw	36,5	-	-	2	35,5	-	-	2	41,7	41,0	5	3
Cd	µg/g dw	<0,03	-	-	2	<0,03	-	-	2	0,12	0,11	30	3
Metyl-Hg		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hg	µg/g dw	0,015	-	-	2	0,025	-	-	2	0,054	0,05	9	3
Mn	µg/g dw	764	-	-	2	838	-	-	2	913	890	17	3
Al	µg/g dw	47	-	-	2	57	-	-	2	176	176	11	3
Fe	µg/g dw	26	-	-	2	28	-	-	2	54	54	22	3
Arginin	µmol/g dw	2,276	1,819	57	10	-	-	-	-	-	-	-	-

<b>Gammtratten 1999</b>		Current needles				Current needles +1				Needles in litterfall			
Element	Sort	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n
Ca	µg/g dw	3185	-	-	2	5115	-	-	2				
Mg	µg/g dw	791	-	-	2	813	-	-	2				
Na	µg/g dw	29	-	-	2	46	-	-	2				
K	µg/g dw	5620	-	-	2	4460	-	-	2				
P	µg/g dw	1345	-	-	2	1165	-	-	2				
N	%	0,88	-	-	2	0,82	-	-	2				
C	%	46,13	-	-	2	46,16	-	-	2				
S	mg/g dw	0,65	-	-	2	0,6	-	-	2				
C/N		52	-	-	2	56	-	-	2				
Cu	µg/g dw	2,4	-	-	2	1,9	-	-	2				
Pb	µg/g dw	<0,3	-	-	2	<0,3	-	-	2				
Zn	µg/g dw	31,5	-	-	2	32,5	-	-	2				
Cd	µg/g dw	<0,03	-	-	2	<0,03	-	-	2				
Metyl-Hg		-	-	-	-	-	-	-	-				
Hg	µg/g dw	0,014	-	-	2	0,020	-	-	2				
Mn	µg/g dw	583	-	-	2	865	-	-	2				
Al	µg/g dw	40	-	-	2	60	-	-	2				
Fe	µg/g dw	27	-	-	2	27	-	-	2				
Arginin	µmol/g dw	0,248	0,180	86	10	0,157	0,110	59	10				

**Biomass and bioelements in trees ( $\geq 5$  cm dbh)**

Biomass estimated from regularly distributed sample plots and chemical data mainly from literature.

<b>Gårdsjön 1991</b>				
Biom/Element		total	per hectare	n plots
biomass	ton	555	150	18
N-tot	kg	1120	303	18
P-tot	kg	113	30,5	18
K	kg	304	82,2	18
Ca	kg	895	242	18
Mg	kg	141	38,2	18
Fe	kg	43,8	11,8	18
Mn	kg	153	41,4	18
Zn	kg	15,5	4,19	18
Cu	kg	2,31	0,62	18
B	kg	1,65	0,45	18

<b>Gårdsjön 1995</b>				
Biom/Element		total	per hectare	n plots
biomass	ton	604	163	18
N-tot	kg	1220	330	18
P-tot	kg	123	33,2	18
K	kg	331	89,4	18
Ca	kg	973	263	18
Mg	kg	154	41,6	18
Fe	kg	47,6	12,9	18
Mn	kg	166	44,9	18
Zn	kg	16,9	4,57	18
Cu	kg	2,52	0,68	18
B	kg	1,80	0,49	18

<b>Aneboda 1996</b>				
Biom/Element		total	per hectare	n plots
biomass	ton	3880	204	40
N-tot	kg	8450	445	40
P-tot	kg	837	44,0	40
K	kg	3110	163	40
Ca	kg	6560	345	40
Mg	kg	991	52,2	40
Fe	kg	316	16,6	40
Mn	kg	1200	63,3	40
Zn	kg	145	7,66	40
Cu	kg	17,4	0,91	40
B	kg	12,6	0,66	40

<b>Kindla 1998</b>				
Biom/Element		total	per hectare	n plots
biomass	ton	3730	196	40
N-tot	kg	9170	483	40
P-tot	kg	788	41,5	40
K	kg	3460	182	40
Ca	kg	6300	331	40
Mg	kg	1010	53,2	40
Fe	kg	136	7,16	40
Mn	kg	827	43,5	40
Zn	kg	69,4	3,65	40
Cu	kg	16,6	0,87	40
B	kg	10,4	0,55	40

<b>Gammtratten 1999</b>				
Biom/Element		total	per hectare	n plots
biomass	ton	4240	99	35
N-tot	kg	9020	210	35
P-tot	kg	1020	23,8	35
K	kg	3740	87,0	35
Ca	kg	7050	164	35
Mg	kg	1070	24,9	35
Fe	kg	357	8,31	35
Mn	kg	1290	30,0	35
Zn	kg	126	2,94	35
Cu	kg	17,9	0,42	35
B	kg	13,6	0,32	35

**Månadsvärden på temperatur och nederbörd i Gårdsjön 1999  
jämfört med långtidsvärden från Säve och Alvhem.**

Månad	Temp a) Säve grad C	Temp 1999 Gårdsjön grad C	Översk./ undersk. grad C	Nederbörd b) Alvhem mm	Nbd 1999 Gårdsjön mm	Översk./ undersk. mm
1	-1,6	-1,3	-0,3	71	161	-90
2	-1,6	-0,9	-0,7	47	60	-12
3	1,2	1,1	0,1	57	131	-74
4	5,2	6,7	-1,5	50	126	-76
5	10,9	9,4	1,5	62	126	-65
6	14,9	13,1	1,8	73	170	-97
7	16,2	17,1	-0,9	89	62	27
8	15,6	15,5	0,1	91	87	5
9	12,2	14,6	-2,4	107	78	28
10	8,5	7,3	1,2	112	124	-12
11	3,7	4,2	-0,5	109	25	84
12	0,3	-0,8	1,1	83	274	-191
Medel/Summa	7,1	7,2	0	950	1424	-474

**Månadsvärden på temperatur och nederbörd i Aneboda 1999  
jämfört med långtidsvärden från Växjö**

Månad	Temp a) Växjö grad C	Temp 1999 Aneboda grad C	Översk./ undersk. grad C	Nederbörd c) Växjö mm	Nbd 1999 Aneboda IVL mm	Översk./ undersk. mm
1	-2,7	-0,9	1,8	60	80	-19
2	-2,6	-2,7	-0,1	41	68	-28
3	0,4	1,3	0,9	48	51	-3
4	4,9	6,5	1,6	46	71	-25
5	10,8	8,9	-1,9	56	43	12
6	14,9	14,2	-0,7	64	86	-22
7	15,9	17,1	1,2	87	33	54
8	15,2	15	-0,2	66	83	-17
9	11,2	13,6	2,4	82	76	7
10	7,2	6,9	-0,3	67	53	15
11	2,5	3,4	0,9	73	27	46
12	-1,1	-1,4	-0,3	65	147	-82
Medel/Summa	6,4	6,8	0,4	755	818	-62

a) Månadsmedeltemperaturer 1961-90, källa: SMHI.

b) Korrigerad nederbörd, Alvhem (SMHI-bet 8200 korrektionsfaktor 1,18, källa:Data rörande Sveriges nederbörds klimat. 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 i Kindla 1999  
jämfört med långtidsvärden från Knon och Nyberget.**

Månad	Temp a) Knon grad C	Temp 1998 Kindla grad C	Översk./ undersk. grad C	Nederbörd d) Nyberget mm korr	Nbd 1999 d) Nyberget mm korr	Översk./ undersk. mm
1	-7,7	-3	4,7	64	84	209/
3	-3,2	-1,7	1,5	51	87	37
4	3,1	1,9	-1,2	56	82	26
5	9,3	9	-0,3	58	41	-17
6	13,7	10,9	-2,8	80	141	61
7	16,1	13,4	-2,7	98	81	-17
8	14,3	11,5	-2,8	102	77	-25
9	9,4	10,1	0,7	99	153	54
10	4,1	3,2	-0,9	87	63	-24
11	-0,5	-3,2	-2,7	97	52	-45
12	-4,3	-2,4	1,9	68	146	79
Medel/Summa	4	4,1	0,1	905	1058	153

**Månadsvärden på temperatur och nederbörd i Gammtratten 1999  
jämfört med långtidsvärden från Fredrika.**

Månad	Temp a) Fredrika grad C	Temp 1999 Gammtratten grad C	Översk./ undersk. grad C	Nbd 1961-90 e) Fredrika mm	Nbd 1999 e) Fredrika mm	Översk./ undersk. mm
1	-12,7	-10,9	1,7	43	60	16
2	-11,2	-9,1	2,1	33	83	50
3	-6,2	-4,6	1,6	39	39	0
4	-0,2	1,9	2,1	36	45	9
5	6,6	5,4	-1,2	47	34	-13
6	12,3	12,9	0,6	62	130	68
7	13,9	13,4	-0,5	109	78	-31
8	12	10,4	-1,7	85	69	-17
9	7	9,5	2,5	77	34	-43
10	1,8	1,8	0	68	68	0
11	-5,8	-0,1	5,7	59	64	5
12	-10,6	-10,1	0,5	50	39	-11
Medel/Summa	0,6	1,7	1,1	708	742	33

a) Månadsmedeltemperaturer 1961-90, källa: SMHI.

b) Korrigerad nederbörd, Alvhem (SMHI-bet 8200 korrektionsfaktor 1,18, källa: Data rörande Sveriges nederbörds klimat. 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 1999.**

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
jan-99	161	114	47	156	5
feb-99	60	38	22	33	27
mar-99	131	76	55	110	21
apr-99	126	86	40	107	20
maj-99	126	73	53	40	86
jun-99	170	88	82	48	122
jul-99	62	33	29	16	46
aug-99	87	53	33	5	82
sep-99	78	87	-8	30	49
okt-99	124	77	48	74	50
nov-99	25	11	14	16	9
dec-99	274	131	143	193	81
<b>Summa</b>	<b>1424</b>	<b>868</b>	<b>556</b>	<b>827</b>	<b>598</b>
% av ned	100	61	39	58	42

**Uppmätt nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Aneboda 1999.**

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
jan-99	77	62	15	65	12
feb-99	73	19	54	24	49
mar-99	48	72	-24	51	-3
apr-99	70	49	21	52	18
maj-99	43	10	33	20	23
jun-99	98	72	26	14	84
jul-99	32	53	-21	7	25
aug-99	82	52	30	3	79
sep-99	81	89	-8	8	73
okt-99	40	28	12	12	28
nov-99	26	45	-19	10	16
dec-99	175	106	69	49	126
<b>Summa</b>	<b>845</b>	<b>659</b>	<b>186</b>	<b>314</b>	<b>531</b>
% av NBD	100	78	22	37	63

**Uppmätt nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Kindla 1999.**

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
jan-99	69	105	-35	81	-12
feb-99	42	48	-7	15	27
mar-99	72	26	47	19	53
apr-99	68	32	36	157	-89
maj-99	34	18	16	11	22
jun-99	117	71	46	19	97
jul-99	67	22	45	17	50
aug-99	63	67	-3	5	58
sep-99	127	44	83	46	80
okt-99	52	32	20	68	-16
nov-99	43	11	32	25	18
dec-99	121	110	11	40	81
<b>Summa</b>	<b>875</b>	<b>585</b>	<b>290</b>	<b>504</b>	<b>370</b>
% av NBD	100	67	33	58	42

**Uppmätt nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Gammtratten 1999.**

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
jan-99	45	38	8	8	37
feb-99	56	51	5	8	48
mar-99	33	42	-9	3	30
apr-99	64	41	23	68	-4
maj-99	10	1	9	193	-183
jun-99	166	92	74	95	71
jul-99	113	70	43	27	86
aug-99	31	104	-73	7	24
sep-99	108	46	62	10	98
okt-99	173	69	104	20	153
nov-99	84	47	37	25	59
dec-99	43	58	-15	11	32
<b>Summa</b>	<b>926</b>	<b>658</b>	<b>268</b>	<b>476</b>	<b>450</b>
% av NBD	100	71	29	51	49