

# FUTMON

Avrapportering av mätdata från  
2010

Karin Hansen, Filip Moldan, Hans Hultberg och Mattias Lidqvist  
B1991  
Augusti 2011

Rapporten godkänd  
2011-08-15



John Munthe  
Forskningschef



<b>Organisation</b> IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd.	<b>Rapportsammanfattning</b>
<b>Adress</b> Box 21060 100 31 Stockholm	<b>Projekttitel</b> FUTMON 2010-2
<b>Telefonnr</b> 08-598 563 00	<b>Anslagsgivare för projektet</b> SLU
<b>Rapportförfattare</b> Karin Hansen, Filip Moldan, Hans Hultberg och Mattias Lidqvist	
<b>Rapporttitel och undertitel</b> FUTMON Avrapportering av mätdata från 2010	
<b>Sammanfattning</b> <p>IVL Svenska Miljöinstitutet AB redovisar resultat av mätningar utfört under den svenska delen av FUTMON programmet "Further Development and Implementation of an EU-level Forest Monitoring System" på uppdrag av SLU. FUTMON nätverket består av 4 Integrated Monitoring (IM) ytor och 8 skogsytor i anslutning till IM ytorna. I uppdraget har ingått att utföra mätningar under 2010, datasammanställning, granskning och kvalitetssäkring, utvärdering och rapportering av resultaten. Provtagning av krondropp, förnafall, avrinningsvatten och klimatparametrar som temperatur och luftfuktighet genomfördes under 2010.</p> <p>Redovisning av mätningar i följande skogsytor finns i rapporten: Aneboda IM, Asa Sandbäcken, Asa Ängavägen, Kindla IM, Kindla Buskbäcken, Kindla Bohyttan, Gammtratten IM, Gammtratten Balån Nord, Gammtratten Risbäcken, Gårdsjön F1 IM, Gårdsjön F2 och Gårdsjön F3. Endast mätningar som gjordes inom FUTMON rapporteras.</p>	
<b>Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område eller näringsgren</b> FUTMON projektet, skogsövervakning	
<b>Bibliografiska uppgifter</b> IVL Rapport B1991	
<b>Rapporten beställs via</b> Hemsida: <a href="http://www.ivl.se">www.ivl.se</a> , e-post: <a href="mailto:publicationservice@ivl.se">publicationservice@ivl.se</a> , fax 08-598 563 90, eller via IVL, Box 21060, 100 31 Stockholm	



# 1 Innehållsförteckning

1	Innehållsförteckning.....	1
2	Sammanfattning .....	2
3	Abstract .....	2
4	Inledning .....	3
5	Bakgrund.....	4
6	Metoder och mätningar .....	4
6.1	Provtagningsytor .....	4
6.2	Insamling av förfall .....	5
6.3	Insamling av krondropp .....	5
6.4	Insamling av avrinnande vatten .....	7
6.5	Analys och kvalitetssäkring .....	7
6.6	Insamling av klimatdata.....	9
7	Resultat.....	9
7.1	Krondropp .....	9
7.2	Avrinning.....	12
7.3	Klimatdata .....	14
8	Slutsatser .....	16
9	Tack .....	16
10	Referenser .....	17

## 2 Sammanfattning

IVL Svenska Miljöinstitutet AB redovisar resultat av mätningar utfört under den svenska delen av FUTMON programmet "Further Development and Implementation of an EU-level Forest Monitoring System" på uppdrag av SLU. I uppdraget har ingått att utföra mätningar på skogssytorna under 2010, datasammanställning, granskning och kvalitetssäkring, utvärdering och rapportering av resultaten.

Provtagning av krondropp, förfall, avrinningsvatten och klimatparametrar som temperatur och luftfuktighet genomfördes under 2010. Följande skogssytor har ingått: Asa Sandbäcken, Asa Ängavägen, Kindla IM, Kindla Buskbäcken, Kindla Bohyttan, Gammtratten IM, Gammtratten Balän Nord, Gammtratten Risbäcken, Gårdsjön F1 IM, Gårdsjön F2 och Gårdsjön F3.

Depositionen av sulfat-svavel var högst i Asa Sandbäcken ( $3,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ ). I Gårdsjön är depositionen av havssalt störst beroende på läget nära Skagerrak. Depositionen av totalkväve (nitrat-kväve, ammonium-kväve och organisk kväve) varierade mellan  $2,8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$  i Gammtratten och ungefär  $7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$  i Gårdsjön. De uppmäta värdena är lägre än tidigare år, exempelvis för Gårdsjöytorna.

Mätningarna visar ingen avsevärd skillnad i koncentrationen av nitrat-kväve i avrinningen i Gårdsjön F2 och F3. Nitrat-kväve i avrinningsvattnet kunde enbart detekteras under vinterhalvåret. Däremot fanns skillnader i koncentrationen av kalcium, magnesium, total aluminium och upplöst organisk kol mellan de två ytorna.

Den totala kvicksilverkoncentrationen varierade mellan  $1,4 \text{ ng l}^{-1}$  och  $14,4 \text{ ng l}^{-1}$  och methylkvicksilver mellan  $0,06 \text{ ng l}^{-1}$  och  $4,1 \text{ ng l}^{-1}$ . De högsta koncentrationerna av båda uppmättes i Asa Sandbäcken, Asa Ängavägen och Aneboda IM som är de sydligaste mätpunkterna och de lägsta i Gammtratten IM som är den nordligaste av skogssytorna. Halterna var högre under sommaren än vintern och bekräftar tidigare mätningar för olika årstider.

Luftfuktigheten är oftast mycket hög i Gårdsjön. Detta ställer till tekniska problem med de meteorologiska mätningarna då de s.k. Tiny Tag loggrar ofta visar relativ luftfuktighet  $>100\%$ . De loggade luftfuktighetsdata på Gårdsjön bör därför tolkas med en viss försiktighet. Temperaturvärdet uppmätta med samma loggrar verkar dock rimliga och stämmer väl överens mellan de två Gårdsjöytorna.

## 3 Abstract

IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd here report results of work within the Swedish part of the FUTMON project; "Further Development and Implementation of an EU-level Forest Monitoring System". Samples were collected at 3 Integrated Monitoring sites (Kindla, Gammtratten and Aneboda) and 8 forested plots, two in vicinity of each of the 4 Swedish IM sites (Asa Sandbäcken, Asa Ängavägen, Kindla Buskbäcken, Kindla Bohyttan, Gammtratten Balän Nord, Gammtratten Risbäcken, Gårdsjön F2 and Gårdsjön

F3). Sampling at the fourth Swedish IM site, Gårdsjön F1 IM was performed and analysed as well; however, as a part of IM and not of FUTMON. Sampling of throughfall, litterfall, runoff, air temperature and air humidity was performed during 2010. Quality control, evaluation and reporting of results have further been carried out.

The throughfall deposition of sulphur-sulphate was highest at Asa Sandbäcken ( $3.5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ ). The throughfall deposition of sea salt was highest at Gårdsjön because the close position to the North Sea. The deposition of total nitrogen (nitrate-nitrogen, ammonium-nitrogen, organic nitrogen) varied between  $2.8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$  at Gammtratten to approximately  $7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$  at Gårdsjön. These amounts are lower than observed during earlier years, e.g. for Gårdsjön.

No large difference appeared between the concentrations of nitrate-nitrogen in runoff water at Gårdsjön F2 and F3. Nitrate-nitrogen was only observed in runoff water during the winter time. On the other hand, differences occurred between the two forest catchments for the concentrations of calcium, magnesium, total aluminium and dissolved organic carbon.

The concentrations of total mercury varied between  $1.4$  and  $14.4 \text{ ng l}^{-1}$  and for methyl mercury between  $0.06$  och  $4.1 \text{ ng l}^{-1}$ . The highest concentrations of both were measured at Asa Sandbäcken, Asa Ängavägen and Aneboda IM that are the most southern forests. The lowest concentrations were accordingly observed at the northern most forests, Gammtratten IM. The concentrations were higher during summer time and confirm earlier analyses between different seasons.

The air humidity is often very high at Gårdsjön. This causes technical problems using Tiny Tag loggers which often show relative air humidity values above 100%. The logged air humidity data at Gårdsjön should therefore be evaluated with care. Temperature values measured using the same loggers are however reasonable and approximately alike for the two forest catchments at Gårdsjön (F2 and F3).

## 4 Inledning

IVL Svenska Miljöinstitutet AB har på uppdrag av SLU genomfört mätningar inom FUTMON projektet under 2010. I uppdraget ingick att utföra krondroppsmätningar på åtta skogsytor under 2010 samt mätningar av lufttemperatur och luftfuktighet och avrinningskemi. Även insamling av förfall genomfördes på två av ytorna (Gårdsjön F2 och F3). I uppdraget ingick även datasammanställning, granskning och kvalitetssäkring, utvärdering och rapportering av resultaten. Avrapporteringen till SLU ska vara tillgänglig april 2011. Föreliggande rapport utgör redovisning av uppdraget.

## 5 Bakgrund

FUTMON "Further Development and Implementation of an EU-level Forest Monitoring System" finansieras under LIFE+ programmet och beskrivs på hemsidan [www.futmon.org](http://www.futmon.org). Sverige deltar i FUTMON och ska leverera mätdata till en gemensam Europeisk databas. Data som insamlats och analyserats under detta uppdrag ska rapporteras in till denna databas.

## 6 Metoder och mätningar

I uppdraget ingick det deluppdrag som redovisas i Tabell 1:

Tabell 1. Deluppdrag som har ingått i FUTMON uppdraget.

	Krondropp	Förnafall	Avrinning – kemi och vattenflöde	Klimatdata
<b>Uppsättning av</b>		2x10 förfallssamlare i Gårdsjön		
<b>Insamling av</b>	Månadsvis. 10 prov per månad från 8 ytor	2 gånger under 2010	Månadsvis	Timsvis på 2 ytor
<b>Analys av</b>	pH, kond, Ca, Mg, Na, K, SO <sub>4</sub> , Cl, NO <sub>3</sub> , färg, Kjeldahl-N och NH <sub>4</sub>	Analyseras på SLU	pH, kond, Ca, Mg, Na, K, SO <sub>4</sub> , Cl, NO <sub>3</sub> , färg, Kjeldahl-N, NH <sub>4</sub> , Alkalinitet, fraktionering av Al  Hgtot, MeHg (6 FUTMON ytor och 2 IM ytor)	

### 6.1 Provtagningsytor

Skogsytorna som ingick i mätningarna är alla skogar som ingår i antingen FUTMON eller i den integrerade övervakningen (Integrated Monitoring, IM). Ytorna beskrivs i Tabell 2.

## 6.2 Insamling av förnafall

Tjugo förnafallssamlare uppsattes i Gårdsjön F2 och F3 under mars månad 2010. Förnafallssamlarna är gjorda i nylonnät uppsatt på en stålring och sedan upphängt på plaststolpar, ca 60 cm över mark. Diameter på förnafallssamlarna var 53 cm. Se exempel på bild nedan.

Förnaprov insamlades 2010-06-29 och 2010-09-27 och samlarna täcktes över med plast 2010-12-30 i väntan på snösmältningsprov från Gårdsjön F3 samlades in i mars, och från Gårdsjön F2 i april. Proverna skickades med post till SLU.

## 6.3 Insamling av krondropp

För krondroppsmätningarna under sommartid (maj-oktober) användes provtagare som består av en plastdunk på 2 l med en plasttratt nedtryckt i ett hål i locket. Sommartid har trattarna en diameter på 15 cm. Ett nylonnät i tratten renas och sköljs vid varje provtagning samtidigt med att tratten sköljs. En plastpåse i dunken byts vid varje provinsamling. Vintertid (november-april) används plasthinkar med påse istället för tratt och dessa har en diameter på 21,48 cm. Se exempel på bild nedan.

Antal trattar och hinkar som användes var från början 20 st per yta. Antalet reducerades till 10 st per yta vid övergången till sommarprovtagningen i april – maj 2010. Uppsamling företogs 1,5 m över marken. Insamlingsdunkarna var täckta med aluminiumfolie för att utestänga solljus. Krondropp insamlades 12 gånger på varje yta under 2010. Skogsytorna där krondropp samlades in redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Skogsytorna på fyra lokaler där mätningar har utförts.

Lokal	Namn	Län	Latitud, Longitud	Mätningar inom FUTMON	Huvudansvarig program
<b>Gårdsjön</b>	Gårdsjön F1 IM	Västra Götaland	58°03', 12°01'	Inga inom FUTMON	IM
	Gårdsjön F2	Västra Götaland	58°03', 12°01'	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Krondropp</li> <li>• Avrinning kemi</li> <li>• Temperatur och luftfuktighet</li> </ul>	FUTMON
	Gårdsjön F3	Västra Götaland	58°04', 12°01'	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Krondropp</li> <li>• Avrinning kemi</li> <li>• Temperatur och luftfuktighet</li> </ul>	FUTMON
<b>Gammtratten</b>	Gammtratten IM	Västerbotten	63°51', 18°06'	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hg i avrinning</li> </ul>	IM
	Balån Nord	Västerbotten	64°02', 18°55'	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Krondropp</li> </ul>	FUTMON
	Risbäcken	Västerbotten	64°16', 19°45'	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Krondropp</li> </ul>	FUTMON
<b>Aneboda</b>	Aneboda IM	Kronoberg	57°05', 14°32'	Inga inom FUTMON	IM
	Asa Sandbäcken	Kronoberg	57°08', 14°46'	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Krondropp</li> <li>• Hg i avrinning</li> </ul>	FUTMON
	Asa Ängavägen	Kronoberg	57°10', 14°48'	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Krondropp</li> <li>• Hg i avrinning</li> </ul>	FUTMON
<b>Kindla</b>	Kindla IM	Örebro	59°45', 14°54'	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hg i avrinning</li> </ul>	IM
	Buskbäcken	Örebro	59°55', 15°14'	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Krondropp</li> <li>• Hg i avrinning</li> </ul>	FUTMON
	Bohyttan	Örebro	59°34', 14°51'	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Krondropp</li> <li>• Hg i avrinning</li> </ul>	FUTMON



Bilder: Mattias Lidqvist

## 6.4 Insamling av avrinnande vatten

Sammanlagt togs 10 prov på avrinnande vatten från Gårdsjön F2 och 11 från Gårdsjön F3 under 2010. Vattenprov för analys av kvicksilver insamlades 8 gånger per yta under 2010.

## 6.5 Analys och kvalitetssäkring

Krondropp och avrinning analyserades med avseende på baskemi enligt Tabell 1. Följande parametrar har analyserats på IVLs laboratorium i Göteborg: Konduktivitet, pH, Ca, Mg, Na, K, Mn, Cl, NO<sub>3</sub>-N, SO<sub>4</sub>-S, NH<sub>4</sub>-N och Kj-N. Anjoner och katjoner analyseras jonkromatografiskt, och NH<sub>4</sub>-N och Kj-N analyseras spektrometriskt. IVLs laboratorium är ackrediterat av SWEDAC. DOC och Ptot har analyserats av SLU i Uppsala som också är ackrediterat av SWEDAC.

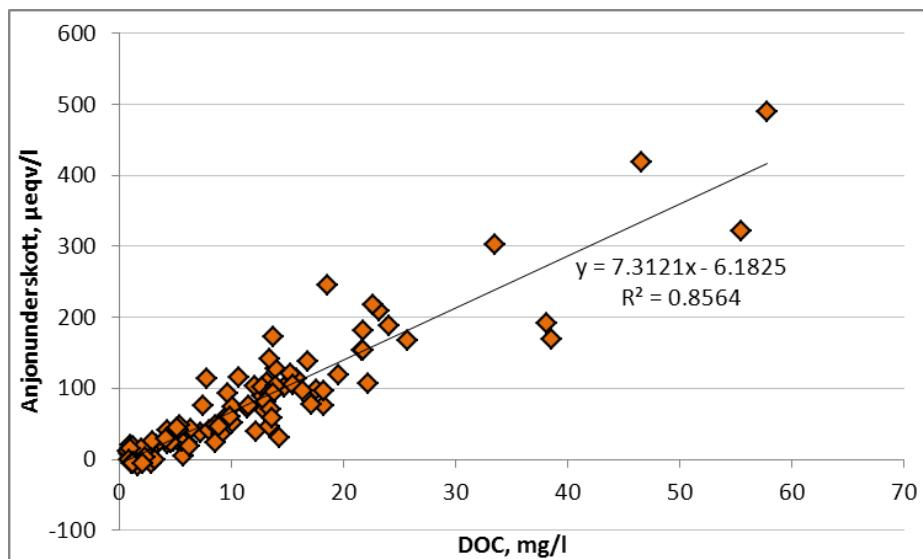
Avrinning har analyserats för kvicksilver enligt Tabell 1. För bestämning av totalkvicksilver (Hgtot) i vatten användes metod ackrediterad av SWEDAC; BESTÄMNING AV TOTALKVICKSILVER I VATTEN; Oxidation med BrCl, och reduktion till Hg<sup>0</sup> med SnCl<sub>2</sub>, följt av dubbel amalgamering/atomfluorescensspektrometri. För bestämning av Metylkvicksilver (MeHg) i vatten användes metod ackrediterad av SWEDAC;

BESTÄMNING AV METYLKVICKSILVER I VATTEN; Primär separation genom destillation följt av etylering i vattenfas, gaskromatografisk separation och atomfluorescens spektrometri.

Data från krondropp har kontrollerats för fel genom att använda ICP Forests olika procedurer som här beskrivs på engelska (från ICP Forests manual):

- Organic nitrogen (org-N) is calculated from Kjeldahl-N minus N-NH<sub>4</sub>. Org-N must be a positive value or zero.
- Quality ratio Na/Cl ok for values between 0.5 and 1.5.
- Quality criteria for the ion balance: PD=Ions % Diff. sC-sA =100x(S Cat - S An) / 0.5\*(S Cat + S An). If Cond ≤ 20 µS/cm, accepted if PD between +/- 20%. If Cond > 20 µS/cm, accepted if PD between +/- 10%.

Kvalitetssäkringen av krondroppsmätningarna enligt ovanstående procedur visade att i) proceduren för org-N var uppfyllt för alla prov, att ii) proceduren om Na/Cl var uppfyllt för största delen av data (91 prov), i fyra prov var förhållandet för högt och för lågt i åtta prov. Mätningarna av Na och Cl verkar dock inte vara fel i förhållande till övriga jonmätningar under dessa perioder. Slutligen befanns att proceduren om jonbalans mellan anjoner och katjoner inte håller i de flesta fall. Ofta ses ett anjonunderskott (Figur 1) här avbildat mot DOC för att visa på laddningsdensiteten.



Figur 1. Anjonunderskott ( $\mu\text{eqv l}^{-1}$ ) avbildat mot DOC ( $\text{mg l}^{-1}$ ) för krondroppsmätningarna. De två högsta DOC-värdena är borttagna.

Lutningen på regressionen (Figur 1) är laddningsdensiteten om hela anjonunderskottet ska förklaras med DOC dissociering. En laddningsdensitet på 7,3 är inom ramen av vad

laddningsdensiteten kan förväntas vara (t.ex. Hruska m.fl., 2003). Det är därför möjligt att DOC kan förklara anjonunderskottet på de flesta av krondropsproverna.

## 6.6 Insamling av klimatdata

Mätningar av temperatur och luftfuktighet genomfördes på ytorna Gårdsjön F2 och F3. Mätningarna påbörjades 26 november 2009 och fortsatte till 28 februari 2011. Två Tiny Tag loggrar användes på varje yta, en för temperaturmätning och en för temperatur- och luftfuktighetsmätningar. Loggrarna installerades under ett skyddstak på 1,5 m höjd över marken inne i beständen. Temperatur och luftfuktighet beräknades sedan som genomsnitt per månad för alla mätningar. Dessa värden jämfördes med medelvärdet av temperatur och luftfuktighet över 20 år (1990-2010) mätt i den klimatmast som finns utanför beständen i Gårdsjön.

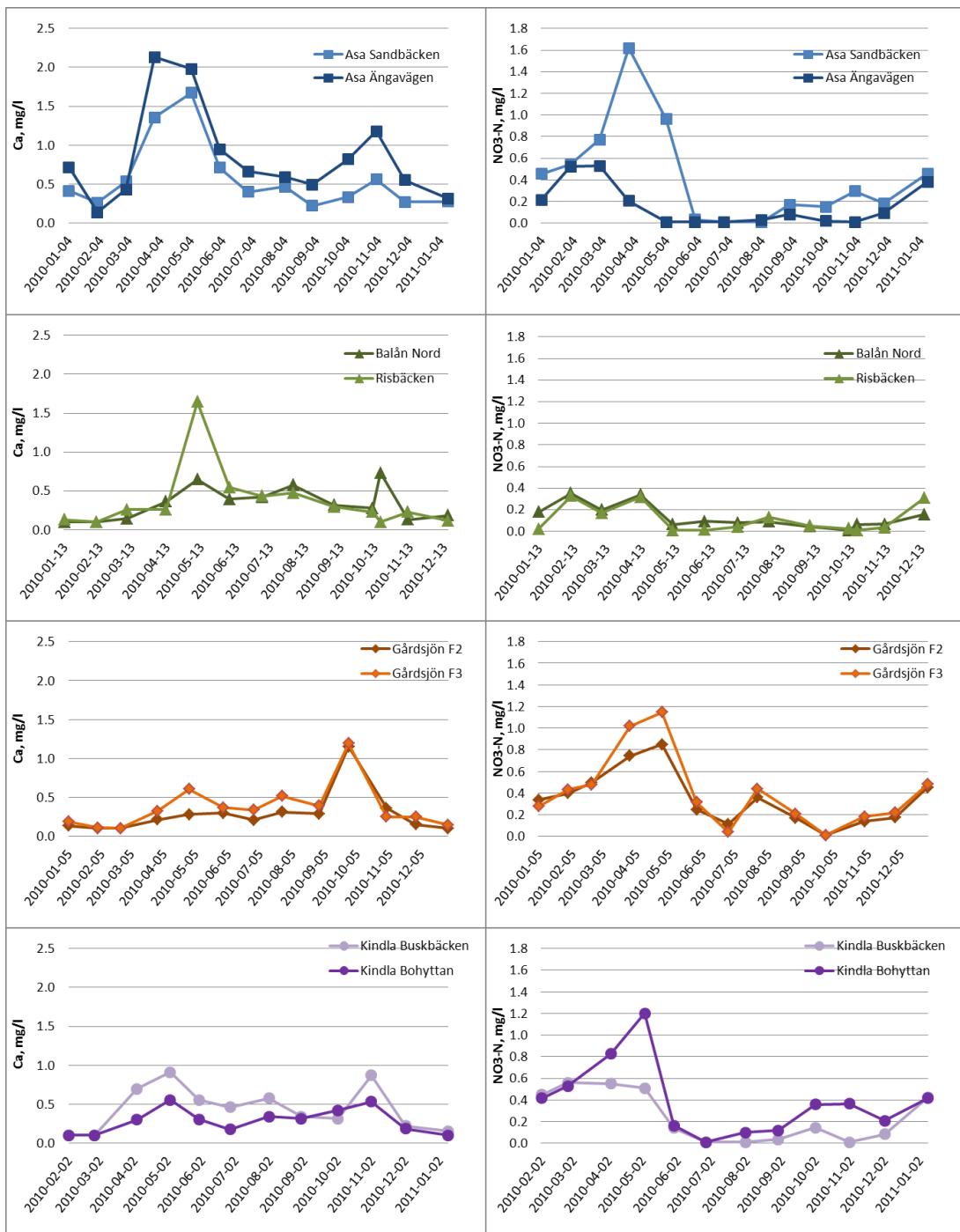
# 7 Resultat

## 7.1 Krondropp

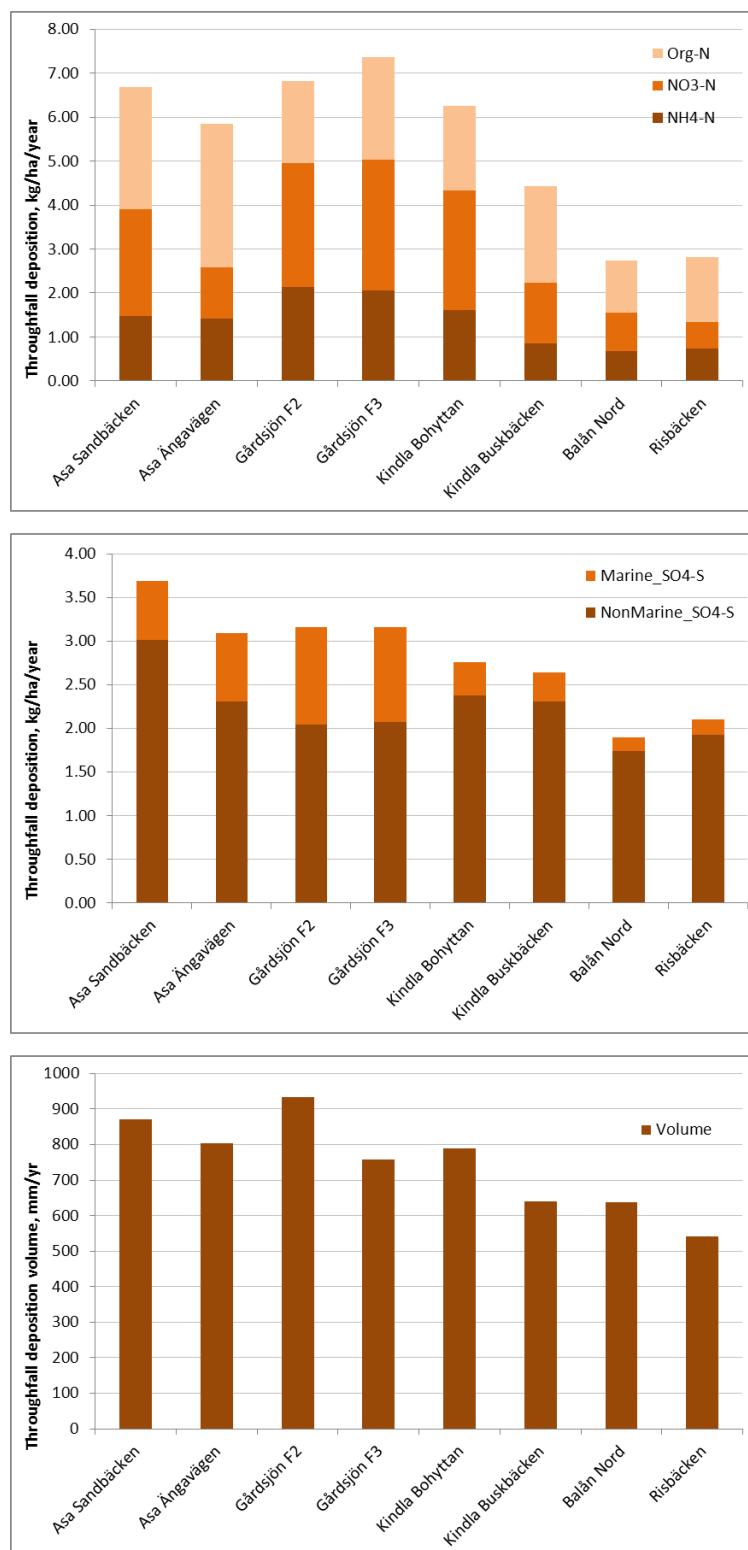
Koncentrationer av Ca och NO<sub>3</sub>-N presenteras i Figur 2. Koncentrationerna på de två ytorna på varje lokal (till exempel Asa Sandbäcken och Asa Ängavägen) följer varandra över tiden med enstaka avvikande mätresultat. Koncentrationerna är vanligtvis störst vid de två sydliga lokalerna Asa Sandbäcken och Asa Ängavägen och i Gårdsjön ytorna i förhållande till de två nordliga lokalerna Gammtratten och Kindla.

Krondroppsmängden under 2010 var lägst i Gammtratten Risbäcken (541 mm) och högst i Gårdsjön F2 (933 mm) (Figur 3).

Även depositionen är högst på Aneboda och Gårdsjön) (Figur 3). På Gårdsjön är depositionen av havssalt högst beroende på läget nära Skagerrak och detta syns även i den marina delen av SO<sub>4</sub>-S som är högst i Gårdsjön. Den totala mängden SO<sub>4</sub>-S var högst 3,5 kg ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> i Asa Sandbäcken. Depositionen av total kväve (NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N och org-N) var som högst drygt 7 kg ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> i Gårdsjön F3 (Figur 2) där även depositionen av oorganisk kväve var störst. Värdena är lägre än för tidigare år, exempelvis för Gårdsjön ytorna (Moldan och Wright 2011).



Figur 2. Koncentrationer av Ca och NO<sub>3</sub>-N i mg l<sup>-1</sup> i krondropp på skogsnytorna under 2010.



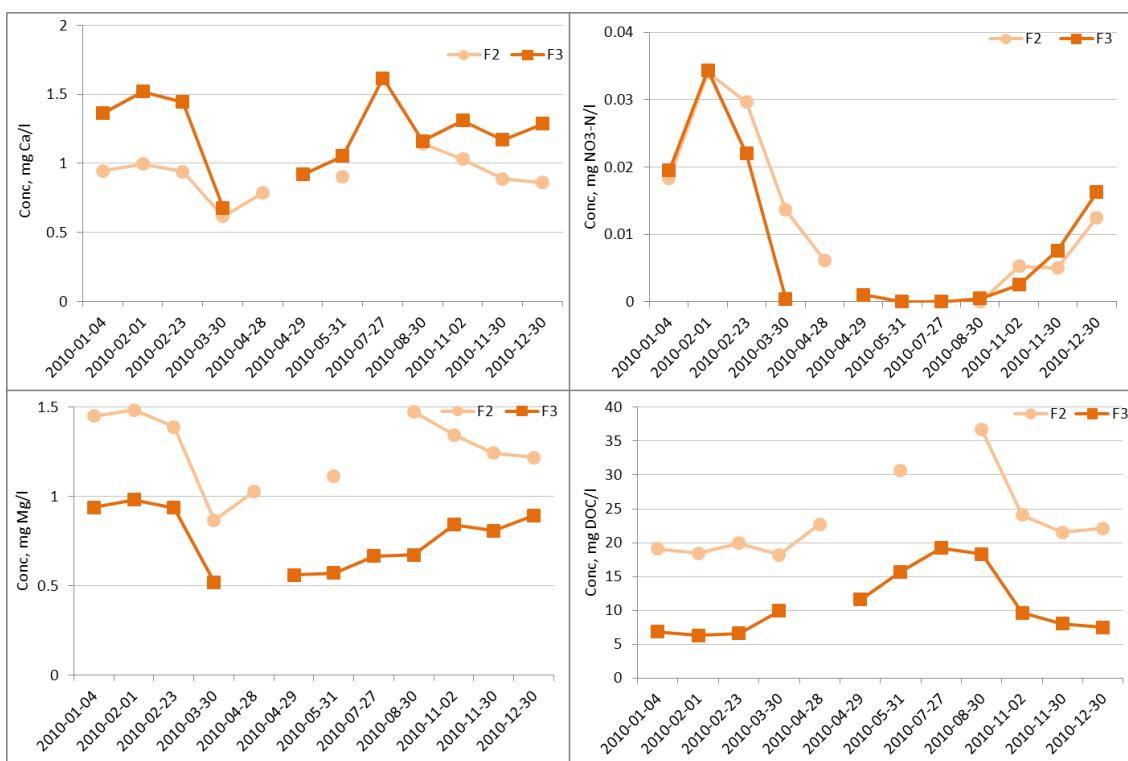
Figur 3. Årlig deposition (2010) med krondropp ( $\text{kg ha}^{-1} \text{år}^{-1}$ ) av kväve och svavel och krondroppsmängden ( $\text{mm år}^{-1}$ ) på skogsytorna.

## 7.2 Avrinning

Figur 4 visar utvecklingen på F2 och F3 över året för koncentrationerna av kalcium (Ca), nitrat-kväve ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), magnesium (Mg) och upplöst organiskt kol (DOC).

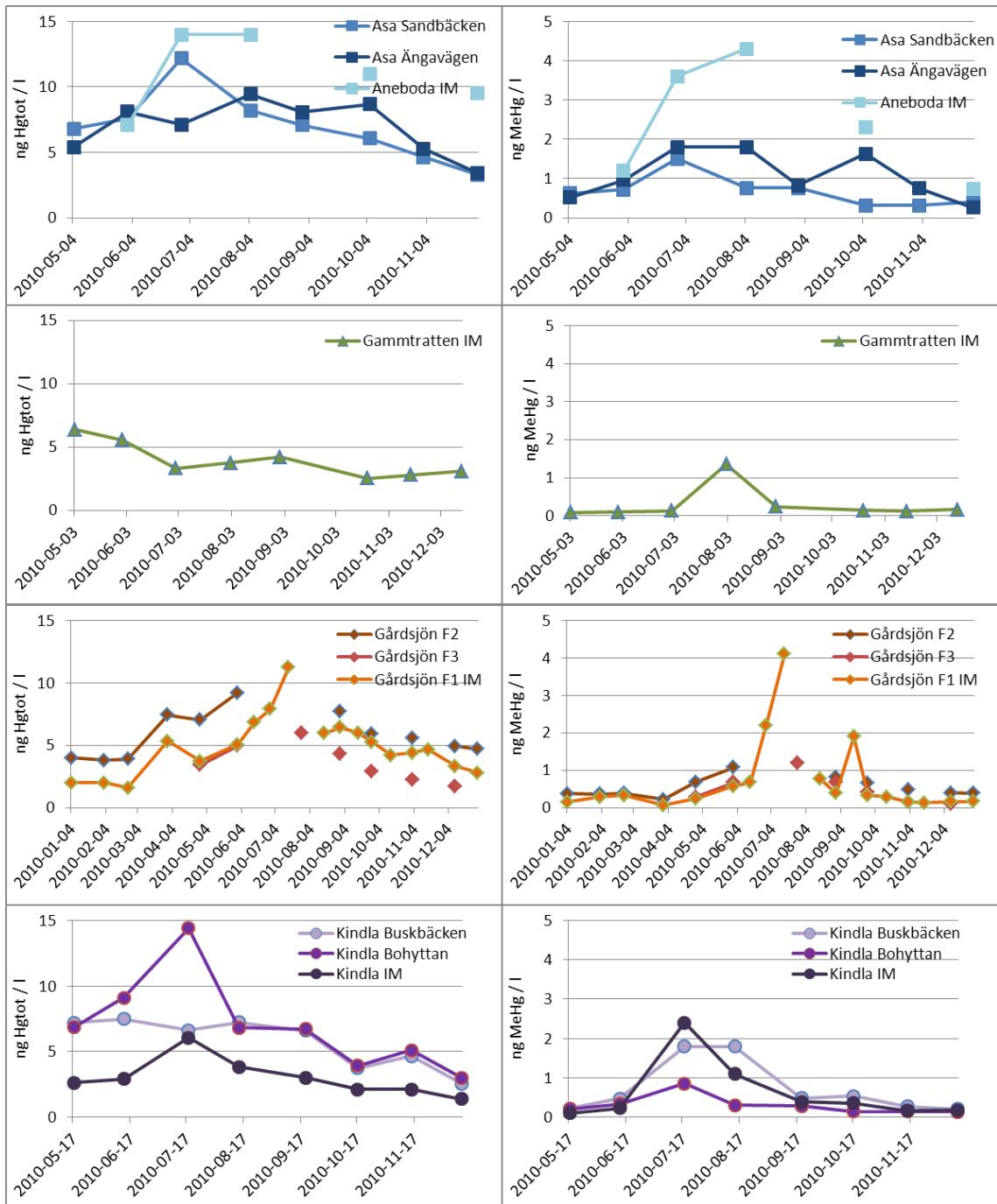
Koncentrationen av Ca är något högre i F3 än F2 samtidigt som pH är högre, men i båda ytorna är koncentrationen i avrinningsvattnet lägre under våren och försommaren.

Koncentrationen av Mg, total Al, Fe och DOC var däremot högre i Gårdsjön F2 än i Gårdsjön F3. Utvecklingen över året är lika för de två ytorna. Det föreligger ingen avsevärd skillnad i koncentrationen av  $\text{NO}_3\text{-N}$  i avrinningen i de båda ytorna. Koncentrationerna av  $\text{NO}_3\text{-N}$  är nära noll från vår till höst. Enbart under vinterhalvåret uppmättes  $\text{NO}_3\text{-N}$  koncentrationer över detektionsgränsen i avrinningsvattnet.



Figur 4. Koncentrationer av kalcium, magnesium, nitrat-kväve och löst organiskt kol (DOC) ( $\text{mg l}^{-1}$ ) i avrinningsvattnen på Gårdsjön F2 och F3 under 2010.

Mätningar av kvicksilverhalter i avrinningen från skogsytorna redovisas i Figur 5. Den totala kvicksilverhalten (Hgtot) varierade mellan  $1,4 \text{ ng l}^{-1}$  och  $14,4 \text{ ng l}^{-1}$  och metylvicksilver (MeHg) mellan  $0,06 \text{ ng l}^{-1}$  och  $4,1 \text{ ng l}^{-1}$ . Halterna av Hgtot i avrinningen från dessa skogytor var i de flesta fall mellan  $1 \text{ ng Hgtot l}^{-1}$  och  $10 \text{ ng Hgtot l}^{-1}$  och enbart 3 mätvärden var över  $10 \text{ ng Hgtot l}^{-1}$ . De flesta värden var under  $2 \text{ ng MeHg l}^{-1}$  och enbart 3 mätningar visade värden över  $2 \text{ ng MeHg l}^{-1}$ . De högsta koncentrationerna av både Hgtot och MeHg uppmättades i Aneboda som är den sydligaste mät punkten och de lägsta i Gammtratten som är den nordligaste av skogsytorna. Värdena för 2010 stämmer väl överens med tidigare uppmätta och rapporterade värden för kvicksilver på skogsytorna (Karlsson m.fl., 2007).



Figur 5. Kvicksilverhalter av totalkvicksilver (Hgtot) och metylkvicksilver (MeHg) från avrinningsvatten på de övervakade skogssyterna.

Medelvärden för halter av Hgtot och MeHg för respektive skogssyta visas i Tabell 3. Medelvärdesbildningen är uppdelad på sommar- och vintervärden. För alla ytor är halterna högre på sommaren jämfört med vintern. Halterna är i genomsnitt för alla ytor 1,8 gånger högre om sommaren än om vintern för Hgtot och 3,3 gånger högre för MeHg. Både

värden och kvoterna som redovisas i Tabell 3 stämmer bra överens med tidigare uppmätta värden på samma ytor (Karlsson m.fl., 2007)

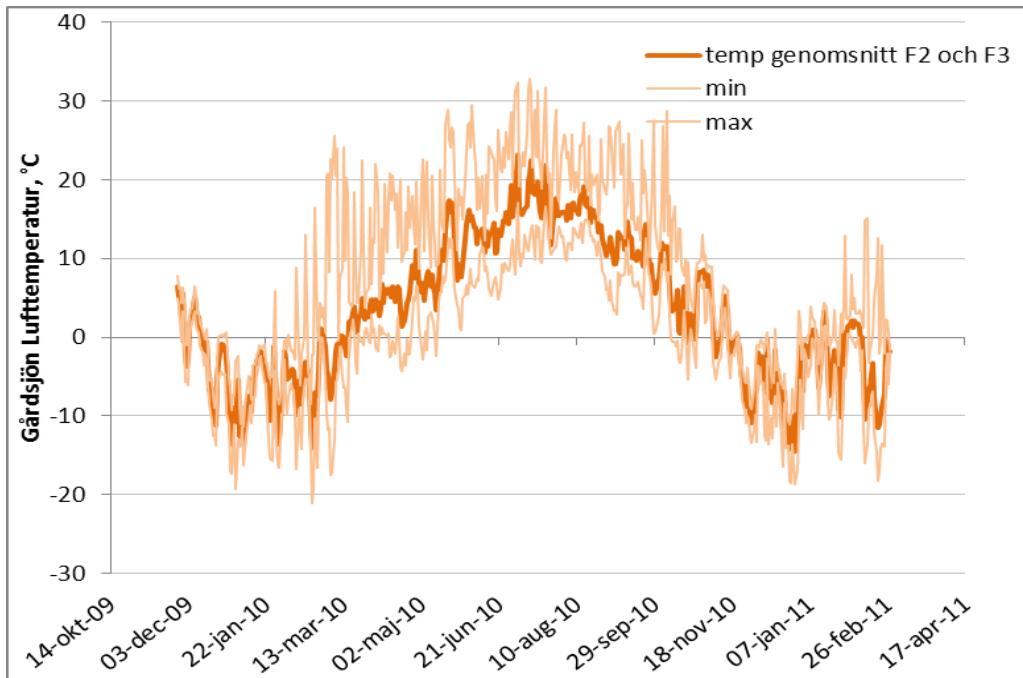
Tabell 3. Halter av kvicksilver (ng l<sup>-1</sup>) i avrinningen från skogsytorna. Som sommar räknas perioden maj till och med oktober. Antalet mätdata som ligger till grund för medelvärdet varierar för olika ytor och årstider.

Lokal	Skogsytा	Hgtot Sommar	Hgtot Vinter	Hgtot Sommar/Vinter	MeHg Sommar	MeHg Vinter	MeHg Sommar/Vinter
<b>Aneboda</b>	Asa Sandbäcken	8.4	4.7	1.8	0.9	0.3	2.5
	Asa Ängavägen	7.6	5.8	1.3	1.2	0.9	1.3
	Aneboda IM	11.5	7.2	1.6	2.9	0.7	3.9
<b>Gammtratten</b>	Gammtratten IM	3.4	1.9	1.8	0.5	0.3	2.0
<b>Gårdsjön</b>	Gårdsjön F1 IM	6.7	6.7	1.0	1.0	0.5	1.9
	Gårdsjön F2	3.9	5.0	0.8	0.4	0.5	0.7
	Gårdsjön F3	5.3	5.4	1.0	0.5	0.6	0.8
<b>Kindla</b>	Buskbäcken	7.0	3.7	1.9	1.0	0.3	2.8
	Bohyttan	8.8	4.0	2.2	0.4	0.1	2.7
	Kindla IM	3.7	1.9	2.0	0.8	0.2	3.6
	Medelvärde	6.6	4.6	1.5	0.9	0.5	2.2

## 7.3 Klimatdata

De två mätningar av lufttemperatur på ytorna Gårdsjön F2 och F3 stämde väl överens med varandra. Temperaturen var som lägst (-20 °C) i januari och mars 2010 samt i januari 2011 (Figur 6). I början på juli månad 2010 var temperaturen som högst (31 °C).

Månadsmedelvärden för temperatur och luftfuktighet visas i Tabell 4. Tabell 4 visar även temperaturvärdet uppmätta under 2010 i en klimatmast utanför skogen (medelvärde för 1990–2010). Vintermånaderna under 2010 verkade vara rejält kallare än genomsnittet för tidigare vintrar. Sommaren 2010 var temperaturen nära genomsnittet.



Figur 6. Temperaturmätningar (°C) i Gårdsjön F2 och F3 i perioden från november 2009 till slutet av februari 2011, dygns medel- maximal- och minimaltemperatur visas.

Tabell 4. Temperatur (°C) och luftfuktighet (%) i Gårdsjön F2 och F3 beräknat som genomsnitt per månad för alla mätningar. Dessa värden kan jämföras med medelvärdet av temperatur och luftfuktighet över 20 år (1990-2010) mätt i den klimatmast som finns i Gårdsjön.

Parameter	Mätning	dec-09	jan-10	feb-10	mar-10	apr-10	maj-10	jun-10	jul-10	aug-10	sep-10	okt-10	nov-10	dec-10	jan-11	feb-11
Temperatur, °C	Genomsnitt F2 och F3 2010	-2.8	-7.5	-5.6	-0.1	5.4	9.7	13.9	17.5	15.3	10.9	5.5	-0.5	-7.6	-2.5	-3.7
Luftfuktighet, %	Genomsnitt F2 och F3 2010	99.3	99.8	98.9	90.8	84.2	82.5	83.1	85.8	95.0	92.0	94.4	98.6	99.9	97.2	91.3
Parameter	Mätning	dec	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	jan	feb
Temperatur, °C	Mast data Gårdsjön (genomsnitt 1990-2010)	0.2	-0.9	-0.9	1.4	5.8	10.6	14.0	16.6	16.0	11.8	6.9	3.3	0.2	-0.9	-0.9
Luftfuktighet, %	Mast data Gårdsjön (genomsnitt 1990-2010)	94.8	93.1	89.0	80.5	76.9	75.7	78.7	81.6	84.3	87.2	91.3	94.2	94.8	93.1	89.0

Tiny Tag loggrar visade sig vara problematiska med luftfuktighetsmätningar i Gårdsjön, där luftfuktigheten vanligtvis är mycket hög. Drygt hälften av tiden visade sensorerna mer än 100 % fuktighet. Alla värden > 100 % ersätttes med 100 % luftfuktighet. Mätningarna från masten på öppen yta var i genomsnitt betydligt lägre än mätningarna inne i bestånden. Därför bör fuktighetsdata (bl.a.Tabell 4) tolkas med en viss försiktighet.

## 8 Slutsatser

- Provtagnings av krondropp, förnafall och avrinningsvatten, analyser och klimatmätningar genomfördes under 2010 som avtalat.
- Depositionen av  $\text{SO}_4\text{-S}$  varierade mellan  $2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$  i Gammtratten IM till  $3,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$  i Asa Sandbäcken. I Gårdsjön (alla ytor) är depositionen av havssalt klart störst beroende på läget nära Skagerrak och detta syns även i den marina delen av  $\text{SO}_4\text{-S}$  som är extra hög i Gårdsjön. Krondropplägden under 2010 var lägst i Gammtratten Risbäcken (541 mm) och högst i Gårdsjön F2 (933 mm). Depositionen av total kväve ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$  och org-N) varierade mellan  $2,8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$  i Gammtrattens båda ytor till ungefär  $7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$  Gårdsjönytorna där även depositionen av org-N är störst.
- Koncentrationen av Ca i avrinningsvattnet är något högre i Gårdsjön F3 än F2 samtidigt som pH är högre, men i båda ytorna är koncentrationen i avrinningsvattnet lägre under våren och försommaren. Koncentrationen av Mg, total Al, Fe och DOC var däremot högre i Gårdsjön F2 än F3. Det föreligger ingen avsevärd skillnad mellan ytorna för koncentrationen av  $\text{NO}_3\text{-N}$  i avrinningen.  $\text{NO}_3\text{-N}$  kunde endast detekteras i avrinningsvattnet under vintertid.
- Den totala kvicksilverkoncentrationen (Hgtot) i avrinningsvattnet varierade mellan 1,4 och 14,4 ng/l och metylvicksilver (MeHg) mellan 0,06 och 4,1 ng l<sup>-1</sup>. De högsta koncentrationerna av både Hgtot och MeHg uppmättades i Aneboda IM, Asa Sandbäcken och Asa Ängavägen som är de sydligaste mätpunkterna. De lägsta värdena uppmättades i Gammtratten IM som är den nordligaste av skogsytorna. Halterna är i genomsnitt för alla ytor 1,8 gånger högre under sommaren än under vintern för Hgtot och 3,3 gånger högre för MeHg.
- Loggrarna som användes i Gårdsjön visade sig inte fungera korrekt avseende mätningar av luftfuktighet. Alla värden >100 % luftfuktighet ersättas med 100 % luftfuktighet. Därför bör fuktighetsdata tolkas med en viss försiktighet. Temperaturvärdena uppmätta med samma loggar verkar fungera bra.

## 9 Tack

Projektet bekostades av Life+ programmet genom FUTMON-projektet med ca 50 % finansiering från EU och 50 % från Naturvårdsverket. Lars Lundin, SLU har varit ansvarig för programmet och vi tackar för gott samarbete. Vi tackar Ulla Hageström, Louise Björnberg och andra i personalen på IVL laboratoriet för de kemiska analyserna. Vi riktar även ett stort tack till all enskild provtagningspersonal som genom sitt arbete på skogsytorna har möjliggjort denna rapport.

## 10 Referenser

- Karlsson P.-E., Zetterberg T., Hellsten S., Munthe J., 2007. Kvicksilverutlakning från växande, avverkad och stormskadad skog. IVL rapport B1767, 32 sidor.
- Moldan F., Wright R.F., 2011. Nitrogen leaching and acidification during 19 years of NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> additions to a coniferous-forested catchment at Gårdsjön, Sweden (NITREX). Environmental Pollution 159, 431-440.
- Hruska J., Köhler S., Laudon H., Bishop K., 2003. Is a universal model of organic acidity possible: comparison of the acid/base properties of dissolved organic carbon in the boreal and temperate zones. Environmental Science and Technology 37, 1726-1730.