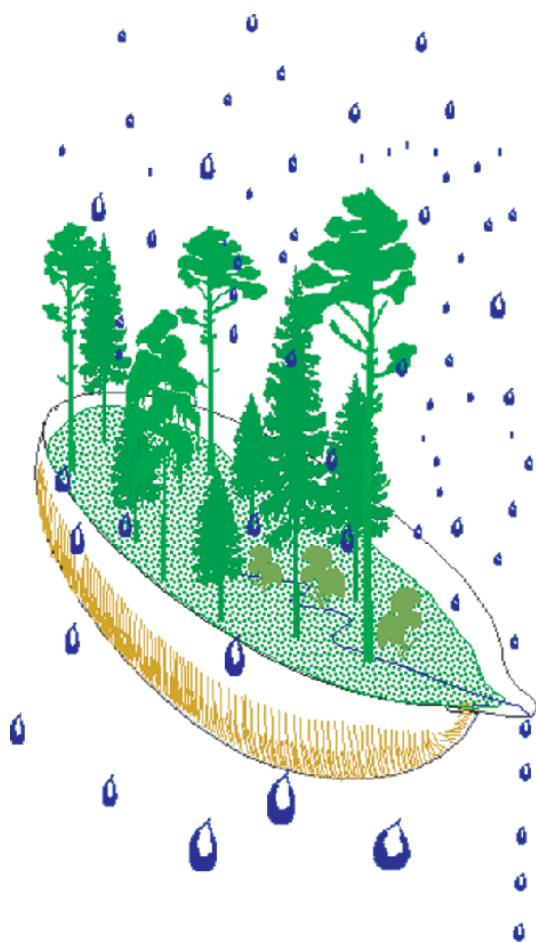


Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark — IM Årsrapport 2010

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

Annual report for 2010



Stefan Löfgren (red.)

Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark — IM Årsrapport 2010

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

Annual report for 2010

Stefan Löfgren (red.)

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

Tryck: 100 exemplar, SLU, Uppsala, juni 2012.

Förord

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

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

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

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

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

Provtagning och observationer genomfördes i områdena huvudsakligen av Mattias Lidqvist, 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. Thommy Jansson, IVM, SLU, Mikael Östlund, 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 Ewa Bringmark, Lage Bringmark, Martyn Futter, Ulf Grandin, Stephan Köhler, Lars Lundin, Stefan Löfgren, Mattias Winterdahl och Mikael Östlund från SLU samt Gunilla Pihl Karlsson och Per Erik Karlsson, IVL. 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 2010. Rådata finns digitalt tillgängliga vid IVM, SLU på <http://info1.ma.slu.se/IM/> samt depositionsdata vid IVL

Stefan Löfgren

1 juni 2012

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 2010	10
4 Vattenbalans 2010	13
5 Modellerad vattenbalans 1997-2010	15
6 Kemiska förhållanden 2010	17
7 Deposition jämfört med intern cirkulation av näringsämnen i de svenska IM-områdena	20
8 AMBIO vol 40 nr 8 – specialnummer om svenska IM	21
9 Depositionens inverkan på epifytiska alger och lavar på granar i IM-områdena (Grandin 2011a)	21
9.1 Introduktion och metoder	21
9.2 Resultat och diskussion	22
9.3 Slutsatser	23
10...Effekter av kväve- och svaveldeposition på vegetationsdynamiken i IM-områdena (Grandin 2011b)	24
10.1 Inledning och metoder	24
10.2 Resultat och diskussion	24
10.3 Slutsatser	25
11...Långtidsstudier av nedbrytningen av tallbarr indikerar bildande av mer motståndskraftig förna i södra Sverige (Bringmark et al. 2011)	26
12...Återhämtning från försurning i markvatten, grundvatten och bäckvatten (Löfgren et al. 2011)	26
13...Osäkerheter vid försurningsbedömning baserad på massbalansberäkningar – en MAGIC övning (Köhler et al. 2011)	26
14...Simulering av löst organiskt kol (DOC) i IM-områdena med INCA-C modellen (Futter et al. 2011)	27
15...Den strandnära zonens effekt på koncentration av löst organiskt kol i bäckvatten (Winterdahl et al. 2011)	27
16...Hur illustrerar man vegetationsutveckling?	28
17...Referenser	31
Appendix	33
Appendix (English)	34

Sammanfattning

Naturvårdsverkets miljöövervakningsenhet genomför Integrerad övervakning av miljö-tillståndet i skogsekosystem (IM) inom programområdet ”Skog”. Övervakningen är relaterad till 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 2010 och inbegriper de fyra IM-områdena Gårdsjön, Aneboda, Kindla och Gammtratten. Verksamheten under året beskrivs kortfattat i text med glimtar av intressanta resultat som framkommit. Bearbetade data och resultat återfinns i tabellbilagan i slutet på rapporten.

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

Under 2010 var årsmedeltemperaturen lägre än långtidsmedelvärdet (1961-1990) för alla IM-områdena. För de två nordliga områdena var det ca en grad lägre medan det i söder var ungefär två grader lägre temperatur. Nederbörden 2010 var något över (4%) långtidsmedelvärdet i Gårdsjön och Aneboda medan Kindla och Gammtratten uppvisade lägre nederbördsmängd än normalt. Särskilt i Kindla var nederbörden lägre (19%) än långtidsmedelvärdet. Fördelningen under året var delvis likartad för de olika områdena med lägre nederbörd än normalt under januari och december men högre nederbörd än normalt särskilt i augusti. Avrinningen var högre än normalt i de båda södra områdena och uppgick till 628 mm vid Gårdsjön och 381 mm vid Aneboda. I Kindla och Gammtratten var avrinningen lägre än normalt, 323 mm respektive 278 mm. IM-områdena uppvisade 2010 den typiska avrinningsregimen för Mellansverige med låg avrinning under vinter och sommar och högre avrinning under vår och höst. Den karaktäristiska vårflödestoppen i samband med snösmältningen noterades vid Gårdsjön, Kindla och Gammtratten medan den knappt märktes vid Aneboda p.g.a. av lite nederbörd i mars-april.

Depositionen jämfört med den intern cirkulation av näringsämnen har studerats i de svenska IM-områdena. I relation till summan tillförsel via deposition visade den interna cirkulationen ofta högre värden, men med en betydande variation mellan områdena. I ett avrinningsområdesperspektiv visade baskatjonerna i huvudsak större uttransport än vad som tillförs via depositionen med undantag för K där de två nordligare områdena Kindla och Gammtratten hade lägre utlakning. Tar man även med upplagringen av baskatjoner kopplat till skogens tillväxt blir balansen negativ. Det innebär att vittring och baskatjoner bundna till markens jonbyteskomplex bidrar till upptag och ämnesläckage. Även svavel urlakas från avrinningsområdet medan kväve ackumuleras och fosfor ligger nära balans jämfört med totaldepositionen.

I december 2011 publicerades sju artiklar i ett specialnummer av Kungliga Vetenskaps Akademiens tidskrift *Ambio* (vol 40 nr 8 sidor 833-933) baserat på resultaten från det svenska IM-programmet fram till och med 2010. Artiklarna behandlar bl.a. återhämtningen från försurning och kemiska och biologiska effekter på mark, vatten och vegetation samt olika ansatser för att modellera detta. Professor Mike Starr, Helsingfors universitet har varit gästeditor med stöd av docent Lars Högbom, Skogforsk och alla artiklar har genomgått vetenskaplig granskning av externa referees.

Summary

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

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

This report documents the investigations carried out in 2010 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 sea-salt influenced 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 acidic 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 2010, the annual mean temperature was lower than long-term average (1961-1990) for all the IM sites. At the two northern locations, it was about one degree lower, while in the south it was about two degrees lower. Rainfall in 2010 was slightly above (4%) long-term average in Gårdsjön and Aneboda while Kindla and Gammtratten showed lower rainfall than normal. Especially in Kindla precipitation was less (19%) than long-term average. The seasonal distribution of the precipitation was to some extent similar at the different sites with lower rainfall than normal during January and December but higher than normal, especially in August. Runoff was higher than normal at the two southern sites, amounting to 628 mm at Gårdsjön and 381 mm at Aneboda. In Kindla and Gammtratten runoff was lower than normal, amounting to 323 mm and 278 mm. In 2010, the IM sites showed the typical runoff regime of central Sweden, with low runoff during winter and summer and higher runoff in spring and autumn. The characteristic spring flood coupled to snowmelt was evident at Gårdsjön, Kindla and Gammtratten while barely noticed at Aneboda because of low rainfall in March-April.

At the Swedish IM sites, the atmospheric deposition input of nutrients was studied and compared with the internal circulation. In general, the internal circulation was much higher

than the the input via deposition, but with a significant variation between the sites. In a catchment perspective and with the exception of potassium, where the two northern areas Kindla and Gammtratten had lower leaching, the base cations showed substantially greater export than supplied through deposition. If also the accumulation of base cations associated with forest growth is taken into account, the balance becomes negative. This means that weathering and ion exchange of base cations contribute to the uptake and leakage. Sulfur is also leached from the catchment, while nitrogen accumulates and phosphorus is in close balance to the total deposition.

In December 2011, seven scientific articles based on the results from the Swedish IM program up to 2010 were published in a special issue of the Royal Swedish Academy of Sciences journal *Ambio* (Vol 40 no 8, pp. 833-933). The articles handle recovery from acidification, and chemical and biological effects on soil, water and vegetation as well as different approaches to model this. Professor Mike Starr, University of Helsinki has been guest editor with support by docent Lars Högbom, Skogforsk and all articles have undergone peer review by external referees.

1 Övervakningens bakgrund och syfte

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

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

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

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

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

2 Val av områden och undersökningsmetodik

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

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

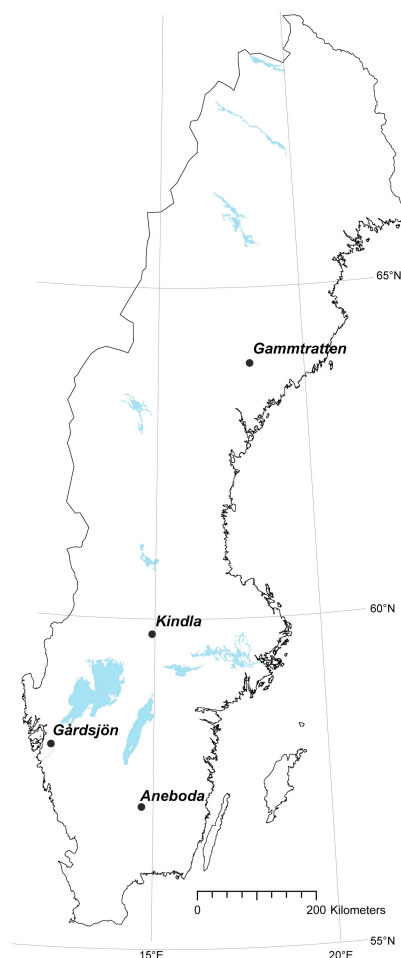
där
 P = nederbörd,
 E = avdunstning,
 R = avrinning och
 ΔS = ändring i vattenmagasin;

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

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

Läge:	Västkusten, Bohuslän, Västra Götalands län
Lat./Long:	N 58° 03' ; E 12° 01'
Rikets nät:	644295; 127668
Kartblad:	Göteborg 7B NO
Area:	3.7 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

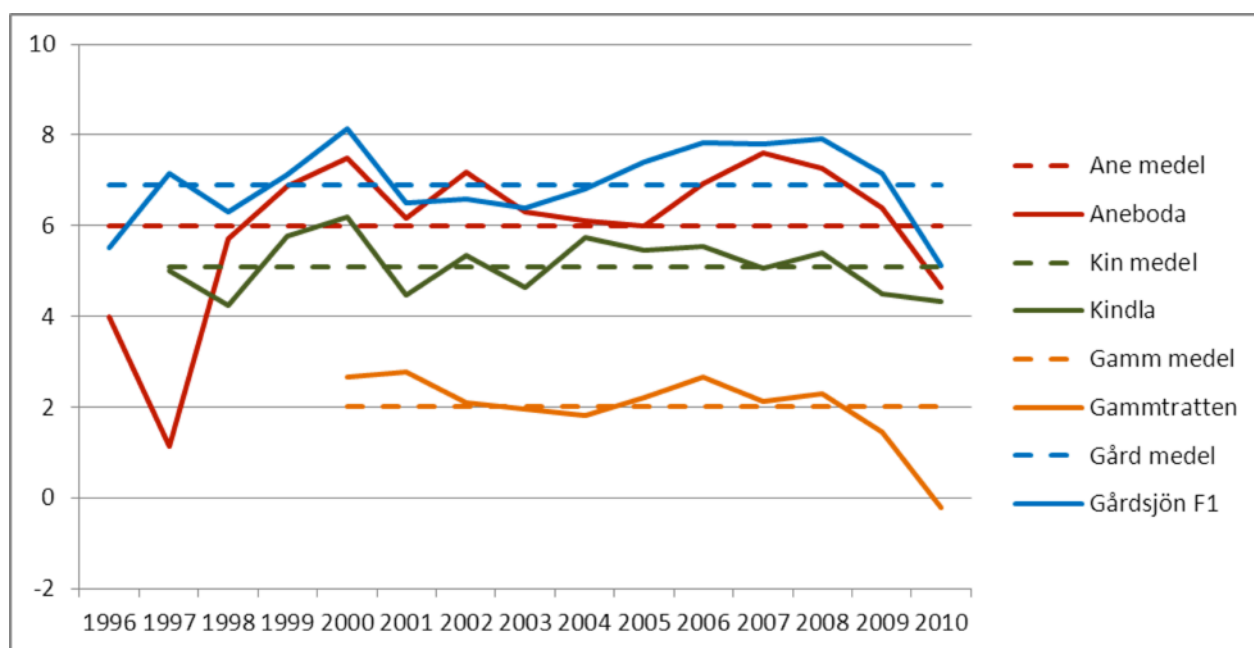
2.4 Gammtratten – SE 16

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 2010

Under 2010 var årsmedeltemperaturen lägre än långtidsmedelvärdet (1961-1990) för alla IM-områdena. För de två nordliga områdena var det ca en grad lägre medan det i söder var ungefär två grader lägre temperatur. Vid både Aneboda i söder och Gårdsjön i Västsverige var årsmedeltemperaturen ca $+5^{\circ}\text{C}$. Detta är ett klart trendbrott då senare år visat temperaturöverskott. Jämförs temperaturen vid områdena med medelvärdet för mätperioden för varje område noteras ungefär en grad högre temperatur vid Gårdsjön åren 2005-2008 men såväl 2009 som 2010 var kallare med 1.8°C under 2010 (Figur 2). Vid Aneboda var årsmedeltemperaturen för år 2007 nära två grader högre än periodmedel men 2010 uppmättes 1.7°C lägre temperatur. Vid Kindla och Gammtratten har överskottet inte varit lika stort och som oftast mindre än en grad. Störst överskott för Gammtratten var det 2006 (0.6°C), vilket 2010 vänts till ett underskott med 2.2°C . Årsmedelvärdet var detta år -0.2°C d.v.s. under 0°C . Långtidsmedelvärdet för Gammtratten anges till $+1.2^{\circ}\text{C}$ och för den närbelägna SMHI stationen Fredrika $+0.6^{\circ}\text{C}$. Värdet för den 11 år långa mätserien för Gammtratten ger ett medelvärde på $+2^{\circ}\text{C}$ så 2010 års temperaturunderskott var påtagligt.



Figur 2. Årsmedeltemperatur vid de fyra IM-områdena Aneboda (Ane), Kindla (Kin), Gammtratten (Gamm) och Gårdsjön (Gård) under åren 1996 till 2010 med medelvärdet för perioden inlagd som streckad linje.
Annual mean temperatures at the 4 IM sites Aneboda (Ane), Kindla (Kin), Gammtratten (Gamm) and Gårdsjön (Gård) during the period 1996-2010. Broken lines represent average temperatures for the investigation periods.

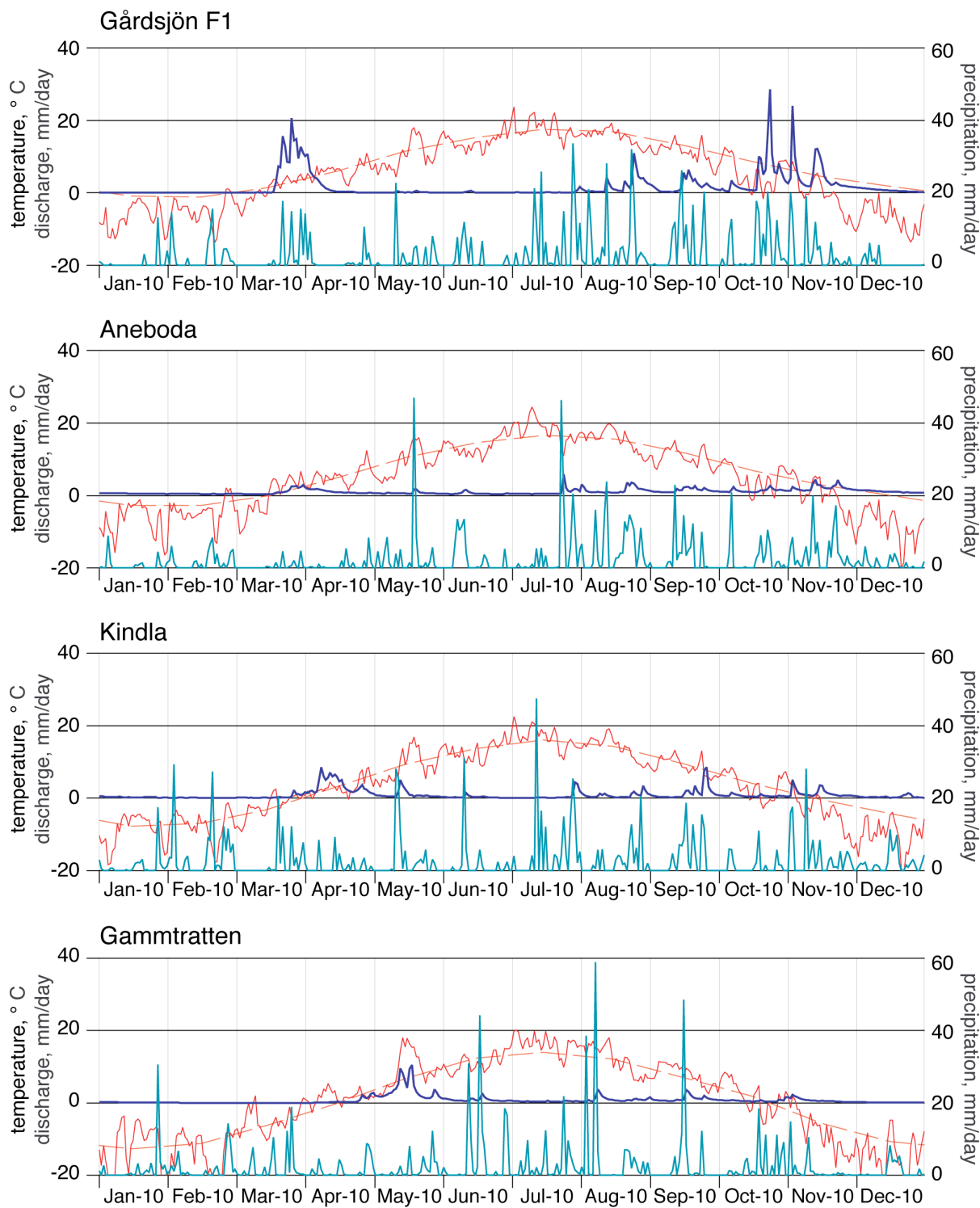
Temperaturfördelningen under året visar 2010 avvikelser från den normala bilden vid Gammtratten med ett betydligt kallare andra halvår. Förutom juli uppmättes underskott alla månader med upp till 2.8°C lägre månadsmedeltemperatur än vanligt (Figur 3). Första halvåret var mer variabelt med både över- och underskott. Bilden var likartad för Kindla, men där uppvisades ett temperaturöverskott endast i mars och juli. I december var underskottet nästan sex grader. Särskilt höst och vinter uppvisade låga temperaturer i de två sydliga områdena. Detta medförde ett temperaturunderskott i Aneboda med 4.6°C i januari och 7.2°C i december. Endast april, juli och augusti uppvisade temperaturöverskott. Mönstret gick igen

för Gårdsjön där januari-februari låg ca fem grader under normaltemperatur och i december var det 7.3°C lägre temperatur än lågtidsmedelvärdet. I Gårdsjön uppvisade endast april och juli temperaturöverskott jämfört med långtidsmedelvärdet.

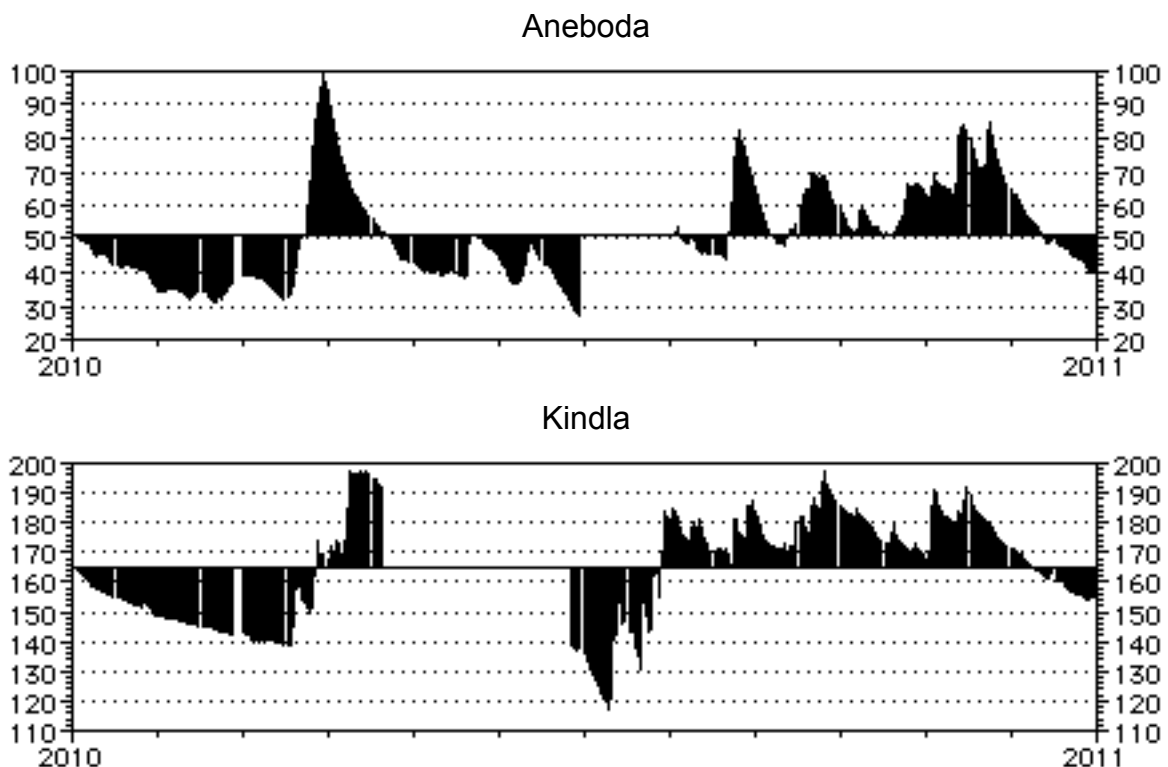
Nederbörden 2010 var något över (4%) långtidsmedelvärdet i Gårdsjön och Aneboda medan Kindla och Gammtratten uppvisade lägre nederbördsmängd än normalt. Särskilt i Kindla var nederbörden låg med 172 mm (19%) lägre än lågtidsmedelvärdet. Även året innan (2009) uppvisade Kindla, men även Aneboda, nederbördsmängder under det normala medan både Gårdsjön och Gammtratten hade högre nederbörd än normalt. Under 2008 var nederbörden högre än normalt vid alla stationer förutom Gammtratten.

Fördelningen under året var delvis likartad för de olika områdena med lägre nederbörd än normalt under januari och december men högre nederbörd än normalt särskilt i augusti (Figur 3). Vid Gammtratten var även juni regnrik. Kindla avvek delvis från bilden med lägre nederbörd än normalt för de flesta månaderna. Endast februari uppvisade större överskott. Vid Gårdsjön var nederbörden något lägre än normalt under juni-juli medan augusti och oktober visade överskott. Bilden var likartad för Aneboda medan Gammtratten låg nära normalvärdena årets första fem månader medan juli samt oktober till och med december uppvisade underskott.

Grundvattennivåerna i Aneboda och Kindla visade låga värden under vintermånaderna januari och mars. Grundvattennivåerna steg över de normala i samband med snösmältningen i mars-april för att därefter bli lägre än medelnivån i början på sommaren (maj-juni, Figur 4). I samband med regnen i augusti ökade nivåerna markant för att ligga över eller i anslutning till årsmedelvärdet till i mitten på november då grundvattennivåerna började sjunka för att vara under årsmedel i slutet på december. Tekniska problem innebar att värden delvis saknas från maj-juni i Kindla och i juli i Aneboda (Figur 3).



Figur 3. Dygnsvärden (mm/dag) på nederbörd (turkos linje), avrinning (blå linje) och temperatur (röd linje)



Figur 4. Dagliga grundvattennivåer (cm) i Aneboda och Kindla under 2010. Medelnivån under året var ca 166 cm under markytan vid mätstationen Kindla och 52 cm i Aneboda. I figuren anges grundvattennivån relativt medelnivån för tryckgivarna på 200 cm och 268 cm markdjup i Aneboda respektive Kindla.
Daily groundwater levels (cm) at Aneboda and Kindla during 2010. The annual mean levels were ca 166 cm below soil surface at the sampling sites at Kindla and ca 52 cm below at Aneboda. 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 2010

Vattenbalanserna för 2010 återspeglar bara delvis den regionala fördelning som kan förväntas utifrån klimatgradienterna i landet. Relativt sett bör evapotranspirationen vanligtvis vara högst i södra Sverige medan andelen avrinning normalt ökar norrut. Under 2010 uppvisade samtliga IM-områden förutom Gårdsjön en avdunstning på ca 55% av nederbördsmängden, vilket ger en avrinning på 45% (Tabell 2). Tidigare har det mönstret varit lägre andel avrinning (ca 40%) i de sydliga områdena och högre andel ju längre norrut området ligger (Kindla 57% och Gammtratten 67%). Under 2010 uppvisade Gårdsjön en relativt hög avrinning på 628 mm, vilket motsvarar 63% av nederbörden. Avdunstningen var 368 mm motsvarande 37% av nederbörden. År 2009 var avrinningen endast 461 mm (42%) och avdunstningen hela 629 mm (58%), vilket måste betraktas som högt. År 2009 karaktäriserades av hög nederbörd under vegetationsperioden då avdunstningen var hög, medan 2010 utmärktes av hög nederbörd vår och höst då avdunstningen sannolikt var lägre. Förhållandet mellan krondropp (712 mm, Tabell 2) och avdunstning (629 mm) indikerar också ett högt växtupptag under 2009. Under 2010 överensstämde krondroppet (636 mm) bättre med avrinningen på 628 mm, vilket indikerar ett lågt växtupptag. Möjligen var växtupptaget väl lågt, men även den låga avdunstningen (368 mm) antyder detta.

Vid Aneboda motsvarade krondroppet 73% av 2010 års nederbörd, vilket är högt, och detta återspeglades i hög avrinning (Tabell 2). Kronavdunstningen var låg (27%) medan den totala evapotranspirationen var representativ för området med 483 mm vilket är nära långtidsmedelvärdet på 470 mm. Avrinningen på 381 mm var högre än den normala för regionen (280 mm) och överskred 15-årsmedelvärdet för området (314 mm). Förhållandena reflekterar väl den påverkan som stormar och insektsangrepp medfört på skogen där såväl

krontak som tillväxt reducerats. Därtill kommer relativt hög nederbörd under sensommar och höst.

I Kindlaområdet var avrinningen tämligen låg (323 mm) under 2010 och endast vårfloden visade normala dimensioner. Det ganska höga krondroppet (520 mm) återspeglades inte i avrinningen (Tabell 2). Nederbörden var dock ganska hög under sommaren då hög temperatur och god tillgång på vatten gynnade hög avdunstning. Nederbörden var låg i oktober, vilket gav låg avrinning. Från och med november sjönk temperaturen till under noll grader och nederbörden lagrades under resten av året som snö. Avrinningen från snömagasinet skedde först under vårfloden 2011.

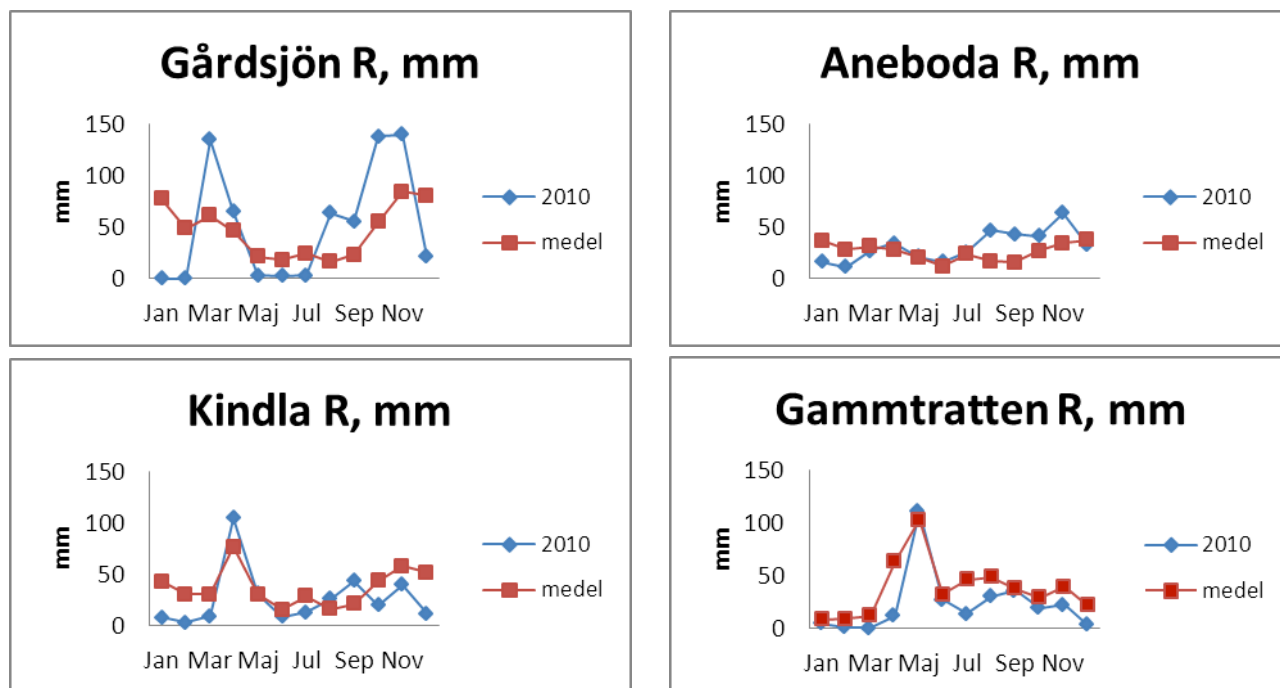
Gammtratten uppvisade hög andelen krondropp både 2010 (94%) och 2009 (83%) jämfört med nederbörden ovan krontak. De relativt glesa skogsbestånden genererade under 2010 trots det en total evapotranspiration på 329 mm (Tabell 2) att jämföras med föregående års 209 mm. Kronavdunstningen var 2010 endast 37 mm medan den nådde 108 mm året innan. Vegetationens transpiration inklusive avdunstningen från marken var 2010 avsevärt högre (292 mm) än interceptionen (37 mm) medan de var av samma storleksordning under 2009. Motsvarande värden för de tre andra IM områdena var 94% (Kindla) och 109% (Aneboda) medan det i Gårdsjön var 2%, vilket är mycket lågt. Vid Aneboda återspeglar sannolikt den låga interceptionen jämfört med den höga avdunstningen de glesa skogsbestånden efter stormfällningen och barkborreangreppen.

Fördelningen i avrinning under året visade både för Kindla och Gammtratten låg vinteravrinning (Januari-mars/april). Denna bild borde vara den traditionella men de senaste 10-15 årens milda vintrar har relativt sett gett högre avrinning under denna period. Vårflödestoppen i vattenföring var ungefär normal eller för Kindla t.o.m. något högre än senare års medelvärde (Figur 5). Sommar och höst var avrinning något lägre än medelvärdet, förutom augusti-september vid Kindla. Detta reflekterar möjligen den höga nederbörden i juli och tämligen normal nederbörd i augusti (en regnrik månad), samtidigt som det var en något kylig period. Vid Gammtratten var nederbörden tämligen låg under hösten och vattenföringen låg under medelvärdet (Figur 5). Vårfloden var särskilt accentuerad för Gårdsjön medan den nästan inte märktes vid Aneboda där låg nederbörd under mars-april bidrog. För båda dessa områden var höstvattnet högt och det noterades också en vattenföringstopp under den något regnrika månaden augusti (Figur 5).

Tabell 2. Sammanfattning av 2010 års vattenbalanser i IM-områdena.
Kronavdunstning = Nederbörd – krondropp.
Compilation of the 2010 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	996	100	864	100	729	100	607	100
Krondropp ¹ , TF	636	64	633	73	520	71	570	94
Kronavdunstning, P-TF	360	36	231	27	209	29	37	6
Avrinning ¹ , R	628	63	381	44	323	44	278	46
Nederbörd – avrinning, P-R	368	37	483	56	406	56	329	54

¹ Uppmätta värden



Figur 5. Avrinningsmönstren vid IM områdena 2010 jämfört med månadsmedelvärden för perioden 1996/1997-2010.

5 Modellerad vattenbalans 1997-2010

För att få en uppfattning av osäkerheten i beräkningarna har vattenbalansen även modellerats på dygnsbasis med hjälp av en simuleringsmodell (Q-modellen, Kvarnäs 2000). I Figur 5 visas några resultat från kalibreringsarbetet med Q-modellen. I modellen beräknas avdunstningen som potentiell evapotranspiration reducerad med avseende på modellerad markvattenhalt. Dygnsdata på nederbörd och temperatur driver modellen. Osäkerheten i nederbördsdata är vid modellberäkningarna helt avgörande för avdunstningen eftersom modellen kalibreras mot avrinningen och avdunstningen blir något av en "restterm". Simulerade årsvisa vattenbalanser under perioden 1998-2010 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.

Tabell 3. Modellberäknade vattenbalanser (mm) för IM-områdena 1997-2010. Vattenbalansen är osäker för Gammtratten, vilket bl.a. framgår av den extremt höga avrinningen år 2000 (Löfgren 2002).
Modelled water balances (mm) for the IM sites 1997-2010.

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
Gårdsjön	2009	1141	579	513	-8	57
Gårdsjön	2010	990	511	497	5	-24
	Medel	1152	531	619		
Aneboda	1997	675	408	261	20	-22
Aneboda	1998	873	460	401	11	3
Aneboda	1999	821	461	347	-2	16
Aneboda	2000	927	533	383	18	-5
Aneboda	2001	748	471	322	-62	13
Aneboda	2002	859	461	421	6	-30
Aneboda	2003	834	507	308	20	0
Aneboda	2004	1013	523	489	5	-2
Aneboda	2005	734	448	309	-28	6
Aneboda	2006	811	477	310	-24	-9
Aneboda	2007	692	421	278	-6	1
Aneboda	2008	902	503	390	9	0
Aneboda	2009	680	455	246	-25	5
Aneboda	2010	872	455	359	9	50
	Medel	817	470	345		
Kindla	1997	850	409	350	2	88
Kindla	1998	857	414	508	27	-87
Kindla	1999	951	463	430	-10	70
Kindla	2000	1219	501	767	-9	-46
Kindla	2001	788	412	407	-3	-34
Kindla	2002	840	409	392	-1	39
Kindla	2003	827	453	400	35	-58
Kindla	2004	890	458	446	-14	1
Kindla	2005	907	463	399	-14	55
Kindla	2006	1046	486	618	3	-67
Kindla	2007	1018	499	510	11	0
Kindla	2008	1118	483	623	-6	9
Kindla	2009	773	365	375	-8	41
Kindla	2010	994	411	528	-1	53
	Medel	934	445	482		
Gammtratten	1997	706	402	392	-4	-84
Gammtratten	1998	994	453	586	14	-67
Gammtratten	1999	979	456	520	-9	13
Gammtratten	2000	1397	515	906	18	-46
Gammtratten	2001	1135	454	593	-22	109
Gammtratten	2002	720	413	367	1	-61
Gammtratten	2003	990	474	518	4	-7
Gammtratten	2004	954	480	477	0	-3
Gammtratten	2005	1009	532	500	0	-26
Gammtratten	2006	1107	436	598	40	27
Gammtratten	2007	855	464	419	-27	-6
Gammtratten	2008	830	396	398	-16	50
Gammtratten	2009	1059	469	653	11	-73
Gammtratten	2010	890	474	434	-7	-11
	Medel	973	458	526		

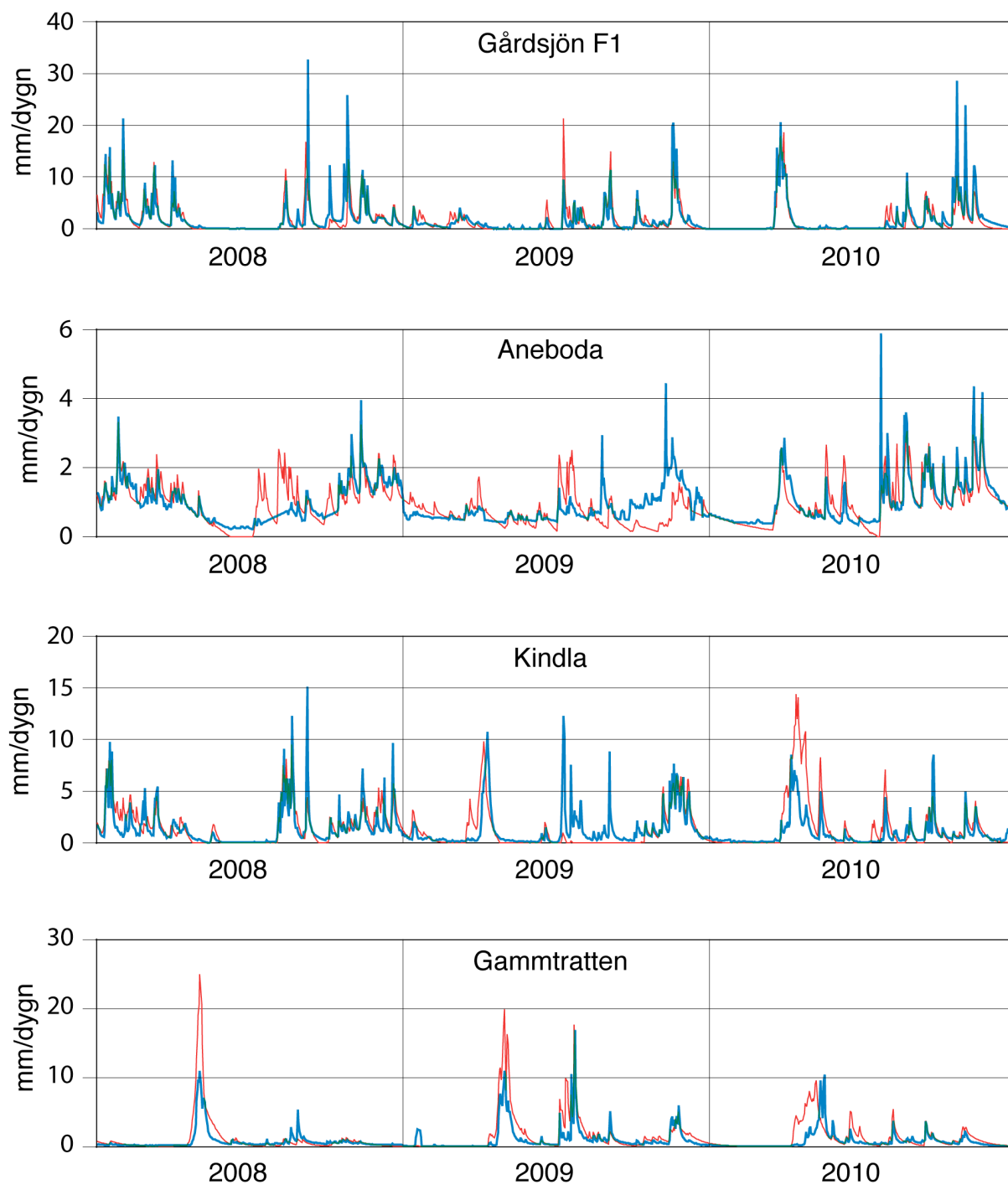
¹⁾ Beräknad på korrigerad dygnsnederbörd i Gårdsjön, Aneboda, Nyberget/Kloten respektive Fredrika

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 2008-2010.
Simulated (red line) and observed (blue line) discharge at the IM sites in 2008-2010.

6 Kemiska förhållanden 2010

Följande kortfattade karaktärisering av det kemiska tillståndet i IM-områdena under 2010 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 2015 upp till $0,15 \mu\text{g SO}_2 \text{ m}^{-3}$ lägre än de medelnivåer som registrerats sedan mätningarna påbörjades 1996 (i Gammtratten påbörjades mätningarna 1999). I Gårdsjön och Aneboda motsvarar medelnivån knappt $0,4 \mu\text{g SO}_2 \text{ m}^{-3}$ och i Kindla och Gammtratten knappt $0,25 \mu\text{g SO}_2 \text{ m}^{-3}$. Kvävedioxidhalterna i luft låg $0,20 \mu\text{g NO}_2 \text{ m}^{-3}$ under långtidsmedelvärdet i Gårdsjön, medan de låg något lägre ($\leq 0,08 \mu\text{g NO}_2 \text{ m}^{-3}$) i de

övriga tre områdena. Ozonhalterna i Gårdsjön har sedan 2002, då mätningarna påbörjades, visat långsamt avklingande nivåer från ca $50 \mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$ till ca $48 \mu\text{g O}_3 \text{ m}^{-3}$. Men med tanke på den korta mätperioden är det för tidigt att uttala sig om eventuella trender, då den naturliga mellanårsvariationen är stor beroende på skiftande väderförhållanden.

Depositionen på öppen mark hade låg jonstyrka i samtliga fyra IM-områden, motsvarande en konduktivitet på $1,0\text{-}2,0 \text{ mS m}^{-1}$. Gårdsjöns närhet till havet och en betydande torrdeposition av havssalter framträder dock tydligt i krondroppets konduktivitet på ca $4,4 \text{ mS m}^{-1}$, att jämföra med ca $2,0 \text{ mS m}^{-1}$ i Aneboda och $2,6 \text{ mS m}^{-1}$ i Kindla. I Gammtratten var konduktiviteten endast $1,0 \text{ mS m}^{-1}$ i krondroppet, vilket var $0,1 \text{ mS m}^{-1}$ högre än på öppet fält, indikerande marginell påverkan av havssalt. Markvatten (exklusive E-horisont), grundvatten och bäckvatten hade endast $0,2\text{-}0,9 \text{ mS m}^{-1}$ högre jonstyrka än krondroppet i Kindla och Gammtratten, vilket indikerar snabba transportvägar i marken och kort tid för modifiering av nederbördsvattnet. I Gårdsjön och Aneboda var ledningsförmågan $1,6\text{-}3,7 \text{ mS m}^{-1}$ respektive $3,3\text{-}6,9 \text{ mS m}^{-1}$ högre i dessa medier jämfört med krondroppet, vilket indikerar större påverkan från markkemiska processer.

Med undantag för grundvattnet i utströmningsområdet i Aneboda och Kindla, som visade kiselhalter på ca 10 mg L^{-1} , låg kiselhalterna i mark- och grundvatten i intervallet $2,7\text{-}5,9 \text{ mg L}^{-1}$ i IM-områdena. Kiselhalterna i bäckvattnet varierade mellan $3,6\text{-}4,7 \text{ mg Si L}^{-1}$ i samtliga områden.

Depositionen på öppen mark uppvisade små skillnader i pH mellan områdena. Samtliga mätstationer uppvisade ett $\text{pH}=5,0\pm 0,1$. I krondropp var $\text{pH}\leq 0,15$ enheter högre än på öppet fält förutom i Gårdsjön där pH var $0,2$ enheter lägre i krondropp. I mark- och grundvattnet i inströmningsområdena i Gårdsjön, Aneboda och Kindla var pH några tiondelar lägre än i krondroppet och särskilt E-horisonten hade lägre pH. I Gammtratten var det vanligtvis något högre pH i marken. I utströmningsområdena var pH i grundvattnet på samma nivå eller något högre ($\text{pH}\approx 5,3\pm 0,1$) än i krondroppet i Aneboda, Kindla och Gammtratten men betydligt surare i Gårdsjön ($\text{pH}=4,4$). Mark- och grundvattnets buffertkapacitet, ANC, var i huvudsak negativa ($< -0,02 \text{ mEq L}^{-1}$) i avrinningsområdets övre delar, förutom i Gammtratten där negativt ANC inte förekom. I grundvattnet i utströmningsområdena var buffertkapaciteten tämligen hög ($\text{ANC}>0,01 \text{ mEq L}^{-1}$) med förekomst av vätekarbonatalkalinitet på $0,13$ och $0,10 \text{ mEq L}^{-1}$ i Aneboda respektive Kindla. Det senare indikerar tillförsel av äldre grundvatten alternativt högre vittringsintensitet i dessa områden. I Gammtratten var alkaliniteten $\pm 0 \text{ mEq L}^{-1}$. Grundvattnet i utströmningsområdet i Gårdsjön uppvisade också positivt ANC ($0,01 \text{ mEq L}^{-1}$), men uppgifter på alkalinitet saknas.

Även bäckvattnet var påtagligt surt ($\text{pH}\leq 4,8$) i samtliga områden förutom Gammtratten och samtliga områden förutom Kindla uppvisade ett positivt ANC. Ytvattnet i Gammtratten var det mest välbuffrade med frekvent förekommande vätekarbonatalkalinitet, ett $\text{pH}\approx 5,6$ och ett $\text{ANC}\approx 0,1 \text{ mEq L}^{-1}$. Gårdsjön och Kindla var betydligt surare än de båda andra områdena. I Gårdsjön är det sannolikt den höga historiska belastningen av sur nederbörd i kombination med avrinningsområdets egenskaper som gör mark och avrinning sura, medan den senare faktorn sannolikt har störst betydelse för surhetstillståndet i Kindla.

Fördelningen mellan sulfat, klorid och nitrat var tämligen jämn i nederbörden på öppet fält i Aneboda, Kindla och Gammtratten, medan andelen klorid var betydligt högre i Gårdsjön. Påverkan av havssalter i sydvästra 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. I Kindla dominerade sulfat de oorganiska anjonerna i marken. 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 och Aneboda, medan kalcium och magnesium var på samma nivå i Kindla. Vätejoner utgjorde ett betydande inslag ($\geq 0,01$ mEq L⁻¹) i samtliga medier förutom i grundvattnet i utströmningsområdena i Aneboda och Kindla. Nivåerna låg normalt i intervallet 0,01-0,04 mEq L⁻¹ varierande beroende på vattnets ursprung. I Gammtratten var vätejonhalterna låga i samtliga medier ($< 0,01$ mEq L⁻¹) förutom E-horisonten (0,07 mEq L⁻¹).

Halterna av total- eller syralösligt aluminium var höga (0,7-1,5 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 (5,6) och ca 0,5 mg L⁻¹ i de andra områdena med lägre pH (4,4-4,8). Det oorganiska aluminiumet (Ali) utgjorde 28%, 33%, 56% och 19% av totalaluminiumet i Gårdsjön, Aneboda, Kindla respektive Gammtratten. Detta motsvarar ett haltintervall på 0,02-0,32 mg Ali L⁻¹, vilket innebär att Ali-halterna enligt Naturvårdsverkets förslag till bedömningsgrunder klassas som extremt höga i Gårdsjön, Aneboda och Kindla och som låga till måttliga i Gammtratten.

Halten löst organiskt material (DOC) var betydligt högre i bäckvattnet i Aneboda (25 mg L⁻¹), än i Gårdsjön, Kindla och Gammtratten (13, 10 respektive 10 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 180-540 μ g org-N L⁻¹. Det organiskt bundna kvävet dominerade totalkvävet i samtliga bäckar. De oorganiska kväve- och fosforfraktionerna förekom i tämligen låga halter (≤ 167 μ g oorg-N L⁻¹, ≤ 5 μ g PO₄-P L⁻¹).

Inget av områdena hade särskilt höga järn- eller manganhalter i bäckvattnet ($< 1,4$ mg Fe L⁻¹, $\leq 0,07$ mg Mn L⁻¹). I samtliga områden var halterna av koppar, bly, zink och kadmium i bäckvattnet betydligt lägre än de lägsta halterna där negativa biologiska effekter kan förväntas (Cu > 3 μ g L⁻¹, Pb > 1 μ g L⁻¹, Zn > 20 μ g L⁻¹ och Cd $> 0,1$ μ g L⁻¹, NV 1999). Även totalkvicksilver och metylkvicksilver analyserades i vissa medier i Gårdsjön. I bäcken i Gårdsjön var medelhalterna 4,9 ng Hg L⁻¹ respektive 0,7 ng MeHg L⁻¹, medan halterna i markvattnet varierade mellan 2,1-5,6 ng Hg L⁻¹ respektive $< 0,06$ ng MeHg L⁻¹. Halterna i grundvattnet varierade mellan 5,2-5,6 ng Hg L⁻¹ respektive 0,1-0,9 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 gälandande organismer som fisk (Lydersen et al. 2002). Övriga spårmetaller uppvisade halter i bäckvattnet under de nivåer där man anser att det föreligger risk för biologisk skada. Områdena uppvisade låga halter av oorganiska näringsämnen. Gårdsjöns närhet till havet återspeglas tydligt i kemin medan de höga halterna organiskt material påverkar vattenkvaliteten i Aneboda. Kindlas kemi förefaller

präglas av vattnets snabba och ytliga transportvägar i marken, vilket är en vanlig företeelse i svensk skogsmark. Gammtratten är det minst sura området med ett medel-pH runt 5,6 och frekvent förekommande vätekarbonatalkalinitet i bäckvattnet.

7 Deposition jämfört med intern cirkulation av näringsämnen i de svenska IM-områdena

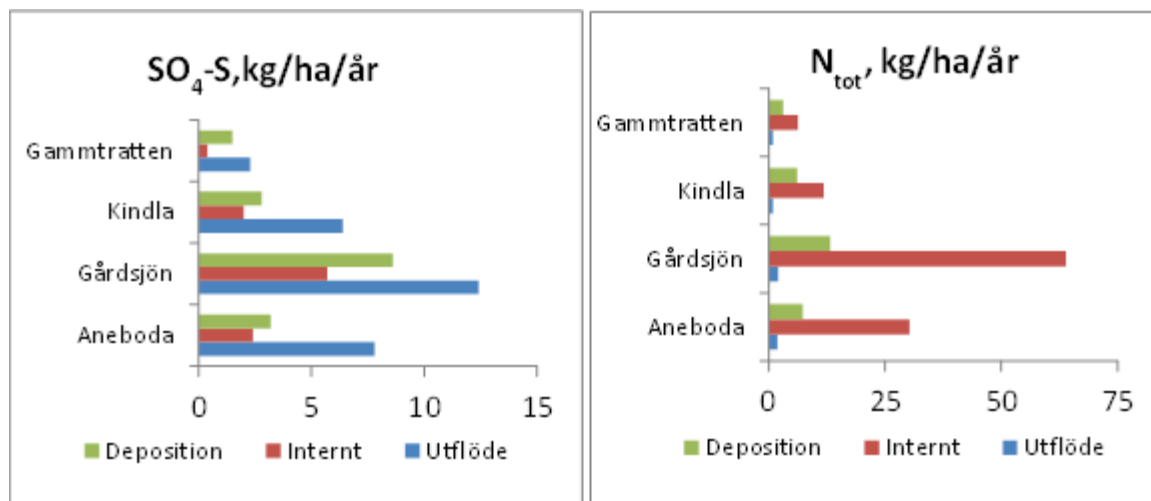
Den interna omsättningen av näringsämnen i skogsekosystemen är av stor betydelse för biogeokemin i området. Till detta kommer extern deposition, som dels påverkar interaktionen mellan mark och vegetation, dels har betydelse för ekosystemets och avrinningsområdets näringsbalans. Ämnen omsätts genom en rad processer såsom förnafall, nedbrytning, växtupptag, utsöndring via barr och blad, vittring och jonbyte.

Extern tillförsel sker via atmosfärisk deposition. Skattning av den totala depositionen är komplicerad och osäker, men för IM-områdena har metoder utvecklats som antas ge förbättrad säkerhet i skattningarna. Inom IM mäts även ämnesflödena i flera interna processer samt uttransporten från avrinningsområdena. Den kvantitativa betydelsen av de olika processerna har skattats för ett antal näringsämnen och de uppvisar varierande mönster. Ämnen som särskilt beaktats är K, Ca, Mg, N, S och P.

Depositionen på öppna ytor eller i krondropp från skogsbestånd ger inte den verkliga tillförseln till avrinningsområdet eftersom olika ekosystemprocesser inverkar på mängderna. Genom att använda mätningar av torrdepositionen på surrogatytor kan en bättre skattning av tillförseln göras. En metod med strängprovtagare har utvecklats och där Na används som referens (Ferm och Hultberg, 1999, Karlsson et al., 2011). För svavel har det visats att torrdepositionen utgör 7-44% av totaldepositionen medan motsvarande värden var 8-45%, 4-20%, 37-62%, 11-27% och 16-71% för NO₃, NH₄, K, Ca respektive Mg.

Beräkningen av den interna cirkulationen baserades på mätningar av växtupptag, förnafall och krondropp reducerat med den totala atmosfäriska depositionen för respektive ämne. Skillnaden mellan krondropp och totaldeposition ger eventuellt växtupptag eller utsöndring i/från barr och blad. I relation till summan tillförsel via deposition visade den interna cirkulationen ofta högre värden, men med en betydande variation mellan IM-områdena. Ett viktigt undantag från detta är Na som deponeras i avsevärt större mängder (55 ggr) än vad som tas upp och cirkuleras internt. Detta är ju också en av förutsättningarna för bestämningen av total deposition av övriga ämnen. K visade motsatt bild med 4-13 gånger högre intern cirkulation än externt tillfört. Även Ca visade 10-20 gånger större intern cirkulation jämfört med den extern tillförda, medan Mg inte visade lika stor skillnad. För svavel var extern tillförsel och intern cirkulation ungefär lika förutom i Gammtratten. Där var svaveldepositionen fyra gånger större än den interna cirkulationen, men mängderna var förhållandevis låga sett i ett nationellt perspektiv (Figur 6). För kväve var den interna cirkulationen 2-5 gånger större än totaldepositionen (Figur 6) och även för fosfor var mönstret likartat.

I ett avrinningsområdesperspektiv visade baskatjonerna i huvudsak större uttransport än vad som tillförs via depositionen med undantag för K där de två nordligare områdena Kindla och Gammtratten hade lägre utlakning. Tar man även med upplagringen av baskatjoner kopplat till skogens tillväxt blir balansen negativ. Det innebär att vittring och baskatjoner bundna till markens jonbyteskomplex bidrar till upptag och ämnesläckage. Även svavel urlakas från avrinningsområdet medan kväve ackumuleras och fosfor ligger nära balans jämfört med totaldepositionen (Figur 6).



Figur 6. Flöden av svavel ($\text{SO}_4\text{-S}$) och kväve (N_{tot}) till (Deposition) och från (Utflöde) avrinningsområdet samt den interna cirkulationen (Internt) vid de svenska IM-områdena.
Fluxes of sulfur ($\text{SO}_4\text{-S}$) and nitrogen (N_{tot}) to (Deposition) and from (Utflöde) the catchments as well as the internal circulation (Internt) at the Swedish IM sites.

8 AMBIO vol 40 nr 8 – specialnummer om svenska IM

Resultaten från det svenska IM-programmet har utvärderats och sammanfattats i ett specialnummer till Kungliga Vetenskapsakademiens tidskrift AMBIO. Specialnumret publicerades i december 2011 och innehåller sju vetenskapligt granskade artiklar samt två kortfattade artiklar som sätter in det svenska IM-programmet i ett nationellt och internationellt sammanhang (<http://www.springerlink.com/content/0044-7447/40/8/>). Docent Mike Starr vid Helsingfors universitet har varit gästredaktör och ansvarat för att den vetenskapliga granskningen följt gängse rutiner (peer review). I det följande sammanfattas resultaten från de sju vetenskapliga artiklarna.

9 Depositionens inverkan på epifytiska alger och lavar på granar i IM-områdena (Grandin 2011a)

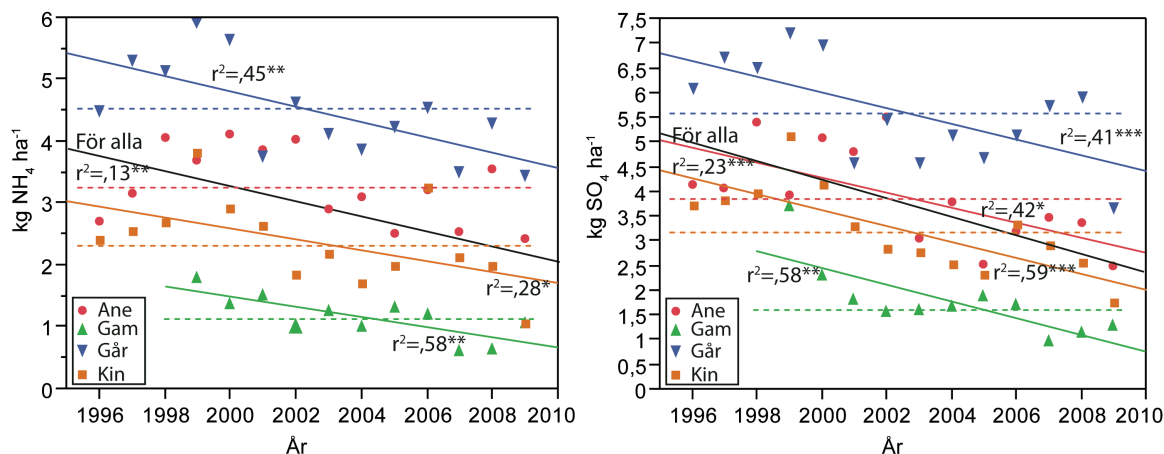
9.1 Introduktion och metoder

Ett av syftena med IM är att studera effekter på vegetationen av luftföroreningar. Därför studeras markvegetation, men även förekomst av alger och lavar på träd. Alg och lavobservationerna görs årligen. Vi studerar mängd och kolonisationshastighet av alger och bällavar på granbarr och -grenar, men i detta delprogram sker ingen artbestämning utan vi ser till kollektivet luftspridda alger respektive bällavar. Vi har nu tidsserier på dryga tio år, under en period då nedfallet av svavel och kväve minskat (Figur 7). Syftena med den här studien var att undersöka om det finns något samband mellan förekomst av alger och lavar på granbarr och främst nedfall av svavel och kväve, och om någon av dessa organismgrupper kan fungera som indikatorer nedfall av svavel och kväve.

Luftspridda alger antas ha ökat under det senaste halvsekle till följd av det ökade nedfallet av främst kväve, även om det saknas tillförlitliga data från längre tillbaka. Generellt gäller att ju högre nedfall av kväve, desto mer alger. Intervjuer med skogsarbetare aktiva under första halvan av förra seklet antyder att det tidigare inte fanns algpåväxt på granbarr. Idag är algerna mycket vanliga. I områden med ett kvävenedfall över $3\text{-}5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ finns alger på de flesta substrat, något som inte minst husägare märker av när fasaden blir täckt av alger. Algerna fäster också på granbarr, vilket gör det lätt att studera förekomst, mängd och kolonisationshastighet. Granbarr är ett standardiserat substrat som genom tillväxten förnyas varje år, samtidigt som barrén på tidigare årsskott finns kvar.

Epifytiska lavar (lavar som växer på andra växter) reagerar också på luftföroreningar i form av svavel och kväve. Sambandet mellan lavar och kväve är dock inte lika enkelt som hos alger. De flesta lavar reagerar negativt på luftföroreningar, men det finns även lavar som reagerar positivt.

En utförlig beskrivning av metodiken för dessa inventeringar finns i IM:s manual (Anonym 1998) och i Grandin (2011).

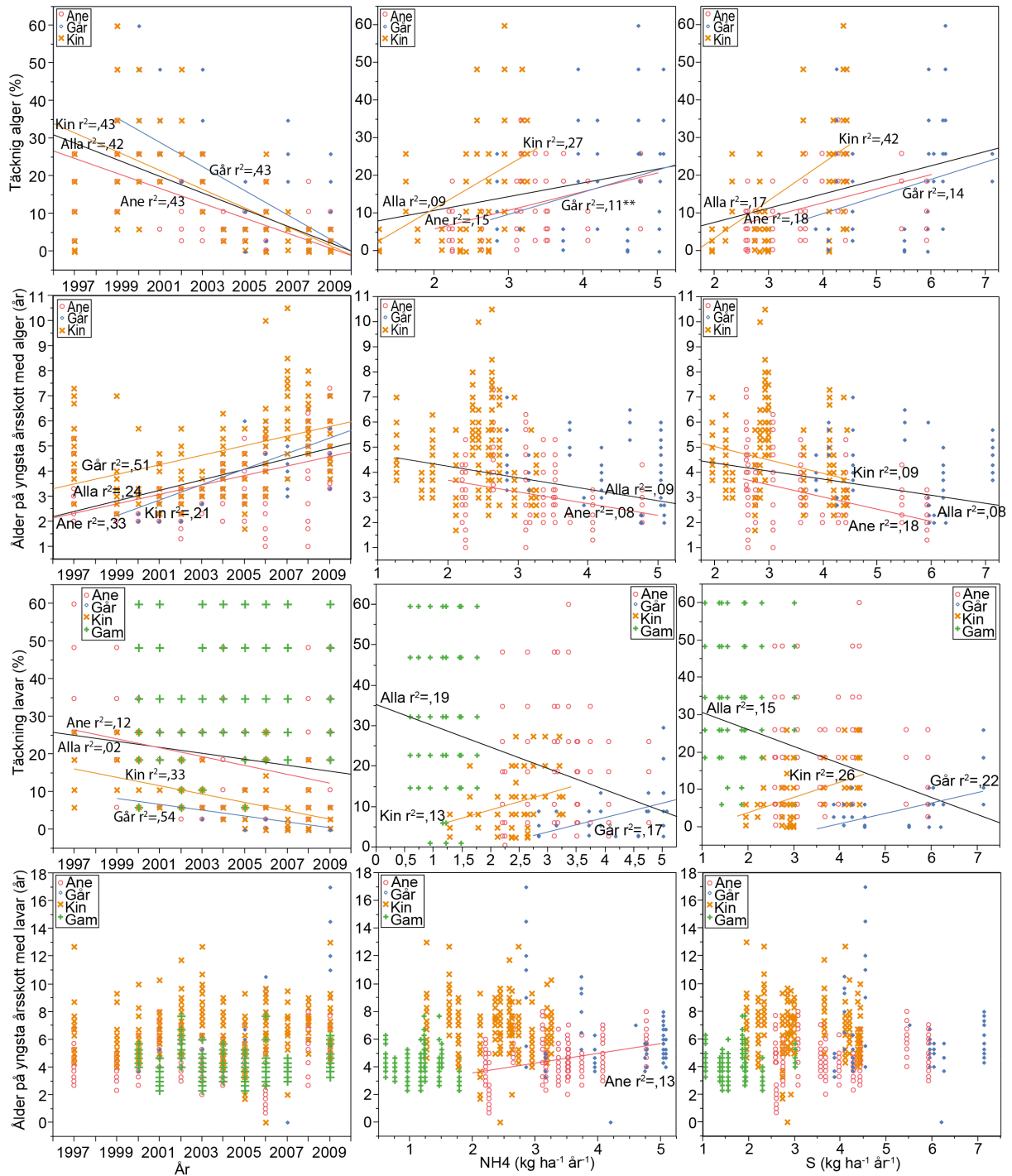


Figur 7. Kväve och svaveldeposition i IM-områdena (årsmedelvärden). Signifikanta samband är indikerade med regressionslinjer i diagrammen.

9.2 Resultat och diskussion

Resultaten av sammanställningen av alla insamlade alg- och lavdata och data på kväve och svavelnedfall visade att algerna reagerar tydligast på det minskade nedfallet (Fig. reg). Lavarnas dynamik uppvisade däremot sämre samstämmighet med mönstret i nedfall. För algerna minskade kolonisationshastigheten med i genomsnitt 0,2 till 0,3 år per år under den studerade perioden. Minskningen var signifikant i alla IM-områden, förutom Gammtratten där nedfallet av kväve är så lågt att alger saknas. Den största minskningen var i Gårdsjön där medeltäckningen minskade från mellan 25 och 60 procent till ungefär 5 procent. Gårdsjön är det IM-område som haft och fortfarande har den högsta depositionen av både kväve och fosfor. Nedfallet har dock minskat så att nedfallet idag i Gårdsjön motsvarar de nivåer som uppmättes i Aneboda och Kindla i början av den studerade perioden (Figur 7).

Lavarna uppvisade inte samma goda korrelation till minskningen i nedfall av kväve och svavel (Figur 8), trots att lavar sedan länge är kända för att vara goda indikatorer på luftföroreningar. Den främsta anledningen till den svaga samstämmigheten är förmodligen att lavarna behandlats som ett kollektiv, men att det finns lavar som är mer eller mindre känsliga för nedfall och att detta gör att signalen uteblir trots att nedfallet minskat. Det är till och med så att lavarna, tvärt emot vad som kan förväntas, har minskat sin täckningsgrad. Återigen är dock det nordliga området Gammtratten ett undantag, med kraftig lavtäckning på grangrenarna, och en relativt konstant kolonisationshastighet. För lavarna var det istället meteorologiska variabler relaterat till vattenbalansen inom respektive avrinningsområde som bättre förklarade variationen i främst täckning men även kolonisationsgrad.



Figur 8. Samband mellan täckning och kolonisationshastighet hos alger och lavar, och deposition. Signifikanta samband är markerade med regressionslinjer.

9.3 Slutsatser

Trots att lavar sedan länge konstaterats vara goda indikatorer på luftföroreningar kan det konstateras att lavar som kollektivt inte lämpar sig för detta ändamål. Luftspridda alger däremot visade sig reagera snabbt på minskande nedfall, och skulle därmed kunna användas om en indikator på kväve- och svaveldeposition i mer omfattande men mindre detaljerade miljöövervakningsprogram.

10 Effekter av kväve- och svaveldeposition på vegetationsdynamiken i IM-områdena (Grandin 2011b)

10.1 Inledning och metoder

Vegetationen i fältskiktet i skog bestäms av många faktorer, t.ex. regionalt och lokalt klimat, trädartsammansättning och den lokala artstocken. Till dessa naturliga faktorer kommer effekter av människans aktiviteter, som skogsbruk och deposition av främst kväve och svavel. Man har visat att den tidigare höga depositionen av kväve har förändrat näringsbalansen i skogsmark och därmed också artsammansättningen i fältskiktet. Effekterna har varit störst där kväve varit begränsande. Gödslingsstudier har visat att vegetationen reagerar snabbt på ökad deposition, men att återhämtningen tar betydligt längre tid. Under de senaste decennierna har depositionen minskat, främst för svavel men även för kväve (Figur 7).

I IM-områdena inventeras markvegetationen i cirkelrunda ytor om 100 m², jämt fördelade över hela avrinningsområdet och separerade med 50 eller 100 meter. Ytorna inventerades under 1990-talet och sedan en gång till 5 till 14 år senare. Syftet med den här studien var att undersöka i vilken utsträckning artsammansättningen hade förändrats, vilka som arter hade förändrat sin förekomst eller utbredning, och om funna förändringar kunde förklaras av förändringar i nedfallet av kväve och svavel (se Grandin 2011). Då det hade gått mellan 5 och 14 år mellan de båda inventeringarna och att nedfallet av främst svavel men även kväve minskat under denna period hade vi förväntat att se förändringar i vegetationen kopplade till den minskade depositionen.

Eftersom mossor inte har något rotsystem utan tar upp näring och vatten genom bladen och på så vis skiljer sig från kärlväxterna som tar upp vatten och näring från marken genom sina rötter, har dessa två artgrupper analyserats var för sig. Mossor har potential att reagera snabbare på förändrad deposition eftersom upptaget i kärlväxter sker efter att nederbörden interagerat med marken och marklösningen innan den når växterna via deras rötter.

10.2 Resultat och diskussion

För mossorna som helhet kunde vi se signifikanta och riktade förändringar i artsammansättningen mellan de båda inventeringarna, i tre av IM-områdena (multivariata analyser). Undantaget var Gårdsjön, trots att det var i detta område inventeringarna var separerade med 14 år. Förändringen i mossamhället var trots att många av cirkelytorna visade förändringar i samma riktning (i fråga om artsammansättning) inte helt enkel att förklara med de tillgängliga förklaringsvariablerna. Möjliga förklaringsvariabler är artegenskaper hos de tillkommande eller försvinnande arterna eller förändringar i trädskiktet (t.ex. tätare eller glesare skog), men ingen av dessa variabler hade någon riktigt stark koppling till de funna förändringarna (Figur 9). Ett undantag är en svag förändring i till mossarter som tål lägre pH värden i tre områden, vilket inte kunde förväntas eftersom svavelnedfallet minskat.

Den viktigaste förklaringen till förändringen i mossamhället är förmodligen ökningen i antalet arter. Denna ökning beror dock med största sannolikhet på att den andra omgångens inventeringar utfördes av en mycket erfaren och skicklig bryolog som hittade mossarter även erkänt duktiga mossinventerare normalt missar. Nästa mossinventering som är planerad att utföras 10 år efter den senaste kommer att ge en indikation på om svängningen i artantal var en effekt av byte av inventerare eller en reell förändring, förutsatt att projektet kan engagera samma bryolog som vid senaste inventeringen.

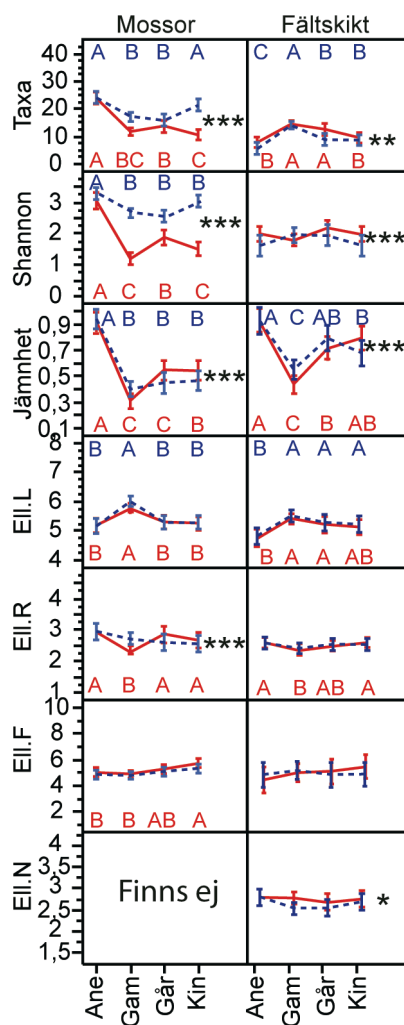
Till skillnad mot mossorna visade fältskiktet inga signifikanta förändringar över tiden sett till växtsamhällets artsammansättning (multivariata analyser). Antalet arter i fältskiktet hade minskat en aning mellan de båda inventeringarna, men denna förändring kunde inte förklaras med någon av de tillgängliga miljövariablerna (Figur 9). Undantaget är att det går att utläsa en

förändring till arter med något lägre krav på kväve, något som skulle kunna vara kopplat till det minskade nedfallet av kväve.

Sett till täckningsgrad för varje enskild art (både mossor och kärlväxter) var det bara 20 av funna 270 arter som hade förändrat sin täckning signifikant mellan inventeringarna. Fyra av dessa arter hade ändrat sin täckning i två av områdena, medan övriga signifikanta förändringar bra hade skett i ett IM-område. Förändringarna i täckningsgrad kunde inte förklaras av Ellenbergmedelvärden eller av trädskiktvariabler. Förändringarna är därför snarare ett resultat av slumpmässig variation än miljöbetingade.

10.3 Slutsatser

Slutsatsen från dessa inventeringar är att alla fyra IM-områden befinner sig i ett stabilt skede där det mikroklimat som skapas av ett slutet krontäcke och frånvaro av stormluckor överskuggar effekter av minskad deposition. Vi kan dock förvänta oss att alla fyra områden relativt snart kommer att övergå i ett stadium med luckdynamik som kännetecknar naturskogar. Detta kommer att skapa större potential för förändringar även i vegetationen i fält och bottenskikten, och därmed större potential för förändringar i artsammansättningen hos markvegetationen.



Figur 9.

Rumsliga och tidsmässiga mönster hos vegetationen i de fyra svenska IM-områdena. Analyserna är uppdelade i mossor och fältskikt, och första (heldragna linjer) och andra (streckade linjer) inventeringen. Inom varje delfigur visar bokstäver i botten av rutan signifikanta skillnader mellan områden i den första undersökningen, och bokstäver i övre delen skillnader mellan områden i den andra inventeringen. Signifikanta skillnader mellan undersökningarna inom ett område indikeras av asterisker till höger om kurvorna (** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$). Staplarna visar 95 % konfidensintervall. Linjerna som sammanbinder områdena har igen ekologisk betydelse, utan är bara till för att underlätta den visuella tolkningen.

Förkortningarna på y-axeln innebär följande: $Ell.X$ = Ellenbergmedelvärde för markkväve (N), markfuktighet (F), mark-pH (R) och ljusförhållanden (L). Ellenbergvärdet är en form av medelvärde av de ekologiska preferenser de funna växtarterna har. Om miljön ändrat sig kommer även växtsamhället ändra sig, vilket då avspeglas i Ellenbergvärdet. "Jämnhet" är ett mått på hur artmångfalden är fördelad mellan provytorna, "Shannon" ett mått på biodiversiteten och "Taxa" är antalet funna arter.

11 Långtidsstudier av nedbrytningen av tallbarr indikerar bildande av mer motståndskraftig förna i södra Sverige (Bringmark et al. 2011)

Nedbrytningen av tallbarr studerades vid 26 platser över hela Sverige inklusive de 4 IM-områdena. Studierna har upprepats upp till 27 år i följd. Beroende på område uppmättes nedbrytningen i form av viktminskningen under 3 eller 5 år. Respirationen i humuslagret bestämdes vid 20 platser under perioden 1987-1989 med en upprepning 2007-2008. Den årliga viktsförlusten minskade endast långsamt (20-10%/år) under 3-5 år i alla nordliga (>60° N) områden, medan den inbro kraftigt från 30 till 10% under det tredje året i södra Sverige (<60° N). Respirationen i det södra området var lägre (40% i genomsnitt) än i norr. Kvävehalten i O-horisonten var positivt korrelerad till viktminskning under första och andra året, men negativt korrelerad under det tredje året och även till respirationen. Resultaten visade att förna bildad i södra Sverige blir mer motståndskraftig mot vidare nedbrytning över tiden jämfört med den förna som produceras i norra Sverige.

12 Återhämtning från försurning i markvatten, grundvatten och bäckvatten (Löfgren et al. 2011)

Den totala SO_4^{2-} depositionen minskade generellt mellan 1996 och 2009 vid de fyra svenska IM områdena (intervall 5-25 meq m^{-2}). Minskningen är en förutsättning för återhämtning från försurning av mark och vatten, vilket återspeglades i sjunkande SO_4^{2-} -halter i markvatten, grundvatten och bäckvatten. Däremot var förändringarna i depositionen av oorganiskt N liten och hade försumbar effekt på de surhetsrelaterade variablerna.

I Gårdsjön maskerade det höga nedfallet av Cl^- (sea spray) effekten av den minskade SO_4^{2-} depositionen och med undantag av SO_4^{2-} , var det få kemiska variabler som uppvisade trender. Den mest uppenbara försurningsåterhämtningen var sjunkande halter Al i grund- och bäckvatten medan pH, ANC, och DOC var tämligen oförändrade. Kindla var det IM-område som uppvisade den mest uttalade försurningsåterhämtningen med ökande ANC och pH samt minskande Al. Det var även det enda IM-område där bäckvattnets DOC-halter ökade markant. Med undantag för Al och DOC, var trenderna vid Aneboda liknande de i Kindla. I Gammtratten registrerades få återhämtningseffekter på grund av den nuvarande och historiskt låga SO_4^{2-} depositionen. De surhetsrelaterade vattenkemiska trenderna i markvatten, grundvatten och bäckvatten var följaktligen i viss mån korrelerade till depositionsgradienten för SO_4^{2-} , men andra faktorer som marint inflytande och individuella egenskaper i avrinningsområdena var minst lika viktiga.

Utesluter man det icke-försurade IM området Gammtratten, uppvisade markvattnet i inströmningsområdena en snabbare respons på den minskade SO_4^{2-} depositionen än utströmningsområdena nära bäcken. De organiska jordarna i strandzonen förefaller ha "buffrat" mot en del återhämtningseffekter som observerades i inströmningsområdena. Halterna och återhämtningstrenderna i bäckvattnet var mest lika de som återfanns i mark- och grundvatten i de bäcknära zonerna. Resultaten understryker behovet av väl planerade och genomförda undersökningar i hydrauliskt aktiva områden, rika på organiskt material vid studier på avrinningsområdesnivå.

13 Osäkerheter vid försurningsbedömning baserad på massbalansberäkningar – en MAGIC övning (Köhler et al. 2011)

Den långsiktiga försurningen i avrinningsområden skattas vanligtvis med modeller baserade på massbalansberäkningar och olika antaganden, vilket är källor till betydande osäkerhet. MAGIC-modellen användes för att simulera IM-områdenas försurning under perioden 1860-2010 och för att testa hur olika antaganden påverkar försurningsförloppet. Övningarna visade att osäkerheten i huvudsak var kopplad till valet av depositionsscenario för svavel, antagandena om sulfatadsorptionen i marken och mängden jord involverade i

vittringsprocessen. Den beräknade frigörelsen av baskatjoner (BC) kopplad till vittring varierade i relativt snäva intervall (47-62 eller 42-47 meq m⁻² år⁻¹) beroende på vilka antaganden som användes för markens katjonbyteskapacitet och basmättnadsgrad. Genom att variera aluminiums (Al) löslighet eller genom att införa en dynamisk återkopplad mellan vittring och pH, som ökade BC frigörelsen vid lägre pH, observerades en systematisk effekt i samtliga områden med avseende på deras syraneutraliserande förmåga ($\Delta\text{ANC} \approx 10\text{-}41 \mu\text{eq L}^{-1}$) och pH ($\Delta\text{pH} \approx 0,1\text{-}0,6$ enheter). För att uppnå mer robusta prognoser med avseende på framtida förändringar i pH och ANC måste osäkerheten minska särskilt vad gäller frigörelsehastigheten av BC (vittring), timingen och omfattningen av naturlig försurning genom växternas BC upptag, tidsmässiga förändringar i markens kemiska sammansättning samt flödena av Al mellan mark och vatten.

14 Simulering av löst organiskt kol (DOC) i IM-områdena med INCA-C modellen (Futter et al. 2011)

Ytvattens koncentration av löst organiskt kol (DOC) har förändrats över hela norra halvklotet som en konsekvens av variationer i klimat, markanvändning och surt nedfall. Den relativa betydelsen av dessa faktorer är dock oklar. Den integrerade avrinningsområdesmodellen för kol (INCA-C) användes i detta arbete för att simulera den långsiktiga (1996-2008) DOC-dynamiken i de fyra IM-områdenas bäckvatten. Dagliga, säsongsmässiga och långsiktiga variationer i bäckvattnets DOC, kopplade till variationer i avrinning, säsongstemperatur och SO₄²⁻ deposition, observerades i samtliga områden. De observerade variationsmönstren kunde reproduceras med INCA-C. Avrinning var den viktigaste drivvariabeln på kort sikt medan säsongsmönstret främst kontrollerades av jordtemperaturen. Den uppmätta SO₄²⁻ depositionen förklarade en del av den långsiktiga variationen i DOC i samtliga områden, men främst i Gårdsjön.

15 Den strandnära zonens effekt på koncentration av löst organiskt kol i bäckvatten (Winterdahl et al. 2011)

De fyra områden som ingår i den integrerade miljöövervakningen kan vid en hastig blick synas vara väldigt lika. De är alla små, skogsbeklädda avrinningsområden dominerade av moränmark och med liten andel våtmark. Men kan man då också förvänta sig liknande vattenkemi? Det var utgångspunkten för vår studie där vi fokuserade på löst organiskt kol (DOC) i bäckvattnet i de fyra områdena. Syftet med studien var att studera hur halterna av DOC varierar över tid och utröna vilka bakomliggande faktorer som styr dessa variationer.

Vi använde oss av en enkel biogeokemisk modell (RIM – Riparian flow-concentration Integration Model) för att studera variationerna i DOC och dess orsaker. Det är allmänt känt att avrinningen påverkar DOC-halterna i många områden, men med hjälp av RIM var det möjligt att filtrera bort avrinningens effekt på koncentrationsförändringarna och därmed underlätta vidare studier för att finna andra viktiga faktorer för DOC-variationerna. Residualerna, d.v.s. skillnaden mellan modellerade och uppmätta halter korrelerades i en PLS-analys (Partial Least Squares) med ett antal olika klimat- (luft- och marktemperatur, nederbörd, avrinning, den totala avrinningen under i dagar, där $1 \leq i \leq 365$ samt omedelbar förändring i avrinning [dQ/dt]) eller depositionsrelaterade (pH, kisel, natrium, kalcium, magnesium, kalium, sulfat, klorid, nitrat och ammonium) faktorer som antogs påverka DOC-variabiliteten.

Vi fann att DOC-halterna i de fyra bäckarna visade upp väldigt olika dynamik. DOC i Gårdsjön och Gammtratten varierade kraftigt under relativt kort tid, medan DOC-koncentrationerna i Aneboda och Kindla visade gradvisa säsongsmässiga variationer. De snabba oregelbundna variationerna i DOC-halter i Gårdsjön och Gammtratten var till stor del

orsakade av variation i avrinning. I Gårdsjön uppvisade DOC dessutom en trend över tid med gradvis ökande koncentrationer; dessa har antagligen orsakats av minskad deposition av sura anjoner (sulfat och klorid) över tid.

Förutom avrinning i bäcken, uppvisade PLS-analysen att marktemperaturen är en viktig faktor för variationerna i DOC-halter i alla fyra områden. I Aneboda och Kindla är det den faktor som korrelerar starkast med DOC. Faktorer relaterade till deposition av havssalt, framförallt klorid, var negativt korrelerade med variationerna i DOC-halter i Gårdsjön, d.v.s. en ökad deposition av havssalt har lett till minskade koncentrationer av DOC. Sulfat var dessutom negativt korrelerad med DOC-halterna i alla fyra områden.

Med hjälp av RIM simulerade vi DOC-halter i mark- och grundvatten i den strandnära zonen i de olika IM-områdena. Dessa tyder på att det är vattnets flödesvägar och markkoncentrationerna i den strandnära zonen som styr DOC-halterna i bäckvattnet. Aneboda och Kindla uppvisar tecken på existens av djupa organiska marklager i den strandnära zonen. Dessa ger upphov till små skillnader i DOC-halter för olika flödesvägar och koncentrationsförändringarna styrs främst av variation i temperatur. I Gammtratten och Gårdsjön, som inte har lika djupa organiska jordlager, varierar DOC-halterna mer mellan olika flödesvägar. Koncentrationsförändringarna beror därför både på flöde och på temperatur.

Trots att de fyra IM-områdena verkar likartade är det tydligt att de uppvisar väldigt olika bäckvattenkemi. För att avgöra om dessa skillnader beror på de olika områdenas geografiska läge eller hydrogeomorfologiska orsaker kommer kräva fler och mer omfattande studier.

16 Hur illustrerar man vegetationsutveckling?

Syftet med detta kapitel är att förklara hur en ny typ av bilaga i årsrapporten ska tolkas.

Vegetationsövervakningen inom IM sker bland annat genom inventeringar av markvegetationen i 32 permanenta provytor om 0,25 m², slumpvis fördelade inom en 40 × 40 m yta (den så kallade intensivytan för vegetation). Denna inventering upprepas vart tredje år, men tätare de första åren efter att provytorna etablerats. Resultaten presenteras på olika sätt. Årligen ges en sammanställning som bilaga i den svenska årsrapporten (Bilaga 16). Utöver de årliga sammanställningarna har resultaten publicerats internationellt (Grandin 2004; Grandin 2011) och så rapporteras alla resultat till IM:s centrala databas. Just nu pågår en analys av data från hela det europeiska IM-vegetationsprogrammet (Bergander et al. 2011).

Vegetationsdata är omfattande till sin natur. Inventeringen av bara en intensivyta från bara ett år resulterar i två matriser med 33 rader (de olika provytorna) och ungefär 60 kolumner (de olika funna växtarterna). Den ena matrisen visar procentuell täckning för varje art i varje provyta. Den andra visar andel fertila skott per art och provyta, med andra ord hur mycket av t.ex. blåbärsriset som bär blåbär. Tillsammans blir detta ungefär 4000 siffror per intensivyta och år att bringa ordning i. Nu finns det en hel uppsjö av statistiska tekniker att sammanfatta denna mängd siffror till ett format som vi kan uppfatta och förstå. Utöver de sammanfattningar som ges i Bilaga 16 används ofta multivariata tekniker för att sammanfatta data från vegetationsinventeringar. En multivariat analys resulterar bl.a. i ett diagram där arter och provytor plottas. Ju närmare varandra två provytor är placerade desto mer lika är de i sin artsammansättning. Arterna i ett ordinationsdiagram är placerade så att de ligger i närheten av de provytor där de har sin mesta förekomst.

För att illustrera likheter och olikheter i vegetationsammansättning mellan provytor vid en inventering kan ett ordinationsdiagram vara effektivt, men när man som i detta fall har många upprepade inventeringar av samma provytor blir det svårt att med blotta ögat se några

mönster. En förenkling är då att använda det multivariata medelvärdet av alla punkters position, den s.k. centroiden, för att representera de olika åren (Figur 10).

I exemplet i Figur 10 har samma 32 provytor inventerats under åtta år, tätare de första åren och därefter vart tredje år enligt manualen för IM. Denna provyta hade en väldigt stabil artsammansättning fram till att stormen Gudrun drog fram över detta IM-område och påverkade trädsiktet. Den kraftiga utglesningen i trädsiktet har medfört sekundäreffekter i vegetationen. Något som märks i hur provytorna från 2010 placerats i diagrammet. Centroiden för 2010 har även flyttat sig markant, jämfört med skiftena i position för centroiderna för de föregående åren. Tittar man på diagrammet med arter ser man att det främst är ett antal mossor och ormbunken skogsbräken som svarar för att ytorna från 2010 förskjutits nedåt i ordinationsdiagrammet.

I Bilaga 22 i denna serie med årsrapporter från IM kommer i fortsättningen resultat från inventeringen av intensivytorna presenteras som ordinationsdiagram med enbart centroider. Som framgår av texten ovan och Figur 10, innebär detta att mängder av information utelämnas, men det ger ändå en översiktlig bild över vegetationsdynamiken i intensivytorna.

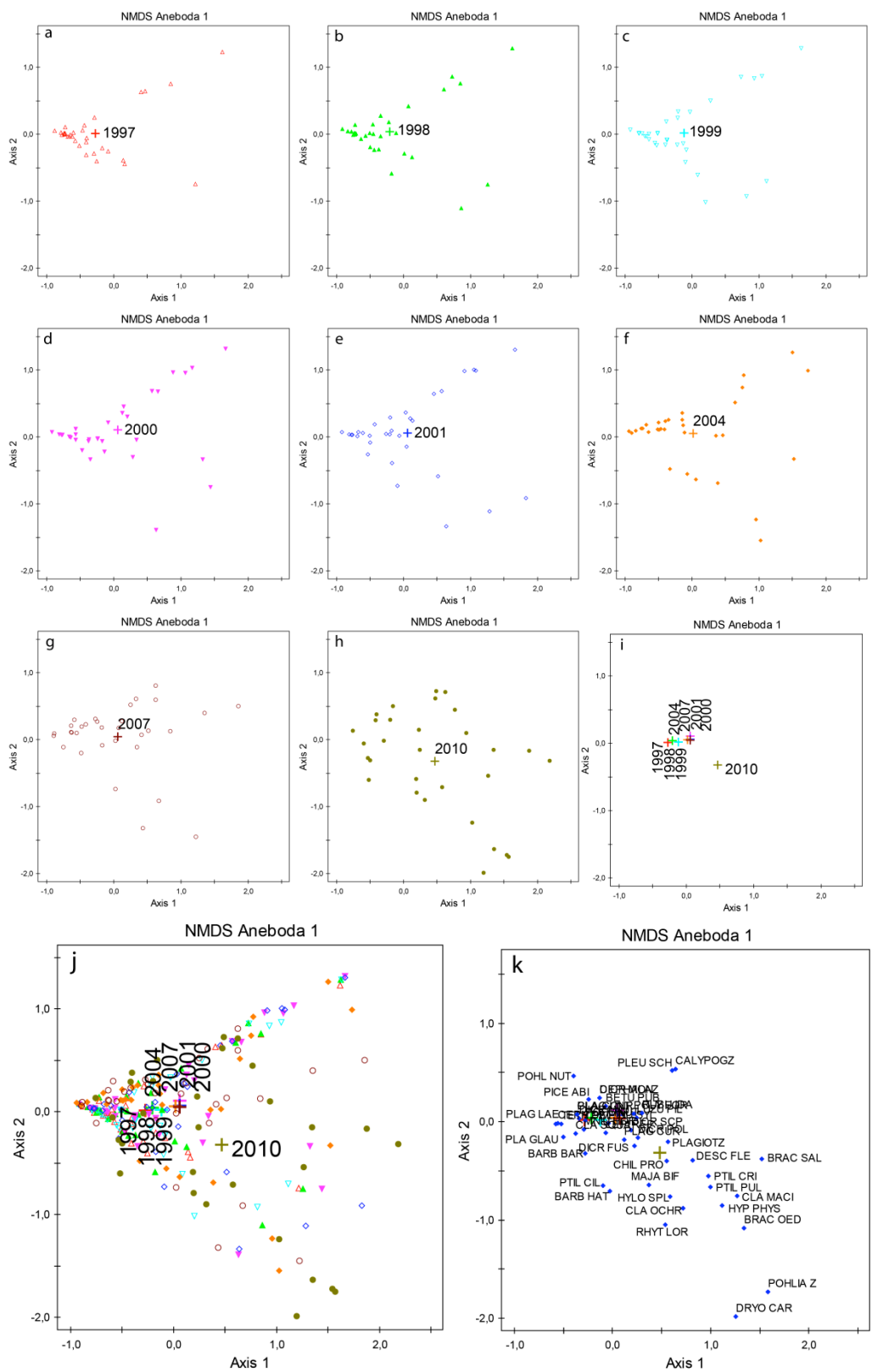


Figure 10. Figurerna a-h visar provyteposition och centroid längs de första två axlarna i en NMDS-ordination på vegetationen i intensivytta 1 i Aneboda, uppdelat på de olika analysåren. Varje punkt motsvara en provyta. Figur i) visar alla centroider. Figur j) visar alla centroider och provtytor, och figur k) centroider och hur växtarterna fördelar sig i ordinationen.
Figures a-h shows plot position and centroid along the first two axes in an NMDS ordination on the vegetation on intensive plot 1 at the Aneboda IM site, for each year individually. Each mark represents one plot. Figure i) show the centroids from fig. a-h). Figure j) show all plots and centroids and figure j) shows how the plant species are distributed in the ordination space.

17 Referenser

- Bergander, K., Grandin, U., Dirnböck, T. & Grabner, M.-T. 2011. Interim report on biodiversity issues. In: Kleemola, S. & Forsius, M., (eds.) 20th annual report 2011, pp. 22-32. Finnish Environment Institute, Helsinki.
- Bringmark, E., Bringmark, L., Sonesten, L., Mjöfors K. & Johansson, M-B. 2011. Long-Term Monitoring of Scots Pine Litter Decomposition Rates Throughout Sweden Indicates Formation of a More Recalcitrant Litter in the South. *Ambio* 40(8):878-890. DOI: [10.1007/s13280-011-0202-0](https://doi.org/10.1007/s13280-011-0202-0)
- 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.
- Futter, M. N., Löfgren, S., Köhler, S. J., Lundin, L., Moldan, F. & Bishop, K. 2011. Simulating Dissolved Organic Carbon Dynamics at the Swedish Integrated Monitoring Sites with the Integrated Catchments Model for Carbon, INCA-C. *Ambio* 40(8): 906-919. doi:[10.1007/s13280-011-0203-z](https://doi.org/10.1007/s13280-011-0203-z)
- Grandin, U. 2004. Dynamics of understory vegetation in boreal forests: Experiences from swedish integrated monitoring site. *Forest ecology and management* 195: 45-55.
- Grandin, U., 2011a. Epiphytic algae and lichen cover in boreal forests - a long-term study along a N and S deposition gradient. *Ambio* 40(8):857-866. DOI: [10.1007/s13280-011-0205-x](https://doi.org/10.1007/s13280-011-0205-x)
- Grandin, U. 2011b. *Understorey vegetation stability and dynamics in unmanaged boreal forests along a deposition gradient in Sweden. Ambio* 40(8):867-877. DOI: [10.1007/s13280-011-0206-9](https://doi.org/10.1007/s13280-011-0206-9)
- Karlsson, P.E., Ferm, M., Hultberg, H., Hellsten, S., Akselsson, C. & Pihl Karlsson, G. 2011. *Totaldeposition av kväve till skog. IVL Rapport B1952*.
- Kvarnäs, H. 2000. *The Q model, a simple conceptual model for runoff simulations in catchment areas*. Dep. of Environ. Assess., SLU, Report 2000:15.
- Köhler, S. J., Zetterberg, T., Futter, M. N., Fölster, J. and Löfgren, S. 2011. Assessment of Uncertainty in Long-Term Mass Balances for Acidification Assessments: A MAGIC Model Exercise. *Ambio* 40(8): 891-905. doi:[10.1007/s13280-011-0207-7](https://doi.org/10.1007/s13280-011-0207-7)
- Lydersen, E., S. Löfgren & T. Arnessen. 2002. Chemical and biological effects of reacidification of limed water bodies – a state of the art review on metals. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 32(2-3):73-295.
- Löfgren, S (Ed.). 1999. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark – IM. Årsrapport 1997*. Naturvårdsverket rapport 5031. English summary.
- Löfgren, S (Ed.). 2000. *Miljötillståndet i skogsmark - integrerad övervakning*. Naturvårdsverket rapport 5071. English summary.
- Löfgren, S (Ed.). 2001. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark – IM. Årsrapport 1999*. Inst. f. miljöanalys, SLU rapport 2001:10. English summary.
- Löfgren, S (Ed.). 2002. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark – IM. Årsrapport 2000*. Inst. f. miljöanalys, SLU rapport 2002:17. English summary.
- Löfgren, S (Ed.). 2003. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark – IM. Sammanfattning av 1997-2001 och årsrapport 2001*. Inst. f. miljöanalys, SLU rapport 2004:7. English summary.
- Löfgren, S (Ed.). 2004. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark – IM. Sammanfattning av 2002 års resultat*. Inst. f. miljöanalys, SLU rapport 2004:23. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.). 2005. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark (IM) – årsrapport 2003*. Institutionen för miljöanalys, SLU rapport 2005:11. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.). 2006. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark (IM) – årsrapport 2004*. Institutionen för miljöanalys, SLU rapport 2006:12. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2007. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2005*. Institutionen för miljöanalys, SLU, rapport 2007:11. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2008. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2006*. Institutionen för miljöanalys, SLU, rapport 2008:13. English summary.

- Löfgren, S. (Ed.) 2009. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2007*. Institutionen för miljöanalys, SLU, rapport 2009:11. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2010. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2008*. Institutionen för miljöanalys, SLU, rapport 2010:10. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2010. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2009*. Institutionen för miljöanalys, SLU, rapport 2011:20. English summary.
- Löfgren, S., Aastrup, M., Bringmark, L., Hultberg, H., Lewin-Pihlblad, L., Lundin, L., Pihl Karlsson, G. and Thunholm, B. 2011. Recovery of soil water, groundwater and runoff from acidification at the Swedish Integrated Monitoring catchments. *Ambio* 40(8):836-856. [doi:10.1007/s13280-011-0207-8](https://doi.org/10.1007/s13280-011-0207-8)
- SYKE 1998. *Manual for integrated monitoring*. IM Program Centre, Helsingfors. www.vyh.fi/eng/intcoop/projects/icp_im/manual/index.htm
- Winterdahl, M., Temnerud, J., Futter, M. N., Löfgren, S., Moldan, F. & Bishop, K. 2011. Riparian Zone Influence on Stream Water Dissolved Organic Carbon Concentrations at the Swedish Integrated Monitoring Sites. *Ambio* 40(8): 920-930. [doi:10.1007/s13280-011-0199-4](https://doi.org/10.1007/s13280-011-0199-4)

Appendix

Halter

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

Halterna återfinns enligt följande indelning:

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

Transporterna återfinns enligt följande indelning:

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

Biologiska mätningar

Appendix 13:	Nedbrytning av förna (Standardrespiration)
Appendix 14:	Epifytiska lavar på grenar
Appendix 15:	Epifytiska alger på barr och lavar på grenar
Appendix 16:	Biodiversitet i undervegetationen på intensivtytor
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:	Tidsmässiga trender, utvalda biologiska variabler
Appendix 22:	Tidsmässiga trender, fältskiktets vegetation
Appendix 23:	Viktiga observationer

Appendix (English)

Concentrations

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

The concentrations are found in the following order:

Appendix 1:	Concentrations in air: SO 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:	Temporal trends, selected biological variables
Appendix 22:	Temporal trends, forest floor vegetation
Appendix 23:	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		
2009	0,20	0,19	20%	12	0,19	0,20	43%	12	0,15	0,15	38%	12	0,18	0,14	78%	12		
2010	0,25	0,24	40%	12	0,20	0,18	55%	12	0,18	0,15	70%	11	0,23	0,17	82%	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		
2009	0,81	0,71	47%	12	0,51	0,37	69%	12	0,29	0,21	64%	12	0,14	0,12	56%	12		
2010	0,89	0,70	44%	12	0,58	0,50	57%	12	0,36	0,34	61%	11	0,15	0,11	69%	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
		2009	44	43	29%	12
2010	48	45	20%	10		

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	5,11	5,04	8%	12	11	5,05	4,92	13%	12	12	4,96	4,87	9%	12	12	5,01	5,04	4%	12	12
Throughfall	4,93	4,91	9%	12	12	5,20	5,29	9%	12	12	4,99	5,06	6%	12	12	5,07	5,04	5%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	4,68	4,66	3%	4	4	4,55	-	-	1	1	4,58	4,60	3%	8	3	4,14	3,91	10%	7	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	4,77	4,8	1%	4	4	4,85	4,89	5%	16	3	4,91	4,94	2%	17	3	5,44	5,41	4%	8	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm	4,97	4,96	2%	4	4	5,19	5,06	8%	4	3	4,83	4,70	8%	8	3	5,57	5,61	7%	9	3
Groundwater, recharge area, F1:4	4,75	4,79	3%	5	5	4,85	4,88	3%	4	4	4,73	4,73	2%	4	4	6,28	6,25	5%	4	3
Groundwater, discharge area, F1:5	4,44	4,40	1%	5	5	5,44	5,21	8%	4	3	5,24	5,22	14%	4	4	5,32	5,35	2%	4	3
Stream water	4,45	4,43	2%	25	25	4,64	4,63	1%	24	24	4,77	4,75	3%	24	24	5,65	5,66	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	1,6	1,6	26%	12	11	2,0	1,5	62%	12	12	1,4	1,4	36%	12	12	0,9	1,0	28%	12	12
Throughfall	4,4	4,4	36%	12	12	2,0	1,8	29%	12	12	2,6	2,1	47%	12	12	1,0	0,9	38%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	7,5	7,2	29%	4	4	8,8	-	-	1	1	2,8	2,9	16%	8	3	5,0	5,4	56%	7	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	7,3	7,4	20%	4	4	5,4	2,9	117%	16	3	2,3	2,3	13%	17	3	0,8	0,8	16%	8	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm	6,0	5,8	21%	4	4	6,3	6,5	8%	4	3	2,5	2,5	14%	8	3	1,5	1,5	14%	9	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	7,5	7,0	20%	5	5	8,9	8,7	24%	4	4	2,7	2,6	16%	4	4	2,1	2,0	19%	4	3
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	8,1	8,1	15%	5	5	6,7	6,1	25%	4	3	3,5	3,6	17%	4	4	1,4	1,5	23%	4	3
Stream water	7,6	7,7	15%	25	25	5,3	5,3	5%	24	24	2,5	2,4	6%	24	24	1,7	1,7	13%	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	4,8	4,8	-	1	1	5,0	-	-	1	1	3,1	3,1	17%	8	3	2,7	2,6	54%	6	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	4,4	4,4	-	1	1	3,9	3,9	42%	16	3	3,0	3,2	17%	17	3	2,4	2,4	47%	8	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm	3,5	3,5	-	1	1	5,9	6,0	11%	4	3	4,1	4,3	22%	8	3	4,4	3,9	26%	9	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	2,7	2,7	1%	1	1	3,7	3,9	11%	4	3	4,2	3,9	32%	4	4	3,3	3,2	5%	4	3
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	4,0	4,0	4%	2	2	16,4	16,4	53%	4	2	9,2	8,8	28%	4	3	2,9	2,6	20%	4	3
Stream water	3,6	3,6	12%	24	24	4,7	4,5	17%	23	23	3,7	3,8	14%	24	24	3,9	3,8	19%	22	22

		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	Tot-N µg/l	871	691	67%	12	12	1307	841	105%	12	12	798	689	68%	12	12	418	348	53%	12	12
Throughfall		1239	955	64%	12	12	859	790	68%	12	12	816	569	67%	12	12	326	339	47%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		323	328	8%	4	4	-	-	-	-	-	264	204	65%	8	3	570	545	83%	7	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		224	230	11%	4	4	1051	719	108%	10	3	187	141	52%	17	3	114	133	37%	8	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		381	216	89%	4	4	462	425	53%	4	3	309	232	74%	8	3	266	287	65%	9	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		372	253	77%	5	5	251	137	103%	4	4	155	159	32%	4	4	404	360	35%	4	3
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		375	349	27%	5	5	1633	1371	50%	4	3	207	233	41%	4	4	166	171	65%	4	3
Stream water		319	317	24%	25	25	706	656	32%	24	24	218	200	23%	24	24	191	171	38%	23	23
Bulk deposition	Org-N µg/l	97	102	65%	12	12	268	111	167%	12	12	176	125	96%	12	12	83	53	96%	12	12
Throughfall		387	305	52%	12	12	278	242	57%	12	12	369	390	54%	12	12	86	90	65%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		319	324	9%	4	4	-	-	-	-	-	209	188	37%	8	3	559	538	84%	7	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		219	229	11%	4	4	616	424	94%	10	3	129	119	23%	17	3	108	128	38%	8	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		220	186	47%	4	4	226	190	86%	4	3	233	209	26%	8	3	258	279	66%	9	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		316	201	84%	5	5	76	81	77%	4	4	96	103	66%	4	4	269	222	41%	4	3
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		343	340	33%	5	5	999	784	49%	4	3	151	147	54%	4	4	119	122	64%	4	3
Stream water		288	305	30%	25	25	539	474	47%	24	24	201	191	28%	24	24	178	166	42%	23	23
Bulk deposition	NO ₃ -N µg/l	372	296	62%	12	12	489	440	68%	12	12	302	296	59%	12	12	199	212	42%	12	12
Throughfall		549	467	71%	12	12	310	236	79%	12	12	295	106	115%	12	12	151	122	67%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0	0	200%	4	4	6	6	-	1	1	4	4	62%	8	3	5	3	68%	7	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0	0	0%	4	4	269	94	176%	16	3	3	2	82%	17	3	2	1	121%	8	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		146	48	151%	4	4	56	53	84%	4	3	4	2	115%	8	3	5	4	86%	9	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		18	15	65%	5	5	187	12	189%	4	4	49	16	155%	4	4	26	23	29%	4	3
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		6	6	86%	5	5	16	14	71%	4	3	21	17	93%	4	4	4	4	58%	4	3
Stream water		23	7	144%	25	25	144	108	104%	24	24	7	4	109%	24	24	8	4	101%	23	23
Bulk deposition	NH ₄ -N µg/l	403	248	87%	12	12	550	282	126%	12	12	319	197	95%	12	12	136	86	86%	12	12
Throughfall		303	250	96%	12	12	271	223	96%	12	12	151	100	113%	12	12	90	73	87%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		4	3	92%	4	4	211	211	-	1	1	51	8	219%	8	3	5	6	68%	7	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		5	4	101%	4	4	108	54	113%	16	3	56	12	153%	17	3	4	2	115%	8	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		15	9	123%	4	4	180	104	119%	4	3	72	6	247%	8	3	4	5	55%	9	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		38	33	63%	5	5	13	14	53%	4	4	11	7	110%	4	4	109	115	24%	4	3
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		26	21	75%	5	5	617	581	52%	4	3	36	12	153%	4	4	43	42	73%	4	3
Stream water		7	1	117%	25	25	23	17	72%	24	24	10	8	67%	24	24	5	4	43%	23	23
Bulk deposition	Tot-P µg/l	2	2	86%	12	12	68	3	323%	12	12	15	2	307%	12	12	5	2	202%	12	12
Throughfall		9	5	180%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		1	1	0%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		2	2	38%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		1	1	40%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		6	4	115%	5	5	15	8	114%	4	4	85	93	48%	4	4	910	516	125%	4	3
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		4	3	42%	5	5	506	107	148%	4	3	485	445	93%	4	4	416	173	125%	4	3
Stream water		3	4	46%	25	25	18	12	81%	24	24	3	2	49%	24	24	14	8	207%	23	23
Bulk deposition	PO ₄ -P µg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	3	3	23%	4	4	7	5	81%	4	4	5	5	29%	4	3
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	43	38	67%	4	3	7	6	54%	4	4	3	3	33%	4	3
Stream water		-	-	-	-	-	5	5	37%	24	24	3	3	20%	24	24	4	4	35%	23	23
Bulk deposition	DOC mg/l	3,1	1,4	188%	12	12	2,3	1,4	96%	12	12	2,3	2,2	42%	12	12	1,5	1,1	64%	12	12
Throughfall		18,4	11,7	132%	12	12	8,5	8,5	57%	12	12	17,8	16,4	72%	12	12	3,4	3,3	86%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		15,6	15,7	11%	4	4	-	-	-	-	-	9,1	7,2	50%	8	3	35,8	33,5	79%	7	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		9,6	9,7	11%	4	4	6,3	4,6	65%	10	3	3,4	3,4	16%	17	3	4,6	4,7	46%	8	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		7,4	6,8	32%	4	4	3,7	3,6	36%	4	3	9,4	8,5	27%	8	3	13,3	13,9	80%	9	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		11,5	6,5	93%	5	5	2,8	2,7	6%	4	4	3,9	3,9	15%	4	4	3,5	3,4	44%	4	3
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		16,7	15,5	28%	5	5	38,0	28,0	58%	4	3	7,3	7,3	60%	4	4	2,2	2,5	32%	4	3
Stream water		13,2	13,6	32%	24	24	25,3	22,1	42%	24	24	9,6	9,0	26%	24	24	9,5	8,8	40%	23	23
Bulk deposition	Abs f 420 nm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,091	0,092	16%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,040	0,040	20%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,045	0,041	34%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		0,086	0,045	99%	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		0,194	0,194	26%	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		0,154	0,152	42%	25	25	0,552	0,455	61%	24	24	0,126	0,118	34%	24	24	0,172	0,158	40%	23	23

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

Gårdsjön	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n ₀	n _T		Mean	Median	CV	n ₀	n _T
Bulk deposition	SO ₄ ²⁻ mEq/l	0,019	0,018	56%	12	12	Ca ²⁺ mEq/l	0,006	0,005	51%	12	12
Throughfall		0,041	0,036	36%	12	12		0,027	0,026	55%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,110	0,109	24%	4	4		0,010	0,011	28%	4	4
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,132	0,131	12%	4	4		0,012	0,013	22%	4	4
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,119	0,106	25%	4	4		0,013	0,014	21%	4	4
Groundwater, recharge area, F1:4		0,117	0,105	25%	5	5		0,015	0,015	13%	5	5
Groundwater, discharge area, F1:5		0,099	0,094	36%	5	5		0,027	0,025	21%	5	5
Stream water		0,092	0,089	20%	25	25		0,025	0,026	17%	25	25
Bulk deposition	Cl ⁻ mEq/l	0,032	0,034	69%	12	12	Mg ²⁺ mEq/l	0,007	0,007	66%	12	12
Throughfall		0,156	0,191	54%	12	12		0,041	0,046	48%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,392	0,377	49%	4	4		0,071	0,066	34%	4	4
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,383	0,390	34%	4	4		0,060	0,060	22%	4	4
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,293	0,279	45%	4	4		0,057	0,053	32%	4	4
Groundwater, recharge area, F1:4		0,381	0,386	32%	5	5		0,076	0,077	22%	5	5
Groundwater, discharge area, F1:5		0,399	0,364	27%	5	5		0,082	0,082	21%	5	5
Stream water		0,373	0,358	24%	25	25		0,075	0,077	22%	25	25
Bulk deposition	NO ₃ ⁻ mEq/l	0,027	0,021	62%	12	12	Na ⁺ mEq/l	0,031	0,029	63%	12	12
Throughfall		0,039	0,033	71%	12	12		0,144	0,173	46%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,000	0,000	200%	4	4		0,426	0,419	24%	4	4
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,000	0,000	0%	4	4		0,412	0,422	18%	4	4
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,010	0,003	151%	4	4		0,346	0,338	18%	4	4
Groundwater, recharge area, F1:4		0,001	0,001	65%	5	5		0,422	0,422	18%	5	5
Groundwater, discharge area, F1:5		0,000	0,000	36%	5	5		0,390	0,386	14%	5	5
Stream water		0,002	0,000	144%	25	25		0,370	0,370	11%	25	25
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-	K ⁺ mEq/l	0,003	0,003	49%	12	12
Throughfall		-	-	-	-	-		0,050	0,052	66%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		-	-	-	-	-		0,005	0,006	24%	4	4
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		-	-	-	-	-		0,008	0,007	49%	4	4
Soil water L2, discharge area, 20 cm		-	-	-	-	-		0,010	0,009	30%	4	4
Groundwater, recharge area, F1:4		-	-	-	-	-		0,015	0,015	46%	5	5
Groundwater, discharge area, F1:5		-	-	-	-	-		0,010	0,009	18%	5	5
Stream water		-	-	-	-	-		0,012	0,011	34%	25	25
Bulk deposition	RCOO ⁻ mEq/l	0,019	0,008				NH ₄ ⁺ mEq/l	0,029	0,018	87%	12	12
Throughfall		0,104	0,066					0,022	0,018	96%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,081	0,081					0,000	0,000	92%	4	4
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,051	0,051					0,000	0,000	101%	4	4
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,043	0,039					0,001	0,001	123%	4	4
Groundwater, recharge area, F1:4		0,061	0,035					0,003	0,002	63%	5	5
Groundwater, discharge area, F1:5		0,081	0,074					0,002	0,002	75%	5	5
Stream water		0,064	0,065					0,001	0,001	117%	25	25
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,031	-0,029				H ⁺ mEq/l	0,008	0,009			
Throughfall		0,026	0,037					0,012	0,012			
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,010	0,016					0,021	0,022			
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		-0,023	-0,019					0,017	0,017			
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,004	0,026					0,011	0,011			
Groundwater, recharge area, F1:4		0,029	0,037					0,018	0,016			
Groundwater, discharge area, F1:5		0,011	0,044					0,036	0,040			
Stream water		0,015	0,037					0,035	0,037			

Aneboda	Anions						Cations						
		Mean	Median	CV	n ₀	n _T		Mean	Median	CV	n ₀	n _T	
Bulk deposition	SO ₄ ²⁻ mEq/l	0,025	0,018	70%	12	12	Ca ²⁺ mEq/l	0,009	0,006	98%	12	12	
Throughfall		0,022	0,020	46%	12	12		0,016	0,014	50%	12	12	
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,173	0,068	147%	16	3		0,023	0,015	86%	13	3	
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,164	0,184	26%	4	3		0,047	0,042	34%	4	3	
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,300	0,317	24%	4	4		0,088	0,087	10%	4	4	
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,084	0,098	79%	4	3		0,147	0,137	49%	4	3	
Stream water		0,109	0,116	30%	24	24		0,082	0,081	8%	24	24	
Bulk deposition	Cl ⁻ mEq/l	0,024	0,020	76%	12	12	Mg ²⁺ mEq/l	0,007	0,006	78%	12	12	
Throughfall		0,039	0,032	47%	12	12		0,013	0,012	51%	12	12	
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,207	0,083	146%	16	3		0,047	0,032	81%	13	3	
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,300	0,300	12%	4	3		0,068	0,069	8%	4	3	
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,335	0,358	22%	4	4		0,101	0,099	24%	4	4	
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,242	0,247	10%	4	3		0,123	0,122	27%	4	3	
Stream water		0,187	0,182	10%	24	24		0,073	0,074	7%	24	24	
Bulk deposition	NO ₃ ⁻ mEq/l	0,035	0,031	68%	12	12	Na ⁺ mEq/l	0,026	0,019	89%	12	12	
Throughfall		0,022	0,017	79%	12	12		0,033	0,032	45%	12	12	
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,000	-	-	1	1		-	-	-	-	-	
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,019	0,007	176%	16	3		0,206	0,063	150%	13	3	
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,004	0,004	84%	4	3		0,290	0,298	11%	4	3	
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,013	0,001	189%	4	4		0,344	0,353	25%	4	4	
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,001	0,001	71%	4	3		0,251	0,253	11%	4	3	
Stream water		0,010	0,008	104%	24	24		0,190	0,190	5%	24	24	
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-	K ⁺ mEq/l	0,005	0,001	162%	12	12	
Throughfall		-	-	-	-	-		0,034	0,042	52%	12	12	
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-0,077	-	-	1	1		-	-	-	-	-	
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,097	-0,044	183%	16	3		0,025	0,014	99%	13	3	
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-0,026	-0,027	189%	4	3		0,006	0,002	143%	4	3	
Groundwater, recharge area, 3,2 m		-0,052	-0,042	103%	4	4		0,017	0,016	2%	4	4	
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,127	0,000	173%	4	3		0,021	0,021	3%	4	3	
Stream water		-0,069	-0,064	-33%	24	24		0,023	0,025	32%	24	24	
Bulk deposition	RCOO ⁻ mEq/l	0,014	0,008				NH ₄ ⁺ mEq/l	0,039	0,020	126%	12	12	
Throughfall		0,054	0,056					0,019	0,016	96%	12	12	
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-					0,015	-	-	1	1	
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,035	0,026					0,008	0,004	113%	16	3	
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,023	0,021					0,013	0,007	119%	4	3	
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,015	0,015					0,001	0,001	53%	4	4	
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,268	0,178					0,044	0,042	52%	4	3	
Stream water		0,129	0,113					0,002	0,001	72%	24	24	
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,037	-0,037				H ⁺ mEq/l	0,009	0,012				
Throughfall		0,013	0,031					0,006	0,005				
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		#####	#####					0,028	#####				
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,098	-0,034					0,014	0,013				
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-0,057	-0,077					0,006	0,009				
Groundwater, recharge area, 3,2 m		-0,098	-0,121					0,014	0,013				
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,215	0,187					0,004	0,006				
Stream water		0,062	0,063					0,023	0,023				

Kindla	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n _o	n _T		Mean	Median	CV	n _o	n _T
Bulk deposition	SO ₄ ²⁻ mEq/l	0,019	0,017	48%	12	12	Ca ²⁺ mEq/l	0,005	0,005	56%	12	12
Throughfall		0,038	0,028	91%	12	12		0,034	0,027	78%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,077	0,079	9%	8	3		0,006	0,006	41%	8	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,091	0,082	21%	17	3		0,009	0,008	52%	17	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,069	0,076	32%	8	3		0,013	0,011	26%	7	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,096	0,086	25%	4	4		0,011	0,009	50%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,111	0,114	11%	4	4		0,089	0,095	58%	4	4
Stream water		0,071	0,074	19%	24	24		0,020	0,019	18%	24	24
Bulk deposition	Cl ⁻ mEq/l	0,010	0,009	39%	12	12	Mg ²⁺ mEq/l	0,003	0,002	48%	12	12
Throughfall		0,042	0,030	66%	12	12		0,022	0,016	83%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,056	0,060	51%	8	3		0,011	0,010	36%	8	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,050	0,053	30%	17	3		0,011	0,010	18%	17	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,051	0,056	29%	8	3		0,014	0,013	12%	7	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,051	0,049	19%	4	4		0,012	0,012	18%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,050	0,055	21%	4	4		0,049	0,052	43%	4	4
Stream water		0,056	0,060	18%	24	24		0,019	0,019	11%	24	24
Bulk deposition	NO ₃ ⁻ mEq/l	0,022	0,021	59%	12	12	Na ⁺ mEq/l	0,011	0,010	38%	12	12
Throughfall		0,021	0,008	115%	12	12		0,038	0,023	81%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,000	0,000	62%	8	3		0,076	0,082	21%	8	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,000	0,000	82%	17	3		0,071	0,071	14%	17	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,000	0,000	115%	8	3		0,073	0,074	11%	7	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,003	0,001	155%	4	4		0,072	0,074	14%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,001	0,001	93%	4	4		0,125	0,134	31%	4	4
Stream water		0,001	0,000	109%	24	24		0,085	0,088	8%	24	24
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-	K ⁺ mEq/l	0,003	0,003	72%	12	12
Throughfall		-	-	-	-	-		0,060	0,058	74%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-0,065	-0,063	21%	8	3		0,004	0,003	57%	8	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,037	-0,037	36%	17	3		0,005	0,004	47%	17	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-0,038	-0,047	77%	8	3		0,003	0,003	29%	7	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		-0,036	-0,033	38%	4	4		0,005	0,005	20%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,105	0,118	99%	4	4		0,010	0,011	50%	4	4
Stream water		-0,037	-0,038	-39%	24	24		0,003	0,002	86%	24	24
Bulk deposition	RCOO ⁻ mEq/l	0,013	0,012				NH ₄ ⁺ mEq/l	0,023	0,014	95%	12	12
Throughfall		0,103	0,098					0,011	0,007	113%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,046	0,036					0,004	0,001	219%	8	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,019	0,019					0,004	0,001	153%	17	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,051	0,044					0,005	0,000	247%	8	3
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,020	0,020					0,001	0,000	110%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,047	0,046					0,003	0,001	152%	4	4
Stream water		0,051	0,047					0,001	0,001	67%	24	24
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,029	-0,027				H ⁺ mEq/l	0,011	0,013			
Throughfall		0,053	0,058					0,010	0,009			
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-0,036	-0,038					0,026	0,025			
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,045	-0,042					0,012	0,011			
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-0,017	-0,031					0,015	0,020			
Groundwater, recharge area, 2,4 m		-0,050	-0,036					0,019	0,019			
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,111	0,122					0,006	0,006			
Stream water		-0,002	-0,006					0,017	0,018			

Gammtratten	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n _o	n _T		Mean	Median	CV	n _o	n _T
Bulk deposition	SO ₄ ²⁻ mEq/l	0,013	0,011	53%	12	12	Ca ²⁺ mEq/l	0,006	0,003	83%	12	12
Throughfall		0,014	0,012	63%	12	12		0,007	0,003	97%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,028	0,017	88%	7	3		0,024	0,004	149%	5	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,019	0,019	8%	8	3		0,012	0,009	68%	8	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,027	0,029	63%	8	3		0,058	0,065	37%	9	3
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,041	0,041	2%	4	2		0,109	0,109	55%	4	2
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,039	0,041	14%	4	3		0,033	0,034	35%	4	3
Stream water		0,037	0,033	26%	23	23		0,063	0,063	17%	23	23
Bulk deposition	Cl ⁻ mEq/l	0,006	0,006	49%	12	12	Mg ²⁺ mEq/l	0,002	0,002	0%	12	12
Throughfall		0,009	0,009	57%	12	12		0,004	0,002	110%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,016	0,012	70%	7	3		0,010	0,005	116%	5	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,013	0,010	55%	8	3		0,009	0,010	39%	8	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,016	0,016	23%	8	3		0,022	0,023	19%	9	3
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,034	0,034	0%	4	2		0,085	0,085	111%	4	2
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,023	0,023	17%	4	3		0,013	0,015	34%	4	3
Stream water		0,021	0,021	17%	23	23		0,026	0,025	20%	23	23
Bulk deposition	NO ₃ ⁻ mEq/l	0,014	0,015	42%	12	12	Na ⁺ mEq/l	0,006	0,006	51%	12	12
Throughfall		0,011	0,009	67%	12	12		0,009	0,008	45%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,000	0,000	68%	7	3		0,024	0,021	42%	5	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,000	0,000	121%	8	3		0,026	0,026	32%	8	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,000	0,000	86%	9	3		0,048	0,048	13%	9	3
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,095	0,100	17%	4	3		0,037	0,037	96%	4	2
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,000	0,000	0%	4	3		0,008	0,006	43%	4	3
Stream water		0,001	0,000	101%	23	23		0,060	0,060	15%	23	23
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-	K ⁺ mEq/l	0,002	0,001	44%	12	12
Throughfall		-	-	-	-	-		0,012	0,009	96%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-0,290	-0,327	63%	7	3		0,004	0,004	89%	5	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,007	0,006	119%	8	3		0,004	0,004	27%	8	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,041	0,040	132%	9	3		0,002	0,001	65%	9	3
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,095	0,100	17%	4	3		0,037	0,037	96%	4	2
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,000	0,000	0%	4	3		0,008	0,006	43%	4	3
Stream water		0,035	0,029	97%	23	23		0,004	0,004	48%	23	23
Bulk deposition	RCOO ⁻ mEq/l	0,009	0,007				NH ₄ ⁺ mEq/l	0,010	0,006	86%	12	12
Throughfall		0,020	0,020					0,006	0,005	87%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,164	0,151					0,000	0,000	68%	7	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,032	0,033					0,000	0,000	115%	8	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,099	0,106					0,000	0,000	55%	9	3
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,034	0,033					0,008	0,008	24%	4	3
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,015	0,017					0,003	0,003	73%	4	3
Stream water		0,073	0,068					0,000	0,000	43%	23	23
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,017	-0,020				H ⁺ mEq/l	0,010	0,009			
Throughfall		-0,002	-0,008					0,009	0,009			
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,018	0,005					0,072	0,123			
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,019	0,020					0,004	0,004			
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,087	0,092					0,003	0,002			
Groundwater, recharge area, 1,1 m		0,098	0,093					0,001	0,001			
Groundwater, discharge area, 3,2 m		0,000	-0,003					0,005	0,004			
Stream water		0,094	0,098					0,002	0,002			

		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	Al mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	(Acid sol.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,05	1,03	15%	8	3	1,32	1,40	62%	5	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	1,59	0,72	129%	13	3	0,82	0,84	15%	17	3	0,27	0,17	84%	8	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	0,84	0,92	48%	4	3	0,86	0,85	12%	7	3	0,30	0,25	90%	9	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulk deposition	Al tot mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		1,48	1,42	8%	4	4	-	-	-	-	-	0,93	1,00	0%	7	3	1,22	0,13	57%	5	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		1,27	1,21	13%	4	4	1,19	0,62	283%	14	3	0,67	0,69	3%	14	3	0,21	0,14	4%	8	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,70	0,72	7%	4	4	0,77	0,92	7%	3	3	0,81	0,90	1%	8	3	0,27	0,03	7%	8	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		0,62	0,60	51%	5	5	1,36	1,30	48%	4	4	0,69	0,69	20%	4	4	2,48	2,48	138%	4	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		0,71	0,72	26%	5	5	1,35	1,40	43%	4	4	0,27	0,25	53%	4	4	0,19	0,19	5%	4	3
Stream water		0,60	0,57	41%	25	25	0,46	0,41	41%	24	24	0,57	0,55	16%	24	24	0,21	0,21	38%	23	23
Bulk deposition	Al org mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,89	0,85	21%	4	4	-	-	-	-	-	0,29	0,23	1%	7	3	0,80	0,02	28,6	5	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,62	0,59	20%	4	4	0,09	0,07	1%	14	3	0,09	0,09	0%	14	3	0,11	0,11	1%	8	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,43	0,44	20%	4	4	0,03	0,01	0%	3	3	0,32	0,24	1%	8	3	0,20	0,02	3%	8	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		0,42	0,30	61%	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		0,52	0,45	32%	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		0,43	0,43	29%	25	25	0,31	0,26	53%	24	24	0,25	0,23	28%	24	24	0,17	0,17	39%	23	23
Bulk deposition	Al inorg mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,57	0,53	48%	4	4	-	-	-	-	-	0,64	0,67	2%	7	3	0,42	0,11	5,1	5	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,65	0,63	33%	4	4	1,09	0,52	280%	14	3	0,58	0,59	2%	14	3	0,10	0,06	1%	8	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,27	0,24	35%	4	4	0,74	0,85	8%	3	3	0,48	0,53	2%	8	3	0,07	0,00	1%	8	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		0,20	0,16	63%	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		0,20	0,22	56%	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		0,17	0,16	35%	25	25	0,15	0,14	33%	24	24	0,32	0,32	9%	24	24	0,04	0,04	41%	23	23
Bulk deposition	Fe mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,13	0,13	35%	4	4	-	-	-	-	-	0,07	0,04	91%	8	3	0,42	0,28	83%	5	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,04	0,04	34%	4	4	0,02	0,02	69%	13	3	0,02	0,01	106%	17	3	0,01	0,01	127%	8	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,08	0,09	38%	4	4	0,09	0,02	169%	4	3	0,53	0,36	136%	7	3	1,94	2,00	86%	9	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		0,37	0,30	93%	5	5	0,02	0,14	94%	4	4	0,02	0,02	26%	4	4	3,41	3,41	141%	4	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		0,83	0,83	61%	5	5	7,43	9,40	48%	4	3	0,23	0,23	62%	4	4	0,03	0,04	33%	4	3
Stream water		0,55	0,50	41%	25	25	1,41	1,05	77%	24	24	0,47	0,40	45%	24	24	0,80	0,48	149%	23	23
Bulk deposition	Mn mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,05	0,06	63%	4	4	-	-	-	-	-	0,00	0,00	41	8	3	0,04	0,00	143%	5	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,01	0,01	98%	4	4	0,13	0,04	178%	13	3	0,01	0,00	39	17	3	0,01	0,00	110%	8	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,05	0,05	17%	3	3	0,05	0,05	8%	4	3	0,01	0,01	32	7	3	0,01	0,00	120%	9	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		0,02	0,03	54%	5	5	0,21	0,14	94%	4	4	0,01	0,01	39%	4	4	0,04	0,04	114%	4	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		0,04	0,04	68%	5	5	0,12	0,08	53%	4	3	0,01	0,01	57%	4	4	0,02	0,02	18%	4	3
Stream water		0,07	0,05	79%	25	25	0,06	0,06	16%	24	24	0,05	0,06	21%	24	24	0,03	0,02	146%	23	23
Bulk deposition	Cu µg/l	2,04	0,65	125%	12	11	4,06	1,50	109%	6	5	1,06	0,53	110%	6	7	1,02	0,88	49%	6	9
Throughfall		2,96	1,10	154%	12	12	2,11	1,75	75%	6	6	1,14	1,10	30%	6	7	1,03	0,95	41%	6	9
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		2,67	1,80	77%	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,5	6,0	26%	4	2
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,93	0,79	28%	3	3	4,1	2,0	122%	10	2	-	-	-	-	-	1,6	1,2	76%	7	2
Soil water, discharge area, 30-50 cm		2,29	0,95	126%	3	3	1,9	0,5	139%	3	2	-	-	-	-	-	1,4	1,1	92%	6	2
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		0,05	1,80	38%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63,0	63,0	72%	4	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		2,62	1,25	117%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,4	18,0	35%	4	3
Stream water		2,57	0,80	216%	20	20	0,68	0,55	72%	11	11	0,25	0,21	68%	9	9	0,3	0,2	43%	11	11
Bulk deposition	Pb µg/l	0,63	0,64	64%	12	11	2,62	1,40	109%	6	5	1,31	1,00	128%	6	7	0,55	0,61	43%	6	9
Throughfall		0,78	0,73	45%	12	12	0,95	0,63	84%	6	6	1,01	0,81	52%	6	7	0,76	0,48	132%	6	9
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,22	0,21	41%	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,1	2,1	28%	4	2
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,07	0,06	17%	3	3	1,3	0,5	158%	10	2	-	-	-	-	-	0,4	0,4	82%	7	2
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,16	0,15	11%	3	3	0,5	0,4	58%	3	2	-	-	-	-	-	0,9	0,6	88%	6	2
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		1,80	1,80	77%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,9	4,9	98%	4	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		3,70	3,25	63%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,6	33%	4	3
Stream water		0,74	0,78	33%	20	20	0,96	0,70	78%	11	11	0,51	0,43	40%	9	9	0,2	0,2	28%	11	11
Bulk deposition	Zn µg/l	5,43	4,00	96%	12	11	10,40	11,00	54%	6	5	5,11	4,50	68%	6	7	6,13	5,60	53%	6	9
Throughfall		12,89	9,30	57%	12	12	18,55	16,50	54%	6	6	17,74	13,00	62%	6	7	9,31	7,00	61%	6	9
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		6,37	7,20	33%	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	17	43%	4	2
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		10	6	49%	3	3	101	93	48%	10	2	-	-	-	-	-	21	10	149%	7	2
Soil water, discharge area, 30-50 cm		6	5	34%	3	3	44	36	46%	3	2	-	-	-	-	-	13	9	94%	6	2
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		17,00	17,00	19%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	270	270	0%	4	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		26,00	24,00	38%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	124	130	48%	4	3
Stream water		7,51	7,40	16%	20	20	5,30	4,70	48%	11	11	5,33	5,50	10%	9	9	2,0	1,7	30%	11	11
Bulk deposition	Cd µg/l	0,04	0,03	91%	12	11	0,04	0,04	42%	6	5	0,04	0,04	54%	6	7	0,03	0,03	54%	6	9
Throughfall		0,																			

Gårdsjön	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)						
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Org-N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	DOC
Bulk deposition	3,4	3,4	0,9	7,6	-	0,02	34
Throughfall	1,8	3,1	2,4	7,3	-	0,06	109
Litterfall				45,6		3,1	2443
Stream water	0,04	0,2	2,0	2,2	-	0,024	89

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	3,0	3,2	1,3	7,5	-	0,26	14
Throughfall	1,3	1,4	1,6	4,3	-	-	57
Litterfall				-		-	-
Stream water	0,07	0,64	2,0	2,7	0,018	0,055	94

Kindla	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)						
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Org-N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	TOC
Bulk deposition	1,8	1,6	1,1	4,5	-	0,13	14
Throughfall	0,7	1,1	1,9	3,7	-	-	99
Litterfall				13,6		0,8	824
Stream water	0,02	0,02	0,7	0,8	0,010	0,009	35

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	0,7	1,0	0,5	2,2	-	0,03	9
Throughfall	0,6	0,7	0,5	1,8	-	-	20
Litterfall				11,5		1,0	664
Stream water	0,01	0,01	0,6	0,6	0,009	0,026	34

Gårdsjön	Anion fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)						
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	RCOO ⁻	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	19	40	24	0	6	89	-28
Throughfall	26	112	22	0	41	201	19
Litterfall	35						
Stream water	58	234	1,0	0	40	333	10

Gårdsjön	Cation fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)							
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	H ⁺	Sum(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	5	9	38	3	24	10	89	0
Throughfall	17	27	102	33	13	9	201	0
Litterfall	168	53	6	13				
Stream water	16	47	232	8	0	23	326	-7

Aneboda	Anion fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)						
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	RCOO ⁻	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	16	18	23	0	9	66	-25
Throughfall	12	24	10	0	29	74	14
Litterfall	-						
Stream water	38	65	4,6	0	48	155	25

Aneboda	Cation fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)							
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	H ⁺	Sum(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	7	5	18	3	21	12	66	-0
Throughfall	10	8	20	22	9	5	74	-0
Litterfall								
Stream water	30	26	68	9	0,5	9	142	-13

Kindla	Anion fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)						
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	RCOO ⁻	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	11	6	11	0	7	35	-15
Throughfall	17	19	8	0	40	84	30
Litterfall	7						
Stream water	27	18	0,2	0	18	63	-3

Kindla	Cation fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)							
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	H ⁺	Sum(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	3	2	6	2	13	9	35	-0
Throughfall	17	10	18	30	5	6	84	0
Litterfall	47	11	0,4	6				
Stream water	6	6	28	1	0,1	7	49	-13

Gammtratten	Anion fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)						
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	RCOO ⁻	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	8	3	7	0	2	20	-9
Throughfall	8	5	5	0	9	26	-1
Litterfall	6						
Stream water	9	5	0,1	3	24	40	24

Gammtratten	Cation fluxes (mEq m ⁻² y ⁻¹)							
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	H ⁺	Sum(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	4	1	3	1	5	6	20	-0
Throughfall	4	2	5	6	4	6	27	0
Litterfall	55	11	0,3	6				
Stream water	16	6	14	1	0,1	1	39	-2

Gårdsjön	Metal fluxes (mg m ⁻² y ⁻¹)								
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition	-	-	-	-	-	1,8	0,6	5,0	0,03
Throughfall	-	-	-	-	-	1,5	0,4	7,2	0,0
Litterfall	105			91	294	-	-	-	-
Stream water	375	271	104	348	43	1,7	0,5	4,8	0,03

Aneboda	Metal fluxes (mg m ⁻² y ⁻¹)								
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition	-	-	-	-	-	3,5	2,4	8,5	0,0
Throughfall	-	-	-	-	-	1,1	0,5	10,4	0,0
Litterfall	-			-	-	-	-	-	-
Stream water	173	113	60	505	20	0,2	0,5	1,9	0,01

Kindla	Metal fluxes (mg m ⁻² y ⁻¹)								
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition	-	-	-	-	-	0,5	0,6	2,5	0,0
Throughfall	-	-	-	-	-	0,6	0,5	7,6	0,0
Litterfall	28			26	210	-	-	-	-
Stream water	212	88	124	143	20	0,1	0,2	1,8	0,02

Gammtratten	Metal fluxes (mg m ⁻² y ⁻¹)								
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition	-	-	-	-	-	0,7	0,3	3,6	0,0
Throughfall	-	-	-	-	-	0,5	0,3	4,4	0,0
Litterfall	16			13	196	-	-	-	-
Stream water	84	62	22	175	6	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	6,9	0,0	106	288	20	256	79
Throughfall	11,9	0,3	76	244	25	299	86
Litterfall	38,0	0,4	-	-	-	-	-
Stream water	1,7	0,12	439	953	531	499	263

Aneboda	Metal fluxes (µg m ⁻² y ⁻¹)						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition	-	-	142	564	18	165	75
Throughfall	-	-	44	260	23	149	51
Litterfall	-	-	-	-	-	-	-
Stream water	-	-	214	259	309	540	175

Kindla	Metal fluxes (µg m ⁻² y ⁻¹)						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition	-	-	39	112	40	117	50
Throughfall	-	-	53	206	25	205	74
Litterfall	-	-	-	-	-	-	-
Stream water	-	-	44	56	166	81	44

Gammtratten	Metal fluxes (µg m ⁻² y ⁻¹)						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition	-	-	52	113	10	86	39
Throughfall	-	-	104	100	9	81	36
Litterfall	-	-	-	-	-	-	-
Stream water	-	-	64	79	85	95	158

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	18	18	15	19	19	18	18	18	18	-	-	-
Sampling date	981007			981109			981005					
<i>Decomposition ratio 1998 (weight loss in % of original weight)</i>												
Mean	40,6	65,2	69,9	38,7	64,8	77,0	36,4	59,5	75,3	-	-	-
median	41,5	62,2	68,9	37,8	70,8	77,3	37,1	60,4	75,0	-	-	-
n	18	18	18	19	17	17	18	18	18	-	-	-
Sampling date	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	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	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	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	18	18	17	18	18	17	18	18	17	18	18	18
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	18	18	16	18	18	14	18	18	18	18	18	16

Sampling place	Gårdsjön*			Aneboda			Kindla**			Gammtratten		
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 _o	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 _o	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 _o	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 _o	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 _o	18	17	18	17	16	15	18	18	18	18	18	18
Sampling date	091026			091009			091022			090928		
<i>Decomposition ratio 2008 (weight loss in % of original weight)</i>												
Mean	31,6	64,7	81,7	23,9	57,5	75,5	27,4	57,7	80,3	24,1	53,5	72,5
median	30,2	64,9	80,7	22,9	59,4	77,1	24,9	56,5	82,8	24,8	54,8	72,6
n _o	17	17	17	18	15	16	18	16	18	17	17	16
Sampling date	101010			101003			101022			100928		
<i>Decomposition ratio 2008 (weight loss in % of original weight)</i>												
Mean	41,1	67,0	75,1	41,6	65,5	81,8	30,9	48,2	71,4	35,1	53,5	78,4
median	40,8	70,0	73,8	41,5	69,3	83,9	31,0	46,7	72,8	35,1	52,3	79,1
n _o	18	18	17	17	20	16	18	18	18	18	17	17

Understorey vegetation: intensive plot

See also appendix 23

2010							
Gårdsjön 2	species	list	mean %	median	CV%		n spec.
n:o of species total							45
cover field layer			8,4	4,5	110		8
cover bottom layer			82	86	21		37
cover dominant 1	Dicranum majus	M2	43,94	40	68		
cover dominant 2	Pleurozium schreberi	M2	13,8	8	126		
cover dominant 3	Plagiothecium undulatum	M2	6,5	1	102		
plot frequency dominant 1	Dicranum majus	M2					32
plot frequency dominant 2	Pleurozium schreberi	M2					29
plot frequency dominant 3	Vaccinium myrtillus	B4					25
species diversity index (H')							2,9
Equitability (J)							0,52
Ellenberg N index (N)							2,5
Ellenberg pH index (R)							2,5

2010							
Aneboda 1	species	list	mean %	median	CV%		n spec.
n:o of species total							20
cover field layer			12	5	155		4
cover bottom layer			80	92	34		16
cover dominant 1	Dicranum majus	M2	38	35	76		
cover dominant 2	Pleurozium schreberi	M2	15	8	117		
cover dominant 3	Hylocomium splendens	M2	13	4	164		
plot frequency dominant 1	Dicranum majus	M2					27
plot frequency dominant 2	Pleurozium schreberi	M2					25
plot frequency dominant 3	Deschampsia flexuosa	B4					21
species diversity index (H')							2,6
Equitability (J)							0,6
Ellenberg N index (N)							3,1
Ellenberg pH index (R)							2,9

2010							
Kindla 1	species	list	mean %	median	CV%		n spec.
n:o of species total							30
cover field layer			4	1	164		5
cover bottom layer			86	97	26		25
cover dominant 1	Dicranum majus		62	79	51		
cover dominant 2	Pleurozium schreberi		8	5	111		
cover dominant 3	Sphagnum capillifolium		7	0	394		
plot frequency dominant 1	Dicranum majus						32
plot frequency dominant 2	Pleurozium schreberi						30
plot frequency dominant 3	Deschampsia flexuosa						15
species diversity index (H')							2,0
Equitability (J)							0,40
Ellenberg N index (N)							2,9
Ellenberg pH index (R)							2,7

2010							
Gammtratten 2	species	list	mean %	median	CV%		n spec.
n:o of species total							80
cover field layer			9	0	172		38
cover bottom layer			82	83	20		42
cover dominant 1	Sphagnum girgensohnii		25	5	127		
cover dominant 2	Hylocomium splendens		24	23	92		
cover dominant 3	Sphagnum russowii		7	1	276		
plot frequency dominant 1	Deschampsia flexuosa						29
plot frequency dominant 2	Linnaea borealis						29
plot frequency dominant 3	Vaccinium myrtillus						28
species diversity index (H')							5,5
Equitability (J)							0,87
Ellenberg N index (N)							2,5
Ellenberg pH index (R)							2,8

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 $H' = -\sum(\pi_i \times \log_2 \pi_i)$, where π_i = proportional cover for species i. N- and R-indices based on Ellenberg indicator values: $\sum(c_i \times E_{li}) / \sum c_i$, where c_i = cover of species i and E_{li} = Ellenberg value for species i.

* too few species with an Ellenberg value to be calculated.

Chemistry of spruce needles and needles in litterfall

Gårdsjön 2010		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	4349			2	5500			2	-	-	-	-
Mg	µg/g dw	1345			2	1199			2	-	-	-	-
Na	µg/g dw	125			2	203			2	-	-	-	-
K	µg/g dw	5762			2	4964			2	-	-	-	-
P	µg/g dw	1049			2	1061			2	-	-	-	-
N	%	1,1			2	1,2			2	-	-	-	-
C	%	51			2	51			2	-	-	-	-
S	mg/g dw	0,74			2	0,77			2	-	-	-	-
C/N	weight basis	46			2	45			2	-	-	-	-
Cu	µg/g dw	2,4			2	2,3			2	-	-	-	-
Pb	µg/g dw	0,14			1	0,18			1	-	-	-	-
Zn	µg/g dw	61			2	66			2	-	-	-	-
Cd	µg/g dw	0,052			2	0,051			2	-	-	-	-
Hg	µg/g dw	0,028			2	0,038			2	-	-	-	-
Mn	µg/g dw	757			2	899			2	-	-	-	-
Al	µg/g dw	53			2	79			2	-	-	-	-
Fe	µg/g dw	42			2	52			2	-	-	-	-
Arginine	µmol/g dw	1,09	0,74	106	9								

Aneboda 2010		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	3238			2	3726			2	-	-	-	-
Mg	µg/g dw	1071			2	868			2	-	-	-	-
Na	µg/g dw	44			2	60			2	-	-	-	-
K	µg/g dw	4944			2	4281			2	-	-	-	-
P	µg/g dw	1363			2	1414			2	-	-	-	-
N	%	1,1			2	1,0			2	-	-	-	-
C	%	51			2	51			2	-	-	-	-
S	mg/g dw	0,77			2	0,77			2	-	-	-	-
C/N	weight basis	46			2	49			2	-	-	-	-
Cu	µg/g dw	2,4			2	2,8			2	-	-	-	-
Pb	µg/g dw	0,35			2	0,27			1	-	-	-	-
Zn	µg/g dw	32			2	35			2	-	-	-	-
Cd	µg/g dw	0,042			2	0,086			2	-	-	-	-
Hg	µg/g dw	0,024			2	0,051			2	-	-	-	-
Mn	µg/g dw	903			2	920			2	-	-	-	-
Al	µg/g dw	94			2	118			2	-	-	-	-
Fe	µg/g dw	65			2	67			2	-	-	-	-
Arginine	µmol/g dw	1,86	1,12	129	7								

Kindla 2010		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	3637			2	4371			2	5344	5346	6	3
Mg	µg/g dw	1120			2	988			2	607	625	9	3
Na	µg/g dw	27			2	37			2	95	98	20	3
K	µg/g dw	6507			2	5124			2	1677	1663	3	3
P	µg/g dw	1081			2	900			2	415	398	8	3
N	%	1,3			2	1,2			2	0,65	0,66	7	3
C	%	51			2	51			2	51	51	1	3
S	mg/g dw	0,81			2	0,78			2	0,60	0,61	7	3
C/N	weight basis	40			2	43			2	79	76	7	3
Cu	µg/g dw	2,6			2	2,4			2	2	2	19	3
Pb	µg/g dw	0,13			2	0,20			2	1	1	16	3
Zn	µg/g dw	51			2	51			2	49	50	11	3
Cd	µg/g dw	0,035			2	0,031			2	0	0	17	3
Hg	µg/g dw	0,026			2	0,035			2	0	0	8	3
Mn	µg/g dw	1081			2	1203			2	1453	1396	8	3
Al	µg/g dw	47			2	65			2	322	244	44	3
Fe	µg/g dw	36			2	57			2	349	224	78	3
Arginine	µmol/g dw	4,06	1,48	143	9								

Gamtr. 2010		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	4266			2	4200			2	7320	7733	11	3
Mg	µg/g dw	944			2	922			2	622	598	27	3
Na	µg/g dw	33			2	42			2	72	71	8	3
K	µg/g dw	5567			2	5357			2	1442	1386	27	3
P	µg/g dw	1451			2	1417			2	579	579	32	3
N	%	0,89			2	0,93			2	0,63	0,65	18	3
C	%	52			2	51			2	53	53	2	3
S	mg/g dw	0,66			2	0,69			2	0,58	0,58	7	3
C/N	weight basis	58			2	55			2	87	81	22	3
Cu	µg/g dw	1,7			2	1,7			2	2	2	12	3
Pb	µg/g dw	0,12			2	0,12			2	1	1	35	3
Zn	µg/g dw	52			2	64			2	75	71	12	3
Cd	µg/g dw	0,020			2	0,023			2	0	0	8	3
Hg	µg/g dw	0,016			2	0,020			2	0	0	18	3
Mn	µg/g dw	831			2	824			2	1368	1351	5	3
Al	µg/g dw	60			2	66			2	262	283	24	3
Fe	µg/g dw	34			2	34			2	246	272	42	3
Arginine	µmol/g dw	0,23	0,23	67	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			2010		
Biom/Element	Unit	total	per hectare	n plots	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	781	211	18
C-tot	ton	272	73	18	296	80	18	306	83	18	358	97	18	383	103	18
N-tot	kg	1317	355	18	1433	386	18	1476	398	18	1904	515	18	2101	568	18
P-tot	kg	135	36	18	147	40	18	152	41	18	204	55	18	222	60	18
K	kg	477	129	18	519	140	18	532	143	18	736	199	18	806	218	18
Ca	kg	896	241	18	974	263	18	1000	270	18	1320	357	18	1446	391	18
Mg	kg	142	38	18	154	42	18	159	43	18	204	55	18	225	61	18
Fe	kg	39	11	18	43	11	18	43	12	18	57	15	18	62	17	18
Mn	kg	155	42	18	168	45	18	172	46	18	211	57	18	231	62	18
Zn	kg	16	4	18	17	5	18	18	5	18	21	6	18	23	6	18
Cu	kg	3	0,7	18	3	0,7	18	3	0,8	18	3	0,9	18	4	1,1	18
B	kg	2	0,4	18	2	0,5	18	2	0,5	18	2	0,6	18	2	0,5	18

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

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

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

Comments

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

total = whole catchment

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

Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) i Gårdsjön 2010 jämfört med långtidsvärden från Säve och Alvhem.

Månad	Temp a) Säve grad C	Temp 2010 Gårdsjön grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-1990 b) Alvhem mm	P 2010 Gårdsjön mm	Översk./ undersk. mm
1	-1,6	-6,9	-5,3	71	0	-71
2	-1,6	-5,9	-4,3	47	92	45
3	1,2	0,6	-0,6	57	64	7
4	5,2	5,8	0,6	50	29	-21
5	10,9	10,0	-0,9	62	77	15
6	14,9	14,2	-0,7	73	49	-24
7	16,2	17,8	1,6	89	53	-36
8	15,6	15,5	-0,1	91	222	131
9	12,2	11,0	-1,2	107	102	-5
10	8,5	5,9	-2,6	112	183	71
11	3,7	0,4	-3,3	109	75	-34
12	0,3	-7,0	-7,3	83	50	-33
Medel/Summa	7,1	5,1	-2,0	951	996	45

Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) i Aneboda 2010 jämfört med långtidsvärden från Växjö

Månad	Temp a) Växjö grad C	Temp 2010 Aneboda grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-1990 c) Växjö mm	P 2010 Aneboda IVL mm	Översk./ undersk. mm
1	-2,7	-7,3	-4,6	60	27	-33
2	-2,6	-4,5	-1,9	41	55	14
3	0,4	-0,8	-1,2	48	19	-29
4	4,9	5,1	0,2	46	21	-25
5	10,8	8,8	-2,0	56	55	-1
6	14,9	13,5	-1,4	64	55	-9
7	15,9	18,0	2,1	87	106	19
8	15,2	15,5	0,3	66	164	98
9	11,2	10,5	-0,7	82	59	-23
10	7,2	5,0	-2,2	67	71	4
11	2,5	0,2	-2,3	73	110	37
12	-1,1	-8,3	-7,2	65	41	-24
Medel/Summa	6,4	4,6	-1,7	755	784	29

a) Månadsmedeltemperaturer 1961-90, källa: SMHI.

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

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

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

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

Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) i Kindla 2010 jämfört med långtidsvärden från Knon och Nyberget.

Månad	Temp a) Knon grad C	Temp 2010 Kindla grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-1990 d) Kindla mm	P 2010 d) Kindla mm	Översk./ undersk. mm
1	-7,7	-9,1	-1,4	64	27	-37
2	-6,9	-7,6	-0,7	46	90	44
3	-3,2	-2,7	0,5	51	46	-5
4	3,1	2,8	-0,3	56	31	-25
5	9,3	8,5	-0,8	58	74	16
6	13,7	13,0	-0,7	80	52	-28
7	16,1	16,8	0,7	98	127	29
8	14,3	13,9	-0,4	102	62	-40
9	9,4	8,9	-0,5	99	70	-29
10	4,1	3,5	-0,6	87	28	-59
11	-0,5	-2,7	-2,2	97	82	-15
12	-4,3	-10,2	-5,9	68	45	-23
Medel/Summa	4,0	2,9	-1,0	906	734	-172

Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) i Gammtratten 2010 jämfört med långtidsvärden från Fredrika.

Månad	Temp a) Fredrika grad C	Temp 2010 Gammtratten grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-90 e) Fredrika mm	P 2010 e) Fredrika mm	Översk./ undersk. mm
1	-12,7	-12,1	0,6	43	38	-5
2	-11,2	-13,5	-2,3	33	37	4
3	-6,2	-6,2	0,0	39	48	9
4	-0,2	0,6	0,8	36	27	-9
5	6,6	7,0	0,4	47	41	-6
6	12,3	9,5	-2,8	62	115	53
7	13,9	15,1	1,2	109	66	-43
8	12,0	11,0	-1,0	85	115	30
9	7,0	6,5	-0,5	77	73	-4
10	1,8	1,0	-0,8	68	55	-13
11	-5,8	-8,2	-2,4	59	26	-33
12	-10,6	-13,3	-2,7	50	23	-27
Medel/Summa	0,6	-0,2	-0,8	708	663	-45

a) Månadsmedeltemperaturer 1961-90, källa: SMHI.

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

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

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

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

Uppmätt nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Gårdsjön 2010

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	0	26	-26	0	0
2	92	21	71	0	92
3	64	54	9	135	-72
4	29	33	-4	65	-36
5	77	54	23	4	74
6	49	29	20	3	47
7	53	40	14	3	50
8	222	97	125	64	158
9	102	73	29	55	47
10	183	103	80	138	45
11	75	64	11	140	-65
12	50	42	7	21	28
Summa	996	636	360	628	368
% av NBD	100%	64%	36%	63%	37%

Uppmätt nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Aneboda 2010

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	25	21	3	16	8
2	51	42	9	11	40
3	16	10	6	27	-10
4	31	23	8	35	-4
5	71	58	13	21	50
6	54	45	9	16	38
7	108	90	19	26	82
8	108	87	21	47	61
9	93	82	10	43	50
10	85	35	50	41	44
11	119	92	28	64	55
12	103	48	55	33	70
Summa	864	633	231	381	483
% av NBD	100%	73%	27%	44%	56%

Uppmätt nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Kindla 2010

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	18	11	8	9	10
2	51	32	19	3	48
3	43	49	-6	10	34
4	33	11	22	105	-72
5	75	60	15	31	44
6	50	37	13	9	41
7	150	85	66	13	137
8	81	60	21	26	54
9	17	72	-55	44	-27
10	31	16	15	20	11
11	64	51	13	40	23
12	31	36	-6	12	19
Summa	645	520	125	323	323
% av NBD	100%	81%	19%	50%	50%

Uppmätt nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Gammtratten 2010

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

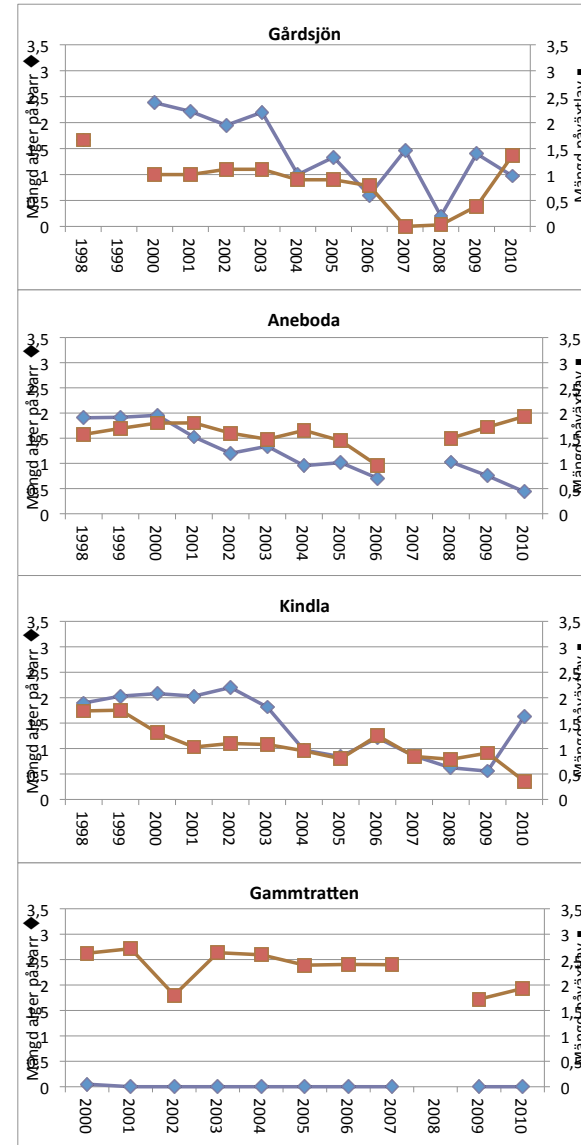
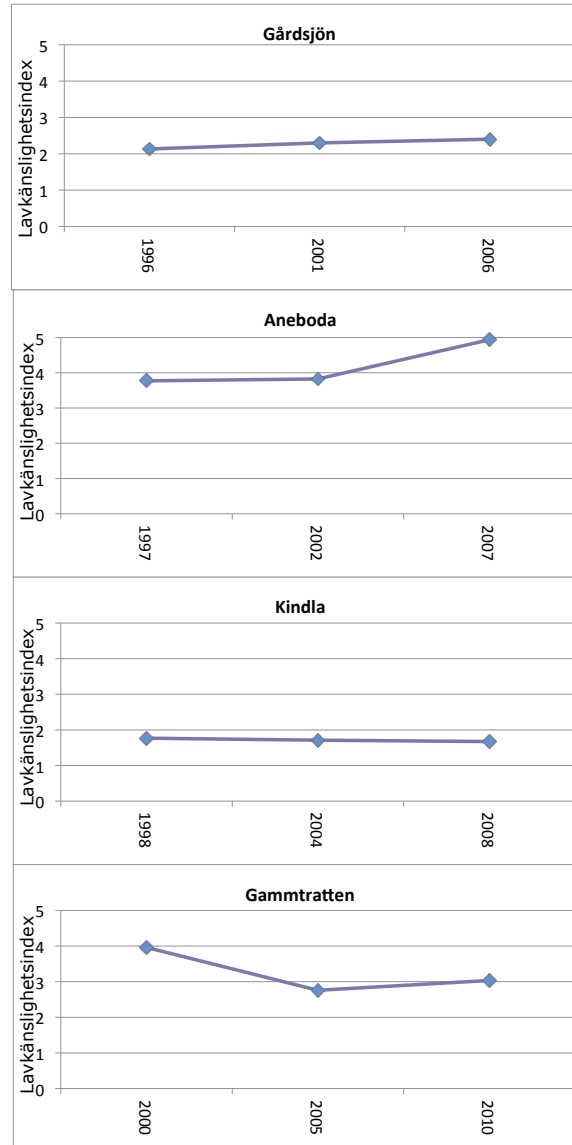
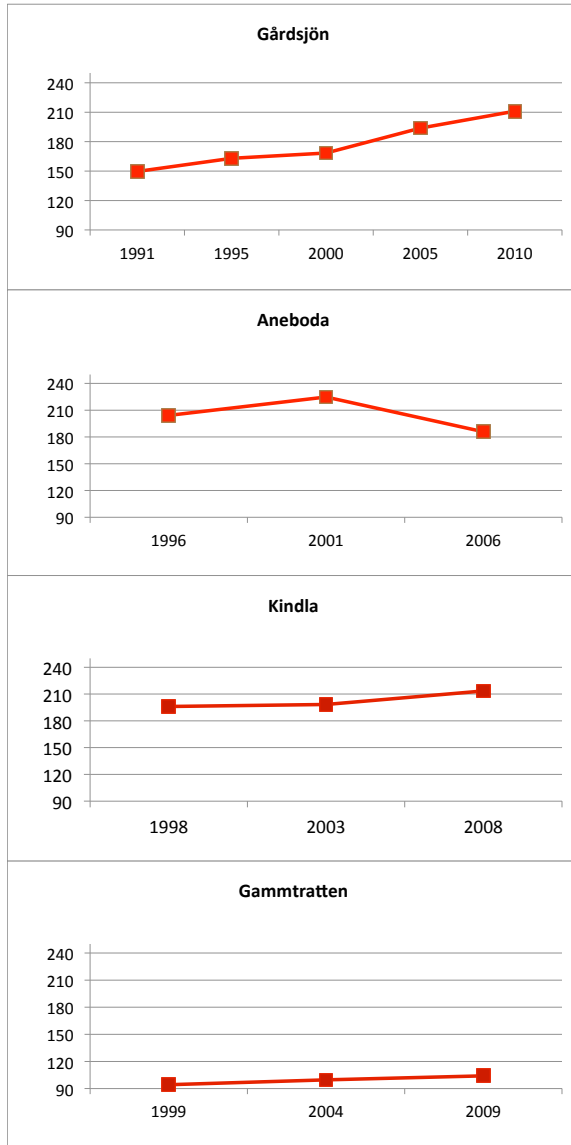
Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	27	29	-2	4	23
2	27	30	-2	1	27
3	27	34	-6	0	27
4	28	17	12	12	17
5	90	83	7	111	-21
6	53	56	-3	27	26
7	60	62	-2	14	46
8	106	86	20	30	75
9	72	70	2	35	37
10	60	54	6	19	41
11	31	26	5	22	9
12	26	24	2	3	23
Summa	607	570	37	278	329
% av NBD	100%	94%	6%	46%	54%

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

Temporal trends in tree biomass

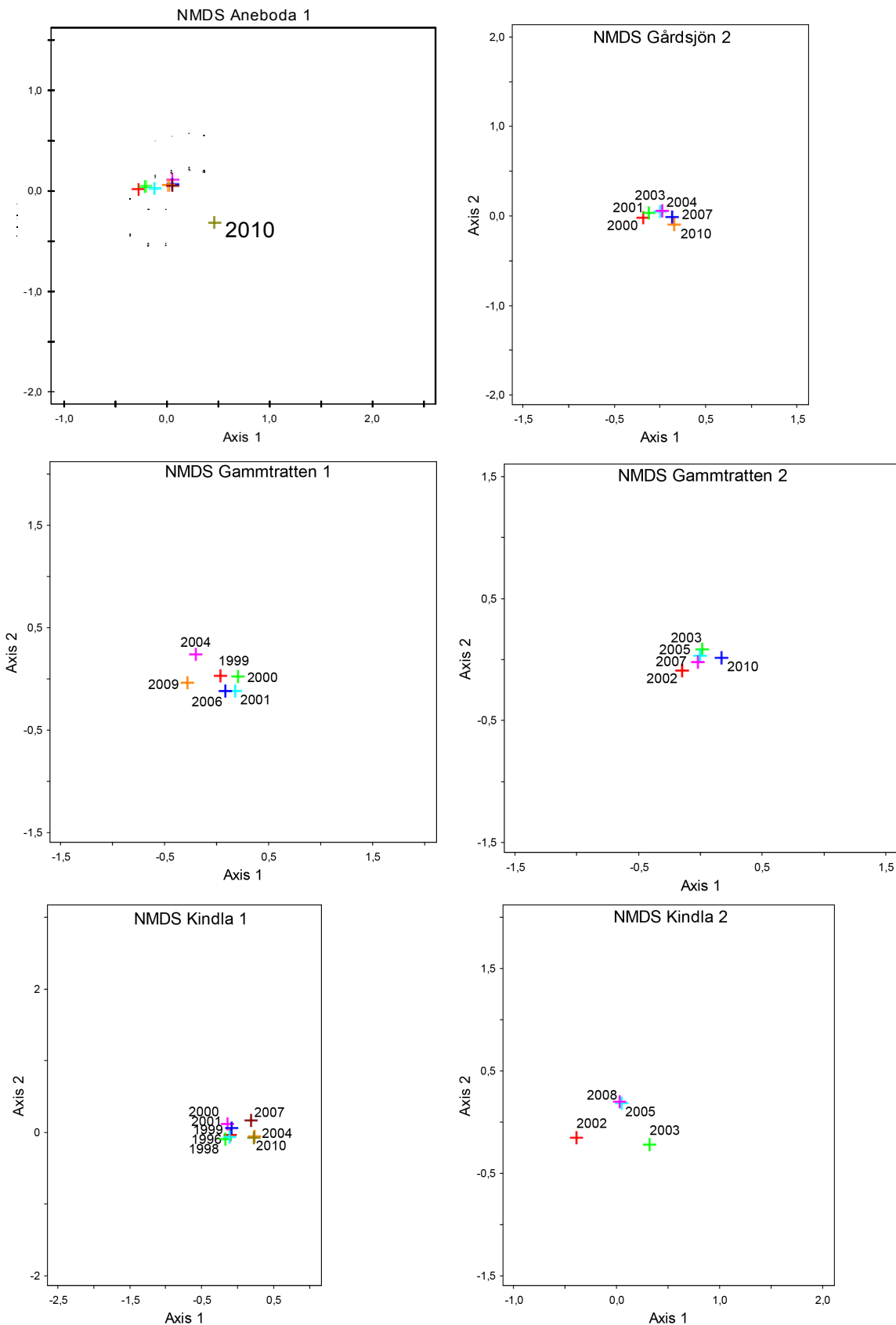
Mean lichen sensitivity index

Algae and lichens on spruce needles



Temporal patterns in forest floor vegetation

The diagrams show centroids (multivariate mean values) in ordinations on all field and bottom layer plant species. Based on 32 subplots in each diagram and year. The closer crosses are to each other, the higher similarities in the species composition. See text in the Annual report 2010 for a description.



Important observations 2010

Litterfall data from two out of three sampling occasions are missing from Aneboda. Therefore, no annual litterfall fluxes can be estimated.

We had a close encounter (20 m) with a bear at the intensive vegetation monitoring plot Gammtraten 2.

One of the replicates for needle chemistry at Kindla had 10 times higher levels of arginine than the usual levels at that catchment. These needles were sampled from a tree close to the large mire in the centre of the area. Trees on mires are often limited in P or K, and thus has a relative surplus of N that may be expressed as high levels of arginine. The total N concentration in the needles from the same replicate does not indicate a surplus of N.