



## Utredning om förutsättningar för Gammtratten respektive Svartberget som framtida IM-områden

(SLU dnr: SLU.ma.2018.5.4-29-2)

Pernilla Rönnback, Lars Lundin, Ulf Grandin och Stefan Löfgren



Utredning om förutsättningar för Gammtratten respektive  
Svartberget som framtida IM-områden

(SLU dnr: SLU.ma.2018.5.4-29-2)

Pernilla Rönnback, Lars Lundin, Ulf Grandin och Stefan Löfgren

Referera gärna till rapporten på följande sätt:

Pernilla Rönnback et al. 2018. Utredning om förutsättningar för Gammtratten respektive Svartberget som framtida IM-områden. SLU, Vatten och miljö: Rapport 2018:11

Omslagsfoto: Gammtratten 2009. Ulf Grandin.

Tryck: SLU Service, Repro Uppsala

Tryckår: 2018

Kontakt

[pernilla.ronnback@slu.se](mailto:pernilla.ronnback@slu.se)

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

## 1 Förord

Denna utvärdering har gjorts på uppdrag av och med medel från Naturvårdsverket. Riktlinjerna för uppdraget har utformats av Ola Inghe och Salar Valinia på Naturvårdsverket (SLU dnr: SLU.ma.2018.5.4-29-2).

Utvärderingsgruppen har bestått av:

Lars Lundin

Pernilla Rönnback

Stefan Löfgren

Ulf Grandin

Hjalmar Laudon har bidragit med faktaunderlag för Svartberget

Naturvårdsverkets uppdragsgivare, IM:s referensgrupp, IM:s utförare vid SGU och IVL, Kevin Bishop vice-reaktor för miljöanalys vid SLU och tidigare djupt involverad i forskningen vid Svartberget, Anna-Lena Axelsson koordinator för SLU:s miljöanalysprogrammet Skog, Hjalmar Laudon prefekt för institutionen för skogens ekologi och skötsel, SLU och ansvarig för Svartberget samt Willem Goedkoop prefekt för institutionen för vatten och miljö, SLU och ansvarig för Gammtratten IM har beretts möjlighet att lämna synpunkter på en preliminär version av denna utredning. Erhållna synpunkter har så långt möjligt beaktats och bearbetats in i denna slutversion.

Uppsala 30 augusti 2018

Pernilla Rönnback  
Samordnare IM



## 2 Innehåll

1	Förord .....	1
2	Innehåll .....	3
3	Sammanfattning.....	5
4	Bakgrund.....	6
5	Integrerad övervakning i ett historiskt perspektiv .....	7
	5.1 Integrerad övervakning av skogliga referensområden.....	7
	5.2 Tydlig distinktion mellan miljöövervakning och forskning .....	10
6	Takdirektivets (EUD 2016/2284) krav .....	11
7	Dagens integrerade monitoring (IM) .....	12
	7.1 Syften .....	12
	7.2 IM-områden.....	12
	7.3 Mätprogram .....	13
	7.4 Forskningsinfrastruktur kopplat till IM .....	14
	7.5 Publicering och rapportering baserat på IM-resultat.....	17
	7.6 Datalagring av IM-resultat.....	17
8	SE16 Gammtratten IM.....	19
	8.1 Områdesbeskrivning .....	19
	8.2 Infrastruktur för övervakning och forskning .....	20
9	Svartbergets avrinningsområde (Svartberget C7) .....	22
	9.1 Områdesbeskrivning .....	22
	9.2 Infrastruktur för övervakning och forskning .....	23
10	Gammtratten och Svartberget C7 – jämförelse .....	25
	10.1 Klimat, geologi och mänsklig påverkan.....	25
	10.2 Avrinningskemi .....	26
	10.3 Mätprogram och forskning .....	28
	10.4 Datalagring och datatillgänglighet.....	29
	10.5 Ekonomi.....	30
11	Slutsatser och rekommendationer .....	32
12	Referenser .....	34
13	Bilaga .....	36
	Nödvändiga investeringar vid Svartberget C7 för att uppnå samma standard som övriga IM-områden i Sverige .....	36





### 3 Sammanfattning

Naturvårdsverket har av institutionen för vatten och miljö, SLU begärt in en utredning av förutsättningarna för och konsekvenser av att inkludera ett väl studerat avrinningsområde inom Svartbergets försökspark (Svartberget C7) i det svenska IM-programmet. Det övergripande syftet har varit att utreda om avrinningsområdet till Svartbergets C7 kan 1) utgöra alternativ till den redan befintliga IM-stationen Gammtratten eller 2) som komplement till Gammtratten d.v.s. IM tillförs ytterligare ett område. Bakgrunden är att Naturvårdsverket dels vill se mer forskning i IM-områdena, dels att frågeställningar kring klimatförändringar bör beaktas mer.

Naturvårdsverket har historiskt haft som krav att integrerad övervakning ska utföras i skogliga referensområden. Även internationella IM och Takdirektivet uttalar behovet av övervakning i referensområden för att kunna särskilja depositionens påverkan från annan påverkan. Gammtratten, som varit i det närmaste obrukad i många trädgenerationer, uppfyller detta krav på orördhet medan Svartberget C7 saknar denna kvalitet p.g.a. sentida skogsbruk inklusive dränering via grävda diken och vägkonstruktioner. Dessutom kompliceras tolkningen av påverkan av att högsta kustlinjen skär genom Svartbergets C7 och att nästan en femtedel av avrinningsområdet utgörs av torvmark. Bäckvattnet är t.ex. betydligt surare, mer humöst och rikt på näringsämnen och metaller jämfört med Gammtratten. Den forskning och miljöövervakning som utförs inom Svartberget C7 passar dock väl in på det program för övervakning av brukad skog som Naturvårdsverket tidigare föreslagit.

**Med beaktande av ovanstående föreslår vi att Naturvårdsverket bibehåller IM-programmet i Gammtratten och tillskapar ett IM för brukad skog med Svartberget C7 som representant för brukad skog i norra Sverige.** Kostnaden för ovanstående förslag innebär en engångsinvestering på ca 460 kkr för att etablera de mätningar som idag saknas vid Svartberget C7. Den årliga driftskostnaden beräknas till ca 556 kkr/år alternativt 406 kkr/år förutsatt att HaV och SLU fortsätter att finansiera de mätningar som redan utförs. Om IM i brukad skog måste finansiera alla mätningar ökar driftkostnaden till 690 kkr/år, vilket är den årliga kostnaden för IM-mätningarna i Gammtratten. Den totala årliga kostnaden för integrerad övervakning i Gammtratten och Svartberget C7 skulle följaktligen maximalt uppgå till 1380 kkr/år.

**Om Naturvårdsverket väljer att inte följa ovanstående rekommendation föreslår vi att Naturvårdsverket initierar en mer omfattande och oberoende utredning av IM samt behovet av och målsättningen för integrerad övervakning i skogliga referensområden respektive brukad skog.** Resultaten av den pågående miljöövervakningsutredningen bör då beaktas och Skogsstyrelsen, Energimyndigheten, Havs- och vattenmyndigheten, vattenmyndigheterna och länsstyrelserna bör bjudas in att delta med tanke på deras viktiga roll för att följa upp och föreslå åtgärder i skogen. Även representanter för internationella IM bör erbjudas möjlighet att delta i utredningen.

## 4 Bakgrund

Naturvårdsverket har av institutionen för vatten och miljö, SLU begärt in en utredning av förutsättningarna för och konsekvenser av att inkludera ett väl studerat avrinningsområde inom Svartbergets försökspark (Svartbergets avrinningsområde som avbördas i stationen C7, Svartberget C7) i det svenska IM-programmet. Det övergripande syftet har varit att utreda om avrinningsområdet till Svartbergets C7 kan 1) utgöra alternativ till den redan befintliga IM-stationen Gammtratten eller 2) som komplement till Gammtratten d.v.s. IM tillförs ytterligare ett område. Bakgrunden är att Naturvårdsverket dels vill se mer forskning i IM-områdena, dels att frågeställningar kring klimatförändringar bör beaktas mer. I utredningen ska följande frågeställningar belysas:

- Hur uppfyller Gammtratten och Svartberget C7 syftena med IM?
- Vilka skillnader finns mellan områdena som kan inverka på valet av alternativ för integrering av Svartberget C7 i IM?
- Vilka blir de ekonomiska konsekvenserna av de olika alternativen?

## 5 Integrerad övervakning i ett historiskt perspektiv

Integrerad monitoring i naturekosystem (IM) är inriktat på att skapa tidsserier som detaljerat visar trender och processer kopplade till effekter av långtransporterade föroreningar i ett begränsat antal områden som täcker olika geografiska-, depositions- och klimatgradienter över landet. Samtidigt studeras även storskalig påverkan på ekosystemen. Mandatet för IM specificeras av UN/ECE i följande punkt "ICP Integrated Monitoring will provide WGE and the Executive Body with information on the state of ecosystems and their long-term changes, with respect to the regional variation and impact of selected air pollutants, and including effects on biota." (<https://www.unece.org/environmental-policy/conventions/envlrapwelcome/convention-bodies/working-group-on-effects.html>).

IM-programmet finansieras av Naturvårdsverket. I undersökningarna deltar Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Sveriges geologiska undersökning (SGU) och IVL Svenska miljöinstitutet AB.

### 5.1 Integrerad övervakning av skogliga referensområden

Sverige började övervaka naturekosystem integrerat redan 1981 som en del av Naturvårdsverkets nationella Program för övervakning av miljö kvalitet (PMK). Idén om ett nationellt miljöövervakningsprogram hade då i flera år diskuterats på initiativ från Naturvårdsverket. Huvudsyftena för PMK var (Naturvårdsverket 1985):

- Att övervaka långsiktiga och storskaliga förändringar i miljön och därmed kunna visa på problem som kräver forskningsinsatser eller direkta motåtgärder,
- Att samla in uppgifter om miljöförhållandena i relativt opåverkade trakter för att möjliggöra välgrundade bedömningar av situationen i mer påverkade områden,
- Att belysa hur föroreningar transporteras i luft, landmiljö och vatten samt mellan dessa miljöer.

Naturvårdsverket valde ut 18 referensområden, från Skåne till norra Norrbotten, som skulle representera olika naturtyper över hela landet från ädellövskog till öppen myr, sjö och fjällhed och det integrerade övervakningsprogrammet av referensområden, även kallat PMK5, fick sin början. Urvalet av referensområdena baserades på en rad olika krav och önskemål. Följande citat inklusive kursiveringar är några av de krav som definieras i Monitor 1985.

- Det viktigaste kravet har hela tiden varit att områdena måste vara *opåverkade av lokala miljöstörningar*, eftersom övervakningen ska belysa miljöförhållanden i stort och kunna utnyttjas som referens till undersökningar av mer påverkade områden. Detta betyder inte bara att de måste ligga långt från industrier, tätorter och större vägar, utan också att skogsbruk eller jordbruk inte får förekomma inom referensområdena.
- *Vegetationen* i referensområdena bör ha nått ett *sent utvecklingsstadium* – inga färska spår av skogs- eller jordbruk bör finnas...
- Resultaten från *tidigare forskning* möjliggör viktiga jämförelser med nutida och framtida övervakningsdata...

Syftet med PMK5 var främst att övervaka luftföroreningseffekter i naturområden representativa för landets naturgeografiska regioner. Mest luftföroreningar, huvudsakligen

med svavel och kväve, faller ned i sydväst och minst i nordväst, varför de flesta områdena låg i landets södra och västra del. Under tiden 1982 till cirka 1994 bedrevs övervakning i dessa områden. Ett femtontal av dem var fullständiga integrerade miljöövervakningsområden medan det i de övriga huvudsakligen bedrevs mark- och vegetationsövervakning. Alla områden var undantagna från aktiv markanvändning, utom renbete, detta för att effekterna av luftföroreningar skulle kunna skiljas ut från naturlig variation med så lite störningar som möjligt. I de här PMK5-områdena ingick delprogram för deposition, mark-, grund-, avrinnings- och sjövattekemi, markbiologi, träd, epifyter, övrig vegetation, fågel, fisk, bottenfauna och i vissa fall sjöplankton. I flera områden följdes också smågnagare, rävreproduktion samt organiska miljögifter i djur.

Ett av de områden som ingick i PMK5 var Vindelns där hydrologi och vattenkemi studerades i Svartberget C7 medan övervakning av bl.a. vegetation och fåglar utfördes i Kulbäcksliden.

Naturvårdsverket fick 1991 i uppdrag av regeringen att utreda och lämna förslag på ett nytt miljöövervakningssystem för Sverige. Uppdraget baserades på Riksdagens beslut med anledning av propositionen *En god livsmiljö* (1990/91:90). Inom ramen för detta regeringsuppdrag lämnade Naturvårdsverket 1992 bl.a. ett förslag till framtida miljöövervakningsprogram för integrerad monitoring av skogliga referensområden (Naturvårdsverket 1992a). Enligt förslaget ska syftena för mätningarna i referensområdena vara:

1. Att kontinuerligt och långsiktigt mäta förändringar i hela ekosystem i skogsområden till följd av luftföroreningar och klimatförändringar.
2. Att utifrån kunskaper om tillstånd och trender i hela ekosystem applicera modeller för att beräkna framtida miljötillstånd utifrån olika nedfallsscenarier.
3. Att utgöra basområden för att genomföra pilotstudier av möjliga hot mot miljön.

Baserat på de gamla PMK5-områdena, föreslogs att övervakningen skulle bedrivas i totalt 14 referensområden, som delades upp i 3 A-områden och 11 B-områden. A-områdena föreslogs ha betydligt mer omfattande mätningar, bl.a. av interna ämnesflöden inom avrinningsområdet, jämfört med B-områdena. Avrinningsområdet till ett A-område skulle vara väl avgränsat, litet (<1 km<sup>2</sup>), opåverkat och utan sjöar.

Samtidigt (1992) lämnade Naturvårdsverket ett förslag till framtida miljöövervakning av skogsbruk och skogsmark (Naturvårdsverket 1992b). Där föreslog man tre olika program för övervakning i avrinningsområden med samma kriterier som för A-områdena ovan, men där man även kompletterade kriterielistan med punkten: "Relativt homogena förhållanden avseende terrängformer, skogstyper, bergarter. Mosaik av in- och utströmningsområden finns inom avrinningsområdet, men kärr och torvmarkerna bör om möjligt vara av begränsad omfattning". De tre olika programmen som föreslogs var:

1. Integrerad övervakning i skogliga referensområden, i reservat där skogsbruk ej bedrivs
2. Avrinningsområden i "normal skogsmark", dvs. med skogsskötsel.
3. Avrinningsområden kopplat till skogsbruksåtgärder

Baserat bl.a. på dessa underlag antog Naturvårdsverkets miljöövervakningsnämnd den 7 juni 1993 ett program för den framtida inriktningen av svensk nationell miljöövervakning (Naturvårdsverket 1993). Antagandet av detta program lade grunden till dagens miljöövervakning indelat i programområden med t.ex. Skog som ett av dem. Naturvårdsverket beslutade därefter om att avsluta det gamla övervakningsprogrammet av referensområden (PMK5) och istället satsa på Integrerad Monitoring av skogliga referensområden. Det resulterade i att av de ursprungliga PMK5 områdena valde Naturvårdsverket ut endast Gårdsjön och Aneboda, medan t.ex. Svartberget C7 i Vindeln valdes bort. Varken vi eller den externa utredningen av integrerad miljöövervakning, som utfördes 2002 på uppdrag av Naturvårdsverket (Wijk m.fl. 2002), har funnit dokument som kan styrka varför Svartberget C7 och de övriga PMK5-områdena valdes bort. Enligt Ola Inghe, som fungerade som sekreterare åt miljöövervakningsnämnden, valdes de bort av kostnadsskäl, och för att prioritera annat än processrelaterad övervakning relaterad till CLRTAP (se nedan). När det gäller beslutet att välja bort Svartberget C7 togs det enligt Kevin Bishop i samråd med tidigare medarbetare och utförare av IM vid SLU, SGU och IVL. Kevin Bishop verkade då för att Svartberget C7 skulle bli ett IM-område, Enligt muntliga uppgifter var de basala kraven på opåverkade förhållanden i Svartberget C7, t.ex. avsaknad av påverkan från skogsbruk, områdesskydd, vegetation i sent utvecklingsstadium och begränsade arealer kärr/torvmark (kriterier enligt Naturvårdsverkets rapport 4107 och 4110), ej uppfyllda. Utöver Gårdsjön och Aneboda etablerades två nya hydrologiskt välavgränsade, barrskogsdominerade referensområden utan sjö eller större myrareal för att representera olika lägen i landets föroreningsgradient. IM-områdena Kindla och Gammtratten etablerades i Bergslagen respektive mellersta Norrland.

Kravet på opåverkade förhållanden och områdesskydd har varit viktigt för Naturvårdsverket ända sedan PMK5 och myndigheten har även internationellt argumenterat för detta inom ramen för Nordiska ministerrådet (Nordiska ministerrådet 1988), luftkonventionsarbetet (se nedan) och vetenskapligt (Bernes et al. 1986).

Den integrerade övervakningen av referensområden har sedan 1989 varit relaterad till konventionen om effekter av långtransporterade luftföroreningar "The Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution – CLRTAP 1979" (UN/ECE). De första åren utgjorde övervakningen ett frivilligt pilotprogram, men 1993 var de länder som deltagit i pilotprogrammet tvungna att välja om de skulle fortsätta övervakningen eller att avsluta den. Sverige valde ett fortsatt åtagande. Konventionsarbetet är organiserat i ett antal arbetsgrupper, varav den effektrelaterade omfattar sex samverkansprogram (ICP), en Task Force on Health och en expertgrupp om dynamisk modellering (JEG). IM utgör ett av dessa samverkansprogram där ca tjugo av Europas länder deltar. Sverige är ordförandeland medan Finland samordnar datainsamlingen vid programcentret och den årliga internationella rapporteringen (Kleemola och Forsius 2018). Övervakningen omfattar ett antal obligatoriska delprogram, som alla länder skall genomföra.

Enligt den internationella manualen för IM (Manual for Integrated Monitoring 1998) karaktäriseras ett IM-område som ett litet väldefinierat avrinningsområde med övervakning av ekosystemets olika delar. Området bör vara så homogent som möjligt avseende geologi och vegetation och bör vara i storleksordningen 10–100 ha och inneslutas av en likartad omgivning för att eliminera randeffekter. Området bör vara typiskt för regionen. Det bör ha

lång skoglig kontinuitet utan skogsbruk och skogliga åtgärder samt vara fritt från störande aktiviteter (dvs. påverkan från punktkällor), något som bäst tillgodoses i naturskyddade reservat. Området skall avvattnas av en bäck, vara fritt från sjöar och ha en liten andel myrmark. Avstånd till förorenade aktiviteter och utsläpp bör vara >50 km. Det bör även ligga så långt från havet att direkt inverkan därifrån är starkt reducerad.

## 5.2 Tydlig distinktion mellan miljöövervakning och forskning

Ett annat viktigt påpekande i programförklaringen från Naturvårdsverkets miljöövervakningsnämnd (1993) var att man gjorde en viktig distinktion mellan miljöövervakning och miljöforskning. De skriver "Det måste gå en klar demarkationslinje mellan löpande miljöövervakning och forskning (inklusive miljöforskning), även i de fall där akademiska institutioner eller forskningsinstitut åtar sig att vara utförare". Det bör i detta fall påpekas att 1993 överfördes Naturvårdsverkets limnologiska undersökningar (NLU), som då var en forskningsavdelning vid Naturvårdsverket, till SLU för att idag vara institutionen för vatten och miljö. Även andra forskningsavdelningar, med ansvar för miljöövervakning, överfördes till andra universitet. Det var därför mycket viktigt för Naturvårdsverkets miljöövervakningsnämnd att klargöra denna rågång mellan miljöövervakning och forskning. Man nämner bl.a. om att formerna för kvalitetssäkring och kravet på offentliggörande av data är olika och att "När enskilda forskare och vetenskapliga institutioner åtar sig finansierade uppdrag åt miljöövervakningssystemet så är det miljöövervakningens intressen som måste komma i första rummet". Man är dessutom mycket tydlig över att "Miljöövervakningssystemet ska normalt inte finansiera forskning", men säger samtidigt att "Det ligger i miljöövervakningens långsiktiga intresse att dess data flitigt utnyttjas för forskningsändamål".

Miljöövervakningsnämndens uttalade programförklaring om att Naturvårdsverket ska upprätthålla en tydlig rågång mellan miljöövervakning och miljöforskning har fram till och med idag varit styrande för användningen av de miljöövervakningsmedel som ställs till SLU:s och andra utförarens förfogande. Den miljöövervakning som genomförs genererar mycket värdefulla data som ligger till grund inte bara för övervakningsrapporteringen utan också till extern och intern forskning och miljöanalys. I takt med att tidserierna blir längre ökar deras vetenskapliga värde bl.a. för analys av trender i tillstånd och påverkan samt för dynamisk modellering. Gemensamt för alla forskare är dock att forskning baserad helt eller delvis på miljöövervakningsdata måste finansieras utanför miljöövervakningens budget. Externa forskares vetenskapliga publicering baserad på miljöövervakningsdata är tyvärr svår att dokumentera eftersom data är fritt tillgängliga. Försök har gjorts att via SLUs bibliotek dokumentera publicerad extern forskning och miljöanalys, men inte lyckats. Den vetenskapliga publikationslistan blir därmed inte fullständig utan i första hand baserad på utförarnas arbeten.

## 6 Takdirektivets (EUD 2016/2284) krav

Inom ramen för EU:s Takdirektiv (EU 2016a) har vägledningar utvecklats för hur effekterna av luftföroreningar ska övervakas av medlemsländerna i framtiden (Ecosystem monitoring under Article 9 and Annex V of Directive 2016/2284 (NECD) - Draft Guidance). Kriterierna för urval av mätstationer framgår av nedanstående textbitar som är utdrag från ovanstående refererade vägledningsdokument (EU 2016b):

*Where possible the sites chosen should satisfy the following principles:*

- *the site should be such that the impacts of aerial deposition can be distinguished from other pressures;*
- *the site should be sensitive to the pressure in question, such that if there are any impacts they would be readily identifiable;*
- *the site should be typical for the ecosystem and habitat to be monitored.*

*While not every site should necessarily be of high biodiversity value, the network as a whole should ensure an adequate representation of sites which are minimally disturbed and rich in species.*

*The national network should be such as to allow for analysis of spatial gradients, understanding of cause-effect relationships and provide data for mapping and modelling of critical loads and levels and exceedances. It is more important to have sites in several regions than to have several sites in each region. More pristine or reference areas need less sites as no major changes are anticipated in such regions, but should not be omitted.*

Det påpekas följaktligen inom Takdirektivet att fokus ska ligga på områden med hög föroreningsbelastning och att depositionens påverkan ska kunna särskiljas från annan påverkan. Det innebär att mätprogrammets huvudfokus bör ligga i södra Sverige och att man måste ha kontroll på effekterna av övriga påverkanskällor. Det påpekas också att orörda referensområden inte ska uteslutas utan behövs. Den geografiska fördelningen och avsaknaden av annan påverkan än klimat och luftdeposition på dagens IM-områden kan därmed sägas väl uppfylla de kriterier som Takdirektivet ställer för valet av mätstationer.

## 7 Dagens integrerade monitoring (IM)

### 7.1 Syften

Idag är den integrerade miljöövervakningen inriktad mot att studera miljöeffekter och att undersöka konsekvenserna för hela ekosystemet av depositionen av främst kväve, svavel och tungmetaller. De övergripande syftena med övervakningen i Sverige har i samråd med Ulla Bertills på Naturvårdsverket fastställts till:

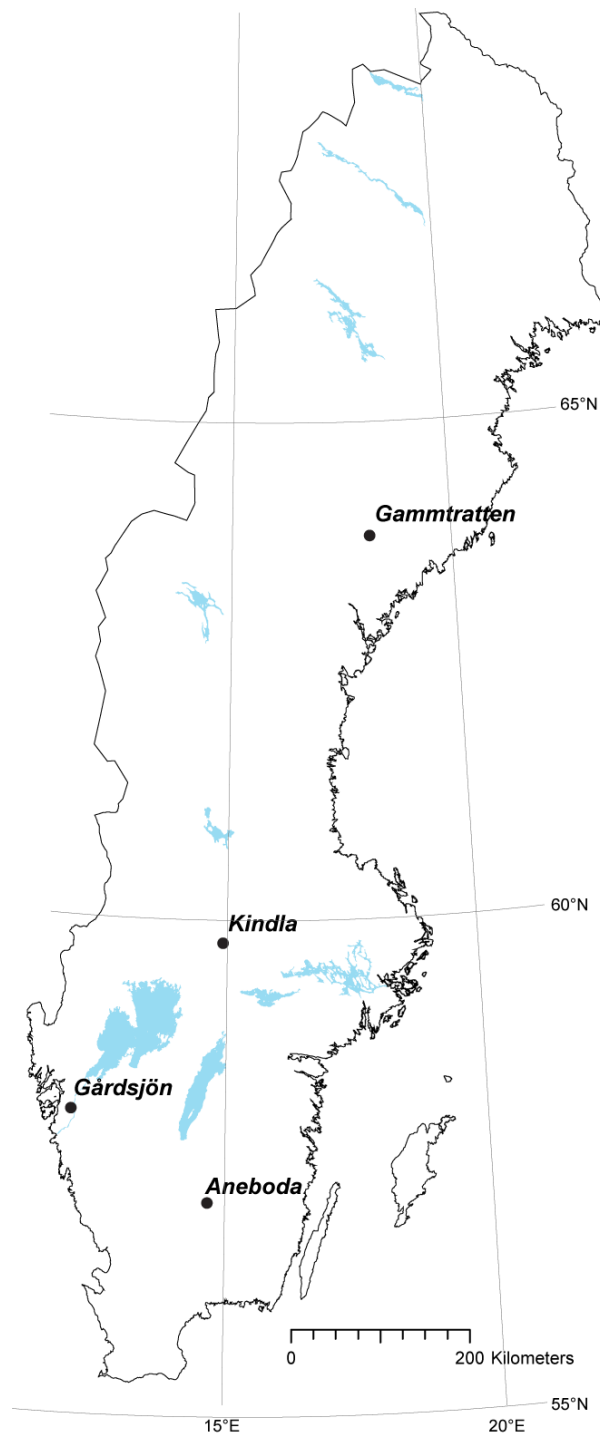
- att i små, väldefinierade avrinningsområden samordna mätningar och utvärderingar så att samhällets behov av detaljerad kunskap och prognoser långsiktigt kan tillgodoses med avseende på försurning, eutrofiering och metallpåverkan i typiska, svenska skogsekosystem,
- att tillhandahålla kunskap som nationellt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

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, persistenta organiska föreningar (POPs) och deras effekter på biota.

### 7.2 IM-områden

Det svenska IM-programmet utgörs idag av fyra områden, som har byggts upp successivt. Aneboda (SE-14) etablerades 1996 (men med bl.a. vegetationsdata från tidigare program kontinuerligt från början av 1980-talet), Kindla (SE-15) etablerades 1997 medan Gammtratten (SE-16) etablerades 1999. Området vid Gårdsjön (SE-04) har däremot lång kontinuitet med mätningar sedan 1970. Områdena är likartade och domineras av barrskog främst gran men lokaliserade till regioner med olika klimat och depositionsförhållanden (Löfgren 2017, Figur 1).

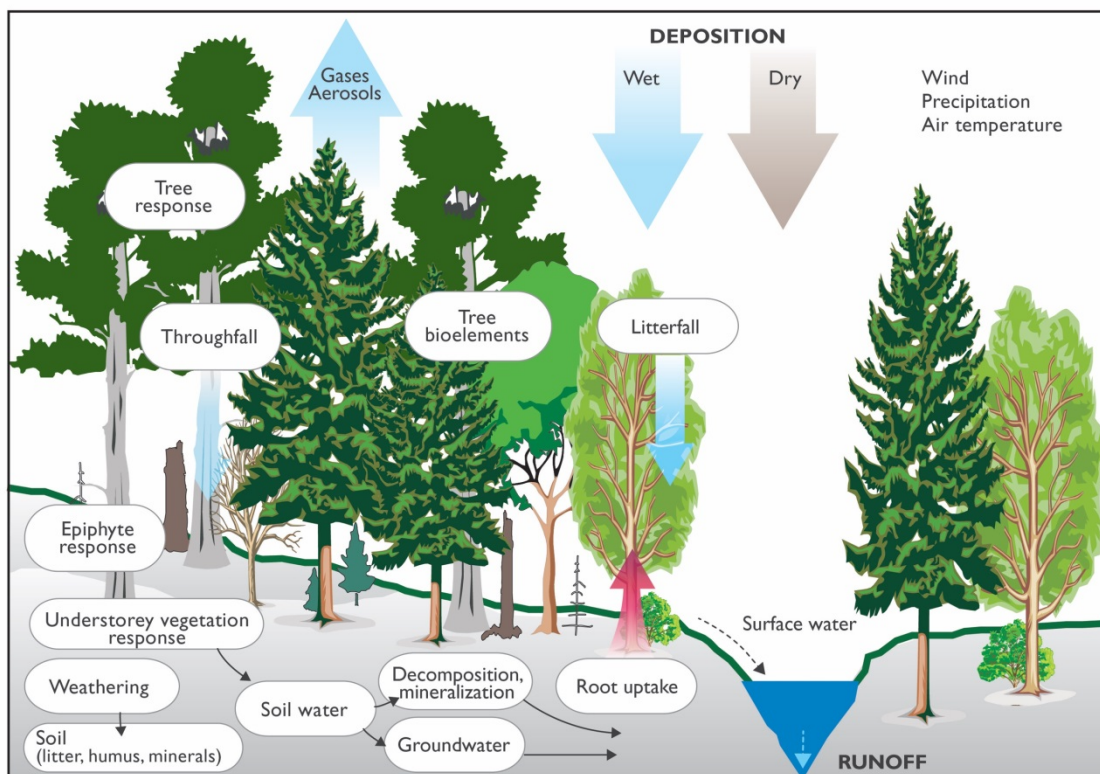




Figur 1. Karta över de svenska IM-områdenas lokalisering.

### 7.3 Mätprogram

IM är inriktat på att upptäcka och övervaka orsak och verkan både på ekosystemnivå och inom ekosystemets delar. Därför följs både fysikaliska och kemiska processer och deras inverkan på det biologiska systemet så integrerat som möjligt (Figur 2). I praktiken betyder det att provtagning och observationer samordnas i tid och rum med bestämningar av inflöde, förråd och utflöde. Den rumsliga samordningen tillgodoses genom att placera så mycket som möjligt av provtagning och observationer i en representativ skogstyp centralt i området.



Figur 2. Integrerad monitoring (IM) är inriktad på hela ekosystemet i ett avrinningsområde och följer både fysikaliska och kemiska processer och deras inverkan på det biologiska systemet.

Mätprogrammet inom svenska IM följer de internationella rekommendationerna från ICP IM (Manual for Integrated Monitoring 1998). Övervakningen omfattar ett antal obligatoriska delprogram, som alla länder ska genomföra. Sverige har dessutom valt att utföra några frivilliga delprogram (Tabell 1). För jämförelse innehåller Tabell 1 även den provtagning som sker i Svartberget C7 (se nedan).

#### 7.4 Forskningsinfrastruktur kopplat till IM

IM-områdena utgörs av begränsade arealer inom betydligt större naturreservat (Aneboda, Kindla och Gammtratten) eller försöksområden (Gårdsjön) med möjlighet till etablering av forskningsprojekt både i IM-området (försöken får dock inte påverka området i sådan utsträckning att de naturliga förhållandena störs) och utanför i reservaten. I t.ex. reservatsdelen Anebodaskogen (170 ha) tillåts efter godkännande av länsstyrelsen även forskningsprojekt som påverkar området mer påtagligt t.ex. avverkning av granskog. Sedan 2014 pågår internationell forskning med provtagning eller mätning i ett eller flera IM-områden inom projekt som handlar om global nedbrytning av standardiserat organiskt material (Djukic et al. 2018), identifikation av baskatjonernas ursprung och dynamik med stöd av naturliga isotoper (ett projekt lett av Emile Bolou Bi, Elfenbenskusten tidigare Frankrike, och ett annat lett av Gregory van der Heijden, INRA Nancy, Frankrike), bakgrundsreflektion (albedo) i Europeiska referensområden (Jan Pisek, Tartu universitet, Estland), vegetationens inverkan på torrdepositionen av kvicksilver (Martin Jirska, CNRS Toulouse, Frankrike), svampflora och insektsfauna i död ved av olika nedbrytningsstadier (SLU). Vidare har genomförts undersökningar om markstrukturer med koppling till

kolinnehåll (SOIL TrEC) och inom det programmet ingick Kindla som CZO-Critical Zone Observatory (University of Sheffield, UK). Inom projektet eLTER genomfördes 2017 en undersökning om Plant Community Responses to habitat Heterogeneity In Peatlands – a subcontinental study – SPACESHIPS, Loughborough University, UK.

Utöver de artiklar och forskningsprojekt som nämns ovan har ett 10-tal doktorander, 10-tal mastersstudenter och 10-tal kandidater haft verksamhet inom och/eller använt data från IM-områdena som viktiga delar i sina avhandlingar/examensarbeten.

Forskningsinfrastrukturen inom själva IM-området består primärt av den mätutrustning som finns placerad där, men i anslutning till Aneboda och Gårdsjön finns samarbeten med Asa försökspark respektive Hensbackastiftelsen, som kan bidra med personal, lokaler, transporter och särskilt avsatta försöksområden. I Kindla och Gammtratten löses motsvarande genom att lokalt anlita personal, lokaler etc. som driver sin verksamhet i privat regi.

IM-programmet utförs av SLU, SGU och IVL, vilket ger dem obegränsad tillgång till data från de nationella miljöövervakningsprogram (även relevanta lokala och regionala data) som är viktigast för tolkningen av depositionens och klimatets påverkan på ekosystemen (Skogsinventeringen, Markinventeringen, trendsjöar, trendvattendrag, omdrevssjöar, omdrevsvattendrag, KEU, IKEU, grundvattennätet, SGU:s källarkiv, krondroppsnätet, IM m.m.) och där ovanstående organisationer är utförare. Organisationerna besitter hög kompetens att utvärdera och tolka fysikalisk, kemisk och biologisk data, vilket i decennier tagits fram med oftast ackrediterade metoder vid deras väl utrustade laboratorier. Resultaten lagras i avancerade databaser, som görs allmänt tillgängliga via internet eller på andra sätt. Kopplingen utförare – datalagrare – utvärderare inom samma miljöövervakningsorganisationer har lett till att kompetensen hos dessa organisationers medarbetare ofta används av Naturvårdsverket, HaV, vattenmyndigheterna, länsstyrelserna etc. Medarbetarna anlitas som experter för att med avseende på försurning, eutrofiering, tungmetaller etc. för mark, vatten och vegetation bl.a. utveckla bedömningsgrunder och modeller, utvärdera tillstånd och påverkan samt att beräkna kritisk belastning och dess överskridande.

Medarbetare inom IM och deras organisationer är dessutom djupt involverade i det internationella samarbetet inom luftkonventionsarbetet. Sverige har sedan start varit ordförandeland inom ICP IM och har kraftigt engagemang inom ICP Forests, ICP Waters, ICP Vegetation, ICP Modelling and mapping och expertgruppen om dynamisk modellering (JEG). De svenska IM-områdena är även medlemmar i det svenska och därmed det europeiska LTER nätverket (Long Term Ecological Research). LTER Europe har som mål att vara ett paraply och drivkraft bakom europeisk miljöövervakning och -forskning. För detta har man ansökt om att bli upptagna på EU:s vägkarta för forskningsinfrastrukturer (ESFRI 2018 Roadmap). LTER Europas ESFRI-planer bygger på något eller några högt instrumenterade "super sites" per medlemsland, och därtill ytterligare ett antal väl instrumenterade försöks/övervakningsområden.

Tabell 1. Instrumentering och datainsamling inom IM jämfört med Svartberget C7.

IM Delprogram	Beskrivning	Görs idag i Svartberget C7	Kommentar Svartberget C7
Kartering	Laserscannade (LIDAR) och inmätta områden med avseende på topografi, vegetationsskikt och vattendelare. Jordarter från SGU:s kartor. Modellerings och karteringskartor från EMEP.	Området har laserscannats med LIDAR 4–5 gånger. Utöver det har en nationell flygning gjorts med 10–100 gånger högre upplösning. Ett samarbete med SGU har påbörjats för att ta fram högupplöst jordartskarta. Inga EMEP-kartor finns.	
Meteorologi	Automatisk registrering av vindhastighet och vindriktning, luftfuktighet, temperatur, nederbörd, solinstrålning, globalstrålning	Ja	Plus 50-tal andra variabler registreras. En skogsmeteorolog finns på plats.
Hydrologi	Automatisk registrering av grundvattennivåer och temperaturer i piezometrar. Automatisk registrering av ytvattentemperaturer och nivåer i dammar vid utloppet. Vattennivå registrering med åtminstone två olika tekniker.	Ja	Plus ett stort antal ytterligare mätpunkter.
Luftkvalité	Passiva provtagare för månatlig insamling av SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> och O <sub>3</sub>	Nej	Däremot finns passiva mätningar av andra organiska luftföroreningar. Stationen ingår som trolig nod i ACTRIS som är ett internationellt luftkvalitetsnätverk.
Deposition	Månatlig provtagning av deposition på öppet fält och krondropp. Strängprovtagare för skattning av torrdeposition.	Deposition mäts på öppet fält. Proverna samlas in varje dag (när det kommit nederbörd). Inga krondroppsmätningar görs.	All nederbörd bulkas ihop volymsviktat inför analys.
Markfysik	Automatisk registrering av temperatur och markfuktighetshalten (TDR) vid olika markdjup. Data på markdensiteten.	Ja	
Markkemi	Återkommande provtagning vart 5 år på en homogen yta (ca 50x50m). Prov tas från olika djup, från humusskiktet och i mineraljorden.	Ja	Men inte så systematiskt som görs inom IM
Markvattenkemi	Permanent installerade lysimetrar. Provtagning 3–4 ggr/år från E- och B-horisonten i inströmningsområden och från 35–40 cm markdjup i organiska jordar i utströmningsområden.	Ja	Ett 100-tal permanent installerade lysimetrar finns och de provtas 4–5 gånger om året.
Grundvattenkemi	Permanent installerade piezometrar. Provtagning 4 ggr/år vid två olika markdjup i inströmnings- resp. utströmningsområden.	Ja, det finns ett 40-tal piezometrar och grundvattenbrunnar mellan 1 och 150 m djup. Provatas årligen. I detta program ingår bl.a. 3 SGU provtagningsplatser	
Ytvattenkemi	Provtagning vid avrinningsområdets utlopp 2 ggr/månad. Mer frekvent provtagning under högflöde (snösmältning och höstregn?)	Ja, provtas veckovis. Därtill ingår stationen i nationell miljöövervakning, Vattendrag trendstationer med månatlig provtagning och analyserna är ackrediterade.	
Fallförna	Provtagning 3 ggr/år	Nej	Endast projektbasis
Förnadedbrytning	Årligen, nätpåsar med vägda standardbarr av tall läggs ut i fält och tas in efter 1, 2 och 3 år, varefter de vägs och torrviktförlust beräknas.	Nej	
Barr- och förnakemi	Årligen, biovariabler i barr från ett- och tvååriga granskott och i förnafall.	Nej	
Stamlevande epifyter	Vart 5 år, artantal och täckning på olika träarter.	Nej	
Luftalger på barr	Årligen, tjocklek på barr/kvistar och ålder på yngsta barr/kvist som har alger/lavar.	Nej	Kan ingå i ICOS mätningar

forts. Tabell 1. Instrumentering och datainsamling inom IM jämfört med Svartberget C7.

IM Delprogram	Beskrivning	Görs idag i Svartberget C7	Kommentar Svartberget C7
Trädbiomassa och -indikation (BI)	Vart 5 år, observation utifrån stamdiameter, höjd och med hjälp av omräkningsfunktioner för varje trädslag beräknas, biomassan för hela trädet inklusive roten.	Ja, startade 2014	
Undervegetation och träd på intensivtytor (VG)	Vart 3 år, artsammansättning och täckning på provtytor, 32 st. x 0,25 m <sup>2</sup>	Nej	
Vegetationsstruktur och vegetationstäckning (VS)	Vart 5:e år. Växtartsammansättning och -täckning i majoriteten av cirkelytorna (ca 40 st. x 100 m <sup>2</sup> )	Nej	Kan ingå i ICOS mätningar

Av ovanstående framgår att forskningsinfrastrukturen kopplat till IM kan delas upp i materiella och immateriella värden där den senare utgör det absolut viktigaste värdet för forskningen och samhällets utveckling kopplat till deposition och klimat. Resultaten från IM:s 20-åriga tidsserier, baserade på ackrediterade metoder, och den breda kompetensen hos de utförande organisationerna är mycket viktig för att framtida forskning, miljöanalys och myndighetsutövning ska kunna bidra med relevant kunskap och vetenskapligt baserade beslut. De långa tidsserierna borgar för att trender kopplat till att väderrelaterad variation kan identifieras och att effekterna av deposition kan renodlas. Tidsserierna kan också användas, vilket redan görs i hög grad, för att utveckla dynamiska modeller (HD-MINTEQ, FORSAFE etc.) och för att med dem simulera olika scenarier med avseende på deposition, skogsbruk och klimat. Det finns få om något annat område där tillgången till data för att beräkna input-output massbalanser inklusive intern omsättning kan beräknas för så långa tidsperioder som från IM-områdena. IM-områdenas värde ökar därför med varje år som läggs till tidsserierna. För närvarande används IM-data inom sådana forskningsprojekt som finansieras av FORMAS (olika projekt ledda av Jon Petter Gustafsson, SLU, Salim Belyazid, SU och Cecilia Akselsson, LU) och Energimyndigheten (Stefan Löfgren, SLU). Nya projekt planeras av bl.a. Giuliana Zanchi, LU.

### 7.5 Publicering och rapportering baserat på IM-resultat

Under de senaste fem åren har 16 referegranskade artiklar publicerats baserat helt eller delvis på data från svenska IM. Antalet artiklar täcker endast in artiklar där vi som utförare ingår som författare. Övriga vetenskapliga artiklar där svensk IM-data används har vi ingen kontroll över, men vi känner till ett flertal sådana. Under 2011 publicerades ett Ambio-nummer med sju artiklar baserade på data från svenska IM. I regel publiceras årligen tre till fem övriga former av internationella artiklar/rapporter. IM-programmet är ett internationellt nätverk och mycket utvärdering och publicering av resultat sker integrerat med övriga länder. Nationellt sker årligen datarapportering till ICP IM:s programcenter förutom att den redovisas i aggregerad form i en nationell årsrapport. Resultaten från svenska IM områden används även för att belysa referenstillstånd och för att jämföra med skattade ämneshalter och -flöden från skog framräknade med källfördelningsmodeller inom ramen för SMED och PLC-arbetet (Pollution Load Compilation) som utgör Sveriges officiella redovisning till HELCOM. På motsvarande sätt används ofta IM-data som referenser i rapporter till olika myndigheter som Naturvårdsverket, HaV, vattenmyndigheter och länsstyrelser.

### 7.6 Datalagring av IM-resultat

Ytvattendata och vegetationsdata ingår tillsammans med transportberäkningar i datavårdskapet för sjöar och vattendrag. De lagras i datavårdens databaser Miljödata-MVM

och 4D. SGU är datavärd för grundvattenkemi och lagrar all grundvattenkemidata från samtliga områden i sin publika databas. Därtill har en ny databas (Emmi) för lagring av kontinuerliga data (temperatur, vattenstånd etc.) från sensorer i ett av områdena, Aneboda inköpts med externa medel. Målet är att de andra områdena kan kopplas in i samma databas. De delprogram som inte har något eget datavärdskap lagras i en lokal databas och publiceras även på IM:s hemsida.

## 8 SE16 Gammtratten IM

Den integrerade monitoringen i området är nära fullständiga ekosystemundersökningar. Ett nyckelelement i övervakningen och i utvärderingen av data från Gammtratten är de nu långa tidserierna (>20 år) över många variabler från området i gammal, och i stort sett orörd skog. IM-området tillhör Gammtrattens naturreservat, vilket är ett stort, sammanhängande naturskogsområde vars naturliga strukturer obetydligt har påverkats av mänskliga aktiviteter under senare tid. Sålunda har nybildning av skogsbiologiskt viktiga strukturer som äldre träd och död ved tillåtits och de utgör idag påtagligt inslag i stora delar av området. Ett flertal rödlistade arter som kräver skoglig kontinuitet finns därför inom reservatsområdet. Dessa värden är fåtaliga i dagens skogsbrukspräglade landskap och saknas i hög grad i konventionellt brukad skog. Genom naturreservatsbeslutet är förutsättningarna för bevarande av naturskogsmiljön, dess strukturer och därtill hörande arter uppfyllda.

Utöver övervakningen inom IM-programmet finns kopplingar till annan miljöövervakning som tillsammans ger länet värdefull information om skogstillståndet i orörda områden. Sådana aktiviteter är bl.a. projekt som utvärderar värdet av död ved för skalbaggar och vedsvampar ur ett bevarandeperspektiv. Stockar har lagts ut och studeras tillsammans med högstubbar i succession av nedbrytning för att följa kolonisationen av arter. Samtidigt bestäms nedbrytningsgraden. Gammtratten är unikt som reservat i länet och de data som genereras bidrar värdefullt till vår kunskap om ekosystemprocesser i denna typ av skog. Denna långa kontinuitet återfinns inte i områden med brukad skog.

### 8.1 Områdesbeskrivning

IM-området i Gammtratten är ett 0,45 km<sup>2</sup> stort avrinningsområde 10 mil från Norra Kvarken-kusten i höjd med Umeå (Tabell 2). Området ingår i Gammtrattens naturreservat (744 ha), som är ett Natura 2000 område. Området är lokaliserat långt från närmaste större industrianläggning och ca 80 km norr om Örnsköldsvik. Inga lokala emissioner påverkar området. Gammtrattens IM-område är beläget 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 tall är riklig i sluttningarnas övre delar. Glasbjörk förekommer nästan överallt, asp och sälg här och var. Skogen är till obetydlig omfattning påverkad av skogsbruksåtgärder. Omkring 1900 fälldes ett antal större tallar, s.k. dimensionsavverkning, i de centrala delarna, särskilt sydväst om bäcken. Det finns rikligt med spår efter bränder från 1890-talet och bakåt i tiden. På grund av de tidigare bränderna som dödat granen finns tämligen rikligt med äldre tallar. Den äldsta borrade tallen är från mitten av 1500-talet. De äldsta granarna i området är 100-150 år.

En mindre skogsbilväg som restaurerats 2015, finns till området. Informationstavlor för området finns i anslutning till området. Länsstyrelsen avser ordna en rastplats främst för naturreservatet Gammtratten. För IM-arbete, forskning och särskilda besök till området finns flera boendialternativ inom 30-40 min bilfärd.

För fältmätningar och tillsyn finns en lokal fältobservatör, som besöker området var 14:e dag eller oftare vid behov. Vid specifika insatser kan observatören ge behjälplig assistans.

Tabell 2. Områdesbeskrivning för Gammtratten IM och Svartberget C7.

	Gammtratten IM	Svartberget C7
Läge	Norra Ångermanland, Västernorrlands län	Västerbotten län
Koordinater SWEREF99 TM	N: 7084548, E: 653124	N: 7133714, E: 731429
Area	45 ha	47 ha
Höjd över havet	högsta 545 m, lägsta 420 m	högsta 305 m, lägsta 204 m
Andel under högsta kustlinjen	0 %	23%
Medellutning (grader/procent)	12°/21% baserat på LIDAR-data 0,5 m pixlar	
Årsmedeltemperatur	+1,2°C	+1,8°C
Nederbörd	750 mm	614 mm
Avdunstning	370 mm	303 mm
Avrinning	380 mm	311 mm
Berggrund	Rätangranit eller liknande	Svekofenniska metasediment/metagråvackor
Skog (totalt)	92 %	82 %
Granskog av blåbärsristyp	19 %	15 %
Sumpgranskog	10 %	<1 %
Barrblandskog av blåbärsristyp	64 %	67 %
Våtmark	4 %	18 %
Sjö	0 %	0 %

## 8.2 Infrastruktur för övervakning och forskning

En klimatstation finns på en öppen plats i områdets NV del med bestämning av vindriktning, vindhastighet, lufttemperatur, luftfuktighet, global- och nettostrålning samt nederbörd med datainhämtning var 30:e minut. Vid stationen insamlas också månatligen bulkdeposition för kemisk analys. Centralt i området finns en krondropps- och förnafallslinje med 10 respektive 12 lokaler/mätstationer. Vid dessa finns också installationer för snödjupsbestämning och på fem av dessa görs snötaxering från mars tills snösmältningen är avklarad. Något SV om linjen är markyta och en vegetationsyta lokaliserad. Vid sidan om markytan mäts markvattenhalt, grundvattennivå med provtagning för kemisk analys och markvattenprovtagning för dito analys. I markytan följs markkemin ca vart 5:e år medan nedbrytningen av standardförna studeras varje år.

Det finns två vegetationsytor som vart tredje år inventeras på växtarter och deras täckningsgrad. All vegetation inventeras också vart femte år i 100 m<sup>2</sup> cirkelytor placerade i ett rutnät över hela avrinningsområdet. På alla cirkelprovytor genomförs även vart femte år mätning av stamdiameter på samtliga träd, samt höjdmätning och ett antal andra trädrelaterade mätningar på ett urval träden i respektive cirkelyta, till stor del enligt Riksskogstaxeringens metodik. Tidigare gjordes skogsskade/kronutglesningsinventering men



sedan ca 15 år tillbaka används ett förenklat inventerings sätt i form av en vitalitetsbedömning. På fem av cirkelprovytorna genomförs årligen barrprovtagning på granar för analys av barrkemin. Förekomst och kolonisationshastighet på granbarr av alger och epifytiska lavar som artgrupper inventeras årligen på 20 fristående unga provträd. Vart femte år utförs även en noggrann inventering av epifytiska lavar på barken till storvuxna, permanenta provträd.

I avrinningsområdets utloppspunkt finns en avbördningsstation för bestämning av vattenföring/avrinning och bäckvattenprovtagning för kemisk analys. Bäckvattennivå mäts kontinuerligt med två nivåloggrar och vattenprovtagning sker var 14:e dag.

## 9 Svartbergets avrinningsområde (Svartberget C7)

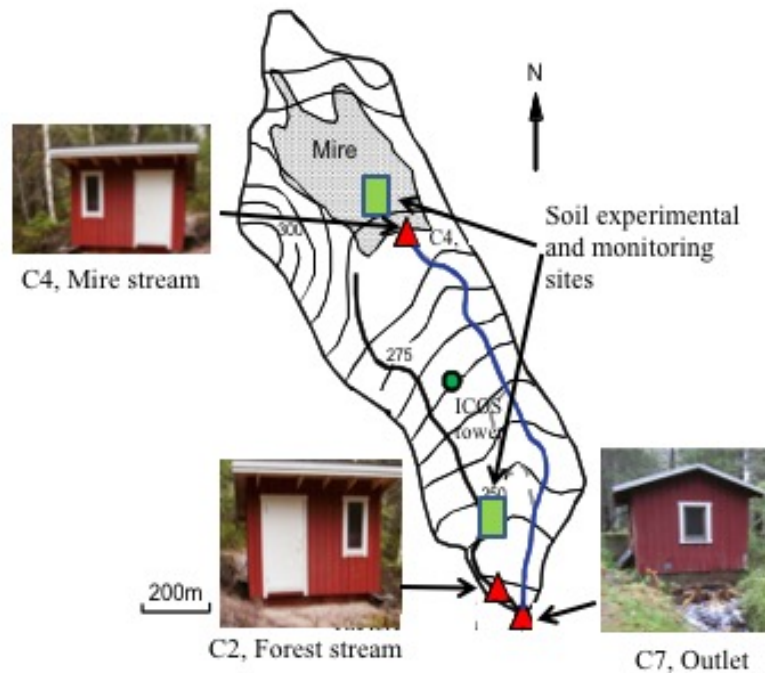
Skogsforskningen i området kring Svartberget påbörjades 1923 då Svartbergets försökspark inrättades. Det är ett drygt 1000 hektar stort område 7 km nordväst om Vindelns samhälle. 1979 byggdes Svartbergets forskningsstation och forskning på hydrologi och biogeokemiska cykler startades i det 0,47 km<sup>2</sup> stora upptagningsområdet Svartberget C7 (kallas även för Nyänget). Undersökningarna inleddes av Kaj Rosen och Harald Grip. På 1990-talet bidrog området till forskningen kring försurning av bäckar då Kevin Bishop med kollegor öppnade upp för en ny syn på antropogen försurning och naturligt lågt pH i boreala avrinningsområden. Därefter har forskningen i området utökats för att även inkludera studier på metaller, erosion, kolcykler, vattenupptag hos träd och mer processorienterade studier av förståelsen av bäckvattenkemin.

Då forskningsfrågor kring påverkan av klimat på biogeokemi och akvatisk ekologi blev viktiga expanderade det ursprungliga avrinningsområdet (Svartberget C7) till ett betydligt större, 68 km<sup>2</sup> stora Krycklan-avrinningsområde och flera vattendrag nedanför Svartberget C7 lades till i provtagningsprogrammet. Den här expansionen startade 2002 och Krycklan fältforskningsinfrastrukturområde började byggas upp ([www.slu.se/Krycklan](http://www.slu.se/Krycklan)). Idag finns det 16 övervakade vattendrag i området varav Svartberget C7 är en av dem.

Svartbergets forskningsstation ingår i SITES, Swedish Infrastructure for Ecosystem Science som erbjuder infrastruktur och teknisk kompetens för ekosystemforskning i fält. Sedan 2011 är Svartberget försökspark en del av ICOS Sverige. ICOS (Integrated Carbon Observation System) är en forskningsinfrastruktur för forskning och övervakning av växthusgaser finansierad av Vetenskapsrådet. Svenska ICOS ingår i sin tur i den europeiska ICOS (<http://www.icos-sweden.se/>).

### 9.1 Områdesbeskrivning

Svartbergets avrinningsområde ligger ca 50 km nordväst om Umeå och finns i den övre delen av Krycklan-området (Figur 3). Det domineras av barrskog; tall (*Pinus sylvestris*) och gran (*Picea abies*) med en undervegetation bestående främst av blåbärs- (*Vaccinium myrtillus*) och lingonris (*Vaccinium vitis-idaea*). Öppen myr täcker ca 18% av avrinningsområdet (Tabell 2). Skogen är ca 110 år gammal och det finns spår av bränder och annan mänsklig verksamhet tillbaka till bronsåldern. Högsta kustlinjen går på ungefär 255 möh och passerar genom de nedre delarna av avrinningsområdet.



Figur 3. Svartbergets avrinningsområde (Svartberget C7).

Området förvaltas av SLU utifrån ett långsiktigt (>50 år) kontrakt med Sveaskog för att utslutande användas för forskningsprojekt och långsiktiga övervakningsprogram.

## 9.2 Infrastruktur för övervakning och forskning

Svartberget C7 är ett välstuderat område vad gäller hydrologi, vattenkemi och akvatisk ekologi. Av Tabell 1 framgår vilka mätningar som pågår idag medan nedanstående information sammanfattar den infrastruktur som finns tillgänglig och skulle kunna komma till användning inom ny miljöövervakning eller forskning.

I området finns tre vattenkemiska stationer C7, utloppet samt två delavrinningsområden, det skogsdominerande Västrabäcken, C2 och det myrdominerande Kalkällsmyren, C4 med kontinuerliga mätningar (Figur 3). Flera av de hydrologiska och biogeokemiska tidserierna startade 1985 och vid C7, utloppet finns ett 90 graders V-format mätutskov inne i ett uppvärmt hus för att möjliggöra ostörda vintermätningar.

Vid C7, utloppet finns för närvarande två huvudmän som utför vattenkemiska mätningar. Den ena är Institutionen för vatten och miljö, SLU (IVM) som på uppdrag från Havs och vattenmyndigheten (HaV) gör månatliga mätningar inom ramen för den nationella miljöövervakningen. Från början ingick Svartberget C7 i PMK5-programmet, men då det programmet lades ned överfördes den vattenkemiska provtagningen i bäcken (station C7) till det nationella programmet *Tidsserievattendrag*, som numera kallas *Vattendrag trendstationer*. Alla vattenprov som insamlats inom de här programmen har kemiskt analyserats med ackrediterade metoder vid samma laboratorium. Inledningsvis var Naturvårdsverket huvudman (NLU), men sedan 1993 har SLU övertagit denna roll.

Institutionen för vatten och miljö och dess föregångare institutionen för miljöanalys är utförare vid SLU. Kvalitetssäkrad vattenkemisk data finns därför tillgänglig sedan 1985. Den andra huvudmannen är Svartbergets fältforskningsstation som har utfört olika forskningsprojekt vid provpunkten genom åren. Data från forskningsprojekten har analyserats på deras eget forskningslaboratorium, som saknar ackrediterade metoder för sina analyser. Dataseten från de båda huvudmännen erbjuder möjlighet till jämförelse av kvaliteten på analyserna och för komplettering av tidsserierna både för miljöövervakning och forskning.

Inom avrinningsområdet finns därtill ett flertal mätstationer för luft, mark och vattenövervakning. Detta inkluderar bl.a. ca 100 undertryckslysimetrar för markvattenprovtagning, ett 20-tal grundvattenrör där det djupaste är 150 m för att studera grundvattentransporter samt ett flertal långtidsexperiment (bl.a. det längsta tjälningsexperimentet i världen). SGU har fyra befintliga grundvattenrör i Svartberget C7. Det är före detta PMK-rör som numera ingår i den nationella miljöövervakningen. Provtagningen, som sker 4 gånger per år, startade 1982 och pågår fortfarande i tre av rören. I samtliga fyra rör sker manuella nivåmätningar två gånger per månad.

I centrum av Svartbergets avrinningsområde finns det 150 m höga ICOS (Integrated Carbon Observatory System) tornet för CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> och vattenmätningar med bland annat fyra Eddy Covariance stationer och en lång rad andra mätvariabler (<http://www.icos-sweden.se/>). På ett 10-tal platser i Svartbergets avrinningsområde finns det elström och fiberoptiska kablar för kommunikation för nära fältåtkomst och användning.

Ett långsiktigt referensklimatprogram som startade 1980 och samlar klimatdata från fyra fullt utrustade platser i och runt avrinningsområdet. Referensklimatprogrammet baseras på meteorologiska variabler vilka följer WMO's protokoll och ytterligare en rad variabler av särskilt intresse för projekt relaterade till forskningen i området. Totalt övervakas över 100 olika variabler automatiskt. Ytterligare 20 variabler observeras manuellt dagligen eller veckovis, inklusive olika fenologiska- och snöobservationer. Programmets huvudsyfte är att stödja forskare genom att tillhandahålla högkvalitativa klimat/meteorologiska data.

Svartberget C7's utlopp nås med hjälp av en plogad bilväg, 1,5 km från Svartbergets fältforskningsstation som idag har drygt 10 heltidsanställda fält- och forskningsingenjörer. Fältstationen erbjuder enklare laboratorieanläggningar, kontor, internet, verkstäder och utrustning för instrumentkalibrering. Stationen är utrustad med snöskotrar, fyrhjulingar, bilar m.m. Fältstationen har också ett föreläsningssal för 20 personer. Forskningsstationen ligger en timmes bilresa från Umeå flygplats och de två universiteterna i Umeå; SLU och Umeå universitet. Boende av olika standarder finns tillgängligt både i stugor i fält och hotell i Vindelns, 6 km från stationen. Stationen kan nås hela året med bil eller tåg.

## 10 Gammtratten och Svartberget C7 – jämförelse

### 10.1 Klimat, geologi och mänsklig påverkan

De mest påtagliga naturgivna skillnaderna mellan Gammtratten och Svartberget C7 är främst kopplade till områdenas altitud, vilket påverkar områdenas klimat och geologi. Gammtratten ligger ca 250 m högre än Svartberget C7, vilket ger drygt 100 mm högre årsmedelnederbörd på mark som till 100% avsatts över högsta kustlinjen (HK). I Svartberget C7 ligger 23% av avrinningsområdet under HK. Andelen våtmark, dominerad av myr, är 4% i Gammtratten och 18% i Svartberget C7. I båda områdena ligger myrarna över HK, vilket innebär att andelen morän som avsatts över HK är 96% och 59% i Gammtratten respektive Svartberget.

Skogen i Gammtratten är till obetydlig omfattning påverkad av skogsbruksåtgärder och har främst påverkats av brand långt bakåt i tiden. Bränderna har dödat gran och gynnat tall, vilket visas av att det finns tämligen rikligt med gamla tallar upp till 500 år. De äldsta granarna i området är upp till 150 år. Den långa kontinuiteten gör även att död ved av olika ålder och nedbrytningsgrad är vanligt förekommande. Svartberget C7 saknar liknande urskogs-karaktär eftersom området avverkades och dränerades i början på 1900-talet. De äldsta träden är där ca 110 år. Sumpgranskog saknas mer eller mindre helt i Svartberget C7 medan den uppgår till ca 10% i Gammtratten. En annan påverkan som skiljer de båda områdena åt är att det passerar en skogsbilväg tvärs genom Svartberget C7 med anslutningar till mätstationen vid C7 och ICOS-masten (Figur 3). Gammtratten är helt opåverkat av artificiell dränering inklusive skogsbilvägar.

En lång rad arter är beroende av de strukturer som endast finns i en så kallad naturskog. Man skattar att ca 500 arter i Sverige är rödlistade på grund av att tillgången på död ved är för låg (Samuelsson och Ingelög 1996). Med naturskog menar vi en skog som under flera trädgenerationer varit opåverkad, eller nära opåverkad av skogsbruk. Exempel på strukturer som är viktiga för en hög biodiversitet är grov och klen död ved av olika nedbrytningsgrad, stora gamla både löv- och barrträd och ett välutvecklat krontak som skapar ett speciellt mikroklimat under krontaket som gynnar vissa rara skogsarter. Till detta kommer en blandad åldersstruktur och en dynamik som bygger på luckföryngring där återväxten framför allt sker i mindre luckor i krontäcket, och som skapar en mosaik av olika successionsstadier. För att säkra tillgången på substrat för de arter som är beroende av naturskog krävs att det finns död ved av rätt kvalitet, en kontinuerlig tillförsel av ny död ved och att avstånden mellan lämpliga substrat inte är för stort. Många arter som lever på död ved är specialister och kan bara utnyttja död ved under ett visst skede av nedbrytningen, därefter måste de hitta ny död ved av rätt nedbrytningsgrad.

De flesta av dessa naturskogs-karaktärer saknas i brukad skog. Även om skogsbruket upphört kommer det att dröja länge innan en tidigare brukad skog övergår i en naturskogsliknande form. Alla karaktärer som utmärker en naturskog tar lång tid att bygga upp. Att t.ex. få en god tillgång på grov död ved i olika nedbrytningsstadier tar mer än ett sekel i norra Sverige där nedbrytningen är långsammare p.g.a. klimatet. En nyfallen grov gran behöver nästa ett sekel för att bli helt nedbruten. Systematiska studier av brukade skogar har visat att även brukad skog har en icke försumbar andel rödlistade skogsarter, men att nyckelbiotoper i brukad skog har en betydligt högre andel av dessa arter (Gustafsson 2002).

Luftföroreningarnas effekter på biota är ett av huvudsyftena inom IM och annan mänsklig påverkan som skogsbruk försvårar tolkningen. Skogen i Gammtratten har varit i det närmaste obrukad i många trädgenerationer, och uppfyller alla de krav man kan ställa på en naturskog. Som en följd finns det ett stort antal rödlistade arter (pers. obs. Tommy Pettersson). Skogen i Svartberget C7 saknar många av dessa karaktärer p.g.a. sentida brukning, vilket genererat ett likåldrigt skogsbestånd med begränsad tillgång till grov död ved i varierande stadier av nedbrytning. Även hydrologin är påverkad av den dränering som grävda diken och skogsbilvägar åstadkommer.

## 10.2 Avrinningskemi

Baserat på bäckvattenkemin i Gammtratten IM och Svartberget C7, i båda fallen analyserad med ackrediterade metoder vid samma laboratorium på institutionen för vatten och miljö, kan de båda avrinningsområdena jämföras (Tabell 3). Med tanke på den geografiska närheten är skillnaderna mellan de båda områdena påtagliga med avseende på variabler relaterade till surhet, jonstyrka, näringsnivå, humushalt och metalltillstånd.

Svartbergets C7 är betydligt surare (pH=5,2) än Gammtratten (pH=5,6) och uppvisar aciditet (-0,022 mekv/l) snarare än alkalinitet som ofta föreligger vid Gammtratten (0,031 mekv/l). Skillnaden i Alk/Acid är följaktligen drygt 0,05 mekv/l. Beträktad utgående från bäckarnas ANC är dock Svartbergets C7 något mer välbuffrad (0,129 mekv/l) än Gammtratten (0,092 mekv/l). Detta indikerar att den extra buffertkapaciteten i Svartbergets C7 orsakas av svaga organiska syror, vilket också indikeras av mer än dubbelt så hög TOC-halt (22 mg/l) som i Gammtratten (9 mg/l). Även jonstyrkan, mätt som konduktivitet, är betydligt högre i Svartberget C7 (2,9 mS/m) jämfört med i Gammtratten (1,7 mS/m). Skillnaden betingas primärt av betydligt högre halter av främst SO<sub>4</sub>, Ca och Mg. Dessa halter är, med undantag för Ca, mer än dubbelt så höga i Svartberget jämfört med Gammtratten. De höga halterna av mobila sulfat och organiska anjoner, indikerat av ANC och TOC, driver följaktligen ut betydligt mer baskatjoner ur marken i Svartberget jämfört med i Gammtratten. Detta tyder på en högre vittring, som även indikeras av högre kiselhalter i Svartberget C7 (4,8 mg/l jämfört med 3,6 mg/l).

Även näringstillståndsmässigt förefaller Svartberget vara betydligt mer produktivt än Gammtratten. De oorganiska kvävefraktionerna (NH<sub>4</sub>-N och NO<sub>3</sub>-N) och fosfathalten (PO<sub>4</sub>-P) är mer än tre gånger så höga som i Gammtratten (Tabell 3), vilket tillsammans med de högre halterna organiskt bundet kväve (org-N) och fosfor (Res-P) ger Svartberget i stort sett dubbelt så höga totalhalter.

Även halterna av några metaller är betydligt högre i Svartberget än i Gammtratten (Tabell 3). Tydligast syns detta för järn (Fe), bly (Pb) och koppar (Cu), vilka samtliga binds hårt till humus och sannolikt transporteras som organiska metallkomplex. De förhöjda halterna av Fe indikerar att reducerat Fe-haltigt grundvatten tillförs bäcken.

Tabell 3. Medelhalter under perioden 1999–2017 i avrinningen från Gammtratten IM och Svartberget C7. Data baserad på vattenkemiska analyser vid institutionen för vatten och miljö, SLU.

Variabel	Enhet	Gammtratten IM	Svartberget C7
pH		5,6	5,2
Kond <sub>25</sub>	mS/m	1,7	2,9
Ca	mekv/l	0,061	0,100
Mg	mekv/l	0,026	0,058
Na	mekv/l	0,061	0,071
K	mekv/l	0,005	0,010
NO <sub>3</sub>	mekv/l	0,001	0,002
SO <sub>4</sub>	mekv/l	0,039	0,083
Cl	mekv/l	0,020	0,024
ANC	mekv/l	0,092	0,129
Alk/Acid	mekv/l	0,031	-0,022
NH <sub>4</sub> -N	µg/l	6	16
NO <sub>3</sub> -N	µg/l	10	34
Org-N	µg/l	224	389
Tot-N	µg/l	240	439
PO <sub>4</sub> -P	µg/l	3	11
Res-P	µg/l	7	9
Tot-P	µg/l	10	20
Si	mg/l	3,6	4,8
TOC	mg/l	9,0	22
Fe	µg/l	535	1400
Mn	µg/l	17	14
Al	µg/l	234	247
Al_NI	µg/l	221	209
Al <sub>o</sub>	µg/l	199	194
Al <sub>i</sub>	µg/l	22	15
Cu	µg/l	0,31	0,63
Pb	µg/l	0,22	0,49
Zn	µg/l	2,21	2,48
Cd	µg/l	0,014	0,022

Ser man till transporterna ut från de båda avrinningsområdena verifieras och förstärks bilden av att Svartberget är betydligt surare, näringsrikt och metallbemängt än Gammtratten (Tabell 4). Vattenavrinningen (Q) från Gammtratten är ca 40% högre än från Svartberget, men trots det blir transporterna av vätejoner (H<sup>+</sup>), SO<sub>4</sub>, Ca, Mg, TOC, Si, kväve, fosfor och metaller betydligt högre från Svartberget än från Gammtratten.

Orsaken till skillnaden i vattenkemi med Gammtratten är sannolikt att Svartberget C7 avvattnar en stor andel myr (18%), en betydande andel mark under högsta kustlinjen (23%) och att området är påverkat av skogsbruk i första hand dränering (skogsdiken) och anlagda vägar.

Tabell 4. Arealförluster under perioden 1999–2008 i avrinningen från Gammtratten IM och Svartberget C7. Data baserad på vattenkemiska analyser vid institutionen för vatten och miljö, SLU.

Variabel	Enhet	Gammtratten IM	Svartberget C7
Q	l/s, km <sup>2</sup>	14,4	10,4
H <sup>+</sup>	meq/m <sup>2</sup> , y	2,03	6,56
Ca	meq/m <sup>2</sup> , y	26,0	31,4
Mg	meq/m <sup>2</sup> , y	10,4	17,2
Na	meq/m <sup>2</sup> , y	24,0	20,7
K	meq/m <sup>2</sup> , y	2,5	2,8
NO <sub>3</sub>	meq/m <sup>2</sup> , y	0,3	1,0
SO <sub>4</sub>	meq/m <sup>2</sup> , y	17,7	26,9
Cl	meq/m <sup>2</sup> , y	7,9	6,8
ANC	meq/m <sup>2</sup> , y	36,9	37,4
NH <sub>4</sub> -N	kg/ha, y	0,04	0,07
NO <sub>3</sub> -N	kg/ha, y	0,04	0,14
Org-N	kg/ha, y	1,09	1,26
Tot_N	kg/ha, y	1,18	1,46
PO <sub>4</sub> -P	kg/ha, y	0,013	0,027
Res-P	kg/ha, y	0,025	0,025
Tot-P	kg/ha, y	0,038	0,053
Si	kg/ha, y	0,889	1,701
TOC	kg/ha, y	45,4	67,8
Fe	kg/ha, y	1,70	3,68
Mn	kg/ha, y	0,07	0,05
Al	kg/ha, y	1,10	0,88
Cu	mg/m <sup>2</sup> , y	0,145	0,234
Pb	mg/m <sup>2</sup> , y	0,091	0,155
Zn	mg/m <sup>2</sup> , y	1,046	0,909
Cd	mg/m <sup>2</sup> , y	0,008	0,008

### 10.3 Mätprogram och forskning

Övervakningen vid Gammtratten är anpassad till de krav som ställts i den internationella manualen för IM medan övervakningen i Svartberget C7 till stor del styrs av forskningens behov av data kopplat till meteorologi, hydrologi, vattenkemi och andra stödvariabler (Tabell 1). IM:s behov av att kunna kvantifiera input-output massbalanser och intern cirkulation för syra-basrelaterade ämnen, näringsämnen, organiskt material och metaller är delvis uppfyllda vid Svartberget C7, men övervakning för att studera luftföroreningarnas effekter på biota saknas med påföljande brister i uppföljningen av biologisk mångfald om Svartberget C7 skulle bli ett IM-område. De viktigaste behoven av komplettering för att uppfylla IM:s krav sammanfattas nedan:

#### Input till massbalanser

- Depositionen på öppet fält är analyserat och sammanställt enbart för vissa år, men eftersom prover alltid insamlas och sparas i samband med nederbörd kan tidsserierna kompletteras.



- Krondroppsmätningar och passiv provtagning av luftkvalité med avseende på S och N saknas. Totaldeposition kan därmed inte beräknas.

#### Intern cirkulation

- Systematisk övervakning av fallförna, förnedbrytning, barr- och förnakemi saknas, men fallförna har insamlats i vissa projekt.
- Systematisk övervakning av markkemi saknas, men data från olika forskningsprojekt finns tillgängliga

#### Output till massbalanser

- Bäckvattenprovtagningen med efterföljande kemisk analys sker i Svartberget C7 en gång/månad inom ramen för det nationella övervakningsprogrammet trendvattendrag. Provtagningsfrekvensen inom IM är två gånger/månad.

#### Biologiska effekter

- Trädbiomassan har mätts in vid ett tillfälle, men övervakning av övriga biologiska effektvariabler kopplat till främst vegetation saknas.

Den forskning som utförts inom Svartbergets C7 kan potentiellt användas för att förlänga och förtäta vissa tidsserier (t.ex. kemin i markvatten, grundvatten och bäckvatten) bakåt i tiden jämfört med vad som normalt finns tillgängligt inom ramen för IM-programmet. Jämförbarheten mellan de båda dataseten måste dock utvärderas innan sådana kompletteringar kan göras.

ICOS-mätningarna inom Svartberget C7 kompletterar IM genom att ge en bild av det gasformiga kolflödet mellan mark, vegetation och atmosfär. Det bör emellertid observeras att mätningarna påverkas av att området är dränerat. Det är välkänt från bl.a. mätningar med ICOS-liknande master vid Nolmyra i Uppland och inom *LUSTRA*-projektet samt via mätningar med kammarteknik inom projektet *Restaurering av våtmark efter torvtäkt genom återvätning*, att dränering medför ökade emissioner av koldioxid medan emissionerna av metan minskar. De emissioner som sker i Svartberget C7 området är därför sannolikt inte representativa för de odikade referensförhållanden som råder i naturskog och som IM har som mål att övervaka. ICOS-mätningarna i området är däremot relevanta för den dränerade och brukade skogen i norra Sverige.

#### 10.4 Datalagring och datatillgänglighet

All data som insamlats inom nuvarande IM lagras digitalt och finns tillgängliga publikt enligt avtal med Naturvårdsverket. IM-data uppfyller kraven i INSPIRE-direktivet och finns representerade i Geodataprotalen. Om Svartberget C7 integreras i IM-programmet så skall nya data lagras hos respektive datavärd eller som Excelfiler så som data från IM-områdena idag behandlas. Viktigt är även att få tillgång till äldre data som insamlats i området och som ingår i de delprogram som IM övervakar. Äldre data ska integreras i redan befintliga databaser, vilket innebär behov av kvalitetssäkring inför databasläggning.

## 10.5 Ekonomi

Den årliga kostnaden för IM-programmet i Gammtratten uppgår till ca 690 kkr fördelat på mätningar, ledning och administration enligt Tabell 5. Kostnaden för att etablera ett motsvarande program med IM standard i Svartberget C7 skattas till ca 460 kkr (Tabell 6). Den årliga driftskostnaden för Svartberget C7 som IM-område skattas till ca 556 kkr/år alternativt 406 kkr/år varav 106 kkr/år utgörs av ledning och administration enligt Tabell 7. Den högre årliga kostnaden uppstår om de kemiska analyserna utförs med ackrediterade metoder, d.v.s. på samma laboratorier som övriga IM-prover analyseras idag. Den lägre kostnaden är skattad utifrån att proven analyseras med icke ackrediterade metoder vid SLU:s forskningslaboratorium i Umeå, där proven från Svartberget C7 idag analyseras. Den totala driftkostnaden i Svartberget C7 blir lägre än i Gammtratten endast om andra huvudmän (HaV = trendvattendrag, SLU = övrigt) fortsätter att finansiera de delar som ingår i IM:s mätprogram. Avvecklingskostnaden för att lägga mätningarna vid Gammtratten i malpåse skattas till ca 135 kkr, varav 25 kkr täcker kostnaderna för tillsyn 4 ggr/år. Detta kommer således att utgöra en årlig kostnad (Tabell 8). En total avveckling av Gammtratten uppskattas till 160 kkr fördelat på insamling av utrustning, datalagring, dokumentation och arkivering enligt Tabell 9.

*Tabell 5. Årlig driftkostnad för Gammtratten.*

<b>Delprogram</b>	<b>Mätprogram Kkr/år</b>	<b>Ledning&amp;Adm Kkr/år</b>
Deposition	68	20
Mark	125	20
Grundvatten	50	20
Vegetation	90	10
Klimat & Q <sup>1</sup>	120	21
Samordning	130	15
Summa	583	106

<sup>1</sup>Q = avrinning och ytvattenkemi

*Tabell 6. Etableringskostnader för att ge Svartberget C7 IM standard.*

<b>Delprogram</b>	<b>Etableringskostnad, Kkr</b>
Deposition	50
Mark	100
Grundvatten	50
Vegetation	200
Klimat & Q <sup>1</sup>	30
Samordning	30
Summa	460

<sup>1</sup>Q = avrinning och ytvattenkemi

Tabell 7. Årlig driftskostnad för Svartberget C7 som IM-område, ackrediterade analyser jämfört med icke ackrediterade analyser.

Delprogram	Mätprogram (ackr. analyser) KKr/år	Mätprogram (ej. ackr. analyser) KKr/år	Ledning&Adm KKr/år
Deposition	50	20	20
Mark	100	40	20
Grundvatten	50	20	20
Vegetation	90	90	10
Klimat & Q <sup>1</sup>	30	30	21
Samordning	130	100	15
Summa	450	300	106

<sup>1</sup>Q = avrinning och ytvattenkemi

Tabell 8. Avvecklingskostnad Gammtratten i malpåse.

Utgiftspost	KKr
Fältinstallationer, arbete motsvarande ca 2 v	50
Tillsyn 4 ggr/år	25
Datalagring, datadokumentation, arkivering, ca 2v	60
Summa	135

Tabell 9. Total avvecklingskostnad Gammtratten.

Utgiftspost	KKr
Insamling av utrustning mostv ca 1 månad	100
Datalagring, datadokumentation, arkivering, ca 2v	60
Summa	160

## 11 Slutsatser och rekommendationer

Naturvårdsverket har historiskt haft som krav att integrerad övervakning ska utföras i skogliga referensområden. Även internationella IM och Takdirektivet uttalar behovet av övervakning i referensområden för att kunna särskilja depositionens påverkan från annan påverkan. Gammtratten, som varit i det närmaste obrukad i många trädgenerationer, uppfyller detta krav på orördhet medan Svartberget C7 saknar denna kvalitet p.g.a. sentida skogsbruk inklusive dränering via grävda diken och vägkonstruktioner. Dessutom kompliceras tolkningen av påverkan av att högsta kustlinjen skär genom Svartbergets C7 och att nästan en femtedel av avrinningsområdet utgörs av torvmark. Bäckvattnet är t.ex. betydligt surare, mer humöst och rikt på näringsämnen och metaller jämfört med Gammtratten.

Den forskning och miljöövervakning som utförs inom Svartberget C7 passar dock väl in på det program för övervakning av brukad skog som Naturvårdsverket föreslog i rapporterna 4107 och 4110, till vilket integrerad övervakning i skogliga referensområden utgör ett utmärkt komplement. Även senare utredningar har pekat på behovet av övervakning av avrinningen från brukad skog (Löfgren och Olofsson 2002, Löfgren 2014). Regeringskansliet (Fredrik Engström) har inom ramen för den pågående miljöövervakningsutredningen efterfrågat SLU om information om övervakningen i brukad skog, varvid bl.a. dessa båda rapporter översänts.

***Med beaktande av ovanstående föreslår vi att Naturvårdsverket bibehåller IM-programmet i Gammtratten och tillskapar ett IM för brukad skog med Svartberget C7 som representant för brukad skog i norra Sverige.***

Ovanstående angreppssätt innebär att tidsserierna från Gammtratten, representerande ett av Sveriges bästa referensområden, kan fortsätta att byggas på och användas för både nationell och internationell miljöanalys och modellering. Detta är särskilt viktigt för de ca 20-åriga biologiska tidsserierna som finns för Gammtratten (Tabell 1), men som helt saknas för Svartberget C7. Vid Svartberget C7 påbörjas insamling av sådan data snarast för att på sikt ha tillgång till liknande tidsserier från brukad skog.

Kostnaden för ovanstående förslag innebär en engångsinvestering på ca 460 kkr för att etablera de mätningar som idag saknas vid Svartberget C7. Den årliga driftskostnaden beräknas till ca 556 kkr/år alternativt 406 kkr/år (Tabell 7) förutsatt att HaV och SLU fortsätter att finansiera de mätningar som redan utförs. Om IM i brukad skog måste finansiera alla mätningar ökar driftkostnaden till 690 kkr/år, vilket är den årliga kostnaden för IM-mätningarna i Gammtratten. (Tabell 5). Den totala årliga kostnaden för integrerad övervakning i Gammtratten och Svartberget C7 skulle följaktligen maximalt uppgå till 1380 kkr/år.

***Om Naturvårdsverket väljer att inte följa ovanstående rekommendation föreslår vi att Naturvårdsverket initierar en mer omfattande och oberoende utredning av IM samt behovet av och målsättningen för integrerad övervakning i skogliga referensområden respektive brukad skog.*** Resultaten av den pågående miljöövervakningsutredningen (<http://www.regeringen.se/rattsdokument/kommittedirektiv/2017/06/dir.-201758/>) bör då beaktas och Skogsstyrelsen, Energimyndigheten, Havs- och vattenmyndigheten,

vattenmyndigheterna och länsstyrelserna bör bjudas in att delta med tanke på deras viktiga roll för att följa upp och föreslå åtgärder i skogen. Även representanter för internationella IM bör erbjudas möjlighet att delta i utredningen.

## 12 Referenser

Bernes C., Giege B., Johansson K. and Larsson J.E. (1986). Design of an integrated monitoring program in Sweden. *Environmental Monitoring and Assessment* 6:113-126.

EU 2016a. Directive (EU) 2016/2284 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2016 on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants, amending Directive 2003/35/EC and repealing Directive 2001/81/EC (Text with EEA relevance). <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2016/2284/oj> (Tillgänglig 2018-08-27).

EU 2016b. Directive (EU) 2016/2284, Article 9; Annex V. Ecosystem monitoring under Article 9 and Annex V of Directive 2016/2284 (NECD) - Draft Guidance. <http://ec.europa.eu/transparency/regexpert/index.cfm?do=groupDetail.groupDetailDoc&id=35724&no=3> (Tillgänglig 2018-08-27).

Djukic I., Kepfer-Rojas S., Kappel Schmidt I., Steenberg Larsen K., Beier C., Berg B. and Verheyen K. (2018). Early stage litter decomposition across biomes. *Science of The Total Environment* 628–629:1369-1394. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.012>

Kleemola S. Och Forsius M. (2018). 27<sup>th</sup> Annual Report 2018. CLRTAP. Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, ICP Integrated Monitoring. Reports of the Finnish Environment Institute 20/2018, Finnish Environment Institute, Helsinki. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/238583>

Gustafsson L. (2002). Presence and abundance of red-listed plant species in Swedish forests. *Conservation Biology* 16:377-388.

Löfgren S. (2014). Utveckling av övervakning av vattendrag i skogslandskapet - uppföljning av skogsbrukets effekter på vattenkvalitet. Länsstyrelsen Västerbotten. Meddelande 5:2014.

Löfgren S. (Ed.) (2017). Integrerad övervakning av miljötillståndet i svensk skogsmark - IM. Årsrapport 2016. Institutionen för vatten och miljö, SLU rapport 2017:11.

Löfgren S och Olofsson H (2002). Övervakning av akvatiska system i brukad skog – nuvarande status och förslag till framtida program. Institutionen för miljöanalys, SLU rapport 2002:20.

Manual for Integrated Monitoring (1998). Finnish Environment Institute, ICP IM Programme Centre, Helsinki, Finland. [www.syke.fi/nature/icpim](http://www.syke.fi/nature/icpim) (Tillgänglig 2018-08-09).

Naturvårdsverket (1985). Monitor 1985, PMK - på vakt i naturen.

Naturvårdsverket (1992a). Integrerad Monitoring av skogliga referensområden. Naturvårdsverket rapport 4107.

Naturvårdsverket (1992b). Framtida miljöövervakning av skogsbruk och skogsmark. Naturvårdsverket rapport 4110.

Naturvårdsverket (1993). Svensk nationell miljöövervakning – program antaget av Naturvårdsverkets miljöövervakningsnämnd 7 juni 1993. Naturvårdsverket rapport 4275.

Nordiska ministerrådet 1988. Guidelines for integrated monitoring in the Nordic countries. NORD 1988:26, Nordiska Ministerrådet.

Samuelsson J. och Ingelög T. (1996). Den levande döda veden – bevarande och nyskapande i naturen. ArtDatabanken SLU, Uppsala.

Wijk, S., Eilertsen, O., Ilvesniemi, H. Och Knutsson, G. 2002. Utvärdering av Integrerad Miljöövervakning. Utvärdering på uppdrag av Naturvårdsverket.

<https://www.slu.se/Krycklan> (Tillgänglig 2018-08-28).

<http://www.icos-sweden.se/> (Tillgänglig 2018-08-28).

## 13 Bilaga

### Nödvändiga investeringar vid Svartberget C7 för att uppnå samma standard som övriga IM-områden i Sverige

#### Engångsinsatser, främst för vegetationsprogrammet:

- Etablera och i fält markera ett rutnät (obligatoriskt för ett IM-område)
- Etablera cirkelytor för träd och markvegetation
- Vegetationskarta över växtsamhällen
- Utse provträd för den detaljerade lavininventeringen
- Utse provytor för barrprovtagning
- Utse provträd för alginventering
- Etablera två intensivytor

#### Startinventeringar, vegetation:

- 2 intensivytor, ca 2,5 dagar per yta
- Ca 40 cirkelytor trädinventering, 4-5 ytor per dag
- Ca 30 provytor, vegetationsinventering, 4-5 ytor per dag
- Inventering av alger, några timmar
- Lavininventering på träd, utförs av konsult
- Barrprovtagning, ca 1 dag.

#### Fallförna

- Utplacering av 12 fallförnatrattar i transekt som representerar tvärsnitt genom avrinningsområdet
- Insamling av prover 3 ggr/år enligt
- Provhantering och analys i enlighet med övriga IM-områden.

#### Markkemi

- Etablera och i fält markera en provyta för upprepad provtagning (tidsserie)
- Utföra en första provtagning och analys
- Analyser med ackrediterade metoder.

#### Nedbrytning av standardförna

- Placera ut litterbags med standardförna i markytan (3 påsar vid 18 positioner i provytan).
- Insamling av en litterbag per år i tre år efter utläggning.

#### Deposition på öppet fält

- Eventuellt bör avrinningsområdesspecifik mätstation etableras
- Månadsvis insamling av bulkdeposition på öppet fält.
- Kemiska analyser med ackrediterade metoder.

#### Deposition via krondropp

- Etablering av krondroppslinje i transekt som representerar tvärsnitt genom avrinningsområdet.



- Utplacera 12 insamlare (trattar för barmarkssäsong, hinkar vintertid)
- Månadsvis insamling av krondropp.
- Kemiska analyser med ackrediterade metoder.

#### Markvatten

- Urval av befintliga lysimetrar eventuellt kompletterade med nya.
- Insamling av markvatten 3-4 ggr/år
- Kemiska analyser med ackrediterade metoder.

#### Grundvatten

- Urval av befintliga piezometrar eventuellt kompletterade med nya
- Insamling av markvatten 3-4 ggr/år
- Kemiska analyser med ackrediterade metoder.

#### Ytvatten

- Insamling av bäckvatten vid Svartberget C7, station C7 kompletteras så att den utförs 2 ggr/månad.
- Kemiska analyser med ackrediterade metoder.
- Beräkning av transporter baserat på halter och avrinning vid C7.

#### Meteorologi, hydrologi och markfysik i Svartberget C7

- Resultat från befintliga mätstationer bör ingå i IM
- Utredning krävs för att fastställa hur och av vem sådan data ska lagras, kvalitetssäkras och utvärderas.
- Utredning krävs för att fastställa vilka kostnader datalagring, kvalitetssäkring och utvärdering föranleder.

#### Historiska mätdata från Svartberget C7

- Historiska resultat från befintliga mätstationer bör användas för att förlänga tidsserierna.
- Utredning krävs för att fastställa hur och av vem sådan data ska lagras, kvalitetssäkras och utvärderas.
- Utredning krävs för att fastställa vilka kostnader datalagring, kvalitetssäkring och utvärdering föranleder.