

Miljöövervakning för att studera effekter av en eventuell klimatförändring

Ulf Grandin, Institutionen för miljöanalys, SLU

Sammanfattning

Syftet med denna rapport är att ge kunskapsunderlag för anpassning av miljöövervakningen till uppgiften att följa upp arbetet med miljömålet Begränsad klimatpåverkan

Rapporten kan sammanfattas i följande punkter:

- Skogsbruket har idag inte någon strategi för att möta ett eventuellt förändrat klimat.
- Med ett mildare klimat förväntas en ökad andel lövträd. I rapportern föreslås att Markinventeringen inom Riksinventeringen av Skog modifieras för att på ett tydligare sätt kunna upptäcka en ökning av ungplantor av lövträd.
- För att kunna följa en eventuell höjning av trädgränsen föreslås att NILS- programmet utökar övervakningen av trädplantor ovan den nuvarande trädgränsen.
- Övervakning av effekter som ökade skador på skogen till följd av storm, insekter, och allmän vitalitetsnedsättning täcks redan idag av Riksskogstaxeringen.
- Koldioxidbegränsande åtgärder är en medveten strategi för att öka kolinbindning eller minska emission av växthusgaser. Övervakning av många koldioxidbegränsande åtgärder som kan vidtas inom skogsbruket täcks idag av Riksskogstaxeringen.
- För att kunna upptäcka effekter av en klimatförändring i vatten och hos vattenorganismer är homogena tidsserier av yttersta vikt.
- För plankton förväntas de största förändringarna av en klimatförändring under senvinter och tidig vår. Därför är det önskvärt att plankton provtas dels under isen, dels tidigare på våren än idag.
- Fältmomenten inom övervakningen av bentiska makrovertebrater bedöms vara tillfredsställande. En önskan är att provtagningen i framtiden även omfattar sedimentprover.
- Övervakningen av fisk bedöms i nuläget vara tillfredsställande, dock behövs en mer utvecklad och systematisk övervakning av vattentemperaturen.
- Övervakningen av vattenkemiska variabler är i stort sett tillfredsställande vad gäller ytvatten. Undantaget är temperaturövervakningen som bedöms vara otillräcklig. Här förespråkas en övervakning med hjälp av automatiska temperaturloggar som placeras på olika djup. Provtagningen i djupare vatten är däremot inte tillräcklig. En djupare provtagning föreslås omfatta temperatur, syrgas, nitrat och fosfat.

Miljöövervakning för att studera effekter av en eventuell klimatförändring

Syfte

Att ge kunskapsunderlag för anpassning av miljöövervakningen till uppgiften att följa upp arbetet med miljömålet Begränsad klimatpåverkan.

Uppdrag

Att genom litteraturstudier och kontakter med experter sammanställa kunskap om för den svenska miljöövervakningen relevanta metoder att övervaka effekter av klimatförändringar. Att på grundval av detta värdera pågående svensk miljöövervakning, framför allt den nationella miljöövervakningen, samt vid behov föreslå förändringar eller kompletteringar av denna.

Bakgrund

Vi står inför en förmodad snabb förändring av klimatet. Klimatexperter är i stort sett överens om att människans bruk av naturresurser är en del av förklaringen till den snabba förändringen man kunnat konstatera under de senaste decennierna. Klimatförändringens miljöpåverkan beror både på hur stor och på hur snabb förändringen blir. Enligt modeller kommer förändringen i Sverige medföra högre årsmedeltemperatur och fler extremer i form milda vintrar och varma somrar. Prognoserna för nederbörd är mer osäkra, men mycket tyder på generellt ökad nederbörd. I sydöstra Sverige kommer dock grundvattenytan förmodligen sänkas till följd av ökad avdunstning och minskad årsnederbörd. I övriga områden kommer nederbörden att öka, men på redan torra platser kommer en högre avdunstning motverka effekten av ökad nederbörd. Utöver en generellt ökande nederbörd, kommer vi få fler perioder med både intensiv nederbörd och ihållande torka. Ytterligare en förmodad effekt är fler stormar.

Den primära och drivande orsaken till klimatförändringen är en ökning av de så kallade växthusgaserna, främst koldioxid, metan och lustgas. Bland dessa bedöms koldioxid stå för 75 % av en framtida förstärkt växthuseffekt. Koldioxid skiljer sig från de övriga växthusgaserna genom att vara byggstenen i fotosyntesen. Därför ingår åtgärder för att bygga in koldioxid i biomassan som en del i bekämpningen av effekter av klimatförändringen.

Både det förändrade klimatet och åtgärder för att binda in koldioxid i biomassa kommer sannolikt att ge effekter på miljön. Miljöövervakning för att övervaka effekter av klimatförändringen bör därför i första hand vara inriktad på förändrad utbredning och fenologi hos olika organismer, men även omfatta effekter av koldioxidbegränsande åtgärder.

Miljömålet Begränsad klimatpåverkan

Efter en utvärdering av all alla vetenskapliga fakta har FN:s klimatpanel (IPCC) kommit fram till dels att klimatet har förändrats de senaste 150 åren, dels att denna förändring kommer att fortsätta i samma riktning om vi inte minskar utsläppen av s.k. växthusgaser. Om det inte sker en minskning finns en risk att klimatsystemet påverkas drastiskt. Det största bidraget till växthuseffekten är förbränning av fossila bränslen. Enligt modeller kommer klimatet i Norden att förändras mer än det globala genomsnittet. Detta kan medföra omfattande effekter för jord- och skogsbruk. Känsliga ekosystem ibland annat fjällen och Östersjön kan gå förlorade.

Miljömålet Begränsad klimatpåverkan innebär att halten av växthusgaser i atmosfären i enlighet med FN:s ramkonvention för klimatförändringar ska stabiliseras på en nivå som

innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig. Detta miljömål ska uppnås på ett sådant sätt och i en sådan takt att den biologiska mångfalden bevaras, livsmedelsproduktionen säkerställs och andra mål för hållbar utveckling inte äventyras

Det delmål som regeringen uppsatt innebär att de svenska utsläppen av växthusgaser ska som ett medelvärde för perioden 2008-2012 vara minst fyra procent lägre än utsläppen år 1990. Delmålet ska uppnås utan kompensation för upptag i kolsänkor eller flexibla mekanismer.

Miljöövervakning

Träd och skog

Direkta effekter av klimatförändringen

Ca 90 % av skogen i Sverige är brukad. De trädslag som förekommer i skog är därför till mycket stor del ett resultat av planering. Inför ett förändrat klimat finns än så länge mestadels endast planer på olika strategier. För tillfället ger Skogsvårdsorganisationen (SVO) inga speciella rekommendationer till skogsägare för en anpassning till ett förändrat klimat. Skogsvårdsorganisationen menar att även om klimatet om 50 eller 100 år skulle vara mer gynnsamt för mer värmeanpassade arter eller provenienser, är det nu dessa ska planteras och i dagens läge har vi inte det klimat som ungplantor av värmeadapterade arter kräver. För att undvika klimatiskt betingade skador på plantskog är SVO:s strategi att inte förändra skogsbruket förrän vi har en tydligt och varaktig effekt av klimatförändringen.

Flera modeller visar att vid en förändring till mildare klimat kommer lövträden att öka sin utbredning. En övervakning inriktad på lövträd skulle därför kunna visa på effekter av ett förändrat klimat. Idag ingår många lövträdsarter i Markinventeringens artlista för notering om närvaro/frånvaro (s.k. reducerad vegetationsbeskrivning). Denna lista är konstruerad så att alla träd och buskar räknas till gruppen Träd & buskskikt, oavsett hur stor en individ är. Detta gör det svårt att upptäcka en ökning av unga plantor. För att få en bättre uppfattning om det förekommer en rekrytering av unga plantor kan man dela upp förekomsten av träd och buskar i två grupper. Dels förekomst i gruppen Träd & Buskskikt för individer över 130 cm, dels förekomst i gruppen Fältskikt för individer upp till 130 cm. Ytterligare precision skulle erhållas om täckningen skattades för trädindivider som förekommer i fältskiktet, enligt ovan.

Med ett mildare klimat kommer trädgränsen i fjällkedjan enligt olika modeller att höjas med 200-700 meter. Övervakning av förekomst av nyetablerade trädindivider ovanför den nuvarande trädgränsen skulle ge mycket tydlig information om en påtaglig effekt av ett mildare klimat. Idag inventeras fjäll och fjällnära områden av NILS-programmet. I NILS inventeras 144 provytor med ägoslagsbeteckningen ”Fjällen och fjällnära skog”. Efter den första inventeringsomgången har vi kunskap om förekomsten av träd på kalfjället. En utvärdering av eventuella trender kommer dock att dröja fem år då en återinventering påbörjas. I NILS inventeras träd genom registrering av täckning, medelhöjd och stamantal. Dock saknas rutiner för att kunna upptäcka om det skett en ökning av unga trädplantor. En övervakning av små trädplantor i fjällen kan dock åstadkommas genom vissa smärre förändringar i upplägget av hur NILS registrerar träd ovan trädgränsen.

Ett resultat av klimatmodelleringarna är fler stormar. Detta kommer sannolikt att resultera i fler stormfällda träd. Inventering av stormfällda träd ingår redan idag i Riksskogstaxeringen och kan därför direkt involveras i en övervakning av effekter av en klimatförändring.

Andra möjliga utfall av ett mildare klimat är ökade insektsangrepp, och allmän vitalitetsnedsättning för träd som står kvar efter att klimatzonerna flyttat sig. Förändringar i båda dessa variabler kan redan idag utläsas ur Riksskogstaxeringens data. Registrering sker både av vitalitet och av förmodad dödorsak.

Åtgärder för att begränsa koldioxid

Åtgärder för att begränsa koldioxid kan delas in i dels åtgärder som ökar biomassan och därmed förråder inbundet kol, dels metoder som leder till minskad emission av växthusgaser. I Sverige är minskad gallring den främsta åtgärden för att öka kolinbindningen. Minskad emission åstadkoms genom olika markåtgärder.

Gallring

Flera studier har visat att minskad gallring leder till ökad mängd bundet kol. Detta gäller såväl kol inbundet i träd som kolförrådet i marken. Denna åtgärd är dock inte invändningsfri då den kommer i konflikt med andra mål för skogsbruket. Utebliven gallring leder till minskad råvara för biobränsle, samt större risk för skogsbränder och insektsangrepp. Gallring leder till minskat kollager i biomassa och mark, samt risk för utarmning av biologisk mångfald. Gallringsrester ger dock råvara till biobränsle som kan leda till minskad användning av fossila bränslen.

Det finns idag inte någon aktiv strategi för att använda gallring som ett medel för att påverka koldioxidhalten. Trots detta kan storskaliga, nationella mönster i gallringsbehov och frekvens ge en indikation på hur mycket kol som är uppbundet i skogen.

Inom Riksskogstaxeringen finns redan några variabler beskriver gallringen. Variabeln Åtgärdsförslag inkluderar åtgärden Gallring som ett förslag. I variabeln Huggningsklass ingår ogallrad skog som en klass. En sammanställning av bl.a. dessa variabler kommer att kunna användas för att skatta trender i hur mycket kol som är uppbundet i skogen.

Dikad torvmark

Dikad skogsmark med högt organiskt innehåll är en stor källa för lustgas. Lustgas har ca 300 gånger så kraftig växthuseffekt som koldioxid, räknat som det s.k. GWP₁₀₀-talet (detta tal anger ett ämnes växthuseffekt per kg av ämnet på 100 års sikt i förhållande till 1 kg koldioxid). I och med att mycket åkermark planteras med skog ökar andelen av denna marktyp, vilket leder till ökade lustgasutsläpp. Genom att använda data från Riksskogstaxeringen går det att beräkna arealen som upptas av dikad skogsmark med högt organiskt innehåll. Detta kan sedan användas för att skatta trender i potentiell lustgasemission från skogsmarken.

Vatten och vattenorganismer

Tidsserier

Det viktigaste för att kunna upptäcka klimatrelaterade förändringar i vatten och hos vattenorganismer är homogena tidsserier i referensvatten. Serierna måste vara homogena med avseende på såväl plats och tidpunkt för provtagning, som på provtagnings- och analysmetodik.

Många vattenlevande organismer uppvisar stora årstidsvariationer. Det finns även en stor rumslig variation. Detta sammantaget leder till att det är av yttersta vikt att tidsserier hålls homogena över tiden.

Den Svenska miljöövervakningen i stort och även vattendirektivet bygger i många delar på jämförvärden med förhållanden i referensvatten. Tidigare miljöövervakningsdata har visat att de referensvatten vi har idag inte är statiska, utan varierar ibland stort mellan år. Till följd av denna variation är det viktigt att behålla referensvatten, för att kunna avgöra hur påverkade vatten står sig i förhållande till referenserna.

Plankton

Vid ett förändrat klimat förväntas de största förändringarna hos plankton ske under senvinter och tidig vår. Detta är förändringar som är relaterade till förändrad issituation, med tunnare eller utebliven is, tidigare islossning, och isar utan snötäcke. Tidigare islossning och högre vårtemperaturer i vattnet ger tidigare vartillväxt av växtplankton, vilket i sin tur leder till förändringar i vattenkemi. De främsta förändringarna till följd av planktontillväxt är stigande pH minskande kiselkoncentration.

För att inkludera de förmodade förändringarna planktontillväxt i miljöövervakningen bör provtagningen utökas så att den omfattar de årstider då vi förväntar oss stora förändringar, dvs. senvinter och tidig vår. Idag startar provtagningen av plankton i april vilket är för sent för att övervaka dessa effekter. En effektiv övervakning bör inkludera dels provtagning under isen, dels provtagning som startar direkt efter islossningen.

Bentiska evertebrater

Om vi får ett varmare klimat kan vi förvänta oss en förändrad artsammansättning bland de akvatiska evertebraterna. Dels kan vi få effekter som ett direkt svar på förändringar i vattentemperatur. Vissa s.k. kallvattenarter riskerar att utgå medan mer värmekrävande arter kan expandera eller tillkomma genom invandring eller införsel. Dels kan vi få sekundära effekter genom förändrade näringsvävar. Med ett varmare klimat kan vi förvänta oss en förändrad trädartsammansättning. Mest troligt är en förändring från barr- till lövträd. Om detta sker längs vattenförekomster kommer det att leda till förändringar i nedbrytarsamhället, vilket i sin tur kan leda till förändrade näringsvävar hos den bentiska makrofaunan.

Trots dessa förmodade förändringar är den övervakning av akvatiska makrovertebrater som sker idag så pass fullständig att vi kommer att kunna upptäcka effekter i artsammansättning av ett förändrat klimat, utan att övervakningen modifieras. För att kunna relatera de förändringar vi ser till artsammansättningen under tidigare värmeperioder vore det önskvärt att ta fler sedimentprover från sjöar att ha som referensmaterial. Dels för att se hur abundansförhållandena varierat mellan olika klimatperioder, dels för att undersöka andelen nyintroducerade arter jämfört med artpoolen under tidigare värmeperioder.

Fisk

Sötvattenslevande fisk är en grupp organismer som förväntas reagera på ett förändrat klimat. Med ett mildare klimat förväntas långtgående negativa konsekvenser till följd av ökande vattentemperatur. Idag sker provfiske med bottensatta nät i alla djupzoner i sjöar, medan pelagiska nät sätts från ytan till några meter över botten i den djupaste delen av sjöar. I samband med provfisket i juli och augusti mäts vattentemperaturen genom vattenprofilen. Genom denna övervakning har vi kunskap om vilka arter och storleksklasser som befinner sig i olika temperaturzoner. Denna kunskap kan användas för att predicera effekter av högre vattentemperaturer till följd av ett varmare klimat. Erfarenhetsmässigt vet man också att tidpunkten för isläggning är en faktor som styr fiskartsammansättningen.

Den viktigaste förändringen som måste till i dagens miljöövervakningsprogram för att spåra effekter av ändrat klimat på fiskesamhällen är att få bättre data på klimatrelaterade miljövariabler. Ett relativt enkelt sätt att åstadkomma detta är att utöka övervakningen av vattentemperaturen i provfiskevattnen till flera gånger per dygn med hjälp av automatiska temperaturloggar. Ytterligare en relativt enkel åtgärd är att instruera kontrakterade provfiskare att även kontrollera datum för isläggning respektive islossning. Med hjälp av dessa data skulle det vara möjligt att förutspå om några fiskarter utgått eller riskerar att utgå till följd av ändrade temperaturförhållanden.

Flödesregim i tillrinningsområden är en annan variabel som skulle vara intressant att kunna övervaka studera effekter på fiskesamhället. Vid ett förändrat klimat förväntas mer nederbörd och fler extremhändelser. Dessa klimatiska variabler påverkar flödet i tillrinningsområdena vilket i sin tur förväntas påverka artsammansättningen och/eller dominansförhållanden i sjöar.

Vattenkemi

Den mest påtagliga effekten av ett mildare klimat är högre vattentemperatur och i förlängningen av detta även förändrad issituation. Förändrade temperaturer leder också till förändringar i skiktningen respektive vår- och höstomblandningen i sjöar. Detta kan medföra större skillnader i vattenkemi såväl som i artsammansättning mellan ytvatten och djupvatten. En kraftig skiktning kan medföra syrebrist i lägre skikt.

De mätningar av vattentemperatur som sker idag är inte fullständiga och är svåra att koppla till effekter av ett förändrat klimat. Idag mäts vattentemperatur i ytvatten vid ordinarie provtagningstillfällen, vilket är som mest 1 gång per månad under tiden april till oktober. Detta ger ingen information om hur temperaturen varierar med djupet eller hur temperaturen varierar mellan provtagningstillfällena. För att få mer tolkningsbara temperaturdata föreslår vattenexperter att man övergår till automatisk vattentemperaturmätning med avläsning på olika djup och flera gånger per dygn. Detta skulle ge information om såväl dygnsvariation som skiktning och vår- och höstomblandning. Ytterligare vital information för att förstå effekter på biologiska processer är data på tidpunkt för isläggning respektive islossning.

En variabel som är starkt kopplad till skiktningen i sjöar är löst syrgas. Därför vore det bra att även mäta denna variabel på olika djup för att kunna följa upp eventuella effekter av ett mildare klimat. Detta skulle innebära en ordentlig utökning av registreringen av syrgas jämfört med idag då denna variabel bara registreras i ett urval av de sjöar som ingår i den nationella miljöövervakningen. Eftersom syrgas är starkt kopplad till primärproduktionen vore det bra att även mäta några makronäringsämnen på olika djup, förslagsvis fosfat och nitrat.

Ytterligare en förändring som man anser vara klimatrelaterad är vattenfärg. Mildare klimat leder till större avrinning som för med sig organiskt material och lerpartiklar vilket ger mörkare vattenfärg. Detta föranleder dock inte några förslag till förändringar av övervakningen då vattenfärg redan ingår i övervakningsprogrammen.

Forskning och analys av miljöövervakningsdata från vattenövervakningen har visat att de flesta ingående variabler reagerar på observerade svängningar i klimatet. Det finns dock inte något gemensamt mönster varför det är svårt att uttala sig om enskilda variabler. Dessa resultat visar dock att det är viktigt att behålla nuvarande övervakningsprogram, men med vissa utökningar för att få mer tillförlitliga temperaturdata, och för att kunna studera skiktningen. Det är också viktigt att behålla tidsserierna homogena för att kunna studera tidsmässiga trender, och för att ha jämförbara referensvärden.

Avslutande kommentarer

Denna rapport är enligt uppdraget framställd efter kontakter med experter inom svensk miljöövervakning. Följande personer har bidragit Lars Eriksson, IMA, SLU, Andres Glömskär, NVB, SLU, Kerstin Holmlund, FiV, Richard K. Johnson, IMA, SLU, Ola Löfgren, SML, SLU, Gunnar Persson, IMA, SLU, Leonard Sandin, IMA, SLU, Gesa Weyhenmeyer, IMA, SLU, Anders Wilander, IMA, SLU, Eva Willén, IMA, SLU.

Rapporten ska ses som en första sammanställning av tankar och idéer hos olika experter inom miljöövervakning. Utredningen är baserad på vad de olika experterna har angivit som förslag på förändrad övervakning. För att gå vidare behövs både kvantitativa och operationella utvärderingar av de föreslagna förändringarna. En utveckling bör ske i samråd med operationellt och vetenskapligt ansvariga för respektive övervakningsprogram.

I denna rapport finns inga ekonomiska kalkyler. De tillfrågade har dessutom inte fått några instruktioner om att föreslagen ska rymmas inom vissa budgetramar. Trots att det inte funnits några ekonomiska begränsningar i vad de tillfrågade personerna fick önska sig i form av förändringar kan de flesta förslagen genomföras med låga eller ytterst måttliga ekonomiska tillskott. De flesta förändringar som föreslås är dessutom relativt enkla att åstadkomma. För den terrestra övervakningen rör det sig mestadels om enstaka moment. Den största förändringen inom den akvatiska miljöövervakningen är utökad provtagning till under isen och tidigare på våren, samt en utökad provtagning för kontroll av syrgas i vatten.