



• Dimman lättar över skogen i Norunda en tidig morgon i september. Bild från en av ICOS övervakningsstationer.

ICOS – en ny infrastruktur för forskning om växthusgaser

ICOS – Integrated Carbon Observation System – är en ny europeisk forskningsinfrastruktur för studier av växthusgaser i Europa och angränsande regioner. Svenska ICOS arbetar bland annat för att ta reda på hur Sveriges totala växthusgasbudget ser ut. Projektet kommer att stärka svensk växthusgasrelaterad forskning. Resultaten kommer att ligga till grund för miljö- och klimatarbete på nationell och regional nivå.

✍ MARGARETA HELLSTRÖM, ANDERS LINDROTH & MAJ-LENA LINDERSON, LUNDS UNIVERSITET

DET FINNS STARKA kopplingar mellan den globala kolcykeln och klimatsystemet, med både naturliga och antropogena källor till de viktigaste växthusgaserna koldioxid och metan. Samtidigt fungerar skogar och hav som sänkor för växthusgaser, och bidrar därmed till att minska deras koncentration i atmosfären. Vi känner i dag relativt väl till många av de processer som styr upptag och utsläpp av växthusgaser från hav,

mark och vegetation och därmed påverkar klimatet. Men detaljerna kring hur utbytet av växthusgaser i sin tur svarar på förändringar i klimat, artsammansättning eller markanvändning på lokal och regional nivå är fortfarande långt ifrån klarlagda. Hur stor variation som finns i ekosystemens kolbalans, både mellan olika platser och mellan olika år, är också viktigt att veta. Därför är det nödvändigt att utbytet av

växthusgaser mellan atmosfären och flera olika vegetationstyper studeras under lång tid – 20 år eller mer.

Förutom bidraget till ”allmänna ekosystemstudier” är systematiska mätningar av växthusgaser i atmosfären en viktig del av miljöövervakningen. Det gäller inte minst med tanke på kontrollen av internationella åtaganden om till exempel minskning av koldioxidutsläpp. Men det är inte bara en total bild av utsläp-

pen som är intressant – det blir allt viktigare att skilja mellan mänskliga och naturliga bidrag. Dessutom vill man kunna visa var växthusgaserna släpps ut och var de tas upp, liksom hur detta varierar under året.

För Sveriges del innebär detta att vi behöver kunna redogöra för:

- direkta källor – till exempel förbränning av fossila bränslen
- mer diffusa källor – till exempel jordbruk och avskogning
- upptag och utsläpp från vegetationen i ”semi-naturliga” ekosystem – till exempel skogar, hedar och våtmarker.

ICOS

ICOS – Integrated Carbon Observation System – är en ny europeisk infrastruktur för forskning om växthusgaser. Systemet syftar till att ge mätdata och annan information för att så exakt som möjligt kunna beräkna växthusgasbalansen i Europa och angränsande regioner. ICOS ska även förbättra förståelsen för de processer och mekanismer som styr ekosystemens samspel med klimatet.

Nu byggs ICOS upp som ett nätverk av standardiserade mätstationer som långsiktigt och med hög precision och noggrannhet ska mäta koncentrationer och flöden av växthusgaser i atmosfären. Utifrån mätdata kan forskare så beräkna hur stora de naturliga flödena av växthusgaser till och från ekosystem är, och jämföra dessa med vad som kommer från förbränning av fossila bränslen.

EU-kommissionen stöttar planeringsfasen av projektet. Sedan är det upp till enskilda medlemsländer att finansiera själva genomförandet, inklusive byggandet av mätstationer, gemensamma laboratorier och temacentra. För närvarande är 17 länder partners i ICOS EU. Förutom Sverige deltar även Belgien, Danmark, Finland, Frankrike, Irland, Israel, Italien, Nederländerna, Norge, Polen, Portugal, Schweiz, Spanien, Storbritannien, Tjeckien och Tyskland.

Svenska ICOS

I Sverige stöttar Vetenskapsrådet uppbyggnad och drift av den svenska delen av ICOS. Rådet har initialt gett finansiering för fem år, men avsikten är att projektet ska kunna drivas under en längre tidsperiod.

Svenska ICOS är ett samarbete mellan Lunds universitet, Göteborgs universitet, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Abisko naturvetenskapliga station (under ledning av Polarforskningssekretariatet) och Stockholms universitet. Projektledare är professor Anders Lindroth, Lunds universitet.

Sveriges ICOS-stationer

Totalt kommer sex fältstationer att ingå i det svenska nätverket. Alla kommer att utrustas med instrument för studier av växthusgasutbytet från det lokala ekosystemet. Tre av stationerna kommer också att utrustas med cirka 150 meter höga master med utrustning för atmosfärsmätningar (se karta på sidan 24).

Det viktigaste kriteriet för var stationerna ska placeras har varit att täcka upp typiskt svenska förhållanden och biotoper. I ett europeiskt ekosystemperspektiv finns det mycket som är unikt med Sverige och Skandinavien, till exempel våra boreala skogar och subarktiska tundror. Det är just på våra breddgrader som de snabbaste och största effekterna av de pågående klimatförändringarna kan förväntas.

Sveriges yta domineras av gran- och tallskogar. Därför har tre stationer placerats i produktiv brukad skogsmark, nämligen vid Svartberget (Västerbotten), Norunda (Uppland), och Hyltemossa (Skåne). Skandinavien täcks också av stora våtmarker och därför ligger två av fältstationerna vid sådana: Stordalen (Lappland) och Degerö (Västerbotten). Stordalen ligger dessutom i det känsliga subarktiska Abisko-området, där permafrosten nu börjar försvinna i allt snabbare takt. Slutligen kommer en fältstation, Lanna (Västergötland), att placeras på jordbruksmark där bland annat påverkan av olika gödslings- och bruksmetoder på utsläppen av lustgas och koldioxid kan studeras i detalj.

Så fungerar ICOS-stationerna

Alla stationer i ICOS-nätverket kommer att utrustas med mätinstrument av hög kvalitet enligt en gemensamt utarbetad specifikation för att säkerställa att observationerna håller hög noggrannhet. Mätningar och kalibreringar ska följa detaljerade standardiserade protokoll för att garantera en jämn datakvalitet. Fältstationerna kommer att vara fullt utrustade med el, internet och personal året runt. Mätprogrammet kommer att stötta av analyslaboratorier och temacentra som drivs gemensamt av medlemsländerna anslutna till ICOS EU.

Vid atmosfärsstationer (ATM) samlas luftprover in en bit upp i det så kallade gränsskiktet, vanligen på något hundratal meters höjd över marken. På den nivån beror koncentrationerna av växthusgaser inte direkt på lokala förhållanden vid marken, utan reflekterar utsläpp och upptag från ett större område. Vädermönster och vindrörelser transporterar luftpaket förbi atmosfärsstationens gasintag, ofta från hundratal eller tusentals kilometers avstånd. Från intaget leds gasen kontinuerligt ner till en mätplats där koncentrationerna av ▶



▲ En schematisk illustration av hur en kombinerad ICOS-mätplats kan se ut: I toppen av den höga masten (på 100–150 meters höjd) är gasintag och mätutrustning för atmosfärsmätningar placerade (ATM), medan majoriteten av instrumenten för mätningar av det lokala ekosystemet är monterade strax ovanför trädtopparna (ECO). Dessutom utförs mätningar av nederbörd, marktemperatur, biomassa tillväxt etc. i nära anslutning till masten.



- ▲ Atmosfärisk station
- Ekosystemstation

▲ Kartan visar placeringen av mätstationerna inom Svenska ICOS nätverk. Alla sex mätplatserna kommer att vara värddar för en ekosystemstation. De tre skogsstationerna, markerade med vimplar, kommer därtill att utrustas med atmosfärstationer placerade i höga master. Cirkelarna indikerar de ungefärliga upptagningsområdena runt varje atmosfärstation. Kartans färger representerar marktäcketyper: grönt=skog, gult=jordbruksmark, rött=bebyggelse, beige=kalfjäll, lila=våtmark.

- ▶ vissa gaser som koldioxid, metan och kolmonoxid mäts. Dessutom tas regelbundet luftprover för senare laboratorieanalys av ovanligare gaser som svavelhexafluorid och olika radioaktiva isotoper.

Ekosystemstationer (ECO) är inriktade på att beskriva det lokala ekosystemets utbyte av växthusgas (inklusive vattenånga) – och energi – med atmosfären. Koncentrationer och flöden av vattenånga och koldioxid, men även metangas och i förekommande fall lustgas, mäts precis ovanför ekosystemet. Dessutom registreras kortvägig och långvägig strålning, vindhastighet och vindriktning, lufttemperatur, nederbörd och andra meteorologiska parametrar. Även egenskaper hos marken och vegetationen mäts regelbundet. Bland annat mäts marktemperatur, markvattenhalt och biomassatillväxt flera gånger per dag. Kol- och kvävehalten i mark och biomassa, liksom mängden bladytta per kvadratmeter, mäts någon eller några gånger per år.

Data och resultat fritt tillgängliga

Alla data från fältstationerna som ingår i ICOS-nätverket kommer att samlas i en fritt tillgänglig, central databas. Mätdata i sig är av stort intresse för många olika forskargrupper. De får tillgång till ett unikt, standardiserat och långsiktigt datamaterial från viktiga ekosystem över hela Europa. Ett minst lika viktigt mål för ICOS är att ta fram

mer avancerade syntesdataprodukt som, förutom inom forskningen, kan användas av intressenter på många olika nivåer, allt ifrån politiker, myndigheter och tjänstemän till intresseorganisationer, näringslivet och allmänheten.

Koldioxidkartorna visar exempel på en typ av dataprodukt i kartform så som den hittills sett ut. De visar en jämförelse av Europas totala koldioxidbudget för sommarmånaden juli under åren 2002 och 2003. Medan växtsäsongen under 2002 var normal, med koldioxidupptag i stora delar av Europa, så innebar den kraftiga värmebøljan under 2003 att stora delar av kontinenten blev en kraftig källa för koldioxid. Värdena har beräknats med atmosfärsdata från dagens relativt glesa nätverk av mätstationer. Noggrannheten och den rumsliga upplösningen för en sådan modell är i hög grad beroende av kvaliteten på gasdata och fördelningen av mätstationer. Målet för ICOS är att producera en daglig kartläggning av källor och sänkor i skala ner till ca 10 km – alltså mycket bättre än vad som är möjligt för närvarande (se figuren nedan).

Mätningarna får ännu bredare användning

Mätstationerna inom ICOS ska, förutom för de egna programmen för mätning och övervakning av växthusgas, även fungera som värdar för andra kortsiktigare forsknings-

▶ INFORMATION OM ICOS STATIONER

Mer information om de olika stationerna kan fås från följande kontaktpersoner:

- Achim Grelle, SLU (Svartberget), achim.grelle@slu.se
- Christer Jonasson, Polarforskningssekreteriet (Stordalen), christer.jonasson@ans.kiruna.se
- Leif Klemedtsson, Göteborgs universitet (Lanna), leif.klemedtsson@dpes.gu.se
- Anders Lindroth, Lunds universitet (Norunda och Hyltemossa), anders.lindroth@nateko.lu.se
- Mats B. Nilsson, SLU (Degerö), mats.b.nilsson@slu.se

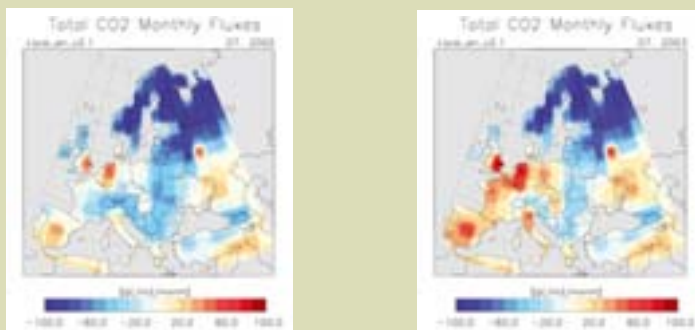
projekt, till exempel inom meteorologi, biologisk mångfald, mark- och jordstudier, kvävenedfall och hydrologi. Detta samarbete förväntas leda till starka synergieffekter, till exempel möjlighet att studera hur olika fenomen i miljö och ekosystem växelverkar med varandra och med klimatsystemet.

✉ **MARGARETA HELLSTRÖM**
margareta.hellstrom@nateko.lu.se

✉ **ANDERS LINDROTH**
anders.lindroth@nateko.lu.se

✉ **MAJ-LENA LINDERSON**
maj-lena.linderson@nateko.lu.se

Centrum för miljö- och klimatforskning (CEC), Lunds universitet



▲ Uppskattad total koldioxidbudget för Europa under sommarmånaden juli år 2002 (vänster) och 2003 (höger), beräknat med modellen LSCE AN v2.1. Blå områden, som till exempel i större delen av Skandinavien, representerar sänkor för koldioxid med ett netto-upptag, medan gul och röd skuggning markerar de områden där betydligt mer koldioxid släpptes ut i atmosfären än vad som togs upp. I kontrast till det genomsnittliga året 2002, fick den kraftiga värmebøljan 2003 en dramatisk effekt på ekosystemens förmåga att absorbera koldioxid under växtsäsongen. Från Carboscope (www.carboscope.eu).

▶ MER INFORMATION

- "ICOS, ett nät av mätstationer för klimatforskning" – presentation på Vetenskapsrådets webbplats www.vr.se (under Forskning vi stödjer>Forskningsmiljöer>Omfattande infrastrukturer)
- "Skogens kolbalans bestäms av upptag och utsläpp" – Achim Grelle i Formas Fokuserar: Sverige i nytt klimat – våtvarm utmaning (Formas Fokuserar 16, Formas, Stockholm 2010, ISBN 978-91-540-6040-5)
- Svenska ICOS webbplats www.icos-sweden.se
- ICOS EU:s webbplats www.icos-infrastructure.eu