

# Skogsbrukets bidrag till ett bättre klimat



KUNGL. SKOGS- OCH LANTBRUKSAKADEMIENS  
TIDSKRIFT

Nummer 4 • 2010  
Årgång 149

*Ansvarig utgivare* Åke Barklund, sekreterare och VD, KSLA

*Redaktör* Clas Fries

*Grafisk form* Ylva Nordin

*Omslagsfoton* IBL/John Foxx och Rottne AB

*Illustrationer* Bo Persson

*Tryckeri* Gävle Offset AB

*Tryckår/månad* 2010/09

*Upplaga* 900 ex.

*ISSN* 0023-5350

*ISBN* 978-91-86573-03-4

Samtliga av de senaste årens utgivna nummer finns tillgängliga som nedladdningsbara filer på akademiens hemsida [www.ksla.se](http://www.ksla.se).

# Skogsbrukets bidrag till ett bättre klimat



## Innehåll

Kolets kretslopp och dess koppling till skog, skogsbruk samt samhällets användning av trä och fossila bränslen – <i>Mats Olsson</i> .....	7
Ett globalt problem som måste lösas via global samverkan – <i>Hans Nilsagård</i> .....	15
Skogen bidrar bäst på olika vis i olika delar av världen – <i>Tomas Thuresson</i> .....	21
Nyttja skogen effektivt för att bromsa växthuseffekten – <i>Göran Örlander</i> .....	25

**Varje år flyttar vi människor** netto cirka fyra miljarder ton kol till atmosfären, främst genom att förbruka fossila bränslen, men även genom avskogning. Vi vet inte hur klimatet kommer att förändras på grund av detta, men de ekonomiska, politiska och geopolitiska konsekvenserna kan bli stora, skrämmande och katastrofala.

Samtidigt står många utvecklingsländer på tröskeln till en bättre ekonomisk levnadsstandard och avsevärt ökad energianvändning. Denna utveckling är nödvändig i en bättre framtida värld, men det innebär också att hela världen måste agera för att gemensamt hitta lösningar som minskar koldioxidutsläppen, men som också bidrar till en bättre ekonomisk situation i de fattiga länderna, till förnybar produktion av mat, materiel och energi. Skogsbruk och en klok markanvändning kommer att ha en nyckelroll i detta viktiga arbete.

I media diskuteras ofta om och hur skogen kan bidra till att bromsa växthusgasernas ökning i atmosfären. Åsikterna är många och utgår dessutom ofta från olika rumsliga skalor och olika tidsperspektiv. I denna skrift försöker KSLA:s Skogsskötselkommitté reda ut begreppen och förklara varför och hur skogen har en viktig roll i klimatarbetet.

Åke Barklund  
Akademiens sekreterare och VD

Tomas Thuresson  
Ordförande i Kommittén för skogsskötsel

## Författarna

**Mats Olsson**, professor i markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, Ultuna,  
*mats.olsson@mark.slu.se*

**Hans Nilsagård**, ämnesråd, Jordbruksdepartementet, Stockholm, *hans.nilsagard@agriculture.ministry.se*

**Tomas Thuresson**, Senior Consultant, Norskog/Norwegian Forestry Group, Oslo,  
*tomas.thuresson@norskog.no*

**Göran Örlander**, skogsskötselchef, Södra Skogsägarna, Växjö, *goran.orlander@sodra.com*

# Kolets kretslopp och dess koppling till skog, skogsbruk samt samhällets användning av trä och fossila bränslen

MATS OLSSON

*Processer i skogsekosystemen utgör en väsentlig del i kolets kretslopp och stora kolförråd finns i såväl levande vegetation som i mark. Men dessa påverkas starkt av skogsbrukets utformning och hur avverkad skog används. Skogen och skogsbruket har därigenom en stor potential att bromsa ökningen av koldioxid i atmosfären och därigenom växthuseffekten, särskilt i ett skogrikt land som Sverige.*

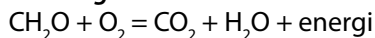
## Kolet cirkulerar mellan vegetation, mark och atmosfär

Det naturliga kretsloppet för kol (grundämnet C) i ekosystemen, till exempel i en skog, omfattar de två huvudprocesserna *fotosyntes* och *andning*, eller respiration. Med fotosyntes menas de gröna växternas upptag av koldioxid och inbyggnad av detta i olika kolföreningar, till exempel socker, cellulosa och lignin. För detta krävs solenergi. Med andning menas växternas och djurens omvandling eller oxidation av dessa kolföreningar till bland annat koldioxid och energi:

### **Fotosyntes:**



### **Andning:**



Det upptagna kolet återförs till atmosfären genom växternas egen andning. Bruttofotosyntesen minus andningen blir nettofotosyntesen. Men det återförs också genom andning hos de mikroorganismer som bryter ned växterna och deras förna. I en uppvuxen skog

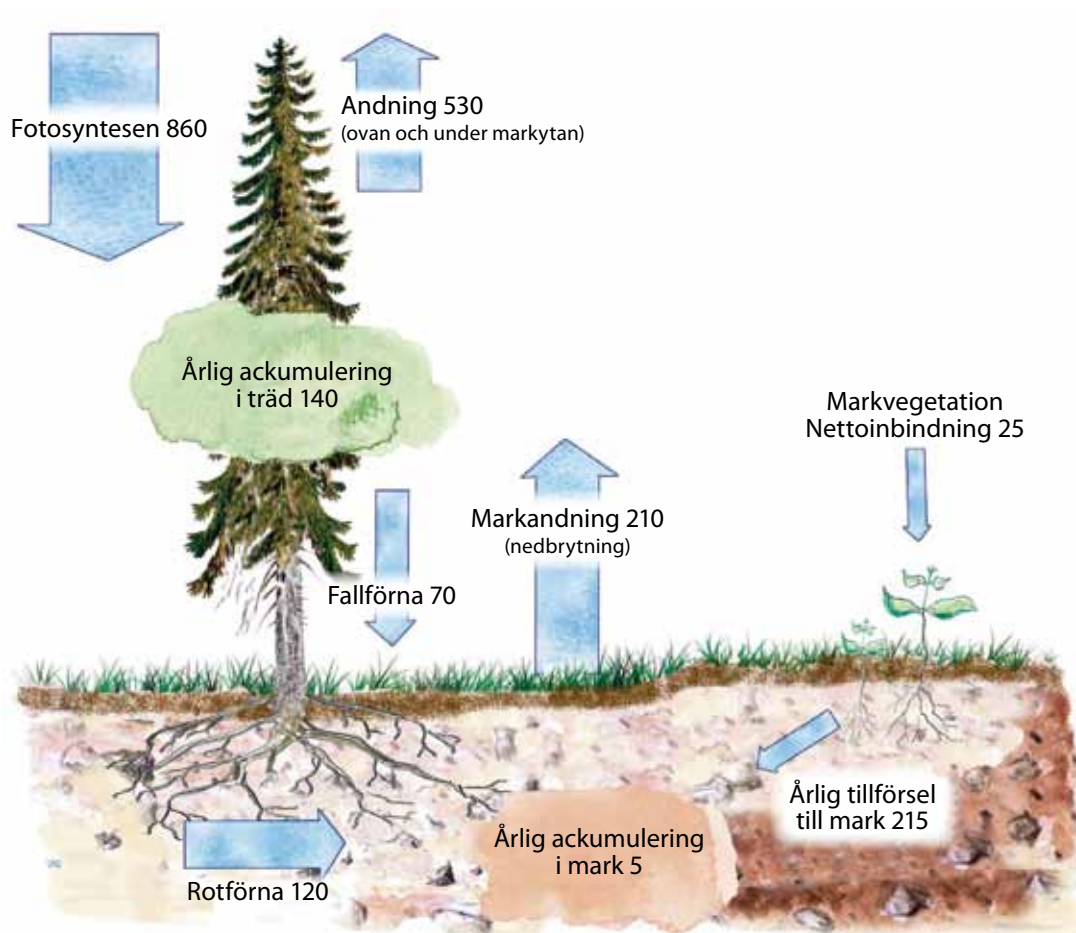
är växternas andningsförluster cirka 50 procent av bruttofotosyntesen. Men detta värde varierar med årstid, tid på dygnet och väderlek eftersom fotosyntesen till stor del bestäms av solinstrålningen medan andningen bestäms av temperaturen.

Nettofotosyntesen avspeglas i storleken på växternas tillväxt och biomassaproduktion, till exempel produktion av stråsäd eller talltimmer. Många växter ackumulerar biomassa i till exempel stam och rötter år från år, men mycket av den årliga tillväxten dör av under höst och vinter och tillförs marken som förna. Den biomassa som på så sätt tillförs marken utgör markorganismernas energikälla och bryts successivt ner. Under denna process återgår koldioxid till atmosfären och kretsloppet är slutet. Nedbrytningsresterna i form av dött organiskt material, ofta kallat *humus*, utgör markens kolförråd. Kolhalten i humus är ungefär 50 procent.

Skogens del i kolets flöden kan exemplifieras med data för en medelålders skog i mellersta Sverige (figur 1). Uppgifterna kommer från det Mistra-finansierade forskningsprogrammet Lustra som bedrevs 1999–2007.



## Kolflöden i skogsekosystemet, g C per m<sup>2</sup> och år



Figur 1. Kolflödet i en medelålders (40-årig) mellansvensk barrblandskog på mineraljord, från koldioxid i atmosfären till organiskt material i växter och via förna även i mark (g C per m<sup>2</sup>). Genom nedbrytning av dött organiskt material återgår koldioxid till atmosfären och kretsloppet är slutet. Observera att kol ansamlas i trädbiomassa och i viss utsträckning även i mark.

Genom fotosyntesen tog den studerade skogen upp 860 g C per m<sup>2</sup> och år. Genom trädens andning avgick 530 g, det vill säga trädens nettoinbindning var 330 g C per m<sup>2</sup> och år. Till detta kommer en årlig nettoinbindning till markvegetationen på 25 g C per m<sup>2</sup>. Av trädens nettoinbindning tillfördes marken årligen 70 g C per m<sup>2</sup> som fallförna samt 120 g C per m<sup>2</sup> som rotförna. Det betyder att träden förlorade drygt hälften (60 procent) av sin nettoinbindning som förna och att den årliga ackumuleringen av C i träden var ungefär 140 g C per m<sup>2</sup>. Marken tillfördes således ungefär 190 g C per m<sup>2</sup> från träden, samt dessutom 25 g C per m<sup>2</sup> som årlig förna från markvegetation.

Avgången av koldioxid från nedbrytning av organiskt material i marken var ungefär 210 g C per m<sup>2</sup> och år. Således vann marken i den här skogen ungefär 5 g C per m<sup>2</sup> och år, det vill säga marken var i detta fall en liten kolsänka (medelvärdet för svensk skogsmark på mineraljordar är ungefär 10 g C per m<sup>2</sup> och år). Av de 140 g C som årligen byggdes in per m<sup>2</sup> i trädbiomassa kommer ungefär hälften att föras ut ur skogen i samband med avverkning, medan avverkningsrester (grenar, stubbar, m m) tillförs marken som förna. (Efter Berggren Kleja m fl 2008.)



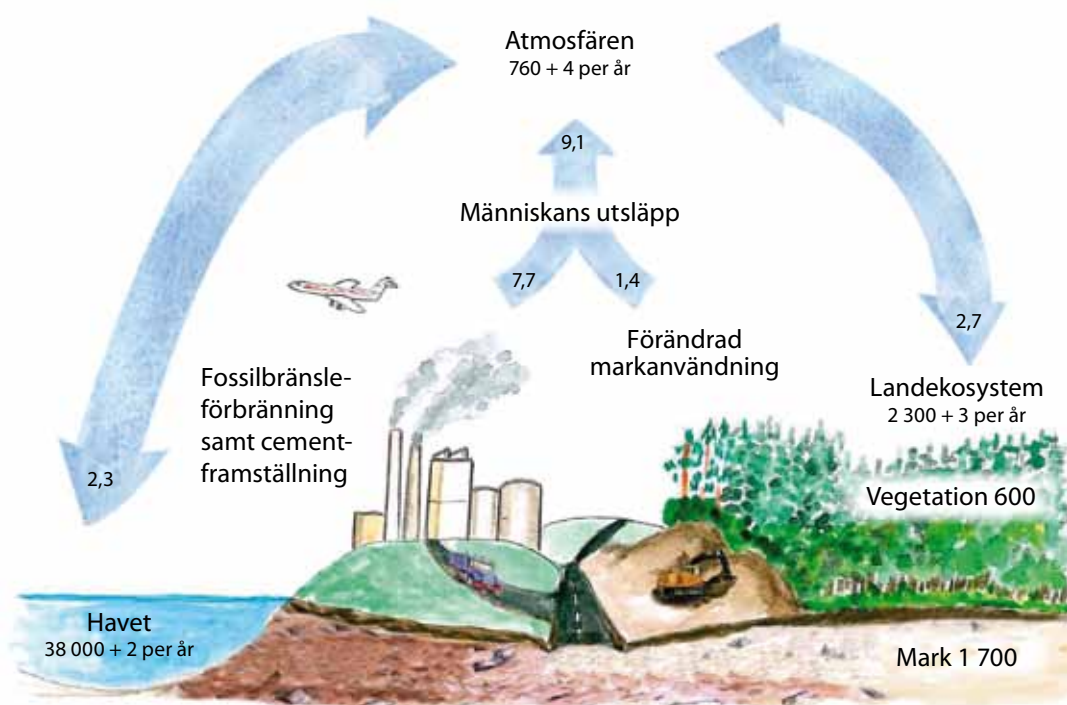
## Det globala kretsloppet

Globalt tar landekosystemen, främst skogarna, för närvarande upp 3 Gton (miljarder ton) kol årligen genom nettofotosyntesen (figur 2). Det är framförallt Europa, Nordamerika och östra Asien som bidrar till upptaget. Dessutom beräknas haven ta upp ungefär 2 Gton kol per år. Genom förbränning av fossila bränslen och tillverkning av cement släpps 8 Gton kol ut årligen. Utsläpp på grund av avskogningen av mark till annan markanvändning i tropiska länder, som Brasilien och Indonesien,

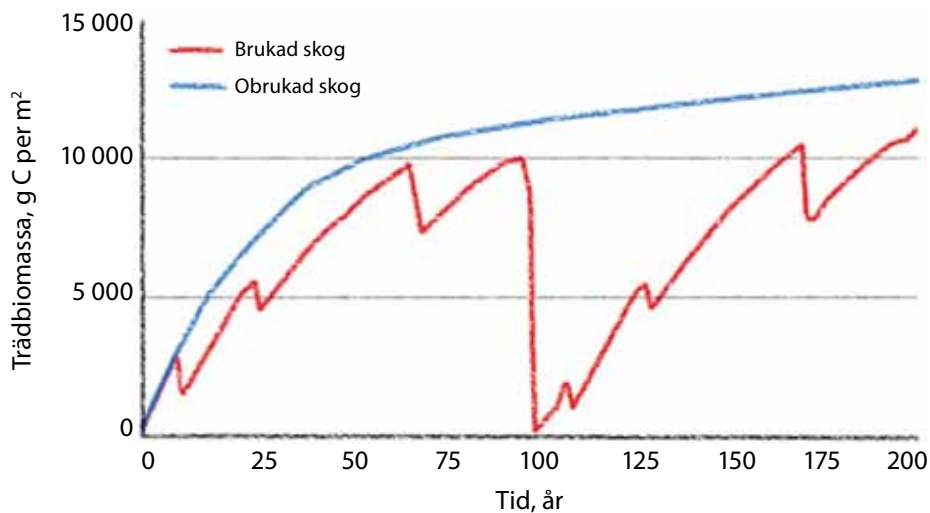
redovisas separat från övriga landekosystemet. Denna avskogning ger ett ytterligare årligt utsläpp på drygt 1 Gton kol.

Utsläppen minus upptaget (cirka 4 Gton kol) ansamlas i atmosfären med stigande koldioxidhalter som följd. Den mängd koldioxid som på detta sätt tillförs atmosfären ökar år från år och under perioden 2000–2008 var ökningstakten 3,4 procent per år, jämfört med 1,0 procent under föregående 10-års period (Le Quéré m fl 2009).

## Kolets globala kretslopp



Figur 2. Människans globala utsläpp av växthusgaser samt flödena mellan atmosfär och landekosystem respektive hav. Flödespilarna anger antal Gton per år. För atmosfär, landekosystem (vegetation och mark) samt hav anges kolförråd plus årligt förändring i Gton C.



Figur 3. Utvecklingen av mängden trädbiomassa (g C per m<sup>2</sup>) över tiden (år) i brukad skog vid normal skötsel med gallringar och slutavverkning vid 100 år (röd linje), samt obrukad skog (blå linje). Eventuella störningar i form av till exempel bränder och stormfällningar är inte beaktade. (Baserat på COUP-modellering av Magnus Svensson inom Lustra-programmet.)

### Kolförråd i Sveriges skogar ökar – en viktig kolsänka

I takt med sin tillväxt ackumulerar träden i skogen kol i stam, grenar, stubbe och rötter. Vid röjningar och gallringar förs biomassa ut ur skogen och kolförrådet minskar tillfälligt. Efter slutavverkning sjunker kolförrådet i de levande träden till noll. Man bör dock notera att kolet i de delar av träden som inte tas omhand, till exempel i stubbar och rötter, inte släpps ut i atmosfären omedelbart utan istället överförs till markpoolen. Om skog återetableras påbörjas en ny cykel. I en obrukad skog ökar biomassa-förrådet kontinuerligt men med en avtagande takt för att slutligen nå ett nära jämviktsläge där naturligt avdöende och tillväxt balanserar varandra (figur 3). Störningar i form av bränder och stormfällningar stör naturligtvis detta mönster mer eller mindre.

Kolförrådet i Sveriges skogsbiomassa uppgår till ungefär 1 010 Mton (miljoner ton). Av detta finns cirka 55 procent i stamved medan

återstoden finns i barr, grenar, stubbar och rötter. Den årliga tillväxten är ungefär 110 Mm<sup>3</sup> stamved. Detta utgör ungefär 80 Mton total trädbiomassa med 40 Mton kol, motsvarande ett upptag av 145 Mton koldioxid att jämföras med samhällets utsläpp på cirka 45 Mton koldioxid årligen.

Det är viktigt att ha klart för sig att tillväxten inte innebär en bestående ökning av kolförrådet i skogarna, eftersom dessa avverkas. Men under många decennier har de årliga avverkningarna av skogen i Sverige varit lägre än tillväxten, vilket lett till en bestående upplagring av biomassa och kol i skogarna. Kolförrådet har under de senaste tio åren ökat med nära 8 Mton per år i genomsnitt, motsvarande ett upptag av 28 Mton koldioxid (Naturvårdsverket 2010), eller 45 procent av samhällets utsläpp. Variationen mellan enstaka år kan dock vara stor, eftersom avverkningsnivån varierar ganska mycket från ett år till ett annat.

Lagerökningen av kol i växande skog utgör således en viktig sänka för koldioxid. Med sänka menas att skogen ansamlar kol, det vill säga att den tar upp mer kol (som koldioxid) än vad den avger. Även om sänkan för närvarande är stor och betydande är det befogat med en viss försiktig inställning. Dels finns ett tak för hur mycket skog marken kan bära, dels är lagret inte med säkerhet bestående eftersom det kan ödeläggas av brand, storm eller insekter.

### Svårt uppskatta markens kolförråd

För Sveriges skogsmark är situationen mer komplicerad än för träden. För den del av arealen som utgörs av mineraljordar tycks det ske en ökning av kolmängden med ungefär 2 Mton C per år, medan den del som utgörs av torvmarker (se nedan) förlorar cirka 3 Mton C per år (Slutrapport från regeringsuppdrag Jo 2008/3958, 2009). Även om osäkerheten vad gäller skogsmarken är betydande så är slutsatsen att den för närvarande i Sverige sannolikt är en mindre källa av ringa betydelse, det vill säga svensk skogsmark är nettoavgivare av kol – om än en ganska liten sådan.

I kolsammanhang är emellertid skogsmarken intressant – kolförrådet är där avsevärt större än i träden och marken kan, beroende på skogsbruk och miljöförändringar, utvecklas mot en betydande sänka eller källa. Det totala kolförrådet i svensk skogsmark har uppskattats till ungefär 1 920 Mton C, alltså nära dubbelt så mycket kol som i träden. Skogsskötsel som kan öka kolförrådet i marken är till exempel kvävegödsling, byte av trädslag till gran och virkesrikare skogar. Klimatförändringarna bedöms leda till minskande kolförråd i marken orsakat av att en högre temperatur ökar nedbrytningshastigheten av markens organiska substans.

### Torvmarker

Av Sveriges produktiva skogsmark utgörs drygt en femtedel, 5 miljoner hektar, av torvtäckt mark. Detta är marker där organiskt material (torv) ansamlats genom högt grundvatten och därigenom syrebrist och långsam nedbrytning. Ungefär en och en halv miljon hektar av den torvtäckta marken är dikad och har beskogsats genom plantering eller naturlig igenväxning. På plussidan leder det till ökad skogsproduktion, vilket ökar upptaget av koldioxid. Men dikning och beskogning innebär också att grundvattenytan sänks och att torven därmed kan brytas ner. Beskogade torvtäckta marker kännetecknas därför ofta av krympande torvtäcken med koldioxidavgång som följd, men också med ett mer eller mindre kompenserande koldioxidupptag hos träden.

Även lustgas ( $N_2O$ ), som är en annan växthusgas, kan under vissa förutsättningar avgå särskilt på bördig torvmark. När grundvattenytan ligger nära markytan kan metan avgå, som också den är en växthusgas. Det är normalt inget problem på produktiv skogsmark eftersom grundvattenytan där inte ligger tillräckligt ytligt. Men metan kan vara en risk på blöta torvmarker utan skog. Globalt är metanavgång ett allvarligt problem när permafrosten smälter i torvmarker i arktisk miljö, till exempel i delar av Sibirien.

För beskogade torvmarker är dräneringstillståndet avgörande för mängden växthusgas som avgår till atmosfären. Underhåll och förbättring av diken leder till ökade avgångar av koldioxid och ibland även lustgas. De torvtäckta markerna har flera andra viktiga ekosystemfunktioner, till exempel för vattenkvalitet, och deras skötsel får betydelse för många av Sveriges miljö kvalitetsmål.

## Hur kan skogsbruket leda till sänkta utsläpp?

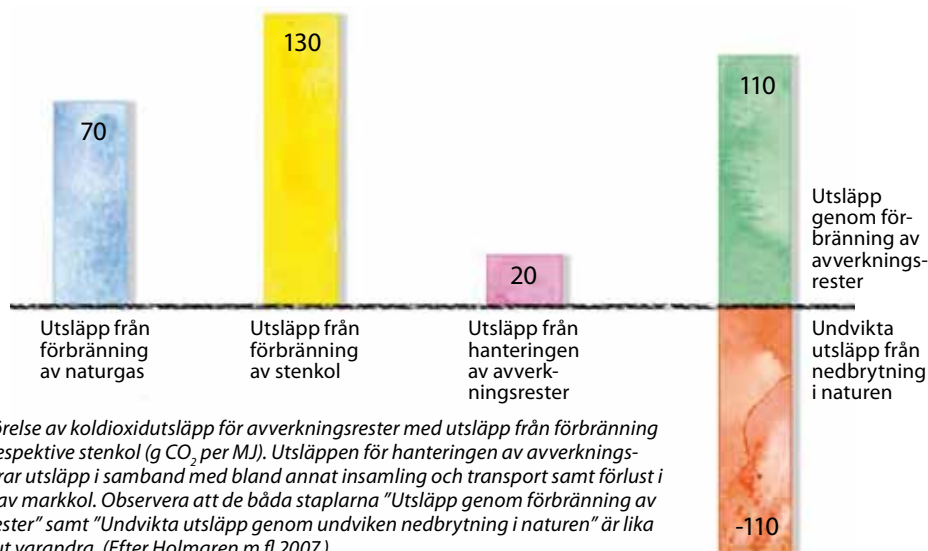
Kolets kretslopp i landekosystem är i allt väsentligt ett nollsummespel, sett i ett långt tidsperspektiv. All den koldioxid som ansamlas i biomassa kommer förr eller senare att återgå till atmosfären som koldioxid. En del återgår mer eller mindre direkt genom årsförnans (till exempel blad och finrötter) nedbrytning, en annan del, som till exempel grenar eller stubbar, först efter ett par decennier eller senare.

Även det som efter avverkning förs ut ur skogen och nyttiggörs i till exempel träbyggnader kommer att avge all sin upptagna koldioxid. Brännveden avger koldioxiden direkt. Pappersmassa och papper har kort varaktighet och koldioxiden har återvänt till atmosfären efter något tiotal år. Det som har längst varaktighet är trä som konstruktionsmaterial i till exempel hus och möbler. Men även här återgår koldioxiden till atmosfären inom decennier eller ett par sekler. Hus rivs och möbler kastas. Resterna kan brännas eller lämnas att brytas

ned. I båda fallen återgår kolet till atmosfären som koldioxid.

Om vi ökar mängden papper och mängden trä i samhället så utgör denna ökning i sig en koldioxidsänka. Man kan tala om en förlängning av skogssänkan ut i samhället. Om konsumtionen av skogsråvarubaserade produkter ökar på bekostnad av annat material som till exempel plast, aluminium och betong, så bör denna förlängda skogssänka öka.

Skogen och skogsbrukets verkliga och långsiktiga potential att minska samhällets utsläpp ligger främst i att *ersätta* andra produkter och material som vid sin framställning eller användning genererar koldioxid. Exempel på sådana produkter är fossila bränslen såsom olja, naturgas och stenkol, samt betong, stål, aluminium och plast. Den svenska skogens långsiktiga roll i de globala flödena bör således inte vara att i första hand påverka utbytet mellan ekosystem och atmosfär, utan att istället påverka flödena från samhället till atmosfären.



Figur 4. Jämförelse av koldioxidutsläpp för avverkningsrester med utsläpp från förbränning av naturgas respektive stenkol (g CO<sub>2</sub> per MJ). Utsläppen för hanteringen av avverkningsrester inkluderar utsläpp i samband med bland annat insamling och transport samt förlust i uppbyggnad av markkol. Observera att de båda staplarna "Utsläpp genom förbränning av avverkningsrester" samt "Undvikta utsläpp genom undviken nedbrytning i naturen" är lika stora och tar ut varandra. (Efter Holmgren m fl 2007.)

Trädbiomassan kan betraktas som nästan koldioxidneutral. Men ett sådant resonemang förutsätter att ny skog etableras som tar upp den mängd koldioxid som den avverkade skogen avger vid sin användning, till exempel som bränsle. Genom att utnyttja trädbiomassa och låta fossila bränslen ligga kvar i jordskorpan minskas därför varaktigt den mängd *ny koldioxid* som tillförs atmosfären (figur 4). Vinsten i form av lägre koldioxidutsläpp adderas från en skogsgeneration till nästa. De lägre utsläppen som blir resultatet av att ersätta andra material kallas för en *substitutionseffekt*.

Med systemanalytiska beräkningsmetoder har visats att om träbiomassa används som konstruktionsvirke (i till exempel byggnader), så motsvarar användandet av 1 ton C i träprodukter i medeltal 2,1 ton lägre utsläpp av C (Sathre & O'Connor 2010). Omräknat betyder detta att användandet av 1 m<sup>3</sup> träprodukter för konstruktionsändamål motsvarar en utsläppsminskning på ungefär 1,5 ton CO<sub>2</sub>. Om träbiomassa istället används som bränsle blir utsläppsreduktionen endast 0,5–1 ton C per ton C träbiomassa (Sathre & O'Connor 2010), det vill säga 0,4–0,7 ton CO<sub>2</sub> per m<sup>3</sup> träbiomassa.

Beroende på hur stor andel av en producerad kubikmeter skogsråvara som används i olika typer av konsumtion har substitutionseffekten i det svenska produktionssystemet beräknats till 600–800 kg koldioxid per avverkad kubikmeter (Larsson m fl 2009, se även kapitlet av

Örlander i denna skrift). Substitutionsvärdet av den svenska avverkningen (cirka 90 miljoner skogskubikmeter, m<sup>3</sup>sk, per år) kan därför beräknas till ungefär 60 Mton koldioxid per år. Det visar på den svenska skogens mycket stora och varaktiga betydelse för att minska utsläppen.

### Slutord

Sammanfattningsvis finns mycket stora kolförråd lagrat i skog och mark. Flödena i kolets kretslopp från fotosyntes till andning är också mycket höga. Genom ökat skogsförråd, bra markvård och genom skyddandet av våtmarker kan återflödet av kol till atmosfären åtminstone tillfälligt bromsas och bidra till att lindra växthuseffekten. Det är då också viktigt att beakta de kolförråd som byggs in i varaktiga träprodukter, till exempel i hus och möbler. Den långsiktigt viktigaste betydelsen för att lindra växthuseffekten har skogen genom att erbjuda ett förnyelsebart och koldioxid neutralt material som ersättning för fossila bränslen och energiintensiva material som plast och betong. Detta betyder att ett aktivt skogsbruk med klok användning av skogens produkter är den bästa strategin för att med skogens hjälp motverka ansamlingen av växthusgaser i atmosfären. Skogen erbjuder dock många olika sorters ekosystemtjänster. Det är viktigt att kunna balansera dessa mot varandra och att utveckla ett skogsbruk som tillgodoser flera behov.

## Referenser

- Berggren Kleja, D., Svensson, M., Hooshang, M., Jansson, P.-E., Langvall, O., Bergkvist, B., Johansson, M.-B., Weslien, P., Truusb, L., Lindroth, A. & Ågren G. 2008. Pools and fluxes of carbon in three Norway spruce ecosystems along a climatic gradient in Sweden. *Biogeochemistry* 89, 7–25.
- Holmgren, K., Eriksson, E., Olsson, O., Olsson, M., Hillring, B. & Parikka, M. 2007. Biofuels and climate neutrality – system analysis of production and utilisation. Elforsk, Rapport 07:35.
- Larsson, S., Lundmark, T. & Ståhl, G. 2009. Möjligheter till intensivodling av skog. Slutrapport från regeringsuppdrag Jo 2008/1885.
- Le Quéré, C. m fl. 2009. Trends in the sources and sinks of carbon dioxide. *Nature Geosciences* 2, 831–836.
- Naturvårdsverket. 2010. National Inventory Report 2010 Sweden.
- Sathre, R. & O'Connor, J. 2010. Meta-analysis of greenhouse gas displacement factors of wood product substitution. *Environmental Science & Policy* 13, 104–114.
- Slutrapport från regeringsuppdrag Jo 2008/3958. 2009. Flöden av växthusgaser från skog och annan markanvändning. SLU.

# Ett globalt problem som måste lösas via global samverkan

HANS NILSAGÅRD

*Halten av växthusgaser i atmosfären påverkas av aktiviteter runt om i världen. Utsläpp som sker på andra sidan jorden har samma betydelse för det svenska klimatet som utsläpp som sker på hemmaplan. Därför går inte en klimatförändring att bromsa med mindre än att länder kommer överens om att tillsammans begränsa utsläpp och öka upptaget av växthusgaser. Samtidigt skiljer sig förutsättningarna mellan olika länder åt. Det är heller inte lätt att fördela ansvaret för åtgärder mellan olika länder så att det uppfattas som rättvist.*

Allt sedan FN:s klimatkonvention 1992 har världens länder undan för undan kommit överens om gemensamma åtgärder för att minska risken för farliga klimatförändringar. I Kyoto-protokollet 1997 gjorde en rad i-länder åtaganden om att minska utsläppen av växthusgaser och hjälpa u-länder att genomföra åtgärder för att minska deras utsläpp och för att anpassa deras samhällsekonomier till ett förändrat klimat.

Sedan några år pågår förhandlingar för att komma överens om ytterligare åtgärder. Dels ska Kyotoprotokollet uppdateras eftersom nuvarande åtaganden endast gäller till och med 2012, dels måste man komma överens om åtgärder för att minska utsläppen även i länder som inte har åtaganden enligt Kyoto-protokollet.

## Internationella avtal omsätts i nationell klimatpolitik

Ett internationellt klimatavtal innebär inte i sig någon omedelbar påverkan på svensk klimatpolitik, inte heller på svenskt skogsbruk. Däremot ger det incitament för regeringar att ändra regelverk och bidragssystem för att uppnå

de åtaganden man gjort. Det är inte förrän man skapar nationella styrmedel som skogsnäringen påverkas. För Sveriges del gäller detta åtgärder såväl på EU-nivå som nationell lagstiftning, till exempel genom förändrade skatter och bidragssystem. Men det svenska skogsbruket påverkas också indirekt av styrmedel i andra länder som har inverkan på deras skogsbruks lönsamhet och konkurrenssituation.

## FN:s klimatkonferens i Köpenhamn

Förväntningarna inför klimatkonferensen i Köpenhamn (COP15<sup>1</sup>) i december 2009 var stora, inte minst i de europeiska länderna. Mötet var kulmen på flera års förhandlingar. Många hoppades att man skulle komma överens om en fortsättning på Kyotoprotokollets första åtagande som löper ut 2012 och att listan på länder som åtar sig att begränsa sina utsläpp kunde vidgas. Man nådde dock inte ända fram. Samtidigt kunde man redovisa resultat i några delar.

Copenhagen Accord<sup>2</sup> förhandlades fram mellan ledare för 29 länder från hela världen.

1. 15:e partsmötet (Conference of Parties) under FN:s klimatkonvention (United Nations Framework Convention on Climate Change).

2. Tillgängligt på: <http://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/11a01.pdf#page=4>. 2010-06-14.



Senare anslöt sig över 100 länder, motsvarande över 80 procent av världens utsläpp till texten. Överenskommelsen innehåller ett gemensamt mål om att begränsa framtida klimatförändringar till 2°C. Tvågradersmålet är en viktig konkretisering av klimatkonventionens mål om att ”undvika farlig klimatpåverkan”. Genom en gemensam målformulering ökar möjligheten att man i fortsatta förhandlingar kan komma överens om hur mycket utsläppen måste minska och om hur ansvaret för åtgärder ska fördelas mellan olika länder.

I-länderna lovade också både omedelbar och mer långsiktig finansiering för åtgärder i u-länder för att minska utsläpp av växthusgaser och anpassa länderna till klimatförändringar. Dels gavs löften om stöd på sammanlagt 30 miljarder USD för treårsperioden 2010–2012, dels utlovades ett långsiktigt ökande finansieringsflöde som år 2020 ska uppgå till 100 miljarder USD per år. Åtgärder i u-länders skogsbruk för att minska CO<sub>2</sub>-utsläpp (REDD+) uppmärksammades speciellt i överenskommelsen.

### REDD+ för u-länders skogsbruk<sup>3</sup>

Tanken med REDD+ är att u-länder ska få betalt för minskade CO<sub>2</sub>-utsläpp och/eller ökade CO<sub>2</sub>-upptag i sitt skogsbruk. Inriktningen är till en början att de ska få stöd för att etablera skogsinventeringssystem och förbättra den skogliga förvaltningen, medan ett formaliserat ersättningssystem baserat på genomförda utsläppsminskningar ligger längre fram i tiden. I Köpenhamn kom man i princip överens om ett ramavtal för REDD+. Oenighet rådde dock kring målformulering, krav på nationell ansats och exakt hur hänsyn ska tas till andra nyttigheter, till exempel biologisk mångfald och lo-

kalbefolkningars levnadsbetingelser.

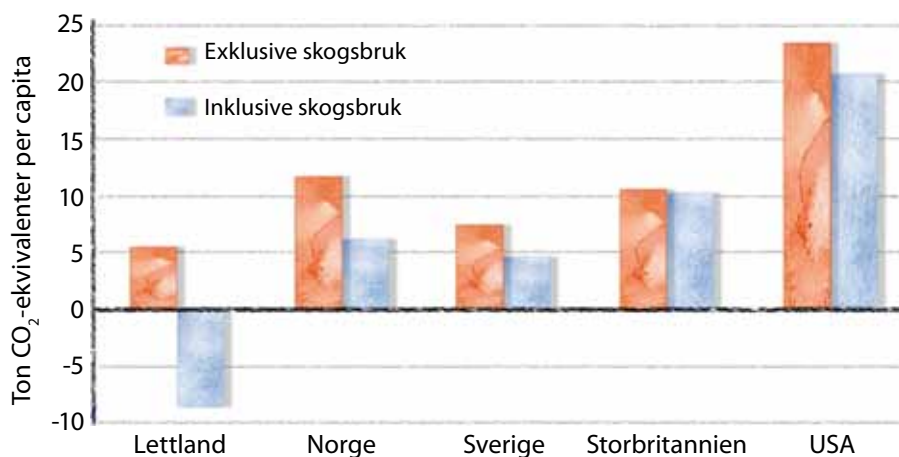
Ett slutgiltigt avtal om REDD+ förväntas utgöra en del av kommande klimatavtal som kanske kan utformas som en separat överenskommelse under 2010. Samtidigt är alla medvetna om att det fortfarande återstår många detaljerade frågor att förhandla om, inklusive hur det långsiktiga ersättningssystemet ska se ut.

### I-länders skogsbruk

I-länders skogsbruk ingår redan i Kyoto-protokollet, men regelverket som endast gäller för perioden 2008–2012 innebär att endast en liten del av skogens upptag räknas in och att förändringar på marginalen i praktiken inte påverkar den nationella bokföringen av koldioxidbalansen. Hur man i framtiden ska räkna in skogsbrukets upptag och utsläpp ingår som ett viktigt element i förhandlingarna om ett nytt avtal. Ett förändrat regelverk påverkar länders redovisade upptag och utsläpp och för länder med mycket skog kan effekterna vara betydande. I figur 1 visas totala utsläpp per capita utan respektive med skogsbruk för Sverige och några andra länder med olika förutsättningar. Under Köpenhamnsmötet två veckor fanns dock stort stöd för en kompromisslösning (se nedan) som tar stor hänsyn till länders olika utgångspunkter. För att regelverket ska komma till praktisk användning krävs dock att man på ett mer övergripande plan kommer överens om en fortsättning på Kyotoprotokollet eller ett motsvarande avtal.

Även på EU-nivå pågår parallella diskussioner om hur skogens kolflöden ska räknas in i nationella åtaganden inom ramen för EU:s klimat- och energipaket. Enligt paketet ska EU minska sina utsläpp med minst 20 procent fram

3. REDD står för *Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation*. När diskussionerna om klimatpåverkan av u-länders skogsbruk tog fart under 2005 låg fokus på utsläppen av CO<sub>2</sub> från avskogning. Sedan dess har begreppet fått en utökad innebörd, symboliserat av plustecknet. Idag är man överens om att även inkludera de positiva effekter som ett hållbart skogsbruk kan ge i form av ökad kolinlagring.



Figur 1. Redovisade totala utsläpp 2007 exklusive respektive inklusive skogsbrukets nettoppdrag av växthusgaser i skog och skogsmark. I redovisningen ingår all mark som definieras som skogsmark år 2007 inklusive skogsmark beskogad sedan 1990, medan mark som har avskogats sedan 1990 inte ingår. (Utsläppen på grund av avskogning är marginella för dessa länder och skulle inte märkbart påverka resultatet.) Per capita-utsläppen skiljer sig åt mellan länder där USA ligger högt över EU-länderna oavsett om man inkluderar skogsbruk eller ej. För skogsrika länder minskar redovisade utsläpp markant om man inkluderar skogsbruk, medan länder där skogsbruket är marginellt, till exempel Storbritannien, knappt påverkas alls. Lettland är ett extremfall där den totala kolbalansen inklusive skogsbruk innebär ett nettoppdrag för hela landet. Nettoppdraget i svensk skog och skogsmark är relativt lågt eftersom avverkningarna ligger ganska nära den årliga tillväxten. I Norge har avverkningarna minskat på senare år vilket innebär att det norska skogsbrukets nuvarande upptag per capita är betydligt större än i Sverige. (Källa: www.unfccc.org.)

till 2020, men ännu återstår att komma överens om hur skogens kolflöden ska räknas in. EU har också beslutat att öka andelen förnyelsebar energi till i genomsnitt 20 procent år 2020, där Sveriges beting är 49 procent. Målet om förnyelsebar energi kommer att öka efterfrågan på bioenergi, vilket kan få stor inverkan på skogens kolbalans.

### Gemensamma bokföringsregler blir en utmaning

Diskussionerna om hur man ska bokföra skogens kolflöden och den positiva klimateffekt som ges av att kol kan lagras i träprodukter har varit en följetong i de internationella förhandlingarna sedan Kyotoprotokollet i slutet av 1990-talet. Det finns flera olika aspekter som skiljer ut markanvändningssektorn och speci-

ellt skogsbruket från övriga sektorer som gör att man kan diskutera rimligheten i att värdera skogens kolflöden på exakt samma sätt som utsläpp av fossila bränslen:

- Skogens och skogsmarkens kolflöden är mycket stora och för skogsrika länder kan skogsbruket vara den enskilt viktigaste delen i kolbalansen. Räknas skogen in fullt ut kan den relativa betydelsen av insatser inom andra delar i den totala kolbokföringen minska.
- Det är svårt att kontrollera skogens upptag och utsläpp av CO<sub>2</sub> på samma sätt som andra sektorer. Händelser som skogsbränder, stormar och insekts- eller svampangrepp kan ge upphov till stora CO<sub>2</sub>-utsläpp från skogen och det är svårt att via ett regelverk tydligt skilja på vad som beror på mänskliga

- Möjligheterna att mäta och rapportera skogens kolflöden med stor noggrannhet är begränsade. Det gör att osäkerheten i de rapporterade kolflödena är stora i jämförelse med andra sektorer.
- Det finns en inbyggd målkonflikt mellan skogens olika klimatnyttor. Man kan åstadkomma stora omedelbara nettoeffekter genom att lagra kol i växande skog istället för att till exempel använda tillväxten för att producera bioenergi. Det är därför viktigt att man tar hänsyn till olika tidsperspektiv och inte kommer överens om regler som ger incitament till kortsiktiga åtgärder som inte är bra på längre sikt. Det kan snarare vara en fråga för den nationella klimatpolitiken och inte något som påverkar hur man ska räkna.

Skogens och skogsbrukets stora betydelse påverkar förhandlingarna och gör att man ofta hamnar i mycket svåra tekniska diskussioner. Länder har olika förutsättningar vilket gör att olika regler ger upphov till helt olika effekter på länders totala utsläppsredovisning, både vad gäller storleken på redovisade utsläpp och osäkerheten bakom dem. En generell utgångspunkt som kan tjäna som stöd när man diskuterar hur skogens kolflöden ska bokföras är IPCC:s tankar om hur man bäst utnyttjar skogens roll för klimatet, beskrivet i IPCC:s fjärde utvärderingsrapport<sup>4</sup> från 2007:

*”In the long term, a sustainable forest management strategy aimed at maintaining or increasing forest carbon stocks, while producing an annual sustained yield of timber, fibre or energy from the forest, will generate the largest sustained mitigation benefit ...”*

Under 2010 fortsätter förhandlingarna med en rad möten som avslutas med möte i Mexiko i slutet av året. Under 2011 kommer parterna att mötas i Tyskland och i Sydafrika. Efter Köpenhamnmötet har länderna varit ganska splittrade och ett avtal med nationella åtaganden i den storlek som behövs för att man ska nå tvågradersmålet kommer antagligen att kräva flera års förhandlingar.

### Ett möjligt framtida bokföringssystem för skogsbruk

Det finns flera olika alternativa bokföringsmodeller som kombinerar olika sätt att 1) *etablera referensnivå* och 2) *begränsa skogssektorns betydelse för den övergripande bokföringen*. Den kompromisslösning som alltmer har kommit i fokus innehåller en flexibel referensnivå i kombination med ett maxbelopp för varje i-land (eventuellt beräknad som en procentsats av 1990 års totala utsläpp exklusive LULUCF<sup>5</sup>). Den nationella referensnivån kan antingen baseras på historiska värden, till exempel 1990 års värde, eller bestå av en framåtsyftande projektion för den kommande åtagandeperioden, baserad på nuvarande klimatpolitik. Dessutom diskuteras en mekanism för att begränsa ansvaret för utsläpp på grund av orsaker som inte kan kontrolleras (till exempel vid skogsbränder och stormar), samt utvecklade regelverk för att bokföra kol som lagras i träprodukter, vilket på ett bättre sätt än idag redovisar träanvändningens positiva effekt för klimatet.

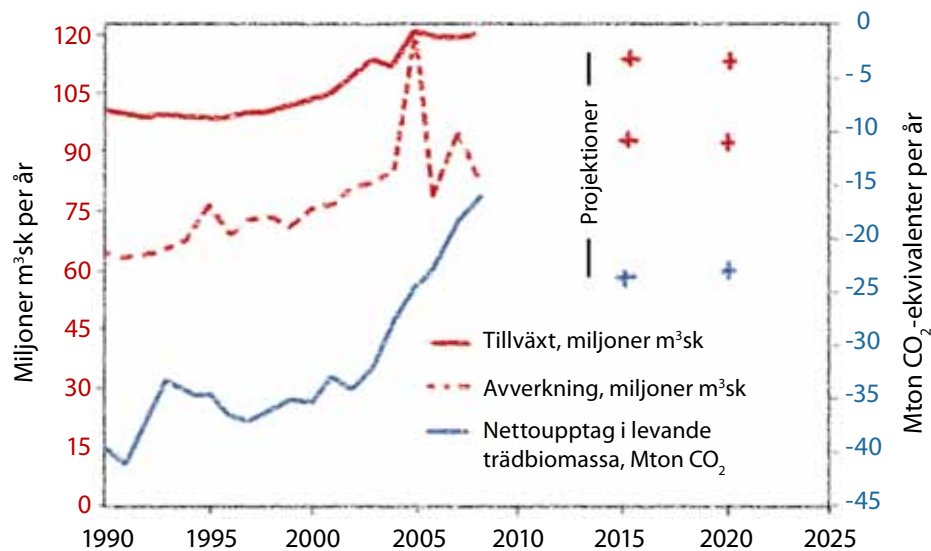
Under det svenska EU-ordförandeskapet sista halvåret 2009 tog EU fram preliminära nationella referensnivåer för samtliga EU:s medlemsländer. Dessa har delvis reviderats och uppdaterats under 2010. Samtliga medlems-

4. Tillgänglig på: [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg3/en/ch9s9-es.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/ch9s9-es.html). 2010-06-14.

5. Land use, land-use change and forestry.

länder använder en projektion av utvecklingen för perioden 2013–2020 som referensnivå. Den svenska projektionen beräknades av SLU (SLU 2009) och utgår från de beräkningar av framtida skogstillstånd och avverkningsnivåer som Skogsstyrelsen redovisade 2008 (SKA VB 2008). Enligt SLU:s beräkningar kommer skogen under den närmaste 10-årsperioden att ta upp drygt 20 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år. Det är i nivå med dagens upptag, men

betydligt lägre än 1990. I figur 2 redovisas hur nettoupptaget i levande biomassa varierar med tillväxt och avverkningsnivå. Antagligen kommer i-länderna att ges möjlighet att uppdatera nationella referensnivåer vid ytterligare ett tillfälle innan regelverket börjar gälla. För svensk del skulle en uppdatering kunna inkludera en mer utvecklad bokföring av träprodukter och reviderade funktioner för beräkning av skogens och skogsmarkens olika kolpooler.



Figur 2. Det svenska nettoupptaget i levande biomassa i relation till tillväxt och avverkningsnivåer för åren 1990–2008 och projektioner för 2015 och 2020. Övriga kolpooler (markkol och förna, inklusive död ved) påverkas också av variation i tillväxt och avverkning, men i mindre grad och redovisas inte här. Höger skala visar årligt nettoutsläpp i miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter och vänster skala visar årlig tillväxt och avverkning i miljoner ton m<sup>3</sup>sk. Notera att i högerskalan redovisas skogens nettoupptag som negativa utsläpp, vilket är gängse inom FN:s klimatrapportering. All mark som var skogsmark 1990 och fortfarande är skogsmark enligt nuvarande skogsmarksdefinition ingår (även skogsmark undantagen från skogsbruk ingår men inte sedan 1990 nybeskogad respektive avskogad mark). Beräkningarna baseras på internationella rapporteringsregler, och exkluderar kol-lagerförändringar i träprodukter. Projektionerna exkluderar också eventuella effekter av framtida stormar.

Nettoupptaget har en negativ trend sedan 1990, vilket beror på kontinuerligt stigande avverkningsnivåer. De båda stormarna 2005 och 2007 resulterar i en markant minskning av nettoupptaget under hela perioden efter 2005. Eftersläpningen uppstår på grund av att beräkningarna baseras på genomsnittsvärden från riksskogstaxeringens inventering av fasta ytor där varje yta återinventeras vart femte år. (Källa: Submission by Belgium and the European Commission on behalf of the European Union and its member states. Brussels 23th July 2010. Subject: reference levels for Forest Management, sida 28. Tillgänglig på [http://unfccc.int/files/meetings/ad\\_hoc\\_working\\_groups/kp/application/pdf/eu\\_lulucfwskp13.pdf](http://unfccc.int/files/meetings/ad_hoc_working_groups/kp/application/pdf/eu_lulucfwskp13.pdf).)

## **Referens**

SLU. 2009. Flöden av växthusgaser från skog och annan markanvändning. Slutrapport regeringsuppdrag Jo 2008/3958.  
Tillgänglig på: <http://www2.slu.se/foma/Prognoser/Slutrapport.pdf>.

# Skogen bidrar bäst på olika vis i olika delar av världen

TOMAS THURESSON

*På klimatmötet i Köpenhamn i december 2009 blev det inget nytt klimatprotokoll. Världens länder kunde inte komma överens. Däremot fick skogen en framträdande roll och det framstår allt mer som att skogen blir viktig i klimatarbetet. Avskogning bidrar till ökad koldioxidhalt i atmosfären men ökad skogsareal och tätare skogar ger motsatt effekt. Trädbiomassa kan också ersätta fossila bränslen som vid förbränning gör att fossilt kol kommer i omlopp.*

I föregående kapitel beskrivs det hur man på global nivå arbetar med klimatproblematiken. I förhandlingarna används förkortningarna REDD och REDD+. REDD står för "Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation", det vill säga hur vi reducerar koldioxidutsläppen från avskogning och skogsutglesning. Plustecknet i REDD+ står för de positiva effekterna av ett hållbart skogsbruk, bland annat genom att öka kolförrådet i skogen.

Utanför förhandlingarna finner vi skogens långsiktigt viktiga bidrag till att minska koldioxidhalten i atmosfären – genom att direkt eller indirekt ersätta fossila bränslen.

Direkt ersätts fossila bränslen om man producerar el och värme av trädbiomassa istället för av kol, olja eller naturgas. Trädbiomassa är primära skogsbränslen (stamved, grenar, toppar och stubbar) eller restprodukter från skogsindustrins processer (till exempel bark, sågspån och så kallade returlytar).

Indirekt kan man genom att elda returpapper eller returträ ersätta fossila bränslen. Trä kan också ersätta mer energikrävande material i framförallt byggindustrin, som stål, aluminium och betong.

Skogen och skogens förnybara produkter kan alltså bidra på olika vis för att minska eller bromsa ökningen av koldioxidhalten i atmosfären. Lösningarna skiljer sig åt mellan olika

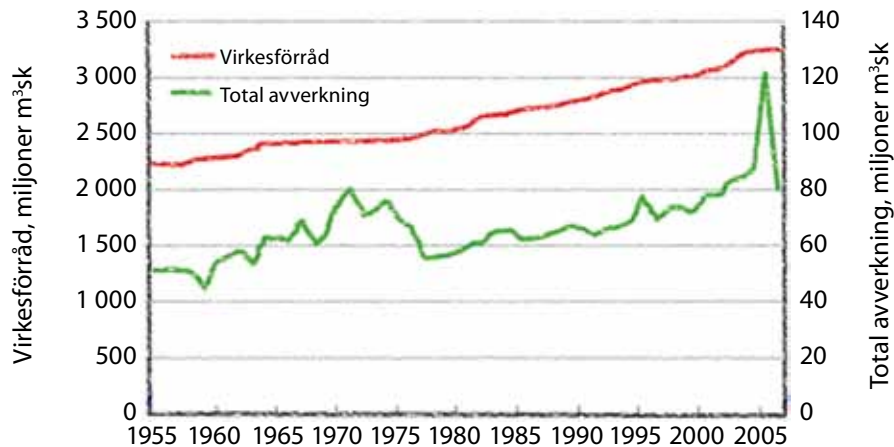
delar av världen, beroende på biologiska, sociala och ekonomiska förutsättningar. Här beskrivs tre typfall. Det finns naturligtvis fler sätt att med hjälp av skogen bidra till ett bättre klimat men dessa tre är viktiga, typiska och aktuella.

## Den rationellt uthålligt brukade skogen

I delar av bland annat Europa och Nordamerika har ett uthålligt rationellt skogsbruk i olika former bedrivits i decennier och i sekler för att producera timmer, massaved och energi-ved. I exempelvis Sverige används merparten av skogsmarken (cirka 90 procent) för sådant "rationellt skogsbruk".

Utvecklingen av skogstillståndet i Sverige har på många vis varit en framgångssaga. Under 1900-talet nära nog fördubblades virkesförrådet och lagret av kol i svensk skog. Under samma period har den uthålliga virkesskörden närapå dubblats (figur 1). Denna samtidiga uppbyggnad av skogstillgångarna och ökad skörd i skogen var resultatet av en politisk vilja i kombination med långsiktiga investeringar för att skapa bättre skogar för framtida generationer skogsägare och samhällsbehov.

Den svenska skogen har under de senaste hundra åren lagrat mer än 500 Mton (miljoner ton) kol i trädbiomassa. Det motsvarar det svenska energisystemets utsläpp av koldioxid



Figur 1. Virkesförrådets och den totala avverkningens utveckling i Sverige 1955–2006.

under 35 år på 2008 års utsläppsnivå. Samtidigt har den avverkade skogen gett Sverige och Europa skogsprodukter som bidragit till lägre användning av fossila bränslen. Virkesförrådet och tillväxten i skogen kan fortfarande höjas betydligt men den svenska strategin idag är i stället att genom hög tillväxt möjliggöra en ut hålligt hög avverkningsnivå som i sin tur gör att skogsprodukter kan ersätta fossila bränslen.

En nyligen genomförd studie visar att svensk skog idag bidrar till att minska de fossila utsläppen med cirka 16 Mton kol per år netto, varav det mesta genom energi- och materialsubstitution (Lundmark m fl 2008). Nettotillväxten i skogen bidrar också till att reducera koldioxidutsläppen genom att fortsatt binda kol.

I Sverige bidrar skogen alltså främst genom att ersätta (substituera) fossila bränslen. Vi har goda förutsättningar för detta. Vi har virkesrika och välväxande skogar, en väl utbyggd material- och energieffektiv skogsindustri samt en effektiv fjärrvärmesektor som nyttjar skogens biprodukter. I den rationellt brukade skogen

bör biomassaproduktionen i skogen vara så hög som möjligt för att skapa stora substitutionsmöjligheter och dessutom binda in mycket kol i träden.

### Historiskt avskogade områden och utglesade skogar

Utvecklingen i den svenska skogen kan också tjäna som ett positivt exempel på hur historiskt avskogade och utglesade områden kan beskosgas och förtätas, binda stora mängder kol och därefter producera förnybara skogsprodukter. Sverige hade i slutet av 1800-talet ett bedrövligt skogstillstånd. Virkesexport, kolning, trankokerier, intensivt bete, svedjebränning och behov av ved hade förött skogarna och resulterat i utglesade skogar i norr och vidsträckt ljunghedar i Bohuslän och Halland.

En positiv ekonomisk utveckling, arronderingsreformer, konstgödsel och starka politiska insatser vände emellertid trenden. Sverige fick 1903 den första egentliga skogsvårdslagen.





Figur 2. Svedjebränning i Moçambique 2009. Foto: Tomas Thuresson.

Skogsvårdsföreningar och skogsvårdsstyrelser bildades, skolklasser planterade skog och alla skogsägare med självaktning ville lämna efter sig en bättre skog än den skog man tagit över. Normen kring skogsbrukandet förändrades och idag står på de forna ljunghederna täta snabbväxande skogar, som binder kol och ger skogsprodukter som minskar förbrukningen av fossilbränsle. Den utglesade och dåligt växande Norrlandsskogen har successivt ersatts av välanlagda ungskogar av vilka flera nu är medelålders och befinner sig i en fas med hög tillväxt.

Utvecklingen är inte orealistisk att överföra på många utvecklingsländer. Enligt IPCC har mer än 1 miljard hektar skog (drygt 20 gånger Sveriges landyta) omvandlats till åker och bete från mitten av 1700-talet fram till 1990! Detta är idag till stor del extensivt nyttjade betesmarker eller mark som svedjebränns för att skapa kortvariga odlingar. Den ekonomiska nyttan är låg och en mer koncentrerad jordbruks-

produktion skulle som i Sverige ge utrymme för skogsplantering. Det kräver emellertid att försörjningsfrågorna löses och att en balans i livsmedelsproduktionen uppnås. Skogens nyttjande är inte en isolerad företeelse som kan förändras utan stora förändringar i bland annat jordbrukssektorn. De familjer som lever av exempelvis svedjebränning måste få alternativ sysselsättning och maten måste produceras på andra marker – då med mer intensiv odling. Förutom dessa avskogade områden finns mycket stora områden med utglesade skogar, med låga biomassa-förråd och med små möjligheter att bidra med biomassa till substitution.

De avskogade och "avkolade" områdena finns i stor utsträckning i delar av södra Afrika, Sydamerika och Sydostasien, alla skogligt sett mycket produktiva regioner. Med skogsplanteringar kan en hög skogsproduktion uppnås med snabbt växande virkes- och kolförråd. Produktionssiffror på mellan 10 och 25 kubik-

meter stamved per hektar och år är fullt realistiskt. Skogarna kan redan efter 10 år hålla 50–100 ton kol per hektar i stam, gren och rotbiomassa.

Under antagande att ”bara” 100 miljoner hektar – det vill säga mindre än 10 procent av de avskogade områdena – planteras, binds redan efter 10 år 5–10 Gton (miljarder ton) kol i trädbiomassan och substitutionseffekten av skogsprodukterna skulle bli betydande (cirka 0,2–0,5 Gton per år).

I delar av de avskogade områdena i världen kan därför skogsplanteringar bli viktiga i klimatarbetet. De avskogade områdena finns till stor del i utvecklingsländer och ekonomiska incitament med överföringar från i- till u-länder kommer att krävas. Länderna måste sedan välja hur man ska använda resurserna för att åstadkomma mer skog, för precis som i Sverige för 100 år sedan är vägarna många och vägvalet beror på förutsättningarna. Policyåtgärder som stärkt äganderätt och en utvecklad skogsvårdslag med tillhörande tillsynsmyndighet kan vara effektiva. Lika viktigt kan det vara med rådgivning, planteringsstöd, ett effektivare jordbruk och kanske utdelning av konstgödsel.

I de historiskt avskogade delarna av världen kan planteringar bidra med en betydande förrådsuppbyggnad av kol och på sikt en betydande substitution av fossila bränslen.

I de degraderade och utglesade områdena kan en försiktig skötsel förtäta skogen, alternativt kan den glesa skogen ersättas med ny växtlig skog. I båda fallen kommer både kolförråden och substitutionsmöjligheterna från skogen att öka.

### Regnskogarna kanske bör stå kvar?

Regnskogen är mycket omdiskuterad i klimatsammanhang. Den främsta orsaken är att avskogningen under decennier har varit hög i de fuktiga tropikerna och att regnskog i allmänhet håller stora lager kol. Fortfarande överförs årligen enligt FAO cirka 5,2 miljoner hektar skog per år till annan markanvändning som till exempel betesmark. När skogen avverkas och hyggesresterna förs ihop eller bränns på kort tid blir resultatet stora utsläpp av koldioxid. Under 1990-talet släpptes cirka 1,5 Gton kol per år ut från tropisk avskogning och kanske kommer 100 Gton kol att släppas ut i atmosfären fram till 2100 om inte policyåtgärder sätts in för att stoppa avskogningen.

Men kan inte regnskogen ersättas med ny, planterad skog enligt samma koncept som i Sverige? Jo, i princip och kanske på lång sikt, men de ibland mycket stora kolförråden i en tropisk regnskog kan ta många år och kanske decennier att återuppbygga och substituera. Detta när de närmaste 20–30 årens koltillskott till atmosfären kommer bli avgörande för hur klimatet utvecklas. Att förhindra avskogning i de tropiska områdena är därför viktigt.

Men ska inte de länder som har regnskog kunna få samma ekonomiska nytta som vi i Sverige en gång fick av urskogsavverkning? Jo, det är en stor del av problematiken i REDD-processen. Hur skapar vi ekonomiska incitament för de berörda länderna att bevara sina skogar intakta så att inte deras kolinnehåll kommer ut i atmosfären?

### Referenser

Lundmark, T., Forsum, Å., Hofer, P., Taverna, R., Ulvcrona, K., Werner, F. & Winsa, H. 2008. *Skogens roll i klimatarbetet*. Utgiven av Sveaskog. 10 s.

# Nyttja skogen effektivt för att bromsa växthuseffekten

GÖRAN ÖRLANDER

*För skogsbrukaren är det viktigt att tänka på hur man ska anpassa sitt brukande för att skogen ska klara en framtida klimatförändring (på engelska och svenska: adaptation). Exempel på anpassning kan vara rätt trädslagsval och val av rätt odlingsmaterial. Det är också viktigt att fundera på hur man med skogsbruket kan motverka växthuseffekten (på engelska: mitigation).*

Att skog och skogsbruk kan bidra till att minska effekten av utsläpp av växthusgas är de allra flesta överens om. Men hur mycket och på vilket sätt råder det delade meningar om. Detta är inte konstigt då skog både kan ta upp växthusgasen koldioxid men också ge upphov till utsläpp av växthusgaser.

Effekten av skog på växthusgasbalansen beror på hur skogen brukas och i vilka tids- och rumsskalor man ser brukandets effekter. Skogens produkter kan användas för att ersätta fossil energi och energiintensiva material (till exempel cement, stål och aluminium). Därför är det också nödvändigt att veta till vad skogsprodukter används för att bedöma skogsbrukets effekt på den totala växthusgasbalansen.

Syftet med detta kapitel är att belysa några av dessa faktorer för att bättre kunna avgöra den potential som skogen har. Den mest betydande effekt skogen har på växthusgasbalansen är via upptaget av koldioxid (CO<sub>2</sub>) och därför läggs här fokus på denna växthusgas.

## Skogstillväxt leder till upptag av koldioxid

Skogens tillväxt leder till ett stort upptag av koldioxid. Bruttoupptaget i svensk skog har beräknas till cirka 145 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år

eller cirka tre gånger så stort som det svenska utsläppet av koldioxid, 45 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år (se första kapitlet i denna skrift). Ett enskilt bestånd med hög tillväxt kan under en omloppstid ta upp 10–15 ton CO<sub>2</sub> per hektar och år.

## Vid avverkning sker utsläpp av CO<sub>2</sub> – hur kan det då bli upptag i skog?

När skogen slutavverkas skördas i genomsnitt för svensk skog ungefär hälften av trädbiomasen, det mesta som stamved (inklusive bark). Resten av träden (toppar, grenar, barr och rötter) blir oftast kvar i skogen och kommer med tiden att brytas ned och avge sin koldioxid. Detta är en helt naturlig process och en förutsättning för kretsloppet av kol. Efter avverkning kan också nedbrytning av kol från humustäcket öka samtidigt som det inte sker någon tillförsel av förna (grenar, barr och löv med mera) från skogen. Sett till ett enskilt hygge kan således koldioxidutsläppen bli betydande under ett antal år efter avverkning. Översiktliga beräkningar har visat att det kan ta runt 10 år innan nettoavgivningen från ett hygge avslutats och 20–30 år innan den koldioxid som frigjordes vid slutavverkningen har bundits i ett nytt trädbestånd.

Givetvis skulle utsläppen från hyggen vara ett stort problem om all skog avverkas vid samma tidpunkt, men i svenskt skogsbruk slutavverkas endast cirka 0,8 procent av skogsmarksarealen årligen (194 000 ha per år i medeltal åren 2003/2004–2007/2008 enligt Riksskogstaxeringen). Varje år gallras cirka 1,5 procent av skogen. Den övervägande delen av skogen är således orörd från skörd av biomassa och det är i denna skog som upptaget av koldioxid sker.

Ett exempel på ett extremt utsläpp av CO<sub>2</sub> finns uppmätt efter stormen Gudrun som i januari 2005 drabbade delar av Götaland. Utsläppen har beskrivits som en "koldioxidbomb" (Lindroth m fl 2009). Även under en så extrem händelse som stormen Gudrun kommer utsläppen dock att kompenseras av upptag på andra ställen i skogen. Sett över en större areal, hela Götaland, har virkesförrådet efter stormarna Gudrun, Per och mellanliggande avverknings enligt Riksskogstaxeringen minskat endast marginellt. Därför har utsläppet efter Gudrunstormen nästan kompenseras av tillväxt i andra delar av den sydsvenska skogen.

En förutsättning för att inte stora skogs-skador ska ge utsläpp är dock att virket tas om hand och att det ökade virkesutbudet leder till att avverkningsarna inte avstannar i oskadade delar av skogen. Exempel på skogsskador där

mycket stora nettoutsläpp av CO<sub>2</sub> skett är efter det stora insektsangreppet under senare år i British Colombia och efter omfattande bränder i till exempel Sydeuropa och Indonesien.

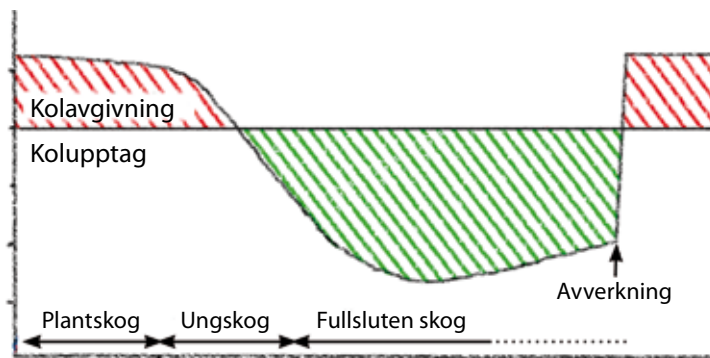
### Kan så kallat hyggesfritt skogsbruk ge högre CO<sub>2</sub>-bindning?

Vetskapen om att hyggen släpper ut koldioxid har fött hypotesen att hyggesfritt skogsbruk är mer klimatsmart än ett konventionellt skogsbruk. Hypotesen är nu föremål för forskning och utredningar. Den har utsatts för kritik främst på grund av att hyggesfritt skogsbruk bedöms ge lägre produktion än ett konventionellt. Om det hyggesfria skogsbruket skulle ge mindre CO<sub>2</sub>-utsläpp än ett konventionellt, innebär detta att mer kol skulle lagras i mark och fältskikt, vilket inte kunnat påvisas. Det mesta talar således för att hyggesfritt skogsbruk skulle ge en lägre CO<sub>2</sub>-bindning än trakthyggesbruk, förutsatt samma virkesuttag.

Resultat från gallringförsök visar att vid normal gallring i yngre och medelålders skog sker inga nettoutsläpp av CO<sub>2</sub>, medan detta kan ske vid senare avverknings. Dock saknas experimentella data från avverkning i äldre skog (bländningsliknande huggningar) som följts under tillräckligt lång tid.

Figur 1. Principbild på hur kolinlagringen under en omloppstid kan se ut.

Det grönstreckade området indikerar att skogen tar upp mer koldioxid än den avger. I de röstreckade områdena gäller det motsatta.



### Substitutionseffekter – ska man binda kol i ökat virkesförråd i skogen eller avverka och ersätta fossilt kol?

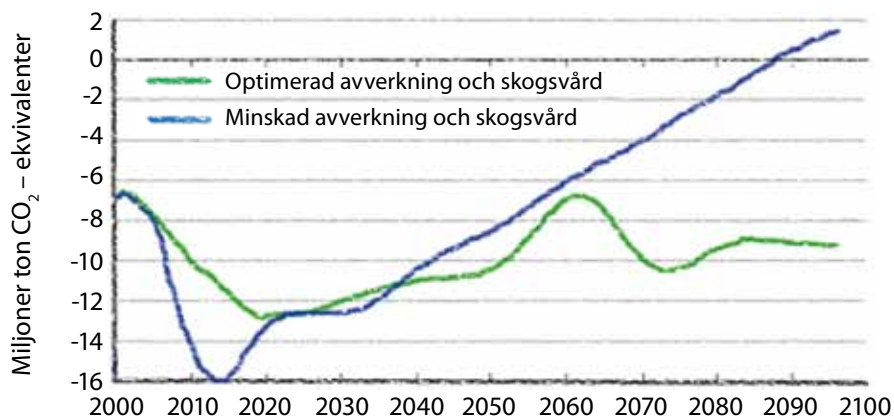
Vid nuvarande skogstillstånd i Sverige ger 1 skogskubikmeter ( $\text{m}^3\text{sk}$ ) tillväxt en inbindning av cirka 1 400 kg  $\text{CO}_2$ . När man använder skogsråvara till sågtimmer för produktion av byggnadsmaterial och ersätter betong och andra icke förnyelsebara material, samt använder bibränsle, ger detta också stor effekt på växthusgasbalansen. Beroende på hur stor andel av en extra producerad kubikmeter skogsråvara som används i olika typer av konsumtion har substitutionseffekten i det svenska produktionssystemet beräknats till 600–800 kg  $\text{CO}_2$  per avverkad kubikmeter (Larsson m fl 2009). Utsläppen i samband med skogsbruksåtgärder, såsom avverkning, transport, plantproduktion med mera, är små och försumbara i förhållande till de utsläpp som undviks till följd av att andra material och fossilt bränsle ersätts.

Eftersom skogsprodukter nästan alltid är mer "energieffektiva" än andra material leder en

minskad avverkning till ökade utsläpp i andra sektorer. En minskad avverkning leder därför på sikt till ökade utsläpp (Hofer m fl 2007). På längre sikt gör därför skogen mest nytta genom förmågan att leverera energieffektiva material och bioenergi (figur 2). Kortsiktigt kan man dock få de största positiva effekterna på  $\text{CO}_2$ -balansen genom att minska avverkningen och låta kol bindas i skogarna.

Forskning visar att skogar kan ha ett nettopptag av  $\text{CO}_2$  även i relativt höga åldrar (Luyssaert m fl 2008). Emellertid drabbas skogar av skador och "katastrofer" varför långtifrån alla skogar kan bli gamla. För att potentialen för  $\text{CO}_2$  ska bli tillfredställande utredd behövs därför studier där skogar följs under en lång period. Att bara konstatera att äldre skogar kan ta upp  $\text{CO}_2$  ger inte tillräcklig ledning för att bedöma upptagspotentialen över åldern.

Svaret på diskussionen om det är mest klimatsmart att avverka eller inte är att båda vägarna är möjliga. En viss uppbyggnad av virkesförrådet är i de flesta skogar positivt även



Figur 2. Effekt på  $\text{CO}_2$ -utsläppen vid två olika skogsskötselprogram för skogsbruk i Schweiz (Hofer m fl 2007). Minskad avverkning och skogsvård innebär att skogen sköts extensivt och virkesförrådet ökar inledningsvis. Som jämförelse visas ett skogsskötselprogram med hög intensitet och hög avverkning. Vid låg skötselintensitet förloras på sikt skogens förmåga att ta upp eller ersätta  $\text{CO}_2$ .

för skogsproduktionen – högre virkesförråd ger högre tillväxt. Man bör dock ha i åtanke att lagra kol i skogen är en åtgärd som inte kan drivas hur långt som helst. Högre virkesförråd innebär betydande risker för framtida koldioxidutsläpp till exempel i samband med skador på skogen. Vi har ett färskt exempel i stormen Gudrun. Ökad användning av skogsråvaror är däremot ur klimatperspektiv långsiktigt hållbart. Därför bör man se till att skogen växer så mycket som möjligt så att avverkningen kan hållas hög.

### Har den enskilde skogsägarens skogsskötsel någon betydelse?

Även i mindre skala har skogsbruket en betydande effekt på växthusgasbalansen. Södra Skogsägarna har gjort en analys av en 50 hektar stor skogsgård i Götaland. Den visar att en gård med välskött skog årligen bidrar med en ”klimatnytta” motsvarande cirka 200 ton CO<sub>2</sub>. Hälften beror på att kol binds in i skogen (genom ökande virkesförråd) och den andra hälften beror på att de skördade skogsprodukterna ersätter CO<sub>2</sub>-utsläpp från fossilt bränsle. Klimateffekten kan jämföras med genomsnittsvenskens utsläpp som är 5 ton CO<sub>2</sub> per år. Detta visar att även små skogsinnehav kan ha en stor effekt på växthusgasbalansen.

Vidare kan den enskilde skogsbrukaren påverka gårdens klimatnytta. Genom att öka skogsproduktionen på modellgården med 20 procent blir klimatnyttan ytterligare 40 ton CO<sub>2</sub> per år. Detta är fullt möjligt genom att tillämpa det som är känt idag, till exempel att använda bättre skogsodlingsmaterial, eftersträva bättre föryngringar med mera.

### Världens skogar och växthuseffekten

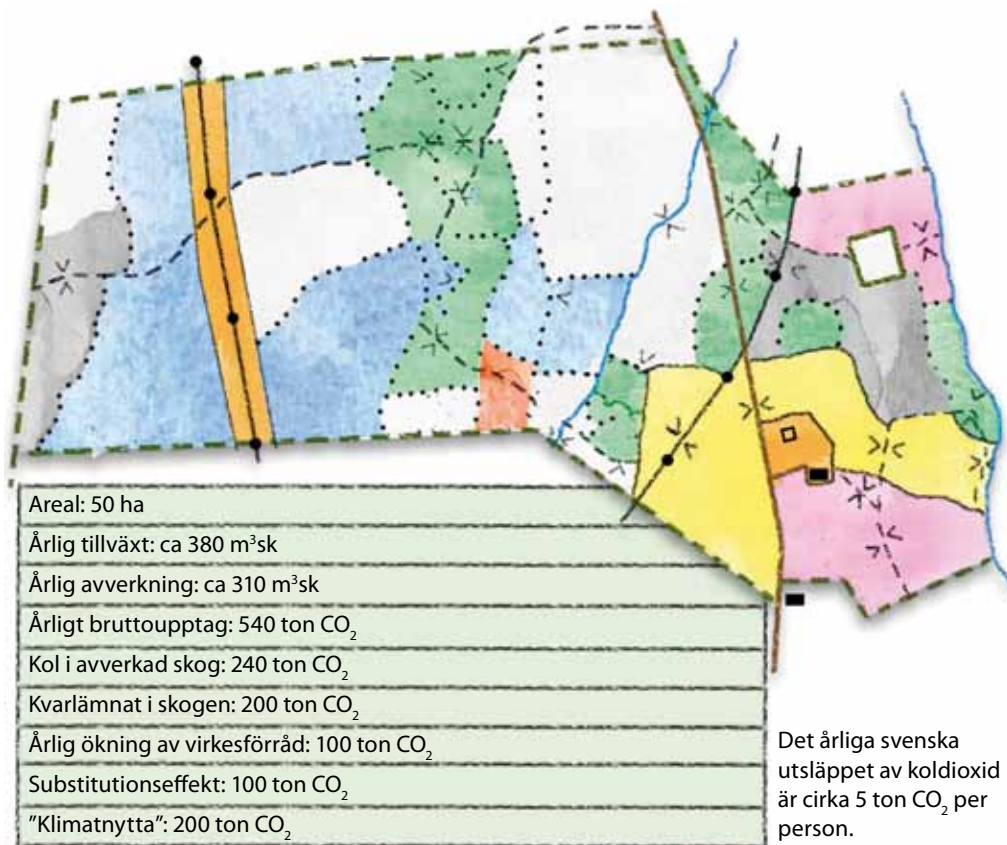
I världen finns cirka 4 miljarder hektar skog (Sverige 23 miljoner hektar) med en volym av cirka 440 miljarder m<sup>3</sup> (Sverige 3,3 miljarder m<sup>3</sup>). Ungefär hälften av världens virkesvolym kan bedömas vara lämplig och möjlig för skogsproduktion, det vill säga cirka 220 miljarder kubikmeter. Detta motsvarar något mindre än halva arealen. Data till nedanstående avsnitt har hämtats från FAO (2006), IPCC (2007) samt från svenska Riksskogstaxeringen.

Den mest omtalade effekten på klimatet av världens skogar är avskogningen. Enligt uppgifter från IPCC och UN-REDD motsvarar den frigörelse av CO<sub>2</sub> som sammanhänger med avskogningen till nära 20 procent av världens utsläpp av växthusgaser. Detta motsvarar cirka 6 miljarder ton CO<sub>2</sub> per år. Siffran bygger på att cirka 13 miljoner hektar årligen avskogas. Enligt FAO är dock nettoavskogningen cirka 5,2 miljoner hektar skog per år (cirka 0,15 procent av världens skogsareal), det vill säga en hel del av det som rapporteras som avskogning förnygras i själva verket med ny skog.

Problemet med kalkyler på internationell nivå är att inventeringsdata ofta är osäkra. Skogliga data av acceptabel kvalitet enligt svenska normer finns tyvärr bara i ett fåtal länder.

Årligen skadas cirka 100 miljoner hektar av världens skogar, varav cirka 30 procent av brand. Skogsskadorna är väsentligen högre i världens skogar än i de svenska och europeiska. Det finns inga bra sammanfattande bedömningar av CO<sub>2</sub>-utsläppen i samband med skogsskador, men en försiktig bedömning är att de kan uppgå till ungefär samma nivå som avskogningen. Kunde skadorna i världens skogar minskas till





Figur 3. Beräkning av klimatnyttan på en typisk skogsgård i södra Sverige. Beräkningen utförd av Södra Skogsägarna.

européisk nivå skulle cirka 2–4 miljarder ton CO<sub>2</sub> undgå att komma ut i atmosfären.

Världens produktionsskogar är i genomsnitt relativt lågt bestockade (cirka 100 m<sup>3</sup> per hektar). Under det senaste decenniet har ingen ökning av förrådet skett. I svenska skogar har virkesförrådet ökat med cirka 1 procent per år, samtidigt som tillväxt och avverkning ökat med drygt 1 procent per år. Om världens produktionssko-

gar kunde skötas så att tillväxten ökar enligt "svensk modell" skulle detta ha en betydande effekt på koldioxidbalansen. Beräkningar visar att detta skulle kunna motsvara 5–8 miljarder ton CO<sub>2</sub> per år enligt ovan.

Sammantaget visar beräkningar att minskad avskogning, bättre kontroll på skador samt ökad tillväxt i produktionsskogarna skulle motsvara en minskad belastning på atmosfären av



10–16 miljarder ton CO<sub>2</sub> per år. Detta kan jämföras med en årlig global nettotillförsel av cirka 15 miljarder ton CO<sub>2</sub> till atmosfären (IPCC 2007).

### **Intensivare skogsskötsel – en möjlig väg att motverka växthuseffekten?**

Ökad tillväxt i skogen är kanske det enklaste sättet att öka upptaget av växthusgaser. De metoder som har störst påverkan är de som kan påverka de stora arealerna. Därför ger exempelvis användning av genetiskt förädlad skogsodlingsmaterial och bättre anlagda föryngringar stora effekter, men effekterna är långsiktiga.

SLU:s skogsfakultets utredning av möjligheterna till intensiv skogsodling (MINT) ger exempel på hur en förändring av skogsskötselmetoderna kan påverka flödena av växthusgaser (Larsson m fl 2009). Den visar att om mer intensiva skogsbruksåtgärder (gödsling, ökad användning av förädlad material och främmande trädslag med mera) används på cirka 15 procent av landarealen skulle den svenska växthusgasbalansen på sikt kunna förbättras motsvarande cirka 30 miljoner ton CO<sub>2</sub> per år. Utredningen visar också att detta skulle ge betydande, men kontrollerbara, miljöeffekter.

### **Referenser**

- FAO 2006. Global Forest Resources Assessment 2005. FAO Forestry Paper 147.
- Hofer, P., Werner, F., Kaufmann, E. & Thürig, E. 2007: The CO<sub>2</sub> Effects of the Swiss Forestry and Timber Industry. Scenarios of future potential for climate-change mitigation. Environmental studies no. 0739. Federal Office for the Environment, Bern. 102 s.
- IPCC 2007. Climate Change 2007.
- Larsson, S., Lundmark, T. & Ståhl, G. 2009. Möjligheter till intensivodling av skog. Slutrapport från regeringsuppdrag Jo 2008/1885.
- Lindroth, A., Lagergren, F., Grelle, A., Klementsson, L., Langvall, O., Weslien, P. & Tuulik, J. 2009. Storms can cause Europe-wide reduction in forest carbon sink. *Global Change Biology* 15: 346–355.
- Luyssaert, S., Schulze, E., Börner, A., Knohl, A., Hessenmöller, D., Law, B., Ciais, P. & Grace, J. 2008. Old-growth forests as carbon sinks. *Nature* 445, 11: 213–215.

## Utgivna nummer av Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens TIDSKRIFT (KSLAT)

(Titlar markerade med \* publiceras endast elektroniskt på KSLAs hemsida [www.ksla.se](http://www.ksla.se). Där finns även tidigare utgåvor.)

### 2007

- Nr 1 Water and Agriculture
- Nr 2 How to estimate N and P losses from forestry in northern Sweden
- Nr 3 Certifierad kvalitet från jord till bord\*
- Nr 4 Skogsskötsel för en framtid\*
- Nr 5 Valuable Agricultural Landscapes – the Importance of Romania and Scandinavia for Europe
- Nr 6 Verksamhetsberättelse 2006 Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien
- Nr 7 Future Challenges for Reindeer Herding Societies\*
- Nr 8 Klimat och miljö i förändring – varifrån ska vi ta vår mat?\*
- Nr 9 Success Stories of Agricultural Long-term Experiments
- Nr 10 Den beresta maten – matens kvalitet i ett globalt perspektiv

### 2008

- Nr 1 Verksamhetsberättelse 2007 Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien
- Nr 2 Fiskets kollaps utanför Nordamerika – vad kan Sverige och Europa lära?
- Nr 3 Edens lustgård tur och retur – framtidsvägar till ett hållbart naturbruk
- Nr 4 Utveckling av den svenska resursbasen för internationellt skogligt arbete
- Nr 5 Skogens roll i ett framtida globalt klimatavtal
- Nr 6 Jakten på den gröna marknadskraften – del 2\*
- Nr 7 Golden Rice and other biofortified food crops for developing countries – challenges and potential

### 2009

- Nr 1 Does forestry contribute to mercury in Swedish fish?\*
- Nr 2 Verksamhetsberättelse 2008 Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien
- Nr 3 Klassificering av sjöar och vattendrag – nordisk jämförelse utifrån svenska bedömningsgrunder
- Nr 4 Return to Eden – future paths to sustainable, natural resources management
- Nr 5 Landet utanför – landskapsestetikens betydelse för den urbana människan

### 2010

- Nr 1 Växtskyddsmedlens miljöpåverkan – idag och i morgon
- Nr 2 Verksamhetsberättelse 2009
- Nr 3 Vindkraft, javisst! Men inte alltid och inte överallt
- Nr 4 Skogsbrukets bidrag till ett bättre klimat

Under senare år har kunskapen ökat om skogens möjligheter att bromsa ökningen av koldioxidhalten i atmosfären. Skogen har en viktig roll som sänka för koldioxid, d v s att koldioxid från atmosfären binds i skog och skogsmark. Men insikten har ökat om att skogen också har en annan och sannolikt mer betydelsefull roll – nämligen som utgångsmaterial för förnyelsebar och koldioxidneutral energi eller för att ersätta energiintensiva material som stål och betong.

Skogen och skogens produkter kan alltså bidra på olika sätt i klimatarbetet. I detta nummer av KSLAT beskrivs tre typfall för hur skog och skogsbruk kan bidra till ett bättre klimat beroende på utgångsläge i form av skogstillstånd, samt sociala, ekonomiska och andra förutsättningar. I den "rationellt uthålligt brukade" skogen bör ett högt flöde av träbiomassa vara effektivare än att satsa på att lagra kol i skog. I utglesad skog med låg tillväxt bör inriktningen antagligen vara att öka tätheten och därigenom kolbindningen. Den tredje urskiljda typen, virkesrik regnskog, bidrar sannolikt bäst i klimatarbetet genom att få stå kvar opåverkad, vilket också sparar många andra värden.

Skriftens inledande kapitel beskriver kolets kretslopp i skogsekosystemet och globalt, hur människan kan ingripa i kretsloppen och därmed påverka mängden koldioxid i atmosfären. Därefter en bild från den internationella arenan där man förhandlar om hur kolförråd samt bindning och utsläpp av koldioxid ska bokföras för världens länder. I sista kapitlet beskrivs vilken påverkanspotential en mer intensiv skötsel av de globala skogstillgångarna har på de globala kolföredena men också att en skogsägare med 50 hektar kan göra klimatnytta som mångdubbelt överstiger det svenska utsläppet per capita av koldioxid.



**Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien**  
Drottninggatan 95 B  
Box 6806, 113 86 Stockholm  
tel 08-54 54 77 00, fax 08-54 54 77 10  
[www.ksla.se](http://www.ksla.se), [akademien@ksla.se](mailto:akademien@ksla.se)

Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien (KSLA) är en mötesplats för den gröna sektorn. Akademien är en fri och oberoende nätverksorganisation som arbetar med frågor om jordbruk, trädgårdsbruk, livsmedel, skog och skogsprodukter, fiske, jakt och vattenbruk, miljö och naturresurser samt skogs- och lantbrukshistoria. Vi arbetar med frågor som berör alla och som intresserar många!