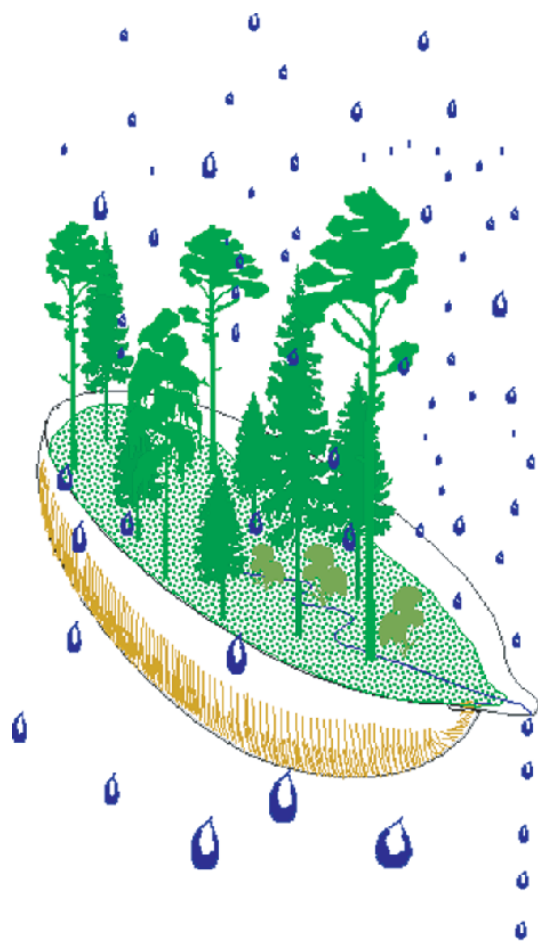


# Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark — IM Årsrapport 2009

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

Annual report for 2009



Stefan Löfgren (red.)



# **Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark — IM Årsrapport 2009**

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

Annual report for 2009

Stefan Löfgren (red.)

Institutionen för vatten och miljö  
Sveriges lantbruksuniversitet  
Box 7050  
750 07 Uppsala  
Tel. 018 – 67 31 10  
<http://www.slu.se/vatten-miljo>

*Tryck:* 50 exemplar, Institutionen för vatten och miljö, Uppsala, augusti 2011.

## Förord

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

Miljöövervakningen omfattar ekosystemstudier på avrinningsområdesnivå med bestämmningar 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 IVM, SLU följer klimat och avrinning, markkemi och -biologi, vegetation samt samordnar verksamheterna. Till detta kommer ett särskilt ansvar för IVL vad avser undersökningsområdet Gårdsjön i Bohuslän. Prov- och datainsamling vid detta område genomförs i huvudsak av IVL, Göteborg, med Hans Hultberg som utförare.

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

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

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

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

Textdelen av föreliggande rapport består av bidrag från Lars Lundin, Stefan Löfgren och Mikael Östlund från SLU och Mats Aastrup från SGU. Stefan Löfgren har bearbetat dessa bidrag och färdigställt rapporten i dess nuvarande skick. I rapporten sammanfattas resultaten från de fyra IM-områdena Gårdsjön, Aneboda, Kindla och Gammtratten under 2009. Alla rådata finns digitalt tillgängliga vid IVM, SLU på <http://info1.ma.slu.se/IM/>.

Stefan Löfgren  
24 augusti 2011

## Innehåll

Förord	i
Innehåll	ii
Sammanfattning	1
Summary	3
1 Övervakningens bakgrund och syfte	5
2 Val av områden och undersökningsmetodik	5
2.1 Gårdsjön - SE-04 .....	8
2.2 Aneboda - SE-14 .....	8
2.3 Kindla - SE-15 .....	9
2.4 Gammtratten – SE 16 .....	9
3 Väderförhållanden 2009	10
4 Vattenbalans 2009	12
5 Modellerad vattenbalans 1997-2009	15
6 Kemiska förhållanden 2009	16
7 Grundvattentransport av näringsämnen - klimatscenarier	18
8 Referenser	20
Appendix	22
Appendix (English)	23

## Sammanfattning

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

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

Föreliggande rapport redovisar undersökningar från år 2009 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 data och resultat återfinns i tabellbilagan i slutet på rapporten.

Mark och vatten i IM-områdena är jonsvaga, med permanent sura förhållanden och med tämligen höga aluminiumhalter i bäckvatten. Endast Gammtratten uppvisade låga halter oorganiskt aluminium, på nivåer som är tämligen ofarliga för gäländande organismer som fisk (Lydersen et al. 2002). Gammtrattens bäckvatten uppvisade halter under de nivåer där man anser att det föreligger risk för biologisk skada med avseende på de övriga metallerna. Områdena uppvisade låga halter av oorganiska näringsämnen. Gårdsjöns närhet till havet återspeglas tydligt i kemin medan de höga halterna organiskt material påverkar vattenkvaliteten i Aneboda. Kindlas kemi förefaller präglas av vattnets snabba och ytliga transportvägar i marken, vilket är en vanlig företeelse i svensk skogsmark. Gammtratten, som är beläget längst norr ut och har låg depositionsbelastning, är det minst sura området med ett medel-pH runt 5,6 och frekvent förekommande vätekarbonatalkalinitet i bäckvattnet. Jonflödet i Gårdsjön styrs i hög grad av nedfallet av havssalter, medan jonflödet i Aneboda och Kindla påverkas till ungefär lika delar av havssalttillförsel, svaveldeposition och interna biologiska processer. I Gammtratten styrs jonflödena i huvudsak av interna biologiska processer.

Under 2009 var årsmedeltemperaturen högre än långtidsmedelvärdet (1961-1990) endast för de två nordliga områdena och med ett relativt litet överskridande med 0.5 °C för Kindla och med 0.9 °C för Gammtratten. Vid Aneboda i söder och Gårdsjön i Västsverige låg medeltemperaturen på långtidsmedelvärdet. Nederbörden 2009 överskred normalvärdet för Gårdsjön och Gammtratten medan Kindla och Aneboda visade värden under det normala. Fördelningen under året var delvis likartad, med liten nederbörd under januari till april. Sommaren visade överskott för flertalet områden och särskilt juli månad var nederbördsrik vid alla områden. Avrinningen var lägre än normalt vid samtliga områden och uppgick till 420-460 mm vid Gårdsjön, Kindla och Gammtratten medan den endast var 288 mm i Aneboda. Flödesregimen var tämligen normal för de två nordliga områdena. Den karaktäristiska vårflodestoppen i samband med snösmältningen noterades vid Kindla och Gammtratten medan både Gårdsjön och Aneboda utmärkte sig med låg vintervattenföring, vilket varit ovanligt under mätperioden (1996-2009).

Ett förändrat klimat med avseende på temperatur och nederbörd, påverkar både flödesbilden hos mark- och grundvatten samt nedbrytningen av organiskt material och kemiska processer i mark/markvatten/grundvattensystemet. För IM-området Kindla indikerar klimatscenarioberäkningar att den effektiva nederbörden kommer att vara ca 50 mm högre och att huvuddelen av den avrinning som genereras kommer att passera de övre marklagren. Baserade på ett sådant scenario indikerar IM-data från Kindla att den årliga transporten via grundvattnet kommer att öka kväveläcket till bäcken från 1,7 till 2,3 kg N/ha. Ökningen tillskrivs i huvudsak ökat läckage av organiskt bundet kväve från 1,2 till 1,9 kg N/ha. Ammonium ökar från 0,15 till 0,18 kg N/ha, medan nitratläcket minskar från 0,29 till 0,22 kg N/ha. Förändringarna i fosforläcket är blygsammare. Den totala ökningen är från 0,43 till 0,48 kg P/ha. Utflödet av organiskt material (TOC) ökar enligt scenarioräkningarna från 21 till 24 kg C/ha.

I december 2011 publiceras sju artiklar i ett specialnummer av Kungliga Vetenskaps Akademiens tidskrift *Ambio* baserat på resultaten från det svenska IM-programmet. Artiklarna behandlar bl.a. återhämtningen från försurning och kemiska och biologiska effekter på mark, vatten och vegetation samt olika ansatser för att modellera detta. Professor Mike Starr, Helsingfors universitet har varit gästeditor med stöd av docent Lars Högbom, Skogforsk och alla artiklar har genomgått vetenskaplig granskning av externa referees.



## Summary

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

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

This report documents the investigations carried out in 2009 on the four IM-sites Gårdsjön, Aneboda, Kindla and Gammtratten. The results are briefly described in the text, along with some highlights from the year's results. The entire set of data and results are included in appendixes at the end of the report.

The IM sites are base poor with permanently acidic conditions and high aluminium concentrations in soil water, groundwater and streams. Only Gammtratten exhibited inorganic aluminium concentrations at levels below those reported to be harmful to gill breathing organisms such as fish (Lydersen et al. 2002). The trace metals exhibited stream water concentrations below biologically harmful levels as well. All sites had low concentrations of inorganic nutrients. The coastal near location was reflected in the water chemistry at Gårdsjön, while the high concentrations of organic matter influenced the water quality at Aneboda. The water chemistry at Kindla seems to mirror shallow groundwater flow paths, which is common for Swedish forest land. Gammtratten is the least acid area with an average pH of 5.8 and frequently occurring hydrogen carbonate in the stream water. At Gårdsjön, the ion fluxes were dominated by Na and Cl from the precipitation of sea spray, while the ion fluxes at Aneboda and Kindla were equally influenced by sea salt, sulphur deposition and internal biological processes. Organic matter played a significant role at Aneboda. At Gammtratten, internal biological processes determined the ion fluxes.

In 2009, the average annual temperature was higher than the long-term average (1961-1990) only for the two northern regions and with a relatively small excess of 0.5 °C for Kindla and by 0.9 °C for Gammtratten. At Aneboda in the south and Gårdsjön in southwestern Sweden, the average temperature was on the long-term average. Precipitation exceeded the normal values for Gårdsjön and Gammtratten, while Kindla and Aneboda showed values below normal. The seasonal distribution of the precipitation was similar with little rainfall during January to April. Summer showed precipitation surpluses for most areas, and particularly July was rainy. Runoff was below normal in all areas, amounting to 420-460 mm at Gårdsjön, Kindla and Gammtratten while it was only 288 mm at Aneboda. The flow regime was fairly normal for the two northern regions. The characteristic spring peak at snowmelt occurred at Kindla and Gammtratten. Both Gårdsjön and Aneboda showed low winter water discharge due to frequent occurrence of temperatures below zero, which is unusual for the measurement period (1996-2009).

A changing climate regarding temperature and rainfall, affects the fluxes of soil water and groundwater as well as decomposition of organic matter and chemical processes in the

soil/soil water/groundwater system. For the Kindla catchment, climate scenario estimates indicate that the effective rainfall will be about 50 mm higher and that most of the runoff generated will pass through the upper soil layers. Based on this scenario the Kindla IM data indicate that the increased groundwater flux will increase the annual nitrogen leaching to the stream from 1.7 to 2.3 kg N/ha. The increase is attributed mainly to an increased leaching of organically bound nitrogen from 1.2 to 1.9 kg N/ha. Ammonium increases from 0.15 to 0.18 kg N/ha, whereas nitrate leaching decreases from 0.29 to 0.22 kg N/ha. The changes in phosphorus leaching are more modest. The overall increase is from 0.43 to 0.48 kg P/ha. According to the scenario estimates, the outflow of organic matter (TOC) increases from 21 to 24 kg C/ha.

In December 2011, seven scientific articles based on the results from the Swedish IM program will be published in a special issue of the Royal Swedish Academy of Sciences journal *Ambio*. The articles handle recovery from acidification, and chemical and biological effects on soil, water and vegetation as well as different approaches to model this. Professor Mike Starr, University of Helsinki has been guest editor with support by docent Lars Högbom, Skogforsk and all articles have undergone peer review by external referees.

## 1 Övervakningens bakgrund och syfte

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

- i små, väldefinierade avrinningsområden samordna mätningar och utvärderingar så att samhällets behov av detaljerad kunskap och prognoser långsiktigt kan tillgodoses m. a. p. försurning, eutrofiering och metallpåverkan i typiska, svenska skogsekosystem,
- tillhandahålla kunskap som nationellt och internationellt kan användas som underlag för att optimera miljöförbättrande åtgärder,
- tillhandahålla kunskap som kan användas för att underlätta tolkningen av resultat från andra miljöövervakningsprogram eller forskningsprojekt,
- generera underlag till utveckling av modeller för att beräkna t. ex. kritiska belastningsnivåer (Critical Loads/Levels) och framtida miljötillstånd,
- 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 skogsbruksåtgärder. Deposition av luftföroreningar och potentiell klimatpåverkan är de enda mänskliga störningarna i områdena.

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

## 2 Val av områden och undersökningsmetodik

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

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

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

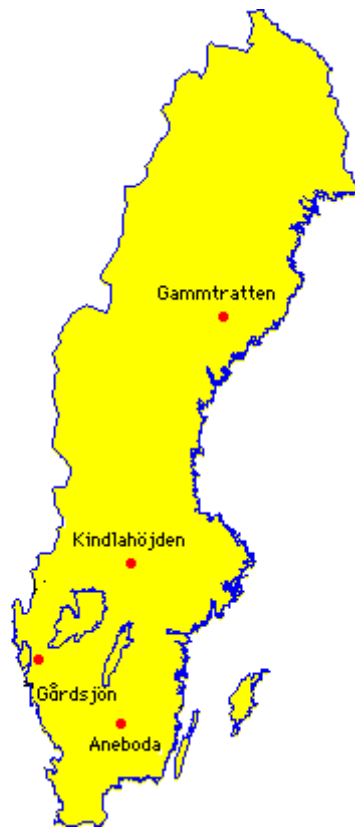
där P = nederbörd,  
E = avdunstning,  
R = avrinning och  
 $\Delta S$  = ändring i vattenmagasin;

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

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 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 2007.



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

**Tabell 1.** Andelar i IM-områdena för olika växtsamhällen enl. Nordiska Ministerrådet 1994.  
*Proportions at the IM sites of different vegetation communities according to Nordic Council of Ministers 1994.*

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

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

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

## 2.2 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 förnygrar sig väl. En kraftig storm (Gudrun) som drabbade södra Sverige i januari 2005 orsakade partiell stormfällning inom IM-området med olika efterverkningar som följd. Området har därefter drabbats av kraftiga barkborreangrepp.

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

### 2.3 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 liten öppen myr finns. Området är kuperat med branta sluttningar med höjdskillnader på uppåt 100 m inom avstånd av endast 200 m. Skogen domineras av ca 100 årig, ogallrad gran. Många kolbottnar i området visar att skogen under tidigare sekler nyttjats till träkolframställning och alltså varit kalavverkat i omgångar. Kindla etablerades som IM-område 1996.

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

### 2.4 Gammtratten – SE 16

IM-området i Gammtratten är ett 0,4 km<sup>2</sup> stort avrinningsområde 10 mil från N Kvarckenkusten i höjd med Umeå. Det ligger inom den mellanboreala zonen och landskapet karakteriseras som Norrlands vågiga bergkullterräng. Området är en mot sydost sluttande dalsänka mellan bergen Gammtratten (578 m) i öster och Siberget (530 m) i väster. I sluttningarnas nedre del och i botten av sänkan finns flera mindre, mestadels trädbevuxna myrar. Nedre delen av sänkan domineras helt av gran, medan tallen är riklig i sluttningarnas övre delar. Glasbjörk förekommer nästan överallt, asp och sälg här och var. Skogen är till mindre omfattning påverkad av skogsbruksåtgärder. Omkring 1900 fälldes ett antal större tallar, s.k. dimensionsavverkning, i de centrala delarna, särskilt sydväst om bäcken. Omkring 1990 låggallrades 6 hektar i avrinningsområdets nedre, sydvästra del, varav knappt 1 ha slutavverkades och planterades med gran. Låggallring innebär att mindre träd avverkas. På grund av brand, som dödat granen, finns tämligen rikligt med äldre tallar – den äldsta 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:	45 ha
Altitud:	högsta 545 m, lägsta 410 m
Berggrund:	Rätangranit eller liknande
Årsmedeltemperatur:	+1,2°C
Nederbörd:	750 mm
Avdunstning:	370 mm
Avrinning:	380 mm

### 3 Väderförhållanden 2009

Under 2009 var årsmedeltemperaturen högre än långtidsmedelvärdet (1961-1990) endast för de två nordliga områdena och med ett relativt litet överskridande med 0.5 °C för Kindla och med 0.9 °C för Gammtratten. Vid Aneboda i söder och Gårdsjön i Västsverige låg medeltemperaturen på långtidsmedelvärdet. Detta är ett trendbrott då senare år visat högre temperaturöverskott med som mest +1.7 °C 2007 vid Gammtratten. Även övriga områden har visat större temperaturöverskott tidigare år. Man måste gå tillbaka till 2003 och 2004 då ett lika lågt temperaturunderskott som 2009 noterades.

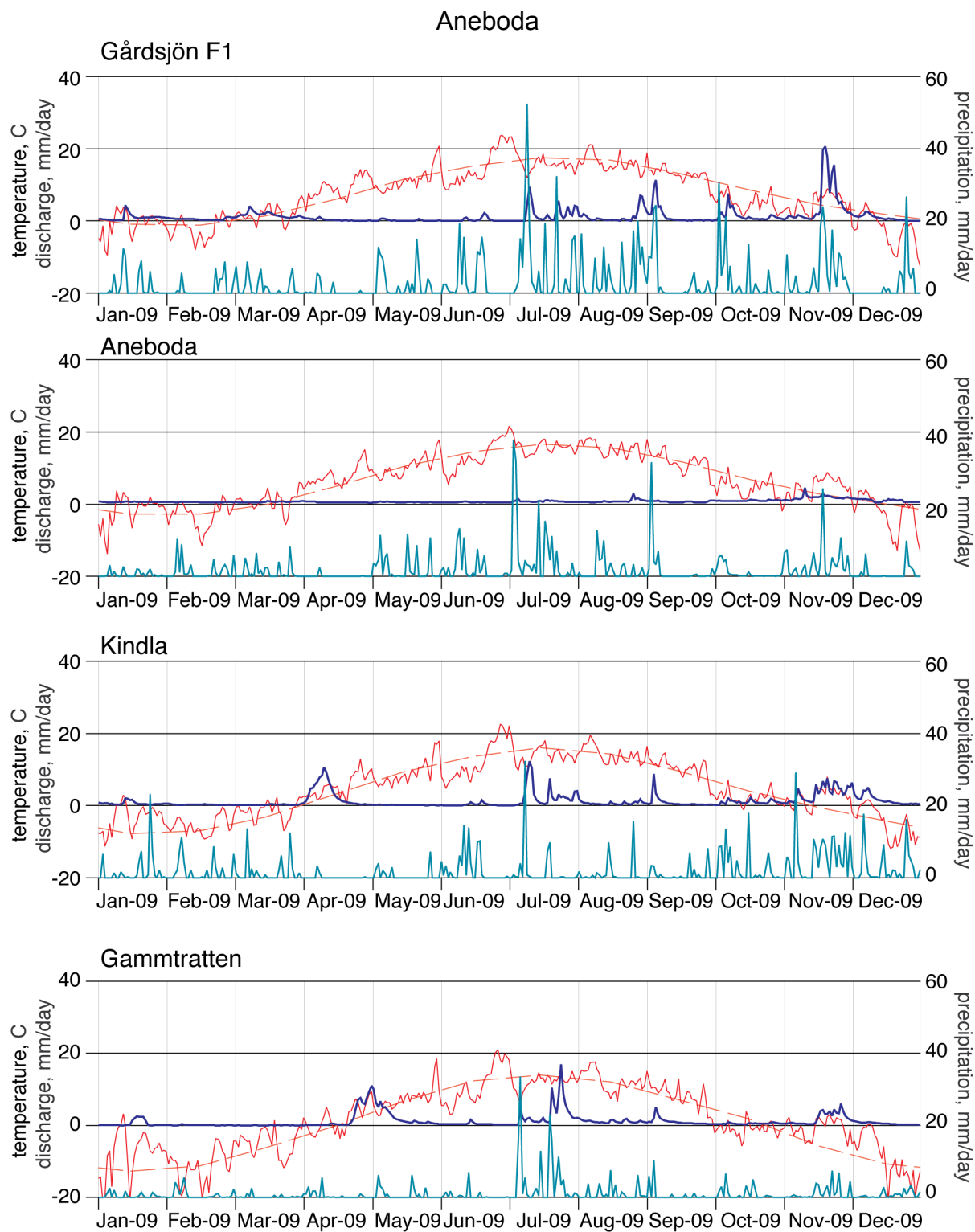
Temperaturfördelningen under 2009 (Figur 2) speglar för de två nordliga områdena varmare vintrar och kallare somrar. Vid Gammtratten var månadsmedeltemperaturen för juni - juli ca 1.5 °C kallare än normalt och vid Kindla 1.7 °C lägre och där var, med undantag för september, hela perioden maj till oktober kallare. Flera vintermånader visade å andra sidan högre temperatur än normalt med upp till 5 °C högre i november och januari för Gammtratten och 3 °C respektive 4 °C för samma månader för Kindla. I söder var temperaturerna mer växlande och vid Aneboda var det endast juni som utmärkte sig med 1.9 °C underskott. Vid Gårdsjön var april särskilt varm (+ 3.6 °C) medan oktober (-3.4 °C) och december (-2.7 °C) var kallare än normalt. Jämfört med de två tidigare åren avviker 2009 genom att det i de båda södra IM-områdena förekom månader med medeltemperaturer under 0°C. De två tidigare åren uppvisade varken Gårdsjön eller Aneboda månadsmedeltemperaturer under 0 °C.

Nederbörden 2009 (Figur 2) överskred normalvärdet för Gårdsjön och Gammtratten medan Kindla och Aneboda visade värden under det normala. Fördelningen under året var delvis likartad, med liten nederbörd under januari till april. Sommaren visade överskott för flertalet områden och särskilt juli månad var nederbördsrik vid alla områden med överskott med 138 mm vid Gårdsjön och med 164 mm vid Fredrika (representerande Gammtratten). Vid Fredrika dominerade julinederbörden hela året och gav upphov till ett nederbördöverskott på årsbasis. Övriga månader uppvisade vanligtvis lägre värden än normalt. Den uppmätta nederbörden vid Gammtratten var något lägre än vid Fredrika och 140 mm registrerades under juli 2009. Sannolikt var det lokala åskväder vid Fredrika som gav den högre nederbörden.

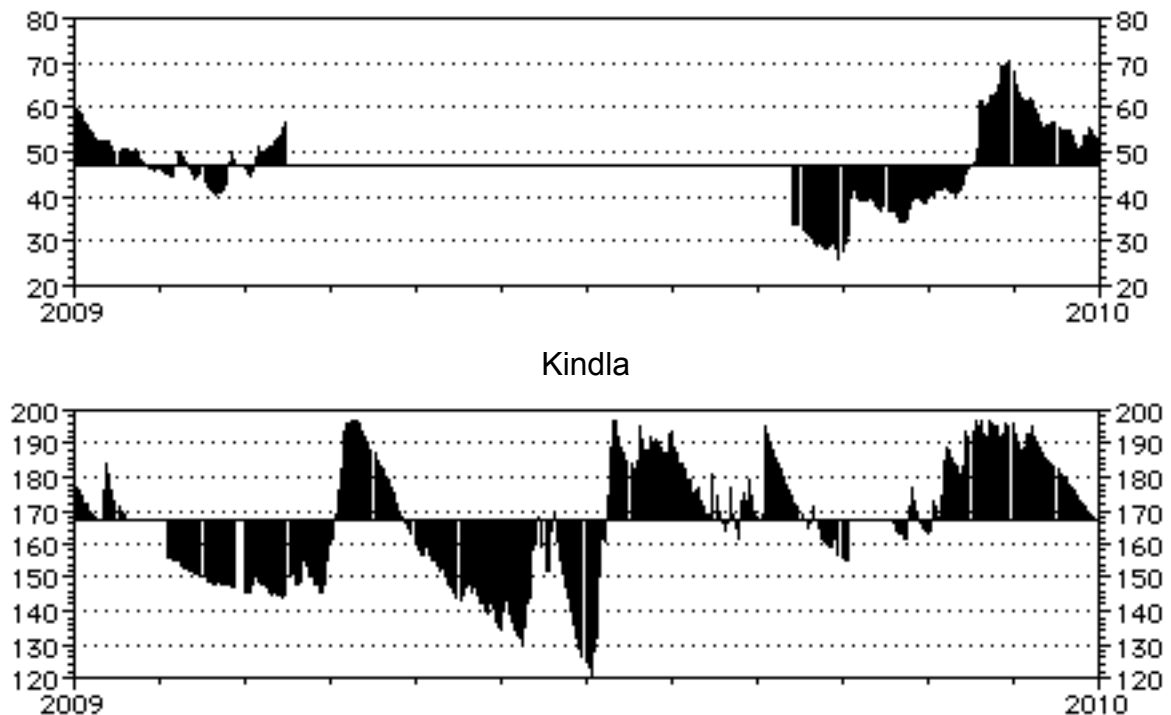
Vid Kindla kompenseras ett överskott på 97 mm under juli månad av låga värden augusti och september med 65 mm respektive 71 mm. För Aneboda var juliöverskottet 84 mm men följdes av 78 mm lägre nederbörd augusti-oktober. Gårdsjöns överskott om 138 mm adderade till de 86 mm högre nederbörd som uppmättes maj-juni och augusti vilket medförde ett årsöverskott om 139 mm.

Grundvattennivåerna i Kindla visade låga grundvattennivåer under vintermånaderna februari och mars. Grundvattennivåerna steg över de normala i samband med snösmältningen för att därefter sjunka till under medelnivån i början på sommaren (maj-juni, Figur 3). I samband med regnen i juli ökade grundvattennivåerna markant för att ligga över eller i anslutning till årsmedelvärdet resten av året. Tekniska problem innebar att grundvattennivåerna vid Aneboda saknas från mitten på mars till i mitten på september 2009 (Figur 3).





**Figur 2.** Dygnsvärden (mm/dag) på nederbörd (turkos linje), avrinning (blå linje) och temperatur (röd linje) under 2009. Streckad röd linje är medeltemperaturen (1961-1990) från referensstationerna Alvhem (Gårdsjön), Växjö (Aneboda), Knon (Kindla) och Fredrika (Gammtratten).  
*Daily values (mm/day) on precipitation (turquoise line), discharge (blue line) and temperature (red line) during 2009. Broken red line shows long-term average (1961-1990) from the reference stations Alvhem (Gårdsjön), Växjö (Aneboda), Knon (Kindla) and Fredrika (Gammtratten).*



**Figur 3.** Dagliga grundvattennivåer (cm) i Aneboda och Kindla under 2009. Medelnivån under året var ca 168 cm under markytan vid mätstationen Kindla. Databortfall gör att medelnivån under året inte beräknats för Aneboda. I figuren anges grundvattennivån relativt medelnivån för tryckgivarna på 200 cm och 268 cm markdjup i Aneboda respektive Kindla.  
*Daily groundwater levels (cm) at Aneboda and Kindla during 2009. The annual mean level was ca 168 cm below soil surface at the sampling sites at Kindla. No annual groundwater level was estimated for Aneboda due to data losses. In the figure, the groundwater levels are relative to the pressure detectors at 200 cm and 268 cm soil depth at Aneboda and Kindla, respectively.*

#### 4 Vattenbalans 2009

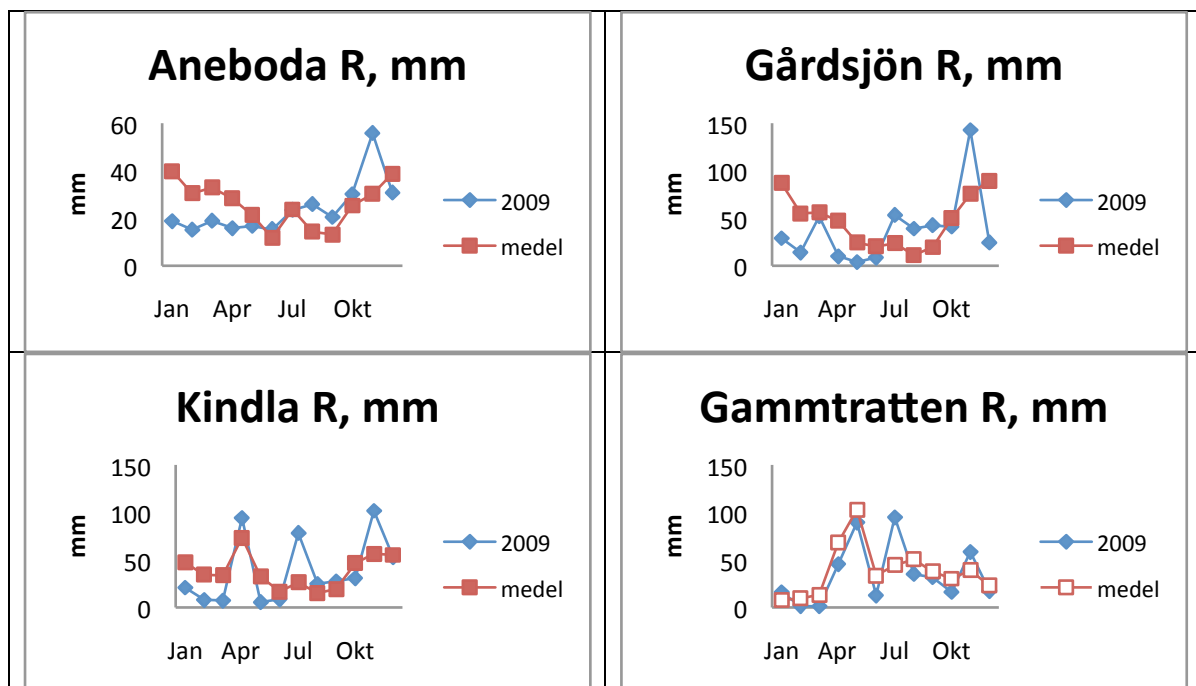
Vattenbalanserna för IM-områdena 2009 visar det normala mönstret med lägre andel avrinning (ca 40%) vid de två sydliga områdena och högre andel ju längre norrut området ligger (57% för Kindla och 67% för Gammtratten). Noterbart är en relativt låg avrinning vid Gårdsjön med endast 461 mm trots ett krondropp om 712 mm (Tabell 2). Även för Aneboda var skillnaden stor mellan krondropp (565 mm) och avrinning (288 mm). Den relativt låga avrinningen trots nederbördsöverskott under sommaren, kan eventuellt förklaras av hög avdunstningen under denna period. Kindla uppvisade bättre överensstämmelse mellan krondropp (533 mm) och avrinning (460 mm). Den höga andelen avrinning jämfört med avdunstning är orsakad av snösmältningen och hög nederbörd under oktober och november då avdunstningen är relativt liten.

Vid Gammtratten utgjorde krondroppet hela 83% av nederbörden ovan krontak. Detta orsakas främst av relativt glesa skogsbestånd, som trots det genererar en avdunstning om 209 mm att jämföra med kronavdunstningen på 108 mm. Evaporationen och transpirationen var därmed ungefär lika stor som interceptionen. Motsvarande värden för de tre andra IM områdena visar värden mellan 21% (Kindla) och 164% (Aneboda) medan motsvarande värde var 66% i Gårdsjön. Möjligen speglar den höga avdunstningen jämfört med interceptionen vid Aneboda det glesa beståndet efter stormfällningen 2005 och det efterföljande angreppet av barkborre, som dödat huvuddelen av alla äldre granar. Med undantag av juli var dessutom nederbörden relativt låg under vegetationsperioden.

Den karaktäristiska vårflödestoppen i samband med snösmältningen noterades vid Kindla och Gammtratten medan både Gårdsjön och Aneboda utmärkte sig med låg vintervattenföring, vilket varit ovanligt under mätperioden (Figur 2 & 4). Flödesregimen 2009 kan anses tämligen normal för de två nordliga områdena och det är inte ovanligt med högre flöden även under sommaren, men vanligtvis utnyttjas en stor andel av nederbördsvattnet för evapotranspiration. Avrinningsregimen vid Gårdsjön 2009 uppvisade relativt låg vinteravrinning och en mindre snösmältningstopp i mars. Försommaren var normal med ökande flöden under sensommaren. Oktober var återigen normal men en hög vattenföringstopp noterades i november som avklingade till lågt flöde i december. Året innan (2008) var någorlunda normalt vid Gårdsjön med stor avrinning vinter, vår och höst (Figur 5). Även vid Aneboda avvek avrinningsmönstret från normalt genom låga värden under vinter-vår och stigande värden för sommaren fram till en topp i november.

**Tabell 2.** Sammanfattning av 2009 års vattenbalanser i IM-områdena.  
 Kronavdunstning = Nederbörd – krondropp.  
*Compilation of the 2009 water balances for the four Swedish IM sites.*  
 Nederbörd, P – Precipitation, Krondropp, TF – Throughfall,  
 Kronavdunstning - Interception, Avrinning, R – Water runoff

	Gårdsjön SE04		Aneboda SE14		Kindla SE15		Gammtratten SE16	
	mm	% av nbd	mm	% av nbd	mm	% av nbd	mm	% av nbd
Nederbörd <sup>1</sup> , öppet fält, P	1090	100	735	100	804	100	630	100
Krondropp <sup>1</sup> , TF	712	65	565	77	533	66	521	88
Kronavdunstning, P-TF	378	35	170	23	271	34	109	17
Avrinning, R	461	42	288	39	460	57	421	67
Nederbörd – avrinning, P-R	629	58	448	61	344	43	209	33



**Figur 4.** Avrinningsmönstren vid IM områdena 2009 jämfört med ett ca 10-årsmedel.

**Tabell 3.** Modellberäknade vattenbalanser (mm) för IM-områdena 1997-2009. Vattenbalansen är osäker för Gammtratten, vilket bl.a. framgår av den extremt höga avrinningen år 2000 (Löfgren 2002).  
*Modelled water balances (mm) for the IM sites 1997-2009.*

Station	År	Nederbörd <sup>1)</sup>	Avdunstning <sup>2)</sup>	Avrinning <sup>3)</sup>	Markvatten <sup>4)</sup>	Snö <sup>5)</sup>
Gårdsjön	1997	1015	513	483	16	-2
Gårdsjön	1998	1222	526	704	1	-3
Gårdsjön	1999	1385	548	833	4	2
Gårdsjön	2000	1319	570	765	-12	-1
Gårdsjön	2001	954	548	408	-2	0
Gårdsjön	2002	1191	530	619	-1	32
Gårdsjön	2003	986	486	514	-37	27
Gårdsjön	2004	1132	513	613	6	5
Gårdsjön	2005	1039	578	492	-20	-3
Gårdsjön	2006	1075	392	672	-4	0
Gårdsjön	2007	1330	598	706	30	8
Gårdsjön	2008	1345	540	841	-29	-7
Gårdsjön	2009	1141	579	513	-8	57
Medel		1164	532	628		
Aneboda	1997	675	408	261	20	-22
Aneboda	1998	873	460	401	11	3
Aneboda	1999	821	461	347	-2	16
Aneboda	2000	927	533	383	18	-5
Aneboda	2001	748	471	322	-62	13
Aneboda	2002	859	461	421	6	-30
Aneboda	2003	834	507	308	20	0
Aneboda	2004	1013	523	489	5	-2
Aneboda	2005	734	448	309	-28	6
Aneboda	2006	811	477	310	-24	-9
Aneboda	2007	692	421	278	-6	1
Aneboda	2008	902	503	390	9	0
Aneboda	2009	680	455	246	-25	5
Medel		813	471	343		
Kindla	1997	850	409	350	2	88
Kindla	1998	857	414	508	27	-87
Kindla	1999	951	463	430	-10	70
Kindla	2000	1219	501	767	-9	-46
Kindla	2001	788	412	407	-3	-34
Kindla	2002	840	409	392	-1	39
Kindla	2003	827	453	400	35	-58
Kindla	2004	890	458	446	-14	1
Kindla	2005	907	463	399	-14	55
Kindla	2006	1046	486	618	3	-67
Kindla	2007	1018	499	510	11	0
Kindla	2008	1118	483	623	-6	9
Kindla	2009	773	365	375	-8	41
Medel		930	447	479		
Gammtratten	1997	706	402	392	-4	-84
Gammtratten	1998	994	453	586	14	-67
Gammtratten	1999	979	456	520	-9	13
Gammtratten	2000	1397	515	906	18	-46
Gammtratten	2001	1135	454	593	-22	109
Gammtratten	2002	720	413	367	1	-61
Gammtratten	2003	990	474	518	4	-7
Gammtratten	2004	954	480	477	0	-3
Gammtratten	2005	1009	532	500	0	-26
Gammtratten	2006	1107	436	598	40	27
Gammtratten	2007	855	464	419	-27	-6
Gammtratten	2008	830	396	398	-16	50
Gammtratten	2009	1059	469	653	11	-73
Medel		980	457	533		

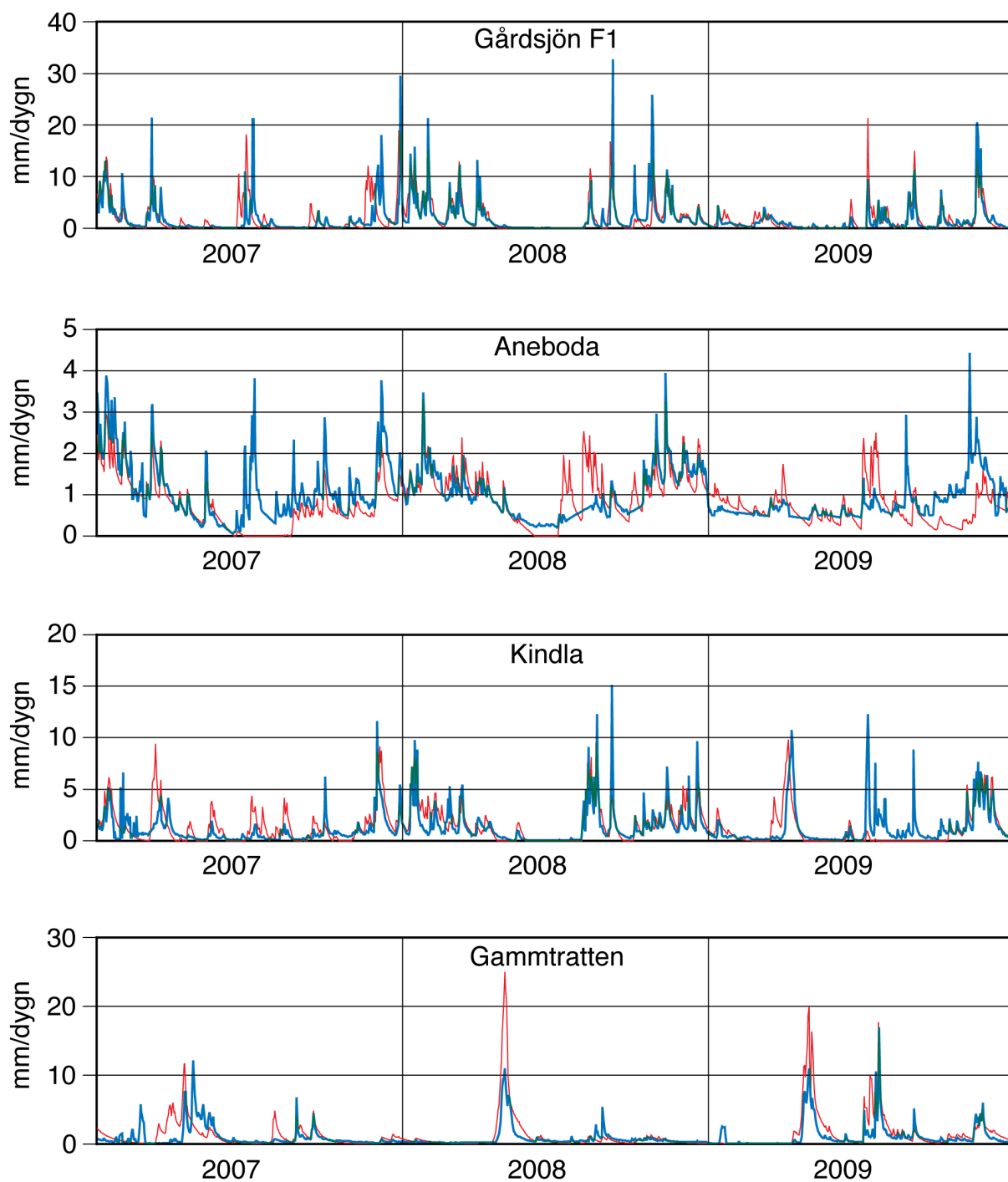
<sup>1)</sup> Beräknad på korrigerad dygnsnederbörd i Gårdsjön, Aneboda, Nyberget/Kloten respektive Fredrika

<sup>2)</sup> Avdunstning enligt modellen

<sup>3)</sup> Avrinning enligt modellen

<sup>4)</sup> Markvattenhalt vid slutet av året minus markvattenhalt vid början av respektive år

<sup>5)</sup> Snöns vattnekvivalent vid slutet av året minus vattnekvivalenten vid början av respektive år



**Figur 5.** Modellerad (röd linje) och observerad (blå linje) avrinning från IM-områdena 2007-2009.  
*Simulated (red line) and observed (blue line) discharge at the IM sites in 2007-2009.*

## 5 Modellerad vattenbalans 1997-2009

För att få en uppfattning av osäkerheten i beräkningarna har vattenbalansen även modellerats på dygnsbasis med hjälp av en simuleringsmodell (Q-modellen, Kvarnäs 2000). I Figur 5 visas några resultat från kalibreringsarbetet med Q-modellen. I modellen beräknas avdunstningen som potentiell evapotranspiration reducerad med avseende på 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". Simulerade årsvisa vattenbalanser under perioden 1997-2009 har med undantag för Gammtratten gett god överens-

stämme mellan beräknad och observerad avrinning sett på årsbasis (Tabell 2&3). Orsaken till detta är bl.a. att Q-modellen drivs med vädret vid SMHI-stationen Fredrika, som avviker betänkligt från de värden som uppmäts i IM-området (jfr. t.ex. nederbörd i Tabell 2&3). Motsvarande bekymmer finns även för Kindla sedan den meteorologiska stationen i Nyberget lades ned och vi är tvungna att använda väderdata från Kloten.

## 6 Kemiska förhållanden 2009

Följande kortfattade karaktärisering av det kemiska tillståndet i IM-områdena under 2008 baseras på de medelhalter som finns redovisade i tabellbilagan till denna rapport. För närmare beskrivning av antalet observationer, statistisk spridning etc. hänvisas till dessa tabeller.

Svaveldioxidhalterna i luft låg under 2009 10-20  $\mu\text{g SO}_2 \text{ m}^{-3}$  lägre än de medelnivåer som registrerats sedan mätningarna påbörjades 1996 (i Gammtratten påbörjades mätningarna 1999). I Gårdsjön och Aneboda motsvarar medelnivån knappt 0,4  $\mu\text{g SO}_2 \text{ m}^{-3}$  och i Kindla och Gammtratten knappt 0,25  $\mu\text{g SO}_2 \text{ m}^{-3}$ . Kvävedioxidhalterna i luft låg 0,29  $\mu\text{g NO}_2 \text{ m}^{-3}$  under långtidsmedelvärdet i Gårdsjön, medan de låg något lägre (0,01-0,14  $\mu\text{g NO}_2 \text{ m}^{-3}$ ) i de övriga tre områdena. Ozonhalterna i Gårdsjön har sedan 2002, då mätningarna påbörjades, visat långsamt avklingande nivåer från ca 50  $\mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$  till ca 45  $\mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$ . Men med tanke på den korta mätperioden är det för tidigt att uttala sig om eventuella trender, då den naturliga mellanårsvariationen är stor beroende på skiftande väderförhållanden.

Depositionen på öppen mark hade låg jonstyrka i samtliga fyra IM-områden, motsvarande en konduktivitet på 1,0-2,0  $\text{mS m}^{-1}$ . Gårdsjöns närhet till havet och en betydande torrdeposition av havssalter framträder dock tydligt i krondroppets konduktivitet på ca 6,0  $\text{mS m}^{-1}$ , att jämföra med ca 2,3  $\text{mS m}^{-1}$  i Aneboda och Kindla. I Gammtratten var konduktiviteten endast 1,2  $\text{mS m}^{-1}$  i krondroppet, vilket var 0,2  $\text{mS m}^{-1}$  högre än på öppet fält, indikerande marginell påverkan av havssalt. Markvatten (exklusive E-horisont), grundvatten och bäckvatten hade endast 0,2-0,6  $\text{mS m}^{-1}$  högre jonstyrka än krondroppet i Kindla och Gammtratten, vilket indikerar snabba transportvägar i marken och kort tid för modifiering av nederbördsvattnet. I Gårdsjön och Aneboda var ledningsförmågan 1,6-2,2  $\text{mS m}^{-1}$  respektive 2,2-3,2  $\text{mS m}^{-1}$  högre i dessa medier jämfört med krondroppet, vilket indikerar större påverkan från markkemiska processer.

Kiselhalterna i mark- och grundvatten låg i intervallet 2,6-4,7  $\text{mg L}^{-1}$  i Gårdsjön, Aneboda och Kindla. Kiselhalterna i bäckvattnet varierade mellan 3,2-4,5  $\text{mg Si L}^{-1}$  i samtliga områden.

Depositionen på öppen mark uppvisade små skillnader i pH mellan områdena. Samtliga mätstationer uppvisade ett  $\text{pH}=5,0\pm 0,1$ . I krondropp var  $\text{pH}$  0,1-0,3 enheter högre än på öppet fält förutom i Gammtratten där  $\text{pH}$  var lika på öppet fält och i krondropp. I mark- och grundvattnet i inströmningsområdena i Gårdsjön, Aneboda och Kindla var  $\text{pH}$  några tiondelar lägre än i krondroppet och särskilt E-horisonten hade lägre  $\text{pH}$ . I Gammtratten var det vanligtvis något högre  $\text{pH}$  i marken. I utströmningsområdena var  $\text{pH}$  i grundvattnet på samma nivå eller något högre ( $\text{pH}\approx 5,5\pm 0,3$ ) än i krondroppet i Aneboda, Kindla och Gammtratten men betydligt surare i Gårdsjön ( $\text{pH}=4,4$ ). Mark- och grundvattnets buffertkapacitet, ANC, var i huvudsak negativa ( $< -0,02 \text{ mEq L}^{-1}$ ) i avrinningsområdets övre delar, förutom i Gammtratten där negativt ANC inte förekom. I grundvattnet i utströmningsområdena var buffertkapaciteten tämligen hög ( $\text{ANC}>0,02 \text{ mEq L}^{-1}$ ) med förekomst av vätekarbonatalkalinitet på 0,03 och 0,15  $\text{mEq L}^{-1}$  i Aneboda respektive Kindla. Det senare indikerar tillförsel av äldre grundvatten alternativt högre vittringsintensitet i dessa områden. I Gammtratten var alkaliniteten  $\pm 0 \text{ mEq L}^{-1}$ . Grundvattnet i utströmningsområdet i Gårdsjön uppvisade negativt ANC ( $-0,04 \text{ mEq L}^{-1}$ ), men uppgifter på alkalinitet saknas.

Även bäckvattnet var påtagligt surt ( $\text{pH}\leq 4,7$ ) i samtliga områden förutom Gammtratten och samtliga områden förutom Kindla uppvisade ett positivt ANC. Ytvattnet i Gammtratten var det mest välbuffrade med ett  $\text{pH}\approx 5,6$  och ett  $\text{ANC}\approx 0,1 \text{ mEq L}^{-1}$ . Gårdsjön och Kindla var

betydligt surare än de båda andra områdena. I Gårdsjön är det sannolikt den höga historiska belastningen av sur nederbörd i kombination med avrinningsområdets egenskaper som gör mark och avrinning sura, medan den senare faktorn sannolikt har störst betydelse för surhetstillståndet i Kindla.

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

I depositionen på öppet fält dominerades kationerna av natrium i samtliga områden. Natrium var för övrigt den mest framträdande kationen i det vatten som passerat marken i samtliga områden. Till skillnad från 2005 då kloridhalten översteg natriumhalten och 2007 då det omvända gällde, finns ingen tydlig trend vad avser förhållandet mellan klorid- och natriumhalterna. I vissa markskikt dominerade klorid och i andra natrium. Ett högre utflöde av klorid än natrium indikerar kationbyte i marken, vilket medför att kationer och/eller aciditet (protoner, oorganiskt aluminium) omfördelas från det fasta materialet till avrinningen. När inflödet av klorid eller andra mobila anjoner minskar återställs jämvikten i markvätskan genom att natrium frigörs från det fasta materialet. 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 ( $\geq 0,01$  mEq L<sup>-1</sup>) i samtliga medier förutom i grundvattnet i utströmningsområdena i Aneboda och Kindla. Nivåerna låg normalt i intervallet 0,01-0,08 mEq L<sup>-1</sup> varierande beroende på vattnets ursprung. I Gammtratten var vätejonhalterna låga i samtliga medier ( $< 0,01$  mEq L<sup>-1</sup>) förutom E-horisonten (0,07 mEq L<sup>-1</sup>).

Halterna av total- eller syralösligt aluminium var höga (0,6-1,5 mg L<sup>-1</sup>) i markvattnet i samtliga områden förutom Gammtratten. I grundvattnet i Gårdsjön var halterna något lägre eller på samma nivå som i markvattnet. Halterna i bäckvattnet var lägst i Gammtratten (0,25 mg L<sup>-1</sup>) med högst pH (5,6) och ca 0,6 mg L<sup>-1</sup> i de andra områdena med lägre pH (4,4-4,7). Det oorganiska aluminiumet (Ali) utgjorde 33%, 28%, 46% och 8% av totalaluminiumet i Gårdsjön, Aneboda, Kindla respektive Gammtratten. Detta motsvarar ett haltintervall på 0,02-0,28 mg Ali L<sup>-1</sup>, vilket innebär att Ali-halterna enligt Naturvårdsverkets förslag till bedömningsgrunder klassas som extremt höga i Gårdsjön och Kindla, som mycket höga i Aneboda och som låga till måttliga i Gammtratten.

Halten löst organiskt material (DOC) var betydligt högre i bäckvattnet i Aneboda (25 mg L<sup>-1</sup>), än i Gårdsjön, Kindla och Gammtratten (14, 9 respektive 10 mg L<sup>-1</sup>). Förutsättningarna för att komplexbinda metaller var följaktligen avsevärt bättre i Aneboda och Gårdsjön än i de övriga områdena. DOC-gradienten återspeglades i halterna organiskt bundet kväve. I samtliga områdena låg medelhalterna i intervallet 180-560  $\mu$ g org-N L<sup>-1</sup>. Det organiskt bundna kvävet dominerade totalkvävet i samtliga bäckar. De oorganiska kväve- och fosforfraktionerna förekom i tämligen låga halter ( $< 89$   $\mu$ g oorg-N L<sup>-1</sup>,  $\leq 5$   $\mu$ g PO<sub>4</sub>-P L<sup>-1</sup>).

Inget av områdena hade särskilt höga järn- eller manganhalter i bäckvattnet ( $< 1,7$  mg Fe L<sup>-1</sup>,  $\leq 0,06$  mg Mn L<sup>-1</sup>). I Gammtratten var halterna av koppar, bly, zink och kadmium i

bäckvattnet betydligt lägre än de lägsta halterna där negativa biologiska effekter kan förväntas ( $\text{Cu} > 3 \mu\text{g L}^{-1}$ ,  $\text{Pb} > 1 \mu\text{g L}^{-1}$ ,  $\text{Zn} > 20 \mu\text{g L}^{-1}$  och  $\text{Cd} > 0,1 \mu\text{g L}^{-1}$ , NV 1999). Även totalkvicksilver och metylkvicksilver analyserades i vissa medier i Gårdsjön och Gammtratten. I bäcken i Gårdsjön var medelhalterna  $3,5 \text{ ng Hg L}^{-1}$  respektive  $0,2 \text{ ng MeHg L}^{-1}$ , medan halterna i markvattnet i Gammtratten varierade mellan  $3,5\text{-}34 \text{ ng Hg L}^{-1}$  respektive  $< 0,06\text{-}0,55 \text{ ng MeHg L}^{-1}$ .

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

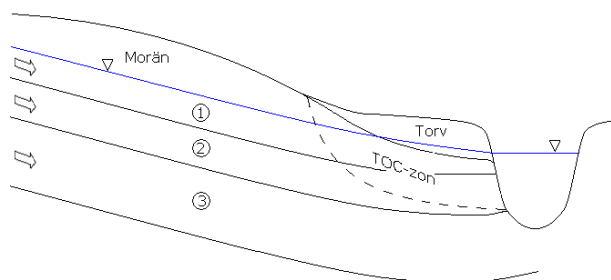
## 7 Grundvattentransport av näringsämnen - klimatscenarier

Ett förändrat klimat, temperatur och nederbörd, påverkar både flödesbilden hos mark- och grundvatten samt nedbrytningen av organiskt material och kemiska processer i mark/markvatten/grundvattensystemet. Enligt de klimatscenarier som tagits fram förväntas en ökad mängd nederbörd i huvuddelen av landet. Sydöstra Sverige, som redan idag är det torraste området, bedöms dock att få minskad nederbörd. Det medför ökad årlig grundvattenbildning och avrinning i större delen av landet med undantag av den sydöstra delen. För IM-området Kindla medför det att den effektiva nederbörden kommer att vara ca 50 mm högre under 30-årsperioden 2071-2100 än under perioden 1961-1990. För östra Götaland innebär klimatscenarierna ca 50 mm lägre effektiv nederbörd.

I moränsluttningar innebär de förväntade klimatförändringarna relativt stora förändringar i grundvattennivåer. Högre grundvattennivåer innebär betydligt större andel markytinära grundvattenflöden på grund av att moräner har ett uppluckrat skikt med större vattensläpplighet (högre hydraulisk konduktivitet) upp mot markytan. Det innebär att grundvatten i större utsträckning genomströmmar markprofilens övre delar som är anrikade på organiskt material och vissa tungmetaller. Anrikningen förstärks i utströmningsområdena i anslutning till ytvattendragen.

I IM-området Kindla är grundvattenrör nedförda till olika markdjup och i olika hydrauliska lägen. Förutom etablering i en transekt från inströmnings- till utströmningsområdet samt i bäckbotten finns provtagningsrör nedförda för att fånga upp det ytliga grundvattnet från olika delområden av avrinningsområdet. Dessa rör är de grundaste och sitter hydrauliskt sett i områden som under högvattenepisoder är utströmningsområden och under lågvattensituationer inströmningsområden. Den kemiska sammansättningen av grundvattnet i de olika grundvattenrören återspeglar väl deras hydrauliska lägen.





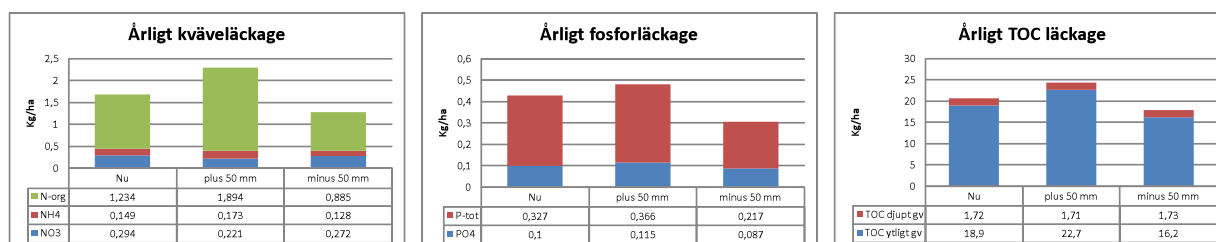
**Figur 6.** Schematisk bild grundvattenflödet i en moränsluttning, exempelvis Kindla med tre lager som har olika vattengenomsläpplighet, den största i översta lagret, och olika kemiska sammansättning. Utströmningsområdet närmast bäcken täcks av torv som ger grundvattnet lokalt höga TOC-halter.

**Tabell 4.** Vattenflödena under året, uppdelat på kvartal, för ytligt grundvatten (lager 1, figur 6) för perioden 2003 – 2007 vid Kindla samt för klimatscenarier som innebär 50 mm högre respektive lägre total grundvattenavrinning (lager 1-3, figur 6) i samma område.

Kvartal	Flöde 2003 -2007		Flöde vid 50 mm högre avr.		Flöde vid 50 mm lägre avr.	
	mm	10 <sup>6</sup> L/ha	mm	10 <sup>6</sup> L/ha	mm	10 <sup>6</sup> L/ha
1	145	1,45	170	1,70	145	1,45
2	123	1,23	123	1,23	98	0,98
3	47	0,47	47	0,47	22	0,22
4	98	0,98	123	1,23	98	0,98
S:a året	413	4,13	463	4,63	363	3,63

**Tabell 5.** Medianhalter (mg/L) i grundvatten vid grundvattennivåer över respektive under långtidsmedelvärdet för perioden 2003 – 2007 vid Kindla. Data från det översta grundvattenlagret (lager 1, figur 6).

Variabel mg/L	Kvartal 1		Kvartal 2		Kvartal 3		Kvartal 4	
	över	under	över	under	över	under	över	under
NO <sub>3</sub> -N	0,062	0,137	0,044	0,035	0,027	0,004	0,049	0,025
NH <sub>4</sub> -N	0,019	0,028	0,026	0,010	0,027	0,057	0,064	0,046
N-tot	0,395	0,231	0,519	0,215	0,41	0,25	0,616	0,229
PO <sub>4</sub> -P	0,025	0,021	0,017	0,012	0,025	0,015	0,021	0,025
P-tot	0,04	0,06	0,091	0,021	0,148	0,044	0,073	0,076
TOC	4,1	4,3	4,95	3,70	4,3	5,1	6,70	4,15



**Figur 7.** Den totala årliga transporten av kväve, fosfor och totalt organiskt kol (TOC) via grundvatten i Kindla vid dagens avrinning samt vid en avrinning som är 50 mm högre respektive 50 mm lägre än idag.

På hydrauliska och grundvattenkemiska grunder kan den grundvattenförande moränpacken delas upp i tre lager (figur 6). Om man ansätter konduktiviteterna  $10^{-5}$  m/s till det 1 m mäktiga lager 1,  $10^{-6}$  m/s till det 2 m mäktiga lager 2 och slutligen  $10^{-7}$  m/s till det 1m mäktiga lager 3, så innebär det att flödet i grundvattenzonen fördelar sig på 413 mm i lager 1, 83 mm i lager 2 och 4 mm i lager 3. Det djupaste grundvattnet bidrar mycket marginellt till utflödet i ytvattendraget. Vid scenariet som innebär 50 mm högre flöde kommer ökningen i stort sett att

innebära ett ökat flöde i det översta lagret. Kvartalsvisa flöden vid de olika scenarierna framgår av tabell 4.

De kvartalsvisa medianhalterna vid höga och låga grundvattennivåer är baserade på analysdata från samtliga stationer som representerar ett lager. Det översta lagret (1), mellersta lagret (2) och det djupaste lagret (3) representeras av fem, tre och en station respektive. Kvartalsvisa halter för näringsämnen och totalt organiskt kol i översta lagrets grundvatten vid Kindla framgår av tabell 5. Motsvarande beräkningar har gjorts även för lager 2.

Kvartalsvisa transportberäkningar har gjorts för samtliga variabler för de två översta lagren. Figur 7 visar den totala årliga transporten vid Kindla via grundvattnet, d.v.s. summan av de kvartalsvisa transportererna i lager 1 och 2, av de olika kväve- och fosforfraktionerna samt totalt organiskt kol (TOC) vid de olika scenarierna. Beräkningarna indikerar att det totala kväveläckaget kommer att öka med ca 36 % från 1,7 till 2,3 kg/ha vid ökat flöde. Ökningen tillskrivs i huvudsak ökat läckage av organiskt bundet kväve, som ökar med 53 % från 1,2 till 1,9 kg/ha. Ammonium ökar med 16 % från 0,15 till 0,18 kg/ha, medan nitratläckaget minskar med 25 % från 0,29 till 0,22 kg/ha. Förändringarna i fosforläckaget är blygsammare. Den totala ökningen vid höga flöden är ca 13 % från 0,43 till 0,48 kg/ha. Organisk fosfor står, liksom för kväve, för den största delen av läckaget och ökar med 12 % från ca 0,33 kg/ha till 0,37 kg/ha. Fosfat ökar med 15 % från 0,100 kg/ha till 0,115 kg/ha. Vid 50 mm ökat flöde ökar utflödet av TOC med 18 % från 20,6 till 24,4 kg/ha. Klimateffekterna vid 50 mm lägre effektiv nederbörd framgår av figur 7.

## 8 Referenser

- EDC, 1993. *Manual for integrated monitoring. Program phase 1993-1996*. National Board of Waters and the Environment, Helsingfors.
- Kvarnäs, H. 2000. *The Q model, a simple conceptual model for runoff simulations in catchment areas*. Dep. of Environ. Assess., SLU, Report 2000:15.
- Lydersen, E., S. Löfgren & T. Arnessen. 2002. Chemical and biological effects of reacidification of limed water bodies – a state of the art review on metals. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 32(2-3):73-295.
- Löfgren, S (Ed.). 1999. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark – IM. Årsrapport 1997*. Naturvårdsverket rapport 5031. English summary.
- Löfgren, S (Ed.). 2000. *Miljötillståndet i skogsmark - integrerad övervakning*. Naturvårdsverket rapport 5071. English summary.
- Löfgren, S (Ed.). 2001. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark – IM. Årsrapport 1999*. Inst. f. miljöanalys, SLU rapport 2001:10. English summary.
- Löfgren, S (Ed.). 2002. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark – IM. Årsrapport 2000*. Inst. f. miljöanalys, SLU rapport 2002:17. English summary.
- Löfgren, S (Ed.). 2003. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark – IM. Sammanfattning av 1997-2001 och årsrapport 2001*. Inst. f. miljöanalys, SLU rapport 2004:7. English summary.
- Löfgren, S (Ed.). 2004. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark – IM. Sammanfattning av 2002 års resultat*. Inst. f. miljöanalys, SLU rapport 2004:23. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.). 2005. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark (IM) – årsrapport 2003*. Institutionen för miljöanalys, SLU rapport 2005:11. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.). 2006. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark (IM) – årsrapport 2004*. Institutionen för miljöanalys, SLU rapport 2006:12. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2007. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2005*. Institutionen för miljöanalys, SLU, rapport 2007:11. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2008. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2006*. Institutionen för miljöanalys, SLU, rapport 2008:13. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2009. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2007*. Institutionen för miljöanalys, SLU, rapport 2009:11. English summary.

- Löfgren, S. (Ed.) 2010. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2008*. Institutionen för miljöanalys, SLU, rapport 2010:10. English summary.
- Ojala, L, Thunholm, B, Maxe, L, Persson, G & Bergmark, M, 2007: *Kan grundvattenmålet klaras vid ändrade klimatförhållanden? – underlag för analys*. SMHI, MittSverige Vatten, SGU. SGU-rapport 2007:9.
- Raab, B. och Vedin, H. 1995. *Klimat, sjöar och vattendrag. Sveriges Nationalatlas*. Bokförlaget Bra Böcker, Höganäs.
- SMHI, 2006. *Klimat i förändring. En jämförelse av temperatur och nederbörd 1991-2005 med 1961-1990*. Faktablad nr 29 Oktober 2006.
- SYKE 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)

## Appendix

### Halter

I Tabellbilagan redovisas medel- och medianvärden för halter av olika ämnen i deposition på öppet fält (Bulk deposition), krondropp (Throughfall), markvatten (Soil water), grundvatten (Groundwater) och bäckvatten (Stream water) i Gårdsjön, Aneboda och Kindla under 2009. Mark- och grundvatten insamlas både i inströmningsområden (Recharge area) och utströmningsområden (Discharge area). Statistisk spridning redovisas som CV (Coefficient of Variation) och  $n_T$  visar antalet mättillfällen under året. Antalet analyser överstiger  $n_T$  i markvattnet eftersom 6-9 lysimetrar analyseras vid varje mättillfälle och på varje provtagningsnivå ( $n_o$ = totala antalet observationer).

Halterna återfinns enligt följande indelning:

Appendix 1:	Halter i luft: SO <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. Förfallet inkluderar alla fraktioner.

Transporterna återfinns enligt följande indelning:

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

### Biologiska mätningar

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

### Klimat och hydrologi

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

## Appendix (English)

### Concentrations

In the appendix, mean and median values on concentrations of different elements and substances are reported for bulk deposition at opened field, throughfall, soil water, groundwater and stream water in Gårdsjön, Aneboda and Kindla during 2009. Soil water and groundwater were collected both in recharge and discharge areas. Statistical variations are reported as Coefficient of Variation (CV) and  $n_T$  shows the number of samplings occasions during the year. In soil water, the numbers of analyses are much larger than  $n_T$ , since 6-9 lysimeters are sampled at each sampling occasion and at each sampling depth ( $n_o$ = total number of obs.).

The concentrations are found in the following order:

Appendix 1:	Concentrations in air: SO <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 include all fractions.

The fluxes are found in the following order:

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

### Biological measurements

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

### Meteorology and hydrology

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

	Unit	Year	Gårdsjön				Aneboda				Kindla				Gammtratten			
			Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n
Sulphur dioxide, SO <sub>2</sub> *	µg S m <sup>-3</sup>	1996	0,78	0,59	62%	12	0,87	0,65	82%	12	0,34	0,23	71%	12	-	-	-	-
		1997	0,41	0,38	50%	12	0,40	0,36	65%	12	0,22	0,16	73%	12	-	-	-	-
		1998	0,44	0,41	44%	12	0,40	0,35	65%	12	0,21	0,15	75%	11	-	-	-	-
		1999	0,43	0,40	38%	12	0,33	0,31	40%	12	0,22	0,19	46%	12	0,26	0,17	98%	12
		2000	0,34	0,36	27%	12	0,31	0,31	37%	12	0,23	0,20	48%	12	0,20	0,17	54%	12
		2001	0,38	0,35	39%	12	0,34	0,29	47%	12	0,26	0,21	47%	12	0,37	0,26	82%	11
		2002	0,34	0,31	32%	12	0,27	0,24	34%	12	0,21	0,19	34%	12	0,21	0,21	36%	12
		2003	0,38	0,36	43%	12	0,35	0,29	42%	12	0,26	0,23	43%	12	0,24	0,22	47%	12
		2004	0,46	0,33	68%	12	0,38	0,35	45%	12	0,28	0,24	47%	12	0,29	0,26	46%	12
		2005	0,48	0,31	115%	12	0,39	0,28	73%	12	0,24	0,25	50%	12	0,32	0,25	114%	11
		2006	0,42	0,38	39%	12	0,41	0,39	42%	11	0,34	0,29	44%	11	0,34	0,26	67%	12
		2007	0,20	0,20	38%	12	0,23	0,17	76%	12	0,15	0,11	88%	12	0,15	0,06	112%	12
2008	0,20	0,19	19%	12	0,18	0,18	26%	12	0,14	0,12	40%	12	0,12	0,13	45%	12		
2009	0,20	0,19	20%	12	0,19	0,20	43%	12	0,15	0,15	38%	12	0,18	0,14	78%	12		
Nitrogen dioxide, NO <sub>2</sub> *	µg N m <sup>-3</sup>	1996	1,29	1,05	44%	12	0,71	0,56	51%	12	0,42	0,38	45%	12	-	-	-	-
		1997	1,33	1,08	58%	12	0,91	0,72	80%	12	0,50	0,31	74%	12	-	-	-	-
		1998	1,28	0,94	56%	12	0,81	0,59	66%	12	0,47	0,39	61%	12	-	-	-	-
		1999	1,26	1,00	47%	12	0,70	0,56	64%	12	0,46	0,44	57%	12	0,19	0,17	59%	12
		2000	1,11	0,95	43%	12	0,69	0,50	68%	12	0,36	0,30	57%	12	0,15	0,13	52%	12
		2001	1,07	1,10	44%	12	0,60	0,64	50%	12	0,36	0,36	49%	12	0,15	0,11	67%	11
		2002	1,39	1,17	54%	12	0,57	0,45	75%	12	0,34	0,29	65%	12	0,15	0,15	55%	12
		2003	1,05	0,80	48%	12	0,66	0,56	60%	12	0,35	0,28	60%	12	0,19	0,16	53%	12
		2004	1,00	0,89	45%	12	0,57	0,49	54%	12	0,37	0,33	56%	12	0,14	0,14	46%	12
		2005	1,05	0,95	30%	12	0,68	0,57	51%	12	0,39	0,37	53%	12	0,15	0,12	67%	11
		2006	1,04	1,00	45%	12	0,68	0,58	63%	12	0,38	0,30	73%	12	0,17	0,14	58%	12
		2007	0,89	0,90	39%	12	0,59	0,62	45%	12	0,33	0,29	64%	12	0,13	0,11	61%	12
2008	0,86	0,74	44%	12	0,65	0,53	64%	12	0,30	0,26	54%	12	0,14	0,12	48%	12		
2009	0,81	0,71	47%	12	0,51	0,37	69%	12	0,29	0,21	64%	12	0,14	0,12	56%	12		

\*Gas concentrations at ambient air temperature

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

	Unit	Year	Gårdsjön			
			Mean	Median	CV	n
Ozone, O <sub>3</sub> *	µg O <sub>3</sub> m <sup>-3</sup>	2002	52	54	26%	12
		2003	49	49	28%	12
		2004	48	46	21%	12
		2005	50	49	36%	12
		2006	51	49	24%	11
		2007	46	46	26%	12
		2008	45	43	30%	12
		2009	44	43	29%	12

pH	Gårdsjön					Aneboda					Kindla					Gammtratten				
	Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>T</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>T</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>T</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>T</sub>
Bulk deposition	5,08	4,97	10%	12	12	4,95	4,93	9%	12	12	4,98	4,93	7%	12	12	5,04	4,97	6%	12	12
Throughfall	5,07	4,98	7%	12	12	5,25	5,14	8%	12	12	5,16	5,37	7%	12	11	4,94	4,94	6%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	4,60	4,60	1%	4	4	4,10	3,99	5%	3	2	4,47	4,52	4%	12	3	4,16	4,16	2%	2	1
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	4,71	4,7	0%	4	4	4,95	4,88	8%	16	3	4,86	4,87	2%	18	3	5,16	5,56	14%	7	2
Soil water, discharge area, 30-50 cm	4,85	4,85	1%	4	4	5,10	4,97	6%	3	1	4,86	4,77	6%	12	3	5,54	5,64	7%	4	2
Groundwater, recharge area, F1:4	4,78	4,82	3%	4	4	4,88	4,91	2%	4	4	4,59	4,63	2%	4	4	6,30	6,20	4%	4	3
Groundwater, discharge area, F1:5	4,44	4,44	2%	4	4	5,24	5,25	5%	4	4	5,71	5,71	1%	4	4	5,36	5,37	1%	4	3
Stream water	4,36	4,34	2%	21	21	4,63	4,64	2%	24	24	4,72	4,73	3%	24	24	5,64	5,66	6%	24	24

Cond <sub>25</sub> (mS m <sup>-1</sup> )	Gårdsjön					Aneboda					Kindla					Gammtratten				
	Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>T</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>T</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>T</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>T</sub>
Bulk deposition	2,0	2,0	38%	12	12	1,9	2,0	42%	12	12	1,2	1,1	50%	12	12	1,0	0,9	44%	12	12
Throughfall	6,0	4,7	50%	12	12	2,3	2,0	34%	12	12	2,3	2,1	29%	12	11	1,2	1,0	41%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	8,7	8,5	15%	4	4	8,8	6,4	49%	3	2	3,3	3,0	25%	12	3	3,7	3,7	13%	2	1
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	8,2	8,1	9%	4	4	4,5	2,7	104%	16	3	2,6	2,5	16%	18	3	1,8	1,4	73%	7	2
Soil water, discharge area, 30-50 cm	7,4	7,2	5%	4	4	5,5	5,4	17%	3	1	2,5	2,7	15%	12	3	1,7	1,7	9%	4	2
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	7,2	7,2	10%	4	4	6,7	6,3	19%	4	4	2,9	2,9	10%	4	4	2,2	2,4	14%	4	3
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	8,5	8,1	11%	4	4	5,4	5,2	10%	4	4	3,9	3,9	10%	4	4	1,5	1,5	6%	4	3
Stream water	8,5	8,2	7%	21	21	5,5	5,4	8%	24	24	2,6	2,6	7%	24	24	1,7	1,6	13%	24	24

Si (mg l <sup>-1</sup> )	Gårdsjön					Aneboda					Kindla					Gammtratten				
	Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>T</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>T</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>T</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>T</sub>
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	4,2	4,3	11%	3	3	2,9	2,6	36%	3	2	3,4	3,4	10%	12	3	3,860	3,860	2%	2	1
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	3,8	3,7	13%	3	3	3,2	3,1	23%	16	3	3,4	3,5	17%	18	3	2,6	2,9	39%	7	2
Soil water, discharge area, 30-50 cm	3,6	3,4	14%	3	3	4,2	4,3	6%	3	1	3,8	3,9	6%	12	3	3,8	3,8	3%	5	2
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	2,7	2,8	7%	3	3	4,2	4,2	9%	4	4	3,4	3,3	8%	4	4	4,3	4,5	13%	4	3
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	3,8	3,5	15%	3	3	4,6	4,7	6%	4	4	4,5	4,6	11%	4	4	4,7	4,4	21%	4	3
Stream water	3,5	3,6	12%	18	18	4,5	4,3	15%	24	24	3,8	3,7	13%	24	24	4,0	4,1	19%	24	24





Gårdsjön	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>T</sub>		Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>T</sub>
Bulk deposition	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mEq/l	0,023	0,019	35%	12	12	Ca <sup>2+</sup> mEq/l	0,007	0,005	64%	12	12
Throughfall		0,061	0,052	51%	12	12		0,040	0,033	54%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,108	0,107	12%	4	4		0,014	0,014	15%	4	4
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,135	0,135	3%	4	4		0,025	0,024	16%	4	4
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,105	0,104	6%	4	4		0,019	0,019	22%	4	4
Groundwater, recharge area, F1:4		0,105	0,106	5%	4	4		0,018	0,018	19%	4	4
Groundwater, discharge area, F1:5		0,073	0,071	28%	4	4		0,031	0,030	11%	4	4
Stream water		0,079	0,084	28%	21	21		0,032	0,031	14%	21	21
Bulk deposition	Cl <sup>-</sup> mEq/l	0,059	0,047	75%	12	12	Mg <sup>2+</sup> mEq/l	0,013	0,010	67%	12	12
Throughfall		0,274	0,197	63%	12	12		0,070	0,049	68%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,370	0,353	20%	4	4		0,091	0,093	15%	4	4
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,344	0,340	12%	4	4		0,072	0,074	11%	4	4
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,409	0,416	14%	4	4		0,080	0,076	19%	4	4
Groundwater, recharge area, F1:4		0,445	0,408	18%	4	4		0,093	0,093	10%	4	4
Groundwater, discharge area, F1:5		0,466	0,434	15%	4	4		0,095	0,095	13%	4	4
Stream water		0,445	0,433	8%	21	21		0,090	0,091	10%	21	21
Bulk deposition	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mEq/l	0,029	0,025	56%	12	12	Na <sup>+</sup> mEq/l	0,058	0,045	70%	12	12
Throughfall		0,058	0,038	98%	12	12		0,232	0,170	64%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,000	0,000	115%	4	4		0,249	0,285	42%	4	4
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,000	0,000	128%	4	4		0,230	0,267	19%	4	4
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,007	0,007	40%	4	4		0,355	0,405	37%	4	4
Groundwater, recharge area, F1:4		0,001	0,001	73%	4	4		0,382	0,436	39%	4	4
Groundwater, discharge area, F1:5		0,001	0,001	66%	4	4		0,362	0,408	38%	4	4
Stream water		0,002	0,001	134%	21	21		0,467	0,409	28%	21	21
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-	K <sup>+</sup> mEq/l	0,004	0,003	83%	12	12
Throughfall		-	-	-	-	-		0,052	0,051	46%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		-	-	-	-	-		0,013	0,013	7%	4	4
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		-	-	-	-	-		0,020	0,020	19%	4	4
Soil water L2, discharge area, 20 cm		-	-	-	-	-		0,013	0,013	11%	4	4
Groundwater, recharge area, F1:4		-	-	-	-	-		0,019	0,018	28%	4	4
Groundwater, discharge area, F1:5		-	-	-	-	-		0,010	0,011	20%	4	4
Stream water		-	-	-	-	-		0,012	0,013	29%	21	21
Bulk deposition	RCOO <sup>-</sup> mEq/l	0,061	0,009				NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mEq/l	0,030	0,023	90%	12	12
Throughfall		0,066	0,055					0,034	0,020	116%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,067	0,066					0,000	0,000	75%	4	4
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,044	0,045					0,000	0,000	91%	4	4
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,034	0,030					0,001	0,001	126%	4	4
Groundwater, recharge area, F1:4		0,031	0,029					0,008	0,007	95%	4	4
Groundwater, discharge area, F1:5		0,070	0,061					0,004	0,003	107%	4	4
Stream water		0,065	0,059					0,001	0,001	46%	21	21
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,029	-0,028				H <sup>+</sup> mEq/l	0,008	0,011			
Throughfall		0,001	0,016					0,009	0,010			
Soil water L1, recharge area, 20 cm		-0,111	-0,055					0,025	0,025			
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		-0,132	-0,090					0,019	0,019			
Soil water L2, discharge area, 20 cm		-0,054	-0,014					0,014	0,014			
Groundwater, recharge area, F1:4		-0,039	0,050					0,017	0,015			
Groundwater, discharge area, F1:5		-0,042	0,038					0,036	0,036			
Stream water		0,075	0,026					0,044	0,046			

Aneboda	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>τ</sub>		Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>τ</sub>
Bulk deposition	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mEq/l	0,023	0,020	37%	12	12	Ca <sup>2+</sup> mEq/l	0,009	0,008	56%	12	12
Throughfall		0,026	0,023	42%	12	12		0,022	0,019	39%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,034	0,035	16%	3	2		-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,159	0,086	115%	16	3		0,017	0,009	94%	15	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,143	0,151	59%	3	1		0,043	0,036	33%	3	1
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,223	0,208	15%	4	4		0,089	0,088	6%	4	4
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,018	0,022	50%	4	3		0,106	0,098	23%	4	3
Stream water		0,102	0,099	40%	24	24		0,081	0,080	8%	24	24
Bulk deposition	Cl <sup>-</sup> mEq/l	0,032	0,025	100%	12	12	Mg <sup>2+</sup> mEq/l	0,009	0,007	66%	12	12
Throughfall		0,060	0,043	65%	12	12		0,018	0,016	42%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,094	0,074	40%	3	2		-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,163	0,071	131%	16	3		0,033	0,028	80%	15	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,242	0,239	10%	3	1		0,064	0,064	2%	3	1
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,245	0,232	28%	4	4		0,082	0,075	20%	4	4
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,209	0,208	9%	4	3		0,092	0,083	25%	4	3
Stream water		0,194	0,194	7%	24	24		0,074	0,072	11%	24	24
Bulk deposition	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mEq/l	0,035	0,028	66%	12	12	Na <sup>+</sup> mEq/l	0,034	0,027	83%	12	12
Throughfall		0,019	0,017	68%	12	12		0,053	0,043	50%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,001	0,001	71%	3	2		-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,001	0,000	295%	16	3		0,136	0,084	124%	15	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,000	0,000	136%	3	1		0,292	0,318	26%	3	1
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,000	0,000	95%	4	4		0,261	0,244	21%	4	4
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,001	0,001	28%	4	3		0,197	0,198	2%	4	3
Stream water		0,005	0,002	95%	24	24		0,197	0,196	5%	24	24
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-	K <sup>+</sup> mEq/l	0,006	0,005	75%	12	12
Throughfall		-	-	-	-	-		0,053	0,045	45%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-0,226	-0,226	-	1	1		-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,091	-0,031	215%	16	3		0,016	0,010	104%	15	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-0,013	-0,025	227%	3	1		0,006	0,006	80%	3	1
Groundwater, recharge area, 3,2 m		-0,006	-0,003	151%	4	4		0,017	0,016	2%	4	4
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,030	0,000	283%	4	3		0,019	0,020	24%	4	3
Stream water		-0,078	-0,067	-32%	24	24		0,019	0,022	40%	24	24
Bulk deposition	RCOO <sup>-</sup> mEq/l	0,013	0,011				NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mEq/l	0,029	0,023	60%	12	12
Throughfall		0,065	0,055					0,015	0,014	81%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,394	0,391					0,090	0,117	52%	3	2
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,032	0,022					0,006	0,002	205%	16	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,065	0,040					0,001	0,000	73%	3	1
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,042	0,017					0,001	0,001	54%	4	4
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,291	0,266					0,069	0,054	55%	4	3
Stream water		0,128	0,112					0,001	0,001	32%	24	24
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,032	-0,026				H <sup>+</sup> mEq/l	0,011	0,012			
Throughfall		0,041	0,040					0,006	0,007			
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		#####	#####					0,079	0,102			
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,121	-0,026					0,011	0,013			
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,020	0,034					0,008	0,011			
Groundwater, recharge area, 3,2 m		-0,019	-0,017					0,013	0,012			
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,186	0,168					0,006	0,006			
Stream water		0,070	0,074					0,024	0,023			

Kindla	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>T</sub>		Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>T</sub>
Bulk deposition	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mEq/l	0,018	0,014	65%	12	12	Ca2+ mEq/l	0,007	0,006	44%	12	12
Throughfall		0,030	0,021	64%	12	11		0,029	0,027	38%	12	11
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,068	0,065	18%	12	3		0,006	0,007	26%	11	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,096	0,090	26%	18	3		0,012	0,007	98%	18	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,058	0,063	50%	12	3		0,022	0,020	42%	10	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,088	0,085	27%	4	4		0,010	0,009	28%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,109	0,114	13%	4	4		0,111	0,114	23%	4	4
Stream water		0,074	0,073	21%	24	24		0,020	0,020	18%	24	24
Bulk deposition	Cl <sup>-</sup> mEq/l	0,012	0,011	57%	12	12	Mg2+ mEq/l	0,005	0,004	34%	12	12
Throughfall		0,047	0,056	43%	12	11		0,019	0,019	32%	12	11
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,063	0,065	32%	12	3		0,013	0,013	31%	11	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,060	0,059	26%	18	3		0,014	0,013	42%	18	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,063	0,066	15%	12	3		0,019	0,016	38%	10	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,056	0,055	22%	4	4		0,013	0,014	13%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,055	0,058	15%	4	4		0,069	0,063	32%	4	4
Stream water		0,055	0,060	15%	24	24		0,020	0,018	18%	24	24
Bulk deposition	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mEq/l	0,021	0,016	91%	12	12	Na+ mEq/l	0,014	0,016	52%	12	12
Throughfall		0,016	0,016	83%	12	11		0,041	0,044	38%	12	11
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,000	0,000	65%	12	3		0,084	0,086	17%	11	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,000	0,000	126%	18	3		0,081	0,079	17%	18	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,000	0,000	103%	12	3		0,086	0,085	10%	10	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,003	0,000	178%	4	4		0,073	0,076	9%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,002	0,002	43%	4	4		0,141	0,143	13%	4	4
Stream water		0,001	0,000	99%	24	24		0,083	0,084	6%	24	24
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-	K <sup>+</sup> mEq/l	0,004	0,003	109%	12	12
Throughfall		-	-	-	-	-		0,059	0,060	49%	12	11
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-0,098	-0,095	45%	12	3		0,003	0,003	57%	11	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,042	-0,041	32%	18	3		0,006	0,005	39%	18	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-0,044	-0,048	71%	10	3		0,004	0,004	44%	10	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		-0,059	-0,059	34%	4	4		0,005	0,005	42%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,153	0,158	23%	4	4		0,010	0,011	23%	4	4
Stream water		-0,047	-0,043	-33%	24	24		0,003	0,002	64%	24	24
Bulk deposition	RCOO <sup>-</sup> mEq/l	0,009	0,007				NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mEq/l	0,018	0,010	148%	12	12
Throughfall		0,082	0,092					0,012	0,011	46%	12	11
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,077	0,053					0,001	0,001	81%	12	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,024	0,020					0,001	0,001	123%	18	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,083	0,065					0,005	0,001	134%	12	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,035	0,024					0,003	0,001	175%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,044	0,030					0,001	0,001	84%	4	4
Stream water		0,048	0,046					0,001	0,001	49%	24	24
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,021	-0,012				H <sup>+</sup> mEq/l	0,010	0,012			
Throughfall		0,055	0,057					0,007	0,004			
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-0,025	-0,021					0,034	0,030			
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,043	-0,045					0,014	0,013			
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,010	-0,004					0,014	0,017			
Groundwater, recharge area, 2,4 m		-0,046	-0,036					0,026	0,024			
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,165	0,157					0,002	0,002			
Stream water		-0,004	-0,010					0,019	0,019			

Gammtratten	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>T</sub>		Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>T</sub>
Bulk deposition	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mEq/l	0,018	0,014	63%	12	12	Ca <sup>2+</sup> mEq/l	0,009	0,005	58%	12	12
Throughfall		0,019	0,015	57%	12	12		0,009	0,007	79%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,008	0,008	35%	2	1		0,010	0,010	97%	2	1
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,024	0,020	39%	7	2		0,018	0,011	75%	7	2
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,029	0,033	53%	4	2		0,053	0,048	46%	5	2
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,036	0,035	3%	4	3		0,070	0,070	9%	4	2
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,030	0,031	24%	4	3		0,033	0,033	9%	4	3
Stream water		0,034	0,035	25%	24	24		0,063	0,063	19%	24	24
Bulk deposition		Cl <sup>-</sup> mEq/l	0,007	0,006	64%	12		12	Mg <sup>2+</sup> mEq/l	0,004	0,004	12%
Throughfall	0,011		0,010	52%	12	12	0,007	0,004		79%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	0,019		0,019	7%	2	1	0,009	0,009		75%	2	1
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	0,031		0,024	95%	7	2	0,010	0,012		48%	7	2
Soil water, discharge area, 30-50 cm	0,027		0,023	53%	4	2	0,019	0,019		26%	5	2
Groundwater, recharge area, 1,1 m	0,038		0,031	34%	4	3	0,022	0,022		0%	4	2
Groundwater, discharge area, 3,2 m	0,032		0,029	22%	4	3	0,012	0,011		14%	4	3
Stream water	0,021		0,022	17%	24	24	0,027	0,024		23%	24	24
Bulk deposition	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mEq/l		0,016	0,016	47%	12	12	Na <sup>+</sup> mEq/l		0,009	0,008	57%
Throughfall		0,012	0,012	67%	12	12	0,012		0,011	39%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,000	0,000	28%	2	1	0,032		0,032	25%	2	1
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,000	0,000	50%	7	2	0,029		0,026	30%	7	2
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,000	0,000	47%	5	2	0,049		0,051	13%	5	2
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,002	0,002	42%	4	3	0,065		0,065	8%	4	2
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,000	0,000	46%	4	3	0,054		0,052	10%	4	3
Stream water		0,000	0,000	81%	24	24	0,058		0,056	16%	24	24
Bulk deposition		Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-		K <sup>+</sup> mEq/l	0,003	0,003	55%
Throughfall	-		-	-	-	-	0,012	0,011		75%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	-0,233		-0,233	-	1	1	0,002	0,002		71%	2	1
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	-0,065		-0,028	149%	5	2	0,009	0,007		45%	7	2
Soil water, discharge area, 30-50 cm	0,032		0,025	199%	4	2	0,001	0,000		181%	5	2
Groundwater, recharge area, 1,1 m	0,116		0,112	18%	4	3	0,011	0,011		7%	4	2
Groundwater, discharge area, 3,2 m	0,000		0,000	0%	4	3	0,007	0,007		21%	4	3
Stream water	0,033		0,021	113%	24	24	0,004	0,003		52%	24	24
Bulk deposition	RCOO <sup>-</sup> mEq/l		0,009	0,007				NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mEq/l		0,014	0,013	47%
Throughfall		0,023	0,018				0,007		0,007	71%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,154	0,154				0,000		0,000	13%	2	1
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,075	0,034				0,004		0,000	254%	7	2
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,077	0,041				0,000		0,000	94%	5	2
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,036	0,031				0,007		0,005	49%	4	3
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,017	0,017				0,004		0,004	29%	4	3
Stream water		0,081	0,079				0,000		0,000	43%	24	24
Bulk deposition		ANC mEq/l	-0,016	-0,016					H <sup>+</sup> mEq/l	0,009	0,011	
Throughfall	-0,002		-0,004				0,011	0,011				
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	0,026		0,026				0,069	0,069				
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	0,011		0,012				0,007	0,003				
Soil water, discharge area, 30-50 cm	0,066		0,062				0,003	0,002				
Groundwater, recharge area, 1,1 m	0,092		0,100				0,001	0,001				
Groundwater, discharge area, 3,2 m	0,044		0,043				0,004	0,004				
Stream water	0,096		0,088				0,002	0,002				



		Gårdsjön					Anebodda					Kindla					Gammtratten				
		Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>T</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>T</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>T</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>T</sub>
Bulk deposition	Hg ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,04	1,55	89%	4	4
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,96	4,03	78%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34,00	34,00	-	1	1
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,90	2,40	94%	16	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,50	2,90	65%	7	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25	0,25	72%	4	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,28	0,20	64%	4	3
Stream water		3,47	3,40	23%	7	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulk deposition	Metyl-Hg ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09	0,08	69%	4	4
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16	0,14	94%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,26	0,26	-	1	1
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,06	<0,06	-	14	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,55	0,42	95%	7	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,06	<0,06	-	4	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,06	<0,06	-	4	3
Stream water		0,24	0,15	111%	7	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulk deposition	Cr µg/l	0,2	0,1	82%	12	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,70	0,70	-	1	1
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	0,39	0,36	62%	13	3	-	-	-	-	-	0,12	0,07	86%	5	2
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	0,55	0,40	65%	3	1	-	-	-	-	-	0,23	0,12	99%	5	2
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,36	0,36	43%	4	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,41	0,41	6%	4	3
Stream water		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,23	0,23	16%	22	22
Bulk deposition	Ni µg/l	0,3	0,2	88%	12	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,67	0,67	-	1	1
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	1,15	0,71	95%	13	3	-	-	-	-	-	0,34	0,35	29%	5	2
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	0,82	0,93	24%	3	1	-	-	-	-	-	0,46	0,37	77%	5	2
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,91	0,91	4%	4	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,16	1,10	28%	4	3
Stream water		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,28	0,28	33%	22	22
Bulk deposition	Co µg/l	0,02	0,02	68%	12	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,06	-	1	1
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	2,2	1,0	178%	13	3	-	-	-	-	-	0,14	0,11	42%	5	2
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	1,5	1,4	39%	3	1	-	-	-	-	-	0,20	0,15	70%	5	2
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10	0,10	45%	4	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	0,15	12%	4	3
Stream water		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	0,28	36%	22	22
Bulk deposition	V µg/l	0,6	0,7	35%	12	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,78	0,78	-	1	1
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	0,22	0,17	62%	13	3	-	-	-	-	-	0,11	0,11	19%	5	2
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	0,61	0,35	84%	3	1	-	-	-	-	-	0,14	0,11	90%	5	2
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09	0,09	25%	4	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	0,05	65%	4	3
Stream water		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,36	0,34	21%	22	22
Bulk deposition	As µg/l	0,1	0,1	45,0	12	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,45	0,45	-	1	1
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	0,11	0,07	64%	13	3	-	-	-	-	-	0,03	0,03	67%	5	2
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	0,21	0,16	60%	3	1	-	-	-	-	-	0,87	0,42	140%	5	2
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09	0,09	8%	4	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,05	11%	4	3
Stream water		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,65	0,62	27%	22	22

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	Tot-P	DOC
Bulk deposition	3,5	3,3	1,1	7,9	-	0,46	181
Throughfall	2,1	3,6	3,0	8,7	-	0,60	78
Litterfall				49,0		3,4	2385
Stream water	0,03	0,1	1,5	1,6	-	0,013	71

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	Tot-P	TOC
Bulk deposition	2,4	2,9	1,0	6,4	-	-	15
Throughfall	1,2	1,2	1,9	4,4	-	-	52
Litterfall				33,9		3,2	1504
Stream water	0,05	0,19	1,5	1,8	0,015	0,046	69

Kindla	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	Tot-P	TOC
Bulk deposition	1,1	1,6	0,9	3,5	-	-	11
Throughfall	0,8	0,9	2,0	3,7	-	-	75
Litterfall				15,5		1,0	919
Stream water	0,03	0,02	1,0	1,0	0,013	0,015	49

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	Tot-P	TOC
Bulk deposition	1,1	1,1	0,7	2,9	-	-	8
Throughfall	0,5	0,7	0,8	2,0	-	-	19
Litterfall				-		-	-
Stream water	0,02	0,01	0,9	1,0	0,012	0,042	59

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>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	RCOO <sup>-</sup>	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	23	70	24	0	13	130	-24
Throughfall	37	192	26	0	42	297	20
Litterfall	30						
Stream water	32	211	0,7	0	30	274	0

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(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	7	15	67	4	25	12	130	0
Throughfall	25	43	170	37	15	7	297	0
Litterfall	140	50	4	14				
Stream water	15	42	183	5	0	22	267	-8

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>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	RCOO <sup>-</sup>	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	16	25	21	0	8	70	-22
Throughfall	13	32	9	0	34	88	21
Litterfall	17						
Stream water	27	53	1,4	0	35	117	20

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(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	6	6	25	3	17	13	70	0
Throughfall	11	9	29	26	9	4	88	0
Litterfall	132	28	2	17				
Stream water	22	20	54	6	0,4	6	108	-9

Kindla	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>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	RCOO <sup>-</sup>	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	11	10	11	0	9	41	-9
Throughfall	15	24	6	0	42	87	32
Litterfall	9						
Stream water	36	26	0,2	0	25	87	-4

Kindla	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(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	5	4	11	3	8	10	41	0
Throughfall	15	9	21	32	6	4	87	0
Litterfall	55	14	1	7				
Stream water	9	9	40	1	0,2	12	71	-16

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>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	RCOO <sup>-</sup>	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	8	3	8	0	9	28	-5
Throughfall	8	5	5	0	10	28	1
Litterfall	-						
Stream water	13	8	0,1	4	39	63	37

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(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	4	3	5	2	8	6	28	0
Throughfall	4	3	6	6	3	6	28	0
Litterfall	-	-	-	-				
Stream water	25	10	21	1	0,1	3	60	-3



Gårdsjön	Metal fluxes (mg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb
Bulk deposition	-	-	-	-	4	1,2	0,5
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	101	-	-	120	242	-	-
Stream water	308	221	87	268	25	-	-

Aneboda	Metal fluxes (mg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	33	-	-	36	541	1,2	0,46
Stream water	136	99	37	440	14	-	-

Kindla	Metal fluxes (mg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	34	-	-	24	237	0,47	0,61
Stream water	307	159	148	155	24	-	-

Gammtratten	Metal fluxes (mg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	-	-	-	-	-	-	-
Stream water	134	126	10	218	8	0,1	0,1

Gårdsjön	Metal fluxes (µg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition	-	-	114	219	16	667	124
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	36,0	0,4	-	-	-	-	-
Stream water	1,7	0,12	-	-	-	-	-

Aneboda	Metal fluxes (µg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	18,0	-	-	-	377	106	18
Stream water	-	-	-	-	-	-	-

Kindla	Metal fluxes (µg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	15,0	-	-	-	75	93	15
Stream water	-	-	-	-	-	-	-

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	-	-	102	143	150	161	260

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

Sampling place	Gårdsjön*			Aneboda			Kindla**			Gammtratten		
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	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 <sub>0</sub>	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 <sub>0</sub>	18	18	18	19	17	17	18	18	18	-	-	-
Sampling date	991019			991027			991114					
<i>Decomposition ratio 1999 (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 <sub>0</sub>	18	19	18	17	17	16	16	16	15	-	-	-
Sampling date	001011			001101			001003			001003		
<i>Decomposition ratio 2000 (weight loss in % of original weight)</i>												
Mean	33,4	61,7	72,5	38,1	61,8	67,4	30,2	51,7	71,5	25,1	-	-
median	32,8	61,0	73,6	37,0	62,3	66,3	29,7	54,5	74,3	25,0	-	-
n <sub>0</sub>	18	18	17	18	17	17	16	18	18	18	-	-
Sampling date	011103			011106			011123			010926		
<i>Decomposition ratio 2001 (weight loss in % of original weight)</i>												
Mean	34,6	61,6	76,7	36,2	62,2	66,3	33,3	63,3	74,0	33,7	46,2	-
median	32,9	62,2	77,3	35,8	60,1	64,8	32,6	66,5	75,7	31,1	46,2	-
n <sub>0</sub>	18	18	18	18	17	16	18	18	18	18	18	-
Sampling date	021029			021030			021016			020920		
<i>Decomposition ratio 2002 (weight loss in % of original weight)</i>												
Mean	32,5	65,7	70,8	30,5	67,4	70,7	27,2	57,7	74,2	32,5	55,8	60,1
median	31,1	67,0	71,7	30,0	71,1	71,7	26,7	59,0	74,6	33,2	56,4	62,9
n <sub>0</sub>	18	18	17	18	18	17	18	18	17	18	18	18

Sampling place	Gårdsjön*			Aneboda			Kindla**			Gammtratten		
Sampling date	031030			031024			031110			031001		
<i>Decomposition ratio 2003 (weight loss in % of original weight)</i>												
Mean	25,8	55,3	68,8	30,1	53,6	65,0	29,9	57,4	73,4	24,5	58,0	72,5
median	25,5	54,5	70,6	28,5	54,2	66,4	29,8	58,7	73,1	24,4	59,8	75,0
n <sub>0</sub>	18	18	16	18	18	14	18	18	18	18	18	16
Sampling date	041116			041027			041020			041011		
<i>Decomposition ratio 2004 (weight loss in % of original weight)</i>												
Mean	37,5	60,8	65,9	41,7	66,2	62,8	28,4	56,1	69,5	24,4	42,4	70,0
median	34,0	62,8	68,1	40,7	67,6	65,0	29,2	59,4	72,1	23,5	43,1	72,5
n <sub>0</sub>	17	17	14	18	17	17	18	18	18	17	18	18
Sampling date	051115			051011			051103			051006		
<i>Decomposition ratio 2005 (weight loss in % of original weight)</i>												
Mean	33,4	64,2	71,8	31,9	59,7	75,9	26,2	57,9	70,5	26,0	41,0	62,1
median	35,5	65,2	71,7	34,8	59,9	78,0	25,8	55,8	74,1	24,4	42,3	60,7
n <sub>0</sub>	18	18	18	15	15	14	17	18	18	18	18	18
Sampling date	061115			061026			061013			060927		
<i>Decomposition ratio 2006 (weight loss in % of original weight)</i>												
Mean	33,9	65,3	77,9	36,9	56,3	71,1	26,2	49,2	71,5	19,9	40,8	65,1
median	33,9	66,7	80,1	35,9	53,4	75,1	26,6	47,0	73,0	19,6	36,4	65,6
n <sub>0</sub>	17	18	17	18	15	15	18	18	18	18	19	16
Sampling date	071013			071014			071004			070926		
<i>Decomposition ratio 2007 (weight loss in % of original weight)</i>												
Mean	37,7	61,2	76,4	41,1	65,7	68,3	28,6	52,5	77,1	26,6	42,0	62,3
median	39,0	62,5	79,0	41,1	67,1	68,3	26,6	54,3	77,0	26,8	43,9	65,9
n <sub>0</sub>	18	17	18	16	17	16	18	18	18	18	18	18
Sampling date	081108			081028			081026			080928		
<i>Decomposition ratio 2008 (weight loss in % of original weight)</i>												
Mean	39,9	70,1	72,8	34,3	70,5	73,7	26,2	63,3	77,4	31,9	50,9	65,2
median	38,1	73,4	74,4	35,0	68,7	77,8	25,9	67,5	79,4	31,3	50,5	68,7
n <sub>0</sub>	18	17	18	17	16	15	18	18	18	18	18	18
Sampling date	.091026			.091009			.091022			.090928		
<i>Decomposition ratio 2008 (weight loss in % of original weight)</i>												
Mean	31,6	64,7	81,7	23,9	57,5	75,5	27,4	57,7	80,3	24,1	53,5	72,5
median	30,2	64,9	80,7	22,9	59,4	77,1	24,9	56,5	82,8	24,8	54,8	72,6
n <sub>0</sub>	17	17	17	18	15	16	18	16	18	17	17	16

**Epiphytic lichens on tree trunks**

NB All figures recalculated 2007, i.e. some differences compared to earlier annual reports!

	1996						2001						2006					
	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees
<b>Gårdsjön</b>					30	20					33	20					35	20
n.o of lichen species total																		
n.o of lichens per tree: birch		7,0				1		12,0				1		13,0				1
n.o of lichens per tree: Norway spruce		5,7	6,0	24		7		6,6	7,0	15		7		7,4	8,0	11		7
n.o of lichens per tree: Scots pine		7,8	9,0	31		11		7,9	8,0	12		11		7,4	8,0	17		11
n.o of lichens per tree: oak		9,0				1		9,0				1		10,0				1
n.o of lichens per tree: all tree species		7,1	6,5	31		20		7,7	8,0	20		20		7,8	8,0	22		20
point freq. dominant 1, %:	Lep inca	15,8	12,1	105,06		18	Lep inca	16,6	13,3	89,8		19	Lep inca	10,2	6,8	104		18
point freq. dominant 2, %:	Hyp phys	11,1	9,4	67,339		20	Hyp phys	7,8	5,8	91,3		20	Hyp phys	7,0	3,0	165		18
point freq. dominant 3, %:	Cla conr	6,4	2,5	141,51		12	Cla squa	5,5	0,0	165		9	Cla squa	5,8	0,0	179		9
sensitivity index per tree: birch		2,4			3	1		1,7			3	1		2,3			5	1
sensitivity index per tree: Norway spruce		1,9	1,5	59	8	7		2,0	1,6	54	8	7		2,5	2,1	35	7	7
sensitivity index per tree: Scots pine		2,2	2,2	31	11	11		2,4	2,6	35	11	11		2,2	2,0	24	7	11
sensitivity index per tree: oak		2,4			5	1		3,6			5	1		3,6			2	1
sensitivity index per tree: all tree species		2,1	2,0	39	14	20		2,3	1,8	41	14	20		2,4	2,2	29	10	20

	1997						2002						2007					
	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees
<b>Aneboda</b>					30	20					21	20					24	20
number of lichen species total																		
n.o of lichens per tree: Norway spruce		8,8	9,0	43		19		6,9	7,0	39		19		4,5	4,0	39		17
n.o of lichens per tree: Scots pine		13,0	n/a	n/a		1		8,0	8,0	n/a		1		7,0	7,0	n/a		1
n.o of lichens per tree: all tree species		9,1	10,0	42		20		7,0	7,0	38		20		4,9	4,5	37		20
point freq. dominant 1, %:	Lec abie	34,9	34,6	74,556		18	Lep inca	22,2	13,9	74,4		20	Lep inca	10,2	7,9	82		19
point freq. dominant 2, %:	Lep inca	33,5	31,1	55,073		20	Lec abie	20,2	16,8	88,7		17	Lec abie	8,7	0,5	175		10
point freq. dominant 3, %:	Hyp phys	5,2	2,6	114,62		16	Cla squa	2,0	0,0	207		7	Cla conr	2,4	0,0	306		5
sensitivity index per tree: Norway spruce		3,9	3,9	40	8	19		3,2	3,3	60	7	19		5,0	6,0	41	7	17
sensitivity index per tree: Scots pine		1,1	1,1	n/a	2	1		4,3	4,2	29	4	1		2,7	2,7	n/a	1	1
sensitivity index per tree: all tree species		3,8	3,9	44	8	20		3,8	3,7	43	8	20		4,9	5,6	41	7	20

	1998						2004						2008					
	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees
<b>Kindla</b>					31	20					27	20					24	20
n.o of lichen species total																		
n.o of lichens per tree: birch		10,2	11,0	22		5		10,2	10,0	15		5		12,0	11,5	18		4
n.o of lichens per tree: Norway spruce		8,2	8,0	34		13		6,6	6,0	30		13		8,3	9,0	14		15
n.o of lichens per tree: Scots pine		9,5	9,5	22		2		8,5	8,5	25		2		9,0	9,0	n/a		1
n.o of lichens per tree: all tree species		8,9	9,0	30		20		7,7	7,5	31		20		9,1	9,0	22		20
point freq. dominant 1, %:	Hyp phys	26,1	24,1	45		20	Hyp phys	28,1	24,6	49		20	Lep inca	34,6	22,4	93		19
point freq. dominant 2, %:	Lep inca	23,6	15,1	84		20	Lep inca	26,3	17,0	77		20	Hyp phys	19,5	19,1	45		20
point freq. dominant 3, %:	Pla glau	3,2	0,1	223		10	Pla glau	3,3	0,0	202		8	Pla glau	3,0	0,8	195		13
sensitivity index per tree: birch		2,3	2,4	13	8	5		2,1	2,2	14	7	5		2,3	2,2	35	6	4
sensitivity index per tree: Norway spruce		1,6	1,5	14	7	13		1,6	1,6	16	6	13		1,5	1,4	22	5	15
sensitivity index per tree: Scots pine		1,5	1,5	12	4	2		1,5	1,5	9	4	2		1,9	1,9	n/a	4	1
sensitivity index per tree: all tree species		1,8	1,7	22	11	20		1,7	1,6	19	9	20		1,7	1,5	32	7	20

	2000						2005					
	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees	Species	mean	median	CV%	n lich.	n trees
<b>Gammtratten</b>					44	20					36	20
n.o of lichen species total/tree individuals total												
n.o of lichens per tree: birch		11,0				1		16,0				1
n.o of lichens per tree: Norway spruce		11,4	12,0	20		8		14,5	15,0	21		8
n.o of lichens per tree: Scots pine		10,4	10,0	20		9		13,8	15,0	23		9
n.o of lichens per tree: Populus tremula		9,0				1		14,0				1
n.o of lichens per tree: Salix caprea		14,0				1		14,0				1
n.o of lichens per tree: all tree species		11,0	11,0	22		20		14,2	15,0	20		20
point freq. dominant 1, %:	Hyp phys	9,3	2,3	160		15	Hyp phys	8,4	2,5	150		16
point freq. dominant 2, %:	Par ambi	6,3	2,0	127		14	Par ambi	4,1	3,0	148		14
point freq. dominant 3, %:	Bia effi	4,2	0,0	447		1	Bac arce	2,2	0,0	447		1
sensitivity index per tree sp.: birch		3,1			5	1		2,4			5	1
sensitivity index per tree sp.: Norway spruce		4,2	4,4	17	9	8		2,5	2,5	15	5	8
sensitivity index per tree sp.: Scots pine		3,4	3,2	37	8	9		2,5	2,3	28	7	9
sensitivity index per tree sp.: Populus tremula		4,8			2	1		4,3			2	1
sensitivity index per tree sp.: Salix caprea		7,3			5	1		6,4			5	1
sensitivity index all tree species		4,0	3,8	33	14	20		2,8	2,4	39	11	20

**Comments**

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

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

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

	1998				1999				2000				2001				2002				2003				2004				2005				2006				2007**				2008				2009			
	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n					
<b>Gårdsjön</b>																																																
<b>Algae</b>																																																
thickness on needles	1,7	1,7	19	20	-	-	-	-	2,4	2,3	17	6	2,2	2,2	13	6	2,0	6	6	2,2	16	6	1,0	0	6	1,3	25	3	0,6	58	6	1,5	36	10	0,2	181	10	1,4	69	10								
age youngest needles with algae	3,2	3,0	48	20	-	-	-	-	2,1	2,0	7	6	2,3	2,3	13	6	2,1	7	6	2,9	5	6	4,0	13	6	3,9	59	3	5,4	11	6	4,0	18	10	5,9	10	10	4,4	22	10								
n.o whorls with 5-50% needles	5,8	5,9	38	20	-	-	-	-	1,1	1,0	92	6	1,5	0,9	108	6	3,2	40	6	3,2	18	6	6,5	14	6	6,9	7	3	9,0	14	6	5,8	15	10	6,0	9	10	11,1	61	10								
n.o whorls with >50% needles	10,7	10,2	26	20	-	-	-	-	9,9	10,5	15	6	9,6	9,7	13	6	7,7	6	6	6,5	12	6	2,4	66	6	3,2	63	3	2,6	21	6	1,8	68	10	2,0	32	10	4,2	91	10								
<b>Lichens</b>																																																
amount on branch	1,7	2,0	29	20	-	-	-	-	1,0	1,0	0	6	1,0	1,0	0	6	1,1	12	6	1,1	22	6	0,9	18	6	0,9	31	3	0,8	36	6	0,0	n/a	10	0,0	316	10	0,4	35	10								
age youngest twig with lichen	4,8	4,5	47	20	-	-	-	-	4,7	4,7	13	6	5,3	5,2	18	6	5,1	12	6	4,7	20	6	4,2	20	6	6,1	12	3	8,2	24	6	0,0	n/a	10	7,0	n/a	10	7,5	84	10								

\* Few trees left due to partial destruction of sample site in 1999; replacement trees not attainable.

\*\* Start of new temporal series; new observation trees selected.

	1998				1999				2000				2001				2002				2003				2004				2005				2006				2007 -no data				2008				2009			
	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n					
<b>Aneboda</b>																																																
<b>Algae</b>																																																
thickness on needles	1,9	2,0	14	20	1,9	2,0	13	20	2,0	2,0	6	20	1,5	1,7	30	20	1,2	26	20	1,3	23	20	1,0	16	20	1,0	12	20	0,7	62	20																	
age youngest needles with algae	2,2	2,2	11	20	2,0	2,0	3	20	2,1	2,0	7	20	2,7	2,7	23	20	2,4	20	20	2,8	11	20	3,2	20	20	3,8	20	20	2,5	59	20																	
n.o whorls with 5-50% needles	2,1	2,3	51	20	2,8	2,7	29	20	3,5	3,0	37	20	1,0	0,7	74	20	2,5	30	20	2,3	41	20	6,1	19	20	5,2	13	20	2,5	59	20																	
n.o whorls with >50% needles	8,0	8,0	17	20	6,7	6,9	19	20	6,4	6,5	21	20	7,7	7,7	13	20	6,2	11	20	5,6	12	20	1,9	50	20	1,7	42	20	2,0	53	20																	
<b>Lichens</b>																																																
amount on branch	1,6	1,7	29	20	1,7	1,7	32	20	1,8	2,0	23	20	1,8	2,0	20	20	1,6	28	20	1,5	31	20	1,7	29	20	1,5	32	20	1,0	42	20																	
age youngest twig with lichen	3,7	3,7	24	20	3,7	3,7	19	20	4,4	4,7	19	20	5,8	5,7	15	20	5,1	25	20	4,5	26	20	4,2	22	20	4,4	15	20	2,3	52	20																	

	1998				1999				2000				2001				2002				2003				2004				2005				2006				2007				2008				2009			
	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n					
<b>Kindla</b>																																																
<b>Algae</b>																																																
thickness on needles	1,9	2,0	40	20	2,0	2,0	27	20	2,1	2,0	17	20	2,0	2,0	9	20	2,2	9	20	1,8	16	20	1,0	10	20	0,8	28	20	1,2	36	20	0,9	33	20	0,6	57	20	0,6	27	20								
age youngest needles with algae	4,1	3,7	29	20	3,5	3,3	28	20	3,2	3,0	20	20	3,3	3,2	18	20	3,5	24	20	3,4	10	20	4,4	19	20	3,9	32	20	4,9	39	20	6,7	23	20	6,0	16	20	5,2	24	20								
n.o whorls with 5-50% needles	1,7	1,5	41	20	1,9	1,9	42	20	1,6	1,7	51	20	1,6	1,5	46	20	1,1	62	20	2,2	29	20	6,7	18	20	5,0	18	20	5,4	14	20	6,4	13	20	5,7	18	20	5,7	6	20								
n.o whorls with >50% needles	9,0	9,2	14	20	9,0	9,0	14	20	8,5	8,5	11	20	8,5	8,9	16	20	8,6	10	20	6,9	13	20	3,0	33	20	2,1	33	20	1,6	30	20	1,7	70	20	2,5	34	20	1,5	22	20								
<b>Lichens</b>																																																
amount on branch	1,7	1,7	17	20	1,8	1,7	15	20	1,3	1,3	27	20	1,0	1,0	9	20	1,1	23	20	1,1	17	20	1,0	12	20	0,8	38	20	1,3	36	20	0,8	34	20	0,8	48	20	0,9	49	20								
age youngest twig with lichen	5,4	4,9	29	20	5,8	5,3	23	20	6,2	5,9	22	20	6,7	6,5	18	20	7,5	20	20	8,5	18	20	6,6	24	20	5,0	43	20	7,0	32	20	6,2	37	20	7,3	14	20	7,4	26	20								

	1998				1999				2000				2001				2002				2003				2004				2005				2006				2007				2008 - no data				2009			
	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	median	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n	mean	CV%	n					
<b>Gammtratten</b>																																																
<b>Algae</b>																																																
thickness on needles	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,0	334	20	0,0	0,0	-	20	0,0	-	20	0,0	-	20	0,0	-	20	0,0	-	20	0,0	-	20	0,0	-	20	0,0	-	20	0,0	-	20	-	-	-					
age youngest needles with algae	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,0	312	20	0,0	0,0	-	20	0,0	-	20	0,0	-	20	0,0	-	20	0,0	-	20	0,0	-	20	0,0	-	20	0,0	-	20	0,0	-	20	-	-	-					
n.o whorls with 5-50% needles	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,2	56	20	1,9	1,7	59	20	2,3	72	20	2,3	45	20	5,0	26	20	4,5	22	20	6,2	40	20	0,8	34	20	-	-	-	-	-	-	6,4	16	20					
n.o whorls with >50% needles	-	-	-	-	-	-	-	-	11,7	11,8	13	20	8,8	8,9	16	20	9,8	18	20	5,9	32	20	3,2	38	20	1,3	91	20	1,2	78	20	6,16	37	20	-	-	-	-	-	-	0,67	91	20					
<b>Lichens</b>																																																
amount on branch	-	-	-	-	-	-	-	-	2,6	3,0	22	20	2,7	3,0	15	20	1,8	20	20	2,6	17	20	2,6	15	20	2,4	23	20	2,4	16	20	2,4	16	20	-	-	-	-	-	-	1,7	17	20					
age youngest twig with lichen	-	-	-	-	-	-	-	-	4,6	4,5	10	20	3,4	3,3	16	20	5,8	17	20	3,8	23	20	4,2	20	20	3,7	24	20	4,1	27	20	3,6	12	20	-	-	-	-	-	-	5,4	20	20					

**Comments**  
 Observations on 3 branches each of 20 young spruces standing in openings.

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

## Understorey vegetation: intensive plot

2009						
Gammtratten 1	species	list	mean %	median	CV%	n spec.
n:o of species total						33
cover field layer			37	36,5	50	11
cover bottom layer			82	88	21	17
cover dominant 1	PLEU SCH	M2	34	22,5	89	
cover dominant 2	VACC MYR	B4	27	25	64	
cover dominant 3	HYLO SPL	M2	18	10	125	
plot frequency dominant 1	VACC MYR	B4				32
plot frequency dominant 2	VACC VIT	B4				32
plot frequency dominant 3	PLEU SCH	M2				32
species diversity index (H')						3,2
Equitability (J)						0,64
Ellenberg N index (N)						2,6
Ellenberg pH index (R)						2,6

**Comments**

Observations on intensive plot 40x40 m with 32 subplots 0,5x0,5 m distributed by stratified random sampling. list = Nordic Council of Ministers Code Centre: B4-vascular plants, M2-mosses, L2-lichens.  
 Indices calculated with all sub-plots summed to one plot. Species diversity index: Shannon-Wiener  $H' = -\sum(p_i \times \log_2 p_i)$ , where  $p_i$  = proportional cover for species  $i$ . N- and R-indices based on Ellenberg indicator values:  $\sum(c_i \times Ell_i) / \sum c_i$ , where  $c_i$  = cover of species  $i$  and  $Ell_i$  = Ellenberg value for species  $i$ .

## Chemistry of spruce needles and needles in litterfall

Gårdsjön 2009		Current needles				Current needles +1				Needles in litterfall			
Element	Unit	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n
Ca	µg/g dw	4168			2	5818			2	-	-	-	-
Mg	µg/g dw	1206			2	1153			2	-	-	-	-
Na	µg/g dw	78			2	140			2	-	-	-	-
K	µg/g dw	5295			2	4510			2	-	-	-	-
P	µg/g dw	1018			2	866			2	-	-	-	-
N	%	1,20			2	1,13			2	-	-	-	-
C	%	51			2	51			2	-	-	-	-
S	mg/g dw	0,80			2	0,77			2	-	-	-	-
C/N	weight basis	42			2	45			2	-	-	-	-
Cu	µg/g dw	1,8			2	1,6			2	-	-	-	-
Pb	µg/g dw	0,17			2	0,17			2	-	-	-	-
Zn	µg/g dw	34			2	41			2	-	-	-	-
Cd	µg/g dw	0,05			2	0,06			2	-	-	-	-
Hg	µg/g dw	0,02			2	0,03			2	-	-	-	-
Mn	µg/g dw	613			2	730			2	-	-	-	-
Al	µg/g dw	55			2	82			2	-	-	-	-
Fe	µg/g dw	37			2	41			2	-	-	-	-
Arginine	µmol/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Aneboda 2009		Current needles				Current needles +1				Needles in litterfall			
Element	Unit	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n*	Mean	Median	CV%	n
Ca	µg/g dw	3938			2	5408			2	6701	6597	8	3
Mg	µg/g dw	1096			2	1043			2	659	589	29	3
Na	µg/g dw	40			2	40			2	129	143	24	3
K	µg/g dw	5041			2	4033			2	1560	1392	28	3
P	µg/g dw	1261			2	1050			2	810	710	28	3
N	%	1,2			2	1,2			2	0,70	0,59	31	3
C	%	51			2	51			2	52	53	2	3
S	mg/g dw	0,75			2	0,74			2	0,67	0,61	16	3
C/N	weight basis	42			2	43			2	80	90	27	3
Cu	µg/g dw	1,7			2	2,2			2	1,9	1,9	6	3
Pb	µg/g dw	0,10			2	0,19			2	0,9	0,7	38	3
Zn	µg/g dw	25			2	25			2	55	54	9	3
Cd	µg/g dw	0,04			2	0,03			2	0,17	0,16	6	3
Hg	µg/g dw	0,02			2	0,03			2	0,05	0,05	4	3
Mn	µg/g dw	721			2	984			2	1628	1416	28	3
Al	µg/g dw	46			2	62			2	169	184	27	3
Fe	µg/g dw	33			2	43			2	68	64	17	3
Arginine	µmol/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Kindla 2009		Current needles				Current needles +1				Needles in litterfall			
Element	Unit	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n*	Mean	Median	CV%	n
Ca	µg/g dw	2725			2	3283			2	6209	6192	7	3
Mg	µg/g dw	954			2	819			2	602	638	19	3
Na	µg/g dw	18			2	36			2	100	100	15	3
K	µg/g dw	4824			2	4247			2	1688	1647	34	3
P	µg/g dw	912			2	753			2	574	551	7	3
N	%	1,09			2	1,06			2	0,68	0,66	6	3
C	%	51			2	51			2	52	52	1	3
S	mg/g dw	0,69			2	0,69			2	0,67	0,70	13	3
C/N	weight basis	47			2	48			2	77	79	7	3
Cu	µg/g dw	1,7			2	1,5			2	1,9	1,8	10	3
Pb	µg/g dw	0,38			2	0,33			2	1,4	1,4	11	3
Zn	µg/g dw	26			2	28			2	52	53	15	3
Cd	µg/g dw	0,03			2	0,03			2	0,14	0,17	42	3
Hg	µg/g dw	0,02			2	0,02			2	0,07	0,07	12	3
Mn	µg/g dw	664			2	767			2	1458	1351	21	3
Al	µg/g dw	51			2	70			2	170	169	9	3
Fe	µg/g dw	53			2	31			2	70	73	16	3
Arginine	µmol/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Gammtr. 2009		Current needles				Current needles +1				Needles in litterfall			
Element	Unit	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n*	Mean	Median	CV%	n
Ca	µg/g dw	4104			2	5454			2	-	-	-	-
Mg	µg/g dw	1103			2	987			2	-	-	-	-
Na	µg/g dw	33			2	37			2	-	-	-	-
K	µg/g dw	6281			2	5279			2	-	-	-	-
P	µg/g dw	1581			2	1370			2	-	-	-	-
N	%	1,07			2	0,93			2	-	-	-	-
C	%	51			2	51			2	-	-	-	-
S	mg/g dw	0,78			2	0,74			2	-	-	-	-
C/N	weight basis	48			2	55			2	-	-	-	-
Cu	µg/g dw	1,4			2	1,1			2	-	-	-	-
Pb	µg/g dw	0,22			2	0,08			2	-	-	-	-
Zn	µg/g dw	34			2	34			2	-	-	-	-
Cd	µg/g dw	0,016			2	0,035			2	-	-	-	-
Hg	µg/g dw	0,014			2	0,019			2	-	-	-	-
Mn	µg/g dw	842			2	1105			2	-	-	-	-
Al	µg/g dw	51			2	65			2	-	-	-	-
Fe	µg/g dw	34			2	38			2	-	-	-	-
Arginine	µmol/g dw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Comments

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

n = number of samples analysed

## Biomass and bioelements in trees (≥5 cm dbh)

Gårdsjön		1991			1995			2000			2005		
Biom/Element	Unit	total	per hectare	n plots	total	per hectare	n plots	total	per hectare	n plots	total	per hectare	n plots
biomass	ton dw	555	150	18	605	163	18	625	168	18	717	194	18
C-tot	ton	272	73	18	296	80	18	306	83	18	358	97	18
N-tot	kg	1317	355	18	1433	386	18	1476	398	18	1904	515	18
P-tot	kg	135	36	18	147	40	18	152	41	18	204	55	18
K	kg	477	129	18	519	140	18	532	143	18	736	199	18
Ca	kg	896	241	18	974	263	18	1000	270	18	1320	357	18
Mg	kg	142	38	18	154	42	18	159	43	18	204	55	18
Fe	kg	39	11	18	43	11	18	43	12	18	57	15	18
Mn	kg	155	42	18	168	45	18	172	46	18	211	57	18
Zn	kg	16	4	18	17	5	18	18	5	18	21	6	18
Cu	kg	3	0,7	18	3	0,7	18	3	0,8	18	3	0,9	18
B	kg	2	0,4	18	2	0,5	18	2	0,5	18	2	0,6	18

Aneboda		1996			2001			2006		
Biom/Element	Unit	total	per hectare	n plots	total	per hectare	n plots	total	per hectare	n plots
biomass	ton dw	3880	204	40	4606	225	47	3807	186	45
C-tot	ton	1901	100	40	2257	110	47	1865	91	45
N-tot	kg	8450	445	40	9902	483	47	10855	530	45
P-tot	kg	837	44	40	981	48	47	1042	51	45
K	kg	3110	163	40	3623	177	47	4020	196	45
Ca	kg	6560	345	40	7755	378	47	7560	369	45
Mg	kg	991	52	40	1163	57	47	1153	56	45
Fe	kg	316	17	40	378	18	47	315	15	45
Mn	kg	1200	63	40	1429	70	47	1186	58	45
Zn	kg	145	8	40	176	9	47	155	8	45
Cu	kg	17	0,9	40	21	1,0	47	20	1,0	45
B	kg	13	0,7	40	15	0,7	47	12	0,6	45

Kindla		1998			2003			2008		
Biom/Element	Unit	total	per hectare	n plots	total	per hectare	n plots	total	per hectare	n plots
biomass	ton dw	3730	196	40	3966	198	41	4356	214	40
C-tot	ton	1828	96	40	1943	97	41	2135	105	40
N-tot	kg	9170	483	40	9693	485	41	10711	525	40
P-tot	kg	788	41	40	869	43	41	1002	49	40
K	kg	3460	182	40	3682	184	41	4462	219	40
Ca	kg	6300	331	40	6671	334	41	8560	420	40
Mg	kg	1010	53	40	1103	55	41	1245	61	40
Fe	kg	136	7	40	183	9	41	442	22	40
Mn	kg	827	44	40	910	46	41	1523	75	40
Zn	kg	69	4	40	113	6	41	158	8	40
Cu	kg	17	0,9	40	57	3	41	22	1,1	40
B	kg	10	0,5	40	51	3	41	15	0,7	40

Gammtratten		1999			2004			2009		
Biom/Element	Unit	total	per hectare*	n plots	total	per hectare*	n plots	total	per hectare	n plots
biomass	ton dw	4240	94	35	4481	100	35	4685	104	35
C-tot	ton	2078	46	35	2195	49	35	2295	51	35
N-tot	kg	9020	200	35	12119	269	35	11232	250	35
P-tot	kg	1020	23	35	1285	29	35	1121	25	35
K	kg	3740	83	35	4564	101	35	4701	104	35
Ca	kg	7050	157	35	7217	160	35	8543	190	35
Mg	kg	1070	24	35	1232	27	35	1324	29	35
Fe	kg	357	8	35	310	7	35	434	10	35
Mn	kg	1290	29	35	1282	28	35	1518	34	35
Zn	kg	126	3	35	136	3	35	147	3	35
Cu	kg	18	0,4	35	21	0	35	21	0,5	35
B	kg	14	0,3	35	11	0	35	15	0,3	35

**Comments**

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

total = whole catchment

\* updated in 2010 due to revision of area of the catchment.



**Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) i Gårdsjön 2009 jämfört med långtidsvärden från Säve och Alvhem.**

Månad	Temp a) Säve grad C	Temp 2009 Gårdsjön grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-1990 b) Alvhem mm	P 2009 Gårdsjön mm	Översk./ undersk. mm
1	-1,6	-0,8	0,8	71	53	-18
2	-1,6	-2,4	-0,8	47	31	-16
3	1,2	1,5	0,3	57	51	-6
4	5,2	8,8	3,6	50	14	-36
5	10,9	11,1	0,2	62	76	14
6	14,9	14,4	-0,5	73	95	22
7	16,2	16,5	0,3	89	227	138
8	15,6	16,0	0,4	91	141	50
9	12,2	13,0	0,8	107	88	-19
10	8,5	5,1	-3,4	112	103	-9
11	3,7	4,9	1,2	109	152	43
12	0,3	-2,4	-2,7	83	58	-25
Medel/Summa	7,1	7,1	0,0	951	1090	139

**Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) i Aneboda 2009 jämfört med långtidsvärden från Växjö**

Månad	Temp a) Växjö grad C	Temp 2009 Aneboda grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-1990 c) Växjö mm	P 2009 Aneboda IVL mm	Översk./ undersk. mm
1	-2,7	-1,8	0,9	60	15	-45
2	-2,6	-3,2	-0,6	41	35	-6
3	0,4	0,5	0,1	48	42	-6
4	4,9	7,7	2,8	46	3	-43
5	10,8	10,1	-0,7	56	70	14
6	14,9	13,0	-1,9	64	64	-0
7	15,9	16,2	0,3	87	171	84
8	15,2	15,4	0,2	66	54	-12
9	11,2	11,9	0,7	82	52	-30
10	7,2	4,4	-2,8	67	31	-36
11	2,5	4,9	2,4	73	103	30
12	-1,1	-2,4	-1,3	65	25	-40
Medel/Summa	6,4	6,4	0,0	755	665	-90

a) Månadsmedeltemperaturer 1961-90, källa: SMHI.

b) Korrigerad nederbörd, Alvhem (SMHI-bet 8200 korrektionsfaktor 1,18, källa:Data rörande Sve 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 (P) i Kindla 2009 jämfört med långtidsvärden från Knon och Nyberget.**

Månad	Temp a) Knon grad C	Temp 2009 Kindla grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-1990 d) Kindla mm	P 2009 d) Kindla mm	Översk./ undersk. mm
1	-7,7	-3,6	4,1	64	54	-10
2	-6,9	-5,6	1,3	46	43	-3
3	-3,2	-1,7	1,5	51	50	-1
4	3,1	5,1	2,0	56	5	-51
5	9,3	8,8	-0,5	58	70	12
6	13,7	12,0	-1,7	80	74	-6
7	16,1	14,4	-1,7	98	195	97
8	14,3	14,2	-0,1	102	37	-65
9	9,4	10,5	1,1	99	28	-71
10	4,1	2,2	-1,9	87	83	-4
11	-0,5	2,5	3,0	97	167	70
12	-4,3	-4,8	-0,5	68	82	14
Medel/Summa	4,0	4,5	0,5	906	889	-17

**Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) i Gammtratten 2009 jämfört med långtidsvärden från Fredrika.**

Månad	Temp a) Fredrika grad C	Temp 2009 Gammtratten grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-90 e) Fredrika mm	P 2009 e) Fredrika mm	Översk./ undersk. mm
1	-12,7	-7,6	5,1	43	29	-14
2	-11,2	-11,8	-0,6	33	43	10
3	-6,2	-5,1	1,1	39	20	-19
4	-0,2	1,3	1,5	36	24	-12
5	6,6	7,5	0,9	47	72	25
6	12,3	10,6	-1,7	62	32	-30
7	13,9	12,4	-1,5	109	273	164
8	12,0	12,3	0,3	85	72	-13
9	7,0	8,4	1,4	77	52	-25
10	1,8	-1,0	-2,8	68	53	-15
11	-5,8	-0,6	5,2	59	79	20
12	-10,6	-8,9	1,7	50	47	-3
Medel/Summa	0,6	1,5	0,9	708	795	87

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 för Kindla baserad på Nyberget (SMHI-bet 9544 korrektionsfaktor 1,21) alt. Klote

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

**Uppmätt nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Gårdsjön 2009.**

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	53	36	17	29	24
2	31	20	12	14	17
3	51	44	7	52	-1
4	14	5	10	10	4
5	76	52	24	4	72
6	95	73	22	9	87
7	227	95	131	53	173
8	141	74	67	39	102
9	88	86	2	42	46
10	103	78	25	41	62
11	152	107	45	143	9
12	58	41	17	24	33
<b>Summa</b>	<b>1090</b>	<b>712</b>	<b>378</b>	<b>461</b>	<b>629</b>
% av NBD	100%	65%	35%	42%	58%

**Uppmätt nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Aneboda 2009.**

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	25	13	11	19	6
2	57	42	15	15	41
3	49	44	6	19	30
4	10	4	5	16	-6
5	67	38	30	17	50
6	62	54	9	15	47
7	96	89	7	23	73
8	57	52	5	26	32
9	54	51	3	20	33
10	72	58	14	30	42
11	119	77	41	56	63
12	67	44	23	31	37
<b>Summa</b>	<b>735</b>	<b>565</b>	<b>170</b>	<b>288</b>	<b>448</b>
% av NBD	100%	77%	23%	39%	61%

**Uppmätt nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Kindla 2009.**

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	31	22	9	21	11
2	38	22	17	8	31
3	52	45	8	7	45
4	5	1	4	94	-89
5	39	10	29	6	34
6	83	59	24	8	74
7	162	88	74	78	84
8	83	56	28	25	59
9	57	42	15	28	29
10	83	65	18	31	52
11	131	84	46	102	29
12	39	40	-1	53	-14
<b>Summa</b>	<b>804</b>	<b>533</b>	<b>271</b>	<b>460</b>	<b>344</b>
% av NBD	100%	66%	34%	57%	43%

**Uppmätt nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Gammtratten 2009.**

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	18	23	-5	16	1
2	24	32	-8	2	22
3	12	21	-9	1	11
4	23	15	8	45	-22
5	43	22	21	89	-46
6	32	32	0	13	19
7	159	101	58	95	64
8	75	73	2	35	40
9	43	43	1	32	11
10	48	57	-9	16	32
11	117	57	60	58	59
12	35	46	-10	17	18
<b>Summa</b>	<b>630</b>	<b>521</b>	<b>108</b>	<b>421</b>	<b>209</b>
% av NBD	100%	83%	17%	67%	33%

## Important observations 2009

For deposition in open field (bulk) and throughfall no annual metal fluxes were calculated for Kindla, Aneboda and Gammtratten due to too few samples.

For Hg and MeHg in bulk deposition, the open field measurements were made in February, May, August and November.

For Cu there is only a single value from soil water in the E-horizon at Gammtratten. The value was unrealistically high (42 µg/l) and is therefore omitted.

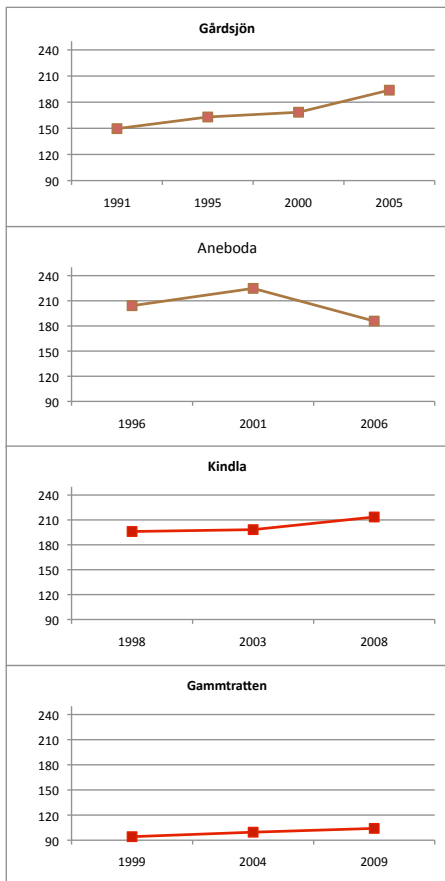
Due to early winter conditions at Gammtratten 2009, sampling of litterfall was incomplete. Therefore, needle concentrations and annual fluxes could not be estimated.

Spruce needles for arginine analysis have been sent to an external laboratory, but as yet no data are available.

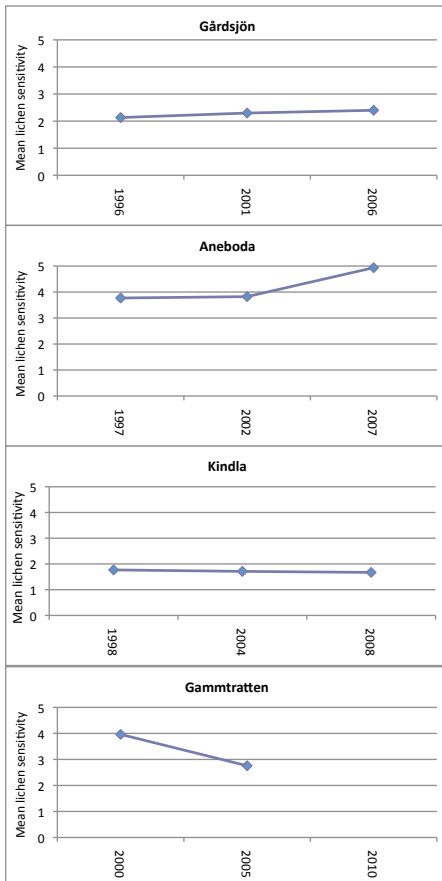
The bark beetles infestation at Aneboda seem to have affected most adult spruce trees. Young trees seem to be unaffected. However, there were no quantifications regarding the effects of the bark beetle infestation in 2009.

This page show some of the metrics in the previous appendices, illustrated in graphs. See original appendices for explanations.

Temporal trends in tree biomass



Mean lichen sensitivity index



Algae and lichens on spruce needles

