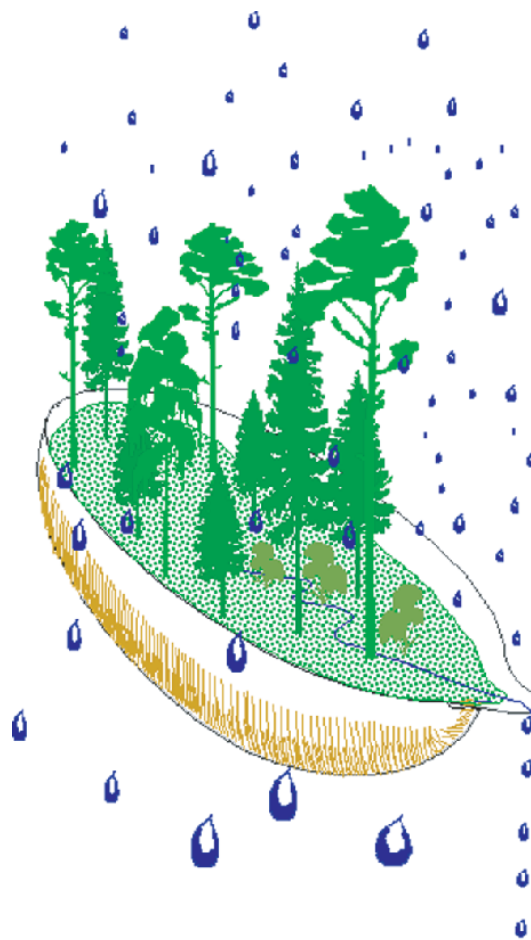


Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark — IM Årsrapport 2008

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

Annual report for 2008



Stefan Löfgren (red.)

Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark — IM Årsrapport 2008

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

Annual report for 2008

Stefan Löfgren (red.)

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

Tryck: 100 exemplar, Institutionen för vatten och miljö, Uppsala, juni 2010.

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 bestämningar av vattenbalans, kemiska ämnesbudgetar och effekter på biota, främst vegetation och studier av markprocesser. Utförarna ansvarar för olika delprogram i ett integrerat system där IVL följer depositionen av ämnen, SGU undersöker markens fysikaliska och mineralologiska egenskaper och följer processer i grundvattnet medan 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, kron dropp	Gunilla Pihl Karlsson, IVL
Meteorologi, hydrologi, datahantering	Lars Lundin, SLU Hans Hultberg, IVL
Markkemi, biologi, vatten & förnedbrytning	Lage Bringmark, SLU
Markfysik, grundvatten	Mats Aastrup, SGU
Bäckvatten	Stefan Löfgren, SLU Hans Hultberg, IVL
Vegetation inkl. träd, epifytalger & -lavor	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 Lage Bringmark, Ulf Grandin, Lars Lundin, Stefan Löfgren och Mikael Östlund från SLU, Gunilla Pihl-Karlsson från IVL och Bo Thunholm 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 2008. Alla rådata finns digitalt tillgängliga vid IVM, SLU på <http://info1.ma.slu.se/IM/>.

Stefan Löfgren
30 juni 2010

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 2008	10
4 Vattenbalans 2008	11
5 Modellerad vattenbalans 1997-2008	16
6 Kemiska förhållanden 2008	17
7 Deposition över öppet fält och i krondropp - trender	19
7.1 Emissioner från Sverige och resten av Europa	19
7.2 Andra faktorer som påverkar nedfall av luftföroreningar till skogen	21
7.3 Ett förändrat lokalklimat över Sverige	21
7.4 Depositionstrender vid de svenska IM-ytorna	22
7.4.1 Aneboda (SE 14)	22
7.4.2 Gårdsjön (SE 04)	23
7.4.3 Kindla (SE 15)	25
7.4.4 Gammtratten (SE 16)	26
7.5 Depositionstrender - slutsatser.....	27
7.6 Krondroppsnätet samt luft- och nederbördskemiska nätet	27
8 Markvattenhalter i Gammtratten	28
9 Effekter av granbarkborreangrepp i Aneboda	30
9.1 Fåtal granar opåverkade av granbarkborre	31
10 ..Ökning av metylkvicksilver fjärde året efter Gudrun	33
11 ..Referenser	35
Appendix	37
Appendix (English)	38

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 2008 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 5,8 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 2008 var den årliga medeltemperaturen högre än normalt för samtliga IM-områden och överskreds med som mest +1,7°C vid Gammtratten. För Kindla, Aneboda och Gårdsjön var överskottet +1,4 °C, +0,9 °C respektive +0,8°C. Nederbörden var högre än normalt i samtliga områden förutom Gammtratten som hade ett underskott på ca 103 mm. I Aneboda var överskottet 233 mm mer än normalt och stora nederbördsmängderna i januari-mars och augusti-november i Gårdsjön gav ca 690 mm mer än normalt. Avrinningsregimen avvek från det normala vid Gårdsjön med ovanligt hög avrinning under oktober månad. Vid Aneboda var avrinningen mer normalt fördelad under året, men med något högre värden i slutet på året. Bergslagsområdet Kindla har vanligtvis en utpräglad vårflood och tämligen höga vattenflöden i samband med höstregn. Under 2008 var dock avrinning betydligt lägre än normalt på våren eftersom snösmältning mer eller mindre saknades. Högsta avrinningen skedde istället i augusti. I Gammtratten dominerade vårflooden i april-maj.

Nedfallet av svavel till skogen har minskat avsevärt sedan mitten av 1990-talet vid all de fyra IM-ytorna. Samma minskning har påvisats vid provytorna inom Krondropps nätet och minskningen sker i takt med minskningarna av Europas samlade utsläpp av oxiderat svavel. Även svavelnedfallet över öppet fält har minskat, men i långsammare takt. Denna minskning över öppet fält syns även i Luft- och nederbörds kemiska nätet samt Krondropps nätet. Vid flera av IM-ytorna är svavelnedfallet under senare år ungefär lika stort i krondropp och över öppet fält, vilket tyder på att torrdepositionen av svavel har minskat i betydelse. En analys av lufthalter och nedfall av oxiderat svavel inom Krondropps nätet tyder på att förändringar av svavelnedfallet till skog främst kan kopplas till förändringar av gasformigt SO₂, medan förändringar i nedfallet över öppet fält främst knyts till förändringar av lufthalterna av partikelbundet SO₄.

Det finns inga tecken på ett minskande kvävenedfall över öppet fält till IM-ytorna trots att de samlade utsläppen av oxiderat och reducerat kväve från Europa har minskat under motsvarande tid. Kvävedepositionen vid Gammtratten minskar dock men tidsserien där är ännu allt för kort för att ge information om mer långsiktiga tidstrender. Inte heller inom Krondropps nätet eller Luft- och nederbörds kemiska nätet syns ett minskande kvävenedfall. Uppmätta lufthalter av NO₂ vid IM-ytorna samt inom Krondropps nätet och Luft- och nederbörds kemiska nätet har minskat något under perioden 1996-2008. Ökande nederbörds mängder kan ha medfört att nitratnedfallet förblivit oförändrat över tiden. Det totala kvävenedfallet till skogen, mätt som krondropp, är svårbedömt eftersom kvävet omsättning i träd kronorna gör att uppmätt krondropp skiljer sig från den totala depositionen till skogen.

Variationerna i markvattenhalter under året för perioden 2001 - 2009 i Gammtratten uppvisar förväntade variationsmönster för den här delen av landet. Markvattenhalterna började öka i samband med snösmältningen vid månadsskiftet mars/april för att uppnå de högsta halterna vid månadsskiftet april/maj. Markvattenhaltens genomsnittliga variation över åren 2001 -2009 sammanfaller tämligen väl med variationer i grundvattennivå vid närmaste observationsplats inom SGU:s Grundvattennät som är belägen vid Åsele, ca 40 km från Gammtratten. Variationerna under dygnet är förhållandevis små. Under sommaren kan svagt minskande halter noteras i de marknära nivåerna under den ljusa delen av dygnet. Mönstret antas återspegla variationer i evapotranspiration under dygnet.

Stormen Gudrun, som rasade i januari 2005, fällde träd motsvarande en årsavverkning i södra Sverige. Även Aneboda drabbades och antalet lågor ökade i provytorna med 148 stycken mellan 2001 och 2006. Vid ett besök i Aneboda i augusti 2008 upptäcktes att en stor andel av de vuxna granarna var döende eller nyligen döda till följd av barkborreangrepp. Antalet barkborredödade träd skattades till 385 stycken. Det var följaktligen relativt begränsade direkta effekter av stormen, medan sekundäreffekter i form av barkborreangrepp dödat betydligt fler träd än vad som fälldes av stormen.

I Aneboda var såväl Hg-halterna i bäcken som andelen metyl-Hg av total-Hg anmärkningsvärt höga redan när skogsbeståndet var ostört. Metyl-Hg följde samma säsongvariation som total-Hg, men fjärde och femte året efter stormen ökade halten metyl-Hg påtagligt. Statistiskt signifikanta skillnader i halterna metyl-Hg uppmättes mellan perioderna 2000-2001 och 2008-2009. Medelhalterna för metyl-Hg fördubblades nästan från 2,0 till 3,8 ng/L. Medelvärdena för total-Hg var däremot statistiskt oförändrade. Den partiella stormfällningen följt av barkborreangrepp inverkar kraftigt på trädbeståndet i Aneboda. Det är i det senare skedet man ser effekter på metyl-Hg trots att de döende träden är stående och i stort sett inga markskador inträffat.

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 2008 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 2008, the annual average temperatures were higher than normal at all IM sites and exceeded by at most 1.7°C at Gammtratten. For Kindla, Aneboda and Gårdsjön the surplus was 1.4°C, 0.9°C and 0.8°C, respectively. The precipitation was higher than normal at all sites except Gammtratten, which had a deficit of about 103 mm. At Aneboda, the surplus was 233 mm higher than normal. At Gårdsjön, high precipitation in January-March and August-November gave about 690 mm more than normal and the runoff regime deviated from the normal with unusually high discharge during October. At Aneboda, the runoff pattern was close to a normal year but with slightly higher values in the end of the year. Normally, Kindla has a pronounced flow peak in spring and relatively high runoff in connection with the autumn rains. In 2008, however, the runoff was significantly lower than normal in the spring because snowmelt was more or less lacking. Instead, the highest runoff occurred in August. At Gammtratten, the snowmelt episode in April-May dominated runoff.

The deposition of sulphur to forests has decreased significantly since the mid-1990's at all the four IM-surfaces. The same reductions have been demonstrated on test surfaces in Krondroppsnätet and the reductions are in line with the reductions of Europe's total emissions of oxidized sulphur. The sulphur deposition over open fields has declined as well, but at a slower pace. This reduction over open fields is also documented by the Luft- och nederbördskemiska nätet and Krondroppsnätet. At several of the IM sites, the sulphur deposition in recent years is about the same size in throughfall and at open field, indicating that the importance of dry sulphur deposition has declined. An analysis of the air concentrations and deposition of oxidized sulphur in Krondroppsnätet suggests that changes in sulphur deposition to forest is mainly linked to changes in gaseous SO₂, while changes in precipitation over open fields is mainly linked to changes in atmospheric concentrations of particle bound SO₄.

There are no signs of decreasing nitrogen deposition to the open fields at the IM sites although the emissions of oxidized and reduced nitrogen from Europe have declined over the corresponding period. The nitrogen deposition in Gammtratten decreases, but the time series are still too short to give information on the long-term trends. Nor in the Krondroppsnätet or Luft- och nederbördskemiska nätet a decreasing nitrogen deposition is evident. The measured air concentrations of NO₂ at the IM sites, Krondroppsnätet and Luft- och nederbördskemiska nätet have declined slightly over the period 1996 to 2008. Increased precipitation may have caused the nitrate deposition to remain unchanged over time. The total nitrogen deposition to the forest, measured as throughfall, is difficult to assess because the nitrogen turnover in the canopy makes the measured throughfall differ from the total deposition to the forest.

In Gammtratten, the variations in soil water content exhibit the expected seasonal pattern for this part of the country during the period 2001 - 2009. Soil water levels began to increase in relation to snowmelt in late March / April and reached the highest levels in late April / May. The average variation in soil water content over the years 2001 -2009 coincides rather well with the fluctuations in groundwater table at the nearest observation point within the SGU's Grundvattennät situated at Åsele, about 40 km from Gammtratten. The variations in soil water content during the day are relatively small. During the summer, slightly decreasing soil water content is observed during the light part of the day. The pattern is assumed to reflect variations in evapotranspiration during the day.

The storm Gudrun, which occurred in January 2005, caused tree-felling in southern Sweden corresponding to a volume of an annual felling at national level. Aneboda was hit by the storm as well, and the number of felled trunks increased in the circle plots with 148 pieces between 2001 and 2006. During a visit to Aneboda in August 2008, it was found that a large proportion of the adult trees were dying or recently dead due to bark beetle infestation. The number of bark beetle killed trees was estimated at 385 pieces. Thus, the direct impact of the storm was relatively limited, while the secondary effects of bark beetle infestation has killed many more trees than were felled by the storm.

At Aneboda, both the Hg concentrations and the proportion of methyl-Hg of total Hg were remarkably high before the storm Gudrun hit the forest. Methyl-Hg followed the same seasonal variation as total-Hg, but the fourth and fifth years after the storm, the methyl-Hg levels increased significantly. Statistically significant differences in the concentrations of methyl-Hg were measured between the periods 2000-2001 and 2008-2009. The average concentrations of methyl-Hg nearly doubled from 2.0 to 3.8 ng/L. However, the average concentrations for total Hg were statistically unchanged. The partial storm felling followed by the bark beetle infestations significantly impacted the tree stands at Aneboda. It is in the later stage you can see the effects of methyl-Hg, although the dying trees are standing and virtually no soil damage occurred.

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 förnedbrytning.

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

- i små, väldefinierade avrinningsområden samordna mätningar och utvärderingar så att samhällets behov av detaljerad kunskap och prognoser långsiktigt kan tillgodoses m. a. p. försurning, eutrofiering och metallpåverkan i typiska, svenska skogsekosystem,
- tillhandahålla kunskap som nationellt och internationellt kan användas som underlag för att optimera miljöförbättrande åtgärder,
- tillhandahålla kunskap som kan användas för att underlätta tolkningen av resultat från andra miljöövervakningsprogram eller forskningsprojekt,
- generera underlag till utveckling av modeller för att beräkna t. ex. kritiska belastningsnivåer (Critical Loads/Levels) och framtida 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, EDC 1993, SYKE 1998).

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

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

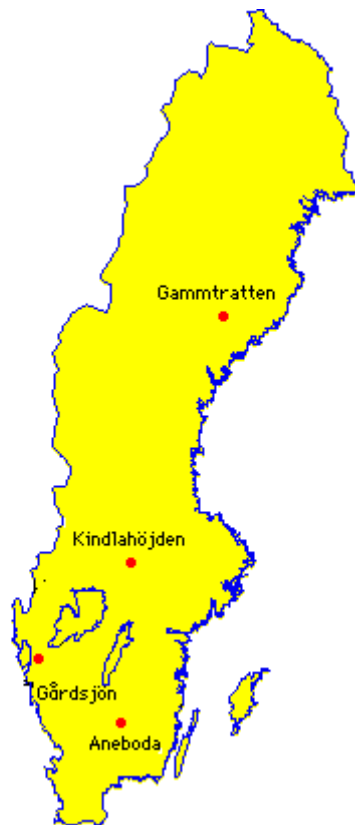
där P = nederbörd,
E = avdunstning,
R = avrinning och
 ΔS = ändring i vattenmagasin;

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

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

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

I Sverige genomfördes en omfattande förändring av miljöövervakningen 1995, vilket innebar att fyra IM-områden utsågs. Dessa har successivt byggts upp. Aneboda (SE-14) etablerades 1996, Kindla (SE-15) etablerades 1997 medan Gammtratten (SE-16) etablerades under 1999. Området vid Gårdsjön (SE-04) har däremot lång kontinuitet med mätningar sedan 1970. Områdena är likartade och domineras av barrskog främst gran (Tabell 1), men lokaliserade till regioner med olika klimat och depositionsförhållanden (Figur 1). Föreliggande rapport behandlar resultaten från 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
Totalt (Total)	100	100	100	100

2.1 Gårdsjön - SE-04

IM-området i Gårdsjön är ett litet avrinningsområde (F1) om knappt 0,04 km², dominerat av tunna (0-0,7 m) moräntäckan 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 km² stort avrinningsområde mitt på Sydsvenska höglandet. Boskap har under flera århundraden nyttjat området, som sannolikt kalavverkades i mitten av 1800-talet med spontan skogsåterväxt därefter. Under tiden 1940-1955 gjordes tidvis gallringar. Undersökningar avseende mark, vegetation och vatten har pågått sedan 1982. Aneboda etablerades som IM-område 1995. Området utgörs av småbruten, ställvis mycket stor- och rikblockig morän med relativt stort inslag av fuktiga och blöta marktyper. Skogen domineras av gran med inblandning av främst tall, bok och björk. Det bör påpekas att boken föryngrar sig väl. 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 km² avrinningsområde i centrala Bergslagen. Regionen karakteriseras av småkullig terräng och större höjder. Barrskog med inslag av sumpskog dominerar. En liten öppen myr finns. Området är kuperat med branta sluttningar med höjdskillnader på uppåt 100 m inom avstånd av endast 200 m. Skogen domineras av ca 100 årig, ogallrad gran. Många kolbottnar i området visar att skogen under tidigare sekler nyttjats till träkolframställning och alltså varit kalavverkat i omgångar. Kindla etablerades som IM-område 1996.

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

2.4 Gammtratten – SE 16

IM-området i Gammtratten är ett 0,4 km² 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

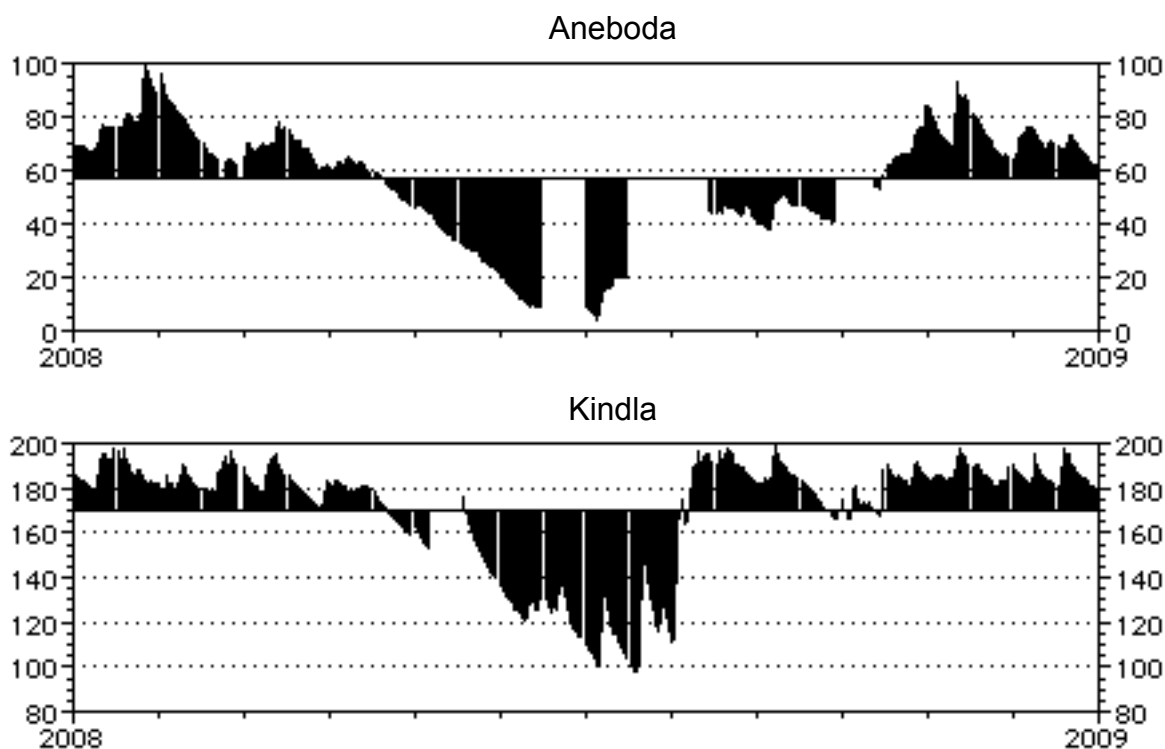
3 Väderförhållanden 2008

Under 2008 var den årliga medeltemperaturen högre än långtidsmedelvärdet (1961-1990) för samtliga IM-områden och överskreds med som mest +1,7 °C vid Gammtratten (+2,3 °C mot normala +0,6 °C). Temperaturöverskottet var 0,2 °C högre än 2007 men 0,4 °C lägre än 2006. För Kindla var överskottet +1,4 °C och medeltemperaturen uppmättes till +5,4 °C, vilket var 0,3 °C högre än 2007 men något lägre än 2006 (+5,7 °C). Vid Aneboda var temperaturöverskottet detsamma som 2007 (+0,9 °C), dvs. 7,2 °C jämfört med långtidsmedelvärdet på +6,4 °C. Detta ligger nära resultaten från 2003 och 2004 då ett litet temperaturunderskott noterades. Vid Gårdsjön var överskottet lägst med endast 0,8 °C, d.v.s. 7,9 °C jämfört med långtidsmedelvärdet 7,1 °C. I detta område var det främst vinter och vår som visade överskott medan sommaren och hösten var kallare än normalt med 0,2-0,9 °C skillnad med undantag för juli som var en grad varmare än normalt. Tämligen genomgående noterades temperaturunderskott sommar och förhöst, medan senhösten, vintern och våren uppvisade överskott. Markant högre temperatur förekom under december till februari vid både Kindla och Gammtratten men trots detta var det i medeltal minusgrader dessa månader. Varken Gårdsjön eller Aneboda hade negativa medelgradtal under någon av årets månader. Temperaturförhållandena uppvisade likartade mönster som 2007. (Figur 3).

Nederbörden 2008 var högre än normalt vid alla stationer förutom Gammtratten som hade ett underskott på 103 mm. Mönstret från 2007 upprepades (-76 mm). Nederbördsöverskott noterades under vintermånaderna, medan särskilt maj och juni hade lägre nederbörd än normalt. Vid Gårdsjön var januari-mars och augusti-november nederbördsrika medan maj-juli uppvisade underskott. Totalt blev nederbörden hela 1640 mm, vilket var 689 mm över normalvärdet. Detta var t.o.m. högre än 2007 som också var ett nederbördsrikt år (1448 mm) med nästan 500 mm mer än normalt. Även vid Aneboda var nederbörden under 2008 ca 30% högre än normalt med ett överskott på 233 mm (+242 mm under 2007). Det var främst januari, juli och augusti som var regnrika, vilket liknar mönstret från 2007. Den höga nederbörden i Aneboda under januari återspeglades väl i stigande grundvattennivåer till i början på februari. Hög evapotranspiration under våren och försommaren gav lägre grundvattennivåer än normalt (Figur 2).

Kindla uppvisade också högre nederbörd än normalt, med relativt stora överskott i januari och augusti medan övriga månader var relativt nära långtidsmedelvärdet. Året innan (2007) var överskottet mindre. Grundvattennivåerna i Kindla visade låga grundvattennivåer under perioden april till juli med något stigande nivåer i samband med regnepisoder (Figur 2). I samband med regnen i augusti ökade grundvattennivåerna markant för att ligga över eller på årsmedelvärdet resten av året.

För Gammtratten, som hade nära normal nederbörd 2007 blev 2008 ett torrare år än normalt med 605 mm, d.v.s. ett underskott på dryga 100 mm. Det var särskilt sommar och höst som hade lägre nederbörd än vanligt men med något undantag. Endast januari uppvisade en högre nederbörd än normalt medan övriga månader var nära det normala. (Figur 3). Bilden 2008 liknar i någon mån de två tidigare åren men även avvikelser kan noteras. Under 2006 var sommaren relativt torr medan hösten var blötare. Under 2007 noterades nederbördsöverskott för alla områdena förutom Gammtratten. Detta är i likhet med 2008.



Figur 2. Dagliga grundvattennivåer (cm) i Aneboda och Kindla under 2008. Medelnivån under året var ca 144 cm och ca 108 cm under markytan vid mätstationerna i Aneboda respektive Kindla. 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 2008. The annual mean level was ca 144 cm and ca 108 cm below soil surface at the sampling sites at Aneboda and Kindla, respectively. 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 2008

Vattenbalansen för IM-områdena 2008 visar i stort likartade förhållanden som 2007. Noterbart är dock låg avrinning med endast 272 mm i Gammtratten och 366 mm i Aneboda (Tabell 2). Vid Kindla och Gårdsjön var årsavrinningen normal eller något högre än normalt med 562 mm respektive 845 mm. Detta speglar den variation som är vanlig för landet, vilket noterats även föregående år.

Noterbart är den höga andelen krongropp vid Gammtratten med 88% av nederbörden ovan krontak. Motsvarande värde för de tre andra IM områdena visar värden mellan 58% (Kindla) och 71% (Aneboda) medan Gårdsjön ligger strax högre än Kindla med 62%. Möjligen speglar det relativt höga värdet för krongropp vid Aneboda effekten av stormfällningen 2005. För Gammtratten är ett högt krongropp naturligt då det återspeglar en glesare skog än vad som är fallet vid de tre andra områdena.

Avrinningen från de fyra IM områdena uppgick i stort sett till hälften av nederbörden, dock med viss avvikelse för Aneboda, som trots relativt högt krongropp ändå bara nådde 39% avrinning. En låg nederbörd vid Gammtratten resulterade också i låg avrinning, som endast utgjorde 47% av nederbörden. Detta är en ändring jämfört med tidigare år då andelen avrinning i regel legat över 60% och trots låg nederbörd även 2007 utgjorde avrinningen 68%. Gårdsjön uppvisade också relativt hög andel avrinning och då särskilt det nederbördsrika 2008 (52%), vilket förklaras av höga flöden under höst och vinter då avdunstningen var låg. Året innan, d.v.s. 2007, var andelen avrinning 43%, medan den 2006 uppmättes till 55% på grund av höga flöden i slutet av det året. För Kindla var förhållandena någorlunda normala med 51% att jämföras med 38% avrinning av nederbörden 2007. Den karaktäristiska vårflödestoppen i samband med snösmältningen noterades endast vid Gammtratten medan de

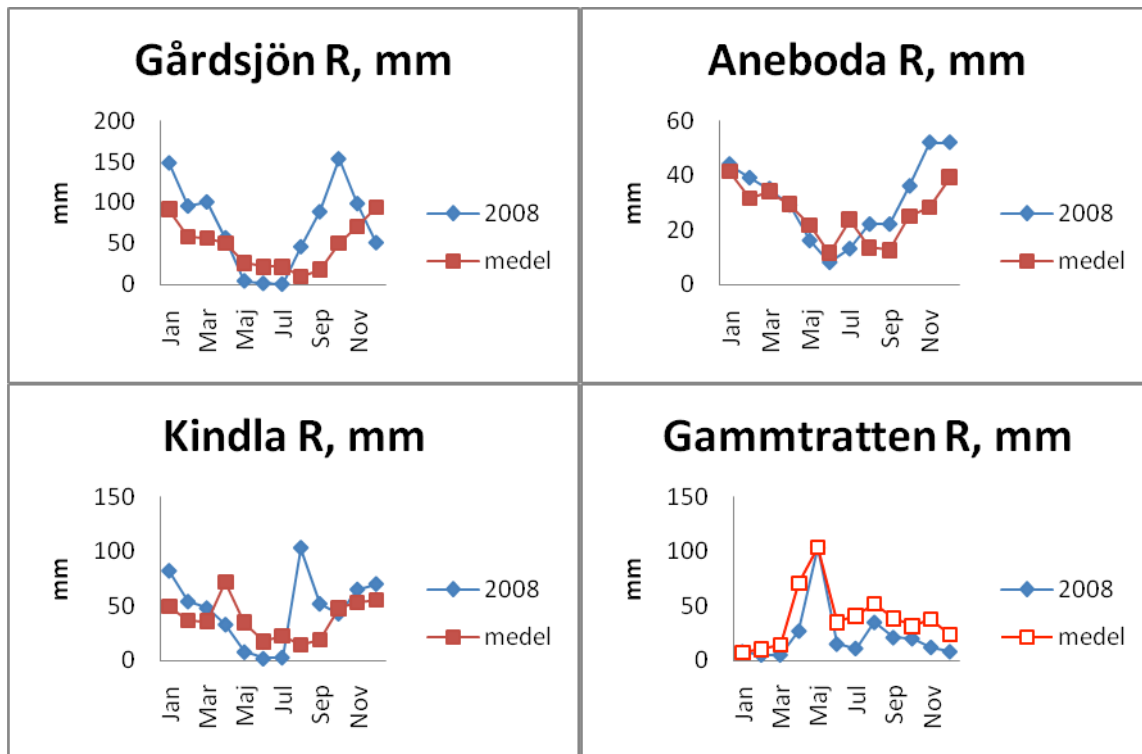
övriga områdena hade hög avrinning januari till mars. Hög avrinning höst, vinter och vår märks särskilt tydligt för de två sydliga områdena, där sommaren var relativt torr. Kindla hade också låg avrinning maj-juli medan augusti utmärkte sig med hög avrinning speglade en hög nederbörd på 164 mm.

Evapotranspirationen inklusive eventuella ändringar i magasinerna låg nära 50% av nederbörden med visst undantag för Aneboda som nådde nivån 61%. Året innan var variationen större med mellan 32% och 59% avdunstning (Tabell 2), vilket också var likartat med året innan men lägre än 2005. Gammtratten, Kindla och Gårdsjön hade värden mellan 48% och 53% där Gammtratten uppvisar störst förändring från tidigare år då avdunstningen endast nådde 32%. Vid Gårdsjön noterades en avdunstning om 795 mm vilket var nära de 821 mm, som noterades 2007 (magasinsändringen antas vara noll). Alla tre områdena i södra Sverige uppvisade höga avdunstningsvärden som är högre än de officiellt angivna av SMHI. Kronavdunstningen (interceptionen) i Aneboda var 272 mm, vilket var högre än föregående år (227 mm). År 2007 var kronavdunstningen endast 49 mm i Gammtratten vilket är nära värdet för 2008 med 68 mm. Kindlaområdet uppvisade en hög kronavdunstning på 465 mm att jämföra med föregående års 387 mm, även det relativt högt. Den låga kronavdunstningen i Gammtratten förklaras av ett glesare trädbestånd, norrländska klimatförhållandena samt eventuell magasinering.

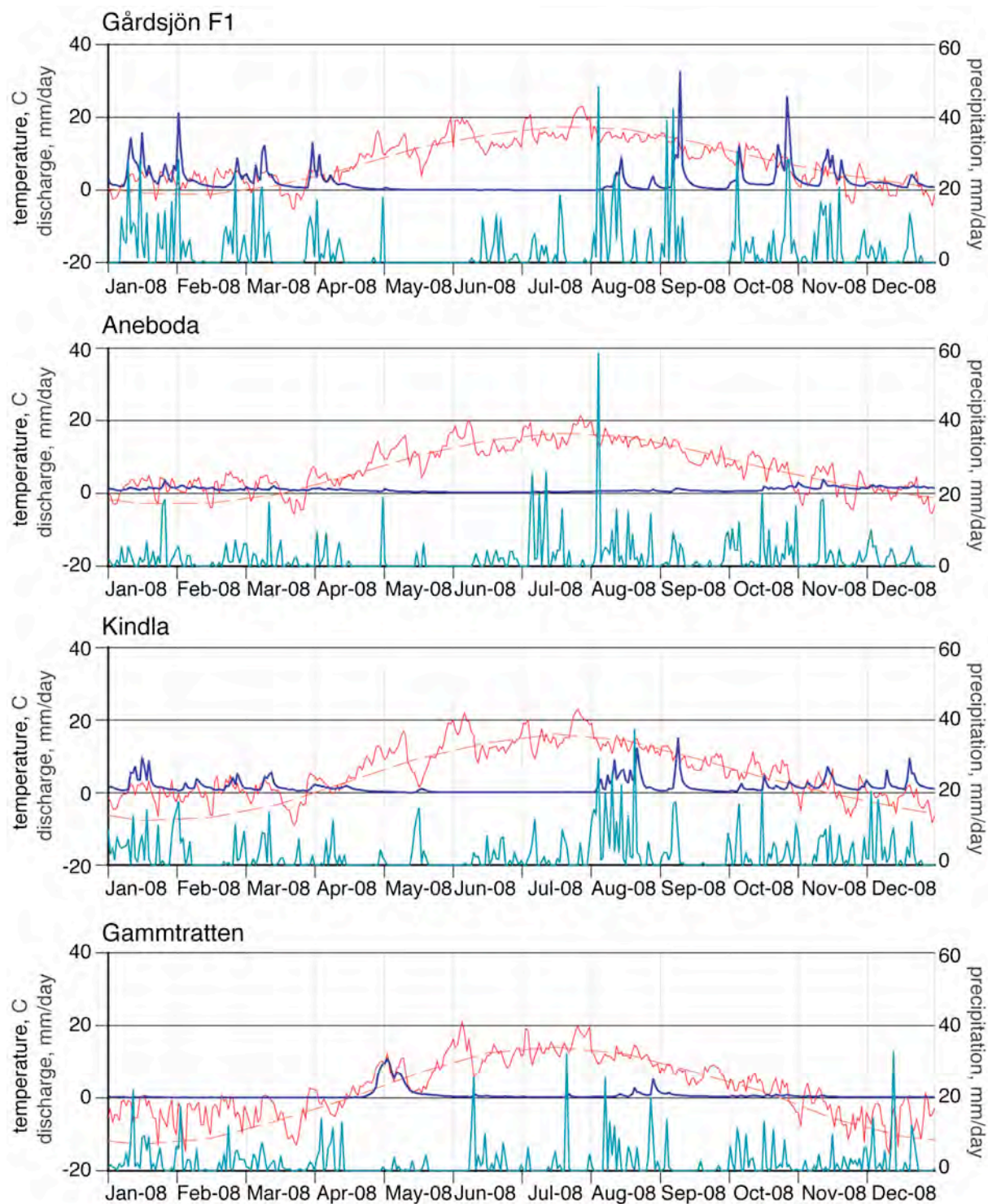
Tabell 2. Sammanfattning av 2008 års vattenbalanser i IM-områdena.
Kronavdunstning = Nederbörd – krondropp.
Compilation of the 2008 water balances for the four Swedish IM sites.
Nederbörd, P – Precipitation, Krondropp, TF – Throughfall,
Kronavdunstning - Interception, Avrinning, R – Water runoff

	Gårdsjön SE04		Aneboda SE14		Kindla SE15		Gammtratten SE16	
	mm	% av nbd	mm	% av nbd	mm	% av nbd	mm	% av nbd
Nederbörd ¹ , öppet fält, P	1640	100	929	100	1094	100	574	100
Krondropp ¹ , TF	1016	62	657	71	629	57	506	88
Kronavdunstning, P-TF	624	38	272	29	465	43	68	12
Avrinning, R	845	52	366	39	562	51	272	47
Nederbörd – avrinning, P-R	795	48	563	61	532	49	302	53

Avrinningsregimen 2008 var någorlunda normal vid Gårdsjön med stor avrinning vinter, vår och höst (Figur 3 & 4). Möjligen var decemberavrinningen högre än normalt eftersom nederbörden var hög den månaden. För Gammtratten noterades låg vinteravrinning efterföljd av en dominerande vårflod (Figur 3 & 4). Sommarnederbörden var relativt liten och avrinningen blev låg möjligen med avvikelse för en regnrik augusti och då också något högre flöden. Vid Aneboda följde avrinningen ett någorlunda normalt mönster men med relativt höga vinterflöden (Figur 3 & 4). Kindla avvek från det traditionella mönstret med vårflöde i april/maj och högvatten i november (Figur 3 & 4). Avrinningen var 2008 hög under vintern medan april-maj visade relativt låga värden för att vara vårflod. Detta mönster upprepas från 2007. Sammanfattningsvis så var vinteravrinningen högre än normalt både under 2008 och 2007, vilket avvek från 2006 då avrinningen uppvisade en relativt normal bild.



Figur 3. Avrinningsmönstren vid IM områdena 2008 jämfört med ett ca 10-årsmedel.



Figur 4. Dygnsvärden (mm/dag) på nederbörd (turkos linje), avrinning (blå linje) och temperatur (röd linje) under 2008. 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 2008. Broken red line shows long-term average (1961-1990) from the reference stations Alvhem (Gårdsjön), Växjö (Aneboda), Knon (Kindla) and Fredrika (Gammtratten).

Tabell 3. Modellberäknade vattenbalanser (mm) för IM-områdena 1997-2008.
Modelled water balances (mm) for the IM sites 1997-2008.

Station	År	Nederbörd ¹⁾	Avdunstning ²⁾	Avrinning ³⁾	Markvatten ⁴⁾	Snö ⁵⁾
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
	Medel	1166	529	638		
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
	Medel	824	473	352		
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
	Medel	943	454	488		
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
	Medel	973	456	523		

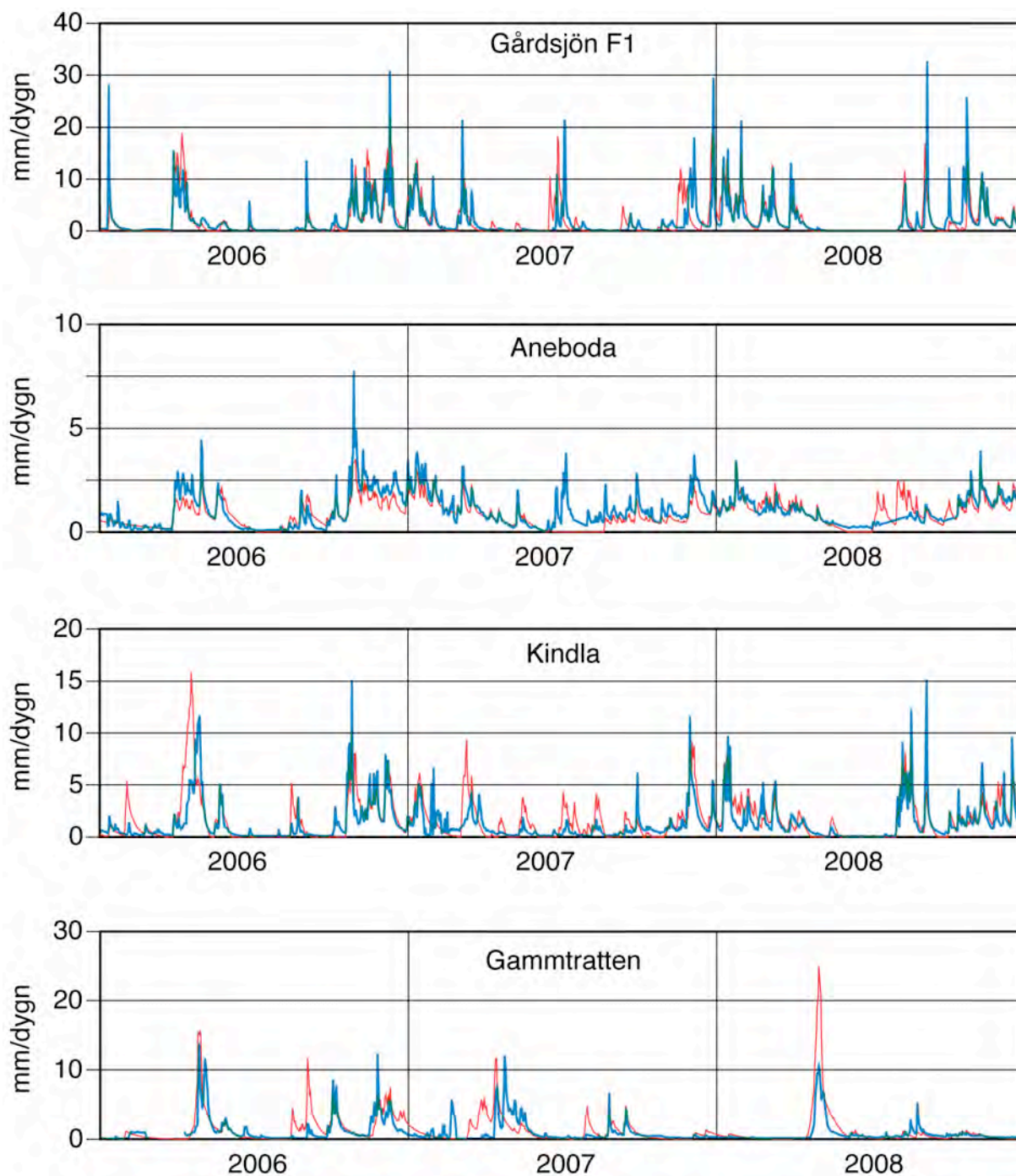
¹⁾ Beräknad på korrigerad dygnsnederbörd i Gårdsjön, Aneboda, Nyberget/Kloten respektive Fredrika

²⁾ Avdunstning enligt modellen

³⁾ Avrinning enligt modellen

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

⁵⁾ Snöns 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 2005-2007.
Simulated (red line) and observed (blue line) discharge at the IM sites in 2005-2007.

5 Modellerad vattenbalans 1997-2008

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 vatten-

balanser under perioden 1997-2008 har med undantag för Gammtratten gett god överensstämmelse mellan beräknad och observerad avrinning sett på årsbasis (Tabell 2&3). Orsaken till detta är bl.a. att Q-modellen drivs med vädret vid SMHI-stationen Fredrika, som avviker betänkligt från de värden som uppmäts i IM-området (jfr. t.ex. nederbörd i Tabell 2&3). 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 2008

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 2008 $10\text{--}20 \mu\text{g SO}_2 \text{ m}^{-3}$ lägre än de medelnivåer som registrerats sedan mätningarna påbörjades 1996 (i Gammtratten påbörjades mätningarna 1999). I Gårdsjön och Aneboda motsvarar medelnivån ca $0,4 \mu\text{g SO}_2 \text{ m}^{-3}$ och i Kindla och Gammtratten ca $0,25 \mu\text{g SO}_2 \text{ m}^{-3}$. Kvävedioxidhalterna i luft låg $0,26 \mu\text{g NO}_2 \text{ m}^{-3}$ under långtidsmedelvärdet i Gårdsjön, medan de låg något lägre ($0,03\text{--}0,09 \text{ g NO}_2 \text{ m}^{-3}$) i de övriga tre områdena. Ozonhalterna i Gårdsjön har sedan 2002, då mätningarna påbörjades, visat tämligen konstanta nivåer på ca $50 \mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$. 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 $1,1\text{--}2,3 \text{ mS m}^{-1}$. Gårdsjöns närhet till havet och en betydande torrdeposition av havssalter framträder dock tydligt i krondroppets konduktivitet på ca $5,9 \text{ mS m}^{-1}$, att jämföra med ca $2,6$ och $2,2 \text{ mS m}^{-1}$ i Aneboda respektive Kindla. I Gammtratten var konduktiviteten endast $1,3 \text{ mS m}^{-1}$ 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 $0,2\text{--}1,7 \text{ mS m}^{-1}$ 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 $2,2\text{--}3,3 \text{ mS m}^{-1}$ respektive $2,4\text{--}5,5 \text{ mS m}^{-1}$ högre i dessa medier jämfört med krondroppet, vilket indikerar större påverkan från markkemiska processer särskilt i Aneboda.

Med undantag av mark- och grundvattnet i utströmningsområdet låg kiselhalterna i mark- och grundvatten i intervallet $2,1\text{--}4,7 \text{ mg L}^{-1}$ i Gårdsjön, Aneboda och Kindla. I Gammtratten uppmättes betydligt högre kiselhalter i E-horisontens markvatten, $14,3 \text{ mg L}^{-1}$. Höga kiselhalter registrerades även i grundvattnet i utströmningsområdet i Aneboda och Kindla, $9,1$ respektive $8,0 \text{ mg L}^{-1}$. Kiselhalterna i bäckvattnet varierade mellan $3,2\text{--}5,3 \text{ mg Si L}^{-1}$ i samtliga områden.

Depositionen på öppen mark uppvisade små skillnader i pH mellan områdena. Samtliga mätstationer uppvisade ett $\text{pH}=4,9\pm 0,1$. I krondropp var pH $0,1\text{--}0,4$ enheter högre än på öppet fält förutom i Gammtratten där pH var lika på öppet fält och i krondropp. I mark- och grundvattnet i inströmningsområdena i Gårdsjön, Aneboda och Kindla var pH på samma nivå eller några tiondelar lägre än i krondroppet. I Gammtratten var det vanligtvis något högre pH i marken. I utströmningsområdena var pH i grundvattnet något högre ($\text{pH}\approx 5,5\pm 0,2$) 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 endast förekom i B-horisonten. I grundvattnet i utströmningsområdena var buffertkapaciteten tämligen hög ($\text{ANC}>0,02 \text{ mEq L}^{-1}$) med förekomst av vätekarbonatalkalinitet på $0,12$, $0,16$ och $0,03 \text{ mEq}$

L⁻¹ i Aneboda, Kindla respektive Gammtratten. Det senare indikerar tillförsel av äldre grundvatten alternativt högre vittringsintensitet i dessa områden. Grundvattnet i utströmningsområdet i Gårdsjön uppvisade också positivt ANC (0,02 mEq L⁻¹), men uppgifter på alkalinitet saknas.

Även bäckvattnet var påtagligt surt (pH≤4,6) i samtliga områden förutom Gammtratten och samtliga områden förutom Kindla uppvisade ett positivt ANC. Ytvattnet i Gammtratten var det mest välbuffrade med ett pH≈5,8 och ett ANC≈0,1 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 baskatjonerna av natrium i samtliga områden. Natrium var för övrigt den mest framträdande baskatjonen 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 katjonbyte i marken, vilket medför att baskatjoner 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 baskatjonen i Gårdsjön, medan kalcium och magnesium var på samma nivå i Aneboda och Kindla. Vätejoner utgjorde ett betydande inslag (≥0,01 mEq L⁻¹) i samtliga medier förutom i mark- och grundvattnet i utströmningsområdena i Aneboda och Kindla. Nivåerna låg normalt i intervallet 0,01-0,09 mEq L⁻¹ varierande beroende på vattnets ursprung. I Gammtratten var vätejonhalterna låga i samtliga medier (<0,01 mEq L⁻¹) förutom E-horisonten (0,11 mEq L⁻¹).

Halterna av total- eller syralösligt aluminium var höga (0,5-2,8 mg L⁻¹) 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 (0,21 mg L⁻¹) med högst pH (5,8) och ca 0,6 mg L⁻¹ i de andra områdena med lägre pH (4,3-4,6). Det oorganiska aluminiumet (Ali) utgjorde 36%, 23%, 44% och 7% av totalaluminiumet i Gårdsjön, Aneboda, Kindla respektive Gammtratten. Detta motsvarar ett haltintervall på 0,01-0,26 mg Ali L⁻¹, 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 (26 mg L^{-1}), än i Gårdsjön, Kindla och Gammtratten ($12, 9$ respektive 8 mg L^{-1}). 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 $150\text{-}590 \mu\text{g org-N L}^{-1}$. Det organiskt bundna kvävet dominerade totalkvävet i samtliga bäckar. De oorganiska kväve- och fosforfraktionerna förekom i tämligen låga halter ($<112 \mu\text{g oorg-N L}^{-1}$, $\leq 6 \mu\text{g PO}_4\text{-P L}^{-1}$).

Inget av områdena hade särskilt höga järn- eller manganhalter i bäckvattnet ($<2,0 \text{ mg Fe L}^{-1}$, $\leq 0,06 \text{ mg Mn L}^{-1}$). 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 $4,6 \text{ ng Hg L}^{-1}$ respektive $0,4 \text{ ng MeHg L}^{-1}$, medan halterna i markvattnet i Gammtratten varierade mellan $1,4\text{-}4,4 \text{ ng Hg L}^{-1}$ respektive $<0,07\text{-}1,8 \text{ ng MeHg L}^{-1}$.

Avslutningsvis kan man sammanfatta områdena som jonsvaga, med permanent sura förhållanden och med tämligen höga aluminiumhalter. Endast Gammtratten uppvisade låga halter oorganiskt aluminium, på nivåer som är tämligen ofarliga för gäländande organismer som fisk (Lydersen et al. 2002). Övriga 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 5,8 och frekvent förekommande vätekarbonatalkalinitet i bäckvattnet.

7 Deposition över öppet fält och i krondropp - trender

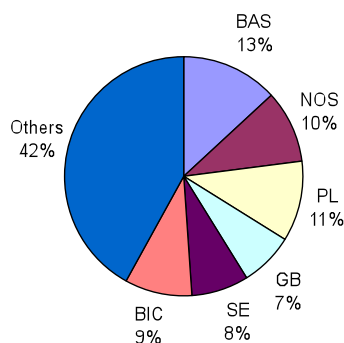
Här presenteras en analys av hur nedfallet av försurande och övergödande ämnen förändrats över tiden vid de fyra svenska IM-provytorna och resultaten ställs i relation till de rapporterade förändringarna av Europas samlade utsläpp av motsvarande ämnen. För att kunna tolka och förklara depositionsutvecklingen krävs kunskap om emissionstrender, hur luftföroreningarna transporteras med vinden under olika väderförhållanden samt hur depositionen varierar beroende på lokala faktorer och markanvändning. Förändringarna i emissionerna sedan 1990 för alla nuvarande medlemsländer i EU (EU-27) inklusive Sverige diskuteras utgående från övriga faktorer som påverkar depositionen till skogen.

7.1 Emissioner från Sverige och resten av Europa

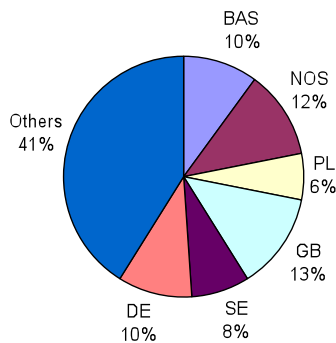
Nedfall av försurande och övergödande substanser till Sveriges skogar beror av lokala utsläpp i Sverige, utsläpp från kontinentala och södra Europa samt utsläpp som transporteras mellan kontinenter över hela norra halvklotet. Utsläppen från Sverige och Europa rapporteras av EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme, www.emep.int, Nyiri m. fl., 2009). Vad gäller svavel och oxiderat kväve är det endast ca 8 % av nedfallet som härrör från källor inom Sveriges gränser (Figur 6). Lokalt kan dock andelen vara betydligt högre. Vad gäller reducerat kväve är det ca 35 % som härrör från källor inom landet.

Utsläppen från fartygstrafiken på Nordsjön och Östersjön spelar en mycket stor roll (Figur 6). Vad gäller landbaserade utsläpp är Polen och Storbritannien de länder som främst bidrar till nedfallet av svavel och oxiderat kväve (inkluderar NO , NO_2 samt NO_x , förkortas NO_x) över Sverige.

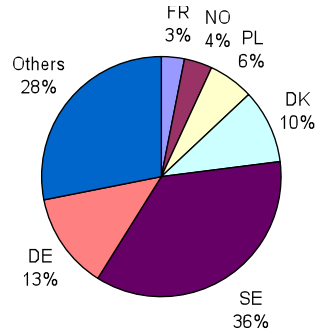
A. Svavel, %



B, Oxiderat kväve, %.



C. Reducerat kväve, %.



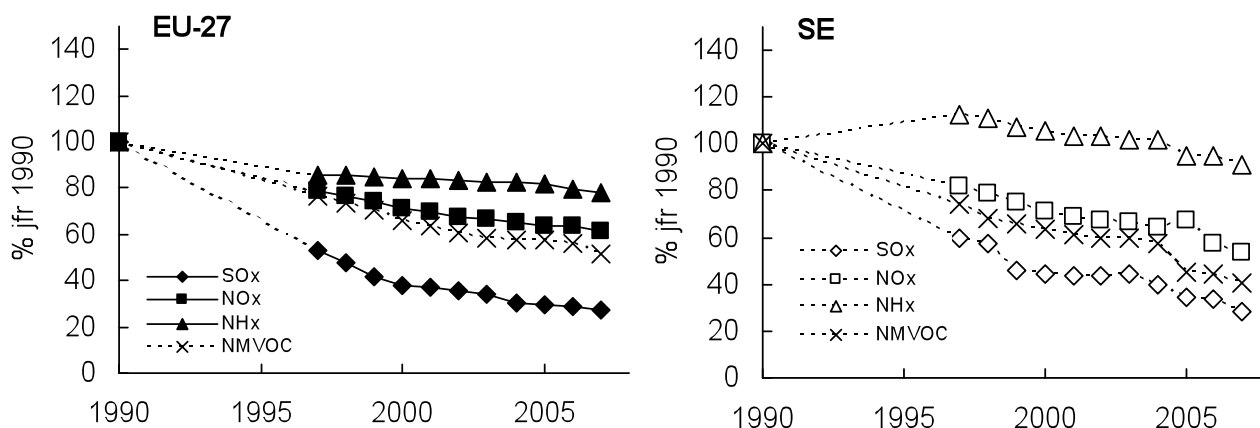
Figur 6. Nedfallet av oxiderat svavel, oxiderat kväve samt reducerat kväve över Sverige.

De sex geografiska områden vars utsläpp har störst betydelse för: A, svavelnedfallet över Sverige. B, nedfallet av oxiderat kväve över Sverige. C, nedfallet av reducerat kväve över Sverige.

Data gäller för året 2007. BAS, Östersjöområdet; NOS, Nordsjön; PL, Polen; DE, Tyskland; GB, Storbritannien; SE, Sverige; BIC utanför Europa; DK, Danmark; NO, Norge; FR, Frankrike.

Källa: Nyiri m. fl., 2009.

Förändringar vad gäller utsläppen från Sverige och Europa sedan 1990, visas i Figur 7. EMEP rapporterar inte årliga värden mellan 1990 och 1997, varför förändringen mellan dessa år har angetts som en streckad linje.



Figur 7. Årliga utsläpp av oxiderat svavel (SO_x) samt oxiderat (NO_x) och reducerat kväve (NH_x) samt flyktiga organiska ämnen (NMVOC, non-methan volatile organic compounds) från Sverige och från Europeiska Unionen (EU-27), redovisas som förändringar sedan 1990 (%). Källa: Nyiri m.fl., 2009.

De samlade utsläppen av oxiderat svavel från EU minskade med mer än 60 % under perioden 1990-2000. Efter år 2000 har minskningen gått något långsammare. Sveriges utsläpp har minskat i ungefär samma takt som EU-27, men med större mellanårsvariationer.

Utsläppen av NO_x från EU-27 har minskat i mindre utsträckning, ca 30 % fram till år 2000. Även vad gäller NO_x har det skett en viss uppbromsning av utsläppsminskningen från EU-27 efter 2000. Vad gäller utsläppsminskningarna av NH_x föreligger en viss skillnad mellan Sverige och EU-27. EU-27 minskade sina utsläpp med ca 15 % fram till 1997, varefter minskningen bromsade upp. Sverige ökade sina utsläpp av NH_x mellan 1990 och 1997 (+13%), varefter en kontinuerlig minskning har skett (9 % från 1990 till 2007).

7.2 Andra faktorer som påverkar nedfall av luftföroreningar till skogen

SMHI (Andersson m.fl., 2007) har med hjälp av MATCH-Sverige modellen visat på vädrets stora betydelse för nedfallet av svavel och kväve över Sverige. Genom att hålla luftförorenings-utsläppen ifrån Europa och övriga världen konstanta, medan man applicerade meteorologin från olika år i modellen, kunde man visa att t ex kvävenedfallet över Sverige varierade med cirka 20 %, beroende på vilket års meteorologi man använde.

Markanvändningen har betydelse för nedfallet av luftföroreningar, i synnerhet för torrdepositionen. Skogen fungerar som ett filter och fångar upp gaser och partiklar ur luften, som sedan sköljs till marken med nederbörden. En faktor av stor betydelse är skogens samlade barr-yta i relation till markytan, den s.k. "leaf area index", LAI. Den samlade bladytan förändras med trädens ålder. Trädens ålder vid mätningarnas start, 1996, var dock så hög att trädens LAI sannolikt redan hade närmat sig sitt maximala värde.

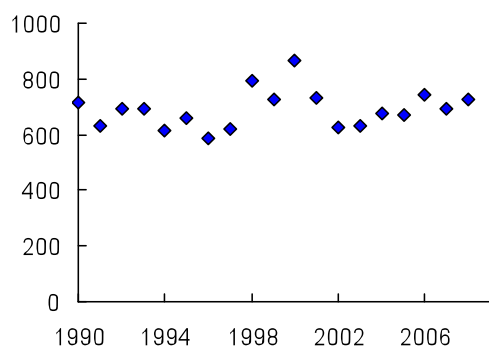
Upptag, omsättning och läckage av olika ämnen i trädskronorna kan utgöra ett betydande problem vad gäller tolkningen av nedfallsdata i krondropp. Den bästa uppskattningen av det totala svavelnedfallet fås genom mätningar av krondropp eftersom dessa mätningar inkluderar både våt- och torrdeposition och det sker inget betydande upptag av svavel i trädskronorna. Vad gäller kvävenedfallet finns flera problem vad gäller upptag och omsättning av kväve i trädskronorna. Tolkningsresultaten från krondroppet måste därmed göras med försiktighet. I denna analys används mätningar från öppet fält för att utvärdera trender för kväve, för att exkludera interncirkulationen, vilket dock innebär att torrdepositionen till skog inte kommer med i beräkningen.

7.3 Ett förändrat lokalklimat över Sverige

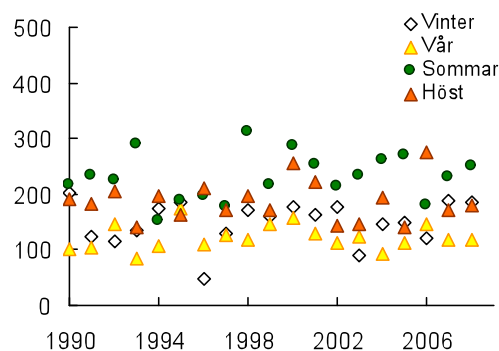
Nedfallet av olika ämnen är starkt beroende av meteorologi, i synnerhet av nederbörden. Förändringar av Sveriges klimat sker på flera olika tidsskalor och kan bedömas dels utifrån mätningar och trender över tiden, dels utifrån modelleringsansatser. En jämförelse av meteorologiska mätningar mellan två långa tidsperioder, 1961-1990 och 1991-2005, tyder på att lufttemperaturerna har ökat, särskilt vintertid i norra Sverige (SMHI, 2006). Vintrarna har blivit avsevärt mildare. Nederbörden har ökat sommartid, i synnerhet i norra Sverige, men även i södra Sverige. Även vintertid har nederbördsmängderna ökat i västra Götaland och i fjälltrakterna, medan den har minskat i mellersta Sverige.

I Figur 8 görs ett utdrag ur de långa tidsserier som publicerats av SMHI (www.smhi.se), för att specifikt illustrera medeltemperatur och nederbörd för Sverige som helhet under 1990-2008. Både lufttemperatur och nederbörd tenderade till att öka svagt under perioden för Sverige som helhet. Under en fyraårsperiod 1998-2001 var årsnederbörden ovanligt hög.

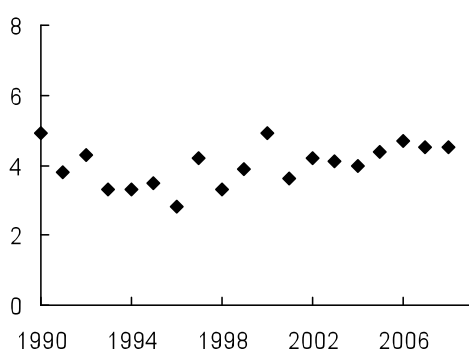
Nederbörd årsvis (mm)



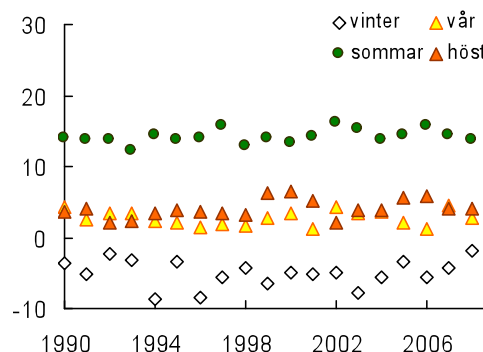
Nederbörd årstidsvis (mm)



Lufttemperatur årsvis (°C)



Lufttemperatur årstidsvis (°C)



Figur 8. Årliga värden för lufttemperatur och nederbörd för Sverige som helhet för perioden 1990-2008. Medelvärden årsvis samt för varje årstid för sig. Inga tidstrender är statistiskt signifikanta enligt Mann-Kendall analys. Källa: SMHI. Data från SMHI används med stöd av ett avtal mellan Naturvårdsverket och SMHI (dnr 721-5806-06Mm) avseende miljövärdens tillgång till basdata hos SMHI.

7.4 Depositionstrender vid de svenska IM-ytorna

Trendanalyserna har utförts enligt Mann-Kendall metoden (Mann, 1945) för perioden 1996-2008 (Aneboda, Gårdsjön och Kindla) och 1999-2008 (Gammtratten). Mann-Kendall är en icke-parametrisk metod för att signifikant påvisa monotona trender. Monoton betyder att trenden inte har något brott (dvs. att förändringen sker i endast en riktning under perioden). Förenklat kan man säga att metoden jämför alla värden parvis och summerar hur ofta det senare värdet är större respektive mindre än det tidigare värdet. Generellt bör man använda tidsserier som omfattar data från minst tio år för att bedöma förändringar av nedfall över tiden.

7.4.1 Aneboda (SE 14)

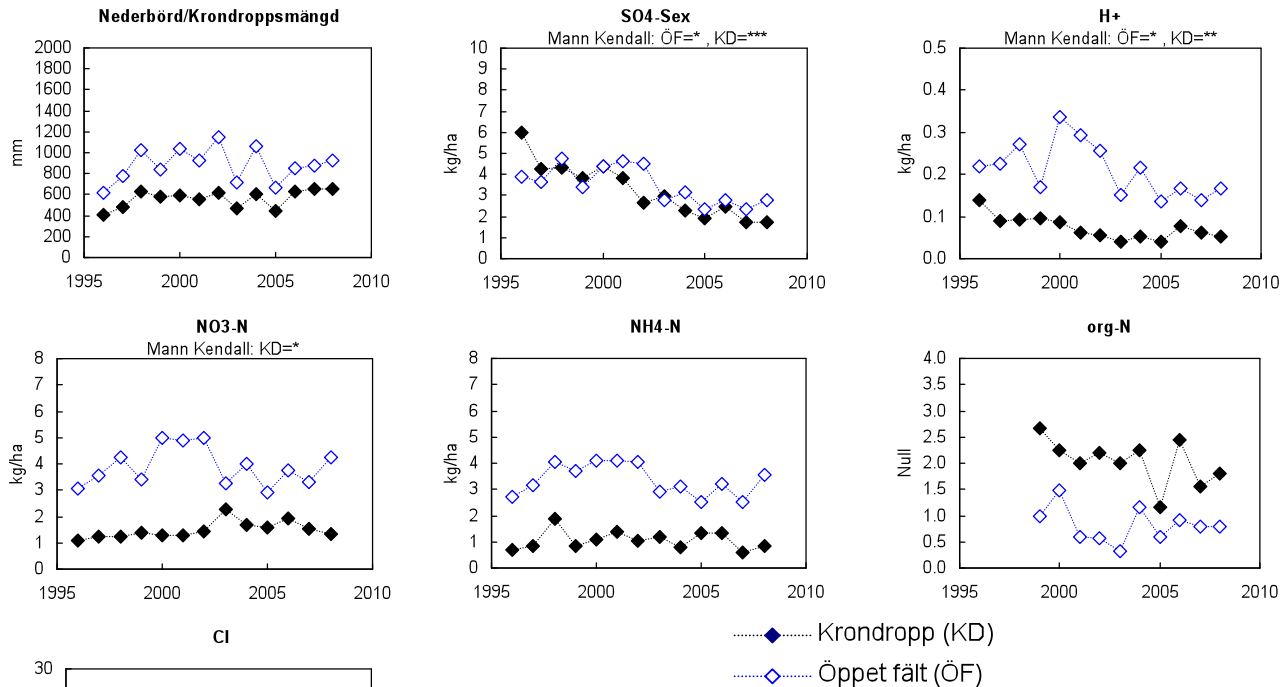
I Figur 9 visas mätresultat för nedfall som årsmedelvärde för ett urval parametrar vid Aneboda sedan mätstarten 1996. Varken nederbörden över öppet fält eller mängden krondropp har förändrats nämnvärt under tidsperioden.

Svavelnedfallet (exklusive havssaltets bidrag) har minskat signifikant sedan mätstart, i krondroppet från cirka 6 kg/ha/år till ca 2 kg/ha/år och över öppet fält från ca 4 kg/ha/år till ca 3 kg/ha/år. Denna trend är tydlig i stora delar av Sverige, framför allt i sydväst. Att svavelnedfallet minskar mest i krondroppet tyder på att det framförallt är torrdepositionen som har minskat. Tidigare, när torrdepositionen var högre, var oftast svaveldepositionen via krondropp högre än över öppet fält, framförallt i sydvästra Sverige.

I takt med att svavelnedfallet har minskat har även det totala sura nedfallet över öppet fält och via krondroppet, beräknat som vätejoner, minskat signifikant (Figur 9). Mätningarna av det sura nedfallet i krondropp påverkas dock även av interncirkulationen i trädskronorna.

Nedfallet av oorganiskt kväve i krondroppet är betydligt lägre än det som uppmäts över öppet fält. Skillnaden beror i huvudsak på det kväve som tagits upp och omsatts i trädkronorna. Nitrathalterna i krondroppet har ökat signifikant sedan mätstarten. Det sammanlagda nedfallet av kväve över öppet fält, inklusive organiskt kväve, ligger i storleksordningen 8 kg/ha/år.

Kloriddepositionens variation beror på havssaltsförande vindar och avspeglar vindstyrkor och stormfrekvens under mätperioden.



Figur 9. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Aneboda, SE14. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätstarten 1996 för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssalts-bidrag (SO₄-Sex); vätejoner (H⁺); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); organiskt kväve (org-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

7.4.2 Gårdsjön (SE 04)

I Figur 10 visas mätresultat från Gårdsjön sedan 1996. Mängden krondropp har ökat signifikant medan ingen statistiskt signifikant trend har uppvisats i nederbörden över öppet fält under tidsperioden.

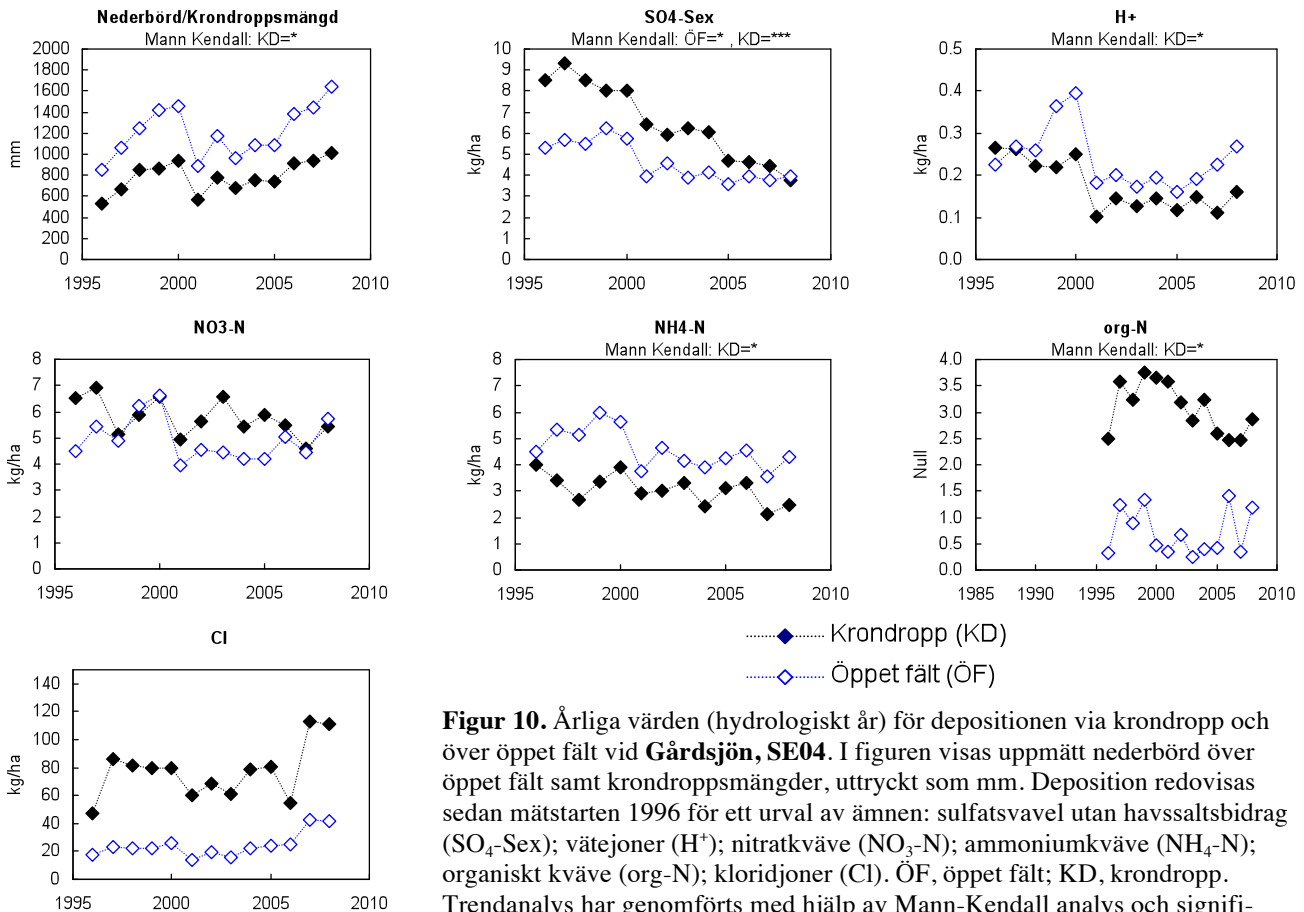
Svavelnedfallet, exklusive havssaltsbidraget, i krondroppet har minskat kraftigt sedan mätstart från cirka 9 kg/ha/år till ca 4 kg/ha/år. Även svaveldepositionen över öppet fält har minskat signifikant från cirka 5 kg/ha/år till ca 4 kg/ha/år. Liksom vid Aneboda är det framförallt torrdepositionen av svavel som har minskat.

Det totala sura nedfallet via krondroppet, beräknat som vätejoner, har minskat signifikant (Figur 10). Tolkningen kompliceras av interncirkulationen (se ovan).

Vid Gårdsjön är nitratnedfallet i samma storleksordning i krondropp och på öppet fält. Detta kan tyda på att torrdepositionen av nitrat är lika stor som upptaget i trädkronorna. Vad gäller ammonium är dock nedfallet mindre i krondropp, vilket kan tolkas som att trädkronornas upptag av detta ämne är större än torrdepositionen, alternativt att ammonium har omvandlats till organiskt kväve. Ammoniumkväve i krondroppet har minskat signifikant sedan 1996. Det

samlade kvävenedfallet över öppet fält vid Gårdsjön, inklusive organiskt kväve, ligger i storleksordningen 10 kg/ha/år.

Kloriddepositionens variation beror på havssaltsförande vindar och avspeglar vindstyrkor och stormfrekvens under mätperioden. Gårdsjöns utsatta kustnära läge ger mycket hög kloriddeposition.



Figur 10. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Gårdsjön, SE04**. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätstarten 1996 för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag ($\text{SO}_4\text{-Sex}$); vätejoner (H^+); nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$); ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$); organiskt kväve (org-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

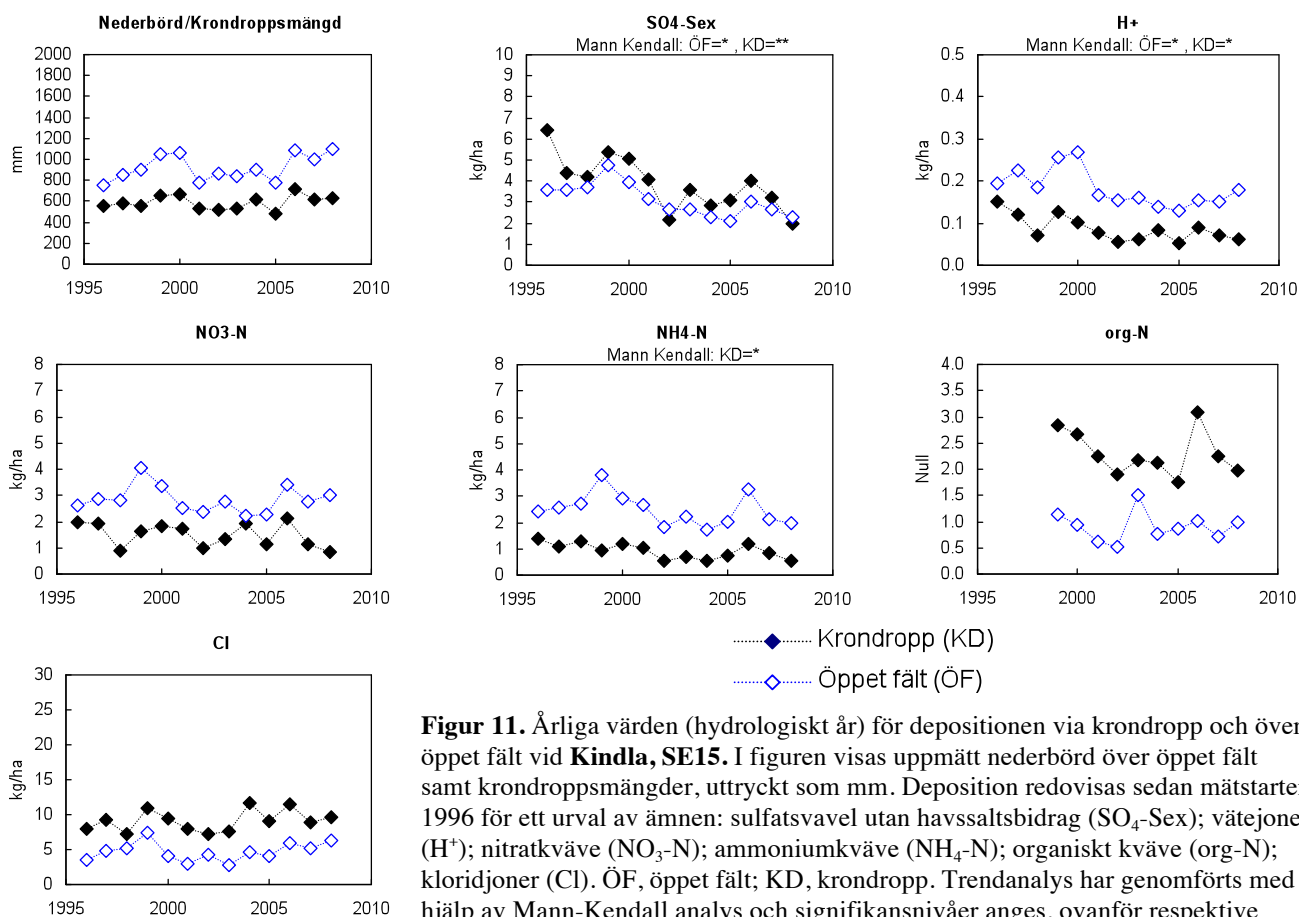
7.4.3 Kindla (SE 15)

I Figur 11 visas mätresultaten från Kindla. Vare sig nederbörden över öppet fält eller mängden krondropp har förändrats signifikant under tidsperioden.

Svavelnedfallet, exklusive havssaltbidraget, har under hela perioden varit ungefär lika stort i krondropp som över öppet fält. Detta tyder på att torrdepositionen av svavel hela tiden har haft en begränsad betydelse vid Kindla. Svavelnedfallet i krondroppet har minskat signifikant sedan mätstart från cirka 6 kg/ha/år till ca 2 kg/ha/år. Motsvarande minskning över öppet fält är från cirka 4 kg/ha/år till ca 2 kg/ha/år.

Det totala sura nedfallet över öppet fält, beräknat som vätejoner, har minskat signifikant (Figur 11). Två år med hög nederbörd 1999 och 2000 kan dock ha inverkat på detta resultat (se även Figur 8).

Liksom vid Aneboda var nedfallet av oorganiskt kväve i krondroppet betydligt lägre än över öppet fält, vilket tyder på ett betydande upptag av kväve i träd Kronorna. Ammoniumkväve i krondroppet har minskat signifikant sedan 1996. Det samlade kvävenedfallet över öppet fält vid Kindla, inklusive organiskt kväve, ligger i storleksordningen 6 kg/ha/år.



Figur 11. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid Kindla, SE15. I figuren visas uppmätt nederbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätstarten 1996 för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-Sex); vätejoner (H⁺); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); organiskt kväve (org-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

7.4.4 Gammtratten (SE 16)

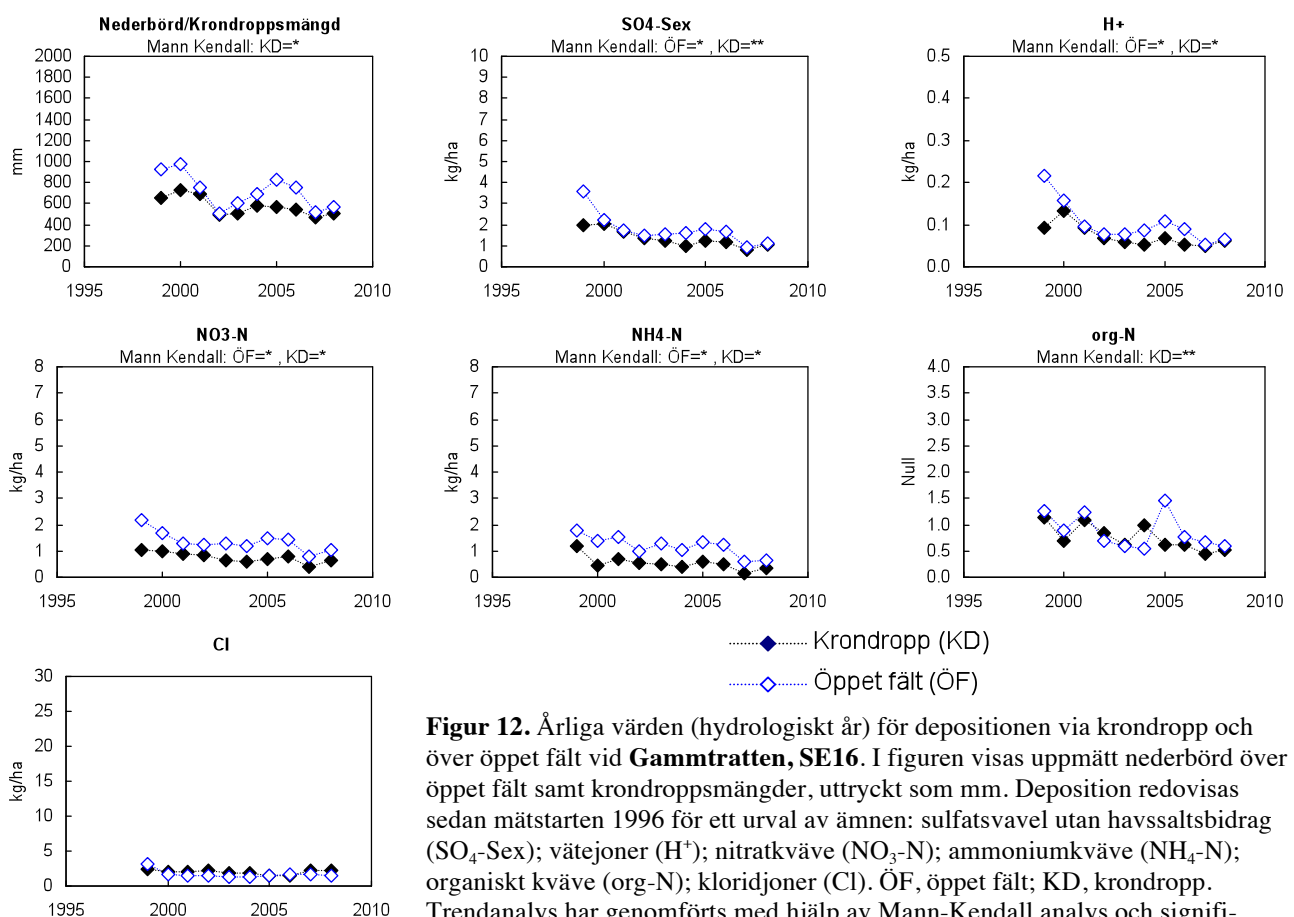
I Figur 12 visas resultaten från Gammtratten sedan mätstarten 1999. Det är en kortare period jämfört med övriga mätplatser och den statistiska analysen skall användas med försiktighet. Mängden krondropp har minskat sedan mätperiodens början.

Svavelnedfallet, exklusive havssaltsbidraget, i krondroppet har minskat signifikant sedan mätstart från cirka 2 kg/ha/år till ca 1 kg/ha/år. Även svaveldepositionen över öppet fält har minskat sedan mätstart från drygt 3 kg/ha/år till ca 1 kg/ha/år. Vid Gammtratten är torrdepositionen så låg att nedfallet vissa år är högre över öppet fält. Det kan inte uteslutas att trädskronorna tar upp en del svavel när nedfallet ligger på en så låg nivå, eftersom svavel är ett växtnäringsämne.

I takt med att svavelnedfallet har minskat har även det totala sura nedfallet via krondropp och över öppet fält, beräknat som vätejoner, minskat signifikant (Figur 12).

Depositionen av oorganiskt kväve i krondroppet är betydligt lägre än den som uppmättes över öppet fält, beroende på assimilering i trädskronorna. Både ammoniumkväve via krondropp och över öppet fält samt nitratkväve över öppet fält och via krondropp har minskat signifikant sedan mätstarten 1999. Det samlade kvävenedfallet över öppet fält, inklusive organiskt kväve, ligger under senare år runt 2 kg/ha/år eller något däröver.

Vid Gammtratten är kloriddepositionen mycket låg.



Figur 12. Årliga värden (hydrologiskt år) för depositionen via krondropp och över öppet fält vid **Gammtratten, SE16**. I figuren visas uppmätt nedbörd över öppet fält samt krondroppsmängder, uttryckt som mm. Deposition redovisas sedan mätstarten 1996 för ett urval av ämnen: sulfatsvavel utan havssaltsbidrag (SO₄-Sex); vätejoner (H⁺); nitratkväve (NO₃-N); ammoniumkväve (NH₄-N); organiskt kväve (org-N); kloridjoner (Cl). ÖF, öppet fält; KD, krondropp. Trendanalys har genomförts med hjälp av Mann-Kendall analys och signifikansnivåer anges, ovanför respektive diagram, i de fall där signifikanta trender påvisats.

7.5 Depositionstrender - slutsatser

Nedfallet av svavel till skogen har minskat avsevärt sedan mitten av 1990-talet vid all de fyra IM-ytorna. Samma minskning har påvisats vid provytorna inom Krondroppsnätet och minskningen sker i takt med minskningarna av Europas samlade utsläpp av oxiderat svavel (Karlsson m. fl., 2010). Även svavelnedfallet över öppet fält har minskat, men i långsammare takt. Denna minskning över öppet fält syns även i Luft- och nederbördskemiska nätet samt Krondroppsnätet. Vid flera av IM-ytorna är svavelnedfallet under senare år ungefär lika stort i krondropp och över öppet fält, vilket tyder på att torrdepositionen av svavel har minskat i betydelse. En analys av lufthalter och nedfall av oxiderat svavel inom Krondroppsnätet tyder på att förändringar av svavelnedfallet till skog främst kan kopplas till förändringar av gasformigt SO₂, medan förändringar i nedfallet över öppet fält främst knyts till förändringar av lufthalterna av partikelbundet SO₄ (Karlsson m. fl., 2010).

Det finns inga tecken på ett minskande kvävenedfall över öppet fält till IM-ytorna, Aneboda, Gårdsjön eller Kindla, trots att de samlade utsläppen av oxiderat och reducerat kväve från Europa har minskat under motsvarande tid. Kvävedepositionen vid Gammtratten minskar dock men tidsserien där är ännu allt för kort för att ge information om mer långsiktiga tidstrender. Inte heller inom Krondroppsnätet eller Luft- och nederbördskemiska nätet syns ett minskande kvävenedfall. Uppmätta lufthalter av NO₂ vid IM-ytorna samt inom Krondroppsnätet och Luft- och nederbördskemiska nätet har minskat något under perioden 1996-2008. Ökande nederbörds mängder kan ha medfört att nitratnedfallet förblivit oförändrat över tiden. Det totala kvävenedfallet till skogen, mätt som krondropp, är svårbedömt eftersom kvävet omsättning i trädskronorna gör att uppmätt krondropp skiljer sig från den totala depositionen till skogen. En alternativ metod att uppskatta torrdepositionen av kväve till skogen, med hjälp av s.k. strängprovtagare, tyder på att den partikelbundna torrdepositionen av kväve till skogen i södra Sverige kan uppgå till i storleksordningen 50%, jämfört med nedfallet över öppet fält (Ferm & Hultberg, 1999). Detta kvävenedfall skall i så fall adderas till nedfallet över öppet fält för att ge en uppskattning av det totala kvävenedfallet till skogen i södra Sverige.

7.6 Krondroppsnätet samt luft- och nederbördskemiska nätet

Krondroppsnätet: IVL Svenska Miljöinstitutet genomför på uppdrag av främst luftvårdsförbund och länsstyrelser sedan 1985 länsbaserade undersökningar med regional upplösning av luftföroreningar och dess effekter med avseende bland annat på försurning, övergödning och marknära ozon. Grundtanken är att utifrån depositions- (öppet fält och krondropp), markvatten- samt lufthaltsmätningar ge kunskap om belastning av luftföroreningar och dess effekter på vegetation, mark och vatten. Mätningarna kompletteras med modellberäkningar. Mätningarna genomförs på drygt 60 lokaler över hela Sverige.
www.krondroppsnatet.ivl.se

Luft- och nederbördskemiska nätet är en del av det nationella miljöövervakningsprogram som finansieras av Naturvårdsverket. Inom Luft- och nederbördskemiska nätet utförs mätningar av bland annat svavel- och kväveföreningar och baskatjoner i nederbörd samt svaveldioxid, kvävedioxid och marknära ozon i luft på månadsbasis. Mätningarna av halter i nederbörd har pågått sedan 1983 och av halter i luft sedan 1994 på stationer över hela landet. För närvarande mäts halter i nederbörd över öppet fält på 16 stationer och halter i luft på 8 stationer.
www.ivl.se

8 Markvattenhalter i Gammtratten

Vattnet i den omättade zonen, markvattnet, är det vatten som tas upp av växternas rötter. Markvattenmagasinets fyllnadsgrad reglerar effekterna av nederbörd på grundvattenbildning och avrinning.

Markvattenhalten varierar naturligt under året beroende på variationer i nederbörd avdunstning och temperatur. Under ett år brukar normalt två torrperioder infinna sig, dels under sommaren då evapotranspirationen resulterar i låga vattenhalter, dels under vintern då kylan medför att den ofrusna vattenhalten är låg, vanligtvis lägre än under sommaren. Under våren brukar vattenhalten vara som högst i samband med snösmältningen då även vatten frigörs i samband med att tjälen smälter. En period med höga vattenhalter brukar också infinna sig under hösten då evapotranspirationen är låg och merparten av nederbörden fyller markvattenmagasinet.

Vattenhalten vid Gammtratten har mätts sedan september år 2000. Mätningarna utförs med TDR-metoden (time domain reflectometry) och baseras på vattnets dielektricitetskonstant som avviker starkt från andra material i marken. Vattenhalten mäts vid Gammtratten i tre profiler med varierande djup enligt följande tabell.

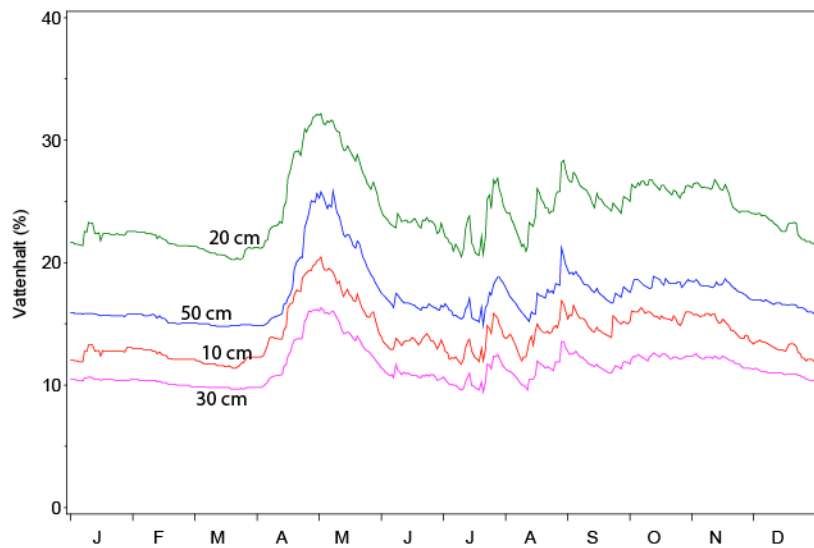
Nivå (cm), profil 1	Nivå (cm), profil 2	Nivå (cm), profil 3
10	5	5
20	13	10
30	29	20
40	40	33
50	55	47

Profil 1 är belägen högst upp ca 50 m från den bäck som finns i området och profil 3 ligger intill bäcken. Profil 2 är belägen mellan profil 1 och 3.

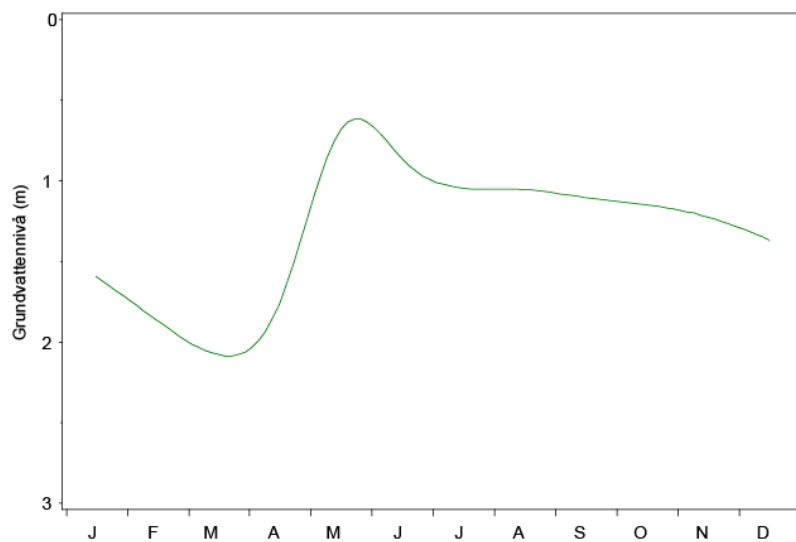
Variationerna under året för perioden 2001 - 2009 (profil 1, Figur 13) uppvisar förväntade variationsmönster för den här delen av landet. Vattenhalterna började öka i samband med snösmältningen vid månadskiftet mars/april för att uppnå de högsta halterna vid månadskiftet april/maj (profil 1, Figur 13). Markvattenhaltens genomsnittliga variation över åren 2001 -2009 sammanfaller tämligen väl med variationer i grundvattennivå vid närmaste observationsplats inom SGU:s Grundvattennät som är belägen vid Åsele, ca 40 km från Gammtratten (Figur 14).

Variationerna under dygnet är förhållandevis små (Figur 15). Under sommaren kan noteras en svag variation i de marknära nivåerna med svagt minskande halter under den ljusa delen av dygnet. Mönstret antas återspegla variationer i evapotranspiration under dygnet.

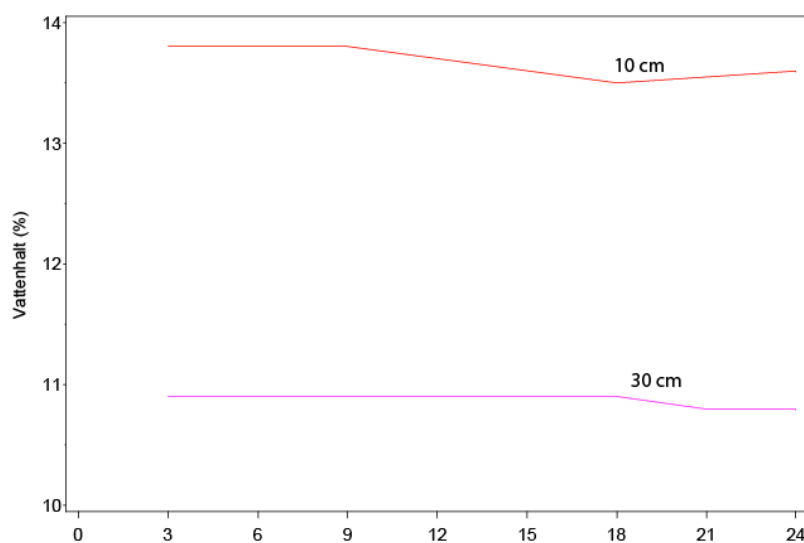
Vattenhaltsdata med hög tidsupplösning är värdefulla för förståelsen av de fysikaliska processerna i den omättade zonen. Tillsammans med befintliga markfysikaliska data som porositet, vattenhållande egenskaper och kornstorleksfördelning kan vattenhaltsdata användas i arbeten med modeller för att testa hypoteser m.m. Detta är av särskilt intresse vid integrerad miljöövervakning där markvattenhalten kan studeras i ett större sammanhang med riklig tillgång till processrelaterade data i olika miljöer inom avrinningsområdet, från nederbörd till utflödet från avrinningsområdet.



Figur 13. Vattenhalt angiven som procent av totalvolymen för perioden 2001 – 2009 vid profil 1 vid Gammtratten. Angivna djup i cm avser TRD-sondernas placering under markytan.



Figur 14. Grundvattennivåns månadsvärden för perioden 2001-2009 vid Åsele, SGUs Grundvattennät. Nivå under markytan.



Figur 15. Medelvärden av dygnsvariationen i vattenhalt (% av totalvolym) under juli månad för profil 1. Angivna djup i cm avser TDR-sondernas placering under markytan.

9 Effekter av granbarkborreangrepp i Aneboda

Vid ett besök i Aneboda i augusti 2008 upptäcktes att en stor andel av de vuxna granarna var döende eller nyligen döda till följd av barkborreangrepp. Det bokstavligen regnade döda barr från nydöda träd. Stora delar av marken var täckta av ett centimetertjockt lager av döda granbarr (Figur 16). Detta föranledde ett beslut om att utföra extra inventeringar för att kvantifiera graden av barkborreangrepp.

Stormen Gudrun som rasade i januari 2005 medförde att andelen lågor i provytorna i Aneboda ökade från i snitt 14 % ($s = 11$ %) per yta vid den ordinarie inventeringen 2001 till i snitt 23 % ($s = 15$ %) vid inventeringen fem år senare, år 2006. Provytorna utgör visserligen bara 7 % av de 19,6 ha som avrinningsområdet utgör, så denna skattning av andelen lågor är behäftad med en viss grad av osäkerhet, speciellt som stormfällningen var mer koncentrerad till några områden inom avrinningsområdet. Provytorna är dock systematiskt utlagda i ett rutnät och kan därför anses representera situationen i området som helhet. Ökningen av antalet lågor med 9 procentenheter visar att stormen har haft effekter, men att effekten var förhållandevis begränsad jämfört med likåldriga granplanteringar i andra delar av regionen där mer eller mindre alla träd fälldes. En stor skillnad mellan Anebodareservatet och normal produktionsskog är att inga lågor forslats bort från IM-området i Aneboda. Detta har inneburit en relativt stor tillgång på nyfallna granlåggor, som i sin tur har bidragit till ett omfattande angrepp av granbarkborre på levande granar.

I samband med ordinarie inventeringar dokumenterats eventuella skador på träden. En av de skadekategorier som noteras är barkborreangrepp. År 2001 var inget träd bedömt som angripet av barkborre. Det görs också anteckningar om trädens vitalitet. Vid inventeringen 2001 bedömdes 5,2 % av alla granar ha en nedsatt vitalitet, men detta var alltså inte kopplat till barkborreangrepp. År 2006 hade andelen granar med där vitaliteten bedömdes som nedsatt ökat till 8,7 %, men för detta år saknas notering om angreppsgrad av barkborre. Det kan således konstateras att det inte fanns några dokumenterade barkborreangrepp innan stormen Gudrun, och att merparten av träden var vitala.



Figur 16. Vänster: Exempel på hur barr från döda granar täcker stora delar av marken sommaren 2008. Höger: Exempel på granar dödade av barkborre (*Ips typographus*).
Left: Shed needles from Norway spruce (Picea abies) killed by bark beetles (Ips typographus), accumulated to a thick layer on the forest floor, summer 2008.
Right: Norway spruce (Picea abies) killed by bark beetles.

För att kvantifiera de observerade massangreppen av barkborre genomfördes 2009 två extra inventeringar av träden i samtliga cirkelytor, vår och höst. Den första av dessa båda inventeringar ger graden av angrepp mellan den ordinarie inventeringen 2006 och fram till sommaren 2008, medan den andra ger graden av angrepp under våren och sommaren 2009. Inventeringarna ägde rum i de 40 permanenta provytorna som var möjliga att nå efter

stormfällningen. Varje yta är 314 m². Inom varje yta är alla träd koordinatsatta. Inventeringarna har därför kunnat ske på individnivå. Vid de extra inventeringarna undersöktes angreppsgrad på samtliga granar med diameter över 5 cm. Vid första inventeringen kvantifierades angreppsgraden enligt följande skala:

1. Inga synliga angrepp, i stort sett alla barr gröna. *No visible signs of bark beetle attack.*
2. Visst angrepp, men mestadels gröna barr och/eller intakt bark. *Some attack, most needles green.*
3. Levande, men med stor andel bruna barr och/eller flagnad bark. *Alive, but large fraction brown needles/some bark falling off.*
4. Död 2008; Bara bruna barr (> ca 95 %) eller inga barr men alla fina grenar kvar. *Dead during 2008; only brown needles or all finest branches intact but with all needles shed.*
5. Död tidigare än 2008. *Dead before 2008.*

Inför höstinventeringen ändrades de sista två klasserna till:

4. Död 2009; Bara bruna barr (> ca 95 %) eller inga barr men alla fina grenar kvar
5. Död tidigare än 2009.

Vid båda inventeringarna betecknar både klass 4 och 5 döda granar. Skillnaden är att klass 4 avser granar som dött under närmast förestående växtsäsongs, medan klass 5 avser träd dödade längre tillbaka.

9.1 Fåtal granar opåverkade av granbarkborre

Resultaten visar att endast ett fåtal granar är opåverkade av granbarkborrens härjningar (Tabell 4) efter sommaren 2009.

Tabell 4. Antal granar i olika grader av angrepp av barkborre, vid två inventeringar. Förmodade felregistreringar markerade med frågetecken.
Number of spruces at different degree of bark beetle attack, at two inventories. Assumed erroneous registrations are marked with a question mark.

		Angreppsgrad hösten 2009					Totalt
		(antal)					
		1	2	3	4	5	
Angreppsgrad våren 2009 (antal)	1	5	2	0	0	0	7
	2	19	445	29	39	2	534
	3	0	69	96	17	0	182
	4	0	0	1?	3	95	99
	5	0	1?	1?	0	229	231
	Totalt	24	517	127	59	326	1053

Vårinventeringen (situationen 2006–2008) gav att endast 5 av 1053 granar var opåverkade. Vid återinventeringen under hösten hade några granar återhämtat sig så att 24 granar klassades som opåverkade. Träd i klass 2 våren 2009 hade till hösten fördelat sig över alla angreppsklasser, men med huvudparten (83 %) kvar i klass 2. Bland träden i klass 3 våren 2009 hade relativt många (38 %) träd återhämtat sig under sommaren så att de övergått till klass 2. En betydligt lägre andel (9 %) av dessa hade övergått till klass 4 (död under 2009). Även här var de flesta träden kvar i samma klass vid båda inventeringarna. Klass 4 betecknade under vårinventeringen träd som dött under 2008. De flesta av dessa 99 träd klassades helt riktigt som död före 2009 vid den andra inventeringen. Antalet träd som dött under 2009 uppgick till 59, ett betydligt lägre antal än de 99 som bedömdes ha dött under 2008. Träd i klass 5 är definitivt döda. Dessa ökade med 95 stycken från 231 till 326 mellan vår- och höstinventeringen. Av de 326 träd som ingick i klass 5 hösten 2009 var 190 (58 %)

stående. Trots att antalet nydöda träd minskat har det totala antalet döda träd (klass 4 + 5) ökat med 55 stycken mellan de båda inventeringarna. Klasserna 4 och 5 omfattar redan döda träd och här ska det egentligen inte ske några egentliga övergångar till lägre angreppsgrader. Trots detta finns det några träd som verkar ha återuppstått från det döda. Denna orimlighet har två tänkbara förklaringar. Antingen var skattningen av vitaliteten vid vårinventeringen för hård och träden har därför kunnat återhämta sig eller i alla fall inte försämrat sin vitalitet, eller så rör det sig om felregistreringar i fält. Oavsett anledning tas de ändå med i denna sammanställning, men markeras med frågetecken.

I en stor studie av granbarkborreangrepp efter stormfällning har Schroeder och Lindelöw (2002) visat att angreppen var i stort sett obefintliga året efter stormfällningen, för att öka drastiskt år två och tre och sedan minska till mycket låga nivåer år fyra och fem efter fällningen. Detta verkar stämma med de mönster som observerats i Aneboda där det observerades ett massivt angrepp sommaren 2008, tre år efter stormen (Figur 15). Under vårinventeringen skattades 231 träd ha dött under sommaren 2008, medans endast 3 träd antogs ha dött under sommaren 2009.

Antalet lågor är en dynamisk variabel i och med att gamla lågor förmultnar och nya tillkommer. Vid ordinarie inventeringen 1996 fanns det totalt 248 granlågor i 47 provytor och räknat på alla trädslag, medans det fem år senare, 2001, registrerades 61 granlågor färre. Mellan 2001 och 2006 hade det tillkommit totalt 160 granlågor i de 40 av provytorna som var åtkomliga efter stormen. Denna ökning tolkas som en effekt av Gudrun. Mellan 2006 och våren 2009 noterades sammanlagt 34 nya granlågor i de 40 provytorna som gick att inventera, medans det under sommaren 2009 trillade ytterligare fem granar inom provytorna. Det är således relativt få nya granlågor de senaste åren. Vi kan dock förvänta oss betydligt fler träd som faller de närmaste åren då de granar som dödats av barkborrarna kommer att trilla omkull. Vid höstinventeringen 2009 fanns 376 stående granar i skadeklass 3, 4 eller 5. Detta motsvarar 9,4 döda eller nästan döda träd per provyta. Medelantalet stående granar per provyta var 2001 27,6 stycken. I snitt var således 34 % av de levande granarna 2001 döda men inte omkullfallna hösten 2009. En extrapolering till hela området ger ungefär 5900 döda stående granar i hela området som kommer att ramla inom några år. Lägger man till alla träd som redan nu ligger på marken stiger det totala antalet lågor och potentiella lågor till ca 12100, eller 618 lågor per hektar. Denna siffra bygger på antagandet att endast träd i skadekategori 3, 4 och 5 trillar omkull. Det återstår att se vad som händer med träden som vid senaste inventeringen klassades som friska eller endast lätt angripna.

Det ska tilläggas att alla dessa nya lågor från träd som dödats av barkborrar är för gamla för att utgöra substrat för nya barkborrar eller andra skadeinsekter på skogen. De nya lågorna är istället enbart av godo för biodiversiteten i området i och med att olika nedbrytarorganismer får tillgång på sina ofta specifika substrat. Många av nedbrytarna är insekter och fler insekter leder också till chans till fler fåglar i området. Dessutom kommer den fysiska struktur som uppkommer av alla lågor gynna mossor, lavar och vissa smågnagare (Samuelsson and Ingelög 1996).

Slutligen, några ord om framtiden för trädbeståndet. Redan innan Gudrun fanns det en god tillgång på unga träd. I snitt fanns det 16 smågranar (< 5 cm i diameter), och ytterligare 6 småträd av andra arter per provyta. Inget av dessa träd hade nedsatt vitalitet eller spår av insektsangrepp. Detta innebär att det finns en god potential till en snabb återväxt. Det är dock inte helt givet vilket trädslag som kommer att dominera i framtiden. Det finns studier som visat att återväxten i naturlig granskog efter stormfällning främst sker genom nyetablering och inte från redan etablerade smågranar som vuxit länge under det slutna krontäcket (Leemans 1991). I Aneboda är antalet granar som kan producera frön kraftigt decimerat, och därmed kommer det att bildas få granfrön i området. Däremot finns det kvar relativt många vuxna

individer av tall och lövträd, främst björk men även en del bok. I och med att det blir ljusare i takt med att de barkborredödade granarna försvinner finns det en möjlighet att det nya trädbeståndet till större andel än tidigare kommer att bestå av lövträd, som ett svar på den ökade ljusmängden och minskad konkurrens från gran.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att det trots allt var relativt begränsade direkta effekter av stormen Gudrun, men att sekundäreffekter i form av barkborreangrepp har dödat fler träd än vad som fälldes av stormen. I provytorna ökade antalet lågor mellan 2001 och 2006 med 148, medan antalet barkborredödade träd efter stormen skattas till 385.

Tack till Fredrik Pilström och Erik Boström som i ur och skur krupit mellan lågor och utfört de båda extrainventeringarna.

10 Ökning av metylkvicksilver fjärde året efter Gudrun

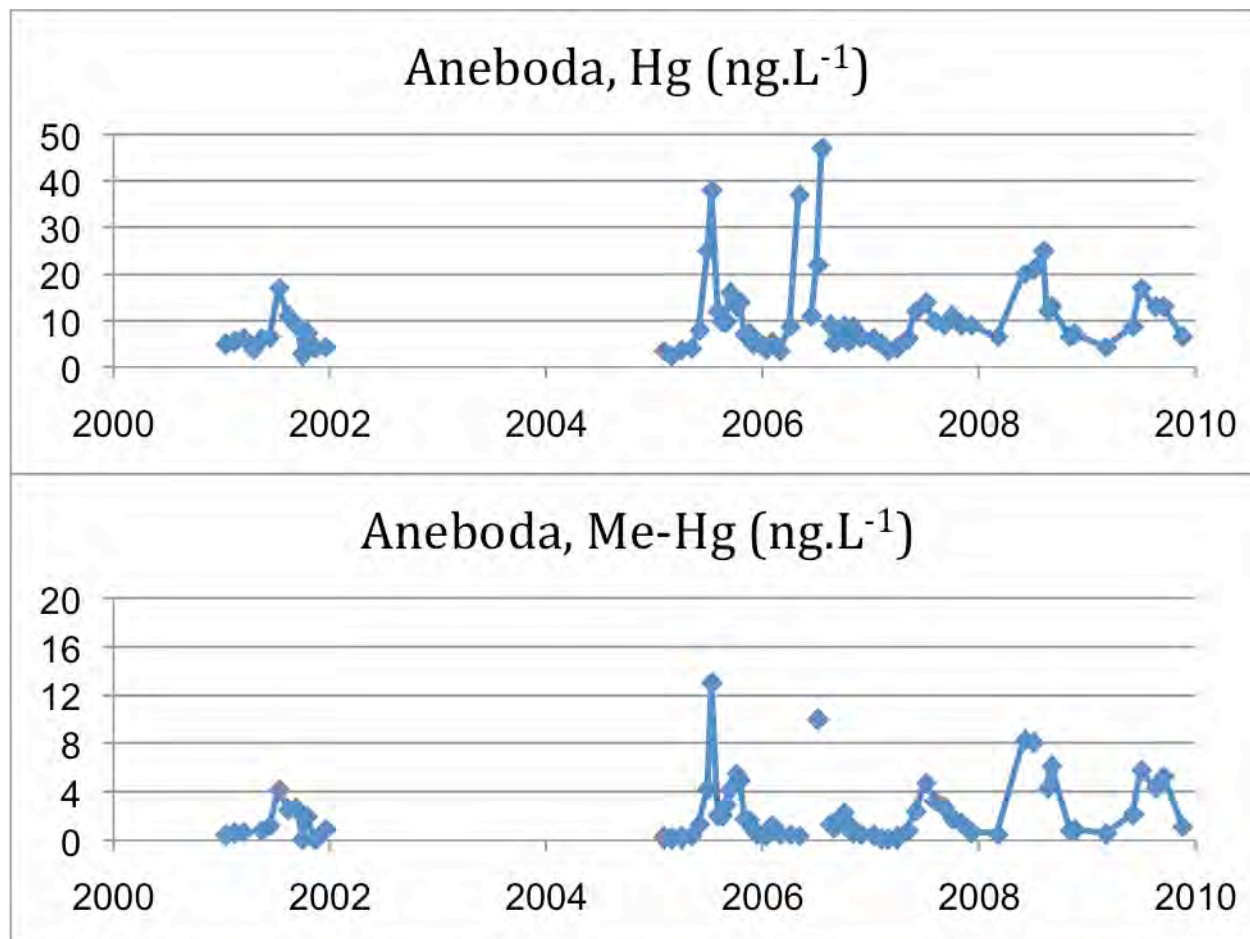
Löst organiskt kol (DOC) uppvisade successivt svag ökning i Aneboda-bäcken efter stormen Gudrun. En medelkoncentration på 20,9 mg/L åren 2003-2004 ökade till 23,3 mg/L 2006-2007 och ytterligare till 25,7 mg/L 2008-2009. Ökningen är måttlig men klart signifikant mellan perioderna (ANOVA). DOC uppvisade varierande nivåer även innan stormfällningen. Utvecklingen av DOC är av särskilt intresse för Hg som binder hårt till DOC.

De årliga medianhalterna för Hg ökade successivt efter stormen men inomårsvariationen var stor som framgår av 90-percentilerna (Tabell 5). Säsongsvariationen, med högst Hg-halter sommartid då även DOC var högt, förändrades inte efter stormen (Figur 17). Vinternivåerna var fortsatt låga. Även kvoten mellan Hg och löst organiskt kol låg på likartade nivåer före och efter stormen (tabell Hg1)

I Aneboda var såväl Hg-halterna i bäcken som andelen metyl-Hg av total-Hg anmärkningsvärt höga redan när skogsbeståndet var ostört. Metyl-Hg följde samma säsongsvariation som total-Hg, men fjärde och femte året efter stormen ökade halten metyl-Hg påtagligt (Tabell 5). Statistiskt signifikanta skillnader i halterna metyl-Hg uppmättes mellan perioderna 2000-2001 och 2008-2009 (ANOVA). Medelhalterna för metyl-Hg fördubblades nästan från 2,0 till 3,8 ng/L mellan perioderna. Medelhalten är mycket hög jämfört med exempel från svensk och internationell litteratur. Medelvärdena för total-Hg däremot var statistiskt oförändrade (ANOVA) och uppgick till 9.2 och 12.4 ng/L de båda perioderna.

Utryckt som årstransporter har flödena av Hg och metyl-Hg ökat efter stormen (Tabell 6). Såväl förändringar i koncentrationer och vattenflöden inverkar på resultaten.

Den partiella stormfällningen inom avrinningsområdet följdes av barkborreangrepp med kraftig inverkan på trädbeståndet i Aneboda. Det är i det senare skedet man ser effekt på metyl-Hg. Detta har skett medan de döende träden är stående och i stort sett inga markskador inträffat. Samband mellan mobilisering av metyl-Hg och markskador vid skogsbruk har rapporterats under det senaste årtiondet i litteraturen, första gången från en oönskad körskada i IM-området Gårdsjön. På senare tid har det kommit studier från norra Sverige som vid undvikande av markskador inte uppvisar så stora effekter efter kalhuggning (Sørensen et al 2009). Tidsserierna från bäcken i Aneboda och IM:s övriga mätprogram kan bidra till att öka förståelsen om Hg-dynamiken under sydsvenska förhållanden.



Figur 17. Halterna för kvicksilver (Hg) och metylkviksilver (Me-Hg) i bäckvattnet vid Aneboda under perioden 2000-2009.

Tabell 5. Kviksilver och metylkviksilver samt Hg/DOC-kvoter i Anebodabäcken före och efter stormen Gudrun. Årsvärden för koncentrationer.

	Hg (ng/L)		Metyl-Hg (ng/L)		Hg/DOC (µg/g)
	median	90-percentil	median	90-percentil	median
1997, 1998, n=7	6.1	23	0.2	2.0	0.38
2000, 2001, n=20	7.6	12	1.4	4.3	0.35
<u>Efter stormen:</u>					
2005, n=18	7.6	19	1.8	5.2	0.33
2006, n=15	8.5	31	1.1	2.2	0.33
2007, n=11	9.1	12	1.5	3.3	0.36
2008, 2009, n=14	12.5	21	4.4	7.7	0.35

Tabell 6. Årliga Hg-transporter i Aneboda-bäcken före och efter stormen

	Hg-transport (µg/m ²)	MetylHg-transport (µg/m ²)
2001	1.6	0.27
<u>Efter stormen:</u>		
2005	2.2	0.52
2006	4.3	0.31
2007	3.1	0.49
2008	3.3	0.68

11 Referenser

- Andersson, C., Langner, J., Bergström R., 2007. Interannual variation and trends in air pollution over Europe due to climate variability during 1958–2001 simulated with a regional CTM coupled to the ERA40 reanalysis. *Tellus*, 59B, 77–98.
- EDC, 1993. *Manual for integrated monitoring. Program phase 1993-1996*. National Board of Waters and the Environment, Helsingfors.
- Ferm, M., Hultberg, H. 1999. *Dry deposition and internal circulation of nitrogen, sulphur and base cations to a coniferous forest*. *Atmospheric Environment* 33, 4421-4430
- Karlsson, P.E., Akselsson, C., Hellsten, S. & Pihl Karlsson, G. (2010): *Krondroppsnätet – Tidsutveckling för lufthalter, nedfall och markvattenkemi i relation till förändringar av Europas emissioner*. IVL-Rapport B 1896.
- Kvarnäs, H. 2000. *The Q model, a simple conceptual model for runoff simulations in catchment areas*. Dep. of Environ. Assess., SLU, Report 2000:15.
- Leemans, R. (1991). Canopy gaps and establishment patterns of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in two old-growth coniferous forests in central Sweden. *Plant Ecology* 93:157-165
- Lundin, L. & Kvarnäs, H. 2002. *Long-term effects of forestry on runoff determined by modelled reference time series*. Proceedings of the XXII Nordic Hydrological Conference, Röros, Norway 4-7 August 2002. Nordic Hydrological Programme Report No. 47, 239-247.
- 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.
- Mann, H.B., 1945. *Non-parametric tests against trend*. *Econometrica* v. 13, p. 245–259.
- Nyiri, A., Gauss, M. & Klein, H. 2009. *Transboundary air pollution by main pollutants (S, N, O₃) and PM*. MSC-W Data Note 1/2009.

- Raab, B. och Vedin, H. 1995. *Klimat, sjöar och vattendrag. Sveriges Nationalatlas*. Bokförlaget Bra Böcker, Höganäs.
- Samuelsson, J., Ingelög, T. (1996) *Den levande döda veden: bevarande och nyskapande i naturen*. ArtDatabanken, SLU, Uppsala
- Schroeder, L.M., Lindelöw, Å. (2002). Attacks on living spruce trees by the bark beetle *Ips typographus* (Col. Scolytidae) following a storm-felling: a comparison between stands with and without removal of wind-felled trees. *Agricultural and Forest Entomology* 4:47-56
- 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
- Sørensen R, Meili M, Lambertsson L, von Brömssen C & Bishop K. 2009. The effects of forest harvest operations on mercury and methylmercury in two boreal streams: relatively small changes in the first two years prior to site preparation. *Ambio* 38 (7), 364-372.

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 2007. Mark- och grundvatten insamlas både i inströmningsområden (Recharge area) och utströmningsområden (Discharge area). Statistisk spridning redovisas som CV (Coefficient of Variation) och n_T visar antalet mättillfällen under året. Antalet analyser överstiger n_T i markvattnet eftersom 6-9 lysimetrar analyseras vid varje mättillfälle och på varje provtagningsnivå (n_o = totala antalet observationer).

Halterna återfinns enligt följande indelning:

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

Transporter

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

Transporterna återfinns enligt följande indelning:

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

Biologiska mätningar

Appendix 13:	Nedbrytning av föna (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 2007. Soil water and groundwater were collected both in recharge and discharge areas. Statistical variations are reported as Coefficient of Variation (CV) and n_T shows the number of samplings occasions during the year. In soil water, the numbers of analyses are much larger than n_T , since 6-9 lysimeters are sampled at each sampling occasion and at each sampling depth (n_o = total number of obs.).

The concentrations are found in the following order:

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

Fluxes

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

The fluxes are found in the following order:

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

Biological measurements

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

Meteorology and hydrology

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

	Unit	Year	Gårdsjön				Aneboda				Kindla				Gammtratten			
			Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n
Sulphur dioxide, SO ₂ *	µg S m ⁻³	1996	0,78	0,59	62%	12	0,87	0,65	82%	12	0,34	0,23	71%	12	-	-	-	-
		1997	0,41	0,38	50%	12	0,40	0,36	65%	12	0,22	0,16	73%	12	-	-	-	-
		1998	0,44	0,41	44%	12	0,40	0,35	65%	12	0,21	0,15	75%	11	-	-	-	-
		1999	0,43	0,40	38%	12	0,33	0,31	40%	12	0,22	0,19	46%	12	0,26	0,17	98%	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		
Nitrogen dioxide, NO ₂ *	µg N m ⁻³	1996	1,29	1,05	44%	12	0,71	0,56	51%	12	0,42	0,38	45%	12	-	-	-	-
		1997	1,33	1,08	58%	12	0,91	0,72	80%	12	0,50	0,31	74%	12	-	-	-	-
		1998	1,28	0,94	56%	12	0,81	0,59	66%	12	0,47	0,39	61%	12	-	-	-	-
		1999	1,26	1,00	47%	12	0,70	0,56	64%	12	0,46	0,44	57%	12	0,19	0,17	59%	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		

*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 ₃ *	µg O ₃ m ⁻³	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

pH	Gårdsjön					Aneboda					Kindla					Gammtratten				
	Mean	Median	CV	n ₀	n _T	Mean	Median	CV	n ₀	n _T	Mean	Median	CV	n ₀	n _T	Mean	Median	CV	n ₀	n _T
Bulk deposition	4,80	4,80	5%	12	12	4,80	4,77	5%	12	12	4,82	4,83	4%	12	12	4,96	4,96	6%	12	12
Throughfall	4,90	4,79	8%	12	12	5,19	5,09	8%	12	12	5,06	5,03	6%	12	12	4,99	5,05	6%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	4,61	4,61	1%	4	4	4,06	4,04	6%	8	3	4,47	4,56	6%	12	3	3,96	3,96	3%	6	2
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	4,68	4,7	1%	4	4	4,85	4,89	5%	27	3	4,80	4,82	3%	15	4	4,87	4,94	15%	11	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm	4,82	4,82	1%	4	4	5,23	5,20	7%	5	3	4,87	4,66	7%	12	2	5,50	5,66	6%	9	3
Groundwater, recharge area, F1:4	4,66	4,71	2%	4	4	4,83	4,85	2%	4	4	4,61	4,59	2%	4	4	6,05	6,05	0%	2	2
Groundwater, discharge area, F1:5	4,45	4,41	2%	2	2	5,39	5,43	5%	4	4	5,69	5,70	1%	4	4	5,39	5,40	0%	2	2
Stream water	4,29	4,31	1%	22	22	4,57	4,57	1%	24	24	4,64	4,62	2%	24	24	5,76	5,81	4%	23	23

Cond ₂₅ (mS m ⁻¹)	Gårdsjön					Aneboda					Kindla					Gammtratten				
	Mean	Median	CV	n ₀	n _T	Mean	Median	CV	n ₀	n _T	Mean	Median	CV	n ₀	n _T	Mean	Median	CV	n ₀	n _T
Bulk deposition	2,3	2,3	34%	12	12	2,0	2,0	40%	12	12	1,3	1,1	37%	12	12	1,1	1,0	43%	12	12
Throughfall	5,9	5,9	51%	12	12	2,6	2,5	38%	12	12	2,2	2,5	28%	12	12	1,3	1,0	50%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	7,7	7,7	21%	4	4	11,6	9,5	57%	8	3	3,6	3,2	36%	12	3	6,1	5,7	28%	6	2
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	7,8	7,9	13%	4	4	5,0	2,6	99%	27	3	2,7	2,6	20%	15	4	2,4	1,4	88%	11	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm	7,8	8,1	11%	4	4	6,8	6,8	14%	5	3	2,5	2,6	18%	12	2	1,6	1,7	16%	9	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	7,8	8,1	8%	4	4	8,1	7,7	27%	4	4	2,9	3,0	9%	4	4	2,2	2,2	22%	2	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	8,6	8,5	18%	4	4	6,5	6,5	16%	4	4	3,9	3,9	2%	4	4	1,5	1,5	18%	2	2
Stream water	9,2	8,6	28%	22	22	5,6	5,6	5%	24	24	2,8	2,8	6%	24	24	1,7	1,7	10%	23	23

Si (mg l ⁻¹)	Gårdsjön					Aneboda					Kindla					Gammtratten				
	Mean	Median	CV	n ₀	n _T	Mean	Median	CV	n ₀	n _T	Mean	Median	CV	n ₀	n _T	Mean	Median	CV	n ₀	n _T
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	3,4	3,4	0%	2	2	3,7	3,6	21%	5	3	3,7	3,6	10%	6	3	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	3,2	3,2	7%	2	2	3,8	3,6	33%	26	3	3,5	3,7	14%	10	4	2,9	2,8	39%	7	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm	2,8	2,8	8%	2	2	4,4	4,9	33%	5	3	4,1	4,0	9%	6	2	4,5	4,5	4%	7	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	2,1	2,1	-	1	1	4,5	4,5	16%	4	4	4,7	5,1	16%	4	4	14,3	14,3	6%	2	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	2,6	2,6	25%	2	2	9,1	9,5	40%	4	4	8,0	7,9	15%	4	4	5,0	5,0	16%	2	2
Stream water	3,2	3,1	19%	17	17	5,3	5,1	14%	24	24	3,9	4,0	10%	24	24	4,6	4,8	11%	23	23

Gårdsjön	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n _o	n _T		Mean	Median	CV	n _o	n _T
Bulk deposition	SO ₄ ²⁻ mEq/l	0,025	0,025	36%	12	12	Ca ²⁺ mEq/l	0,011	0,011	36%	12	12
Throughfall		0,055	0,056	46%	12	12		0,042	0,038	49%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,136	0,130	24%	4	4		0,018	0,018	36%	4	4
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,153	0,148	10%	4	4		0,039	0,030	58%	4	4
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,133	0,120	24%	4	4		0,022	0,021	32%	4	4
Groundwater, recharge area, F1:4		0,103	0,089	48%	4	4		0,023	0,025	24%	4	4
Groundwater, discharge area, F1:5		0,136	0,112	54%	4	4		0,033	0,029	32%	4	4
Stream water		0,149	0,104	109%	22	22		0,042	0,033	69%	22	22
Bulk deposition	Cl ⁻ mEq/l	0,063	0,048	78%	12	12	Mg ²⁺ mEq/l	0,021	0,019	49%	12	12
Throughfall		0,283	0,284	70%	12	12		0,077	0,082	56%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,307	0,312	40%	4	4		0,083	0,081	25%	4	4
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,309	0,322	23%	4	4		0,076	0,080	13%	4	4
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,432	0,479	24%	4	4		0,089	0,096	18%	4	4
Groundwater, recharge area, F1:4		0,413	0,442	16%	4	4		0,088	0,080	19%	4	4
Groundwater, discharge area, F1:5		0,401	0,423	22%	4	4		0,104	0,093	49%	4	4
Stream water		0,424	0,442	13%	22	22		0,115	0,093	82%	22	22
Bulk deposition	NO ₃ ⁻ mEq/l	0,027	0,030	37%	12	12	Na ⁺ mEq/l	0,069	0,060	64%	12	12
Throughfall		0,042	0,042	50%	12	12		0,260	0,258	61%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,000	0,000	0%	4	4		0,259	0,260	18%	4	4
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,000	0,000	56%	4	4		0,256	0,253	14%	4	4
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,004	0,002	114%	4	4		0,451	0,457	9%	4	4
Groundwater, recharge area, F1:4		0,002	0,002	100%	4	4		0,449	0,458	7%	4	4
Groundwater, discharge area, F1:5		0,018	0,008	144%	4	4		0,431	0,420	22%	4	4
Stream water		0,007	0,001	399%	22	22		0,415	0,404	14%	22	22
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-	K ⁺ mEq/l	0,004	0,002	132%	12	12
Throughfall		-	-	-	-	-		0,049	0,036	84%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		-	-	-	-	-		0,017	0,016	47%	4	4
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		-	-	-	-	-		0,027	0,025	33%	4	4
Soil water L2, discharge area, 20 cm		-	-	-	-	-		0,014	0,015	15%	4	4
Groundwater, recharge area, F1:4		-	-	-	-	-		0,024	0,022	43%	4	4
Groundwater, discharge area, F1:5		-	-	-	-	-		0,012	0,012	39%	4	4
Stream water		-	-	-	-	-		0,013	0,012	37%	22	22
Bulk deposition	RCOO ⁻ mEq/l	0,008	0,007				NH ₄ ⁺ mEq/l	0,022	0,023	59%	12	12
Throughfall		0,056	0,034					0,018	0,016	53%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,063	0,061					0,002	0,001	130%	4	4
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,042	0,041					0,001	0,000	174%	4	4
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,021	0,020					0,001	0,001	110%	4	4
Groundwater, recharge area, F1:4		0,064	0,060					0,008	0,005	100%	4	4
Groundwater, discharge area, F1:5		0,055	0,055					0,006	0,005	63%	4	4
Stream water		0,058	0,057					0,001	0,000	138%	22	22
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,010	-0,011				H ⁺ mEq/l	0,016	0,016			
Throughfall		0,048	0,032					0,013	0,016			
Soil water L1, recharge area, 20 cm		-0,066	-0,067					0,025	0,025			
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		-0,064	-0,082					0,021	0,021			
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,007	-0,012					0,015	0,015			
Groundwater, recharge area, F1:4		0,066	0,052					0,022	0,019			
Groundwater, discharge area, F1:5		0,025	0,012					0,035	0,039			
Stream water		0,005	-0,005					0,051	0,049			

Aneboda	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n ₀	n _T		Mean	Median	CV	n ₀	n _T
Bulk deposition	SO ₄ ²⁻ mEq/l	0,026	0,023	46%	12	11	Ca2+ mEq/l	0,011	0,011	47%	12	11
Throughfall		0,027	0,025	49%	12	12		0,020	0,018	35%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,193	0,043	145%	8	3		0,044	0,058	56%	5	2
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,174	0,088	113%	27	4		0,024	0,010	127%	26	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,151	0,156	43%	5	2		0,061	0,058	39%	5	2
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,241	0,241	11%	4	4		0,095	0,095	4%	4	4
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,023	0,022	17%	4	4		0,148	0,148	13%	4	4
Stream water		0,103	0,129	43%	24	24		0,086	0,085	8%	24	24
Bulk deposition	Cl ⁻ mEq/l	0,038	0,032	84%	12	11	Mg2+ mEq/l	0,010	0,008	68%	12	11
Throughfall		0,068	0,067	58%	12	12		0,020	0,017	51%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,345	0,151	127%	8	3		0,064	0,049	53%	5	2
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,191	0,080	129%	27	4		0,036	0,018	117%	26	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,332	0,323	27%	5	2		0,096	0,090	32%	5	2
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,271	0,257	23%	4	4		0,089	0,090	11%	4	4
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,218	0,214	19%	4	4		0,120	0,113	15%	4	4
Stream water		0,191	0,188	8%	24	24		0,076	0,075	8%	24	24
Bulk deposition	NO3 ⁻ mEq/l	0,035	0,034	48%	12	11	Na+ mEq/l	0,041	0,034	75%	12	11
Throughfall		0,019	0,020	95%	12	12		0,064	0,056	47%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,002	0,000	114%	5	1		0,408	0,132	110%	5	2
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,000	0,000	100%	26	4		0,159	0,072	116%	26	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,001	0,000	82%	5	2		0,333	0,342	14%	5	2
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,000	0,000	68%	4	4		0,294	0,287	20%	4	4
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,001	0,001	48%	4	4		0,205	0,215	11%	4	4
Stream water		0,005	0,004	89%	24	24		0,204	0,209	5%	24	24
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-	K ⁺ mEq/l	0,005	0,005	90%	12	11
Throughfall		-	-	-	-	-		0,071	0,054	86%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-0,546	-0,528	29%	4	2		0,062	0,010	192%	5	2
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,112	-0,031	51%	27	4		0,011	0,007	117%	26	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,001	-0,001	3267%	5	2		0,009	0,009	62%	5	2
Groundwater, recharge area, 3,2 m		-0,025	-0,015	130%	4	4		0,018	0,019	8%	4	4
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,119	0,116	128%	4	4		0,013	0,012	43%	4	4
Stream water		-0,081	-0,078	-28%	24	24		0,020	0,020	24%	24	24
Bulk deposition	RCOO ⁻ mEq/l	0,010	0,010				NH4+ mEq/l	0,032	0,026	72%	12	11
Throughfall		0,086	0,046					0,013	0,009	148%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,317	0,349					0,019	0,018	90%	8	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,025	0,020					0,006	0,001	169%	27	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,077	0,039					0,005	0,004	106%	5	2
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,012	0,011					0,001	0,001	77%	4	4
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,308	0,272					0,049	0,048	11%	4	4
Stream water		0,132	0,116					0,003	0,002	99%	24	24
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,032	-0,031				H+ mEq/l	0,016	0,017			
Throughfall		0,061	0,033					0,006	0,008			
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,039	0,055					0,087	0,091			
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,135	-0,062					0,014	0,013			
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,016	0,020					0,006	0,006			
Groundwater, recharge area, 3,2 m		-0,016	-0,007					0,015	0,014			
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,244	0,251					0,004	0,004			
Stream water		0,086	0,068					0,027	0,027			

Kindla	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n ₀	n _T		Mean	Median	CV	n ₀	n _T
Bulk deposition	SO ₄ ²⁻ mEq/l	0,016	0,015	38%	12	12	Ca2+ mEq/l	0,008	0,007	58%	12	12
Throughfall		0,027	0,022	61%	12	12		0,029	0,027	51%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,088	0,089	15%	12	3		0,007	0,007	23%	11	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,098	0,099	10%	15	3		0,008	0,007	25%	15	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,063	0,072	51%	12	3		0,016	0,016	27%	9	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,090	0,092	9%	4	4		0,036	0,012	142%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,103	0,101	11%	4	4		0,088	0,081	32%	4	4
Stream water		0,083	0,083	19%	24	24		0,022	0,020	34%	24	24
Bulk deposition	Cl ⁻ mEq/l	0,015	0,012	67%	12	12	Mg2+ mEq/l	0,005	0,005	48%	12	12
Throughfall		0,044	0,041	46%	12	12		0,018	0,019	43%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,075	0,073	34%	12	3		0,012	0,011	23%	11	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,063	0,059	31%	15	3		0,013	0,013	20%	15	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,057	0,058	19%	12	3		0,017	0,016	23%	9	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,059	0,062	18%	4	4		0,013	0,013	9%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,053	0,054	10%	4	4		0,049	0,050	18%	4	4
Stream water		0,056	0,055	15%	24	24		0,020	0,019	15%	24	24
Bulk deposition	NO ₃ ⁻ mEq/l	0,021	0,016	55%	12	12	Na+ mEq/l	0,019	0,015	61%	12	12
Throughfall		0,012	0,011	96%	12	12		0,039	0,037	35%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,000	0,000	66%	6	2		0,084	0,084	11%	11	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,000	0,000	58%	10	2		0,080	0,083	11%	15	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,001	0,000	86%	6	2		0,085	0,085	7%	9	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,001	0,001	100%	4	4		0,078	0,078	6%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,001	0,001	29%	4	4		0,131	0,131	9%	4	4
Stream water		0,000	0,000	82%	24	24		0,091	0,089	7%	24	24
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-	K ⁺ mEq/l	0,002	0,002	59%	12	12
Throughfall		-	-	-	-	-		0,061	0,051	48%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-0,092	-0,071	57%	11	3		0,003	0,003	48%	11	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,050	-0,043	51%	15	3		0,006	0,005	57%	15	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-0,037	-0,057	77%	12	3		0,002	0,002	46%	9	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		-0,039	-0,041	38%	4	4		0,005	0,005	11%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,161	0,154	12%	4	4		0,008	0,007	31%	4	4
Stream water		-0,047	-0,049	-21%	24	24		0,003	0,002	78%	24	24
Bulk deposition	RCOO ⁻ mEq/l	0,010	0,011				NH ₄ ⁺ mEq/l	0,015	0,012	76%	12	12
Throughfall		0,084	0,074					0,007	0,006	66%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,058	0,033					0,002	0,001	136%	12	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,021	0,022					0,002	0,001	177%	15	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,061	0,052					0,006	0,002	137%	12	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,027	0,026					0,001	0,001	83%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,068	0,074					0,001	0,001	67%	4	4
Stream water		0,044	0,045					0,001	0,000	61%	24	24
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,018	-0,014				H ⁺ mEq/l	0,015	0,015			
Throughfall		0,064	0,060					0,009	0,009			
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-0,057	-0,057					0,034	0,028			
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,053	-0,050					0,016	0,015			
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-0,001	-0,010					0,013	0,022			
Groundwater, recharge area, 2,4 m		-0,018	-0,047					0,024	0,026			
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,119	0,113					0,002	0,002			
Stream water		-0,004	-0,008					0,023	0,024			

Gammtratten	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n ₀	n _T		Mean	Median	CV	n ₀	n _T
Bulk deposition	SO ₄ ²⁻ mEq/l	0,018	0,012	69%	12	12	Ca2+ mEq/l	0,010	0,007	79%	12	12
Throughfall		0,020	0,013	77%	12	12		0,013	0,008	94%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,025	0,025	59%	6	2		0,029	0,023	79%	4	2
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,023	0,021	38%	11	3		0,013	0,009	68%	10	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,029	0,037	67%	9	3		0,052	0,053	36%	9	3
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,038	0,038	7%	2	2		0,069	0,069	6%	2	2
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,037	0,037	0%	2	2		0,039	0,039	29%	2	2
Stream water		0,038	0,039	16%	23	23		0,064	0,064	16%	23	23
Bulk deposition	Cl ⁻ mEq/l	0,010	0,009	59%	12	12	Mg2+ mEq/l	0,005	0,004	52%	12	12
Throughfall		0,016	0,013	78%	12	12		0,008	0,006	63%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,063	0,066	66%	6	2		0,016	0,016	59%	4	2
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,045	0,022	103%	11	3		0,008	0,007	49%	10	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,017	0,017	18%	9	3		0,021	0,022	19%	9	3
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,031	0,031	18%	2	2		0,021	0,021	7%	2	2
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,038	0,038	9%	2	2		0,016	0,016	41%	2	2
Stream water		0,022	0,021	18%	23	23		0,027	0,027	17%	23	23
Bulk deposition	NO ₃ ⁻ mEq/l	0,015	0,014	50%	12	12	Na+ mEq/l	0,013	0,012	62%	12	12
Throughfall		0,012	0,014	65%	12	12		0,022	0,019	56%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-		0,064	0,063	34%	4	2
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,000	0,000	55%	7	3		0,030	0,030	34%	10	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,000	0,000	50%	7	3		0,055	0,054	14%	9	3
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,002	0,002	37%	2	2		0,072	0,072	5%	2	2
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,000	0,000	61%	2	2		0,067	0,067	12%	2	2
Stream water		0,000	0,000	89%	23	23		0,062	0,062	11%	23	23
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-	K ⁺ mEq/l	0,004	0,002	124%	12	12
Throughfall		-	-	-	-	-		0,012	0,008	92%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-0,234	-0,234	-	1	1		0,009	0,004	121%	4	2
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,034	-0,010	199%	9	3		0,009	0,008	46%	10	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,056	0,066	77%	8	3		0,001	0,001	119%	9	3
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,113	0,113	23%	2	2		0,016	0,016	27%	2	2
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,027	0,027	141%	2	2		0,011	0,011	0%	2	2
Stream water		0,044	0,046	52%	23	23		0,004	0,004	38%	23	23
Bulk deposition	RCOO ⁻ mEq/l	0,009	0,007				NH ₄ ⁺ mEq/l	0,011	0,008	75%	12	12
Throughfall		0,028	0,023					0,009	0,005	105%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		#####	#####					0,002	0,000	129%	6	2
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,042	0,020					0,000	0,000	96%	11	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,035	0,028					0,000	0,000	67%	9	3
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,024	0,024					0,008	0,008	90%	2	2
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,022	0,022					0,022	0,022	125%	2	2
Stream water		0,065	0,060					0,000	0,000	44%	23	23
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,011	-0,010				H ⁺ mEq/l	0,011	0,011			
Throughfall		0,007	0,001					0,010	0,009			
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		#####	#####					0,110	0,110			
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,008	0,010					0,013	0,011			
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,083	0,076					0,003	0,002			
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,107	0,107					0,001	0,001			
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,058	0,058					0,004	0,004			
Stream water		0,097	0,097					0,002	0,002			

		Gårdsjön					Anebodda					Kindla					Gammatratten				
		Mean	Median	CV	n ₀	n _r	Mean	Median	CV	n ₀	n _r	Mean	Median	CV	n ₀	n _r	Mean	Median	CV	n ₀	n _r
		Bulk deposition	Al mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	(Acid sol.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	2,85	1,35	93%	5	1	1,07	1,01	23%	11	3	1,26	1,18	50%	4	2
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	1,58	0,72	131%	24	4	0,93	0,94	12%	15	3	0,28	0,18	107%	10	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	0,64	0,61	38%	4	2	0,89	0,89	16%	9	3	0,26	0,11	121%	9	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	1,12	1,07	38%	4	4	0,82	0,78	13%	4	4	0,07	0,07	16%	2	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	1,6	1,53	39%	4	4	0,35,3	0,36	27%	4	4	0,17	0,17	4%	2	2
Stream water		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulk deposition	Al tot mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		1,42	1,43	7%	4	4	-	-	-	-	-	0,93	0,90	11%	6	3	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		1,26	1,28	7%	4	4	0,54	0,49	23%	6	4	0,76	0,71	17%	8	3	0,06	0,06	-	1	1
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,68	0,71	13%	4	4	0,69	0,69	-	1	1	0,81	0,78	11%	6	3	0,28	0,13	125%	3	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		0,68	0,70	46%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		0,62	0,61	12%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		0,63	0,56	35%	20	20	0,56	0,46	41%	24	24	0,58	0,57	11%	24	24	0,21	0,20	31%	23	24
Bulk deposition	Al org mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,79	0,82	15%	4	4	-	-	-	-	-	0,29	0,28	22%	6	3	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,55	0,51	18%	4	4	0,07	0,07	44%	6	4	0,15	0,12	31%	8	3	0,03	0,03	-	1	1
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,22	0,20	21%	4	4	0,48	0,48	-	1	1	0,49	0,48	27%	6	3	0,25	0,13	119%	3	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		0,52	0,55	61%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		0,39	0,38	24%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		0,40	0,40	23%	20	20	0,43	0,32	51%	24	24	0,32	0,32	19%	24	24	0,19	0,18	30%	23	23
Bulk deposition	Al inorg mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,63	0,59	33%	4	4	-	-	-	-	-	0,64	0,63	8%	6	3	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,71	0,79	26%	4	4	0,47	0,42	29%	6	4	0,61	0,58	14%	8	3	0,03	0,03	-	1	1
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,47	0,51	28%	4	4	0,21	0,21	-	1	1	0,33	0,35	57%	6	3	0,03	0,01	176%	3	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		0,16	0,16	42%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		0,23	0,23	10%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		0,23	0,18	102%	20	20	0,13	0,13	20%	24	24	0,26	0,27	16%	24	24	0,01	0,01	80%	23	23
Bulk deposition	Fe mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,08	0,08	19%	4	4	0,41	0,21	111%	5	1	0,11	0,03	141%	11	3	0,57	0,49	31%	4	2
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,04	0,04	30%	4	4	0,02	0,02	76%	26	4	0,07	0,03	157%	15	3	0,07	0,01	243%	10	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,02	0,01	18%	4	4	0,95	0,58	133%	5	2	0,29	0,19	94%	9	3	1,58	1,09	113%	9	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		0,71	0,72	94%	4	4	0,02	0,02	31%	4	4	0,04	0,03	42%	4	4	0,02	0,02	12%	2	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		0,77	0,61	58%	4	4	9,93	9,60	10%	4	4	0,33	0,32	34%	4	4	0,10	0,10	34%	2	2
Stream water		0,42	0,42	25%	20	20	2,03	0,86	85%	24	24	0,41	0,24	78%	24	24	0,45	0,39	30%	23	23
Bulk deposition	Mn mg/l	0,00	0,00	100%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,07	0,02	154%	4	4	0,28	0,14	133%	5	1	0,01	0,01	48%	11	3	0,05	0,01	168%	4	2
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,07	0,02	156%	4	4	0,08	0,03	157%	26	4	0,01	0,01	46%	15	3	0,02	0,01	201%	10	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,08	0,02	161%	4	4	0,05	0,06	23%	5	2	0,01	0,01	35%	9	3	0,00	0,00	73%	9	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		0,08	0,02	164%	4	4	0,12	0,13	38%	4	4	0,01	0,01	20%	4	4	0,01	0,01	11%	2	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		0,08	0,15	163%	4	4	0,08	0,08	16%	4	4	0,01	0,01	9%	4	4	0,01	0,01	7%	2	2
Stream water		0,05	0,02	187%	22	22	0,06	0,05	11%	24	24	0,04	0,04	54%	24	24	0,01	0,01	49%	23	23
Bulk deposition	Cu µg/l	0,49	0,43	65%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	5,1	5,6	32%	3	1	1,5	0,8	121%	10	3	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	1,5	1,4	68%	23	4	2,2	1,1	147%	15	3	0,5	0,5	-	1	1
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	1,7	1,6	48%	4	1	0,5	0,4	44%	8	3	0,7	0,5	68	4	2
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,3	9,3	6,1	2	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,5	14,5	43,9	2	2
Stream water		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,3	32%	23	23
Bulk deposition	Pb µg/l	0,58	0,63	48%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	5,5	2,0	133%	3	1	1,1	0,7	72%	10	3	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	0,9	0,5	164%	23	4	0,9	0,3	197%	15	3	0,1	0,1	-	1	1
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	1,2	0,8	98%	4	1	1,1	1,0	60%	8	3	1,0	0,6	84,0	4	2
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	11,8	2	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,3	34,3	2	2
Stream water		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,2	70%	23	23
Bulk deposition	Zn µg/l	3,77	3,78	48%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	236	84	122%	3	1	24	15	72%	10	3	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	208	150	93%	23	4	73	43	94%	15	3	8,9	8,9	-	1	1
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	372	375	66%	4	1	76	77	35%	8	3	6,4	4,9	59,0	4	2
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30,5	30,5	11,6	2	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52,0	52,0	19,0	2	2
Stream water		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,1	2,0	24%	23	23
Bulk deposition	Cd µg/l	0,03	0,02	58%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	0,42	0,44	7%	3	1	0,11	0,11	12%	10	3	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	0,10	0,09	72%	23	4	0,11	0,09	47%	15	3	0,01	0,01	-	1	1
Soil water, discharge area, 30-50 cm																					

		Gårdsjön					Aneboda					Kindla					Gammtratten				
		Mean	Median	CV	n ₀	n _T	Mean	Median	CV	n ₀	n _T	Mean	Median	CV	n ₀	n _T	Mean	Median	CV	n ₀	n _T
		Bulk deposition	Hg ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,36	2,00	62%
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,70	4,85	54%	12	10
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,00	3,30	82%	9	3	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,40	1,15	76%	14	3	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,30	3,30	21%	2	1	4,40	4,50	12%	4	2
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		4,60	4,20	30%	13	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulk deposition	Metyl-Hg ng/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	53%	6	6
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	83%	12	10
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,13	-	-	8	2	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,07	-	-	10	2	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25	0,25	28%	2	1	1,80	1,70	53%	4	2
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		0,37	0,13	151%	13	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulk deposition	Cr µg/l	0,4	0,4	82%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	0,92	0,95	32%	3	1	0,40	0,37	37%	10	3	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	0,37	0,35	68%	23	4	0,27	0,26	18%	15	3	0,31	0,31	-	1	1
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	0,59	0,46	58%	4	1	0,43	0,42	20%	8	3	0,30	0,19	102%	4	2
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,44	0,44	45%	2	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,61	0,61	84%	2	2
Stream water		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,25	0,26	18%	23	23
Bulk deposition	Ni µg/l	0,3	0,2	60%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	4,87	5,50	46%	3	1	0,35	0,35	25%	10	3	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	1,39	0,84	94%	23	4	0,43	0,41	24%	15	3	0,31	0,31	-	1	1
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	1,53	1,55	16%	4	1	0,53	0,53	29%	8	3	0,30	0,19	88%	4	2
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,73	0,70	2%	2	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,06	1,06	19%	2	2
Stream water		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,27	0,26	26%	23	23
Bulk deposition	Co µg/l	0,02	0,02	53%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	8,62	9,79	91%	3	1	0,49	0,51	19%	10	3	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	2,39	1,24	147%	23	4	0,59	0,53	25%	15	3	0,21	0,21	-	1	1
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	2,86	3,02	30%	4	1	0,57	0,55	41%	8	3	0,23	0,20	59%	4	2
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	0,08	5%	2	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14	0,14	30%	2	2
Stream water		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,28	0,21	58%	23	23
Bulk deposition	V µg/l	0,7	0,7	52%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	2,23	0,65	127%	3	1	0,47	0,28	118%	10	3	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	0,14	0,13	48%	23	4	0,14	0,14	28%	15	3	0,10	0,10	-	1	1
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	0,61	0,43	76%	4	1	0,66	0,68	13%	8	3	0,16	0,12	83%	4	2
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,03	0%	2	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,06	13%	2	2
Stream water		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,38	0,30	53%	23	23
Bulk deposition	As µg/l	0,2	0,2	32,0	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	1,46	0,36	132%	3	1	0,25	0,19	74%	10	3	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	0,09	0,09	74%	22	4	0,11	0,12	21%	15	3	0,06	0,06	-	1	1
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	0,27	0,23	54%	4	1	0,25	0,23	36%	8	3	1,09	0,95	82%	4	2
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,04	0%	2	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,06	13%	2	2
Stream water		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,66	0,56	45%	23	23

Gårdsjön	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)						
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Org-N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	DOC
Bulk deposition	4,3	5,7	1,2	11,2	-	0,04	19
Throughfall	2,5	5,4	2,9	10,7	-	0,08	76
Litterfall				93		6,1	4067
Stream water	0,1	0,4	2,2	2,7	-	0,032	112

Aneboda	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)						
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Org-N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	TOC
Bulk deposition	3,7	4,5	1,1	7,9	-	-	12
Throughfall	0,8	1,3	1,8	4,0	-	-	74
Litterfall				38,7		3,4	1695
Stream water	0,09	0,32	1,7	2,1	0,017	0,048	77

Kindla	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)						
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Org-N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	TOC
Bulk deposition	2,0	3,0	1,1	6,8	-	-	16
Throughfall	0,5	0,9	2,0	3,4	-	-	84
Litterfall				12,4		0,7	685
Stream water	0,03	0,02	1,1	1,2	0,014	0,022	51

Gammtratten	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)						
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Org-N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	TOC
Bulk deposition	0,6	1,0	0,5	2,2	-	-	5
Throughfall	0,3	0,7	0,5	1,5	-	-	25
Litterfall				6,1		0,7	413
Stream water	0,01	0,01	0,4	0,4	0,009	0,018	24

Gårdsjön	Anion fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)						
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	RCOO ⁻	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	37	118	41	0	54	250	-4
Throughfall	55	312	39	0	73	479	39
Litterfall	49						
Stream water	126	358	6,2	0	49	539	4

Gårdsjön	Cation fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)							
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	H ⁺	Sum(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	18	39	130	5	31	27	250	0
Throughfall	38	80	284	43	18	16	479	0
Litterfall	337	95	10	25				
Stream water	35	97	351	11	5	43	543	4

Aneboda	Anion fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)						
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	RCOO ⁻	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	22	38	32	0	17	109	-26
Throughfall	16	45	10	0	52	123	41
Litterfall	19						
Stream water	41	64	2,3	0	39	146	26

Aneboda	Cation fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)							
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	H ⁺	Sum(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	10	10	42	4	26	17	109	0
Throughfall	13	12	41	46	6	5	123	0
Litterfall	145	29	2	17				
Stream water	29	27	70	8	0,7	9	144	-2

Kindla	Anion fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)						
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	RCOO ⁻	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	16	18	22	0	12	68	-20
Throughfall	15	27	6	0	50	98	40
Litterfall	7						
Stream water	52	32	0,1	0	26	110	-7

Kindla	Cation fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)							
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	H ⁺	Sum(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	7	5	22	2	14	18	68	0
Throughfall	16	10	24	38	4	6	98	0
Litterfall	37	10	0	5				
Stream water	11	12	54	1	0,2	16	94	-16

Gammtratten	Anion fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)						
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	RCOO ⁻	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	7	4	7	0	6	24	-5
Throughfall	7	6	5	0	12	30	4
Litterfall	4						
Stream water	10	6	0,0	9	18	43	24

Gammtratten	Cation fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)							
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	H ⁺	Sum(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	4	2	6	1	5	6	24	0
Throughfall	4	3	9	6	2	6	30	0
Litterfall	34	7	0	4				
Stream water	16	7	16	1	0,1	1	40	-3

Gårdsjön	Metal fluxes (mg m ⁻² y ⁻¹)								
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition	-	-	-	-	1	0,5	0,5	3,0	0,02
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	124	-	-	164	725	4,3	1	84	0,20
Stream water	531	339	192	352	45	-	-	-	-

Aneboda	Metal fluxes (mg m ⁻² y ⁻¹)								
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	41	-	-	45	649	1,3	0,61	28,1	0,07
Stream water	164	120	44	476	20	-	-	-	-

Kindla	Metal fluxes (mg m ⁻² y ⁻¹)								
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	23	-	-	20	157	0,48	0,64	11,3	0,03
Stream water	364	196	168	178	25	-	-	-	-

Gammtratten	Metal fluxes (mg m ⁻² y ⁻¹)								
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	14	-	-	16	113	0,3	0,32	9,4	0,02
Stream water	59	55	5	114	4	0,1	0,1	0,6	0,00

Gårdsjön	Metal fluxes (µg m ⁻² y ⁻¹)						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition	-	-	351	190	14	704	141
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	-	-	-	-	-	-	-
Stream water	-	-	-	-	-	-	-

Aneboda	Metal fluxes (µg m ⁻² y ⁻¹)						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	23,4	-	1271	1300	1049	154	28
Stream water	-	-	-	-	-	-	-

Kindla	Metal fluxes (µg m ⁻² y ⁻¹)						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	12,0	-	559	569	320	96	14
Stream water	-	-	-	-	-	-	-

Gammtratten	Metal fluxes (µg m ⁻² y ⁻¹)						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition	2,4	0,0	-	-	-	-	-
Throughfall	2,4	0,0	-	-	-	-	-
Litterfall	7,7	-	286	296	143	58	11
Stream water	-	-	66	72	66	85	153

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 ₀	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 ₀	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 ₀	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 ₀	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 ₀	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 ₀	18	18	17	18	18	17	18	18	17	18	18	18

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
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 ₀	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 ₀	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 ₀	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 ₀	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 ₀	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 ₀	18	17	18	17	16	15	18	18	18	18	18	18

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
Gårdsjön					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	105,1		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	67,34		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	141,5		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	
Aneboda					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	74,56		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	55,07		16	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	114,6		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	
Kindia					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
Gammtratten					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, %	Bla 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. On each tree trunk is one sample plot 40x40 cm with 400 points on which hits of lichens are observed giving point frequency. On the trunk between 50 and 200 cm above ground all species, besides those on the plot, are noted as to presence.

n.o of lichen species total = on and outside sample plots on all trees

n.o of lichens per tree = mean number of lichen species on and outside the sample plot per tree individual

sensitivity index per tree sp. = mean of all individuals of the resp. tree species; only lichens present on sample plots and having indicator values are included

n lich. = number of lichen species involved in the calculation

n trees = number of tree individuals on which observations were performed

Algae on needles and lichens on twigs of spruce

	1998				1999				2000				2001				2002			2003			2004			2005			2006			2007**			2008					
	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			
Gårdsjön																																								
Algae																																								
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			
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			
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			
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			
Lichens																																								
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	n/a	10	0,0	316	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			

* 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		
	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			
Aneboda																																					
Algae																																					
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				1,0	41	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				4,5	37	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				4,0	19	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				2,2	53	20
Lichens																																					
amount on branch	1,6	1,7	29	20	1,7	1,7	32	20	1,8	2,0	23	20	1,8	2,0	20	20	1,6	28	20	1,5	31	20	1,7	29	20	1,5	32	20	1,0	42	20				1,5	38	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				5,9	23	20

	1998				1999				2000				2001				2002			2003			2004			2005			2006			2007			2008		
	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			
Kinda																																					
Algae																																					
thickness on needles	1,9	2,0	40	20	2,0	2,0	27	20	2,1	2,0	17	20	2,0	2,0	9	20	2,2	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
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
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
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
Lichens																																					
amount on branch	1,7	1,7	17	20	1,8	1,7	15	20	1,3	1,3	27	20	1,0	1,0	9	20	1,1	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
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

	1998				1999				2000				2001				2002			2003			2004			2005			2006			2007			2008 - no data					
	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						
Gammtratten																																								
Algae																																								
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						
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			
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						
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						
Lichens																																								
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						
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						

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

Kindla 2	species	list	2008			n spec.
			mean %	median	CV%	
n:o of species total						55
cover field layer			22	20	75	19
cover bottom layer			93	98	12	36
cover dominant 1	Sphagnum girgensohnii	M2	56	70	63	
cover dominant 2	Vaccinium myrtillus	B4	15	11	117	
cover dominant 3	Sphagnum affine/fallax	M2	11	0	271	
						#sub plots
plot frequency dominant 1	Sphagnum girgensohnii	M2				30
plot frequency dominant 2	Vaccinium myrtillus	B4				25
plot frequency dominant 3	Polytrichum commune	B4				23
species diversity index (H')						2,9
Equitability (J)						0,51
Ellenberg N index (N)						2,7
Ellenberg pH index (R)						1,5

Aneboda 2

Inventory of this plot was scheduled for 2008. However due to secondary damages after the storm in 2005,

Comments

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

Chemistry of spruce needles and needles in litterfall

Gårdsjön 2008		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	5419				7296				-	-	-	-
Mg	µg/g dw	1232				1264				-	-	-	-
Na	µg/g dw	228				289				-	-	-	-
K	µg/g dw	5979				4954				-	-	-	-
P	µg/g dw	1155				1065				-	-	-	-
N	%	1,25				1,18				-	-	-	-
C	%	51				51				-	-	-	-
S	mg/g dw	0,90				0,92				-	-	-	-
C/N	weight basis	41				43				-	-	-	-
Cu	µg/g dw	2,4				2,1				-	-	-	-
Pb	µg/g dw	0,12				0,21				-	-	-	-
Zn	µg/g dw	58				61				-	-	-	-
Cd	µg/g dw	0,08				0,08				-	-	-	-
Hg	µg/g dw	0,03				0,04				-	-	-	-
Mn	µg/g dw	847				1061				-	-	-	-
Al	µg/g dw	57				75				-	-	-	-
Fe	µg/g dw	62				74				-	-	-	-
Arginine	µmol/g dw	1,41	0,72	82	9								

Aneboda 2008		Current needles				Current needles +1				Needles in litterfall			
Element	Unit	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n ¹⁾	Mean	Median	CV%	n
Ca	µg/g dw	5129			2	5721			2	8549	8524	21	3
Mg	µg/g dw	1156				1101				807	776	26	3
Na	µg/g dw	38				68				151	150	26	3
K	µg/g dw	5052				4039				1440	1344	41	3
P	µg/g dw	1251				1124				822	782	12	3
N	%	1,1				1,2				0,91	0,92	5	3
C	%	50				51				51	51	1	3
S	mg/g dw	0,76				0,78				0,75	0,75	3	3
C/N	weight basis	44				44				56	56	4	3
Cu	µg/g dw	2,0				1,9				2,4	2,4	7	2
Pb	µg/g dw	0,24				0,25				1,5	1,4	14	3
Zn	µg/g dw	35				33				64	71	26	3
Cd	µg/g dw	0,02				0,04				0,18	0,17	11	3
Hg	µg/g dw	0,03				0,04				0,07	0,07	6	3
Mn	µg/g dw	1329				1389				1842	1711	21	3
Al	µg/g dw	59				76				162	168	12	3
Fe	µg/g dw	43				47				81	81	5	2
Arginine	µmol/g dw	0,99	0,44	85	7								

Kindla 2008		Current needles				Current needles +1				Needles in litterfall			
Element	Unit	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n ¹⁾	Mean	Median	CV%	n
Ca	µg/g dw	4020				4393				5871	6103	20	3
Mg	µg/g dw	971				832				680	735	16	3
Na	µg/g dw	47				59				101	101	10	3
K	µg/g dw	4940				4045				1541	11713	20	3
P	µg/g dw	919				823				470	513	16	3
N	%	1,09				1,04				0,71	0,73	11	3
C	%	51				51				51	51	2	3
S	mg/g dw	0,75				0,74				0,65	0,68	7	3
C/N	weight basis	47				50				73	69	13	3
Cu	µg/g dw	1,9				1,7				2,2	2,3	11	3
Pb	µg/g dw	0,17				0,21				1,0	0,9	13	3
Zn	µg/g dw	33				32				45	48	14	3
Cd	µg/g dw	0,02				0,02				0,12	0,08	68	3
Hg	µg/g dw	0,03				0,04				0,07	0,08	15	3
Mn	µg/g dw	1255				1178				1483	1602	19	3
Al	µg/g dw	55				69				180	184	12	3
Fe	µg/g dw	40				49				124	113	58	3
Arginine	µmol/g dw	1,98	0,28	43	11								

Gamutr. 2008		Current needles				Current needles +1				Needles in litterfall			
Element	Unit	Mean	Median	CV%	n	Mean	Median	CV%	n ¹⁾	Mean	Median	CV%	n
Ca	µg/g dw	4961				6490				6347	6437	7	3
Mg	µg/g dw	1006				902				555	559	15	3
Na	µg/g dw	97				128				101	100	17	3
K	µg/g dw	4685				4025				968	958	19	3
P	µg/g dw	1447				1326				485	479	21	3
N	%	0,96				0,85				0,55	0,57	10	3
C	%	51				52				52	52	1	3
S	mg/g dw	0,78				0,76				0,56	0,57	6	3
C/N	weight basis	54				61				96	92	12	3
Cu	µg/g dw	1,6				1,2				1,7	1,7	3	3
Pb	µg/g dw	0,18				0,24				1,4	1,4	12	3
Zn	µg/g dw	43				57				69	73	11	3
Cd	µg/g dw	0,024				0,021				0,14	0,14	9	3
Hg	µg/g dw	0,021				0,026				0,05	0,05	4	3
Mn	µg/g dw	1101				1214				1197	1128	11	3
Al	µg/g dw	70				96				154	151	6	3
Fe	µg/g dw	45				43				82	84	11	3
Arginine	µmol/g dw	0,13	0,10	155	10								

Comments

Samples are taken in February-March near the crown top of ten trees on or near circular plots. Except for arginine they are mixed into two separate 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	3725	183	40	4149	203	41	4356	214	40
C-tot	ton	1825	89	40	2033	100	41	2135	105	40
N-tot	kg	9203	451	40	10148	497	41	10711	525	40
P-tot	kg	864	42	40	952	47	41	1002	49	40
K	kg	3865	189	40	4262	209	41	4462	219	40
Ca	kg	7389	362	40	8170	400	41	8560	420	40
Mg	kg	1070	52	40	1181	58	41	1245	61	40
Fe	kg	386	19	40	427	21	41	442	22	40
Mn	kg	1325	65	40	1463	72	41	1523	75	40
Zn	kg	127	6	40	142	7	41	158	8	40
Cu	kg	19	0,9	40	21	1	41	22	1,1	40
B	kg	11	0,5	40	14	1	41	15	0,7	40

*)updated in annual report 2008 (publ. 2010) due to detected miscalculations earlier years

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

Comments

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

total = whole catchment

Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) i Gårdsjön 2008**jämfört med långtidsvärden från Säve och Alvhem.**

Månad	Temp a) Säve grad C	Temp 2008 Gårdsjön grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-1990 b) Alvhem mm	P 2008 Gårdsjön mm	Översk./ undersk. mm
1	-1,6	2,2	3,8	71	187	116
2	-1,6	3,1	4,7	47	159	112
3	1,2	1,3	0,1	57	180	123
4	5,2	7,0	1,8	50	57	7
5	10,9	11,7	0,8	62	2	-60
6	14,9	14,0	-0,9	73	56	-17
7	16,2	17,2	1,0	89	69	-20
8	15,6	14,7	-0,9	91	260	169
9	12,2	11,4	-0,8	107	140	33
10	8,5	8,3	-0,2	112	280	168
11	3,7	3,3	-0,4	109	162	53
12	0,3	0,7	0,4	83	89	6
Medel/Summa	7,1	7,9	0,8	951	1640	689

Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) i Aneboda 2008**jämfört med långtidsvärden från Växjö**

Månad	Temp a) Växjö grad C	Temp 2008 Aneboda grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-1990 c) Växjö mm	P 2008 Aneboda IVL mm	Översk./ undersk. mm
1	-2,7	1,7	4,4	60	107	47
2	-2,6	2,2	4,8	41	54	13
3	0,4	0,7	0,3	48	53	5
4	4,9	5,9	1,0	46	48	2
5	10,8	11,3	0,5	56	11	-45
6	14,9	13,8	-1,1	64	40	-24
7	15,9	16,5	0,6	87	224	137
8	15,2	14,7	-0,5	66	108	42
9	11,2	10,7	-0,5	82	84	2
10	7,2	7,1	-0,1	67	110	43
11	2,5	2,3	-0,2	73	107	34
12	-1,1	0,1	1,2	65	40	-25
Medel/Summa	6,4	7,2	0,9	755	988	233

a) Månadsmedeltemperaturer 1961-90, källa: SMHI.

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

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

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

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

Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) i Kindla 2008**jämfört med långtidsvärden från Knon och Nyberget.**

Månad	Temp a) Knon grad C	Temp 2008 Kindla grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-1990 d) Nyberget mm korr	P 2008 d) Nyberget mm korr	Översk./ undersk. mm
1	-7,7	-0,8	6,9	64	177	113
2	-6,9	-0,2	6,7	46	37	-9
3	-3,2	-1,6	1,6	51	59	8
4	3,1	4,2	1,1	56	39	-17
5	9,3	9,8	0,5	58	49	-9
6	13,7	13,6	-0,1	80	51	-29
7	16,1	15,6	-0,5	98	135	37
8	14,3	12,5	-1,8	102	185	83
9	9,4	8,5	-0,9	99	73	-26
10	4,1	5,1	1,0	87	96	9
11	-0,5	-0,1	0,4	97	107	10
12	-4,3	-1,8	2,5	68	82	14
Medel/Summa	4,0	5,4	1,4	906	1090	184

Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) i Gammtratten 2008**jämfört med långtidsvärden från Fredrika.**

Månad	Temp a) Fredrika grad C	Temp 2008 Gammtratten grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-90 e) Fredrika mm	P 2008 e) Fredrika mm	Översk./ undersk. mm
1	-12,7	-4,1	8,6	43	89	46
2	-11,2	-3,9	7,3	33	36	3
3	-6,2	-5,5	0,7	39	47	8
4	-0,2	0,6	0,8	36	29	-7
5	6,6	5,9	-0,7	47	12	-35
6	12,3	11,2	-1,1	62	66	4
7	13,9	13,5	-0,4	109	40	-69
8	12,0	10,2	-1,8	85	106	21
9	7,0	5,8	-1,2	77	20	-57
10	1,8	2,0	0,2	68	56	-12
11	-5,8	-3,6	2,2	59	51	-8
12	-10,6	-4,6	6,0	50	53	3
Medel/Summa	0,6	2,3	1,7	708	605	-103

a) Månadsmedeltemperaturer 1961-90, källa: SMHI.

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

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

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

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

Uppmått nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Gårdsjön 2008.

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	187	121	66	149	38
2	159	105	54	96	63
3	180	105	75	101	79
4	57	41	16	57	-0
5	2	16	-15	4	-2
6	56	37	18	1	55
7	69	54	15	0	69
8	260	135	125	46	214
9	140	93	48	89	51
10	280	184	96	154	126
11	162	89	73	99	63
12	89	36	53	51	38
Summa	1640	1016	625	845	795
% av NBD	100%	62%	38%	52%	48%

Uppmått nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Aneboda 2008.

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	101	69	32	44	57
2	117	53	64	39	78
3	83	45	38	35	48
4	31	25	6	29	2
5	18	18	0	16	2
6	35	28	7	8	27
7	101	98	3	13	88
8	121	89	32	22	99
9	41	40	1	22	19
10	116	83	33	36	80
11	76	58	18	52	24
12	89	51	38	52	37
Summa	929	657	272	366	563
% av NBD	100%	71%	29%	39%	61%

Uppmått nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Kindla 2008.

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	124	69	55	82	42
2	101	48	53	54	47
3	79	31	48	48	31
4	33	13	20	33	-0
5	46	37	9	8	38
6	54	29	25	2	52
7	96	62	34	3	93
8	164	86	78	103	61
9	81	63	18	52	29
10	111	49	62	43	68
11	85	67	18	65	20
12	120	74	46	70	50
Summa	1094	629	465	562	532
% av NBD	100%	58%	42%	51%	49%

Uppmått nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Gammtratten 2008.

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	58	58	0	8	50
2	27	30	-3	5	22
3	23	33	-10	5	18
4	45	23	22	27	18
5	2	1	1	104	-102
6	59	63	-4	15	44
7	57	55	2	11	46
8	153	98	55	35	118
9	4	1	3	21	-17
10	64	56	8	20	44
11	36	34	2	12	24
12	46	55	-9	8	38
Summa	574	506	68	272	302
% av NBD	100%	88%	12%	47%	53%

Important observations 2008

No yearly metal fluxes are calculated for Kindla, Aneboda and Gammtratten in bulk deposition (open field) and throughfall, due to too few measurements.

For Hg and MeHg in bulk deposition (open field) measurements were made in January, March, June, August, October and November.

One of the intensive monitoring plots for vegetation, Aneboda 2, was severely damaged by secondary effects from the great storm in 2005. Due to the great damages, this plot was abandoned.

Another observation at Aneboda was a severe attack by bark beetles. A large proportion of the mature spruces that were not felled by the storm were infested and dying during summer 2008.

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

Temporal trends in tree

Mean lichen sensitivity

Algae and lichens on spruce

