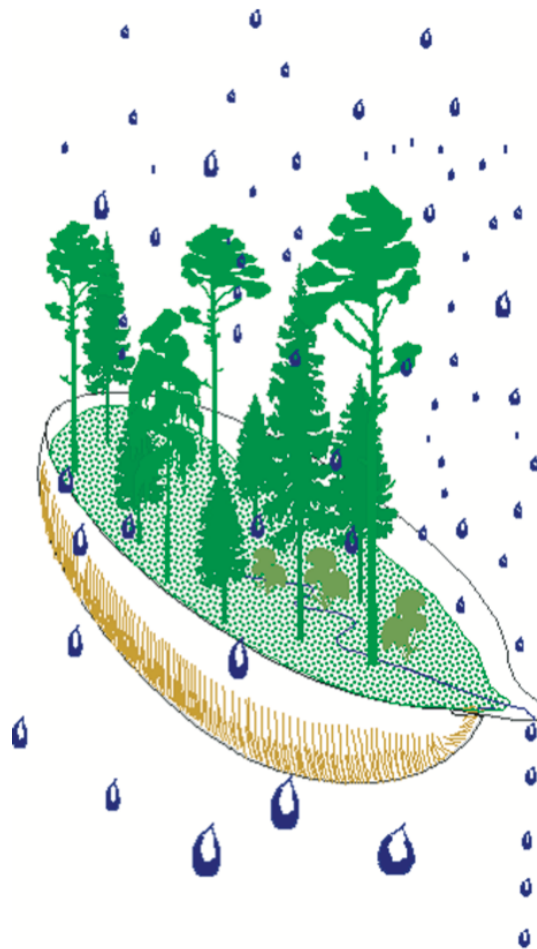


# Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark – IM

## Årsrapport 2021

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

Annual report for 2021



Stefan Löfgren (red.)



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

**Årsrapport 2021**

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

Annual report for 2021

Stefan Löfgren (red.)

**SLU, Vatten och miljö: Rapport 2022:13**

Institutionen för vatten och miljö  
Sveriges lantbruksuniversitet (SLU)  
Box 7050  
750 07 Uppsala

Tel. 018 – 67 31 10

<http://www.slu.se/vatten-miljo>

Tryck: 90 exemplar. SLU, Uppsala, juni 2023.



## Integrerad övervakning av miljötilståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2021

<p><b>Rapportförfattare</b> Stefan Löfgren (redaktör), SLU</p>	<p><b>Utgivare</b> Institutionen för vatten och miljö, SLU <b>Postadress</b> Box 7050, 750 07 Uppsala <b>Telefon</b> 018-67 10 00</p>
<p><b>Rapporttitel och undertitel</b> Integrerad övervakning av miljötilståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2021</p>	<p><b>Beställare</b> Naturvårdsverket 106 48 Stockholm <b>Finansiering</b> Nationell MÖ, programområde Skog</p>
<p><b>Nyckelord för plats</b> Gårdsjön, Aneboda, Kindla och Gammtratten</p>	
<p><b>Nyckelord för ämne</b> Ekosystemstudier, avrinningsområde, vattenbalans, kemiska ämnesbudgetar, effekter på biota, vegetation, markprocesser</p>	
<p><b>Tidpunkt för insamling av underlagsdata</b> 2021</p>	
<p><b>Sammanfattning</b></p> <p>Naturvårdsverkets miljöövervakningsenhet genomför Integrerad övervakning av miljötilståndet 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 (IVM) vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) utför övervakningen på uppdrag av Naturvårdsverket.</p> <p>Miljöövervakningen omfattar ekosystemstudier på avrinningsområdesnivå med bestämningar av vattenbalans, kemiska ämnesbudgetar och effekter på biota, främst vegetation och studier av markprocesser. Syftet är dels att som referensområden ge relevanta bakgrundsdata, dels att söka skilja effekter av mänsklig påverkan från naturlig variation. Modellering för prognostisering av utvecklingen är ett viktigt inslag. IM programmet lämpar sig också väl till testning av modeller. Mätningarna utförs i skyddade områden med lång kontinuitet, utan skogliga aktiviteter. Deposition av luftföroreningar och potentiell klimatpåverkan är de enda mänskliga störningarna i områdena.</p> <p>Föreliggande rapport redovisar undersökningar från år 2021 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.</p>	



# 1 Förord

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

Miljöövervakningen omfattar ekosystemstudier på avrinningsområdesnivå med bestämningar av vattenbalans, kemiska ämnesbudgetar och effekter på biota, främst vegetation och studier av markprocesser. Utförarna ansvarar för olika delprogram i ett integrerat system där IVL följer depositionen av ämnen, SGU undersöker markens fysikaliska och mineralologiska egenskaper och följer markhydrologiska processer 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.

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

Samordning	Pernilla Rönnback, SLU (Lars Lundin, SLU)
Internationella kontakter	Ulf Grandin, SLU Pernilla Rönnback, SLU
Deposition, krondropp	Gunilla Pihl Karlsson, IVL
Meteorologi, hydrologi, datahantering och modellering	Pernilla Rönnback, SLU Mikael Östlund, SLU (Lars Lundin, SLU) Filip Moldan, IVL
Mark- och markvattenkemi, förfall & förfallbrytning (metaller inklusive Hg i Aneboda, SITES)	Stefan Löfgren, SLU
Markfysik, grundvatten	Kajsa Bovin, SGU
Bäckvattenkemi	Pernilla Rönnback, SLU (Lars Lundin, SLU) Stefan Löfgren Filip Moldan, IVL
Vegetation inkl. träd, epifytiska alger & -lavar	Ulf Grandin, SLU

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

Provtagning och observationer genomfördes i områdena huvudsakligen av Sara Jutterström, Gårdsjön, Kjell Rosén och Therese Carlström, Aneboda, Kent Wireborg, Kindla och Johan Hörnqvist, Gammtratten. Insamlade prover för kemisk analys tas om hand och analyseras av ackrediterade laboratorier vid IVL och SLU. Göran Gullberg och Mikael Östlund vid SLU, Kajsa Bovin, David Eveborn, och Bo Thunholm vid SGU samt Filip Moldan och Sara Jutterström vid IVL 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 Stefan Löfgren, Lars Lundin, Mikael Östlund och Ulf Grandin från SLU. Stefan Löfgren har bearbetat dessa bidrag och färdigställt rapporten med dess nuvarande innehåll. I rapporten sammanfattas resultaten från de fyra IM-områdena Gårdsjön, Aneboda, Kindla och Gammtratten under 2021. På grund av begränsningar i budgeten från Naturvårdsverket redovisas även metalldata från Aneboda, bl.a. Hg, insamlade på uppdrag av annan finansör (SITES). Rådata finns digitalt tillgängliga vid IVM, SLU på <http://www.slu.se/sv/institutioner/vatten-miljo/miljoanalys/integrerad-monitoring-im/> och vid SGU på <http://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-miljoovervakning-grundvatten-sv.html>.

Det här är min 25:e årsrapport som redaktör och med ålderns rätt tackar jag för mig! Lycka till i framtiden med det viktiga arbete som miljöövervakning och integrerad monitoring utgör.

Stefan Löfgren, världsmiljödagen 5 juni 2023

## 2 Innehåll

<b>1</b>	<b>Förord</b>	<b>i</b>
<b>2</b>	<b>Innehåll</b>	<b>ii</b>
<b>3</b>	<b>Sammanfattning</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>Summary</b>	<b>2</b>
<b>5</b>	<b>Integrerad miljöövervakning (IM) i ett historiskt perspektiv</b>	<b>3</b>
<b>6</b>	<b>Övervakningens syfte</b>	<b>4</b>
<b>7</b>	<b>Val av områden och undersökningsmetodik</b>	<b>5</b>
7.1	<i>Gårdsjön - SE-04</i>	7
7.2	<i>Aneboda - SE-14</i>	8
7.3	<i>Kindla - SE-15</i>	9
7.4	<i>Gammtratten - SE 16</i>	10
<b>8</b>	<b>Väderförhållanden 2021</b>	<b>11</b>
<b>9</b>	<b>Modellerad vattenbalans 1997-2021</b>	<b>17</b>
<b>10</b>	<b>Kemiska förhållanden 2021</b>	<b>20</b>
<b>11</b>	<b>Vegetationsperiodens längd</b>	<b>23</b>
<b>12</b>	<b>Referenser</b>	<b>25</b>
<b>13</b>	<b>Medarbetare inom IM sedan starten 1996</b>	<b>26</b>
13.1	<i>Ansvariga för IM vid Naturvårdsverket</i>	26
13.2	<i>Projektansvariga för delprojekten</i>	26
13.3	<i>Medarbetare för instrument och datahantering</i>	27
13.4	<i>Redaktör för årsrapporten</i>	27
13.5	<i>Fältobservatörer</i>	27
<b>14</b>	<b>Tidigare publicerade årsrapporter</b>	<b>28</b>
<b>15</b>	<b>Appendix</b>	<b>29</b>
15.1	<i>Koncentrationer</i>	29
15.2	<i>Transporter</i>	29
15.3	<i>Biologiska mätningar</i>	29
15.4	<i>Klimat och hydrologi</i>	30
15.5	<i>Foton med exempel på IM-aktiviteter genom åren</i>	30
<b>16</b>	<b>Appendix (English)</b>	<b>31</b>
16.1	<i>Concentrations</i>	31
16.2	<i>Fluxes</i>	31
16.3	<i>Biological measurements</i>	31
16.4	<i>Meteorology and hydrology</i>	32
16.5	<i>Photos with examples on IM-activities throughout the years</i>	32

### 3 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 (IVM) vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) utför övervakningen på uppdrag av Naturvårdsverket.

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

Föreliggande rapport redovisar undersökningar från år 2021 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 till måttliga halter oorganiskt aluminium, på nivåer som är tämligen ofarliga för gäländande organismer som fisk (Lydersen et al. 2002). Med avseende på spårmetallerna Cu, Zn och Cd var halterna i Aneboda under de nivåer där man anser att det föreligger risk för biologisk skada, medan halterna Pb var något högre ( $1,1 \mu\text{g L}^{-1}$  jämfört med gränsvärdet  $1,0 \mu\text{g L}^{-1}$ ). Områdena hade 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. Jonflödet i Gårdsjön styrs i hög grad av nedfallet av havssalter, medan jonflödet i Aneboda och Kindla påverkas till ungefär lika delar av havssalttillförsel, svavelomsättning och interna biologiska processer. I Gammtratten styrs jonflödena i huvudsak av interna biologiska processer.

Under 2021 var årsmedeltemperaturen  $0,1-1,1^\circ\text{C}$  högre än långtidsmedelvärdet (1961-1990) vid alla IM-områdena. Framförallt vårmånaderna (april-maj) och sensommarmånaderna (augusti-september) hade högre temperaturer än normalt, men de två södra stationerna uppvisade även högre vintertemperaturer (januari-februari). Den högre temperaturen har medfört att Gårdsjön har ungefär en månads längre vegetationsperiod idag jämfört med när mätningarna startade 1996. Nederbörden 2021 var ca 60 mm högre än normalt vid Aneboda och Gårdsjön, normal vid Kindla och ca 100 mm lägre än normalt vid Gammtratten. Fördelningen under året var något så när likartad för områdena med undantag för Gammtratten, som uppvisade ett nederbördsunderskott under i stort sett hela året.

## 4 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 on "Long-Range Transboundary Air Pollution – LRTAP 1979" (UN/ECE). The Swedish Environmental Research Institute (IVL), the Geological Survey of Sweden (SGU) and the Department of Aquatic Sciences and Assessment (IVM) at the Swedish University of Agricultural Sciences (SLU) perform the investigations on behalf of the SEPA.

The monitoring program includes ecosystem studies at catchment 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 2021 on the four IM-sites Gårdsjön, Aneboda, Kindla and Gammtratten. The results are briefly described in the text, with some glimpses of 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). At Aneboda, the trace metals Cu, Zn and Cd exhibited stream water concentrations below biologically harmful levels as well, while Pb slightly exceeds this limit ( $1.1 \mu\text{g L}^{-1}$  compared with the limit value  $1.0 \mu\text{g L}^{-1}$ ). All sites exhibited 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 5.6 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 dynamics and internal biological processes. Organic matter played a significant role at Aneboda. At Gammtratten, internal biological processes determined the ion fluxes.

In 2021, the annual mean temperature was  $0.1\text{--}1.1^\circ\text{C}$  higher than the long-term mean (1961-1990) at all IM areas. Above all, the spring months (April-May) and late summer months (August-September) had higher temperatures than normal, but the two southern stations also showed higher winter temperatures (January-February). The higher temperature has meant that Lake Gårdsjön has about a month longer vegetation period today compared to when the measurements started in 1996. Precipitation in 2021 was about 60 mm higher than normal at Aneboda and Gårdsjön, normal at Kindla and about 100 mm lower than normal at Gammtratten. The distribution during the year was somewhat similar for the areas with the exception of Gammtratten, which showed a precipitation deficit for most of the year.

## 5 Integrerad miljöövervakning (IM) i ett historiskt perspektiv

Baserat på Riksdagens beslut med anledning av propositionen En god livsmiljö (1990/91:90) fick Naturvårdsverket i uppdrag av regeringen att utreda och lämna förslag på ett nytt miljöövervakningssystem för Sverige. Regeringens ställningstagande innebar bl.a. att ”*Det nationella miljöövervakningsprogrammet byggs ut i syfte att förbättra insamling och beskrivning av såväl nationell som internationell information*”. Uppdraget redovisades i september 1992 i ett antal rapporter där ett förslag till integrerad övervakning av skogliga referensområden redovisades av en arbetsgrupp ledd av Kjell Johansson (Naturvårdsverket rapport 4107). Förslaget om integrerad miljöövervakning omnämndes även av den referensgrupp som utredde den framtida övervakningen av skogsbruk och skogsmark ledd av Anders Berntell (Naturvårdsverket rapport 4110).

Utredningen föreslog ett reviderat program för miljöövervakning inom referensområden med syfte att integrerat beskriva tillstånd i trender i mark/vatten och organismssystem i skogslandskapet, klarlägga orsakssamband och med hjälp av modeller bedöma framtida miljötillstånd utifrån olika belastningsscenarioer. Övervakningen föreslogs genomföras i små avrinningsområden i skogsmarker och fjällområden, vilka undantagits från skogsbruk och där förändringar kan relateras till långdistansspridda luftföroreningar. Mätningarna ska även utgöra referensdata till bl.a. övervakningen i marker där skogsbruk bedrivs. Utredningen föreslog 14 referensområden, som baserades på det befintliga övervakningsprogrammet PMK5 (Monitor 1985 – PMK: På vakt i naturen, Naturvårdsverket informerar) varav 11 stycken klassades som B-områden med något mindre omfattande övervakning och 3 stycken A-områden där B-områdenas program kompletteras så att man ska kunna kvantifiera inre vattenburna flöden av ämnen, men även av flöden i fallförna och krondropp. Detaljerade budgetberäkningar för ämnen i mark och avrinnande vatten skulle kunna utföras. Utformningen av det reviderade programmet hade även anpassats för att tillgodose Sveriges åtaganden i det internationella samarbetet inom integrerad monitoring samt kravet på rapportering och användning inom det internationella konventionsarbetet.

Baserat på dessa utredningar tog Naturvårdsverket fram en särskild rapport (Miljöövervakningen inför 2000-talet) i anslutning till den fördjupade anslagsframställningen 1991/92-1993/94. I slutändan resulterade dessa utredningar i att Naturvårdsverket genomför Integrerad övervakning av miljötillståndet (IM) i fyra skogsekosystem inom programområdet ”Skog”. Programmet initierades 1995 och undersökningsområden etablerades under perioden 1996-1999. Undersökningarna är kopplade till den internationella UN-ECE konventionen om långtransporterade luftföroreningar – CLRTAP 1979, ”Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution”. Huvudinriktningen inom konventionen är begränsningar av utsläpp av luftföroreningar. Inom konventionen finns huvudsakligen tre inriktningar varav en handlar om effekter på mark, vatten och samhälle. Här ingår sex samarbetsprogram ”International Co-operative Programmes - ICP” varav ICP IM är ett riktad mot effekter i ekosystem. Inom detta ingår mätningar av luft, vegetation, mark och grundvatten samt ytvatten och 15 av Europas länder deltar. Bestämningar syftar till att följa naturliga processer, med koppling till luftföroreningar, i orörda naturliga skogsekosystem med modellering för prognoser om framtiden. Övervakningen omfattar ett antal obligatoriska delprogram, som alla länder skall genomföra. Sverige har dessutom valt att utföra några frivilliga delprogram, bl.a. algpåväxt på barr och förnadetrykning.

Göteborgsprotokollet, som del i CLRTAP, var främst inriktat på åtgärder för motverkan av utsläpp av föroreningar med effekter på försurning och eutrofiering samt ozonrelaterade problem. Protokollet uppdateras löpande. Ytterligare inriktningar på övervakningen har

tillkommit såsom metallproblematik och interaktioner med ändrat klimat. Till detta kom ett direktiv från EU, Takdirektivet (NEC – National Emission Ceilings) ratificerat 2001. Detta är riktat mot svaveldioxid, kväveoxider, flyktiga organiska föreningar och ammoniak. Till direktivet bistår IM med information.

Samarbetsprogrammen inkluderar ca 20 ECE-nationer och varje program har ett ledande land och ett programcenter - PC. ICP IM leds av Sverige och programcentret har sedan länge varit lokaliserat till Finland (SYKE – Suomen Ympäristökeskus/Finlands miljöcentral). År 2021 flyttades PC till Sveriges lantbruksuniversitet, SLU och institutionen för vatten och miljö. Vid SYKE var Martin Forsius främst ansvarig med stort bistånd från Sirpa Kleemola. I Sverige leds nu PC av James Kurén Weldon med Ulf Grandin som högst ansvarig tillika ordförande i ICP IM tillsammans med Salar Valinia. Närmaste medarbetare är Hampus Markensten, Pernilla Rönnback, Karin Eklöf och Martyn Futter.

Till det svenska IM-programmet finns även en extern referensgrupp bestående av representanter från forskning, myndigheter och olika organisationer. Referensgruppen lämnar synpunkter på och ger stöd till programmets genomförande. År 2021 ingick i referensgruppen representanter från SLU, Skogforsk, IVL Svenska Miljöinstitutet, Naturvårdsverket, SGU, Energimyndigheten, Skogsstyrelsen, länsstyrelserna och Skogsindustrierna.

## 6 Övervakningens syfte

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. klimatförändringar, 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. Med undantag av Gårdsjön ligger områdena i skyddade naturmiljöer med lång kontinuitet (Natura 2000), utan skogsbruksåtgärder. Deposition av luftföroreningar och potentiell klimatpåverkan är de enda mänskliga störningarna i områdena.

För att kunna uppfylla målet 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.

## 7 Val av områden och undersökningsmetodik

Målet är att på ekosystemnivå följa vattenomsättning och biogeokemiska processer för att förklara observerade effekter på biota vilket innebär kvantitativa bestämningar av inflöde, förråd och utflöde. För en utförlig redovisning av den metodik som används hänvisas till [IM-manualen](#) (EDC 1993, SYKE 1998, SLU 2022).

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 skogliga beståndsdata). De processer som studeras är deposition, vittring, omsättning och utbyte i marken av vatten och kemiska ämnen, avdunstning och gasutbyte, upptag i levande biomassa och utflöden i avrinnande vatten från området. De övergripande samband som nyttjas är vattenbalans och hydrokemiska budgetar;

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

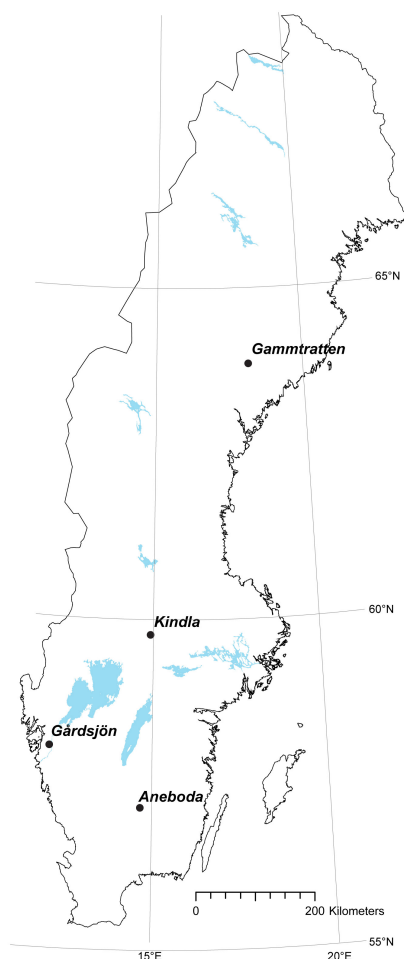
där P = nederbörd,  
E = avdunstning,  
R = avrinning och  
 $\Delta S$  = ändring i vattenmagasin;

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

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

Övervakningen av ekosystemets olika delar görs inom väldefinierade små avrinningsområden. Ett område 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 och vara lokaliserat över högsta kustlinjen för att undvika inflytande av marina sediment och relict salt. Det bör ha lång kontinuitet utan skogliga åtgärder, så långt möjligt opåverkad hydrologi 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. Avrinningsområdena vid F1 Gårdsjön (SE-04) och Aneboda (SE-14) har sedan 1970 respektive 1982 lång kontinuitet med mätningar utförda i IVL:s regi. Redan 1985 överfördes dock ansvaret för mätningarna i Aneboda till Naturvårdsverket inom ramen för *Programmet för övervakning av miljö kvalitet*, PMK5. Naturvårdsverket tog över ansvaret för mätningarna i Gårdsjön 1996 då både Gårdsjön och Aneboda inlemmades i det nya IM-programmet. Kindla (SE-15) etablerades 1997 medan Gammtratten (SE-16) etablerades 1999. Områdena är likartade och domineras av barrskog främst gran (Tabell 1), men lokaliserade till regioner med olika klimat och depositionsförhållanden (Figur 1).



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

**Tabell 1.** Andelar i IM-områdena för olika växtsamhällen klassificerade enligt Nordiska Ministerrådet (1994). Data från inventeringar i mitten på 1990-talet av Sven Bråkenhielm, SLU.  
*Proportions at the IM sites of different vegetation communities classified according to the Nordic Council of Ministers (1994). Data from inventories in the mid 1990's performed by Sven Bråkenhielm, SLU.*

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

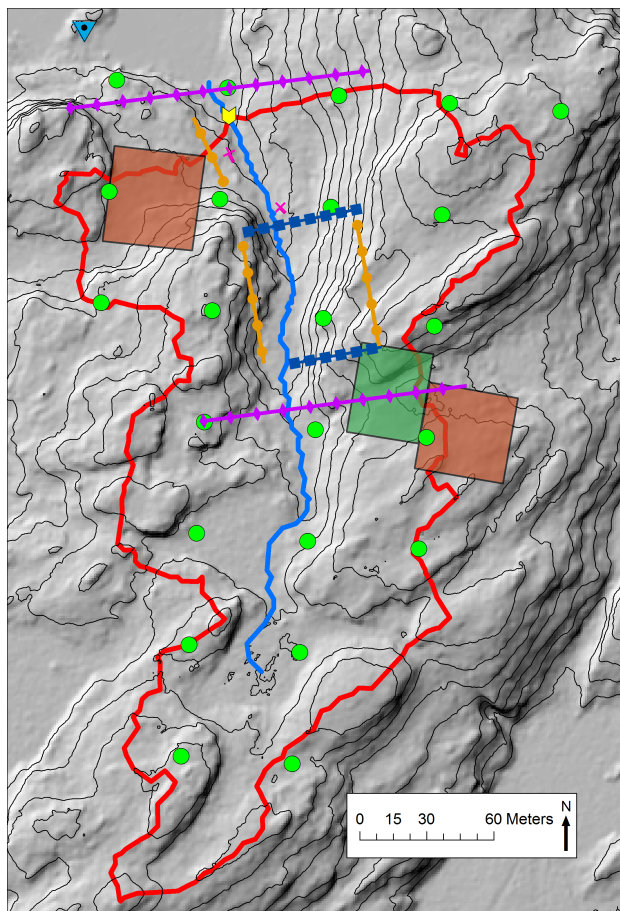
<sup>1</sup>Stormfällning 2005 och barkborreangrepp 2007-2010 har dödat huvuddelen stora granar (Löfgren et al., 2014)

<sup>2</sup>Under 2012 utfördes en gallring i delar av området

## 7.1 Gårdsjön - SE-04

IM-området i Gårdsjön (Figur 2) är ett litet avrinningsområde (F1) om knappt 0,04 km<sup>2</sup>, dominerat av tunna (0-0,7 m) moräntäcken med hög frekvens sten och block. Området är ett av flera som undersöks med inriktning på terrester och hydrologisk forskning. Undersökningarna har pågått sedan 1970. Gårdsjön har ingått som PMK- och sedan 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. En traktorväg byggdes centralt genom området 1999. Under 2012 utfördes en gallring (70 m<sup>3</sup>sk togs ut) i de södra delarna av avrinningsområdet. Boskap har betat i området fram till 1950-talet.

Läge:	Västkusten, Bohuslän, Västra Götalands län
Lat./Long:	N 58° 03' ; E 12° 01'
SWEREF99 TM:	N 6438620; E 324256
Kartblad:	Göteborg 7B NO
Area:	3,7 ha
Altitud:	114-140 m.ö.h.
Lutning (grader/procent)	12°/22 %
Berggrund:	Yngre gnejsiga granodioriter
Årsmedeltemperatur:	+ 6,7 °C
Nederbörd:	1000 mm
Avdunstning:	480 mm
Avrinning:	520 mm



Figur 2. Avrinningsområde och instrumentering i Gårdsjön

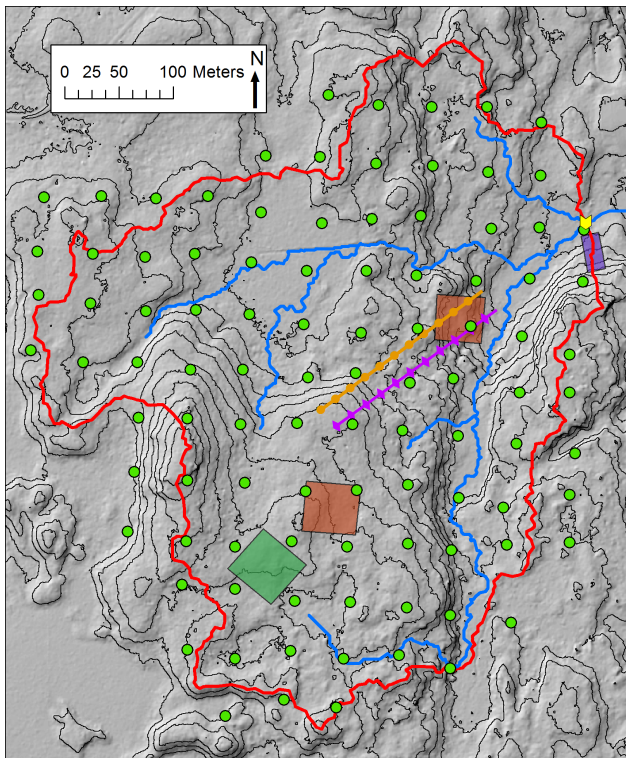
Figure 2. Catchment area and instrumentation at Gårdsjön

Red line= catchment water divide  
Blue line=stream  
Light blue squares with black dot=bulk deposition and meteorology  
Orange area or line with circles=litterfall,  
Purple area or line with diamonds=throughfall  
Dark green area= soil sampling plot  
Brown area=vegetation plot  
Blue squares or line with squares=groundwater sampling  
Pink cross or line with cross=soil water sampling  
Green rings = circular plots for monitoring tree layer, needle chemistry, algae and lichen cover on needles  
Yellow arrow= hydrology and water chemistry in catchment outlet.  
Contours at 2 m intervals. Map prepared by Ola Langvall and Ivan Clegg, SLU

## 7.2 Aneboda - SE-14

IM-området i Aneboda (Figur 3) är ett 0,2 km<sup>2</sup> stort avrinningsområde mitt på Sydsvenska höglandet. Boskap har under flera århundraden nyttjat området, som sannolikt kalavverkades i mitten av 1800-talet med spontan skogsåterväxt därefter. Under tiden 1940-1955 gjordes tidvis gallringar. Undersökningar avseende mark, vegetation och vatten har pågått sedan 1982 initialt inom IVL:s regi och sedan 1985 inom ramen för IM:s föregångare PMK5. 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 och omfattande dödlighet för äldre gran (Löfgren et al. 2014). Trots den stora föryngringen av bok, verkar gran dominera återväxten efter barkborreangreppet (Weldon & Grandin 2019).

Läge:	Sydsvenska höglandet, Småland, Kronobergs län
Lat./Long:	N 57° 05' ; E 14° 32'
SWEREF99 TM:	N 6330292; E 473043
Kartblad:	Växjö 5E NV
Area:	18,9 ha
Altitud:	210-240 m.ö.h.
Lutning (grader/procent)	7°/13 %
Berggrund:	Granit
Årsmedeltemperatur:	+ 5,8 °C
Nederbörd:	750 mm
Avdunstning:	470 mm
Avrinning:	280 mm



Figur 3. Avrinningsområde och instrumentering i Aneboda

Figure 3. Catchment area and instrumentation at Aneboda

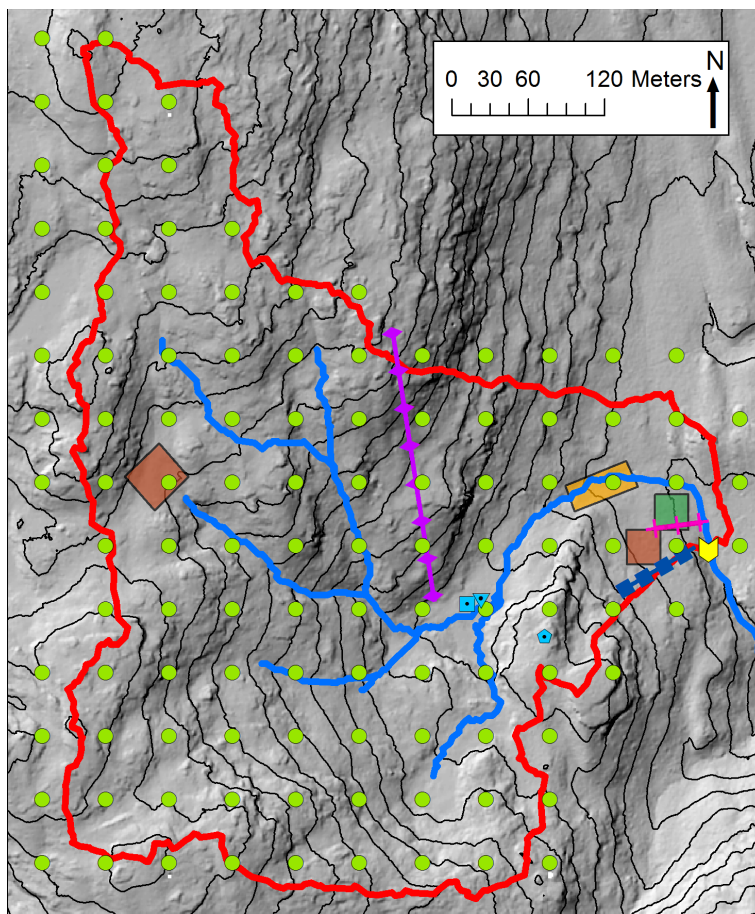
Red line= catchment water divide  
Blue line=stream  
Light blue squares with black dot=bulk deposition and meteorology (outside the map)  
Orange area or line with circles=litterfall,  
Purple area or line with diamonds=throughfall  
Dark green area= soil sampling plot  
Brown area=vegetation plot  
Blue squares or line with squares=groundwater sampling  
Pink cross or line with cross=soil water sampling  
Green rings = circular plots for monitoring tree layer, needle chemistry, algae and lichen cover on needles  
Yellow arrow= hydrology and water chemistry in catchment outlet.  
Contours at 2 m intervals. Map prepared by Ola Langvall and Ivan Clegg, SLU



### 7.3 Kindla - SE-15

IM-området i Kindla (Figur 4) är ett 0,2 km<sup>2</sup> avrinningsområde i centrala Bergslagen. Regionen karakteriseras av småkullig terräng med större höjder. Barrskog med inslag av sumpskog dominerar. Det finns även en liten öppen myr inom IM-området. Topografin är kuperad med branta sluttningar med höjdskillnader på uppåt 100 m inom avstånd av endast 200 m. Skogen domineras av gran som vuxit utan skogliga åtgärder i över 100 år. Många kolbottnar och tjärdalar i området visar att skogen under tidigare sekler nyttjats till träkolframställning har därmed varit mer eller mindre avverkat i omgångar. Kindla etablerades som IM-område 1996.

Läge:	Bergslagen, Västmanland, Örebro län
Lat./Long:	N 59° 45' ; E 14° 54'
SWEREF99 TM:	N 6623934; E 495022
Kartblad:	Filipstad 11E NV
Area:	20,4 ha
Altitud:	312-415 m.ö.h.
Lutning (grader/procent)	13°/23%
Berggrund:	Filipstadsgraniter
Årsmedeltemperatur:	+ 4,2 °C
Nederbörd:	900 mm
Avdunstning:	450 mm
Avrinning:	450 mm



Figur 4. Avrinningsområde och instrumentering i Kindla

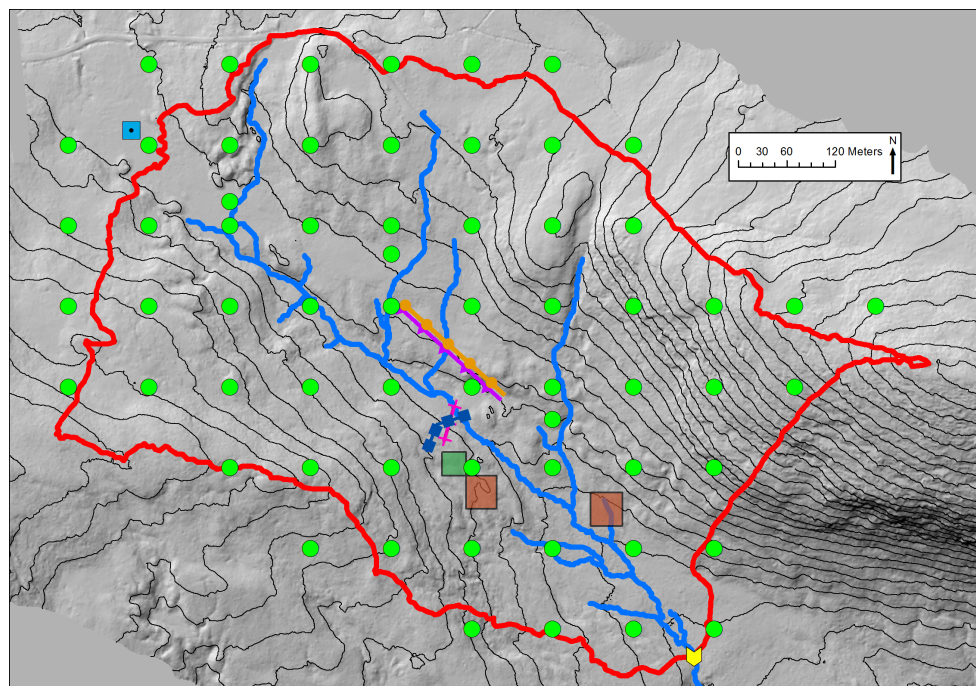
Figure 4. Catchment area and instrumentation at Kindla

Red line= catchment water divide  
Blue line=stream  
Light blue squares with black dot=bulk deposition and meteorology  
Orange area or line with circles=litterfall,  
Purple area or line with diamonds=throughfall  
Dark green area= soil sampling plot  
Brown area=vegetation plot  
Blue squares or line with squares=groundwater sampling  
Pink cross or line with cross=soil water sampling  
Green rings = circular plots for monitoring tree layer, needle chemistry, algae and lichen cover on needles  
Yellow arrow= hydrology and water chemistry in catchment outlet.  
Contours at 5 m intervals. Map prepared by Ola Langvall and Ivan Clegg, SLU

## 7.4 Gammtratten – SE 16

IM-området i Gammtratten (Figur 5) är ett 0,4 km<sup>2</sup> stort avrinningsområde 10 mil från N Kvarken-kusten i höjd med Umeå. Det ligger inom den mellanboreala zonen och landskapet karakteriseras som Norrlands vågiga bergkulleterräng. 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 tidigare bränder, 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.

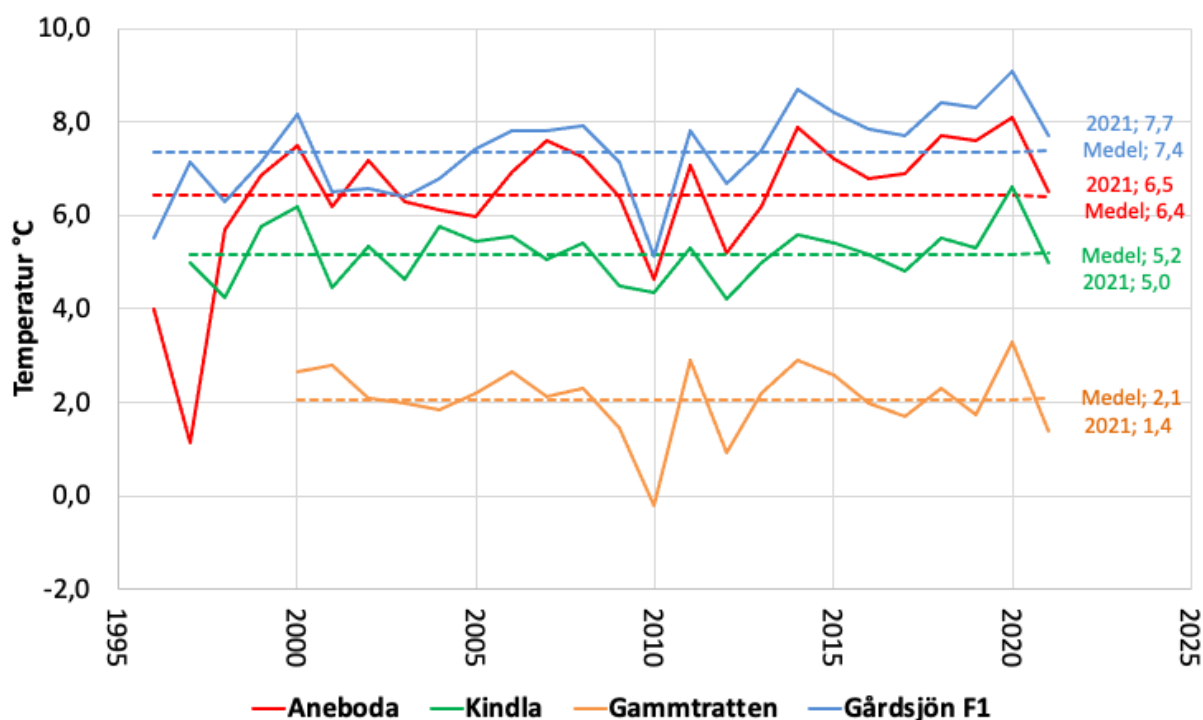
Läge:	Norra Ångermanland, Västernorrlands län
Lat./Long:	N 63°51', E 18°06'
SWEREF99 TM:	N 7084548, E 653124
Kartblad:	20 I NV Björna
Area:	45 ha
Altitud:	410-545 m.ö.h.
Lutning (grader/procent)	12°/21 %
Berggrund:	Rätangranit eller liknande
Årsmedeltemperatur:	+1,2°C
Nederbörd:	750 mm
Avdunstning:	370 mm
Avrinning:	380 mm



Figur 5. Avrinningsområde och instrumentering i Gammtratten (se Figur 4 för kartsymboler)  
*Figure 5. Catchment area and instrumentation at Gammtratten (see Figure 4 for map symbols)*

## 8 Väderförhållanden 2021

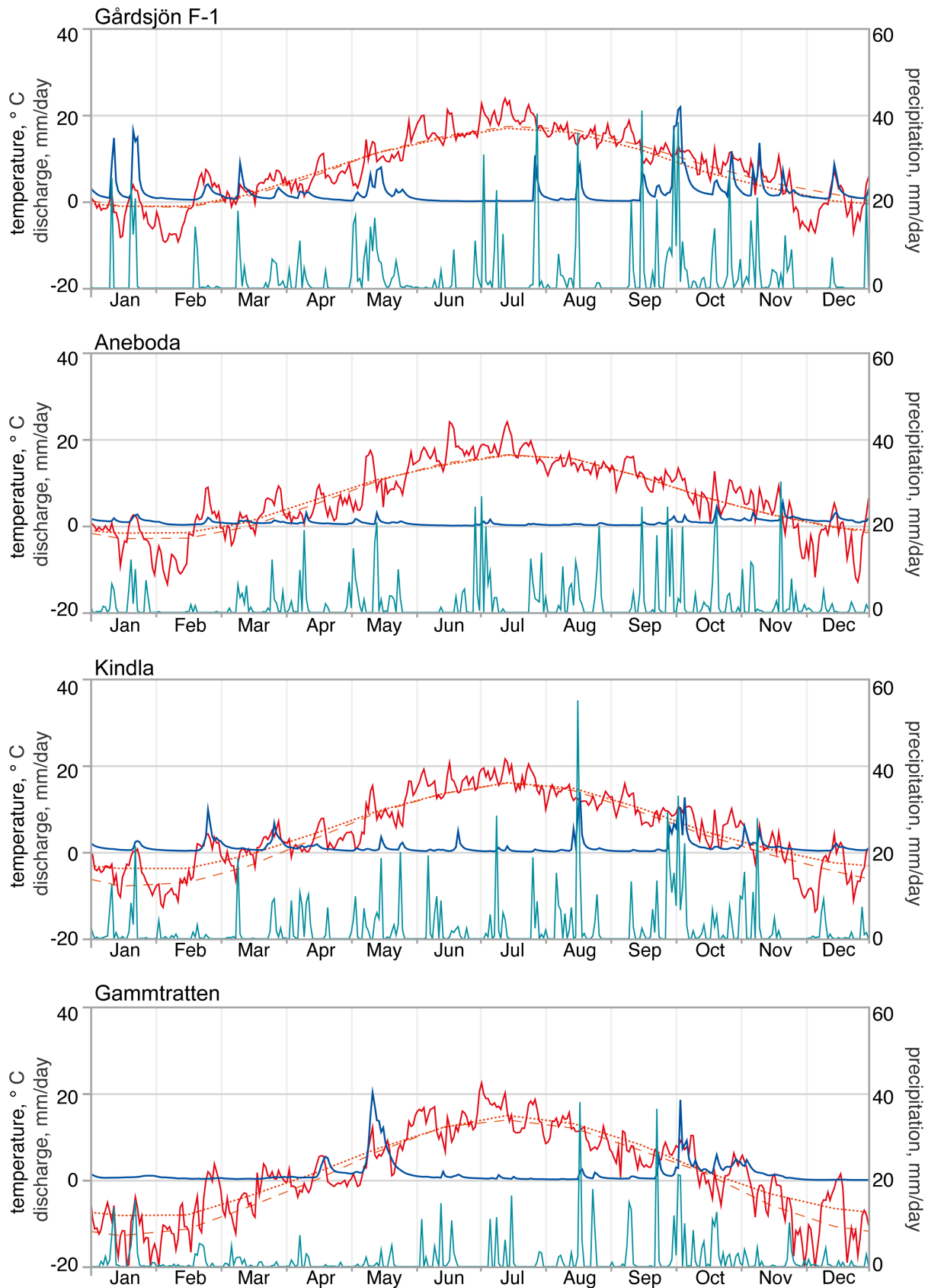
Under 2021 var årsmedeltemperaturen högre (0,1-1,1 °C) än långtidsmedelvärdet (1961-1990) för alla IM-områden. Jämfört med den nya normalperioden 1991-2020, som var varmare än 1961-1990 (Figur 7), var överskridandet lägre eller obefintligt. Aneboda visade minsta överskott och Kindla det största. Gårdsjön och Aneboda visade högre årsmedeltemperatur med 0,3 och 0,1 °C överskott jämfört med IM-mätseriernas långtidsmedelvärden från 1996/97 (Gammtratten från år 2000). Gammtratten med 0,7 °C och Kindla med 0,2 °C under långtidsmedelvärdet. Alla fyra IM-områden hade klart lägre medeltemperatur 2021 jämfört med 2020. Variationen mellan år är påtaglig de senaste tolv åren med två till fyra grader och mest för Gårdsjön (Figur 6 och Appendix 19).



**Figur 6.** Årsmedeltemperatur vid de fyra IM-områdena Aneboda, Kindla, Gammtratten och Gårdsjön under åren 1996 till 2021 jämfört med långtidsmedelvärdena för hela mätperioden inlagda som streckade linjer.

*Annual mean temperatures at the four IM sites Aneboda, Kindla, Gammtratten and Gårdsjön during the period 1996-2021. Broken lines represent long-term average temperatures for the entire investigation period.*

Under 2021 uppvisade juni och juli högre värden än normalt vid alla stationer (Figur 7). Kindla och Gammtratten hade varmare januari till mars medan Gårdsjön och Aneboda till stor del var lite svalare under de inledande fem månaderna av året med lite avvikelser från detta. Gammtratten hade temperaturöverskott oktober-december medan de övriga tre områdena huvudsakligen uppvisade mindre avvikelser augusti till december med dragning mot lite svalare än normalt. Oktober avvek från detta med högre temperatur. Alla områden visade minusgrader januari-februari och december. Årsmedeltemperaturen var på plussidan för samtliga områden. Årsmedeltemperaturen var i huvudsak nära långtidsmedelvärdet vilket avsevärt skiljde sig från 2010 och 2020 då klart lägre årsmedeltemperatur observerades 2010 och högre 2020 (Figur 6).



**Figur 7.** Dygnsvärden (mm/dag) på nederbörd (turkos linje), avrinning (blå linje) och temperatur (röd linje) under 2021. Streckad röd linje är medeltemperaturen (1961-1990) från referensstationerna Göteborg (Gårdsjön), Växjö (Aneboda), Knon (Kindla) och Fredrika (Gammtratten). Prickad röd linje är medeltemperaturen (1991-2020) från referensstationerna Gendalen (Gårdsjön), Berg (Aneboda), Klotten (Kindla) och Fredrika (Gammtratten).  
*Daily values (mm/day) on precipitation (turquoise line), discharge (blue line) and temperature (red line) during 2021. Broken red line shows long-term average (1961-1990) from the reference stations Göteborg (Gårdsjön), Växjö (Aneboda), Knon (Kindla) and Fredrika (Gammtratten). Dotted red line shows long-term average (1991-2020) from the reference stations Gendalen (Gårdsjön), Berg (Aneboda), Klotten (Kindla) and Fredrika (Gammtratten).*

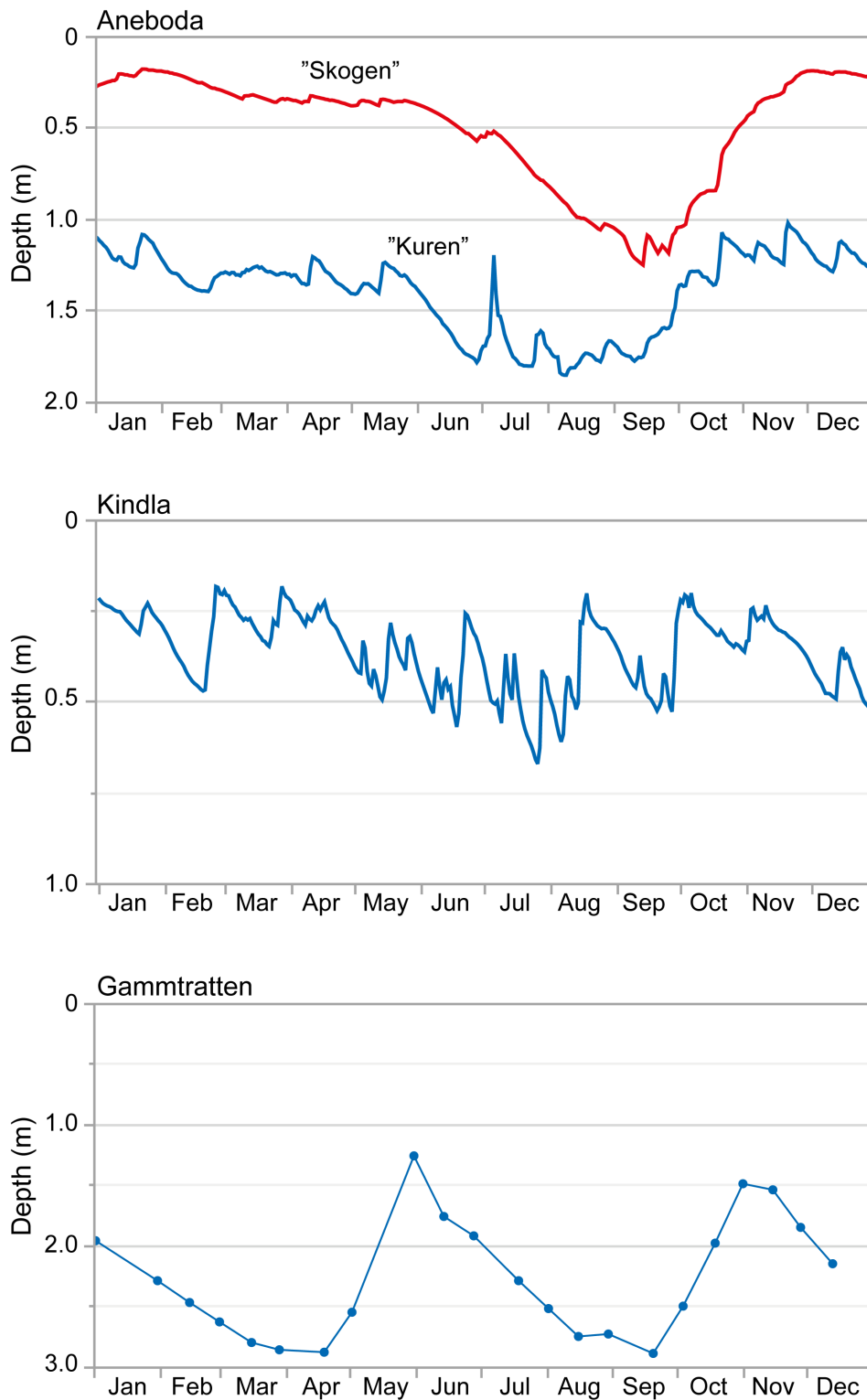


Nederbörden 2021 var för Gårdsjön och Aneboda något högre än medelvärdena 1961-1990 med 7% medan Kindla var nära normalvärdet (1%). Gammtratten hade klart lägre nederbörd än normalvärdet med 595 mm, 114 mm (16%). Åren 2019 och 2020 var nederbörden vid Gårdsjön och Aneboda högre (ca 200 mm 2019 och ca 300 mm 2020) än långtidsmedelvärdet. Kindla var nära normalt både 2020 och 2021 medan Gammtratten hade lägre nederbörd också 2019 medan 2020 hade 100 mm högre nederbörd. Året 2018 visade klara avvikelser då uppenbara underskott noterades för alla områden.

Fördelningen under året var likartad för tre områden med underskott främst i början av året varefter över- och underskott varierade under senare del av året. Gammtratten hade underskott alla månader utom januari och oktober. Just oktober hade högre nederbörd än normalt vid alla områden (Appendix 19).

Grundvattennivåerna 2021 vid Aneboda Kuren visade relativt höga nivåer första halvåret med 1,2-1,4 m under markytan till slutet av maj varefter det följde en avsänkning till 1,8 m i slutet av juni (Figur 8). Första veckan i juli orsakade 90 mm nederbörd en tillfälligt högre nivå på 1,2 m varefter det följde en avsänkning till 1,8 m under juli till augusti. Nederbörd återställde därefter nivån till ca 1,2 m vilket varade till slutet av året. Det övergripande mönstret var likartat vid mätstationen Skogen, men på ytligare nivåer jämfört med vid Kuren (Figur 8). Vid Skogen var nivåerna i början och slutet av året ca 0,2 m under markytan för att ligga på 1,2 m djup i slutet av augusti efter en recession under perioden juni till augusti. Grundvattennivåerna under 2020 var något ytligare än 2021. Den djupaste nivån var 2021 ca 1,2 m under markytan medan den 2020 stannade på ca 0,8 m, delvis orsakat av relativt hög nederbörd sommaren 2020. Trots djupare nivåer, noterades korttidsvariationer främst vid Kuren medan de var mer utjämnade vid Skogen (Figur 8). Orsaken till dessa skillnader är sannolikt ett större markvattenhaltsdeficit i Skogens mer porösa markytanära markskikt jämfört med vid Kuren som sannolikt har ett mindre porutrymme i det djupare markskiktet. Detta märks också i den senarelagda höjningen av grundvattennivån för Skogen på hösten.

Grundvattennivåerna i Kindla (Figur 8) var ytligare och med större variation under hela året jämfört med Aneboda. Den övergripande bilden visar någorlunda likartat mönster för de tre senaste åren med hög nivå i början av januari men med avsänkning till slutet av februari till 0,5 m djup. Därefter följde en period till första dagarna i mars då temperaturen låg på plusgrader och snösmältning orsakade grundvattenbildning till ytliga grundvattennivåer. Därefter följde kyligare väder och grundvattennivån avsänktes tills den huvudsakliga snösmältningen kom igång i första halvan av april då grundvattennivån åter blev hög. Avsänkning avbröts i maj månad då nederbörden var relativt hög. Nivåvariationen under sommarperioden låg mellan 0,2 m och 0,7 m, vilket var högre än 2020 då största djup var 1,2 m. I slutet av september låg grundvattennivån på 0,5 m varefter höstregnen höjde nivån till 0,2 m i mitten av november. Därefter följde en recession till djupare nivåer eftersom nederbörden lagrades som snö och året avslutades med en grundvattennivå på 0,5 m markdjup (Figur 8). Med undantag av vintermånaderna var grundvattennivåerna 2021 överlag närmare markytan än 2020. Under vintermånaderna 2020 och 2021 var grundvattennivån 1,2 m respektive 0,7 m under markytan. Året 2019 visade inte 2021 års ytliga vinternivåer och torråret 2018 var det största markdjupet hela 1,5 m under vintermånaderna.



**Figur 8.** Dagliga grundvattennivåer (m under markytan) vid Aneboda, Kindla och Gammtratten under 2021. Mätstationerna "Kuren" och "Skogen" i Aneboda är lokaliserade nära utloppet respektive i nedre delen på en sluttning i övre delen av avrinningsområdet. I Kindla är mätstationen lokaliserad nära utloppet medan den i Gammtratten är placerad centralt i området.

*Daily groundwater levels (m below soil surface) at Aneboda, Kindla and Gammtratten during 2021. The measuring stations "Kuren" and "Skogen" are located close to the stream outlet and close to bottom of a hill slope in the upper part of the catchment, respectively. At Kindla, the measuring station is located close to the stream outlet while it is centrally located in the catchment at Gammtratten.*

Grundvattennivån i Gammtratten följer det klassiska mönstret för nordliga områden med allt djupare nivåer så länge vintern håller i sig (Figur 8). Under 2021 var det i stort sett minusgrader till mitten av april då snösmältningen startade. Bilden var likartad med tidigare år. De högsta grundvattennivåerna under 2021 inträffade i slutet av maj och nådde upp till nära en meter under markytan. Bilden stämmer väl överens med vattenföringen, möjligen med ett något senare toppvärde. Vatteninnehållet i snömagasinet var 252 mm i mitten av april 2021 att jämföra med 234 mm i början av april 2020. Året innan var det 210 mm. Därefter startade snösmältningen, som gav den karaktäristiska grundvattennivåhöjning till slutet av maj. Från juni till september följde recession med allt lägre nivåer, som slutade på 2,9 m under markytan. Året innan 2020 var nivån 2,5 m och 2019 nåddes nivåer på 2,8 m. I oktober 2021 höjdes nivån något till ca 1,5 m för att sedan nå djupare nivåer i takt med att nederbörden lagrades som snö på markytan och slutade på dryga 2 m vid årsslutet (Figur 8). Djupare nivåer nåddes både 2018 och 2019.

## Vattenbalans 2021

Vattenbalanserna 2021 visade i någon mån normala förhållanden med högre evapotranspiration i söder jämfört med det nordliga området Gammtratten (Tabell 2). Dock var nederbörden för Gårdsjön något låg medan avrinningen var hög, vilket resulterade i relativt låg avdunstning. Krondroppet var högt och interceptionen låg. Även vid Kindla var krondroppet ovanligt högt medan nederbörden var tämligen normal, vilket resulterade i låg interception. Avrinningen var något låg men ganska normal, vilket gav hög avdunstning, faktiskt den högsta bland de fyra IM-områdena. Vid Aneboda var nederbörden lägre än krondroppet, vilket orsakas av osäkerheter i mätningarna särskilt vintertid. Nederbörden var 736 mm på öppet fält medan klimatstationen gav 811 mm. Det senare var 3% lägre än krondroppet. Även vid Gammtratten noterades högt krondropp motsvarande 98% av nederbörden på öppet fält. Krondroppet borde vara relativt sett lägre, men har visat liknande förhållanden tidigare. Möjligen kan gles skog bidra till förhållandena.

Gårdsjöns vattenbalans för 2021 visar relativt låg avdunstning och hög avrinning med fördelningen 41% avdunstning respektive 59% avrinning av nederbörden (Tabell 2) Normalförhållandet kan förväntas vara nära 50/50. Flera andra år har visat en sådan bild dock inte 2020 och 2019. Det senare året var förhållandet 31/69. Även 2012 - 2015 var andelen avrinning betydligt högre än avdunstningen med kvoter på ca 1/3 av nederbörden till avdunstning och 2/3 till avrinning. Året 2016 var närmare normaltillståndet. Detta kontrasterar mot en del tidigare år, särskilt 2009 då andelen avrinning endast var 42%. Variationen under 2006-2008 låg i intervallet 43-55%. Krondroppet vid Gårdsjön 2021 uppgick till hela 84% av nederbörden vilket måste anses som en hög andel och 5%-enheter högre än 2020, men var jämförbar med 2018 (82%) och 2019 (80%). Avrinningsmönstret 2021 var i stort likartat med medelförhållanden för hela mätperioden (Figur 9). Lägst avrinning uppmättes i juni-juli medan avvikande hög avrinning uppmättes i oktober. Detta var orsakat av relativt hög nederbörd i september-oktober (301 mm), motsvarande 36% mer nederbörd än normalt.

Avrinningsregimen vid Aneboda 2021 visade ett mönster likartat det normala med låga månadsvärden april till september (Figur 9). Avsaknad av snömagasinerings vintertid speglar ett varmare klimat med högre vintertemperaturer orsakande regn och snösmältning under stora delar av vinterperioden. Sommarperioden juni-augusti hade något lägre avrinning än långtidsmedelvärdet medan ett mindre överskridande noterades för oktober-november (Figur 9). Nederbörden var relativt normal med 736 mm att jämföras med långtidsmedelvärdet 1961-

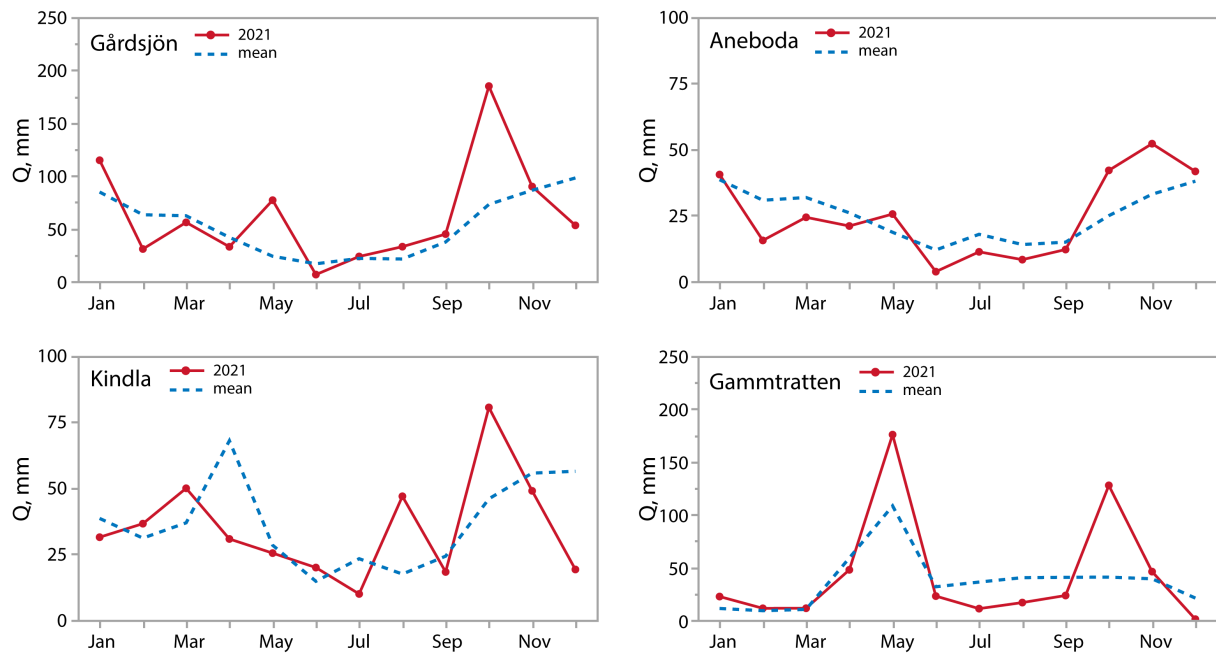
1990 på 750 mm. Avrinningen var hög 300 mm (40% av nederbörden) att jämföras med långtidsvärdet för 30-årsperioden på 280 mm. För mätperioden 1996-2021 var avrinningen i medeltal 301 mm och avdunstningen var låg motsvarande 438 mm (Tabell 2). Detta kan jämföras med 2019 och 2017 års värden på 409 respektive 477 mm samt långtidsmedelvärdet på 470 mm. Lägst avdunstning noterades torråret 2018 med 179 mm. Nederbörden uppgick då till endast 397 mm. Meteorologistationen gav dock mer nederbörd (479 mm). Krondroppet överskred nederbörden på öppet fält med 14% (479 mm), vilket visar på osäkerheten i mätningarna.

Avrinningsmönstret vid Kindla var tämligen normalt (Figur 9). Snömagasineringsen i januari-februari följdes dock av en mindre vårflödestopp i mars, vilket var tidigare än normalt. Långtidsmönstret visar att vårflödestoppen normalt uppträder i april. Perioden maj-september var normal med undantag för augusti då hög nederbörd orsakade hög avrinning. Hösten visade hög avrinning i oktober men minskande i november-december och under avslutande månad lagrades nederbörden som snö och avrinningen blev låg. Detta kontrasterar mot 2020 då hög avrinning förekom i december. Fördelningen avdunstning/avrinning var någorlunda nära det normala 50/50 men med något högre avdunstning med 57% (Tabell 2). Noteras även högt krondropp med 98% av nederbörden vilket kan tillskrivas osäkerheter i mätningarna.

För Gammtratten var avrinningen hög 2021 med 89% av nederbörden (Tabell 2), vilket är högre än det normala på 50-60%. Lägre temperaturer på grund av områdets höjdläge kan bidra till högre andel än den regionalt beräknade. Avrinningsmönstret överensstämde tämligen väl med det som normalt uppmäts med undantag av en något lägre avrinning sommartid och ett högre höstflöde än normalt i oktober (Figur 9). Avdunstningen på 61 mm var betydligt lägre än det beräknade långtidsvärdet. Liksom för övriga IM områden var krondroppet högt (98%), vilket det har varit under flera år. Relativt gles skog kan sannolikt bidra till detta. Nederbörden 2021 uppgick till 579 mm, vilket får anses lågt och borde normalt ligga på ca 750 mm. Under 2020 uppgick nederbörden till 846 mm.

**Tabell 2.** Sammanfattning av 2021 års vattenbalanser i IM-områdena baserade på uppmätt månatlig nederbörd på öppet fält och krondropp samt daglig avrinning (Appendix 20).  
 Kronavdunstning = Nederbörd – krondropp.  
*Compilation of the 2021 water balances for the four Swedish IM sites based on monthly measured open field deposition and throughfall and daily measured runoff (Appendix 20).*  
*Nederbörd, P – Precipitation, Krondropp, TF – Throughfall,*  
*Kronavdunstning – Interception, Avrinning, R – Water runoff*

	Gårdsjön SE04		Aneboda SE14		Kindla SE15		Gammtratten SE16	
	mm	% av nbd	mm	% av nbd	mm	% av nbd	mm	% av nbd
Nederbörd <sup>1</sup> , öppet fält, P	1103	100	736	100	966	100	579	100
Krondropp <sup>1</sup> , TF	925	84	838	114	948	98	566	98
Kronavdunstning, P-TF	178	16	-102	-14	18	2	13	2
Avrinning, R	748	68	298	40	418	43	518	89
Nederbörd – avrinning, P-R	355	32	438	60	548	57	61	11



**Figur 9.** Avrinningsmönstren vid IM områdena 2021 jämfört med månadsmedelvärden för perioden 1996/1997-2021. Obs! Olika skalor på y-axlarna.  
*Runoff patterns 2021 at the IM sites compared with the long-term monthly averages for the period 1996/97-2021. Obs! Different scales at the Y-axes*

## 9 Modellerad vattenbalans 1997-2021

För att få en uppfattning av osäkerheten i beräkningarna har vattenbalansen även modellerats på dygnsbasis med hjälp av en simuleringsmodell (Q-modellen, Kvarnäs 2000, sedan 2018 används FyrisQ-modellen). I Figur 10 visas uppmätt och FyrisQ -simulerad daglig avrinning ( $\text{mm d}^{-1}$ ) under åren 2019-2021. Dygnsdata på nederbörd och temperatur driver modellen. Osäkerheten i nederbördsdata är vid modellberäkningarna helt avgörande för avdunstningen eftersom modellen kalibreras mot avrinningen och avdunstningen blir något av en "restterm". Simulerade årsvisa vattenbalanser under perioden 1997-2021 har gett relativt god överensstämmelse mellan beräknad och observerad avrinning sett på årsbasis (Tabell 2 och 3). Orsaken till att resultaten avviker mellan uppmätta och simulerade värden är för Gammtratten bl.a. att modellerna drivs med nederbördsdata från SMHI-stationen Fredrika, som omräknats och försökt anpassas för IM-stationen. Motsvarande osäkerhet finns även för Kindla sedan den meteorologiska stationen i Nyberget lades ned och nu används nederbördsdata från Kloten, som ligger 40 km från Kindlaområdet. Även för Aneboda är resultaten påverkade av att skattningarna av nederbörd delvis är baserade på data från SMHI:s mätningarna i Berg, som dock ligger relativt nära IM-området.

**Tabell 3.** Modellberäknade årliga vattenbalanser (mm) för IM-områdena 1997-2021. Uppmätt dygnsnederbörd och daglig lufttemperatur utgör drivvariabler för modellberäkningarna. *Modelled water balances (mm) for the IM sites 1997-2021. Measured daily precipitation and air temperature are drive variables for the model simulations.*

Station	År	Nederbörd <sup>1)</sup>	Avdunstning <sup>2)</sup>	Avrinning <sup>3)</sup>	Markvatten <sup>4)</sup>	Snö <sup>5)</sup>
Gårdsjön	1997	1015	513	483	16	-2
Gårdsjön	1998	1222	526	704	1	-3
Gårdsjön	1999	1385	548	833	4	2
Gårdsjön	2000	1319	570	765	-12	-1
Gårdsjön	2001	954	548	408	-2	0
Gårdsjön	2002	1191	530	619	-1	32
Gårdsjön	2003	986	486	514	-37	27
Gårdsjön	2004	1132	513	613	6	5
Gårdsjön	2005	1039	578	492	-20	-3
Gårdsjön	2006	1075	392	672	-4	0
Gårdsjön	2007	1330	598	706	30	8
Gårdsjön	2008	1345	540	841	-29	-7
Gårdsjön	2009	1141	579	513	-8	57
Gårdsjön	2010	990	511	497	5	-24
Gårdsjön	2011	1248	618	652	16	-34
Gårdsjön	2012	1232	636	693	27	15
Gårdsjön	2013	900	376	577	-25	-12
Gårdsjön	2014	1283	436	866	-9	2
Gårdsjön	2015	1365	520	855	-9	2
Gårdsjön	2016	949	408	558	7	-4
Gårdsjön	2017	1145	482	663	9	11
Gårdsjön	2018	817	384	467	-25	-8
Gårdsjön	2019	1145	454	707	0	0
Gårdsjön	2020	1252	506	732	16	11
Gårdsjön	2021	1020	483	563	1	-10
<b>Medel</b>		<b>1139</b>	<b>509</b>	<b>640</b>		
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
Aneboda	2011	700	480	259	17	-56
Aneboda	2012	925	491	412	-22	27
Aneboda	2013	560	353	240	-2	-19
Aneboda	2014	710	428	300	-6	4
Aneboda	2015	720	409	319	1	2
Aneboda	2016	584	305	301	-1	-5
Aneboda	2017	930	443	411	71	18
Aneboda	2018	479	265	314	-81	-17
Aneboda	2019	974	528	425	42	-3
Aneboda	2020	1079	601	506	-21	8
Aneboda	2021	811	523	326	-21	-5
<b>Medel</b>		<b>797</b>	<b>456</b>	<b>345</b>		

<sup>1)</sup> Uppmätt årsnederbörd.

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

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

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

<sup>5)</sup> Snöns vattenequivalent vid slutet av året minus vattenequivalenten vid början av respektive år

**Tabell 3.** Fortsättning  
*Continued*

Station	År	Nederbörd <sup>1)</sup>	Avdunstning <sup>2)</sup>	Avrinning <sup>3)</sup>	Markvatten <sup>4)</sup>	Snö <sup>5)</sup>
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
Kindla	2011	677	474	305	15	-116
Kindla	2012	1008	466	468	-8	49
Kindla	2013	681	314	416	18	-67
Kindla	2014	935	349	621	-38	22
Kindla	2015	1028	456	613	-1	-20
Kindla	2016	835	317	515	11	2
Kindla	2017	957	441	475	2	51
Kindla	2018	674	313	407	-11	-29
Kindla	2019	906	399	496	18	3
Kindla	2020	858	341	541	0	-4
Kindla	2021	892	442	488	-17	-8
	<b>Medel</b>	<b>901</b>	<b>422</b>	<b>484</b>		
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
Gammtratten	2011	941	492	402	1	46
Gammtratten	2012	1219	476	720	2	14
Gammtratten	2013	579	272	386	11	-82
Gammtratten	2014	599	269	346	3	-3
Gammtratten	2015	651	256	404	-11	17
Gammtratten	2016	577	308	279	2	-3
Gammtratten	2017	589	198	341	-5	64
Gammtratten	2018	416	167	342	-1	-79
Gammtratten	2019	590	165	360	5	76
Gammtratten	2020	696	193	546	-1	-31
Gammtratten	2021	595	177	477	-10	-31
	<b>Medel</b>	<b>843</b>	<b>376</b>	<b>479</b>		

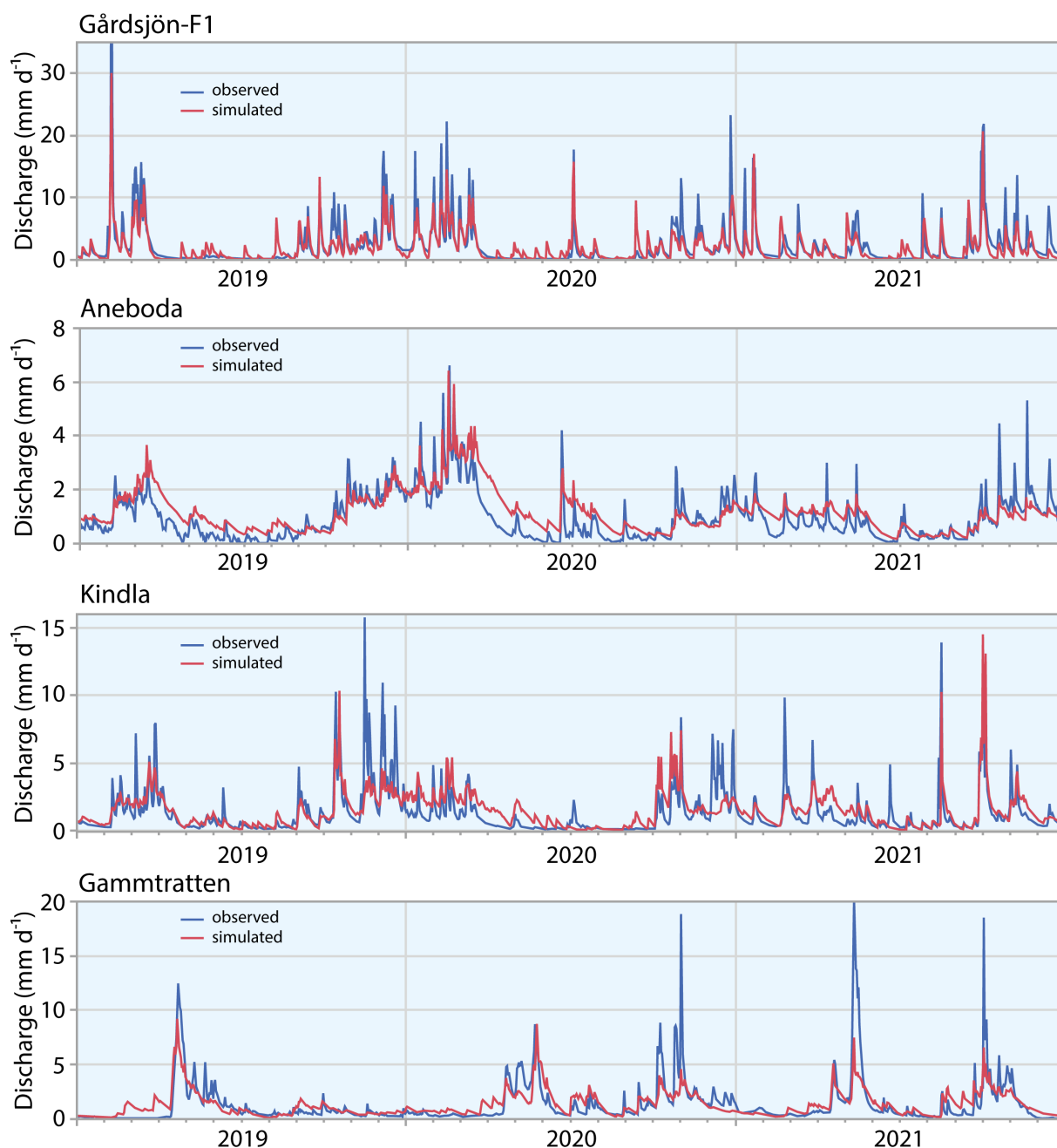
<sup>1)</sup> Uppmätt årsnederbörd.

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

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

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

<sup>5)</sup> Snöns vattenekvivalent vid slutet av året minus vattenekvivalenten vid början av respektive år



**Figur 10.** Modellerad (röd linje) och observerad (blå linje) avrinning från IM-områdena Gårdsjön, Aneboda, Kindla och Gammtratten 2019-2021.  
*Simulated (red line) and observed (blue line) discharge at the IM sites Gårdsjön, Aneboda, Kindla and Gammtratten in 2019-2021.*

## 10 Kemiska förhållanden 2021

Följande kortfattade karaktärisering av det kemiska tillståndet i IM-områdena under 2021 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 vid IM-områdena låg under 2021 upp till  $0,15 \mu\text{g SO}_2 \text{ m}^{-3}$  lägre än de medelnivåer som registrerats sedan mätningarna påbörjades 1996. I Gårdsjön och Aneboda motsvarar medelnivån ca  $0,29 \mu\text{g SO}_2 \text{ m}^{-3}$  och i Kindla och Gammtratten ca  $0,21 \mu\text{g SO}_2 \text{ m}^{-3}$ .



Kvävedioxidhalterna i luft låg  $0,35 \mu\text{g NO}_2 \text{ m}^{-3}$  under långtidsmedelvärdet vid Gårdsjön, medan motsvarande underskott var lägre ( $\leq 0,20 \mu\text{g NO}_2 \text{ m}^{-3}$ ) vid de övriga tre områdena.

Depositionen på öppen mark hade låg jonstyrka i samtliga fyra IM-områden, motsvarande en konduktivitet på  $0,7-1,9 \text{ mS m}^{-1}$ . Gårdsjöns närhet till havet och en betydande torrdeposition av havssalter framträder dock tydligt i krondroppets konduktivitet på ca  $3,1 \text{ mS m}^{-1}$ , att jämföra med ca  $1,5 \text{ mS m}^{-1}$  i Aneboda och  $0,8 \text{ mS m}^{-1}$  i både Kindla och Gammtratten. På båda de senare lokalerna var konduktiviteten samma som på öppet fält, indikerande avsaknad påverkan av havssalt. Markvatten, grundvatten och bäckvatten hade högre jonstyrka än krondroppet i samtliga områden, vilket indikerar betydande evapotranspiration och/eller påtaglig påverkan från markkemiska processer och tillförsel av joner.

Kiselhalterna i mark- och grundvatten låg i intervallet  $1,7-8,6 \text{ mg L}^{-1}$  i IM-områdena medan halterna i bäckvattnet varierade mellan  $3,4-5,6 \text{ mg Si L}^{-1}$ .

Depositionen på öppen mark och i krondropp uppvisade inga tydliga geografiska gradienter i pH. På öppet fält varierade medel-pH mellan 5,0 och 5,4. Även medel-pH i krondroppet var tämligen konstant vid stationerna (pH=5,1-5,6). Detta är, med undantag av 2014, en likartad bild som uppvisats det senaste decenniet då pH i nederbörd och krondropp varit ungefär lika i områdena. Dessförinnan, då svaveldepositionen var hög, uppvisades det typiska mönstret ett lägre pH i sydväst, särskilt i krondropp. I mark- och grundvattnet i inströmningsområdena i Gårdsjön, Aneboda och Kindla var  $\text{pH} \leq 0,6$  enheter lägre än i krondroppet och särskilt E-horisonten hade lägre pH. I Gammtratten var det vanligtvis något högre pH i marken med undantag av markvattnet i E-horisonten där lägst medel-pH uppmättes (pH=4,1). I utströmningsområdena var pH i grundvattnet högre än i krondroppet i Kindla ( $\text{pH}_{\text{grv}}=5,8$ ), lika som i krondroppet i Gammtratten ( $\text{pH}_{\text{grv}}=5,2$ ), något lägre i Aneboda ( $\text{pH}_{\text{grv}}=5,3$ ) och betydligt surare i Gårdsjön ( $\text{pH}_{\text{grv}}=4,5$ ). Mark- och grundvattnets buffertkapacitet, ANC, växlade mellan positiva och negativa värden i avrinningsområdena. Aneboda uppvisade kraftigt negativt ANC i B-horisonten ( $-0,07 \text{ mEq L}^{-1}$ ) och i grundvattnet i inströmningsområdet ( $-0,06 \text{ mEq L}^{-1}$ ), sannolikt kopplat till nitrifikation i slutningen. Grundvattnet i utströmningsområdet hade dock betydande buffertkapacitet ( $\text{ANC}=0,23 \text{ mEq L}^{-1}$ ). I Gårdsjön hade grundvattnet i utströmningsområdena något högre buffertkapacitet ( $\text{ANC}=0,30 \text{ mEq L}^{-1}$ ) som i Aneboda medan Kindla ( $\text{ANC}=0,05 \text{ mEq L}^{-1}$ ) och Gammtratten ( $\text{ANC}=0,04 \text{ mEq L}^{-1}$ ) uppvisade betydligt lägre nivåer. Vätekarbonatalkalinitet förekom i utströmningsområdets grundvatten i Aneboda, Kindla och Gammtratten med 0,08, 0,18 respektive  $0,04 \text{ mEq L}^{-1}$ . Data på alkalinitet saknas för grundvattnet i utströmningsområdet i Gårdsjön, men med det låga pH-värdet (4,5) och den höga DOC-halten ( $22 \text{ mg L}^{-1}$ ) är det osannolikt att vätekarbonat kan förekomma i mätbara halter.

Även bäckvattnet var påtagligt surt ( $\text{pH} \leq 4,7$ ) i samtliga områden förutom Gammtratten ( $\text{pH} \approx 5,6$ ) och samtliga områden uppvisade ett positivt ANC ( $\geq 0,017 \text{ mEq L}^{-1}$ ). Ytvattnet i Gammtratten var det mest välbuffrade med frekvent förekommande vätekarbonatalkalinitet, ett  $\text{pH} \approx 5,6$  och ett  $\text{ANC} \approx 0,1 \text{ mEq L}^{-1}$ . Surheten har minskat i Aneboda jämfört med tidigare år sannolikt som en konsekvens av att nitrifikationen minskat i inströmningsområdena och bäcken uppvisade ungefär samma ANC-halt som Gammtratten, men betydligt lägre pH. Det senare förklaras av hög halt organiska syror ( $28 \text{ mg DOC L}^{-1}$ ). Kindla och Gårdsjön var i många avseenden påtagligt surare än de båda andra områdena bl.a, visat genom betydligt lägre ANC. I båda områdena är det sannolikt oxidation av organiskt bundet svavel som tidigare i huvudsak deponerats via atmosfäriskt nedfall och bundits in i biota (se nedan). I Gårdsjön har även nedfallet av havssalt betydelse för surhetstillståndet genom att tillskottet av katjoner, främst  $\text{Na}^+$  och  $\text{Mg}^{2+}$ , kan skapa förutsättningar för jonbyte och frigörelse av vätejoner ( $\text{H}^+$ ) och oorganiskt aluminium ( $\text{Al}^{n+}$ ).

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 i Gårdsjön, men även Aneboda påverkas påtagligt av havssalt. I samtliga områden förekom även betydande inslag av organiska anjoner i krondroppet. I Gårdsjön var klorid den dominerande anjonen i det vatten som passerat marken, men sulfathalterna tyder på att svavel tillfördes från marken. I Aneboda och Kindla var klorid och sulfat på ungefär samma nivå i marken. I Aneboda förekom förhöjda nitrathalter endast i E-horisonten i markvattnet i inströmningsområdet, sannolikt som en kvarstående effekt av nettomineralisering och nitrifikation av den stora mängden barr och död ved som ansamlats efter stormen Gudrun och de efterföljande barkborreangreppen 2005-2010 (Löfgren et al. 2014). I Gammtratten var sulfathalten i marken och bäcken betydligt högre än i krondroppet, även det en indikation på att marken utgjorde en svavelkälla. Organiska anjoner och vätekarbonat utgjorde drygt 2/3 av anjonflödet i bäcken i Gammtratten, medan dessa joner vanligtvis utgjorde ca hälften i Aneboda, en tredjedel i Kindla respektive en fjärdedel i Gårdsjön.

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 förutom Gammtratten där kalcium låg på ungefär samma nivå. Till skillnad från 2005 då kloridhalten översteg natriumhalten i alla IM-områdena och 2007 då det omvända gällde, fanns ingen likartad trend för IM-områdena vad avser förhållandet mellan klorid- och natriumhalterna. I Gårdsjön och Aneboda var kloridhalterna ungefär desamma som natriumhalterna, medan natriumhalterna var något högre än kloridhalterna i Kindla och Gammtratten. Ett högre utflöde av natrium än klorid indikerar att natrium via vittring och/eller jonbyte frigörs från det fasta materialet. Då det omvända gäller är det en indikation på att natrium jonbyts mot andra positivt laddade joner t.ex. protoner och katjoniskt, oorganiskt aluminium. Magnesium var den näst mest dominerande baskatjonen i Gårdsjön, medan kalcium var högre eller på samma nivå som magnesium i Aneboda, Kindla och Gammtratten. Vätejoner utgjorde ett betydande inslag ( $\geq 0,01$  mEq L<sup>-1</sup>) i samtliga medier i Kindla förutom i grundvattnet i utströmningsområdet. Nivåerna låg normalt i intervallet 0,01-0,02 mEq L<sup>-1</sup>, men varierade beroende på vattnets ursprung. I Gårdsjön och Aneboda varierade vätejonbidraget i intervallet 0,003-0,031 mEq L<sup>-1</sup> med högst halter i bäckvattnet och i Gårdsjön även i utströmningsområdets grundvatten. I Gammtratten var det låga vätejonhalter i samtliga medier ( $\leq 0,006$  mEq L<sup>-1</sup>) förutom i E-horisontens markvatten (0,08 mEq L<sup>-1</sup>).

Halterna av totalaluminium var tämligen höga (0,6-1,7 mg L<sup>-1</sup>) i markvattnet i de tre sydligaste IM-områdena, men endast i E-horisonten i Gammtratten. Även Aneboda och Gårdsjön uppvisade högst halter i E-horisonten med 1,4 respektive 1,7 mg L<sup>-1</sup>. Halterna i bäckvattnet var lägst i Gammtratten (0,27 mg L<sup>-1</sup>) med högst pH (5,6) och ca 0,5-0,7 mg L<sup>-1</sup> i de andra områdena med lägre pH (4,5-4,7). Det oorganiska aluminiumet (Ali) utgjorde 17 %, 36 %, 54 % och 22 % av totalaluminiumet i bäckvattnet i Gårdsjön, Aneboda, Kindla respektive Gammtratten. Detta motsvarar ett haltintervall på 0,06-0,28 mg Ali L<sup>-1</sup>, vilket innebär att Ali-halterna enligt Naturvårdsverkets förslag till bedömningsgrunder klassas som höga till måttligt höga i Gårdsjön, som extremt höga i Aneboda och Kindla och som måttliga i Gammtratten.

Halten löst organiskt material (DOC) var betydligt högre i bäckvattnet i Aneboda och Gårdsjön (28 respektive 20 mg L<sup>-1</sup>), än i Kindla (10 mg L<sup>-1</sup>) och Gammtratten (12 mg L<sup>-1</sup>). Förutsättningarna för att komplexbinda metaller var följaktligen avsevärt bättre i Aneboda och Gårdsjön än i de övriga områdena. DOC-gradienten återspeglades i halterna organiskt bundet kväve. I samtliga områden låg medelhalterna i intervallet 211-628 µg org-N L<sup>-1</sup>. Det

organiskt bundna kvävet dominerade totalkvävet i samtliga bäckar. De oorganiska kväve- och fosforfraktionerna förekom i tämligen låga halter ( $\leq 61 \mu\text{g oorg-N L}^{-1}$ ,  $\leq 2,9 \mu\text{g PO}_4\text{-P L}^{-1}$ ). De högsta halterna uppmättes i Gårdsjön, sannolikt orsakat av de senaste årens barkborreangrepp som gett upphov till mineralisering av organiskt bundet kväve och nitrifikation. De höga nitrathalterna i Aneboda, orsakade av stormskador och barkborreangrepp med efterföljande nitrifikation, har sjunkit under de senaste åren.

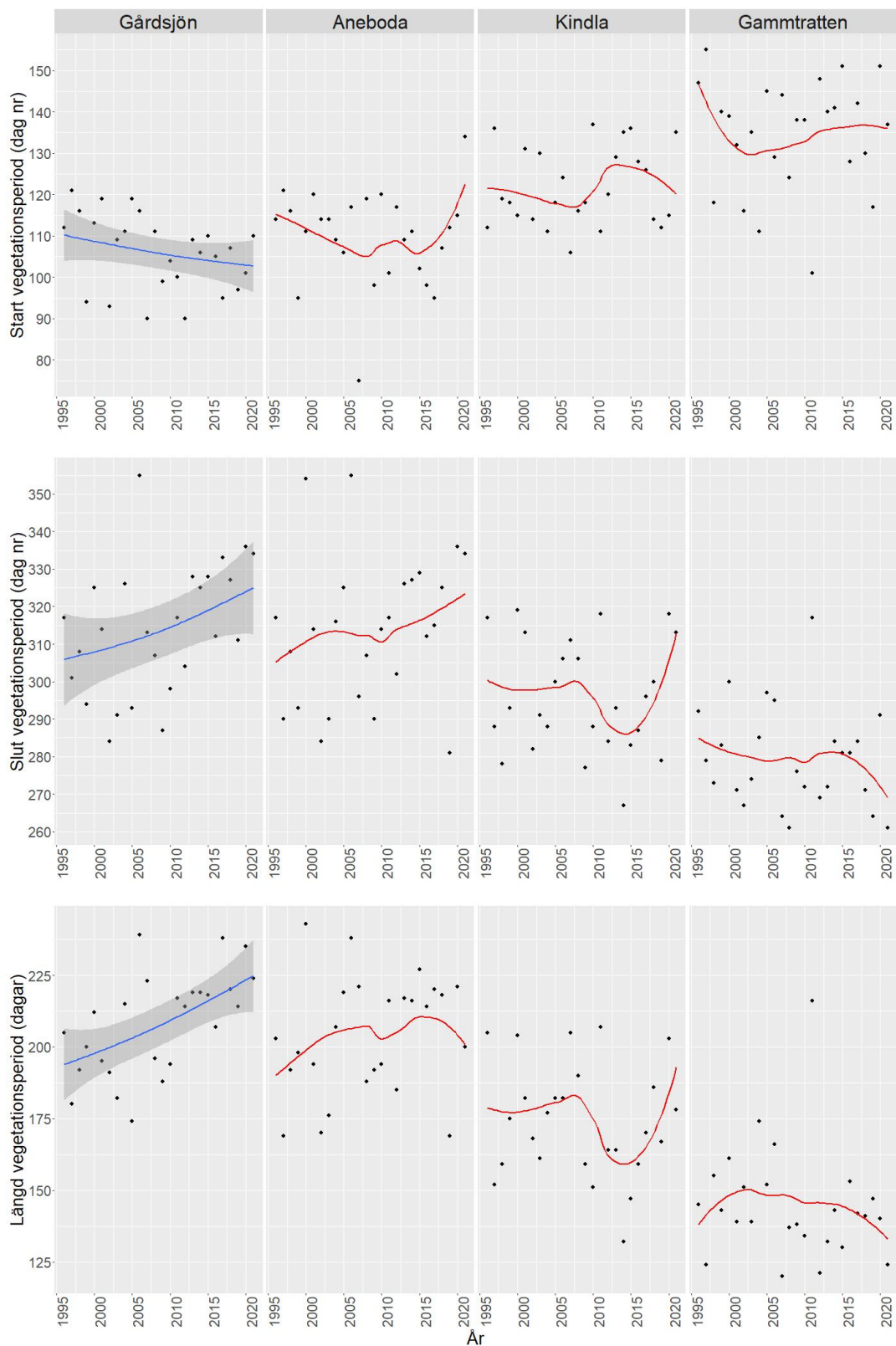
Inget av områdena hade särskilt höga järn- eller manganhalter i bäckvattnet ( $\leq 1,5 \text{ mg Fe L}^{-1}$ ,  $\leq 0,09 \text{ mg Mn L}^{-1}$ ). I Aneboda visade SITES analyser att halterna av koppar, zink och kadmium (Cu, Zn och Cd) i bäckvattnet var betydligt lägre än de lägsta halterna där negativa biologiska effekter kan förväntas (Cu  $> 3 \mu\text{g L}^{-1}$ , Pb  $> 1 \mu\text{g L}^{-1}$ , Zn  $> 20 \mu\text{g L}^{-1}$  och Cd  $> 0,1 \mu\text{g L}^{-1}$ , NV 1999). För bly (Pb) uppmättes något högre halter ( $1,1 \mu\text{g L}^{-1}$ ) än gränsvärdet. Även totalkvicksilver och metylkvicksilver i Aneboda analyserades av SITES. Nederbörden på öppet fält hade en Hg-halt på  $4,2 \text{ ng L}^{-1}$ , medan den var något högre i krondroppet ( $5,3 \text{ ng Hg L}^{-1}$ ). Metylkvicksilverhalterna var betydligt lägre eller ca  $0,1 \text{ ng MeHg L}^{-1}$ . I markvattnet varierade halterna mellan  $0,3\text{-}6,4 \text{ ng Hg L}^{-1}$  respektive  $0,06\text{-}0,35 \text{ ng MeHg L}^{-1}$  med de högre halterna i utströmningsområdet. Motsvarande intervall för grundvattnet var  $0,3\text{-}4,7 \text{ ng Hg L}^{-1}$  respektive  $0,06\text{-}0,57 \text{ ng MeHg L}^{-1}$ . I bäcken var medelhalterna för total-Hg  $9,4 \text{ ng Hg L}^{-1}$  och för metyl-Hg  $1,4 \text{ ng L}^{-1}$ . Det är uppenbart att det sker en metylering av Hg i avrinningsområdet, vilket höjer MeHg-halterna i grundvatten och bäckvatten, medan markvattnet uppvisar lägre MeHg-halter än i depositionen. Transportberäkningarna för Hg och MeHg i Aneboda (Appendix 12) visar att ca 23 % av luftnedfallet av Hg fastlades i marken medan avrinningen av MeHg via bäckvattnet ( $0,24 \mu\text{g m}^{-2} \text{ år}^{-1}$ ) var 4 ggr högre än det som tillfördes via krondropp ( $0,08 \mu\text{g m}^{-2} \text{ år}^{-1}$ ).

Avslutningsvis kan man sammanfatta områdena som jonsvaga, med permanent sura förhållanden och med tämligen höga aluminiumhalter. Endast Gammtratten uppvisade låga halter oorganiskt aluminium, på nivåer som är tämligen ofarliga för gäländande organismer som fisk (Lydersen et al. 2002). Med undantag av bly uppvisade övriga spårmetaller halter i bäckvattnet i Aneboda under de nivåer där man anser att det föreligger risk för biologisk skada. Områdena uppvisade låga halter av de oorganiska fraktionerna av näringsämnen kväve (ammonium och nitrat) och fosfor (fosfor). Gårdsjöns närhet till havet återspeglas tydligt i kemin medan de höga halterna organiskt material påverkar vattenkvaliteten i Aneboda. Kindlaområdets 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.

## 11 Vegetationsperiodens längd

*(Ulf Grandin, Institutionen för vatten och miljö, SLU)*

Vegetationsperiodens längd beräknat enligt ”StdMeteo”-metoden (ETCCDI, 2009) visar en signifikant förändring (Regional Kendall test,  $p < 0,05$ ) i Gårdsjön där vi ser ungefär en månads längre vegetationsperiod idag jämfört med när mätningarna startade 1996 (Fig 11). Denna förändring beror på både signifikant tidigare start och på senare slut på vegetationsperioden. Lite förenklat är vegetationsperioden enligt denna metod att räkna antal dagar under ett kalenderår med en medeltemperatur över  $+4^\circ \text{C}$ , och således ett meteorologiskt mått. Det är dock fler faktorer än temperatur som styr tillväxt i vegetationen, t.ex. ljus och dagslängd. Så, även om den meteorologiska vegetationsperioden blivit längre är det inte desamma som att den biologiska vegetationsperioden förlängts i samma utsträckning.



**Figur 11.** Vegetationsperiodens start, slut och längd vid IM-områdena från 1996 till 2021. Områdena är ordnade efter årsmedeltemperatur. Icke-signifikanta tender mellan år är illustrerade med en ”smoother” (röd linje), och signifikanta förändringar (Regional Kendall test,  $p < 0,05$ ) med en regressionslinje (blå).

*Start, end and length of the vegetation period at the IM sites from 1996 to 2021. The sites are sorted after annual mean temperature. Non-significant trends among years are indicated by a “smoother” (red line), and significant changes (Regional Kendall test,  $p < 0.05$ ) by a blue regression line.*

## 12 Referenser

- EDC, 1993. *Manual for integrated monitoring. Program phase 1993-1996*. National Board of Waters and the Environment, Helsingfors.
- ETCCDI (2009) Climate Change Indices: Definitions of the 27 core indices. [http://etccdi.pacificclimate.org/list\\_27\\_indices.shtml](http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml)
- Kvarnäs, H. 2000. The Q model, a simple conceptual model for runoff simulations in catchment areas. Dep. of Environ. Assess., SLU, Report 2000:15.
- Lyderson, 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.). 2002. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark – IM. Årsrapport 2000*. Inst. f. miljöanalys, SLU rapport 2002:17. English summary.
- Löfgren, S., S. Stendera, & U. Grandin. 2014. Long-term effects on nitrogen and benthic fauna of extreme climatic events – examples from two headwater streams. *Ambio* 43:58–76. <http://dx.doi.org/10.1007/s13280-014-0562-3>
- SLU. 2022. International Cooperative Programme on Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Ecosystems (2022). *Manual for Integrated Monitoring*. Edition 7. The Swedish University of Agricultural Sciences. <https://www.slu.se/en/Collaborative-Centres-and-Projects/integrated-monitoring/monitoring-manual/>. (Accessed 2023-09-19)
- SYKE. 1998. Manual for Integrated Monitoring. Finnish Environment Institute, ICP IM Programme Centre, Helsinki, Finland. [https://www.syke.fi/en-US/Research\\_Development/Nature/Monitoring/Integrated\\_Monitoring/Manual\\_for\\_Integrated\\_Monitoring](https://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Nature/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring) (Accessed 2023-09-19).
- Weldon, J. & Grandin, U. (2019). Major disturbances test resilience at a long-term boreal forest monitoring site. *Ecology and Evolution* 9: 4275-4288. <https://doi.org/10.1002/ece3.5061>

## **13 Medarbetare inom IM sedan starten 1996**

Nedan följer en förteckning över de ansvariga kontaktpersonerna vid Naturvårdsverket och för de olika delprojekten samt de lokala fältobservatörerna under olika tidsperioder. Fler än de direkt ansvariga har deltagit i såväl lednings- som fältarbetet.

### **13.1 Ansvariga för IM vid Naturvårdsverket**

Anders Berntell 1995 – 1996-02-29  
Eva Thörnelöf 1996-03-01 – 1996-12-31  
Håkan Marklund 1997  
Håkan Marklund och Yngve W. Brodin 1998  
Ulla Bertills 1999 och 2001 – 2002  
Yngve W. Brodin 2000  
Ola Inghe 2003 –  
Håkan Staaf

### **13.2 Projektansvariga för delprojekten**

#### **13.2.1 Samordning, SLU ansvarig organisation**

Sven Bråkenhielm 1995  
Lars Lundin 1996 – 2017  
Pernilla Rönnback 2018 –

#### **13.2.2 Klimat och avrinning, SLU ansvarig organisation**

*projektledare*  
Hans Kvarnäs 1996 – 2000  
Lars Lundin 2001 - 2017  
Pernilla Rönnback 2018 –  
*projektmedarbetare*  
Mikael Östlund 2014 –  
Stefan Löfgren, vattenkemi 1996-2022

#### **13.2.3 Deposition, IVL Svenska Miljöinstitutet ansvarig organisation**

*projektledare*  
Karin Kindbom 1996 - 2000  
Gunilla Pihl Karlsson 2001 – 2022  
Veronika Kronnäs 2023 –  
*projektmedarbetare*  
Gun Lövblad

#### **13.2.4 Mark, SLU ansvarig organisation**

*projektledare*  
Lage Bringmark 1996 – 2011  
Stefan Löfgren 2012 – 2022  
Magnus Simonsson 2023 –

#### **13.2.5 Grundvatten, SGU ansvarig**

*projektledare*  
Mats Aastrup 1996 – 2012  
Kajsa Bovin 2013 – 2018 och 2021  
Kajsa Bovin och David Eveborn 2019-2020  
David Eveborn 2022  
*projektmedarbetare*  
Bo Thunholm 1995 –  
Lotta Lewin Pihlblad  
Lena Maxe

Fredrik Theolin

**13.2.6 Vegetation, SLU ansvarig organisation**

*projektledare*

Sven Bråkenhielm 1996 – 2000

Ulf Grandin 2001 –

**13.2.7 Gårdsjön, IVL Svenska Miljöinstitutet ansvarig organisation**

*projektledare*

Hans Hultberg 1996 - 2011

Filip Moldan 2012 –

*projektmedarbetare*

Sara Jutterström 2012 –

**13.3 Medarbetare för fältinstallationer, instrument och datahantering**

Åke Iverfeldt

Sven Eriksson, fältprovtogare

Tommy Jansson 1996 – 2013, datainsamling/datakvalitet, instrumentering & fältinstallationer

Mikael Östlund 2014 – datainsamling/datakvalitet, instrumentering & fältinstallationer

Göran Gullberg 2014 – instrumentering & fältinstallationer

**13.4 Redaktör för årsrapporten**

Stefan Löfgren, 1998 – 2022

**13.5 Fältobservatörer**

**13.5.1 Aneboda**

Per Petersson 1996 - 2001

Fredrik Zetterqvist: 2001 – 2005

Kjell Rosén 2006 - 2023

Therese Carlström

Elis Bengtsson

Magdalena Zuchlinska Steen

**13.5.2 Gårdsjön**

Hans Hultberg 1996 - 2002

Ulla Hageström 2003 - 2009

Mattias Lidqvist 2010 - 2011

Sara Jutterström 2012 –

Filip Moldan 2012 –

**13.5.3 Kindla**

Per Mossberg 1996 - 2013

Kent Wrenborg 2013 –

**13.5.4 Gammtratten**

Johan Hörnqvist 1999 –

## 14 Tidigare publicerade årsrapporter

- Löfgren, S (Ed.). 2000a. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark – IM. Årsrapport 1997*. Naturvårdsverket rapport 5031. English summary.
- Löfgren, S (Ed.). 2000b. *Miljötillståndet i skogsmark - integrerad övervakning. Årsrapport 1998*. 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 vatten och miljö, SLU, rapport 2009:11. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2010. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2008*. Institutionen för vatten och miljö, SLU, rapport 2010:10. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2011. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2009*. Institutionen för vatten och miljö, SLU, rapport 2011:20. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2012. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2010*. Institutionen för vatten och miljö, SLU, rapport 2012:04. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2013. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2011*. Institutionen för vatten och miljö, SLU, rapport 2013:10. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2014. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2012*. Institutionen för vatten och miljö, SLU, rapport 2014:17. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2015a. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2013*. Institutionen för vatten och miljö, SLU, rapport 2015:8. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2015b. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2014*. Institutionen för vatten och miljö, SLU, rapport 2015:18. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2016. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2015*. Institutionen för vatten och miljö, SLU, rapport 2016:5. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2017. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2016*. Institutionen för vatten och miljö, SLU, rapport 2017:11. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2018. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2017*. Institutionen för vatten och miljö, SLU, rapport 2018:13. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2019. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2018*. Institutionen för vatten och miljö, SLU, rapport 2019:7. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2020. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2019*. Institutionen för vatten och miljö, SLU, rapport 2020:6. English summary.
- Löfgren, S. (Ed.) 2021. *Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2020*. Institutionen för vatten och miljö, SLU, rapport 2021:16. English summary.



## 15 Appendix

### 15.1 Koncentrationer

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, Kindla och Gammtratten under 2020. 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). För grundvatten är  $n_o$  och  $n_T$  identiska. Följande piezometrar används för grundvattenstatistiken:

Område	Område nr	Piezometer nr	Hydrauliskt läge	Installationsdjup, meter under markyta
Aneboda	7700	22	Inströmning	3,2
Aneboda	7700	31	Utströmning	0,99
Kindla	6700	11	Inströmning	2,4
Kindla	6700	31	Utströmning	1,1
Gammtratten	5700	22	Inströmning	3,22
Gammtratten	5700	31	Utströmning	1,06

Koncentrationerna återfinns enligt följande indelning:

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

### 15.2 Transporter

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

Transporterna återfinns enligt följande indelning:

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

### 15.3 Biologiska mätningar

- Appendix 13: Nedbrytning av förna (Standardrespiration)
- Appendix 14: Epifytiska lavar på stammar
- 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

#### **15.4 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

#### **15.5 Foton med exempel på IM-aktiviteter genom åren**

## 16 Appendix (English)

### 16.1 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, Kindla and Gammtratten during 2020. 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.). In groundwater,  $n_o$  and  $n_T$  are identical. The following piezometers are used for the groundwater statistics:

Site	Site no	Piezometer no	Hydraulic location	Installation depth meter below soil surface
Aneboda	7700	22	Recharge	3.2
Aneboda	7700	31	Discharge	0.99
Kindla	6700	11	Recharge	2.4
Kindla	6700	31	Discharge	1.1
Gammtratten	5700	22	Recharge	3.22
Gammtratten	5700	31	Discharge	1.06

The concentrations are found in the following order:

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

### 16.2 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 (SITES data)

### 16.3 Biological measurements

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

#### **16.4 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

#### **16.5 Photos with examples on IM-activities throughout the years**

	Unit	Year	Gårdsjön				Aneboda				Kindla				Gammtratten			
			Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n	Mean	Median	CV	n
Sulphur dioxide, SO <sub>2</sub> *	µg S m <sup>-3</sup>	1996	0,78	0,59	62%	12	0,87	0,65	82%	12	0,34	0,23	71%	12	-	-	-	-
		1997	0,41	0,38	50%	12	0,40	0,36	65%	12	0,22	0,16	73%	12	-	-	-	-
		1998	0,44	0,41	44%	12	0,40	0,35	65%	12	0,21	0,15	75%	11	-	-	-	-
		1999	0,43	0,40	38%	12	0,33	0,31	40%	12	0,22	0,19	46%	12	0,26	0,17	98%	12
		2000	0,34	0,36	27%	12	0,31	0,31	37%	12	0,23	0,20	48%	12	0,20	0,17	54%	12
		2001	0,38	0,35	39%	12	0,34	0,29	47%	12	0,26	0,21	47%	12	0,37	0,26	82%	11
		2002	0,34	0,31	32%	12	0,27	0,24	34%	12	0,21	0,19	34%	12	0,21	0,21	36%	12
		2003	0,38	0,36	43%	12	0,35	0,29	42%	12	0,26	0,23	43%	12	0,24	0,22	47%	12
		2004	0,46	0,33	68%	12	0,38	0,35	45%	12	0,28	0,24	47%	12	0,29	0,26	46%	12
		2005	0,48	0,31	115%	12	0,39	0,28	73%	12	0,24	0,25	50%	12	0,32	0,25	114%	11
		2006	0,42	0,38	39%	12	0,41	0,39	42%	11	0,34	0,29	44%	11	0,34	0,26	67%	12
		2007	0,20	0,20	38%	12	0,23	0,17	76%	12	0,15	0,11	88%	12	0,15	0,06	112%	12
		2008	0,20	0,19	19%	12	0,18	0,18	26%	12	0,14	0,12	40%	12	0,12	0,13	45%	12
		2009	0,20	0,19	20%	12	0,19	0,20	43%	12	0,15	0,15	38%	12	0,18	0,14	78%	12
		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
		2011	0,19	0,20	36%	12	0,21	0,20	45%	12	0,15	0,14	57%	12	0,17	0,13	97%	12
		2012	0,20	0,19	42%	12	0,18	0,17	42%	12	0,18	0,15	46%	12	0,17	0,13	63%	12
		2013	0,20	0,20	21%	12	0,17	0,15	42%	12	0,14	0,15	51%	12	0,12	0,13	55%	12
		2014	0,32	0,28	41%	12	0,29	0,27	41%	12	0,31	0,25	62%	12	0,47	0,22	144%	11
		2015	0,23	0,19	46%	12	0,21	0,19	32%	12	0,19	0,17	61%	12	0,19	0,16	57%	12
		2016	0,16	0,16	36%	12	0,13	0,12	29%	12	0,13	0,12	26%	12	0,14	0,12	46%	12
		2017	0,17	0,17	16%	12	0,19	0,17	30%	12	0,16	0,16	29%	12	0,15	0,15	20%	12
2018	0,21	0,21	13%	12	0,18	0,19	28%	12	0,19	0,17	37%	11	0,16	0,14	35%	12		
2019	0,18	0,16	21%	11	0,18	0,19	25%	12	0,15	0,14	16%	12	0,14	0,14	21%	12		
2020	0,16	0,18	24%	12	0,15	0,16	26%	12	0,14	0,14	26%	11	0,13	0,13	41%	11		
2021	0,16	0,15	30%	12	0,16	0,16	22%	12	0,14	0,13	13%	12	0,14	0,12	53%	12		
Nitrogen dioxide, NO <sub>2</sub> *	µg N m <sup>-3</sup>	1996	1,29	1,05	44%	12	0,71	0,56	51%	12	0,42	0,38	45%	12	-	-	-	-
		1997	1,33	1,08	58%	12	0,91	0,72	80%	12	0,50	0,31	74%	12	-	-	-	-
		1998	1,28	0,94	56%	12	0,81	0,59	66%	12	0,47	0,39	61%	12	-	-	-	-
		1999	1,26	1,00	47%	12	0,70	0,56	64%	12	0,46	0,443	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
		2011	0,88	0,92	43%	12	0,54	0,55	46%	12	0,31	0,26	55%	12	0,17	0,12	72%	12
		2012	0,83	0,74	40%	12	0,56	0,58	47%	12	0,28	0,24	48%	12	0,17	0,10	88%	12
		2013	0,73	0,71	32%	12	0,48	0,37	57%	12	0,25	0,23	45%	12	0,08	0,08	49%	12
		2014	0,74	0,73	41%	12	0,46	0,41	58%	12	0,29	0,24	58%	12	0,13	0,08	88%	12
		2015	0,73	0,64	46%	12	0,47	0,38	51%	12	0,21	0,21	42%	12	0,10	0,09	55%	12
		2016	0,72	0,59	34%	12	0,44	0,40	48%	12	0,25	0,28	47%	12	0,11	0,11	53%	12
		2017	0,59	0,53	46%	11	0,35	0,31	46%	12	0,22	0,21	48%	12	0,08	0,07	43%	12
2018	0,71	0,75	24%	12	0,39	0,39	37%	12	0,30	0,27	42%	12	0,14	0,11	70%	12		
2019	0,62	0,51	42%	12	0,41	0,39	55%	12	0,26	0,22	57%	12	0,12	0,11	65%	11		
2020	0,54	0,58	36%	12	0,34	0,32	48%	12	0,20	0,17	54%	12	0,10	0,09	57%	12		
2021	0,57	0,52	38%	12	0,37	0,33	48%	12	0,22	0,21	43%	12	0,10	0,09	53%	12		

\*Gas concentrations at ambient air temperature

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

	Unit	Year	Gårdsjön			
			Mean	Median	CV	n
Ozone, O <sub>3</sub> *	µg O <sub>3</sub> m <sup>-3</sup>	2002	52	54	26%	12
		2003	49	49	28%	12
		2004	48	46	21%	12
		2005	50	49	36%	12
		2006	51	49	24%	11
		2007	46	46	26%	12
		2008	45	43	30%	12
		2009	44	43	29%	12
		2010	48	45	20%	10
		2011	52	52	29%	11
		2012	49	47	25%	12
		2013	53	51	24%	12
		2014	52	49	23%	12
		-	-	-	-	-

Ozondata mäts ej längre vid Gårdsjön

pH	Gårdsjön					Aneboda					Kindla					Gammtratten				
	Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>r</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>r</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>r</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>r</sub>
Bulk deposition	5,1	5,0	10%	12	12	5,0	5,0	12%	12	12	5,4	5,4	6%	12	12	5,1	5,120	3%	12	12
Throughfall	5,5	5,4	7%	12	12	5,6	5,8	6%	12	12	5,3	5,4	6%	12	12	5,1	5,110	6%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	5,1	5,1	50%	2	2	-	-	-	-	-	4,7	4,8	6%	8	3	4,1	4,1	0,04	3	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	5,0	5,0	2%	2	2	5,0	4,8	11%	8	4	4,9	4,9	2%	4	3	5,5	5,6	8%	9	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm	5,1	5,1	1%	2	2	5,6	5,6	4%	12	4	-	-	-	-	-	5,5	5,6	6%	7	3
Groundwater, recharge area, F1:4	5,0	5,0	23%	4	4	4,8	4,8	4%	4	4	4,9	4,9	5%	4	4	5,8	5,8	2%	2	2
Groundwater, discharge area, F1:5	4,5	4,5	7%	4	4	5,3	5,3	1%	4	4	5,8	5,8	2%	4	4	5,2	5,3	2%	3	3
Stream water	4,5	4,5	10%	12	12	4,6	4,6	2%	23	23	4,7	4,7	3%	23	23	5,6	5,7	4%	21	21

Cond <sub>25</sub> (mS m <sup>-1</sup> )	Gårdsjön					Aneboda					Kindla					Gammtratten				
	Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>r</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>r</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>r</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>r</sub>
Bulk deposition	1,9	1,6	63%	12	12	1,1	1,2	64%	12	12	0,8	0,9	52%	12	12	0,7	0,715	38%	12	12
Throughfall	3,1	2,7	154%	12	12	1,5	1,4	75%	12	12	0,8	0,9	43%	12	12	0,8	0,810	60%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	5,6	5,6	21%	2	2	-	-	-	-	-	2,4	2,1	29%	8	3	3,6	4,1	0,26	3	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	5,7	5,7	11%	2	2	5,1	2,9	87%	8	4	2,4	2,4	5%	4	3	0,8	0,7	43%	9	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm	5,7	5,7	18%	2	2	6,4	5,5	38%	12	4	-	-	-	-	-	1,7	1,7	7%	7	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	6,6	6,6	13%	4	4	7,1	7,1	8%	4	4	2,2	2,2	10%	4	4	1,6	1,6	4%	2	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	6,8	6,7	7%	4	4	5,3	5,1	10%	4	4	4,2	4,2	9%	4	4	1,4	1,4	5%	3	3
Stream water	6,6	6,7	7%	12	12	5,2	5,2	8%	23	23	2,3	2,3	7%	23	23	1,7	1,5	23%	21	21

Si (mg l <sup>-1</sup> )	Gårdsjön					Aneboda					Kindla					Gammtratten				
	Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>r</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>r</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>r</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>r</sub>
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm	4,0	4,0	23%	2	2	5,2	4,2	80%	8	-	4,1	3,9	21%	11	-	4,0	3,0	0,67	8	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm	3,6	3,6	15%	2	2	4,0	3,2	43%	10	-	3,7	3,8	6%	6	-	2,2	1,7	48%	14	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm	3,1	3,1	17%	2	2	6,2	6,1	23%	15	-	5,1	4,6	23%	5	-	5,5	4,1	45%	8	3
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m	3,3	3,2	27%	4	4	5,3	5,0	12%	4	4	5,6	5,2	28%	4	4	3,7	3,7	2%	2	2
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m	3,7	3,6	12%	4	4	7,9	7,7	6%	4	4	8,6	8,6	11%	4	4	2,8	2,8	6%	3	3
Stream water	3,4	3,4	10%	12	12	5,6	5,7	15%	23	23	3,7	3,7	10%	23	23	3,8	4,0	15%	21	21



Gårdsjön	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>T</sub>		Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>T</sub>
Bulk deposition	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mEq/l	0,014	0,014	44%	12	12	Ca <sup>2+</sup> mEq/l	0,007	0,006	131%	12	12
Throughfall		0,021	0,021	172%	12	12		0,021	0,021	144%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,087	0,087	11%	2	2		0,006	0,006	49%	2	2
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,097	0,097	18%	2	2		0,007	0,007	22%	2	2
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,111	0,111	27%	2	2		0,009	0,009	35%	2	2
Groundwater, recharge area, F1:4		0,107	0,112	19%	4	4		0,013	0,011	56%	4	4
Groundwater, discharge area, F1:5		0,057	0,057	16%	4	4		0,022	0,021	24%	4	4
Stream water		0,0716	0,063	35%	12	12		0,020	0,019	11%	12	12
Bulk deposition	Cl <sup>-</sup> mEq/l	0,048	0,045	48%	12	12	Mg <sup>2+</sup> mEq/l	0,011	0,011	41%	12	12
Throughfall		0,148	0,130	219%	12	12		0,034	0,031	206%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,278	0,278	38%	2	2		0,052	0,052	28%	2	2
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,294	0,294	25%	2	2		0,047	0,047	17%	2	2
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,270	0,270	41%	2	2		0,047	0,047	21%	2	2
Groundwater, recharge area, F1:4		0,336	0,339	25%	4	4		0,056	0,056	21%	4	4
Groundwater, discharge area, F1:5		0,336	0,339	8%	4	4		0,326	0,328	9%	4	4
Stream water		0,310	0,312	9%	12	12		0,059	0,056	15%	12	12
Bulk deposition	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mEq/l	0,017	0,013	64%	12	12	Na <sup>+</sup> mEq/l	0,039	0,037	48%	12	12
Throughfall		0,015	0,015	83%	12	12		0,114	0,098	197%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,000	0,000	76%	2	2		0,329	0,329	17%	2	2
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,001	0,001	104%	2	2		0,328	0,328	7%	2	2
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,017	0,017	73%	2	2		0,332	0,332	14%	2	2
Groundwater, recharge area, F1:4		0,002	0,002	54%	4	4		0,378	0,378	11%	4	4
Groundwater, discharge area, F1:5		0,001	0,000	79%	4	4		0,326	0,328	4%	4	4
Stream water		0,004	0,003	64%	12	12		0,324	0,317	8%	12	12
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-	K <sup>+</sup> mEq/l	0,002	0,002	165%	12	12
Throughfall		-	-	-	-	-		0,038	0,035	120%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		-	-	-	-	-		0,011	0,011	24%	2	2
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		-	-	-	-	-		0,011	0,011	22%	2	2
Soil water L2, discharge area, 20 cm		-	-	-	-	-		0,010	0,010	15%	2	2
Groundwater, recharge area, F1:4		-	-	-	-	-		0,015	0,015	14%	4	4
Groundwater, discharge area, F1:5		-	-	-	-	-		0,015	0,015	40%	4	4
Stream water		-	-	-	-	-		0,014	0,014	17%	12	12
Bulk deposition	RCOO <sup>-</sup> mEq/l	0,020	0,019				NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mEq/l	0,016	0,013	136%	12	12
Throughfall		0,065	0,068					0,014	0,011	106%	12	12
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,105	0,105					0,013	0,013	130%	2	2
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,068	0,068					0,001	0,001	0%	2	2
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,040	0,040					0,002	0,002	68%	2	2
Groundwater, recharge area, F1:4		0,073	0,076					0,003	0,002	100%	4	4
Groundwater, discharge area, F1:5		0,111	0,111					0,003	0,002	108%	4	4
Stream water		0,099	0,099					0,001	0,001	0%	12	12
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,021	-0,017				H <sup>+</sup> mEq/l	0,009	0,010			
Throughfall		0,022	0,020					0,003	0,004			
Soil water L1, recharge area, 20 cm		0,032	0,032					0,007	0,007			
Soil water L1, recharge area, B, 40 cm		0,003	0,003					0,009	0,009			
Soil water L2, discharge area, 20 cm		0,001	0,001					0,008	0,008			
Groundwater, recharge area, F1:4		0,017	0,008					0,010	0,010			
Groundwater, discharge area, F1:5		0,295	0,296					0,030	0,031			
Stream water		0,039	0,028					0,031	0,030			



Aneboda	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>r</sub>		Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>r</sub>
Bulk deposition	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mEq/l	0,012	0,012	64%	12	12	Ca2+ mEq/l	0,005	0,004	255%	12	12
Throughfall		0,011	0,012	223%	12	12		0,017	0,013	76%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,063	0,050	86%	13	4		0,336	0,1785	99%	8	4
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,146	0,110	59%	13	4		0,052	0,025	149%	10	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,198	0,171	68%	16	4		0,120	0,113	57%	15	4
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,307	0,312	25%	4	4		0,087	0,09	6%	4	4
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,043	0,014	142%	4	4		0,131	0,132	13%	4	4
Stream water		0,108	0,116	35%	23	23		0,098	0,093	13%	23	23
Bulk deposition	Cl <sup>-</sup> mEq/l	0,016	0,017	67%	12	12	Mg2+ mEq/l	0,004	0,005	91%	12	12
Throughfall		0,027	0,026	84%	12	12		0,015	0,013	72%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,334	0,161	133%	13	4		0,149	0,118	68%	8	4
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,214	0,061	144%	13	4		0,054	0,042	78%	10	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,213	0,166	67%	16	4		0,115	0,103	35%	15	4
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,193	0,195	4%	4	4		0,1	0,095	29%	4	4
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,188	0,189	5%	4	4		0,111	0,111	10%	4	4
Stream water		0,167	0,164	7%	23	23		0,081	0,079	11%	23	23
Bulk deposition	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mEq/l	0,017	0,018	107%	12	12	Na+ mEq/l	0,013	0,016	69%	12	12
Throughfall		0,011	0,006	157%	12	12		0,020	0,020	69%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,063	0,001	171%	3	4		0,102	0,055	106%	8	4
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,003	0,001	146%	4	4		0,170	0,071	140%	10	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,002	0,000	195%	8	4		0,304	0,198	58%	15	4
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,000	0,000	57%	4	4		0,215	0,207	9%	4	4
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,000	0,000	17%	4	4		0,203	0,198	11%	4	4
Stream water		0,002	0,001	103%	23	23		0,194	0,192	9%	23	23
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-	K+ mEq/l	0,002	0,002	260%	12	12
Throughfall		-	-	-	-	-		0,037	0,035	111%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-		0,096	0,079	107%	8	4
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,039	-0,018	-180%	7	4		0,017	0,009	151%	10	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,050	0,048	65%	8	4		0,016	0,011	56%	15	4
Groundwater, recharge area, 3,2 m		-0,042	-0,054	-90%	4	4		0,037	0,041	26%	4	4
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,082	0,09	40%	4	4		0,017	0,017	8%	4	4
Stream water		-0,076	-0,068	-25%	23	23		0,014	0,014	35%	23	23
Bulk deposition	RCOO <sup>-</sup> mEq/l	0,021	0,019				NH4+ mEq/l	0,024	0,031	81%	12	12
Throughfall		0,052	0,058					0,013	0,010	428%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		#####	#####					0,013	0,011	21%	3	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,043	0,038					0,008	0,004	124%	4	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,100	0,081					0,010	0,005	108%	8	4
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,016	0,014					0,001	0,001	71%	4	4
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,237	0,241					0,036	0,037	10%	4	4
Stream water		0,143	0,132					0,002	0,001	66%	23	23
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,020	-0,020				H+ mEq/l	0,009	0,009			
Throughfall		0,041	0,039					0,002	0,002			
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,223	0,218					#####	#####			
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,070	-0,027					0,010	0,015			
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,142	0,088					0,003	0,003			
Groundwater, recharge area, 3,2 m		-0,061	-0,074					0,014	0,017			
Groundwater, discharge area, 0,99 m		0,231	0,255					0,005	0,005			
Stream water		0,111	0,097					0,024	0,025			

Kindla	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>r</sub>		Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>r</sub>
Bulk deposition	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mEq/l	0,013	0,012	52%	12	12	Ca2+ mEq/l	0,007	0,006	44%	12	12
Throughfall		0,011	0,012	54%	12	12		0,009	0,009	47%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,053	0,058	20%	13	3		0,005	0,005	22%	11	4
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,173	0,098	103%	10	3		0,010	0,011	36%	6	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,150	0,091	92%	10	3		0,020	0,019	17%	5	4
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,048	0,050	16%	4	4		0,007	0,008	28%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,307	0,312	25%	4	4		0,157	0,157	4%	4	4
Stream water		0,055	0,056	37%	23	23		0,017	0,018	12%	23	23
Bulk deposition	Cl <sup>-</sup> mEq/l	0,010	0,011	64%	12	12	Mg2+ mEq/l	0,003	0,004	52%	12	12
Throughfall		0,009	0,011	93%	12	12		0,005	0,005	72%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,047	0,047	20%	13	3		0,011	0,010	19%	11	4
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,067	0,061	27%	10	3		0,011	0,011	10%	6	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,077	0,064	41%	10	3		0,022	0,021	19%	5	4
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,044	0,044	6%	4	4		0,012	0,012	3%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,056	0,058	13%	4	4		0,077	0,076	3%	4	4
Stream water		0,055	0,056	10%	23	23		0,018	0,017	11%	23	23
Bulk deposition	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mEq/l	0,011	0,013	120%	12	12	Na+ mEq/l	0,008	0,009	72%	12	12
Throughfall		0,009	0,011	146%	12	12		0,007	0,008	95%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,000	0,000	179%	9	3		0,084	0,084	9%	11	4
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,000	0,000	153%	6	3		0,087	0,088	3%	6	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,000	0,000	70%	3	3		0,086	0,085	6%	5	4
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,001	0,000	185%	4	4		0,080	0,080	7%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,006	0,006	28%	4	4		0,171	0,172	4%	4	4
Stream water		0,001	0,000	126%	23	23		0,089	0,090	6%	23	23
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-	K+ mEq/l	0,005	0,004	56%	12	12
Throughfall		-	-	-	-	-		0,011	0,010	81%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-0,039	-0,017	-137%	8	-		0,006	0,005	41%	11	4
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,015	-0,019	-61%	4	3		0,005	0,005	12%	6	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-0,049	-0,049	-	1	1		0,006	0,004	68%	5	4
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,015	0,013	190%	4	4		0,010	0,009	18%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,176	0,192	39%	4	4		0,015	0,015	3%	4	4
Stream water		-0,041	-0,042	-23%	23	23		0,003	0,002	59%	23	23
Bulk deposition	RCOO <sup>-</sup> mEq/l	0,018	0,020				NH4+ mEq/l	0,020	0,018	97%	12	12
Throughfall		0,021	0,021					0,009	0,011	197%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,056	0,035					0,003	0,001	139%	9	4
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,019	0,018					0,003	0,001	141%	6	4
Soil water, discharge area, 30-50 cm		#####	#####					0,004	0,000	162%	3	4
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,031	0,030					0,008	0,001	186%	4	4
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,023	0,021					0,001	0,001	59%	4	4
Stream water		0,055	0,053					0,000	0,000	46%	23	23
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,011	-0,013				H <sup>+</sup> mEq/l	0,004	0,004			
Throughfall		0,002	-0,001					0,005	0,004			
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,006	-0,001					0,019	0,014			
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,128	-0,046					0,013	0,014			
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-0,093	-0,026					#####	#VÄRDEFEL!			
Groundwater, recharge area, 2,4 m		0,016	0,015					0,012	0,013			
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,051	0,044					0,002	0,001			
Stream water		0,017	0,015					0,019	0,021			

Gammtratten	Anions						Cations					
		Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>r</sub>		Mean	Median	CV	n <sub>o</sub>	n <sub>r</sub>
Bulk deposition	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mEq/l	0,008	0,008	74%	12	12	Ca2+ mEq/l	0,003	0,003	116%	12	12
Throughfall		0,008	0,009	97%	12	12		0,006	0,007	151%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,022	0,012	149%	9	3		0,026	0,008	230%	8	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,027	0,020	86%	14	3		0,008	0,007	48%	14	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,025	0,028	53%	8	3		0,056	0,058	29%	8	3
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,034	0,034	4%	2	2		0,060	0,060	0%	2	2
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,030	0,029	18%	3	3		0,028	0,031	21%	3	3
Stream water		0,024	0,026	34%	21	21		0,063	0,052	37%	21	21
Bulk deposition	Cl <sup>-</sup> mEq/l	0,006	0,007	95%	12	12	Mg2+ mEq/l	0,002	0,002	78%	12	12
Throughfall		0,008	0,008	132%	12	12		0,004	0,004	150%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,021	0,014	62%	8	3		0,018	0,005	148%	8	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,013	0,008	76%	14	3		0,009	0,008	47%	14	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,018	0,018	14%	8	3		0,021	0,022	10%	8	3
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,018	0,018	2%	2	2		0,017	0,017	0%	2	2
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,028	0,026	35%	3	3		0,014	0,013	13%	3	3
Stream water		0,022	0,021	26%	21	21		0,025	0,022	33%	21	21
Bulk deposition	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mEq/l	0,008	0,009	75%	12	12	Na+ mEq/l	0,005	0,006	93%	12	12
Throughfall		0,006	0,005	78%	12	12		0,007	0,007	101%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,000	0,000	17%	5	3		0,038	0,038	36%	8	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,000	0,000	86%	13	3		0,032	0,031	32%	14	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,000	0,000	147%	8	3		0,058	0,056	15%	8	3
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,001	0,001	13%	2	2		0,057	0,057	0%	2	2
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,000	0,000	51%	3	3		0,052	0,052	8%	3	3
Stream water		0,000	0,000	84%	21	21		0,063	0,062	15%	21	21
Bulk deposition	Alk/Ac mEq/l	-	-	-	-	-	K+ mEq/l	0,001	0,001	108%	12	12
Throughfall		-	-	-	-	-		0,012	0,012	125%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-0,108	-0,108	-	1	1		0,007	0,004	137%	8	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-0,002	0,013	-2154%	10	3		0,011	0,004	163%	14	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,084	0,082	26%	5	3		0,002	0,001	67%	8	3
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,079	0,079	5%	2	2		0,006	0,006	3%	2	2
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,040	0,035	34%	3	3		0,004	0,004	24%	3	3
Stream water		0,031	0,029	108%	21	21		0,006	0,006	55%	21	21
Bulk deposition	RCOO <sup>-</sup> mEq/l	0,011	0,009				NH4+ mEq/l	0,008	0,009	119%	12	12
Throughfall		0,026	0,029					0,006	0,004	163%	12	12
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,166	0,169					0,001	0,001	22%	5	3
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,036	0,028					0,001	0,000	180%	13	3
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,087	0,031					0,000	0,000	43%	8	3
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,009	0,009					0,002	0,002	126%	2	2
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,011	0,012					0,000	0,000	43%	3	3
Stream water		0,092	0,075					0,000	0,000	66%	21	21
Bulk deposition	ANC mEq/l	-0,011	-0,012				H <sup>+</sup> mEq/l	0,008	0,008			
Throughfall		0,007	0,008					0,008	0,008			
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		0,045	0,028					0,076	0,089			
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		0,019	0,021					0,003	0,003			
Soil water, discharge area, 30-50 cm		0,093	0,091					0,003	0,002			
Groundwater, recharge area, 3,2 m		0,087	0,087					0,002	0,002			
Groundwater, discharge area, 1,1 m		0,040	0,045					0,006	0,005			
Stream water		0,110	0,095					0,002	0,002			



		Gårdsjön					Aneboda*					Kindla					Gammtratten				
		Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>r</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>r</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>r</sub>	Mean	Median	CV	n <sub>0</sub>	n <sub>r</sub>
Bulk deposition	Hg ng/l	-	-	-	-	-	4,2	3,1	34%	12	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	5,3	5,5	54%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	6,4	4,4	92%	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	5,1	5,2	52%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	0,3	0,3	12%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	4,7	4,9	13%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		-	-	-	-	-	9,4	8,6	41%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulk deposition	Metyl-Hg ng/l	-	-	-	-	-	0,1	0,0	68%	12	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	0,1	0,1	106%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	0,06	0,03	1,11	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	0,35	0,31	1,07	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	0,06	0,06	0%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	0,57	0,37	75%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		-	-	-	-	-	1,38	0,52	130%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulk deposition	Cr µg/l	-	-	-	-	-	0,08	0,06	47%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	0,05	0,05	40%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	1,02	0,87	63%	8	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	0,37	0,25	78%	10	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	0,41	0,33	55%	15	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	0,17	0,17	20%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	1,18	1,10	35%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		-	-	-	-	-	0,45	0,47	20%	11	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulk deposition	Ni µg/l	-	-	-	-	-	0,11	0,08	60%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	0,18	0,20	86%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	2,61	2,13	58%	8	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	0,98	0,63	70%	10	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	0,75	0,67	49%	15	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	1,58	1,60	19%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	1,40	1,35	23%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		-	-	-	-	-	0,61	0,59	43%	11	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulk deposition	Co µg/l	-	-	-	-	-	0,01	0,01	68%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	0,02	0,02	112%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	0,52	0,46	57%	8	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	1,23	0,56	102%	10	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	1,05	0,64	79%	15	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	1,51	1,50	43%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	1,28	1,30	12%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		-	-	-	-	-	0,76	0,72	24%	11	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulk deposition	V µg/l	-	-	-	-	-	0,14	0,13	53%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	0,10	0,10	46%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	2,55	1,77	101%	8	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	0,13	0,13	44%	10	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	0,90	0,55	107%	15	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	0,07	0,06	29%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	4,28	3,75	38%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		-	-	-	-	-	1,27	1,13	29%	11	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bulk deposition	As µg/l	-	-	-	-	-	0,06	0,05	69%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall		-	-	-	-	-	0,06	0,06	70%	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, E, 8-20 cm		-	-	-	-	-	0,91	0,74	57%	8	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, recharge area, B, 33-45 cm		-	-	-	-	-	0,11	0,10	61%	10	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Soil water, discharge area, 30-50 cm		-	-	-	-	-	0,34	0,23	100%	15	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, recharge area, 2,4-3,2 m		-	-	-	-	-	0,06	0,06	24%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Groundwater, discharge area, 1-1,1 m		-	-	-	-	-	0,66	0,63	22%	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stream water		-	-	-	-	-	0,32	0,30	46%	11	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\*Financed by SITES

Gårdsjön	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )						
	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Org-N	Tot-N	PO <sub>4</sub> -P	Tot-P	DOC
Bulk deposition	2,4	2,6	0,9	5,5	-	0,10	36
Throughfall	1,8	2,0	2,9	6,6	-	0,10	84
Litterfall				20,5		1,23	855
Stream water	0,11	0,43	2,98	3,52	-	0,03	151

Aneboda	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )						
	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Org-N	Tot-N	PO <sub>4</sub> -P	Tot-P	TOC
Bulk deposition	2,5	1,7	0,8	5,0	-	0,11	26
Throughfall	1,5	1,2	5,4	8,2	-	0,88	57
Litterfall				19,2		1,60	793
Stream water	0,06	0,08	1,59	1,71	0,006	0,05	75

Kindla	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )						
	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Org-N	Tot-N	PO <sub>4</sub> -P	Tot-P	
Bulk deposition	2,7	1,5	1,5	5,7	-	0,25	26
Throughfall	1,3	1,2	1,0	3,4	-	0,12	30
Litterfall				16,5		1,12	886
Stream water	0,03	0,03	0,90	0,96	0,005	0,01	46

Gammtratten	Nitrogen, phosphorus & organic carbon fluxes (kg ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )						
	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	Org-N	Tot-N	PO <sub>4</sub> -P	Tot-P	TOC
Bulk deposition	0,7	0,7	0,5	1,8	-	0,04	11
Throughfall	0,4	0,4	0,4	1,3	-	0,20	24
Litterfall				8,6		0,89	517
Stream water	0,03	0,01	1,26	1,30	0,007	0,06	68

Gårdsjön	Anion fluxes (mEq m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	RCOO <sup>-</sup>	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	16	53	19	0	4	<b>92</b>	<b>-23</b>
Throughfall	19	137	14	0	36	<b>206</b>	<b>20</b>
Litterfall	11						
Stream water	50	247	3,0	0	52	<b>352</b>	<b>27</b>

Gårdsjön	Cation fluxes (mEq m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )							
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	Sum(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	7	12	43	3	17	10	<b>92</b>	<b>0</b>
Throughfall	19	31	106	35	13	3	<b>206</b>	<b>0</b>
Litterfall	63	22	2	5				
Stream water	15	45	252	14	1	24	<b>352</b>	<b>0</b>

Aneboda	Anion fluxes (mEq m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	RCOO <sup>-</sup>	Sum(-)	
Bulk deposition	9	12	12	0	10	<b>43</b>	<b>-15</b>
Throughfall	9	23	9	0	48	<b>88</b>	<b>35</b>
Litterfall	9						
Stream water	37	49	0,5	0	38	<b>124</b>	<b>29</b>

Aneboda	Cation fluxes (mEq m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )							
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	Sum(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	3	3	10	2	18	7	<b>43</b>	<b>0</b>
Throughfall	15	13	16	31	11	2	<b>88</b>	<b>0</b>
Litterfall	87	24	1	9				
Stream water	29	24	57	5	0,4	7	<b>122</b>	<b>-2</b>

Kindla	Anion fluxes (mEq m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	RCOO <sup>-</sup>	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	13	9	10	0	12	<b>45</b>	<b>-11</b>
Throughfall	10	9	8	0	16	<b>43</b>	<b>2</b>
Litterfall	8						
Stream water	24	23	0,2	0	24	<b>70</b>	<b>6</b>

Kindla	Cation fluxes (mEq m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )							
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	Sum(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	6	3	8	4	19	4	<b>45</b>	<b>0</b>
Throughfall	8	5	7	10	9	5	<b>43</b>	<b>0</b>
Litterfall	47	11	0,3	6				
Stream water	7	7	37	1	0,2	9	<b>62</b>	<b>-8</b>

Gammtratten	Anion fluxes (mEq m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	RCOO <sup>-</sup>	Sum(-)	ANC
Bulk deposition	5	3	5	0	3	<b>16</b>	<b>-6</b>
Throughfall	4	4	3	0	17	<b>24</b>	<b>4</b>
Litterfall	4						
Stream water	13	10	0,1	8	48	<b>78</b>	<b>50</b>

Gammtratten	Cation fluxes (mEq m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )							
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	Sum(+)	Sum(+)-Sum(-)
Bulk deposition	2	1	3	1	5	5	<b>16</b>	<b>0</b>
Throughfall	3	2	4	7	3	4	<b>24</b>	<b>0</b>
Litterfall	46	8	0,1	4				
Stream water	30	12	29	3	0,2	2	<b>75</b>	<b>-3</b>

Gårdsjön	Metal fluxes (mg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )								
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	31			24	134	1,3	0,0	15,3	0,20
Stream water	517	436	81	618	8	-	-	-	-

Aneboda	Metal fluxes (mg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )								
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition	8	-	-	7	1	0,8	0,3	5,2	0,01
Throughfall	6	-	-	5	65	0,8	0,4	4,9	0,01
Litterfall	23			20	358	0,9	0,0	21,3	0,12
Stream water	142	85	56	347	15	0,1	0,3	1,1	0,01

Kindla	Metal fluxes (mg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )								
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	41			22	189	0,5	0,0	11,1	0,33
Stream water	218	97	121	179	16	-	-	-	-

Gammtratten	Metal fluxes (mg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )								
	Al tot	Al org	Al oorg	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	17			12	131	0,3	0,0	9,9	0,15
Stream water	140	99	41	456	26	-	-	-	-

Gårdsjön	Metal fluxes (µg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	14		548	697	214	66	17
Stream water	-	-	-	-	-	-	-

Aneboda	Metal fluxes (µg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition	3,1	0,0	55	78	7	104	47
Throughfall	4,5	0,1	40	148	19	83	50
Litterfall	14		470	437	149	38	16
Stream water	2,4	0,2	130	162	219	343	84

Kindla	Metal fluxes (µg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	21		635	532	47	63	18
Stream water	-	-	-	-	-	-	-

Gammtratten	Metal fluxes (µg m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> )						
	Hg	Metyl-Hg	Cr	Ni	Co	V	As
Bulk deposition	-	-	-	-	-	-	-
Throughfall	-	-	-	-	-	-	-
Litterfall	7		238	215	34	31	10
Stream water	-	-	-	-	-	-	-



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

Sampling place	Gårdsjön			Aneboda			Kindla			Gammtratten		
Incubation period	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr
Sampling date	971008			971112			971001					
Decomposition ratio 1997 (weight loss in % of original weight)												
Mean	32,8	57,1	69,7	34,0	58,0	73,0	26,9	48,0	69,3	-	-	-
median	32,7	55,4	72,6	33,0	57,1	75,3	27,0	49,0	71,1	-	-	-
n <sub>0</sub>	18	18	15	19	19	18	18	18	18	-	-	-
Sampling date	981007			981109			981005					
Decomposition ratio 1998 (weight loss in % of original weight)												
Mean	40,6	65,2	69,9	38,7	64,8	77,0	36,4	59,5	75,3	-	-	-
median	41,5	62,2	68,9	37,8	70,8	77,3	37,1	60,4	75,0	-	-	-
n <sub>0</sub>	18	18	18	19	17	17	18	18	18	-	-	-
Sampling date	991019			991027			991114					
Decomposition ratio 1999 (weight loss in % of original weight)												
Mean	35,6	65,3	74,3	30,7	60,0	65,3	30,1	61,5	69,8	-	-	-
median	34,4	67,3	73,8	30,7	59,5	64,9	29,0	60,6	73,0	-	-	-
n <sub>0</sub>	18	19	18	17	17	16	16	16	15	-	-	-
Sampling date	001011			001101			001003			001003		
Decomposition ratio 2000 (weight loss in % of original weight)												
Mean	33,4	61,7	72,5	38,1	61,8	67,4	30,2	51,7	71,5	25,1	-	-
median	32,8	61,0	73,6	37,0	62,3	66,3	29,7	54,5	74,3	25,0	-	-
n <sub>0</sub>	18	18	17	18	17	17	16	18	18	18	-	-
Sampling date	011103			011106			011123			010926		
Decomposition ratio 2001 (weight loss in % of original weight)												
Mean	34,6	61,6	76,7	36,2	62,2	66,3	33,3	63,3	74,0	33,7	46,2	-
median	32,9	62,2	77,3	35,8	60,1	64,8	32,6	66,5	75,7	31,1	46,2	-
n <sub>0</sub>	18	18	18	18	17	16	18	18	18	18	18	-
Sampling date	021029			021030			021016			020920		
Decomposition ratio 2002 (weight loss in % of original weight)												
Mean	32,5	65,7	70,8	30,5	67,4	70,7	27,2	57,7	74,2	32,5	55,8	60,1
median	31,1	67,0	71,7	30,0	71,1	71,7	26,7	59,0	74,6	33,2	56,4	62,9
n <sub>0</sub>	18	18	17	18	18	17	18	18	17	18	18	18
Sampling date	031030			031024			031110			031001		
Decomposition ratio 2003 (weight loss in % of original weight)												
Mean	25,8	55,3	68,8	30,1	53,6	65,0	29,9	57,4	73,4	24,5	58,0	72,5
median	25,5	54,5	70,6	28,5	54,2	66,4	29,8	58,7	73,1	24,4	59,8	75,0
n <sub>0</sub>	18	18	16	18	18	14	18	18	18	18	18	16
Sampling date	041116			041027			041020			041011		
Decomposition ratio 2004 (weight loss in % of original weight)												
Mean	37,5	60,8	65,9	41,7	66,2	62,8	28,4	56,1	69,5	24,4	42,4	70,0
median	34,0	62,8	68,1	40,7	67,6	65,0	29,2	59,4	72,1	23,5	43,1	72,5
n <sub>0</sub>	17	17	14	18	17	17	18	18	18	17	18	18
Sampling date	051115			051011			051103			051006		
Decomposition ratio 2005 (weight loss in % of original weight)												
Mean	33,4	64,2	71,8	31,9	59,7	75,9	26,2	57,9	70,5	26,0	41,0	62,1
median	35,5	65,2	71,7	34,8	59,9	78,0	25,8	55,8	74,1	24,4	42,3	60,7
n <sub>0</sub>	18	18	18	15	15	14	17	18	18	18	18	18
Sampling date	061115			061026			061013			060927		
Decomposition ratio 2006 (weight loss in % of original weight)												
Mean	33,9	65,3	77,9	36,9	56,3	71,1	26,2	49,2	71,5	19,9	40,8	65,1
median	33,9	66,7	80,1	35,9	53,4	75,1	26,6	47,0	73,0	19,6	36,4	65,6
n <sub>0</sub>	17	18	17	18	15	15	18	18	18	18	19	16
Sampling date	071013			071014			071004			070926		
Decomposition ratio 2007 (weight loss in % of original weight)												
Mean	37,7	61,2	76,4	41,1	65,7	68,3	28,6	52,5	77,1	26,6	42,0	62,3
median	39,0	62,5	79,0	41,1	67,1	68,3	26,6	54,3	77,0	26,8	43,9	65,9
n <sub>0</sub>	18	17	18	16	17	16	18	18	18	18	18	18
Sampling date	081108			081028			081026			080928		
Decomposition ratio 2008 (weight loss in % of original weight)												
Mean	39,9	70,1	72,8	34,3	70,5	73,7	26,2	63,3	77,4	31,9	50,9	65,2
median	38,1	73,4	74,4	35,0	68,7	77,8	25,9	67,5	79,4	31,3	50,5	68,7
n <sub>0</sub>	18	17	18	17	16	15	18	18	18	18	18	18

Sampling place	Gårdsjön			Aneboda			Kindla			Gammtratten		
Incubation period	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr
Sampling date	091026			091009			091022			090928		
Decomposition ratio 2009 (weight loss in % of original weight)												
Mean	31,6	64,7	81,7	23,9	57,5	75,5	27,4	57,7	80,3	24,1	53,5	72,5
median	30,2	64,9	80,7	22,9	59,4	77,1	24,9	56,5	82,8	24,8	54,8	72,6
n <sub>0</sub>	17	17	17	18	15	16	18	16	18	17	17	16
Sampling date	101010			101003			101022			100928		
Decomposition ratio 2010 (weight loss in % of original weight)												
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 <sub>0</sub>	18	18	17	17	20	16	18	18	18	18	17	17
Sampling date	111103			111015			111020			111003		
Decomposition ratio 2011 (weight loss in % of original weight)												
Mean	38,5	62,7	78,9	38,6	62,0	77,0	33,1	65,1	71,4	26,2	45,9	62,6
median	35,8	64,1	76,5	39,6	63,1	77,5	34,2	65,4	71,4	24,9	45,4	67,3
n <sub>0</sub>	15	16	17	17	17	14	18	18	18	18	18	17
Sampling date	121106			121011			121016			120927		
Decomposition ratio 2012 (weight loss in % of original weight)												
Mean	42,2	69,3	75,8	34,8	57,1	76,5	30,6	59,8	76,7	28,6	44,4	59,6
median	41,5	68,7	79,3	34,0	57,4	75,4	30,9	61,7	78,1	29,5	42,2	66,0
n <sub>0</sub>	16	16	17	16	17	16	18	18	17	16	18	15
Sampling date	131017			131121			131001			131001		
Decomposition ratio 2013 (weight loss in % of original weight)												
Mean	32,1	59,8	65,0	30,3	51,5	62,7	26,2	53,1	69,7	28,9	45,7	61,3
median	30,0	60,5	55,4	31,5	53,4	63,0	26,1	50,7	67,9	28,0	47,9	60,0
n <sub>0</sub>	18	17	16	18	16	14	19	18	17	18	18	14
Sampling date	141024			141030			141020			140923		
Decomposition ratio 2014 (weight loss in % of original weight)												
Mean	37,2	60,4	70,9	41,0	58,9	61,0	35,9	53,5	72,1	26,9	47,4	62,4
median	37,3	61,4	70,8	38,9	57,6	58,2	37,2	53,6	70,8	26,1	45,2	62,7
n <sub>0</sub>	17	17	15	15	15	12	18	18	18	18	18	16
Sampling date	151028			151009			150924			150923		
Decomposition ratio 2015 (weight loss in % of original weight)												
Mean	47,1	71,4	72,5	32,4	58,9	64,5	35,8	64,7	74,6	31,7	47,1	67,5
median	46,4	72,2	72,5	29,7	54,6	67,4	36,0	63,2	76,1	32,6	48,1	71,1
n <sub>0</sub>	17	17	20	11	13	13	19	18	18	18	18	18
Sampling date	161020			161014			161013			160922		
Decomposition ratio 2016 (weight loss in % of original weight)												
Mean	35,4	65,1	69,2	30,9	52,5	66,8	34,5	63,1	76,5	37,4	55,2	70,3
median	32,9	67,3	68,9	29,9	52,3	71,8	33,8	64,3	76,6	36,2	55,3	73,1
n <sub>0</sub>	17	15	15	14	15	17	18	18	17	17	18	18
Sampling date	171108			171012			171013			170823		
Decomposition ratio 2017 (weight loss in % of original weight)												
Mean	37,1	65,1	78,2	25,1	56,9	61,3	25,4	54,5	75,6	20,1	42,2	60,3
median	37,6	63,3	77,9	25,8	57,8	60,0	23,5	55,0	77,2	18,5	42,5	62,2
n <sub>0</sub>	19	18	15	17	14	12	17	18	18	16	16	18
Sampling date	181011			180912			180928			180822		
Decomposition ratio 2018 (weight loss in % of original weight)												
Mean	32,7	56,0	69,4	25,8	45,8	58,9	30,4	48,1	71,7	26,2	36,6	57,1
median	33,1	54,9	68,9	25,6	45,9	58,4	31,2	48,6	71,7	26,8	34,6	55,2
n <sub>0</sub>	18	18	15	18	18	13	18	18	18	17	17	18
Sampling date	191002			191029			190918			190916		
Decomposition ratio 2019 (weight loss in % of original weight)												
Mean	43,3	59,2	68,7	39,2	52,4	69,5	34,0	54,5	64,0	33,1	45,3	54,8
median	41,6	60,2	70,9	38,5	52,8	72,9	34,5	54,8	66,1	32,2	45,4	55,9
n <sub>0</sub>	18	18	17	17	19	16	18	18	18	17	16	16
Sampling date	201005			201008			201027			201016		
Decomposition ratio 2019 (weight loss in % of original weight)												
Mean	45,4	62,6	69,1	40,4	63,3	64,7	36,9	62,9	72,9	40,7	44,9	62,8
median	45,0	62,6	69,1	40,0	66,1	66,6	36,3	63,1	73,6	41,1	44,6	61,0
n <sub>0</sub>	18	18	17	18	17	16	18	17	18	17	15	16

Sampling place	Gårdsjön			Aneboda			Kindla			Gammtratten		
Incubation period	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr	1 yr	2 yr	3 yr
Sampling date	211026			211025			210922			211005		
<i>Decomposition ratio 2019 (weight loss in % of original weight)</i>												
Mean	45,4	69,2	69,6	39,1	60,7	70,1	35,0	59,7	75,2	37,7	56,9	69,5
median	45,7	70,2	70,9	36,7	60,6	72,3	35,2	61,1	76,2	39,4	59,5	70,8
n <sub>0</sub>	18	17	18	18	18	14	18	18	15	18	18	18







**Understorey vegetation: intensive plot**

See also appendix 23

			2021				
<b>Gammtratten 1</b>	species	list	mean %	median	CV%	n spec.	
n:o of species total						34	
cover field layer			32	33	30	12	
cover bottom layer			68	68	23	22	
cover dominant 1	PLEU SCH	M2	30	25	82		
cover dominant 2	VACC MYR	B4	26	25	39		
cover dominant 3	HYLO SPL	M2	18	11	116		
plot frequency dominant 1	VACC MYR	B4				32	
plot frequency dominant 2	PLEU SCH	M2				32	
plot frequency dominant 3	DESC FLE	B4				31	
species diversity index (H')						2,4	
Equitability (J)						0,67	
Ellenberg N index (N)						2,2	25
Ellenberg pH index (R)						2,6	23

**Comments**

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

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

## Chemistry of spruce needles and needles in litterfall – 2021

Gårdsjön		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	7875			2	9505			2	7697	8000	8	3
Mg	µg/g dw	1705			2	1550			2	880	930	15	3
Na	µg/g dw	254			2	323			2	1323	1350	4	3
K	µg/g dw	6620			2	5320			2	79	78	11	3
P	µg/g dw	1295			2	1120			2	205	204	23	3
N	%	1,23			2	1,16			2	0,88	0,88	11	3
C	%	50			2	50			2	50	50	1	3
S	µg/g dw	1			2	1			2	901	868	7	3
C/N	weight basis	41			2	44			2	57	57	12	3
Cu	µg/g dw	2,58			2	2,29			2	4,2	4	15	3
Pb	µg/g dw	0,17			2	0,18			2	0,1	0	13	3
Zn	µg/g dw	69,1			2	77,2			2	64,6	65	6	3
Cd	µg/g dw	0,05			2	0,05			2	0,62	1	9	3
Hg	µg/g dw	0,044			2	0,049			2	0,05	0,05	8	3
Mn	µg/g dw	986			2	990			2	801	797	6	3
Al	µg/g dw	108			2	125			2	153	154	3	3
Fe	µg/g dw	56			2	58			2	505	497	8	3
Arginine	µmol/g dw												

Aneboda		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	4030			2	5635			2	5375	5375	7	2
Mg	µg/g dw	1305			2	1190			2	1165	1165	5	2
Na	µg/g dw	<50			2	39			2	525	525	9	2
K	µg/g dw	5930			2	4475			2	89	89	4	2
P	µg/g dw	1795			2	1450			2	165	165	15	2
N	%	1,20			2	1,12			2	0,59	0,59	7	2
C	%	50			2	50			2	51	51	0	2
S	µg/g dw	1			2	1			2	1675	1675	3	2
C/N	weight basis	42			2	45			2	92	92	7	2
Cu	µg/g dw	2,21			2	1,86			2	1,9	2	17	2
Pb	µg/g dw	0,08			2	0,11			2	0,0	0	23	2
Zn	µg/g dw	37,9			2	32,0			2	47,9	48	9	2
Cd	µg/g dw	0,03			2	0,03			2	0,50	0	19	2
Hg	µg/g dw	0,023			2	0,036			2	0,06	0,06	2	2
Mn	µg/g dw	1009			2	1415			2	499	499	4	2
Al	µg/g dw	74			2	116			2	207	207	13	2
Fe	µg/g dw	36			2	41			2	517	517	8	2
Arginine	µmol/g dw												

Kindla		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	7980			2	7035			2	4437	4840	21	3
Mg	µg/g dw	1940			2	1445			2	995	999	27	3
Na	µg/g dw	145			2	138			2	522	514	14	3
K	µg/g dw	8290			2	5405			2	80	81	16	3
P	µg/g dw	1710			2	1160			2	58	68	50	3
N	%	1,01			2	0,98			2	0,79	0,76	21	3
C	%	51			2	51			2	51	51	2	3
S	µg/g dw	1			2	1			2	1013	1130	28	3
C/N	weight basis	51			2	52			2	66	66	21	3
Cu	µg/g dw	3,04			2	2,12			2	1,9	2	9	3
Pb	µg/g dw	0,35			2	0,24			2	0,0	0	16	3
Zn	µg/g dw	64,8			2	51,3			2	43,2	44	16	3
Cd	µg/g dw	0,04			2	0,04			2	0,61	1	15	3
Hg	µg/g dw	0,041			2	0,045			2	0,08	0,08	25	3
Mn	µg/g dw	1915			2	1440			2	638	644	16	3
Al	µg/g dw	131			2	114			2	197	192	14	3
Fe	µg/g dw	62			2	48			2	524	505	22	3
Arginine	µmol/g dw												

Gamtratten		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	5500			2	6595			2	5673	5470	7	3
Mg	µg/g dw	1140			2	1029			2	1021	1030	7	3
Na	µg/g dw	60			2	55			2	535	511	20	3
K	µg/g dw	7360			2	5745			2	58	56	7	3
P	µg/g dw	1930			2	1630			2	<50	<50	nd	3
N	%	1,07			2	0,96			2	0,51	0,49	10	3
C	%	51			2	51			2	52	52	0	3
S	µg/g dw	1			2	1			2	640	601	23	3
C/N	weight basis	48			2	53			2	103	107	9	3
Cu	µg/g dw	2,09			2	1,63			2	1,3	1	12	3
Pb	µg/g dw	0,09			2	0,09			2	0,0	0	52	3
Zn	µg/g dw	54,0			2	55,8			2	55,1	56	9	3
Cd	µg/g dw	0,02			2	0,02			2	0,33	0	16	3
Hg	µg/g dw	0,016			2	0,022			2	0,04	0,04	21	3
Mn	µg/g dw	1095			2	1340			2	453	435	9	3
Al	µg/g dw	68			2	81			2	180	178	6	3
Fe	µg/g dw	35			2	32			2	361	321	26	3
Arginine	µmol/g dw												

## Comments

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

n = number of samples analysed



**Biomass and bioelements in living trees, ≥5 cm dbh (mass per hectar)**

All values corrected in 2015. This sheet replaces older data

See annual report from 2015 for details.

**Gårdsjön** 3,7 ha

Biom/Element	Unit	1991	n plots	1995	n plots	2000	n plots	2005	n plots	2010	n plots	2015*	n plots	2020	n plots
biomass	ton dw/ha	188	18	194	19	199	18	198	18	213	18	219	14	221	14
C-tot	ton/ha	92	18	95	19	98	18	97	18	104	18	108	14	108	14
N-tot	kg/ha	492	18	503	19	514	18	505	18	544	18	584	14	586	14
P-tot	kg/ha	53	18	54	19	55	18	55	18	58,6	18	60	14	60	14
K	kg/ha	193	18	197	19	202	18	198	18	213	18	226	14	227	14
Ca	kg/ha	343	18	351	19	358	18	352	18	379	18	416	14	417	14
Mg	kg/ha	52	18	54	19	55	18	54	18	58,1	18	62	14	62	14
Fe	kg/ha	16	18	16	19	16	18	16	18	17,3	18	18	14	18	14
Mn	kg/ha	57	18	58	19	59	18	58	18	62,7	18	68	14	68	14
Zn	kg/ha	3,8	18	4,1	19	4,1	18	4,1	18	4,32	18	7	14	7	14
Cu	kg/ha	0,8	18	1,1	19	1,1	18	1,1	18	1,08	18	1	14	1	14
B	kg/ha	0,5	18	0,5	19	0,5	18	0,5	18	0,5	18	1	14	1	14

**Aneboda** 19 ha

Biom/Element	Unit	1996	n plots	2001	n plots	2006	n plots	2011	n plots	2016	n plots	2021***	n plots
biomass	ton dw/ha	205	49	223	47	204	45	122	18	96	22	136	19
C-tot	ton/ha	100	49	109	47	100	45	60	18	47	22	66	19
N-tot	kg/ha	533	49	584	47	525	45	317	18	248	22	373	19
P-tot	kg/ha	53	49	58	47	52	45	33	18	26	22	38	19
K	kg/ha	206	49	226	47	203	45	121	18	94	22	137	19
Ca	kg/ha	381	49	418	47	376	45	217	18	170	22	252	19
Mg	kg/ha	56	49	61	47	55	45	33	18	26	22	40	19
Fe	kg/ha	17	49	19	47	17	45	10	18	7,6	22	10,6	19
Mn	kg/ha	63	49	69	47	62	45	36	18	28	22	40	19
Zn	kg/ha	4,5	49	5	47	4,4	45	3	18	2,1	22	6,1	19
Cu	kg/ha	1,1	49	1,2	47	1,0	45	1	18	0,4	22	0,6	19
B	kg/ha	0,6	49	0,6	47	0,6	45	0,4	18	0,3	22	0,4	19

**Kindla** 20 ha

Biom/Element	Unit	1998	n plots	2003	n plots	2008	n plots	2013**	n plots	2018	n plots
biomass	ton dw/ha	189	41	203	41	210	40	208	39	153	39
C-tot	ton/ha	93	41	99	41	103	40	102	39	75	39
N-tot	kg/ha	529	41	564	41	583	40	576	39	416	39
P-tot	kg/ha	52	41	56	41	57	40	57	39	40,9	39
K	kg/ha	207	41	221	41	229	40	226	39	164	39
Ca	kg/ha	380	41	408	41	422	40	418	39	304	39
Mg	kg/ha	55	41	59	41	60	40	60	39	43,3	39
Fe	kg/ha	18	41	19	41	19	40	19	39	13,9	39
Mn	kg/ha	64	41	68	41	71	40	70	39	50,7	39
Zn	kg/ha	4,3	41	4,6	41	4,8	40	4,7	39	3,4	39
Cu	kg/ha	1,0	41	1,1	41	1,1	40	1,1	39	0,8	39
B	kg/ha	0,6	41	0,6	41	0,6	40	0,6	39	0,5	39

**Gammtratten** 45 ha

Biom/Element	Unit	1999	n plots	2004	n plots	2009	n plots	2014	n plots	2019	n plots
biomass	ton dw/ha	100	35	102	35	105	35	102	33	108	32
C-tot	ton/ha	49	35	50	35	51	35	50	33	53	32
N-tot	kg/ha	274	35	279	35	287	35	276	33	305	32
P-tot	kg/ha	30	35	30	35	31	35	30	33	33	32
K	kg/ha	107	35	109	35	112	35	107	33	116	32
Ca	kg/ha	186	35	190	35	195	35	186	33	205	32
Mg	kg/ha	29	35	29	35	30	35	29	33	32	32
Fe	kg/ha	8,7	35	8,9	35	9,1	35	8,7	33	9,3	32
Mn	kg/ha	31	35	32	35	33	35	31	33	34	32
Zn	kg/ha	2,1	35	2,2	35	2,2	35	2,2	33	3,6	32
Cu	kg/ha	0,5	35	0,5	35	0,5	35	0,5	33	0,5	32
B	kg/ha	0,3	35	0,3	35	0,3	35	0,3	33	0,3	32

**Comments**

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

\*) Updated in the 2020 report

\*\*) 21 plots with modelled biomass. See Annual report from 2016

\*\*\*) Data sampled 2022.

**Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) vid meteorologistationen i Gårdsjön 2021 jämfört med långtidsvärden från Säve och Alvhem.**

Månad	Temp a) Säve grad C	Temp 2021 Gårdsjön grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-1990 b) Alvhem mm	P 2021 Gårdsjön mm	Översk./ undersk. mm
1	-1,6	-1,7	-0,7	71	84	13
2	-1,6	-2,0	-0,4	47	24	-23
3	1,2	3,0	1,8	57	56	-1
4	5,2	5,3	0,1	50	35	-15
5	10,9	9,9	-1,0	62	137	75
6	14,9	16,3	1,4	73	27	-46
7	16,2	19,6	3,4	89	148	59
8	15,6	15,6	-0,0	91	69	-22
9	12,2	12,9	0,7	107	125	18
10	8,5	9,6	1,1	112	176	64
11	3,7	4,6	0,9	109	108	-1
12	0,3	-1,1	-1,4	83	31	-52
Medel/Summa	7,1	7,7	0,5	951	1020	69

**Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) vid meteorologistationen i Aneboda 2021 jämfört med långtidsvärden från Växjö**

Månad	Temp a) Växjö grad C	Temp 2021 Aneboda grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-1990 e) Växjö mm	P 2021 Aneboda mm	Översk./ undersk. mm
1	-2,7	-2,0	0,7	60	60	0
2	-2,6	-3,7	-1,1	41	4	-37
3	0,4	2,0	1,6	48	45	-3
4	4,9	3,7	-1,2	46	44	-2
5	10,8	9,4	-1,4	56	106	50
6	14,9	17,0	2,1	64	39	-25
7	15,9	18,2	2,3	87	116	29
8	15,2	13,9	-1,3	66	93	27
9	11,2	11,7	0,5	82	104	22
10	7,2	7,4	0,2	67	97	30
11	2,5	3,7	1,2	73	83	10
12	-1,1	-3,0	-1,9	65	20	-45
Medel/Summa	6,4	6,5	0,1	755	811	56

a) Månadsmedeltemperaturer 1961-90, källa: SMHI.

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

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

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

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

**Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) vid meteorologistationen i Kindla 2021 jämfört med långtidsvärden från Knon och Nyberget.**

Månad	Temp a) Knon grad C	Temp 2021 Kindla grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-1990 d) Kindla mm	P 2021 d) Kindla mm	Översk./ undersk. mm
1	-7,7	-4,4	3,3	64	62	-2
2	-6,9	-4,7	2,2	46	13	-33
3	-3,2	0,7	3,9	51	45	-6
4	3,1	2,4	-0,7	56	58	2
5	9,3	8,2	-1,1	58	92	34
6	13,7	15,6	1,9	80	57	-23
7	16,1	17,4	1,3	98	80	-18
8	14,3	12,8	-1,5	102	136	34
9	9,4	9,9	0,5	99	98	-1
10	4,1	6,6	2,5	87	133	46
11	-0,5	0,5	1,0	97	84	-13
12	-4,3	-4,6	-0,3	68	34	-34
Medel/Summa	4,0	5,0	1,1	906	892	-14

**Månadsvärden på temperatur och nederbörd (P) vid meteorologistationen i Gammtratten 2021 jämfört med långtidsvärden från Fredrika.**

Månad	Temp a) Fredrika grad C	Temp 2021 Gammtratten grad C	Översk./ undersk. grad C	P 1961-90 e) Fredrika mm	P 2021 e) Gammtratten mm	Översk./ undersk. mm
1	-12,7	-11,2	1,5	43	67	24
2	-11,2	-9,0	2,2	33	25	-8
3	-6,2	-3,0	3,2	39	19	-20
4	-0,2	-0,0	0,2	36	17	-19
5	6,6	5,1	-1,5	47	17	-30
6	12,3	13,2	0,9	62	52	-10
7	13,9	16,1	2,2	109	55	-54
8	12,0	11,0	-1,0	85	82	-3
9	7,0	5,8	-1,2	77	75	-2
10	1,8	3,0	1,2	68	136	68
11	-5,8	-4,1	1,7	59	31	-28
12	-10,6	-9,6	1,0	50	19	-31
Medel/Summa	0,6	1,4	0,9	708	595	-113

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. Klotten omräknad till Kindla

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

**Uppmått nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Gårdsjön 2021**

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	117	94	23	115	2
2	18	19	-1	31	-13
3	65	50	15	56	9
4	44	14	30	33	11
5	143	116	27	77	66
6	14	15	-1	7	7
7	145	143	2	24	121
8	72	64	8	33	39
9	111	101	10	45	66
10	203	175	28	185	18
11	114	81	33	90	24
12	57	53	4	53	4
<b>Summa</b>	<b>1103</b>	<b>925</b>	<b>178</b>	<b>748</b>	<b>355</b>
% av NBD	100%	84%	16%	68%	32%

**Uppmått nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Aneboda 2021**

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	101	87	14	41	60
2	6	9	-3	16	-10
3	32	33	-1	24	8
4	57	70	-13	21	36
5	82	73	9	26	56
6	10	10	0	4	6
7	102	79	23	11	91
8	73	74	-1	8	65
9	90	94	-4	12	78
10	75	68	7	42	33
11	72	162	-90	52	20
12	36	79	-43	42	-6
<b>Summa</b>	<b>736</b>	<b>838</b>	<b>-102</b>	<b>298</b>	<b>438</b>
% av NBD	100%	114%	-14%	41%	59%

**Uppmått nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Kindla 2021**

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	142	87	55	31	111
2	14	13	1	37	-23
3	32	19	13	50	-18
4	54	17	37	31	23
5	96	64	32	25	71
6	103	163	-60	20	83
7	98	148	-50	10	88
8	131	159	-28	47	84
9	96	95	1	18	78
10	96	83	13	81	15
11	84	44	40	49	35
12	20	56	-36	19	1
<b>Summa</b>	<b>966</b>	<b>948</b>	<b>18</b>	<b>418</b>	<b>548</b>
% av NBD	100%	98%	2%	43%	57%

**Uppmått nederbörd (öppet fält), krondropp och avrinning i Gammtratten 2021**

Kronavdunstning är beräknad som nederbörd minus krondropp. Enhet mm.

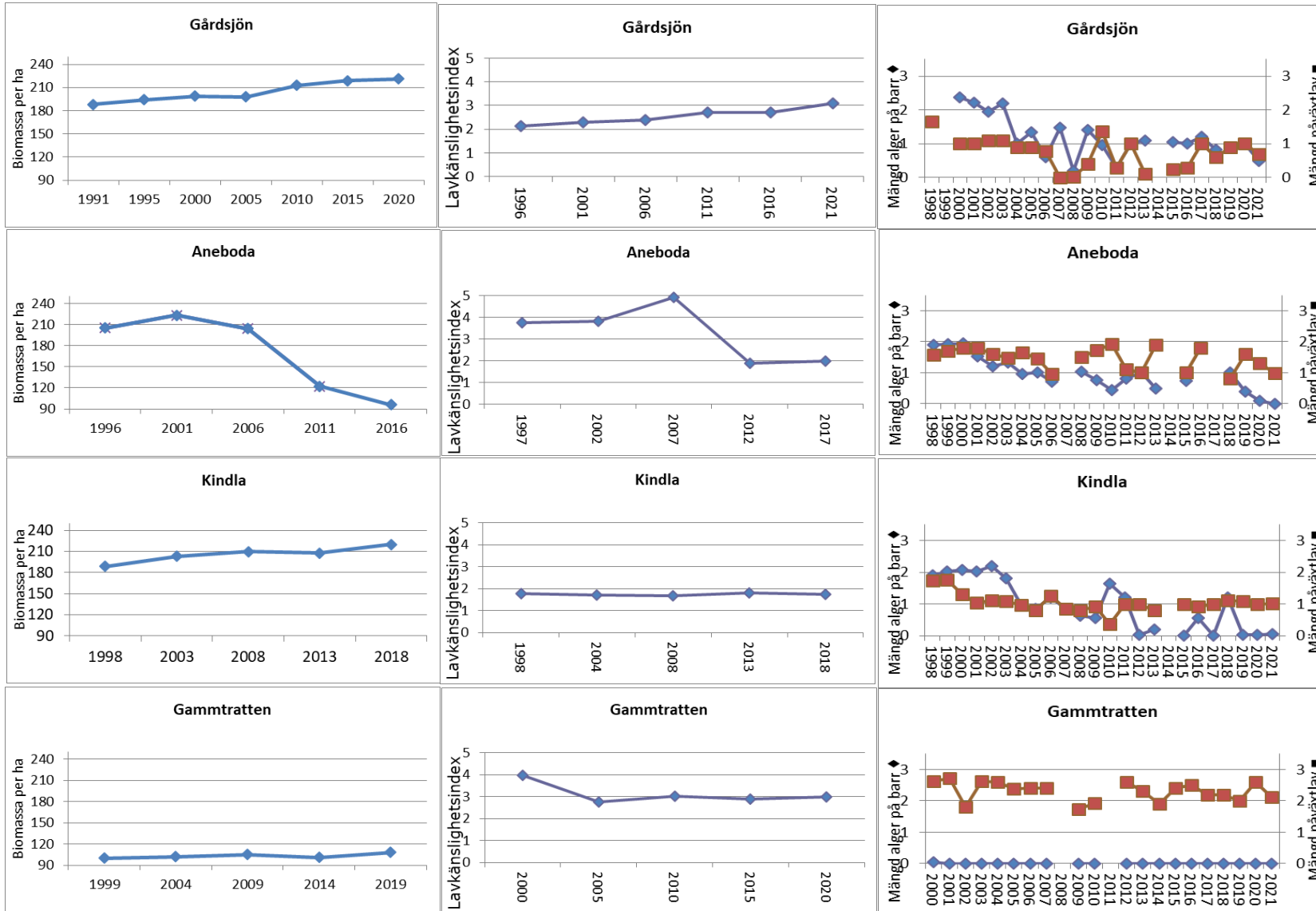
Månad	Nederbörd	Krondropp	Kronavdunstning	Avrinning	nederbörd - avrinning
1	26	42	-16	22	4
2	16	33	-17	11	5
3	12	15	-3	11	1
4	17	13	4	48	-31
5	20	8	12	176	-156
6	46	43	3	23	23
7	62	58	4	11	51
8	70	88	-18	17	53
9	129	97	32	23	106
10	107	85	22	128	-21
11	41	40	1	46	-5
12	33	44	-11	1	32
<b>Summa</b>	<b>579</b>	<b>566</b>	<b>13</b>	<b>518</b>	<b>61</b>
% av NBD	100%	98%	2%	89%	11%

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

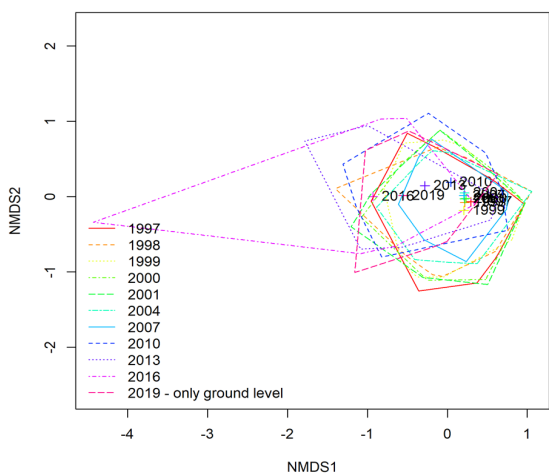
Algae and lichens on spruce needles



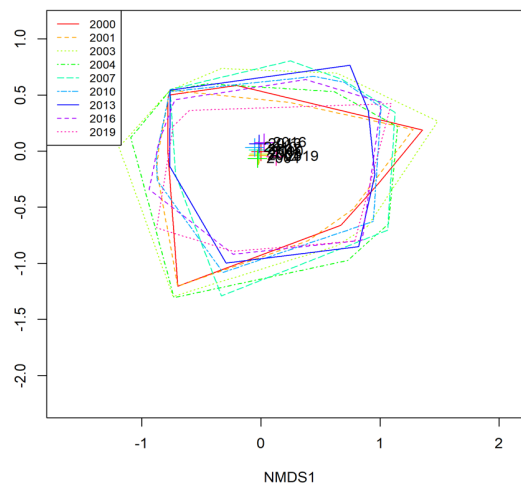
### Temporal patterns in forest floor vegetation

The diagrams show sub plot centroids (multivariate mean values) in ordinations based on all field and ground layer plant species. The centroids represent 32 subplots in each diagram and year. The hulls encircle the distribution of plots in each 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.

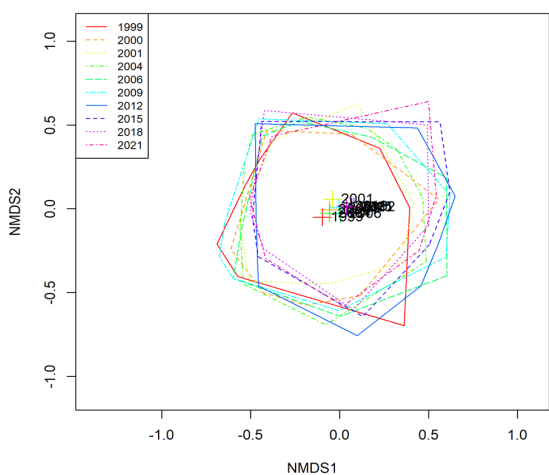
NMDS Intensive plot 1, Aneboda



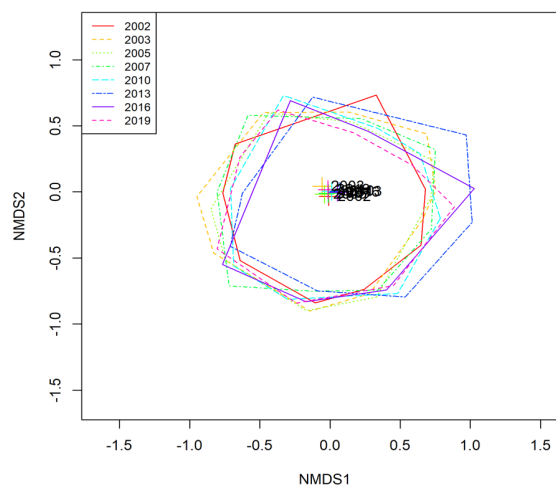
NMDS Intensive plot 2, Gärdsjön



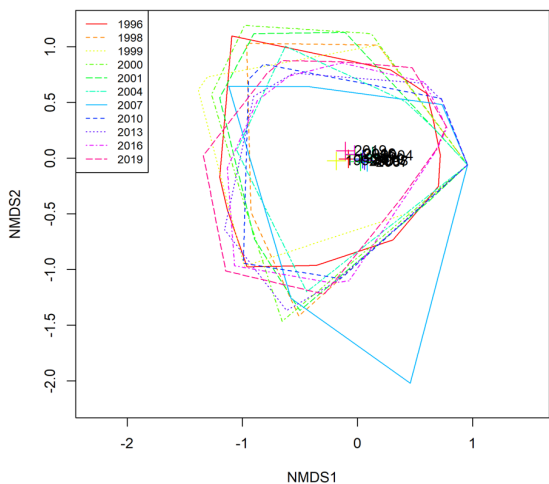
NMDS Intensive plot 1, Gammtraten



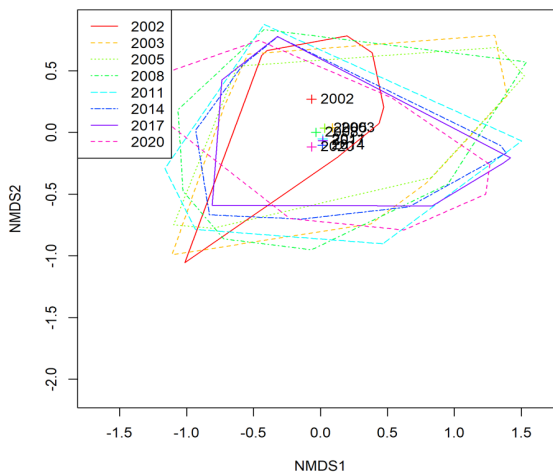
NMDS Intensive plot 2, Gammtraten



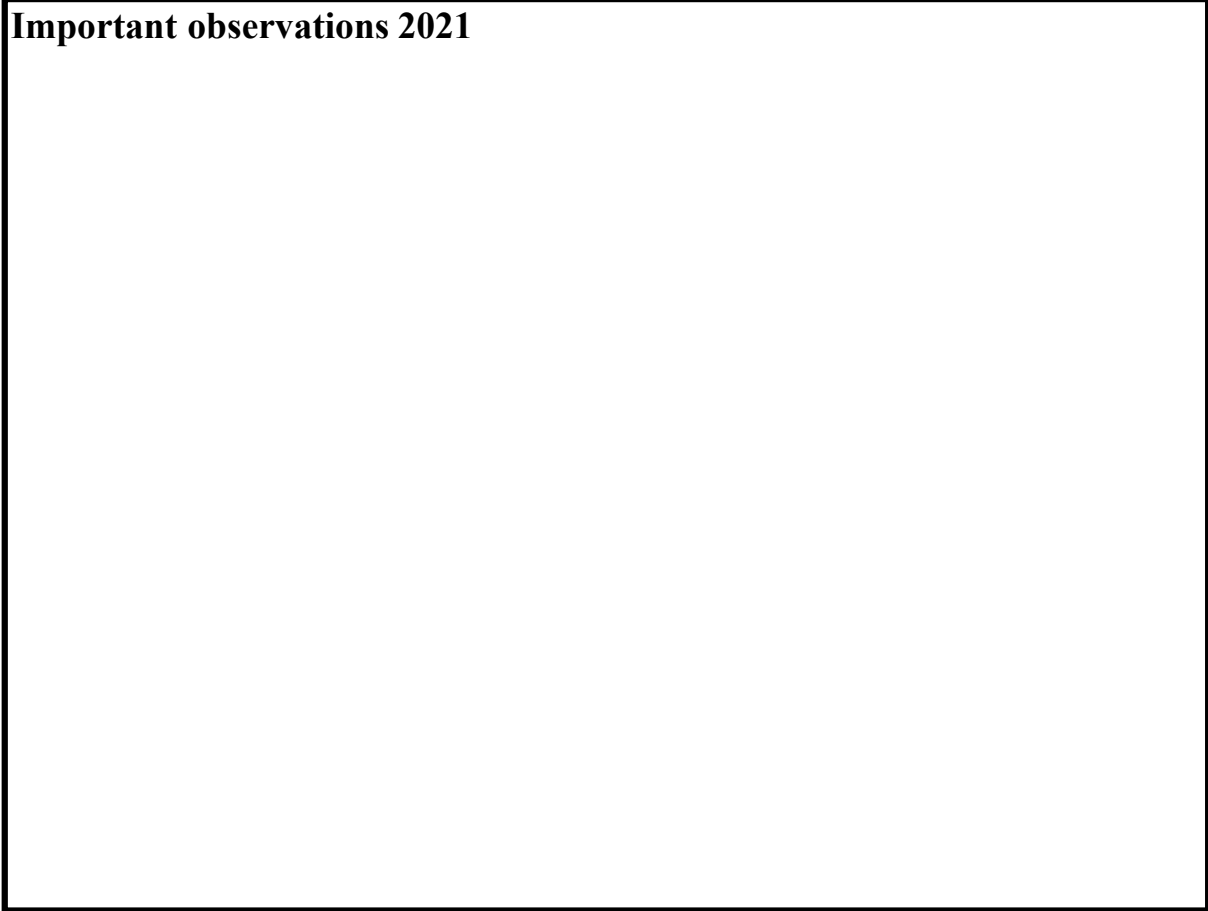
NMDS Intensive plot 1, Kindla



NMDS Intensive plot 2, Kindla



**Important observations 2021**





## 15.5 Foton med exempel på IM-aktiviteter genom åren



Exkursion 1999 till Gammtrattens klimatstation.  
Med bl.a. Mats Aastrup, Ulla Bertills & Karin Kindbom.  
Foto Lars Lundin.



Exkursion 1999 till Gammtrattens klimatstation med strängprovtagaren för okult deposition. Lage Bringmark, Ulla Bertills, Mats Aastrup, & Karin Kindbom m. fl.  
Foto Lars Lundin.



Referensgruppsmöte 2016 vid Gammtratten, öppet fält.  
Gunilla Pihl Karlsson, Filip Moldan, Ulf Grandin,  
Lars Högbom m. fl. Foto Stefan Löfgren.



Referensgruppsmöte 2016 vid Gammtratten, öppet fält.  
Lars Högbom, Ulf Grandin, Ola Inghe, Mora Aronsson  
Lars Lundin, Johan Hörnqvist, Kajsa Bovin m. fl.  
Foto Göran Gullberg.



Lotta Lewin Pihlblad på klimatstationen i Kindla 2002.  
Foto Mats Aastrup.





Klimatstationen i Gammtratten mars 2018.  
Göran Gullberg kontrollerar strömförsörjning till logger.  
Foto Mikael Östlund.



Provtagare Johan Hörnqvist får instruktioner  
av Göran Gullberg hur en ny datalogger för  
meteorologiska registreringar fungerar.  
Gammtratten i maj 2022. Foto Mikael Östlund.



Gunilla Pihl Karlsson funderar över depositions-  
utrustning, augusti 2018.



Filip Moldan, Sara Jutterström & Mikael Östlund.  
Barrprovtagningar gjorda vid områdena F1 & G2 i Gårdsjön,  
februari 2023. Foto Göran Gullberg.





Stefan Löfgren examinerar ett jordprov i Kindla 2018. Foto Anna Ward.



Grundvattenprovtagning i Gammtratten 2002, Mats Aastrup & Johan Hörnqvist (provtagare). Foto Lotta Lewin Pihlblad.



Pernilla Rönnback lägger sista spadtaget i ny grop för markttemperatur i Aneboda, juni 2019. Foto Mikael Östlund.



Lars Lundin vid grundvattenprovtagning i Kindla inom Catch-Flow projektet, 2018. Foto Stefan Löfgren.





Hans Kvarnäs har funderingar vid avbördningsstationen i Gammtratten 1999. Foto Lars Lundin.



Tommy Jansson inspekterar installationer vid avbörningsstationen i Gammtratten 1998. Foto Hans Kvarnäs.



Avbördningsstationen i Gammtratten 1999 med Hans Kvarnäs och Johan Hörnvist (provtagare) m. fl. Foto Lars Lundin.



Lyckosam grundvattenprovtagning av Pelle Mossberg i Kindla. Foto Lotta Lewin Pihlblad.



Provtagare Magdalena Zuchlinska Steén & Göran Gullberg vid stationen för hydrologi & marfysik i Aneboda, maj 2022. Foto Mikael Östlund.





Lars Lundin vid den renoverade damväggen vid avrinningsutskovet, 2015. Foto Göran Gullberg.



Avrinningsstationen i Aneboda, februari 2016. Mikael Östlund för över data från en registrerande pegel. Foto Göran Gullberg.



Nybyggnation av avbördningsstationen i Gammtratten 2017. Göran Gullberg, Lars Lundin & Johan Hörnvist (provtagare). Foto Stefan Löfgren.



Fältobservatör Johan Hörnvist vid inmätningar av avbördningsstationen i Gammtratten 2021. Foto Göran Gullberg.





Samling & genomgång inför arbetsdagen i Kindla, oktober 2020. Göran Gullberg, Pernilla Rönnback, Kent Wirenberg (provtagare) & Stefan Löfgren samlar sig inför uppstigningen till området. Foto Mikael Östlund.



Nerblåsta träd röjs ur vägen på norra infartsvägen till Kindla, november 2020. Stefan Löfgren hanterar sågen & Göran Gullberg sina arbetshandskar. Foto: Mikael Östlund.



IM-området Aneboda 2015. Kjell Rosén (fältobersvatör), Lars Lundin och Göran Gullberg. Foto Stefan Löfgren.



Ulf Grandin undersöker skogsundervegetationen i Kindla 2005. Foto Tommy Pettersson.





Therese Zetterberg följer Stefan Löfgrens markprovtagning i Aneboda 2014. Foto Bengt Olsson.



Inventering av skogsundervegetationen regntunga dagar i augusti, Kindla 2023. Foto Nelly Zetterquist.



Magnus Simonsson tar markprover i Gammtratten 2023. Foto Stefan Löfgren.



Pernilla Rönback övervakar Görans & Johans nivå-mätningar (registrerande pegel & tumstock) vid mätutskovet, Gammtratten 2023. Foto Lars Lundin.



Göran Gullberg och Pernilla Rönback tar en stunds återhämtning på Vårdkasen ovan Södra Sundet, Härnösand efter strapatser i Gammtratten 2023. Foto Lars Lundin.





Mikael Östlund provtar färska barr i Gammtratten mars 2010. Foto Fredrik Pilström.



Filip Moldan och Mikael Östlund provtar färska barr i Gårdsjön 2019. Foto Göran Gullberg.



Kent Wirenberg (fältobservatör), Bo Thunholm och David Eveborn i ett fältmöte om ny teknik för TDR-mätningarna i Kindla 2022. Foto Göran Gullberg.





Exkursion i Aneboda 2006. Sven Bråkenhielm, Lage Bringmark, Mats Aastrup, Bo Thunholm, Kjell Johansson Ulla Bertills, Ola Inghe & Stefan Löfgren m. fl.  
Foto Lars Lundin.



Exkursion i Aneboda 2006. Mats Aastrup, Ola Inghe, Ulla Bertills, Sven Bråkenhielm, Bo Thunholm & Ulf Grandin. Foto Lars Lundin.



Exkursion i Aneboda 2014. Filip Moldan, Kjell Rosén, Ola Inghe, Stefan Löfgren m. fl.  
Foto Lars Lundin.



Exkursion 2014. Ola Inghe & Sture Wijk tycks beskyrde över klimatets påverkan på skogen i Aneboda.  
Foto Lars Lundin.





Gårdsjön 2018, exkursion till IM-området F1. Hans Hultberg, Lena Maxe och Stefan Löfgren. Transport från Gårdsjöstugan till F1. Foto Göran Gullberg.



Gårdsjön 2018, exkursion till IM-området F1. Stefan Löfgren, (Bo Thunholm), Flip Moldan, Lars Lundin, Ulf Grandin, Oskar Johansson, Ola Inghe, Anna Malmström och Kajsa Bovin. Foto Göran Gullberg.