



CICERO

Senter for  
klimaforskning

Center for  
International Climate  
and Environmental  
Research - Oslo

Report 1991:1

# Skogtiltak mot klimaendringer

Oversikt og status etter  
fjerde partskonferanse  
til Klimakonvensjonen

*Lars Otto Næss*



Universitetet i Oslo

University of Oslo

ISSN: 0804-4562



CICERO Report 1999:1

# **Skogtiltak mot klimaendringer**

Oversikt og status etter fjerde partskonferanse  
til Klimakonvensjonen

**Lars Otto Næss**

15. januar 1999

**CICERO Senter for klimaforskning**

Postboks 1129 Blindern

0317 Oslo

Telefon: 22 85 87 50

Faks: 22 85 87 51

E-post: [admin@cicero.uio.no](mailto:admin@cicero.uio.no)

Nett: [www.cicero.uio.no](http://www.cicero.uio.no)

## Sammendrag

Hensikten med publikasjonen er å gi et en sammenfatning av spørsmål knyttet til tiltak i skogbruket for å motvirke globale klimaendringer. Hovedvekt er lagt på skogtiltak i klimaforhandlingene og teknisk karbonbindingspotensial. I tillegg gis det en kort gjennomgang av økonomiske, miljømessige og sosiale aspekter. Notatet er oppdatert etter fjerde partsmøte (COP4) til Klimakonvensjonen, som fant sted i Buenos Aires 2.-13. november 1998.

Kyotoprotokollen fra desember 1997 åpner for at skogtiltak skal kunne brukes for å oppfylle deler av industrilandenes forpliktelser om netto reduksjoner i utslipp av klimagasser. Endelig avgjørelse når det gjelder omfang og utforming av klimatiltak i skogsektoren vil sannsynligvis falle først etter at FNs klimapanel (IPCC) har ferdigstilt sin spesialrapport, som ventes i år 2000. En annen viktig faktor er evalueringen av skogprosjekter under pilotfasen til felles gjennomføring, som avsluttes i 1999.

De neste tiårene vil bli avgjørende for mange av skogområdene i verden, som også inneholder en stor del av det biologiske mangfoldet på kloden. Dette gjelder i første rekke tropiske skoger, men også urørte områder i tempererte og boreale strøk møter ulike typer trusler, inkludert effekter av en mulig global oppvarming. En hovedkonklusjon er at til tross for mange og komplekse utfordringer, synes klimatiltak i skogbruket å kunne spille en konstruktiv rolle både når det gjelder å motvirke globale klimaendringer og å forbedre forvaltningen av verdens skogressurser.

# Innhold

<b>1</b>	<b>INNLEDNING.....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>SKOGTILTAK I KLIMAFORHANDLINGENE .....</b>	<b>8</b>
2.1	Bakgrunn: FNs klimakonvensjon og Berlinmandatet.....	8
2.2	Kyoto-protokollen.....	9
2.3	Status og utfordringer etter fjerde partskonferanse.....	11
2.3.1	Felles gjennomføring .....	13
2.3.2	Grønn Utviklingsmekanisme .....	14
2.3.3	Kvotehandling .....	15
2.3.4	Begrepsdefinisjoner .....	15
2.3.5	Tiltak og komponenter som skal regnes med .....	16
2.3.6	Kriterier for utvelgelse og gjennomføring av prosjekter .....	17
2.4	Internasjonale programmer .....	18
<b>3</b>	<b>KARBONBINDING I SKOG .....</b>	<b>21</b>
3.1	Skogens rolle i karbonsyklusen .....	21
3.1.1	Verdens skogarealer og fordeling av karbonlagre .....	21
3.1.2	Effekter av klimaendringer på skog .....	26
3.2	Tiltak for CO <sub>2</sub> -binding i skog .....	27
3.2.1	Bevaring av eksisterende karbonlagre .....	28
3.2.2	Økning av karbonlagre.....	30
3.2.3	Erstatning av fossile brensler .....	33
3.3	Teknisk CO <sub>2</sub> -bindingspotensial .....	34
3.3.1	Globalt og regionvis fordeling .....	34
<b>4</b>	<b>ØKONOMISKE, MILJØMESSIGE OG SOSIALE ASPEKTER .....</b>	<b>36</b>
4.1	Økonomiske beregninger .....	36
4.1.1	Prinsipper for beregning av nytte og kostnader .....	36
4.1.2	Kostnadsestimater .....	39
4.2	Sosiale og miljømessige aspekter .....	41
4.2.1	Koblinger mellom klimatiltak i skog, biodiversitet og sosiale aspekter .....	41
4.2.2	Plantasjer som klimatiltak? .....	42
4.2.3	Insentiver i Kyoto-protokollen.....	45
4.2.4	Koblinger mellom Klimakonvensjonen og andre konvensjoner .....	45
<b>5</b>	<b>OPPSUMMERING OG KONKLUSJON .....</b>	<b>47</b>
5.1	Sammendrag av argumenter for og mot klimatiltak i skogbruket .....	47
5.1.1	For.....	47
5.1.2	Mot.....	48
5.2	Konklusjon.....	49
<b>6</b>	<b>LITTERATUR.....</b>	<b>50</b>

# 1 Innledning

Avtalen fra tredje partsmøte til Klimakonvensjonen i Kyoto i desember 1997 åpner for at tiltak for binding av karbondioksid (CO<sub>2</sub>) i skog kan tas i bruk for å oppfylle deler av industrilandenenes forpliktelser. Ifølge Kyotoprotokollen skal industriland (Annex B) innen perioden 2008-2012 redusere sine samlede utslipp av seks klimagasser, blant dem CO<sub>2</sub>, til et nivå som ligger 5,2 prosent lavere enn utslippene i 1990.

Kyotoprotokollen sier at netto endringer i klimagassutslipp fra kilder og opptak i sluk som følge av direkte menneskeskapt arealbruksendringer og skogtiltak skal regnes med i landenes regnskap over utslipp og opptak. Dette er begrenset til nyplanting (*afforestation*), gjenplantning (*reforestation*) og avskoging (*deforestation*) utført etter 1990.<sup>1</sup> Land som hadde netto klimagassutslipp fra arealbruksendringer og skogbruk i 1990 skal regne dette utslippet inn i basisårsutslippet.

Inkludering av skogtiltak kom etter siste forhandlingsrunde før Kyoto-konferansen, og reaksjonene har vært delte. Ott (1998) mener det kan vise seg å bli den største svakheten ved Kyotoprotokollen. Sentrale utviklingsland og miljøorganisasjoner har en skeptisk holdning, blant annet fordi de mener CO<sub>2</sub>-tiltak i skog kan undergrave målet om å redusere utslipp fra fossile brensler i industrilandene. Enkelte u-land og miljøorganisasjoner har inntatt en mer positiv holdning idet de ser skogtiltak som en mulighet for økt støtte og ekspertise til bevaring av tropiske skoger.

I forskermiljøene er det en avventende holdning. Noen viser til usikkerhetene når det gjelder måling og beregning av utslipp og opptak fra skogøkosystemer, andre til vanskelighetene med å sikre at karbongevinsten er reell og at karbonet forblir bundet på lang sikt. I skogsektoren og i industrien ser mange nye forretningsmuligheter innenfor blant annet sertifisering av prosjekter og verifisering av CO<sub>2</sub>-binding. Diskusjonen dreier seg grovt sett om fire forhold:

1. *Politiske og forhandlingsmessige aspekter.* Mange har vært kritiske til hvilke insentiver inkludering av skogtiltak gir. Kritikere mener blant annet avtaleteksten slik den er nå kan føre til økt avskoging. Videre hevdes det at det vil vri oppmerksomheten bort fra reduksjon i klimagassutslipp fra fossile brensler, og redusere motivasjonen for teknologiutvikling og -overføring i energisektoren. I sin tur kan dette bli kritisk for tilliten til Kyotoprotokollen, ikke minst blant utviklingslandene.
2. *Teknisk potensial.* Det har vært reist tvil om CO<sub>2</sub>-gevinsten ved skogtiltak kan kvantifiseres, overvåkes og verifiseres. Det er diskusjon omkring usikkerheten i måling og beregning av karbonstrømmene mellom skog og atmosfære. Det er også usikkerhet om hvordan klimaendringer og andre faktorer vil påvirke CO<sub>2</sub>-balansen på lang sikt.
3. *Økonomiske aspekter.* Skogtiltak antas ofte å være rimelige i forhold til andre klimatiltak. Samtidig er flere potensielt viktige kostnadsfaktorer ikke regnet med, og det er usikkert hvordan kostnadene vil utvikle seg over tid.
4. *Miljømessige og sosiale aspekter.* Det hersker mye usikkerhet om de sosiale og miljømessige effektene av enkeltprosjekter og den samlede effekten av storskala tiltak, særlig i utviklingsland. På den ene siden hevdes det blant annet at inkludering av

---

<sup>1</sup> Omtales ofte som ARD (*Afforestation, Reforestation, Deforestation*). Når det gjelder skogtiltak i forhandlingene brukes også begrepet LUCF (*Land Use Change and Forestry*), som er et videre begrep enn ARD.

skogtiltak gir store muligheter for å bedre forvaltningen av skogressursene i verden, på den andre siden at CO<sub>2</sub>-bindingsprosjekter, som storskala plantasjeskoger, kan blant annet fortrenge arealer for matproduksjon eller naturskog.

Disse blir gjennomgått i det følgende, med vekt på 1 og 2. Kapittel 2 omhandler CO<sub>2</sub>-binding i skog slik det er referert til i Klimakonvensjonen og Kyotoprotokollen, og nevner de viktigste utfordringene framover. Kapittel 3 gir en oversikt over skogenes rolle i frigjøring og opptak av CO<sub>2</sub>, samt teknisk potensial i skogsektoren for å redusere netto CO<sub>2</sub>-utslipp. Kapittel 4 gir en kort gjennomgang av kostnadsberegninger samt miljømessige og sosiale aspekter. Kapittel 5 gir en oppsummering av argumenter i debatten om skogtiltak.

## 2 Skogtiltak i klimaforhandlingene

### 2.1 Bakgrunn: FNs klimakonvensjon og Berlinmandatet

De fleste henvisningene til skog i FNs klimakonvensjon (UNFCCC) fra 1992 er via skogens rolle i karbonsyklusen. Definisjonene gitt i Konvensjonens Artikkel 1 inkluderer skogens egenskaper i utslipp av CO<sub>2</sub> og andre klimagasser, opptak av CO<sub>2</sub>, og lager av karbon:

- *Kilde* er definert som ”enhver prosess eller virksomhet som avgir en drivhusgass, aerosol eller en forløper for en drivhusgass til atmosfæren.”<sup>2</sup>
- *Opptak* (også kalt *sluk*) defineres som ”enhver prosess, virksomhet eller mekanisme som fjerner en drivhusgass, aerosol eller en forløper for en drivhusgass fra atmosfæren”.
- *Reservoar* er definert som ”en komponent eller komponenter i klimasystemet, der en drivhusgass eller forløper for en drivhusgass blir lagret”.

Konvensjonens innledning viser til at partene erkjenner ”den rolle og betydning som opptak og reservoarer av drivhusgasser spiller for økosystemer på landjorden og marine økosystemer”. Et av prinsippene som er definert i Artikkel 3.3, skal være ”å ta hensyn til (...) alle relevante kilder, opptak og reservoarer for drivhusgasser (...)”. Blant partenes forpliktelser under Artikkel 4 er å presentere nasjonale oversikter over utslipp og opptak for gasser som ikke hører inn under Montrealprotokollen.<sup>3,4</sup> Prosedyrer for rapportering er spesifisert i Artikkel 12 (1a og 2b). Artikkel 4 gir også generelle pålegg om å vedta nasjonale strategier for å redusere menneskeskapte utslipp av klimagasser og å beskytte og øke opptaket i sine sluk og reservoarer.

Skogsektoren er nevnt spesifikt under Artikkel 4.1 (c), 4.1 (d) og 4.8. Artikkel 4.1 (c) pålegger alle parter å bidra til teknologiutvikling som kontrollerer, reduserer eller forhindrer menneskeskapte utslipp av klimagasser i en rekke sektorer, inkludert skogsektoren. Artikkel 4.1 (d) pålegger partene å fremme og samarbeide om bevaring og økning av sluk og reservoarer for klimagasser, blant annet i skog. Artikkel 4.8 nevner i tillegg skog som et område som må følges spesielt med tanke på klimaeffekter. Artikkel 7 gir partskonferansen mandat til å utarbeide videre detaljer når det gjelder blant annet regnskaper over utslipp fra kilder og opptak i sluk.

Artikkel 4.2 omhandler felles gjennomføring (FG, på engelsk *Joint Implementation, JI*). Begrepet har siden 1992 blitt brukt for å beskrive en rekke ulike prosjekter og prosjekttyper som involverer en avtale mellom to eller flere land (investor- og vertsland), om gjennomføring av prosjekter som tar sikte på reduksjon i utslipp, eller økning i opptak, av klimagasser. Under den første partskonferansen i Berlin våren 1995 ble det oppnådd enighet om å sette igang en pilotfase for felles gjennomføring med start samme år og varighet ut år 1999. Prosjektene i pilotfasen har blitt gitt samlebetegnelsen AIJ (*Activities Implemented Jointly*). Det gis ikke kreditering for oppnådde CO<sub>2</sub>-gevinster i pilotfasen.

---

<sup>2</sup> Norsk oversettelse fra Stortingsproposisjon nr 36, 1992-93.

<sup>3</sup> Montrealprotokollen omfatter ozonnedbrytende gasser.

<sup>4</sup> Retningslinjene for nasjonal rapportering skiller mellom regnskapsføring av CO<sub>2</sub>-utslipp fra fossile brensler og regnskapsføring for CO<sub>2</sub>-opptak i sluk (IPCC, 1996).



Evalueringen etter avslutning av pilotfasen vil bli avgjørende for skjebnen til felles gjennomføring i forhold til Kyotoprotokollen. Per 13. oktober 1998 var 12 av 95 AIJ-prosjekter i skogsektoren, hvorav en for nyplanting (*afforestation*), fem for gjenplanting (*forest reforestation*) og seks for skogvern (*forest preservation*).

USA har til nå vært mest aktiv blant industrilandene og står som investor for hele ti av disse prosjektene, mens Norge og Nederland har hvert sitt prosjekt. Costa Rica er vertsland for fire prosjekter, Russland for to prosjekter, mens Belize, Equador, Indonesia, Mexico, Panama og Tsjekkia har ett prosjekt hver. En oversikt over skogprosjekter under AIJ er gitt på side 57.

## 2.2 Kyoto-protokollen

Kyoto-protokollen, som ble undertegnet 11. desember 1997, åpner for å kvantifisere kilder og sluk, og inkludere dem i klimagassregnskapet for land som er pålagt forpliktelser om reduksjoner i utslippene (Annex B).<sup>5</sup> Tekstboks 1 viser artiklene i Kyotoprotokollen hvor sluk er omtalt. Sluk er ikke omtalt direkte i forbindelse med Artikkel 12 (Den grønne utviklingsmekanismen, CDM) og Artikkel 17 (kvotehandel), men tas med i kapitlet fordi det blir diskutert om sluk skal inkluderes i disse. Det er særlig mye diskusjon når det gjelder inkludering av sluk i tiltak under den grønne utviklingsmekanismen.

Artikkel 2.1 oppfordrer Annex I-landene til å gjennomføre og/eller belyse tiltak og virkemidler for å beskytte og øke sluk og lagre av drivhusgasser. Dette omfatter, blant tiltak i mange andre sektorer, å fremme en bærekraftig skogforvaltning, nyplanting og gjenplanting.

Artikkel 3.3 sier at netto endringer i utslipp og opptak av drivhusgasser i tilknytning til direkte menneskeskapte arealbruksendringer og skogtiltak (*'forestry activities'*) skal tas med i de nasjonale klimaregnskapene, begrenset til nyplanting, gjenplanting eller avskoging utført etter 1990. Dette skal måles som verifiserbare endringer i karbonlagre (*'carbon stocks'*) i forpliktelsesperioden.

Artikkel 3.4 krever at partene før neste partsmøte (COP4) skal legge fram data for å etablere karbonlagre i 1990 og endringer i årene etter dette. Videre sies det at partsmøtet skal treffe avgjørelser om regler og retningslinjer for hva som skal telle med i endringer i karbonstrømmene for skogbruk og arealbruksendringer, inkludert om det skal tillates andre aktiviteter enn spesifisert i Artikkel 3.3. Utformingen av retningslinjene skal gjøres i samråd med IPCC og SBSTA.

Artikkel 3.7 sier at de landene som hadde netto frigjøring av klimagasser fra arealbruksendringer og skogbruk i 1990 skal inkludere dette i sine beregninger av basisårutslipp. Ifølge tall fra FNs klimasekretariat gjelder dette Australia og i mindre grad Estland.<sup>6</sup> For disse landene betyr det dermed at nettoutslippet fra avskoging og arealbruksendringer blir plussset på basisårutslippet for 1990. For resten av landene, som hadde netto opptak i skogsektoren i 1990, påvirkes ikke basisårutslippet av dette.

---

<sup>5</sup> Landene er spesifisert i et Annex B til protokollen, som omfatter de fleste industrialiserte landene. Annex B skiller seg fra Konvensjonens Annex I ved at Liechtenstein, Kroatia, Monaco og Slovenia er tatt med som nye land, mens Hviterussland og Tyrkia er utelatt. Dessuten er Tsjekkoslovakia delt opp i Tsjekkia og Slovakia.

<sup>6</sup> [www.unfccc.de/fccc/emiss/ta3.pdf](http://www.unfccc.de/fccc/emiss/ta3.pdf)

Artikkel 5.1 forplikter partene til å ha på plass et nasjonalt system for beregning av utslipp fra kilder og opptak i sluk (av alle klimagasser) senest ett år før starten av første forpliktelsesperiode. Metodene for dette skal være akseptert av FNs klimapanel og bestemmes av partsmøtet.

Artikkel 6.1 gjelder felles gjennomføring (*Joint Implementation, JI*). Artikkelen omtaler muligheter for Annex I-landene å overføre til, eller motta fra andre parter, ”enheter for utslippsreduksjoner” som følger av prosjekter i alle sektorer som gir økt opptak av klimagasser. Det er ikke spesifisert hvilke skogtiltak som eventuelt vil komme inn her. Artikkelen presiserer at enhver økning i opptak må komme i tillegg til hva som ellers ville skjedd (”addisjonalitet”).

Artikkel 7.1 setter krav til partene at de skal levere en årlig oversikt over menneskeskapte utslipp og opptak av klimagasser.

Artikkel 12 omhandler den grønne utviklingsmekanismen (*Clean Development Mechanism, CDM*). Mekanismen skal fremme bærekraftige utviklingsprosjekter i utviklingsland som også gir reduksjoner i utslipp av klimagasser. Investorene (industriland) skal kunne få kreditter for oppnådde utslippsreduksjoner. Det er ingen eksplisitt henvisning til sluk eller skogprosjekter, og det er fortsatt uklart om det vil bli inkludert.

Artikkel 17 definerer handel med utslippskvoter mellom Annex B-land. Heller ikke her er det noen direkte henvisning til sluk, og det er usikkert om skogprosjekter vil tillates innenfor kvotehandelsystemet.

## Tekstboks 1

### Henvisninger til sluk i Kyoto-protokollen<sup>7</sup>

**Article 2.1:** “ Each Party included in Annex I (...) shall: (a) Implement and/or further elaborate policies and measures in accordance with its national circumstances, such as: (i) Enhancement of energy efficiency in relevant sectors of the national economy; (ii) Protection and enhancement of sinks and reservoirs of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol, taking into account its commitments under relevant international environmental agreements; promotion of sustainable forest management practices, afforestation and reforestation;”

**Article 3.3:** “The net changes in greenhouse gas emissions from sources and removals by sinks resulting from direct human-induced land use change and forestry activities, limited to afforestation, reforestation, and deforestation since 1990, measured as verifiable changes in stocks in each commitment period shall be used to meet the commitments in this Article of each Party included in Annex I.”

**Article 3.4:** “Prior to the first session of the Conference of the Parties (...) each Party included in Annex I shall provide (...) data to establish its level of carbon stocks in 1990 and to enable an estimate to be made of its changes in carbon stocks in subsequent years. The

<sup>7</sup> [www.unfccc.de/fccc/docs/cop3/protocol.html](http://www.unfccc.de/fccc/docs/cop3/protocol.html)

Conference of the Parties (...) shall, at its first session or as soon as practicable thereafter, decide upon modalities, rules and guidelines as to how and which additional human-induced activities related to changes in greenhouse gas emissions and removals in the agricultural soil and land use change and forestry categories, shall be added to, or subtracted from, the assigned amount for Parties included in Annex I, (...)"

**Article 3.7:** "Those Parties included in Annex I for whom land use change and forestry constituted a net source of greenhouse gas emissions in 1990 shall include in their 1990 emissions base year or period the aggregate anthropogenic carbon dioxide equivalent emissions minus removals in 1990 from land use change for the purposes of calculating the assigned amount".

**Article 5.1:** "Each Party included in Annex I shall have in place, no later than one year prior to the start of the commitment period, a national system for the estimation of anthropogenic emissions by sources and removal by sinks (...)"

**Article 5.2:** "Methodologies for estimating anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of all greenhouse gases shall be those accepted by the Intergovernmental Panel on Climate Change and agreed upon by the Conference of the Parties at its third session."

**Article 6.1:** "For purpose of meeting its commitments under Article 3, any Party included in Annex I may transfer to, or acquire from, any other such Party emission reduction units resulting from projects aimed at reducing anthropogenic emissions by sources or enhancing anthropogenic removals by sinks of greenhouse gases in any sector of the economy (...)"

**Article 7.1:** "Each Party included in Annex I shall incorporate in its annual inventory of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol, (...) the necessary supplementary information necessary to demonstrate compliance with its commitments under this Protocol, to be determined in accordance with paragraph 4 below."

## 2.3 Status og utfordringer etter fjerde partskonferanse

Før klimamøtet som fant sted i Bonn, 2.-12. Juni 1998, ble det av spesialorganene til Klimakonvensjonen utarbeidet et dokument for å gjennomgå utfordringer og uklarheter omkring arealbruksendringer og skogbruk i Kyotoprotokollen (FCCC/SBSTA/1998/INF.1).<sup>8</sup> I Bonn ble FNs klimapanel bedt om å utarbeide en spesialrapport om arealbruk, endringer i arealbruk, skogbruk og andre strategier for CO<sub>2</sub>-binding.<sup>9</sup> Denne er ventet ferdig i løpet av år 2000.

Videre ble partene enige om å starte en prosess for å utvikle regler for regnskapsføring av klimagassutslipp fra arealbruksendringer og skogbruk. Det ble lagt opp til to møter om dette og andre aspekter, et i forkant av fjerde partskonferanse (COP4) i Buenos Aires 2.-14.

<sup>8</sup> Dette og andre dokumenter omtalt i det følgende kan hentes fra internettensiden til FNs klimasekretariat ([www.unfccc.de/fccc/docs/file05.htm](http://www.unfccc.de/fccc/docs/file05.htm)).

<sup>9</sup> Offisiell tittel på rapporten er *IPCC Special report on land-use, land-use change and forestry*.

november 1998, og et møte etter konferansen. Hensikten med møtet før COP4, som fant sted 24.-25. september 1998, var å vurdere tilgangen på data for aspekter knyttet til Artikkel 3.3 i Kyotoprotokollen (se FCCC/CP/1998/INF.4). Møtet etter COP4 skal blant annet vurdere emner knyttet til Artikkel 3.4.

COP4 ga få avklaringer omkring skogtiltak mot klimaendringer. Skogtiltak kom i skyggen av andre temaer under de formelle sesjonene. Sveits og Marshalløyene foreslo tidlig å utsette diskusjonen om skogtiltak til etter at Klimapanelet har ferdigstilt sin spesialrapport. Partene ble også enige om å opprette en parallell prosess i SBSTA, et av spesialorganene til Klimakonvensjonen, som skal ta for seg politiske sider av temaet og drøfte spørsmål om avgrensing. Det ble ingen avklaring på skogtiltak i forhold til felles gjennomføring eller den grønne utviklingsmekanismen (CDM).

En foreløpig rapport fra partsmøtet i Buenos Aires bekrefter at Artikkel 3.3 skal tolkes slik at det skal beregnes endringer i karbonlagrene over perioden 2008-2012 som følge av direkte menneskeskapte aktiviteter for nyplanting, gjenplantning og avskoging siden 1. januar 1990.<sup>10</sup> I tilfeller hvor dette gir netto opptak skal det godskrives landenes klimaregnskap, der hvor summen er netto utslipp skal det telle negativt. Rapporten anbefaler samtidig å utsette avgjørelser om definisjoner relatert til aktiviteter under Artikkel 3.3 og prinsipper og retningslinjer om hvordan og hvilke menneskeskapte aktiviteter som skal inkluderes under Artikkel 3.4 til det første Partsmøtet etter at IPCC har levert sin spesialrapport om karbonsluk. Partene inviteres til å komme med forslag når det gjelder tiltak og prosedyrer innen 1. mars 1999.

Selv om skogtiltak ikke sto høyest på den formelle agendaen, var skog og arealbruk (LUCF) likevel omfattet med betydelig interesse blant NGO-er (ikke-statlige organisasjoner) og andre organisasjoner som deltok på møtet. I det følgende gis en kort gjennomgang av noen av de viktigste utfordringene; skogtiltak i forhold til fleksible gjennomføringsmekanismer, klargjøring/definisjon av begreper, klargjøring av hvilke tiltak og komponenter som skal regnes med, samt kriterier for utvelgelse og gjennomføring av tiltak.

De fleksible gjennomføringsmekanismene inkluderer felles gjennomføring (FG), den grønne utviklingsmekanismen (CDM) og kvotehandling. Det er fortsatt usikkert hvordan skogtiltak eventuelt kommer under disse. Flere land var skeptiske til inkludering av sluk under CDM på klimamøtet i Bonn i juni (SBSTA-8). Costa Rica, Nicaragua, Argentina, Iran og Colombia ga imidlertid uttrykk for støtte til å inkludere CO<sub>2</sub>-sluk under henvisning til at skog også er viktig for bevaring av biologisk mangfold. Det må avklares om man skal ha et tak på hvor stor andel av de nasjonale forpliktelsene som maksimalt kan tas ut gjennom fleksible gjennomføringsmekanismer.

Når det gjelder skogtiltak er dette ikke minst viktig for Norge og andre land i den boreale sonen. I forhold til Kyotoprotokollen vil det være svært lite Norge kan godskrive av CO<sub>2</sub>-binding i norske skoger (hvis IPCCs definisjon av gjenplantning følges strengt kan norske skoger få et netto utslipp på 0,1 millioner tonn CO<sub>2</sub>/år),<sup>11</sup> og eventuelle CO<sub>2</sub>-kreditter fra skog må derfor i all hovedsak hentes via prosjekter i utlandet.

---

<sup>10</sup> [www.cop4.org/docs/cop4/predec.pdf](http://www.cop4.org/docs/cop4/predec.pdf)

<sup>11</sup> FCCC/CP/1998/MISC.9

### 2.3.1 Felles gjennomføring

I 1995 ble det satt igang en pilotfase for utprøving av felles gjennomføring (FG). Prosjekter under pilotfasen kalles *Activities Implemented Jointly* (AIJ). AIJ har så langt 12 skogprosjekter, av totalt 95 (se vedlegg side 57). AIJ-prosjektene skal evalueres etter at pilotfasen avsluttes i 1999. Kyotoprotokollen åpner for FG-prosjekter mellom Annex I-land, men det er uklart i hvilket omfang skogprosjekter vil komme inn under felles gjennomføring. FG skal kun skje på prosjektbasis mellom land som har reduksjonsforpliktelser. Dette kan gjøre skogprosjekter lettere å gjennomføre enn under CDM, som skal skje mellom industriland og utviklingsland. Utviklingsland har så langt ingen utslippsforpliktelser, og inkludering av sluk i CDM er et kontroversielt tema.

Det er fire generelle kriterier som skal gjelde for FG-prosjekter (Ringius et al., 1998): (1) prosjektet skal være godkjent av de involverte parter (regjeringer); (2) det skal gi reduksjoner i utslipp eller økt opptak som kommer i tillegg til hva som ellers ville skjedd (addisjonalitet); (3) en part skal ikke kunne tilegne seg utslippsreduksjonsenheter hvis parten ikke overholder forpliktelsene om metodikk og rapportering; og (4) tilegnelsen av utslippsreduksjonsenheter skal komme i tillegg til innenlandske tiltak i investorlandet.

Kravet om addisjonalitet vil være problematisk for skogtiltak. Særlig gjelder dette lønnsomme prosjekter, hvor kritikere advarer mot at den eneste nytten vil være at investorene får CO<sub>2</sub>-kreditter, i tillegg til profitt, fra prosjektene, og at det ikke vil bli noen netto nedgang i utslippene. En annen utfordring, for FG såvel som CDM, er å få på plass pålitelige og åpne ('transparent') mekanismer og infrastruktur for godkjenning og overvåking av prosjekter. To prosjekter som har møtt kritikk på disse punktene fra miljøhold er:

- I Tsjekkia investerte et amerikansk elektrisitetsfirma syv prosent av de totale investeringene mot å få 15 prosent av de totale reduksjonene i klimagassutslipp. Prosjektet blir kritisert for å bryte med addisjonalitetskravet. Dette fordi prosjektet ifølge nye reguleringer i Tsjekkia ville blitt gjennomført uansett, som en del av en overgang fra kull til gass for å redusere utslipp av svoveldioksid (SO<sub>2</sub>). Til syvende og sist må også investeringene tilbakebetales ettersom de ble gitt som lån.<sup>12</sup>
- Et prosjekt i Indonesia tar sikte på å redusere CO<sub>2</sub>-frigjøring fra regnskogshogst gjennom mer skånsomme hogstmetoder, såkalt "*reduced-impact logging*". Prosjektet ble godkjent av USIJI tidlig i 1997. Prosjektområdet er et område på 600 000 hektar hvor det er gitt konsesjon for hogst. Hvis det lykkes regner en med at en vil redusere CO<sub>2</sub>-frigjøringen til atmosfæren med 130 000 tonn karbon, i forhold til konvensjonelle metoder, over prosjektets levetid på 40 år. Det har vært argumentert at denne metoden kan gi betydelig karbonbinding samtidig med at den gir betydelige miljøgevinster i forhold til konvensjonelle hogstmetoder (Putz og Pinard, 1993; Sist et al., 1998). Prosjektet blir imidlertid kritisert blant annet for å ikke involvere NGO-er eller lokalbefolkning i godkjenningsfasen, og for å ha oversett protester fra indonesiske NGO-er overfor konsesjonsholderen. På grunn av anklager om korrupsjon og misbruk av et skogavgiftsfond (*reforestation funds*) fra konsesjonsholderens side, er prosjektet foreløpig

<sup>12</sup> Nyhetsbrev ECO, 4.11.98 ([www.igc.org/climate/Eco.html](http://www.igc.org/climate/Eco.html))

lagt på is. Prosjektet blir også kritisert for ikke å ha hatt gode nok rutiner for utvelgelse av samarbeidspartner i Indonesia.<sup>13</sup>

### 2.3.2 Den grønne utviklingsmekanismen

Den grønne utviklingsmekanismen (*Clean Development Mechanism*, CDM) er definert i Kyotoprotokollens Artikkel 12. CDM stammer opprinnelig fra et forslag fra Brasil om et "Clean Development Fund".<sup>14</sup> CDM skal oppmuntre til tiltak i utviklingsland som både fører til netto utslippsreduksjoner og bidrar til en bærekraftig utvikling, hvor investorene får kreditt for oppnådde utslippsreduksjoner. CO<sub>2</sub>-gevinster skal sertifiseres av en uavhengig part. CDM skal drives av et råd oppnevnt av partskonferansen og skal baseres på frivillig deltakelse fra utviklingslandenes side. I tillegg settes det krav om at prosjektene skal føre til reelle, målbare og langsiktige klimagevinster, og utslippsreduksjonene skal komme i tillegg til det som ville skjedd uten prosjektet.

Kyotoprotokollen legger opp til at krediteringen ("banking") for CDM-prosjekter skal starte allerede i år 2000. Til en viss grad er CDM en erstatning for den delen av felles gjennomføring (JI/AIJ) som involverte prosjekter mellom industriland og utviklingsland. Til forskjell fra AIJ-prosjekter skal en del av investeringene dekke administrative kostnader og kostnader ved tilpasning til klimaendringer i spesielt sårbare områder. CDM er sett på som en mulig åpning for økt involvering av sentrale u-land i tiltak for å redusere klimagassutslipp, som USA har satt som betingelse for ratifisering ("meaningful participation").

Det er usikkert hvorvidt og i hvor stor grad skogtiltak vil bli inkludert under CDM. I Kyotoprotokollens Artikkel 12 er ikke sluk nevnt spesifikt. Videre er det bare henvisning til "utslippsreduksjoner", ikke opptak. Disse to faktorene har blitt tolket til at skogprosjekter er utelukket. Dette avvises av Rotter og Danish (1998), som mener mange skogtiltak vil kunne oppfylle ovennevnte kriterier for CDM-prosjekter. Videre er "utslippsreduksjoner" brukt generelt om klimatiltak, og tiltak for å redusere avskogingen vil uansett komme inn under begrepet siden de fører til reduksjon i CO<sub>2</sub>-frigjøring til atmosfæren.

Rotter og Danish (1998) mener CDM-prosjekter må kunne inkludere flere tiltak enn de som er definert når det gjelder innenlandske tiltak under Artikkel 3.3. Dette begrunner de med at tiltak under CDM, til forskjell fra innenlandske tiltak, skal vurderes på prosjektbasis. Videre viser de til at CO<sub>2</sub>-strømmer i skog nå kan måles med tilnærmet like stor sikkerhet som energiutslipp (noe andre forfattere er uenige i), og at kreditering fra CDM-prosjekter ikke gis før de er sertifisert av en uavhengig part.

En årsak til den utbredte skepsisen til å inkludere skogtiltak i CDM er at det vil være vanskelig å unngå at det gir insentiver om å avskoge områder – selv om det ikke vil kunne bevises at det skjedde med et slikt formål – for senere å få kreditter for gjenplantning. For å unngå dette har det blitt foreslått blant annet å ikke gi kreditt til gjenplantning av nylig avskogete områder.<sup>15</sup> Videre er det uklart hvordan man skal kunne bevise at

---

<sup>13</sup> Nyhetsbrev ECO, 4.11.98 ([www.igc.org/climate/Eco.html](http://www.igc.org/climate/Eco.html)). Prosjektet er omtalt på USIJI sin hjemmeside ([www.ji.org/usiji/indo.shtml](http://www.ji.org/usiji/indo.shtml)).

<sup>14</sup> Dette fondet var en del av et forslag til byrdefordeling mellom landene som bygde på deres akkumulerte, historiske utslipp av klimagasser (Torvanger, pers.komm.)

<sup>15</sup> Nyhetsbrev ECO, 6.11.98 ([www.igc.org/climate/Eco.html](http://www.igc.org/climate/Eco.html)): Representanter for brasilianske bønder, gummitappere, urbefolkningsgrupper, miljøorganisasjoner, ministre og vitenskapsfolk anbefalte i et brev til Brasils president 23.10. at sluk bør inkluderes under CDM. Blant forslagene er at det ikke gis kreditt for CO<sub>2</sub>-

utslippsreduksjonene kommer i tillegg til det som ellers ville skjedd (*additionality*), særlig for tiltak som er lønnsomme. Det vil også kunne gi fiktive planer om hogst av områder for å tiltrekke midler, og det er uklart hvordan ansvaret skal fordeles etter at prosjektperioden er over.

Et annet argument mot skogtiltak i CDM er at det kan gi økte insentiver for storskala, hurtigvoksende plantasjeskoger, noe som kan gi negative effekter på det biologiske mangfoldet og vil måtte beslaglegge store landarealer, som kan føre til konflikter med lokalbefolkningen. Svake skogforvaltningsorganer, svak håndhevelse av eksisterende lovgivning og mangel på etablerte eiendomsrettigheter vil være store utfordringer for CDM-prosjekter (Mattoon, 1998b).

Det vil være nødvendig med et institusjonelt rammeverk for måling og overvåkning av karbonstrømmer. CIEL (1998) mener Kyotoprotokollens Artikkel 12 er en god begynnelse, men det er viktig at svakheter rettes opp før CDM-prosjekter settes ut i livet. *Climate Action Network* (CAN) sier i en anbefaling at en endelig avgjørelse om inkludering av sluk ikke bør tas før IPCCs rapport er ferdigstilt (år 2000) og har blitt gjennomgått av spesialgruppene under Klimakonvensjonen og partskonferansen (CAN, 1998). Etersom krediteringen av CDM-prosjekter også skal starte i år 2000 er det uklart hvordan en slik utsettelse vil påvirke mulighetene for å inkludere skogtiltak.

### 2.3.3 Kvotehandling

Inkludering av CO<sub>2</sub>-kreditter oppnådd gjennom skogtiltak i en kvotehandling mellom Annex B-landene har vært mindre diskutert enn FG og CDM. I prinsippet vil Kyotoprotokollen kunne åpne for dette, med tilsvarende kriterier for valg, gjennomføring og sertifisering av prosjekter som de andre fleksible mekanismene. Systemet for kvotehandling er imidlertid fortsatt under utarbeidelse, og inkludering av sluke ventes blant annet å bli avhengig av hvor gode systemer en får for sertifisering av CO<sub>2</sub>-gevinster.

### 2.3.4 Begrepsdefinisjoner

Det har vært mye diskusjon om hvordan nyplanting, gjenplanting og avskoging skal defineres, blant annet for å sikre at de er innbyrdes konsistente og for å unngå at Kyotoavtalen oppmuntrer til ikke-bærekraftig skogforvaltning. En må også ta hensyn til forskjellene i vekstrater mellom boreale og tropiske strøk.<sup>16</sup> I IPCCs retningslinjer (IPCC, 1997) er *nyplanting* (*afforestation*) definert som skoetablering i områder som historisk sett ikke har hatt skog, hvor en dermed utvider skogarealet. Det har vært diskusjon omkring hvor lang tid området må ha vært uten skog for å komme inn under begrepet. Noen har brukt 50 år (for eksempel Nilsson og Schopfhauser, 1995), andre mener det må tolkes ulikt for ulike regioner (se for eksempel FCCC/CP/1998/INF.4).

---

gevinster ved gjenplanting i områder som har blitt avskoget etter 1998. I brevet oppfordres Annex B-landene til å etablere mekanismer for å starte krediteringen så fort som mulig, og ikke vente til år 2005 eller 2008. Det foreslås også at agroskogbruk og andre forvaltningsmåter som gir nytte til lokale befolkningsgrupper og samtidig CO<sub>2</sub>-nytte må godkjennes under CDM.

<sup>16</sup> Slik den er nå kan Kyotoavtalen blant annet føre til at boreal skog kommer ut med netto CO<sub>2</sub>-utslipp, selv om den som helhet har netto CO<sub>2</sub>-opptak. Dette skyldes at boreal skog har lange omløpstider og at det tar lang tid før et skogbestand oppnår høye CO<sub>2</sub>-bindingsrater (se kommentarer fra Finland i FCCC/CP/1998/INF.4 og rapport fra Norge i FCCC/CP/1998/MISC.9).

*Gjenplantning (reforestation)* er ifølge IPCCs retningslinjer (IPCC, 1997) skogplanting i områder som historisk sett har hatt skog, men som har blitt omformet til andre bruksmåter. Også her er det uklart hvor langt tilbake i tid en skal gå. Et dokument fra SBSTA (FCCC/SBSTA/1998/INF.1) foreslår at "historisk" må bety minst 20 år for å gi reelle karbongevinster ved gjenplantning. "Omforming til andre bruksmåter" er også viktig. Hvis dette ikke var et krav, ville gjenplantning i streng forstand kunne gjelde planting etter hogst slik det drives i Norge og mange andre land i tempererte og boreale områder. Det vil også kunne inkludere etablering av plantasjer etter avskoging av tropisk regnskog eller gammelskog i boreale strøk. Mange presiserer at det ikke må gis kreditt for planting av skog etter hogst av gammelskog eller tropisk regnskog. SBSTA anbefaler at "planting" erstattes med "etablering" for også å kunne dekke naturlig gjenvekst (FCCC/SBSTA/1998/INF.1).

*Avskoging (deforestation)*. IPCCs retningslinjer gir ingen definisjoner av avskoging. Avskoging kan defineres i forhold til faktisk endring i skogdekke, en endring i skogdekke, eller en kombinasjon. Det synes nødvendig å bruke en kombinasjon av disse, både for å sikre at bærekraftig avvirkning ikke regnes som avskoging (på samme måte som at gjenplantning etter slik avvirkning ikke skal bli kreditert) og for at en også skal regne CO<sub>2</sub>-frigjøring fra *degradering* av skogområder. Ifølge FAOs definisjon (FAO, 1997) er et område avskoget når det har mindre enn ti prosent av opprinnelig kronedekke (utviklingsland) og 20 prosent (industrieland). Strengt tolket kan en kan dermed redusere skogdekket ned til 10-20 prosent og unngå å bli straffet i forhold til Kyotoprotokollen (se Annex I i FCCC/CP/1998/INF.4).

### 2.3.5 Tiltak og komponenter som skal regnes med

Som nevnt over ventes en endelig avklaring når det gjelder hvilke tiltak og komponenter som kan komme inn under Artikkel 3.4 (*'additional human-induced activities'*) først etter at IPCCs spesialrapport er utarbeidet. Blant skogtiltak som er vurdert er reduksjon i skogbranner og skogskade som følge av insektangrep, tiltak for å øke innholdet av jordkarbon, skogforvaltning (*'forest management practices'*), avvirkning (*'harvesting'*), økt levetid på skogprodukter, og mer skånsomme hogstmetoder (se Annex II i FCCC/SBSTA/1998/INF.1).

Det må blant annet klargjøres hva som menes med "*direkte menneskeskapt tiltak*". Mange tolker dette kun som fysiske tiltak, andre mener det også må inkludere endringer i virkemiddelbruken i skogbruket. Dette begrunnes blant annet med at et viktig hinder mot en bedre skogforvaltning er svake institusjoner og/eller manglende håndhevelse av gjeldende reguleringer. Det kan imidlertid være vanskelig å etablere koblinger mellom tiltak og CO<sub>2</sub>-gevinster, og det kan være en fare for "dobbel bokføring". SBSTA (FCCC/CP/1998/INF.4) mener endringer i karbonlagre (*'carbon stocks'*) må være det endelige målet på virkningen av menneskeskapt tiltak.

Brannbekjempelse kan også få stor betydning for karbonbalansen i skog, men det er usikkert hvorvidt Kyotoprotokollen vil komme til å godskrive dette. Det er viktig å skille mellom småskala branner, som er en del av det naturlige kretsløpet, og storskala branner av den typen en har sett i blant annet Indonesia og Latin-Amerika over de siste årene. Ved sistnevnte brukes brann enten direkte som en effektiv måte å rydde land før plantasjeetablering eller jordbruksformål, og/eller brannene øker i omfang fordi moderne hogstmetoder gjør skogene tørrere og mer brannutsatt. I slike tilfeller vil karbonbalansen kunne påvirkes på lang sikt. I Russland raste det store skogbranner sommeren og høsten 1998, og i følge foreløpige



rapporter vil det i 30 prosent av områdene være vanskelig å etablere skog igjen. Det samme er tilfelle i Indonesia, hvor brannene i 1997/98 antente dyptgående kullag.<sup>17</sup>

IPCCs retningslinjer for nasjonale rapporteringer (IPCC, 1997) inkluderer biomasse over bakken og jordkarbon, mens blant annet karbon i biomasse under bakkenivå og i skogprodukter ikke er medregnet. Blant landene i Annex B synes det å være flertall for å inkludere karbon i jordsmonn, såvel som andre komponenter det kan etableres gode målemetoder for, i regnskapet over endringer i karbonlagre (FCCC/CP/1998/INF.4). Et argument mot å inkludere karbon i treprodukter er at siden CO<sub>2</sub>-frigjøring fra bærekraftig hogst ikke skal regnes med bør en heller ikke kreditere karbonlagring i treprodukter fra slik hogst. På den annen side er det et ønske om å oppmuntre til økt bruk av treprodukter, ikke minst for å erstatte mer energiintensive produkter (som gir høye utslipp under produksjonen).

### 2.3.6 Kriterier for utvelgelse og gjennomføring av prosjekter

En viktig utfordring ved siden av begrepsdefinering er utforming av kriterier og retningslinjer for utvelgelse og oppfølging av pågående skogtiltak, det være seg innenlandske tiltak eller tiltak under de fleksible mekanismene. Dette kalles med et samlebegrep MERV (*Monitoring, Evaluation, Reporting, and Verification*). Kriteriene skal brukes for å vurdere klimanytte samt annen økonomisk, miljømessig og sosial nytte på kort og lang sikt. De skal også presisere ansvarsforhold og sette krav til rapportering fra partene som er involvert i prosjektene. Det er til nå utviklet flere slike sett av kriterier og retningslinjer, dels av nasjonale og internasjonale organisasjoner, dels av bedrifter som ønsker å drive sertifisering av prosjekter på kommersiell basis, og dels innen Klimakonvensjonens arbeidsgrupper. Vine og Sathaye (1997) beskriver syv sett av retningslinjer for klimaprojekter:

- SBSTA (*Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice*): retningslinjer for standard rapportformat. SBSTA er et organ under FNs klimakonvensjon ([www.unfccc.de/fccc/ccinfo/aij\\_urf.htm](http://www.unfccc.de/fccc/ccinfo/aij_urf.htm)).
- USIJI (*U.S. Initiative on Joint Implementation*): retningslinjer for prosjektforslag ([www.ji.org/usiji/guide.shtml](http://www.ji.org/usiji/guide.shtml)).
- WBCSD (*World Business Council for Sustainable Development*): retningslinjer for prosjektforslag
- Verdensbankens retningslinjer for overvåkning og evaluering.
- DOE (*U.S. Department of Energy*) frivillige retningslinjer for rapportering for klimagasser.
- *Winrock*: retningslinjer for karbonovervåkning, utvikling og testing av metoder for inventering og overvåkning av karbon i prosjekter for skogbruk og agroskogbruk. ([www.winrock.org/reep/forest%5Fcarbon%5Fmonitoring%5Fprogram.htm](http://www.winrock.org/reep/forest%5Fcarbon%5Fmonitoring%5Fprogram.htm))
- *SGS Forestry*: retningslinjer for verifisering av karbonbinding ([www.sgs.co.uk/news/climate-change.html](http://www.sgs.co.uk/news/climate-change.html)).

I tillegg til disse kommer retningslinjene for sertifisering av skogforvaltning fra Forest Stewardship Council (FSC, 1996). Et annet eksempel er fra University of Edinburgh, som har utviklet prinsipper og kriterier for skogprosjekter på basis av erfaringer fra prosjektet "Scolel Té" i Chiapas-regionen i Mexico ([www.ed.ac.uk/~ebfr11/ecor](http://www.ed.ac.uk/~ebfr11/ecor)). Prinsippene ble tatt opp av organisasjonen *International Federation for Carbon Sequestration* (FIPIC) på generalforsamlingen deres 22. juni 1998. Hensikten med disse er å muliggjøre utvikling av

<sup>17</sup> [www.cicero.uio.no/Climate/News/101198.html](http://www.cicero.uio.no/Climate/News/101198.html).

pilotprosjekter i skogbruket ved bruk av realistiske og sammenlignbare forutsetninger. Tre hovedelementer er:

1. Verifiserbarhet (*verifiability*): Måling av karbonbinding skal være verifiserbar, og forutsetningene de bygger på skal være tilgjengelige (*transparent*) og beregnet på basis av et standard metodeverktøy. Effekten av prosjektet skal måles i såkalte "globale oppvarmingsenheter" (*Global Warming Units*, GWU), uttrykt i tC.år, over en 100 års tidshorisont. Basert på estimater av oppholdstiden til en ekstra mengde tilført CO<sub>2</sub> til atmosfæren er det beregnet at 1 tonn karbonutslipp gir omkring 60 GWU. Det gis videre presiseringer for blant annet beregning av referansebane, modeller for beregning av karbonstrømmer i prosjektet, system for overvåkning og tilgjengelighet av data.
2. Levedyktighet (*viability*): klimaeffekten skal være sikret ut over prosjektets levetid. Prosjektet skal være økonomisk levedyktig, herunder at brukerne skal ha sikre rettigheter i forhold til bruk av landområder, økonomisk levedyktighet for prosjektet og at tas spesielt hensyn til at prosjektet skal kunne overleve ut over "kritiske punkter" i bestandsomløpet, og at det treffes tiltak for å sikre mot tap av karbonlagre. Videre skal forvaltningssystemet være "levedyktig" (dvs. at det inkluderer ulike indikatorer for overvåkning), at det kan korrigeres underveis, at prosjektstaben har relevant opplæring og at forvaltningssystemet gjennomgår en jevnlig revisjon. Sosial og miljømessig bærekraftighet inkluderer at spørsmål om landrettigheter er avklart, at prosjektet er i tråd med legale og offisielle krav, at det ikke øker sosial ulikhet og fattigdom, at lokalbefolkningen er representert i forvaltningsstrukturen og at deltakelse blant lokalbefolkningen er frivillig. Videre skal prosjektet være økologisk bærekraftig, dvs. at næringsinnholdet i jordsmonnet bevares, at vannressursene beskyttes, at artsmangfoldet opprettholdes og at hogstregimene reflekterer gjenveksten.
3. Ansvarlighet (*responsibility*): Prosjekter skal være utformet og gjennomført på en sosialt og miljømessig ansvarlig måte. Dette innebærer to hovedpunkter: a) at prosjektet tar hensyn til lokale kulturer og verdier, og b) at kvaliteten på lokalmiljøet opprettholdes. Konkret betyr dette at arealbruksendringer ikke skal skje uten samtykke, at forvaltningen skal ta hensyn til lokale rettigheter, tradisjoner (*practices*) og verdier, at velferden til kvinner og fattige grupper ikke skal reduseres, og at velferd og rettigheter for urbefolkningsgrupper (*indigenous people*) opprettholdes. Når det gjelder "kvaliteten på lokalmiljøet" settes det som krav at truede arter og nøkkelhabitater vernes, at lokale miljøverdier og -funksjoner vernes og at forvaltningen av prosjektet tar med midler for å overvåke sosiale og miljømessige effekter.

## 2.4 Internasjonale programmer

Flere programmer har blitt etablert over de siste årene for å koordinere og gjennomføre klimatiltak, blant annet innenfor skogsektoren. Noen eksempler er beskrevet under. Av disse er noen direkte involvert i prosjektgjennomføring, andre tar sikte på kun å være meglere og/eller organer for sertifisering, overvåkning og verifisering (jamfør også 2.3).

*Forest Absorbing Carbon Emissions* (Face) ble opprettet av nederlandske myndigheter i 1990 for å støtte prosjekter for binding av en CO<sub>2</sub>-mengde på 3 millioner tonn per år, tilsvarende utslippene fra 600 MW kullfyrte elektrisitetsverk i Nederland. Med en beregnet omløpstid på

25 år er nødvendig skogareal for å oppfylle dette anslått til 150 000 hektar (ha). I dag er Face investor eller delinvestor i prosjekter i Malaysia, Tsjekkia, Ecuador, Uganda og Nederland, mens et prosjekt i Indonesia er under forberedelse. Hvis alle disse prosjektene blir gjennomført, vil arealet med nyplantet skog bli på 186 000 ha ([www.facefoundation.nl/](http://www.facefoundation.nl/)).

*US Initiative for Joint Implementation (USIJI)* ble opprettet av USAs myndigheter i oktober 1993. Et hovedmål er å fremme utvikling og gjennomføring av kostnadseffektive samarbeidsprosjekter mellom USA og utenlandske partnere, med særlig blikk på teknologiutvikling og bærekraftig utvikling i utviklingsland og land i overgang til markedsøkonomier. Per 30. juni 1997 hadde USIJI akseptert 25 prosjekter i 11 land. Av disse er 12 i skogsektoren, som inkluderer blant annet skogbevaring, nyplanting, gjenplanting, bærekraftig skogforvaltning og agroskogbruk (EPA, 1997). Se også [www.ji.org/usiji/\\_usiji6.htm](http://www.ji.org/usiji/_usiji6.htm).

*Prototype Carbon Fund (PCF)* er et initiativ fra Verdensbanken. Karbonfondet er under utvikling, og er ment å skulle lede an i en global handel med karbonkvoter. PCF skal etter planen starte opp i 1999. Fem land og fjorten selskaper har undertegnet en intensjonserklæring om å delta i fondet. Disse er Finland, Nederland, Norge, Sveits og Sverige. Blant selskapene er Statoil og Naturkraft. Målet er å ha 100 millioner US dollar i fondet ved oppstart og 2 milliarder innen år 2005.<sup>18</sup> Midlene skal blant annet investeres i enkeltprosjekter under mekanismer som FG og CDM. Investorene vil få tildelt et utslippssertifikat som står i forhold til pengesummen som er investert. Verdensbanken selv vil sitte igjen med en kommisjon på fem prosent. Noen frykter Verdensbanken vil få en monopolsituasjon og dermed bli prisledende. Fra miljøhold blir PCF kritisert for å ha en lite åpen (*transparent*) prosess for utvelgelse av prosjekter. Giverland vil på denne måten ha små muligheter for kvalitetskontroll av prosjekter under FG eller CDM. Videre har USA og andre land uttrykt bekymring for at PCF vil gi interne konflikter i Verdensbanken, som fra før har sterke interesser i fossile brensler. Videre hevdes det at det er en fare for at referansebanene for Verdensbankens prosjekter vil bli satt lavere for å øke karbongevinsten og derved Verdensbankens gevinst. Se også [www-esd.worldbank.org/cc/gci.html](http://www-esd.worldbank.org/cc/gci.html).

Costa Rica har etablert et nasjonalt program (*Certifiable Tradable Offset, CTO*), hvor landet inngår kontrakter med investorer i skogprosjekter og gir sertifikater tilbake. Sertifikatene selges i dag for 10 USD per tonn karbon. Costa Rica har til nå solgt kreditter for 200 000 tonn karbon (Pearce, 1998).

Et utvalg av andre, private bedrifter som gir rådgivning og/eller formidling av karbonbindingsprosjekter er gitt i tabell 1.

---

<sup>18</sup> Kilder: Cicerone nr. 4/98: s. 1-3 (<http://www.cicero.uio.no/CICERONE/98/4/cicerone9804.pdf>), nyhetsbrev ECO, 9.11.98 og 13.11.98 (<http://www.igc.org/climate/Eco.html>).

**Tabell 1: Utvalg av private bedrifter for rådgivning og formidling av karbonbindingsprosjekter.**

Navn	Beskrivelse	Kilde (internett)
International Federation for Carbon Sequestration (FIPIC)	Opprettet 1997 av FIA (Fédération Internationale de l'Automobile) og AIT (Alliance Internationale de Tourisme)	<a href="http://www3.fia.com/tourisme/enviro-a/CO2a.htm">www3.fia.com/tourisme/enviro-a/CO2a.htm</a> eller <a href="http://www.fia.com/tourisme/enviro-a/fipicpr1.htm">www.fia.com/tourisme/enviro-a/fipicpr1.htm</a>
Trexler and Associates (TAA)	Tilbyr bl.a. identifisering og gjennomføring av klimaprosjekter i skogsektoren.	<a href="http://www.climateservices.com/">www.climateservices.com/</a>
Carbon Storage Trust	Tilknyttet University of Oxford, England. Har som mål å selge CO <sub>2</sub> -kreditter, og skal ikke delta i praktisk gjennomføring av prosjekter.	<a href="http://www.ji.org/jinews/062397.shtml">www.ji.org/jinews/062397.shtml</a>
CliMit Strategies	Samarbeid mellom TAA og Chatham House Enterprises, Ltd., del av Royal Institute of International Affairs, London	<a href="http://www.climateservices.com/press6.htm">www.climateservices.com/press6.htm</a>
SGS Forestry	Tilbyr analyse av prosjekter, kvantifisering av CO <sub>2</sub> -binding og tildeling av sertifikater for verifisert karbonbinding ( <i>Verified Tradable Offsets</i> , VTO)	<a href="http://www.sgs.co.uk/news/climate-change.html">www.sgs.co.uk/news/climate-change.html</a>

### 3 Karbonbinding i skog

I kjølvannet av økende bekymring for menneskeskapte klimaendringer mot slutten av 1980-tallet, økte også interessen for klimatiltak i skogsektoren (for eksemple Sedjo og Solomon, 1989). Noordwijk-deklarasjonen, undertegnet i 1989 av 68 land, satte ambisiøse mål for global skogforvaltning, blant annet for å øke karbonbindingen.<sup>19</sup>

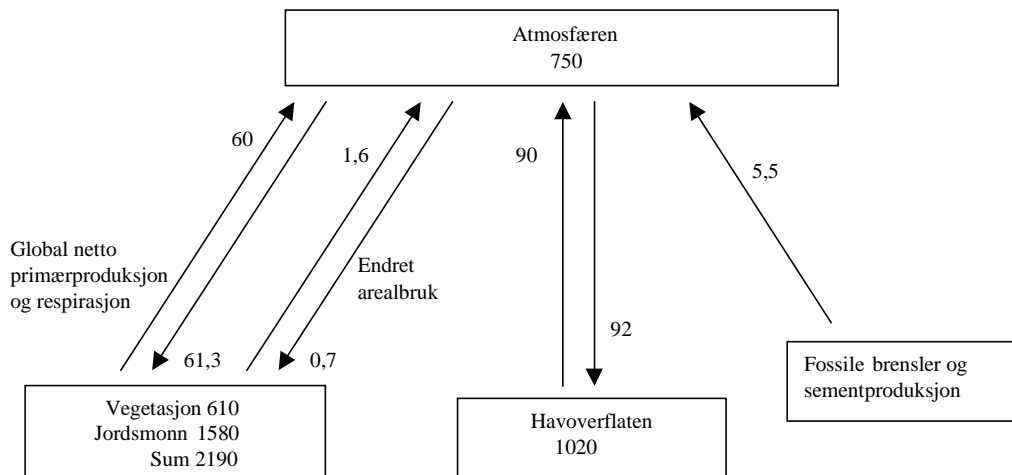
Kapitlet gjennomgår skogens rolle i karbonsyklusen, skogtiltak mot klimaendringer og beregnet potensial for karbonbinding.

#### 3.1 Skogens rolle i karbonsyklusen

##### 3.1.1 Verdens skogarealer og fordeling av karbonlagre

FAO (1997) beregner at verdens skogareal i 1995 var 3,4 milliarder hektar eller 26,6 prosent av landarealet,<sup>20</sup> hvorav mer enn 60 prosent i følgende syv land (andel av totalt skogareal i parentes): Russiske føderasjon (22,1 prosent), Brasil (15,9 prosent), Canada (7,1 prosent), USA (6,2 prosent), Kina (3,9 prosent), Indonesia (3,2 prosent) og tidligere Zaire, nå Den demokratiske republikken Kongo (3,1 prosent).

Skogarealene fordeler seg i følge FAO (1995) med 52 prosent i den tropiske sonen, 18 prosent i den tempererte sonen, og 30 prosent i den boreale sonen. Disse tallene avviker noe fra de



**Figur 1: Skisse av den globale karbonsyklusen. Reservoarer (bokser) er angitt milliarder tonn karbon (GtC) og strømmer (piler) i GtC per år. Tallverdiene for de menneskeskapte komponentene refererer til 1980-tallet. Kretsløpene i figuren er forenklet og tallverdiene er omfattet med betydelig usikkerhet. Figuren angir gjennomsnittsverdier, ettersom mange av de viktigste strømmene på figuren kan variere betydelig fra ett år til et annet. Kilde: Schimel et al. (1996).**

<sup>19</sup> Noordwijk Ministerial Conference (NMC). 1989. The Noordwijk Declaration on Climate Change. Ministerial Conference on Atmospheric Pollution and Climate Change, Noordwijk, The Netherlands. 15 s.

<sup>20</sup> Grønland og Antarktis er ikke medregnet i landarealet.

som brukes av Brown et al. (1996), som har et høyere estimat for totalt skogareal (4,1 milliarder hektar) og en noe annen fordeling (tropisk sone 43 prosent, temperert sone 25 prosent og boreal sone 32 prosent).

Verdens skoger inneholder omkring halvparten av karbonet som er bundet i terrestriske økosystemer, fordelt på opptil 80 prosent av karbonet i vegetasjonen og omkring 40 prosent av karbonet i jordsmonnet (Dixon et al., 1994a). I tall tilsvarende dette omkring 990 milliarder tonn karbon (GtC),<sup>21</sup> fordelt på 67 prosent eller 660 GtC i jordsmonnet (mineraljord og organisk materiale) og 33 prosent eller 330 GtC i vegetasjonen (plantemateriale over og under bakken). I tillegg finnes det en ukjent mengde karbon i treprodukter.

Til sammenligning er karbonmengden (hovedsakelig CO<sub>2</sub>) i atmosfæren omkring 750 milliarder tonn (Figur 1). Karboninnholdet i atmosfæren har økt med ca. 150 GtC siden før-industriell tid, hvorav utslipp fra skogsektoren har bidratt med omkring 30 prosent (Austin et al., 1998).

Den regionale fordelingen av karbonlagre avviker fra fordelingen av skogareal. Ifølge Brown et al. (1996) finnes 41 prosent av karbonet på landjorda i den boreale sonen (høye breddegrader, 50-75°N og S), 16 prosent i den tempererte sonen (midlere breddegrader, 25-50°N og S) og 43 prosent i tropiske strøk (lave breddegrader, ca. 0-25°N og S). Av den totale karbonmengden i jordsmonn finnes 52 prosent på høye breddegrader, hvor mer enn fem sjettedeler (85 prosent) av karbonet finnes i jord. Tilsvarende andel av karbon i jordsmonnet for midlere og lave breddegrader er henholdsvis 62 prosent og 50 prosent. Av karbonet som er bundet i vegetasjon finnes 64 prosent på lave breddegrader (Brown et al., 1996). Se Tabell 2.

**Tabell 2: Global fordeling av karbonlagre og CO<sub>2</sub>-fluks fra skogsektoren. Alle tall i milliarder tonn (GtC). Kilde: Brown et al. (1996).**

	Jord (GtC)	Vegetasjon (GtC)	Totalt karbonlager (GtC)	Karbonfluks (GtC/år)
Høye breddegrader	345	60	405	0,48
Midlere breddegrader	95	59	154	0,26
Lave breddegrader	216	212	428	-1,65
Total	656	331	987	-0,91

Av det menneskeskapte karbonutslippet akkumuleres omkring 46 prosent (3,3±0,2 milliarder tonn) i atmosfæren. Denne enveisrettede strømmen har medført en økning i CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i atmosfæren på i underkant av 30 prosent siden starten på den industrielle revolusjonen (ca. 1750). Etter vanndamp er CO<sub>2</sub> den viktigste av klimagassene. CO<sub>2</sub> har alene bidratt med omkring 60 prosent av økningen i strålingspådrivet som følge av menneskeskapte klimagassutslipp.<sup>22</sup> Menneskeskapte CO<sub>2</sub>-utslipp utgjør bare omkring 4,5 prosent av den totale CO<sub>2</sub>-mengden som hvert år tilføres atmosfæren, men utslippene har en større betydning

<sup>21</sup> GtC = 10<sup>9</sup> tonn karbon

<sup>22</sup> Strålingspådriv ("radiative forcing") brukes som et mål for endring i jordens og atmosfærens strålingsbalanse. Et positivt strålingspådriv gir en oppvarmende effekt, et negativt gir en avkjølede effekt.

enn dette tallet alene skulle tilsi. Dette skyldes at disse utslippene utgjør en ekstra, enveisrettet strøm til atmosfæren. Tiden det tar for konsentrasjonen  $s$ , kalt *justeringstiden*, er for  $\text{CO}_2$  i størrelsesorden 50-200 år.<sup>23</sup>

I følge Brown et al. (1996) er beregnet netto menneskeskapt karbonfrigjøring (hovedsakelig  $\text{CO}_2$ ) fra verdens skoger i størrelsesorden 0,9 GtC, fordelt på en nettofrigjøring fra tropiske skoger på  $1,6 \pm 0,4$  GtC per år og et opptak i tempererte/boreale skoger på  $0,7 \pm 0,2$  GtC.<sup>24</sup>  $\text{CO}_2$ -frigjøring i skogsektoren skyldes hovedsakelig avskoging og arealbruksendringer i den tropiske regionen. 1,6 GtC tilsvarer ca. 20 prosent av det totale menneskeskapte karbonutslippet, som ellers stammer fra forbrenning av olje, kull og gass.

$\text{CO}_2$ -frigjøringen fra skog stammer fra netto uttak av biomasse og utslipp fra biomassebrenning.  $\text{CO}_2$ -frigjøringen fra biomasseuttak får betydning i klimasammenheng når uttaket ikke erstattes av gjenvekst, det vil si at det skjer en permanent overføring av karbon fra vegetasjon og jordsmonn til atmosfæren. Produktenes levetid avgjør over hvor lang tid denne overføringen skjer. Ytterpunkter er brensel, som gir rask  $\text{CO}_2$ -frigjøring, og bygningsmaterialer, som kan ha en levetid på mange hundre år.

I tillegg til  $\text{CO}_2$  gir brenning og nedbrytning av biomasse også utslipp av to andre viktige klimagasser, metan ( $\text{CH}_4$ ) og lystgass ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Biomassebrenning bidrar med omkring 10 prosent av det menneskeskapte utslippet av  $\text{CH}_4$  og 10-20 prosent av  $\text{N}_2\text{O}$ -utslippene (Brown et al., 1996). Det meste av biomassebrenningen i skog skjer i tropiske strøk, men betydelige arealer brenner også hvert år i tempererte og boreale skoger.<sup>25</sup> Noe av karbonet frigjøres som karbonmonoksid ( $\text{CO}$ ) som etter relativt kort tid omdannes til  $\text{CO}_2$ .  $\text{CO}$  har en indirekte klimaeffekt gjennom dannelse av troposfærisk ozon og forlengelse av levetiden for metan. Anslagsvis 10 prosent av karbonet frigjøres i partikkelform (C), som har en svært lang levetid i jordsmonnet og dermed kan ansees som permanent lagret (Crutzen og Andreae, 1990; Brown et al., 1996).

Tabell 3 viser karbonbudsjettet for de menneskeskapte utslippene for 1980-tallet.<sup>26</sup> Kategorien "andre terrestriske sluk" er mengden som balanserer utslipp og opptak, og som har blitt kalt "the missing sink". Schimel et al. (1996) tilskriver denne ubalansen i karbonregnskapet ( $1,3 \pm 1,5$  mrd. tonn karbon for 1980-årene) hovedsakelig økt opptak i skog som følge av  $\text{CO}_2$ -gjødsling, økt nitrogenavsetning og effekter av klimavariasjoner. Det er imidlertid usikkert *hvor* dette sluket er. Det vakte oppsikt da Fan et al. (1998) fant et opptak i vegetasjonen i Nord-Amerika på  $1,7 \pm 0,5$  mrd. tonn karbon per år, betydelig høyere enn tidligere beregninger. Noen betviler imidlertid at opptaket er såvidt høyt.<sup>27</sup>

<sup>23</sup> Justeringstiden karakteriserer hvordan  $\text{CO}_2$ -konsentrasjonen avtar etter at en puls av stoffet er tilført atmosfæren. Justeringen skjer raskt i begynnelsen og langsomt senere. I løpet av 50-200 år antas 2/3 av en tilført  $\text{CO}_2$ -puls å være fjernet (kfr. Torvanger et al., 1997).

<sup>24</sup> Dette er lavere enn det som oppgis i Schimel et al. (1995), noe som skyldes at Brown et al. bruker andre tall for karbonstrømmer i boreale strøk, spesielt for det tidligere Sovjetunionen.

<sup>25</sup> FAO anslår at branner i de østlige deler av Russland påvirket mer enn 100 000 hektar i juli i år, og at 25 000 hektar brant på øya Sakhalin i september

(<http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/FORESTRY/fire/firesit.htm>).

<sup>26</sup> I 1995 var utslippet fra fossile brensler var i 1995 på 6,4 mrd. tonn C, ifølge Carbon Dioxide Information Analysis Center, USA (<http://cdiac.esd.ornl.gov/ftp/ndp030/global95.ems>). World Resources Institute anslår utslippet fra tropisk avskoging til 1,1 milliarder tonn i 1991.

<sup>27</sup> Se f.eks. Se Walker, G., *New Scientist*, 24. oktober 1998, s. 5, og [www.cicero.uio.no/Climate/News/301098.html](http://www.cicero.uio.no/Climate/News/301098.html)

Brown et al. (1996) hevder at store deler av "the missing sink" bindes i tropisk vegetasjon. Mens veksten i tempererte og boreale skoger måles ved jevnlig inventeringer av skogbiomassen beregnes karbonbalansen i tropiske skoger ved hjelp av modeller. Effekter av faktorer som CO<sub>2</sub>-gjødsling, nitrogenavsetning og klimaeffekter vil derfor automatisk bli inkludert i målingene i tempererte og boreale strøk, men ikke i tropene.<sup>28</sup> I tillegg kommer gjenvekst i sekundærskog etter avskoging, som kan være større enn antatt. Dette støttes i stor grad av Phillips et al. (1998), som beregner at opptak i tropiske skoger i Latin-Amerika kan utgjøre så mye som 40 prosent av "the missing sink". Forfatterne fant imidlertid ingen tilsvarende karbonakkumulering i tropisk skog i Afrika, Asia og Australia, og konkluderer med at klimatiske og menneskeskapte faktorer kan ha en betydelig innvirkning på karbonbalansen. Laurance et al. (1996) fant en dramatisk nedgang i biomasse, og dermed betydelige CO<sub>2</sub>-utslipp, som følge av fragmentering av tropiske skoger i Amazonas.<sup>29</sup>

Det diskuteres hvor stor usikkerheten er i målingene av komponentene i karbonbudsjettet for skogsektoren. Dette er ikke minst viktig i forbindelse med inkludering av skogtiltak i Kyoto-protokollen. Usikkerheten for CO<sub>2</sub>-strømmer i skog settes ofte til mellom 30 og 50 prosent av middelverdien (Brown et al., 1996; Pearce, 1998), mens usikkerheten for energiutslipp på bare omkring 5 prosent (Lanchbery, 1998). Andre mener måleusikkerheten er overvurdert (WRI, 1998), og at den kan reduseres til "akseptable nivåer" (IGBP Terrestrial Carbon Working Group, 1998).

Både relativ størrelse og regional fordeling av CO<sub>2</sub>-frigjøring fra avskoging har endret seg siden den skjøt fart med den industrielle revolusjonen. Fram til slutten av forrige århundre var CO<sub>2</sub>-frigjøringen fra arealbruksendringer større enn utslipp fra fossile brensler. Arealbruksendringene skyldtes da i hovedsak landbrukets ekspansjon i tempererte og boreale strøk. Fra århundreskiftet til omkring 1940 var CO<sub>2</sub>-frigjøringen fra arealbruksendringer omtrent den samme som CO<sub>2</sub>-utslipp fra fossile brensler. Etter ca. 1940 har fossile brensler overtatt som den ledende menneskeskapte CO<sub>2</sub>-kilden, samtidig som avskogingen i tropene har overtatt som den dominerende CO<sub>2</sub>-kilden fra arealbruksendringer. Ifølge Austin et al. (1998) har utviklingsland bidratt med omkring 77 prosent av CO<sub>2</sub>-økningen i atmosfæren fra arealbruksendringer i perioden 1850-1990. Dette utgjør 23 prosent av den totale CO<sub>2</sub>-økningen over den samme perioden. Den årlige gjennomsnittlige avskogingen i tropene var på 13 millioner hektar i perioden 1990-95 (FAO, 1997).

---

<sup>28</sup> En mye sitert studie fra Amazonas av Grace et al. (1995) viser store fluktuasjoner i utslipp og opptak av CO<sub>2</sub> fra urørte tropiske skoger, og at disse skogene per i dag kan utgjøre et betydelig (dog forbigående) karbonsluk.

<sup>29</sup> Forfatterne har nylig beregnet CO<sub>2</sub>-effektene av dette, se Pye-Smith, C., *New Scientist*, 22. august 1998, s. 12.



**Tabell 3: Karbonbudsjettet for menneskeskapte utslipp for perioden 1980-90. Tallene angir årlige utslipp av CO<sub>2</sub> og hvordan dette utslippet fordeles mellom ulike reservoarer. Enheten er milliarder tonn karbon per år. (1 GtC = 3,7 Gt CO<sub>2</sub>). (Schimel et al., 1996).**

CO <sub>2</sub> -kilder	GtC/år
a. Fossile brensler og sementproduksjon	5,5 ± 0,5
b. Netto frigjøring fra arealbruksendringer og avskoging i tropiske strøk	1,6 ± 1,0
c. Totale menneskeskapte utslipp (a + b)	7,1 ± 1,1
<b>Fordeling av menneskeskapte utslipp</b>	
d. Akkumulering i atmosfæren	3,3 ± 0,2
e. Opptak i havet	2,0 ± 0,8
f. Opptak ved gjenvekst i skog på den nordlige halvkule	0,5 ± 0,5
g. Andre terrestriske 'sluk' (CO <sub>2</sub> -gjødsling, N-gjødsling, klimaeffekter, gjenvekst i tropene, opptak i urørt tropisk skog) [a + b - (d + e + f)]	1,3 ± 1,5

Det beregnede netto CO<sub>2</sub>-opptaket i skog på midlere og høyere breddegrader skyldes både økt skogareal og høy produktivitet i stående skog. Kauppi et al. (1992) fant at skogbestanden i Europa økte med 25-30 prosent fra 1971 til 1990, og nye resultater viser at tømmervolumet i USA kan ha økt med 30 prosent over de siste 50 årene (Moffat, 1998). Mellom 1990 og 1995 økte skogarealet på midlere og høyere breddegrader med ca. 1 million hektar årlig (FAO, 1997). Mesteparten av denne økningen skjedde i tempererte strøk (Brown et al., 1996). I begge regioner består skogene generelt av unge vekstklasser med høy tilvekst. Denne "gjenoppbyggingen" av karbonlagre regnes å være tidsbegrenset, men det er uenighet om hvor lang tid prosessen kan pågå (Brown et al., 1996:778).

**Tabell 4: Karbontetthet i ulike vegetasjonstyper og regioner, gjennomsnitt over tid. Kilde: Nabuurs og Mohren (1993), etter Brown et al. (1996).**

Sone	Skogtype	Levende biomasse og skogprodukter (tC/ha)	Strø, død ved og jordsmonn til 100 cm dybde (tC/ha)	Totalt (tC/ha)	Gjennomsnittlig karbonakkumulering (tC/ha/år)
Tropisk	Intensivt drevet eviggrønn regnskog	144	92	236	2,4
	Selektivt drevet eviggrønn regnskog	207	102	309	2,9
	<i>Pinus caribaea</i> , Brasil og Venezuela	89	90	179	5,1
	<i>P. elliotii</i> , Brasil	111	80	191	3,9
Temperert	Granskog, mellom-Europa	137	117	254	2,0
	<i>Pseudotsuga</i> , nordvest-USA	196	143	339	3,4
	<i>Pinus radiata</i> , New Zealand, Australia	126	97	223	4,5
	Blandet løvskog, mellom-Europa	110	105	215	1,4
Boreal	Granskog, Russland	53	139	192	1,0

Omgjøring av naturskog til jordbruksland kan gi en nedgang i karbonmengden på over 90 prosent i vegetasjonen og 25 prosent i jord, mens omforming til plantasjeskoger kan gi en nedgang på 30-50 prosent (vegetasjon) og opp til 10 prosent (jord). Houghton (1993) oppgir at aktivt drevne plantasjer har en gjennomsnittlig karbonmengde på fra en tredjedel til halvparten av naturskog.

Tabell 4 oppsummerer karbonbinding over tid for ulike typer arealbruk. Arealbruksendringer kan også påvirke CO<sub>2</sub>-strømmene indirekte. For eksempel kan etablering av plantasjer påvirke tilgangen på land for svedjebbruk, og igjen avskogingspresset på naturskog.

### 3.1.2 Effekter av klimaendringer på skog

Klimaendringer, inkludert CO<sub>2</sub>-økning i atmosfæren og havnivåstigning, vil kunne gi en rekke direkte og indirekte effekter på skogøkosystemer. Økt CO<sub>2</sub>-konsentrasjon i atmosfæren kan isolert gi økt plantevekst, men effekten i naturlige økosystemer er usikker (se for eksempel Culotta, 1995). Siden økt CO<sub>2</sub>-nivå generelt gir økt effektivitet i plantenes vannutnyttelse ventes effekten å bli størst i områder med begrenset vanntilgang. Mange mener imidlertid endringer faktorer som temperatur, vanntilgang og jordfuktighet, vil få større påvirkning på skogøkosystemer enn økt CO<sub>2</sub>-nivå (Kirschbaum og Fischlin, 1996).

Klimaendringer vil påvirke interaksjoner mellom arter og kan gi endringer i økosystemenes sammensetning. Ifølge White et al. (1998) kan områder som i dag har tropisk skog endres til savanne, grasområder og ørken ved globale klimaendringer. Blant annet forventes skogdød i

nordlige deler av Brasil fra omkring år 2050. Tempererte skoger vil også omdannes til savanner i Europa og Nord-Amerika. Tilsvarende vil det skje en ekspansjon nordover i skoger i Nord-Amerika og Asia. Hvor stor totaleffekten blir vil blant annet avhenge av hvor fort endringene skjer i forhold til artenes livssyklus og hvilke muligheter arter har til å forflytte seg langs gradienter (nord-sør eller i høyden) i respons til endringene.

Ut fra dagens beregninger synes det klart at klimaendringer vil skje raskere enn mange treslag kan forflytte seg, og at det er begrenset hva som kan gjøres for å "hjelp" økosystemer til å tilpasse seg klimaendringer (Kirschbaum og Fischlin, 1996; Malcolm, 1996). Det viktigste tiltaket er sannsynligvis å minimere andre menneskelige forstyrrelser. Det har også vært foreslått å utforme verneområder slik at de gir gradienter artene kan forflytte seg langs, enten i nord/sør-retning eller oppover i høyden (Peters, 1992).

Med dagens avskogingsrater vil skoger i tropiske strøk sannsynligvis påvirkes mer av arealbruksendringer enn eventuelle klimaendringer, mens økte CO<sub>2</sub>-konsentrasjoner og klimaendringer kan gi betydelige effekter på skoger i boreale og i noe mindre grad tempererte skoger (Kirschbaum og Fischlin, 1996). Brown et al. (1996) beregner at skogene globalt sett vil gå fra å være en netto CO<sub>2</sub>-kilde til et netto sluk omkring år 2010, fordi CO<sub>2</sub>-frigjøringen fra avskoging i tropene vil oppveies av et økende opptak i skog på midlere og høye breddegrader.

White et al. (1998) antyder imidlertid at økt temperatur og redusert nedbør kan forårsake en massiv utdøing i tropisk vegetasjon etter år 2050, og at landvegetasjonen blir en netto utslippskilde etter dette. Fra å ha vært et sluk på opptil 2-3 milliarder tonn karbon (GtC) per år, vil landvegetasjonen ifølge beregningene deretter gi utslipp på omkring 2 GtC årlig og bidra til opphopningen av CO<sub>2</sub> i atmosfæren. Denne ekstra utslippsmengden er enda ikke inkludert i modellberegningene. En studie fra boreal skog i Canada (Goulden et al., 1998) konkluderer med at karbon i jordsmonnet er svært følsomt overfor temperaturøkninger, og at boreale skoger er en potensielt betydelig CO<sub>2</sub>-kilde.

### 3.2 Tiltak for CO<sub>2</sub>-binding i skog

Grovt sett kan skogbruket bidra til å motvirke opphopning av klimagasser i atmosfæren på tre måter:

1. Bevaring av eksisterende karbonlagre
2. Økning av karbonlagre
3. Erstatning av fossile brensler

*Bevaring av eksisterende karbonlagre* betyr å begrense menneskeskapt forstyrrelser som fører til karbonfrigjøring, som avskoging, brann og sykdommer.

*Økning av karbonlagre* betyr å øke skogarealet, øke produktiviteten i skog, og å maksimere levetiden på skogprodukter.

*Erstatning av fossile brensler* kan skje direkte gjennom bruk av bioenergi eller indirekte ved at skogprodukter erstatter energiintensive produkter som stål og betong. Tabell viser et utvalg

klimatiltak i skogsektoren. Tabell viser en vurdering av hvordan ulike tiltak påvirker karbonlagringen i skog.

**Tabell 5: Eksempler på klimatiltak i skogbruket.**

<b>1 Bevaring av eksisterende karbonlagre</b>	<b>2 Økning av karbonlagre</b>	<b>3 Erstatning og redusert bruk av fossile brensler</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redusere avskogingen</li> <li>• Endringer i hogstpraksis</li> <li>• Intensivering av arealbruk for å redusere avskogingspress</li> <li>• Beskytte mot brann, sykdommer og skadedyr</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Øke skogarealet ved bl.a. skogreisning/nyplanting, re-etablering av naturskog, plantasjeskoger og agroskogbruk</li> <li>• Mer vekt på karbonbinding i skogskjøtselen, bl.a. ved å forlenge omløpstiden eller utsette sluttavvirkningen, tettere planting, gjødsling, treslagsskifte og tynning</li> <li>• Forlenge levetiden på skogprodukter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstatte fossile brensler, f.eks. ved å etablere energiskog</li> <li>• Erstatte betong, stål og andre energiintensive materialer med tømmer</li> <li>• Mer effektiv bruk av trematerialer</li> <li>• Mer skog i urbane strøk for å redusere behovet for oppvarming og avkjøling</li> </ul>

### 3.2.1 Bevaring av eksisterende karbonlagre

#### *Redusere avskoging i tropene*

Redusert avskoging er det tiltaket som på kort sikt antas å ville gi den største klimagevinsten i skogbruket (Brown et al., 1996). Som nevnt over skjer avskogingen i all hovedsak i tropiske områder og bidrar i dag til omkring 20 prosent av brutto menneskeskapte CO<sub>2</sub>-utslipp. Trexler og Haugen (1995) anslår at aktive tiltak kan redusere totalt avskoet areal med 20 prosent (140 millioner hektar) innen år 2050 i forhold til et scenario uten aktive tiltak ("business as usual"). Brown et al. (op.cit.) beregner at redusert avskoging og økt foryngelse i tropiske skoger kan gi en karbongevinst på mellom 22,3 og 59,5 milliarder tonn karbon i perioden 1995-2050.

Avskoging skyldes et komplisert samspill mellom ulike faktorer, dels innenfor skogsektoren, dels utenfor. Det er vanlig og skille mellom direkte årsaker (agenter) og underliggende årsaker (se for eksempel Rowe et al., 1992). Direkte årsaker er blant annet ekspansjon av jordbruket, etablering av plantasjer, samling av brensel, kommersiell tømmerdrift, gruvedrift, kraftverksmagasiner og rydding av land for husdyrbruk. Underliggende årsaker er blant annet fattigdom, arbeidsledighet, mangel på etablerte og håndhevede eiendoms- og bruksrettigheter, programmer for folkeforflytning, manglende oppfølging av reguleringer av hogstkonsesjoner og subsidiering av kvegdrift.

Sathaye og Ravindranath (1997) nevner India som et land som har klart å redusere avskogingen gjennom tiltak for å bedre lovgivningen, programmer for skogetablering og bevisstgjøring av lokalbefolkning, selv om minkende befolkningsvekst på landsbygda har vært en medvirkende årsak til denne utviklingen. Programmer under felles gjennomføring tar

sikte på å redusere avskogingen blant annet ved å kjøpe land som er truet av avskoging (Sathaye og Ravindranath, op.cit.).

Et annet tiltak som er foreslått for å redusere avskogingen er overgang til mer intensiv arealbruk, blant annet agroskogbruk, for å redusere presset på naturskog. Overgang fra arealkrevende svedjebbruk til agroskogbruk kan øke produktiviteten per arealenhet og derved minske behovet for oppdyrking av nye områder (Salati et al., 1998). I Thailand viser erfaringer at for hvert hektar som er blitt etablert med agroskogbruk er avskogingen redusert med 5-20 hektar (Dixon et al., 1994b). Kuersten og Burschl (1993) anslår at tilleggsnytt for karbonbinding fra agroskogbruk, inkludert redusert press på naturskog, kan være opptil 20 ganger større enn mengden karbon som bindes i biomassen.

Mer intensive systemer kan imidlertid kreve økt innsats av arbeid og kapital. Andre, som Tomich og van Noordwijk (1995), viser i en studie fra Indonesia at slike systemer kan trekke til seg nye befolkningsgrupper og isteden øke avskogingspresset. Ifølge forfatterne må tre kriterier være oppfylt for at intensivering av arealbruken skal kunne redusere avskogingen: (1) systemene må være økologisk og landbruksmessig sunne/bærekraftige, sosialt akseptable og økonomisk lønnsomme for de som deltar (feltnivå), (2) effektiv overvåkning og håndhevelse av regler for skogen som er ment å skulle reddes fra avskoging (landsbynivå), samtidig som at det (3) fokuseres på drivkreftene bak avskogingen, som blant annet arbeidsløshet (nasjonalt/overordnet nivå).

**Tabell 6: Skogprosjekter og parametre for beregning av netto karbonlagring. "+" betyr positiv effekt på karbonmengden i komponenten, "0" betyr at karbonmengden ikke påvirkes. Kilde: Vine og Sathaye (1997).**

Gruppe	Tiltak	Komponent				
		Stående bio-masse	Ny bio-masse	Høstet biomasse	Karbon i jord	Erstattet fossilt brensel
Bevaring	Skogreservater / redusert avskoging	+	0	0	+	0
	Skjøtsel av naturskog	+	0	+	+	0
Økt lagring	Plantasjer / skogprod.	0	+	+	+	0
	Restaurering av skogøkosystemer	0	+	0	+	0
	Agroskogbruk o.l.	+	+	+	+	0
	Energiskog (ikke-kommersiell)	+	+	0	+	0
	Restaurering av tørrlandsområder	0	0	+	+	0
Substitusjon	Kommersielle energigårder ( <i>energy farms</i> )	0	0	0	+	+
	Energiplantasjer	0	+	0	+	+

*Andre tiltak*

Andre tiltak som har vært foreslått, blant annet i forbindelse med Kyotoprotokollen, er tiltak mot skogbrann, forhindring av sykdomsangrep, eller uttak av døde eller døende trær. Skogbrann fører til omfordeling av karbonlagre og kan gi CO<sub>2</sub>-frigjøring utover det som umiddelbart frigis. German Advisory Council (1998) viser imidlertid til at brann kan gi mindre CO<sub>2</sub>-frigjøring enn flatehogst, og at brann kan ha visse positive karboneffekter ved dannelse av trekull. Samtidig er skogbrann en nødvendig del av omløpet i mange naturlige skogøkosystemer, og å forhindre branner kan her gi mer alvorlige branner på lang sikt, eller økning i sykdommer og skadedyr (McKenzie Hedger, 1996).

Det er imidlertid helt klart at skogbranner i det omfanget man har sett over de siste årene blant annet i Sørøst-Asia, Latin-Amerika og Russland fører til store tap av biologisk mangfold og gir betydelige CO<sub>2</sub>-utslipp det vil ta lang tid å binde igjen i biomasse og jordsmonn. For å maksimere karbonlagringen vil det være spesielt viktig å beskytte karbonmengden som akkumuleres over lang tid i humus- og torvlag.

I teorien kan en oppnå karbongevinster ved uttak av døde eller døende trær hvis levetiden er lengre enn nedbrytningen i naturen. Hvis treet derimot brukes til brensel kan effekten være negativ, ettersom det i naturen vil ta tid før treet råtner. Også dette tiltaket kan imidlertid få negative konsekvenser ved at en rekke arter er avhengig av død ved for å overleve. CO<sub>2</sub>-frigjøringen kan også reduseres ved mindre transport av tømmer og tømmerprodukter, blant annet ved å bruke mer lokalprodusert tømmer og fibermasse (McKenzie Hedger, 1996:41).

**3.2.2 Økning av karbonlagre**

Økt opptak og lagring av karbon kan oppnås ved å utvide skogarealet, øke produktiviteten i eksisterende skoger og/eller forlenge levetiden på skogproduktene.

*Økt skogareal*

Tiltak for å øke skogarealet kan være skogetablering i nylig avskogete områder, ved naturlig gjenvekst eller tilplanting, eller å utvide skogarealet til områder som ikke har hatt skog tidligere (nyplanting, se over), for eksempel tilplanting av dyrket mark, beiteområder eller myrområder. Tre hovedtyper av tiltak er naturlig gjenvekst, plantasjer og agroskogbruk. I dag skjer det omfattende tiltak for skogetablering både i tropiske og tempererte områder. Målet har til nå vært dels å sikre råvarer til skogindustrien, dels å bevare vann- og skogressurser, og dels å øke og bevare det biologiske mangfoldet. Land som Kina og Indonesia har ambisiøse mål for skogreising. Landene har store landområder som ligger brakk, men har møtt mange problemer i gjennomføringen, blant annet konflikter med lokalbefolkningen, mangel på oppfølging og mangel på lokal involvering (se for eksempel Dalfelt et al., 1996; Gan et al., 1998).

Årlig karbonakkumulering ved ulike tiltak er i størrelsesorden 1-5 tC/hektar i gjennomsnitt over første omløp.<sup>30</sup> Verdiene er lavest i boreale strøk, mens tempererte og tropiske områder har sammenlignbare rater for vekst og karbonakkumulering (Brown et al., 1996).

Plantasjeskoger har de høyeste vekstratene, mens likevektskarbonmengden over tid vil være betydelig lavere enn i naturskog. Ved konvertering av naturskog til plantasjeskog er det beregnet at gjennomsnittlig karbonreservoar over tid reduseres med opptil to tredjedeler

---

<sup>30</sup> Dette er netto primærproduksjon minus nedbrytning av organisk materiale i jord, humus, dødved, hogstavfall og produkter.

(Cannell, 1995). Høye vekstrater i plantasjene og lang levetid på produktene kan til en viss grad oppveie dette, men nedgangen i karbonlageret ventes uansett å bli betydelig.

Siden arealet for skogetablering er begrenset vil økning i skogareal være et tidsbegrenset tiltak. Det er usikkert hvor store landarealer som vil være tilgjengelige, tatt i betraktning eventuell konkurranse om landarealer og ulike markedseffekter ved storskala tiltak. Nilsson og Schopfhauser (1995) anslår for eksempel at bare 6 prosent av det egnete arealet i tropene i praksis vil være tilgjengelig for skogetablering.

Tiltak for å øke skogbiomassen kan gi betydelige indirekte effekter på karbonlagre i jordsmonn. Skogreising i myrområder er ett tiltakene som har vært foreslått, blant annet i Norge (Lunnan et al., 1991). Selv om biomassen over bakkenivå vil øke ved slike tiltak, er den totale effekten usikker ettersom CO<sub>2</sub>-frigjøringen fra det organiske materialet vil øke. Eksempelvis er torvrområder på nordlige breddegrader sluk for CO<sub>2</sub> og kilde for CH<sub>4</sub>. I forhold til drivhuseffekten antas det at disse strømmene oppveier hverandre (Cannell, 1995). Hvis slike områder dreneres vil CH<sub>4</sub>-frigjøringen minke, mens CO<sub>2</sub>-frigjøringen øker på grunn av økt omsetning i torvmassen.

Cannell (op.cit.) beregner at hvis 20-30 cm av torvjorda oksideres, vil CO<sub>2</sub>-frigjøringen fra nedbrytningen sannsynligvis overstige det som over tid bindes i skogen som vokser opp. Siden det tar tid før torven brytes ned, kan en imidlertid få en karbongevinst over de første omløpene. Det er usikkert hvordan CO<sub>2</sub>-regnskapet ved oppdyrking av myr blir i forhold til Kyotoprotokollen, ettersom karbon i jordsmonnet er foreløpig holdt utenfor (se kapittel 2.3.5 over).<sup>31</sup> Oppdyrking av myrområder vil få negative konsekvenser for artsmangfoldet, også i områder som ligger omkring selve myrområdet. Slike tiltak kan derfor være i strid med konvensjoner for bevaring av myrområder. På denne bakgrunnen har blant annet skogreising i myr- og våtmarksområder vært frarådet i Norge (St meld nr 41, 1994-95).

#### *Økt produktivitet i eksisterende skog og økt levetid på produktene*

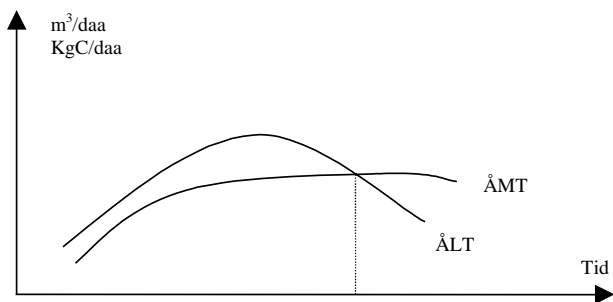
Dette er blant annet forlenget omløpstid, grøfting og gjødsling av vannsyk skogsmark, tettere planting, overgang fra naturlig foryngelse til planting, suppleringsplanting og ungsogspleie. I de nordiske landene har karbonmengden i skog økt over de siste tiårene (Kauppi et al., 1992). I Norge har det stående volumet nær blitt doblet i perioden 1925-90. I følge SFT (1997) skyldes dette i hovedsak overgang fra dimensjonshogst, som førte til utglisning av skogen og sein foryngelse, til bestandsskogbruk, som har gitt raskere foryngelse, tettere skogbestander og økt veksthastighet. Samtidig har avvirkningsnivået ikke holdt tritt med tilvekstøkningen. Andre viktige faktorer har vært økt skogareal (gjengroing, skogreising) og ulike skjøtselstiltak. Nitrogengjødsling fra langtransportert luftforurensninger, gjødslingseffekt av økt CO<sub>2</sub>-innhold i atmosfæren og klimaendringer kan også ha spilt en rolle.

Når det gjelder skjøtselstiltak for maksimal karbonbinding, vil ulike faktorer spille inn. SFT (1997) diskuterer optimal skjøtsel av et skogbestand for å maksimere karbonlageret. Forholdet mellom omløpstid som gir maksimal årlig middeltilvekst (ÅMT) og levetiden på produktene er avgjørende for hvilken omløpstid som skal velges for å maksimere karbonlageret i et

<sup>31</sup> St.meld. nr 29 (1997-98) viser til at begrepet "arealbruksendringer og skogbruk" i prinsippet også inkluderer endringer i karbonlageret i jordsmonn, og at netto CO<sub>2</sub>-tap fra jordsmonnet ved oppdyrking av myrområder vil måtte regnes med.

skjøttet bestand. Maksimal ÅMT inntreffer når årlig løpende tilvekst (ÅLT) er lik ÅMT (se Figur 2). Dette er den optimale omløpstiden hvis målet er størst mulig volumproduksjon. I praksis vil omløpstiden også avhenge av en rekke andre økonomiske og skjøtselsmessige forhold (SFT, op.cit.).

Når det gjelder karbonlagring, vil den optimale omløpstiden avhenge av levetiden på produktene. Hvis levetiden er mye kortere enn tiden det tar for å nå maksimal ÅMT (f.eks. massevirkeproduksjon) vil karbonlageret maksimeres hvis skogen aldri hogges. Hvis derimot levetiden på produktene er lengre enn tiden det tar for å nå maksimal ÅMT, vil det lønne seg å overføre mest mulig av stående skog til produkter så fort maksimal ÅMT inntreffer (Cannell, 1996). Tilsvarende vil tynning gi en usikker karbongevinst. Hvis trær som uansett ville dø isteden hogges, kan en få en noe økt karbongevinst hvis produktene har lang levetid og hvis gjenstående skog får økte vekstrater.



**Figur 2: Prinsippet for tilvekstforløpet i et skogbestand. ÅLT = årlig løpende tilvekst, ÅMT = årlig middeltilvekst (gjennomsnittlig tilvekst for alle årene). Kilde: SFT (1997).**

Som nevnt over ventes karbonmengden i jord å minske over tid ved tilplanting av myrområder, mens det samme vil være tilfelle ved omforming av skog til jordbruksland (Cannell, 1996). For skjøttet skog er det ikke vist noen entydig trend (Johnson, 1992). Etter avvirking, særlig flatehogst, er områdene imidlertid svært utsatt for avrenning og tap av næringsstoffer, samt at jordsmonnet tørkes ut. I tropene øker brannhyppigheten sterkt etter hogst. Foreslåtte skjøtselsmetoder for å øke karbonlageret i jord i skogbestander inkluderer blant annet gjødsling, redusert jordforstyrrelse ved hogst, tilplanting av marginale jordbruksområder, tilbakeføring av hogstavfall og andre tiltak blant annet for å hindre uttørking og temperaturøkning (Dixon et al, 1994a; Brown et al., 1996). Tiltak for å hindre branner og degradering av produktiviteten er blant annet rask tilplanting og mer skånsomme hogstmetoder (selektiv og/eller manuell hogst og tilstrekkelig jorddekking). Gjødsling av skogsjord kan gi høy produktivitetsøkning, men kan forsterke forsøringsproblemer og vil kunne ha negative konsekvenser for artsmangfoldet gjennom påvirkning på jordbunns- og vegetasjonsforhold.

Dixon et al. (1994a) viser til at karbonet i treprodukter utgjør en relativt liten andel av den globale karbonmengden, men en kan oppnå betydelige tilleggsgevinster i karbonlagringen dersom treprodukter erstatter betong, stål og andre materialer, fordi disse forbruker fossile brensler i framstillingsprosessen. Det finnes imidlertid lite dokumentasjon på hvor store mengder dette kan dreie seg om. IPCCs retningslinjer for nasjonal rapportering forutsetter at hele  $CO_2$ -mengden er frigjort til atmosfæren umiddelbart etter hogst eller avskoging i et område (IPCC, 1997).



### 3.2.3 Erstatning av fossile brensler

Dette er tiltak for å redusere utslippene av klimagasser, enten direkte ved bruk av bioenergi som erstatning for fossile brensler, eller indirekte ved å erstatte energiintensive materialer med tømmer. Slike tiltak har så langt vært mindre i fokus enn skogplanting, men det er generelt anerkjent at det har et betydelig potensial, særlig på lang sikt. For eksempel antas det at en ved å erstatte kull med plantasjevirk i elektrisitetsproduksjon kan få en karbongevinst som er opptil fire ganger høyere enn karbonet som er bundet i plantasjene (Brown et al., 1996; FAO, 1997).

Bioenergi, som erstatning for fossile brensler, vil også kunne gi en rekke synergieffekter med andre tiltak i skogsektoren. Hvis det etableres energiskog i brakklagte grasområder, vil klimanytten ved bioenergi komme i tillegg til økt CO<sub>2</sub>-binding ved skogetablering, og etablering av energiskoger ventes i noen tilfeller å kunne redusere presset på naturskog for brenselinnsamling i utviklingsland. Skogplanting for lokal energibruk vil også ha et mindre konfliktpotensial enn skogtiltak som ikke gir lokale nytteeffekter, men hvor formålet bare er binding og lagring av CO<sub>2</sub> (Hall, 1998). Tilhengere av økt bruk av bioenergi viser også til at det i stor grad vil kunne bygge på nåværende teknologi (IEA Bioenergy, 1998). *Overføring* av eksisterende teknologi fra i-land til u-land vil imidlertid være sentralt, blant annet for å minske lokale forurensningsproblemer (for eksempel sotpartikler) fra biomassebrenning.

Bioenergi utgjorde i 1990 anslagsvis 14 prosent av verdens forbruk av primærenergi (55 av 385 EJ),<sup>32</sup> for det meste i form av tradisjonell bruk av brensel (Nakicenovic et al., 1996; Hall, 1997). Det er store variasjoner mellom land og regioner. I industriland dekker bioenergi kun 3 prosent av energibehovet, mens det utgjør i gjennomsnitt 40 prosent i utviklingsland. I noen industriland utgjør det en betydelig andel, som Sverige (16 prosent) og Finland (18 prosent), mens det i utviklingsland som Nepal og Tanzania utgjør mer enn 95 prosent av energibruken (Hall, 1997; IEA Bioenergy, 1998).

Globale beregninger viser et potensial for bioenergi på mellom 72 og 145 EJ i år 2025, 94-280 EJ i år 2050 og mellom 132 og 336 EJ i år 2100 (IEA Bioenergy, 1998; Hall, D.O., pers.medd.). IPCCs "biomasse-intensive" energiscenario beregner en bioenergiandel på opptil 46 prosent (325 EJ) av primær energibruk i år 2100 (Ishitani et al., 1996). Beregninger i EU viser at bioenergi kan økes med 3,8 EJ årlig innen år 2010.<sup>33</sup> I dag utgjør bioenergi 1,9 EJ eller 6 prosent av energibruken. Av denne tilleggsmengden utgjør trær, flerårige grasarter o.l. 1,9 EJ, som beregnes å kunne vokse på bare ca. 4 prosent av det totale landarealet i EU. Hvis dette erstatter kull, vil EUs netto karbonutslipp reduseres med 50 millioner tonn per år, i forhold til dagens årlige utslipp i EU på 890 millioner tonn karbon. Alle former for bioenergi (som i tillegg inkluderer blant annet matavfall og ulike typer avfall fra jord- og skogbrukssektoren), antas å kunne redusere utslippene med 150 millioner tonn karbon eller 18 prosent av dagens menneskeskapte CO<sub>2</sub>-utslipp i EU. Dette er mer enn dobbelt så mye som EUs forpliktelser under Kyotoprotokollen (8 prosent).

Studier fra utviklingsland viser at desentraliserte bioenergisystemer kan gi et bidrag til dekking av elektrisitetsbehovet på landsbygda samtidig som de gir en rekke andre nytteeffekter som rehabilitering av lavproduktivt land, økt biodiversitet og lokale jobbmuligheter. U-land har generelt lav elektrifiseringsgrad på landsbygda. I Afrika sør for

---

<sup>32</sup> EJ = 10<sup>18</sup> Joule

<sup>33</sup> EU White Paper on Renewable Energy (COM (97) 599: 26.11.97), sitert i IEA Bioenergy (1998)

Sahara er andelen 5 prosent. I India har 80 prosent av alle bosettinger på landsbygda elektrisitet, men mindre enn en tredjedel av *husholdningene* har elektrisitet (Watson et al., 1997). Barrierer mot gjennomføring er blant annet landkonflikter, ufullstendige markeder for bioenergi, prisbarrierer, og manglende tilgang på ny teknologi. Tiltak som vil kunne gjøre det enklere å få til erstatning av fossile brensler med bioenergi i utviklingsland er blant annet å (1) tillate små, uavhengige kraftprodusenter å produsere og distribuere elektrisitet framstilt fra biomasse, (2) teknologioverføring, enten innen landet eller fra utlandet, (3) bruke prissetting på elektrisitet som virkemiddel, og (4) fjerne restriksjoner på produksjon, hogst, transport og framstilling av treprodukter, kanskje med unntak av å omgjøre høyproduktiv landbruksjord til energiskog (Sathaye og Ravindranath, 1997).

CO<sub>2</sub>-reduksjonen over tid vil avhenge av faktorer som biomassens veksthastighet, effektiviteten i erstatningen av fossile brensler med bioenergi, og bruk av fossile brensler for transport og produksjon av bioenergi. En analyse av Marland og Schlamadinger (1997) konkluderer med at karbongevinsten ved bruk av biobrensel til erstatning for fossile brensler er følsomt for hvor effektiv bruken av produktene er, veksthastigheten i skogen og tidsperspektivet for forvaltningen. Ved effektiv bruk vil det være store CO<sub>2</sub>-gevinster i å erstatte fossile brensler med biobrensel, og gevinsten øker raskt ved økende tilvekst i skogen. Ved ineffektiv bruk og langsom vekst vil CO<sub>2</sub>-bindingen være større ved å bevare den stående skogbiomassen. Videre vil det være viktig å klargjøre hvordan energien ville blitt skaffet uten innføring av bioenergi og hvordan energiskogen vil påvirke forvaltningen av omkringliggende arealer.

### 3.3 Teknisk CO<sub>2</sub>-bindingspotensial

#### 3.3.1 Globalt og regionvis fordeling

Globale studier av hvor mye landareal som kan være tilgjengelig for ulike skogtiltak er 345 millioner ha (Nilsson og Schopfhauser, 1995), 465 millioner ha (Sedjo og Solomon, 1989) og 510 millioner ha (Nordhaus, 1991).<sup>34</sup> Disse fokuserer på plantasjeskoger. Studier av regionalt potensial, blant annet i tropene, kommer til høyere tall enn ovennevnte studier, likeledes beregninger av hvor stort landområde som er tilgjengelig også for andre strategier som agroskogbruk, naturlig gjenvekst eller bevaring av eksisterende skoger (Hourcade et al., 1996a).

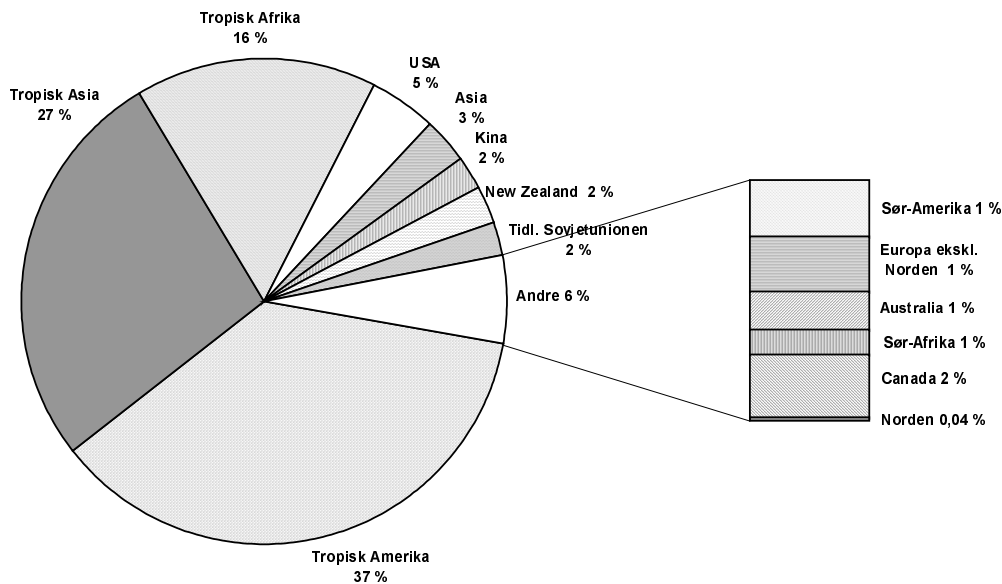
De to mest omfattende studiene til nå av globalt karbonbindingspotensial i skogsektoren er Trexler og Haugen (1995) og Nilsson og Schopfhauser (1995). Førstnevnte fokuserer på CO<sub>2</sub>-gevinster ved redusert avskoging, agroskogbruk og tilplanting i tropiske skoger, mens sistnevnte kun beregner potensialet ved skogreising (afforestation) på land som har vært uten skog over lang tid. På basis av disse studiene beregner Brown et al. (1996) at tiltak i skogsektoren kan binde til sammen 60-87 GtC globalt over de neste 50 årene. Totalt beregnet arealtilgang er 700 millioner hektar, fordelt på 345 millioner ha for plantasjeskoger, 138 millioner ha for redusert tropisk avskoging, og 217 millioner ha for skogforyngelse.<sup>35</sup> Hvis utslippene fortsetter som i dag ("business as usual") tilsvarer dette 12-15 prosent av de akkumulerte menneskeskapte karbonutslippene fra fossile brensler over samme periode. Det

---

<sup>34</sup> etter Hourcade et al. (1996a:347).

<sup>35</sup> Grace (1997) mener potensialet er 50-150 GtC, basert på at et areal på opptil 1 milliard hektar kan være tilgjengelig for skogtiltak.

største potensialet er i den tropiske regionen (80 prosent). Den tempererte sonen står for 17 prosent av potensialet, mens den boreale sonen bare ventes å kunne bidra med 3 prosent (Figur 3).



**Figur 3: Beregnet globalt karbonbindingspotensial for perioden 1995-2050, fordelt på land og regioner. Kilde: Modifisert fra Brown et al. (1996).**

Ovenstående tall og estimater er beheftet med stor usikkerhet, og studiene viser store variasjoner. To studier av det globale karbonbindingspotensialet, med omtrent samme beregning for tilgjengelig areal, viste såvidt forskjellige verdier for årlig globalt karbonopptak som 2,9 GtC og 0,28 GtC (Hourcade et al., 1996a). I tillegg til landareal og veksthastighet vil potensialet avhenge av hvor mye avskogingen kan reduseres, hvordan disse landarealene brukes på lang sikt og innvirkning av endringer i temperatur og vanntilgang ved klimaendringer (Brown et al., 1996). Nilsson og Schopfhauser (1995) har forutsatt at bare 130 av 2228 millioner hektar (5,8 prosent) er tilgjengelig for tiltak, på grunn av kulturelle, sosiale og økonomiske begrensninger. Videre er den forutsatte årlige etableringen av plantasjoner ikke urealistisk i forhold til dagens utvikling (Brown et al., op.cit.).

## 4 Økonomiske, miljømessige og sosiale aspekter

### 4.1 Økonomiske beregninger

Kapitlet gjennomgår beregninger av kostnader ved skogtiltak for CO<sub>2</sub>-binding. Økonomiske effekter av globale klimaendringer på skogsektoren er ikke diskutert (for en gjennomgang, se for eksempel Solberg, 1998 og Perez-Garcia et al., 1997). Kapitlet omhandler heller ikke bruk av virkemidler som subsidier og avgifter for å fremme CO<sub>2</sub>-tiltak i skog. Sistnevnte er blant annet behandlet i Hoen og Solberg (1997) og Solberg (1997), som diskuterer effekter på tilbud og etterspørsel av tømmer, og i sin tur karbonbalansen i skog, av subsidier av skogtiltak for CO<sub>2</sub>-binding.

#### 4.1.1 Prinsipper for beregning av nytte og kostnader

Utgangspunktet for å vurdere et klimanytten av et skogprosjekt er hvor stor netto karbonbinding det vil gi i forhold til hva som ville skjedd uten prosjektet. Dette forutsetter en rekke antakelser om situasjonen med og uten prosjektet, både når det gjelder framtidig arealbruk og karbonakkumulering i ulike komponenter (biomasse, jord, produkter). Dernest er det mange faktorer som kompliserer beregninger av klimanytten ved CO<sub>2</sub>-binding. Det er usikkert om, når og hvor raskt klimaendringer vil skje, og hvor store endringene vil bli. Mens en stor del av kostnadene kommer når prosjektet etableres, vil nytten av CO<sub>2</sub>-bindingen i dag være unngåtte klimaendringer en gang i framtida. Det kan være en betydelig risiko for at CO<sub>2</sub>-mengden som er bundet frigjøres ved f.eks. brann eller arealbruksendringer. Det diskuteres også om en skal diskontere karbonbinding, og hvor høy diskonteringsfaktoren i så fall bør være. Hvor mye mer verdt er karbonbinding i dag enn om for eksempel 50 år? (kfr. Sampson og Sedjo, 1997).

Prosjektene vil dernest vurderes ut fra strømmer av andre nytte- og kostnadseffekter over prosjektets levetid. Disse kan være økonomiske/markedsmessige eller ikke-økonomiske. Økonomiske nytteeffekter inkluderer blant annet verdien av tømmer, massevirke og brensel. Eksempler på ikke-økonomiske verdier er bevaring av biologisk mangfold, vannressurser eller jordsmonnbevaring. Nytt- og kostnadseffektene ved disse kan være vanskelige å kvantifisere i pengeheter.

Kostnaden ved skogtiltak uttrykkes vanligvis som (positive eller negative) kostnader per tonn bundet karbon, oftest målt i US dollar (USD/tC). Det er store variasjoner mellom beregningene når det gjelder hvilke faktorer som er inkludert og hvilke beregningsmetoder som er brukt. Hourcade et al. (1996a, b) skiller mellom tre hovedtilnærminger for kostnadsberegninger ved skogtiltak:

- 1) "Summeringsmetoden" (*Flow summation*): Dividere summen av kostnaden over tiltakets omløpstid med summen av karbonbinding (tonn C per arealenhet per år). Denne metoden er den enkleste og forutsetter at det er likegyldig når karbonbindingen skjer.
- 2) "Karbonlagringsmetoden" (*Average storage*): Summere nåverdien av alle kostnadene ved gjennomføring av et skogtiltak og dividere med gjennomsnittlig karbonbinding i et skogbestand over mange omløp.
- 3) Diskontering (*Levelization/discounting*): Denne metoden vurderer verdien av karbonbindingen ut fra når karbonbindingen skjer. Dette kan beregnes enten ved å fordele nåverdien av kostnadene i like store beløp over hele prosjektperioden og dividere med den årlige karbonbindingen, eller å dividere nåverdien av kostnadene med en neddiskontert

karbonbinding (present tonnes equivalent, PTE). Den sistnevnte er best dersom man regner med ujevn karbonbinding over prosjektperioden.

Hvis målet bare er å finne total karbonlagring ved et tiltak, uavhengig av *når* dette skjer, kan 1) være den beste metoden. For å anslå den beste strategien over lange tidsperspektiver kan 2) være egnet. Hvis målet derimot er å bruke skogtiltak som en måte å forsinke opphopningen av CO<sub>2</sub> i atmosfæren bør en bruke metode 3), som verdsetter karbonbinding i dag høyere enn karbonbinding i framtiden. Mange ser på klimatiltak i skogbruket nettopp som en metode for å "vinne tid" i påvente av effektive internasjonale avtaler for utslippsreduksjoner eller ny energiteknologi (Brown et al., 1996). Problemer med 3) er blant annet valg av diskonteringsfaktor, særlig for diskontering av karbonbinding.

For å finne kostnader per tonn karbon som er bundet trenger en data blant annet for hvor store landarealer som er tilgjengelige, rater for karbonbinding og –lagring, og nytte og kostnad for etablering, vedlikehold og uttak av skogprodukter. Valg av diskonteringsfaktor vil også være avgjørende. Estimer av tilgjengelige landarealer og karbonopptak er gjennomgått i tidligere kapitler.

#### *Landkostnader*

Med dette menes kostnaden ved tilegnelse og bruk av landområder for skogtiltak. Denne kan være vanskelig å beregne og har ofte vært utelatt i kostnadsberegninger for CO<sub>2</sub>-binding i skog (Halsnæs et al., 1998). I noen tilfeller er den satt til faktiske kostnader ved leie eller kjøp av land. Landkostnadene kan imidlertid være vanskelig å beregne i land som mangler etablerte markeder for omsetning av jordbruksområder, hvor overføring av eiendomsrettigheter kan være vanskelig, eller i land hvor myndighetene eier hele eller store deler av landarealene. Verdien av land er ofte knyttet til goder som ikke omsettes i formelle markeder (selvforsyningsjordbruk i utviklingsland, rekreasjon, biodiversitet). I noen tilfeller er landkostnadene satt til null, fordi landområdene ikke regnes å ha alternative bruksmåter. Det kan også antas at inntektene/nytteeffektene fra skogtiltakene etterhvert vil dekke landkostnadene (kfr. Halsnæs et al., op.cit.).

I tilfeller hvor det er gjort beregninger, viser disse at alternativkostnadene for landareal kan være betydelige. Estimer fra USA viser kostnader helt opp til 8400 US dollar per hektar (Brown et al., 1996). Metoder som er brukt i USA er blant annet markedsrente på leie av land, metoder som tar utgangspunkt i etterspørselselastisiteten for landbruksjord, estimerte kostnader ved å omgjøre land fra jord- til skogproduksjon, eller tap av konsumentoverskudd ved økte priser for jordbruksprodukter (Hourcade et al., 1996b:292). I Thailand er alternativkostnaden til land beregnet til 44-89 US dollar per hektar (Wangwacharakul og Bowonwiwat, 1995).<sup>36</sup> I India er landkostnaden ved plantasjer beregnet til 16 US dollar per hektar (Ravindranath og Somashekhar, 1995).<sup>37</sup> Brown et al. (1996) antar at inkludering av alternativkostnader vil ha størst betydning for kostnadene ved tiltak i industriland. Alternativkostnadene for land ventes å øke over tid ved implementering av storskala klimatiltak i skogbruket.

---

<sup>36</sup> Etter Brown et al. (1996:790).

<sup>37</sup> Etter Hourcade et al., (1996a:348)

*Etablering og skjøtsel*

Etableringskostnader kan være kostnader til planter, arbeidskostnader for markberedning, planting og eventuell veibygging. I utviklingsland kan det være vanskelig å estimere arbeidskostnader, særlig hvis alternativet er ubetalt husholdningsarbeid (Parks et al., 1997). En svakhet med kostnadsestimater for CO<sub>2</sub>-bindingstiltak har vært at de har oversett nytte- og kostnadseffekter i forbindelse med skjøtsel, tynning eller avvirkning (Solberg, 1998). Skjøtselskostnader (forvaltning og vedlikehold av skogprosjekter) inkluderer blant annet kostnader til prosjektadministrasjon, veiledning, tynning, brannbekjempelse, vedlikehold av infrastruktur og avvirkning. Markedsmessig verdi er verdien av skogproduktene fratrukket produksjons- og transportkostnader. I tillegg til dette kommer kostnadene til overvåking og verifisering av karbonbinding i forhold til et definert referansescenario. Kostnadene fordeles over tid enten ved beregning av nåverdi eller en fast årlig kostnad over den tiden karbon bindes i skogen. Valg av diskonteringsfaktor er avgjørende. Diskonteringsraten for de studiene som har spesifisert dette varierer mellom 4 og 17,25% (Hourcade et al., 1996a:349).

*Transaksjonskostnader*

Selv i veletablerte markedsøkonomier antas det at administrasjonskostnader kan utgjøre så mye som 15% av totale kostnader for land, etablering og skjøtsel (Richards et al., 1993, etter Hourcade et al., 1996b:292). I land med dårlig utviklede land- og arbeidsmarkeder eller mindre effektiv administrasjon, er det grunn til å tro at kostnadene ved administrasjon og innhenting av informasjon vil utgjøre en høyere andel, kanskje høyere enn de direkte kostnadene ved skogtiltak. I utviklingsland vil dette også inkludere omlegging av tiltak og virkemidler, for eksempel rettet mot å redusere etterspørselen etter jordbruks- og beitemark.

*Andre effekter*

Dette kan være direkte effekter på biologisk mangfold ved etablering av plantasjeskog eller indirekte effekter på omkringliggende skogområder. En relativt lite påaktet, men antagelig viktig faktor er hvordan skogtiltak i ett område påvirker skogforvaltningen i tilgrensende områder, såkalte "lekkasjeeffekter". Etablering av plantasjeskoger i tropiske områder vil for eksempel redusere tilgangen på landområder for jordbruksformål, noe som i sin tur kan øke avskogingspresset på naturskog. I andre tilfeller kan etablering av f.eks. lokale energiskoger avhjelpe presset på naturskog. Fordelen med å fokusere kun på prosjektnivå er at det tillater en svært detaljert bokføring av effektene på ressurser og karbonbalansen for en spesifikk aktivitet (Halsnæs et al., 1998). Det er imidlertid behov for regionale eller makroøkonomiske studier som også vurderer effekter av storskala klimatiltak på regionale eller globale tømmermarkeder.

*Punkttestimater og kostnadskurver*

Kostnadsberegninger er enten punkttestimater, som viser kostnadene ved å nå en gitt karbonbinding, eller kostnadskurver, som viser hvordan kostnadene forandrer seg med økende mengde bundet karbon. Det er grunn til å anta at marginalkostnadene øker over tid ved storskala tiltak, blant annet som resultat av følgende faktorer (McKenzie Hedger, 1996; Sedjo et al., 1995):

- økte alternativkostnader av land (fra marginalt land med relativt små alternativkostnader til mer produktivt land)
- større variasjoner i vekstrater og CO<sub>2</sub>-binding
- få stordriftsfordeler i kostnader ved skjøtsel og forvaltning
- økende kostnader på andre innsatsfaktorer

Hvor bratt stigningen på denne kurven blir avhenger blant annet av vekstratene i skog i forhold til alder og treslagssammensetning, karbonakkumulering i jordsmonn, hvorvidt alternativkostnadene for landområdene er inkludert og over hvor lang tid kostnadene blir fordelt (Sedjo et al., 1995).

#### **4.1.2 Kostnadsestimater**

Kostnader ved en global karbonbinding tilsvarende 60-87 GtC (se forrige kapittel) er i størrelsesorden 247-302 milliarder US dollar, til en enhetskostnad på mellom 2 og 8 US dollar per tonn karbon (Brown et al., 1996). Dette er svært konkurransedyktig i forhold til andre klimatiltak. Landkostnader og transaksjonskostnader er imidlertid ikke inkludert.

Enhetskostnadene presentert av Brown et al. (1996) og Hourcade et al. (1996a) varierer mellom 0,09 og 187 US dollar per tonn karbon. Ved 3% diskonteringsrente reduseres kostnadene til 77-99 milliarder USD eller 1,2-1,4 USD per tonn karbon.

**Tabell 7: Enhetskostnader (USD/tC) i ulike studier av karbonbinding. Etter Hourcade et al. (1996a).**

Publikasjonsår	Region	Metode	Plantasjeskog	Skogforvaltning	Agroskogbruk
1989	Global	Annuitet/diskontering	7	-	-
		Summering av strømmer	3	-	-
1990	USA	Annuitet/diskontering	9-41	6-47	-
		Summering av strømmer	2-9	2-9	-
1991	Global	Annuitet/diskontering	42-114	-	-
1991	Boreal	Gjennomsnittslagring	5-8	7	-
	Temperert	"	2-6	1-13	23
	Tropisk	"	7	1-9	5
1991	New York State	Annuitet/diskontering	14-54	12	-
1992	Canada	Summering av strømmer	6-18	8-23	-
		Annuitet/diskontering	66-187	39-108	-
1993	USA	Annuitet/diskontering	20-61	-	-
1993	USA	Annuitet/diskontering	9-66	-	-
		Summering av strømmer	2-9	-	-
1994	Sør-Amerika	Gjennomsnittslagring	-	-	4-41
	Afrika	Gjennomsnittslagring	-	-	4-69
	Sør-Asia	Gjennomsnittslagring	-	-	2-66
	Nord-Amerika	Gjennomsnittslagring	-	-	1-6
1994	Mexico	Gjennomsnittslagring	5-11	0,3-3	-
1995	India	Summering av strømmer	0,13-1,06	0,09-1,22	0,95-2,78
1994	Kina	Gjennomsnittslagring	(12)-2	(2)-1	(13)-(1)
1995	USA	Annuitet/diskontering	5-90	-	-

En oppsummering av kostnadsstudier ved skogtiltak for ulike regioner er gitt i tabell 7 (Hourcade et al., 1996a). Tabellens oppdeling av typer tiltak (plantasjeskog, skogforvaltning og agroskogbruk) samsvarer ikke med Kyoto-protokollens definisjoner, men gir likevel en pekepinn på beregnede kostnader ved skogtiltak. AII-prosjekter (se Appendix) varierer mellom 1,17 og 235,6 USD/tC. En nyere gjennomgang av kostnader i utviklingsland av Frumhoff et al. (1998) viser et spenn i estimatene fra -25,6 til 10,4 USD/tC. Det går ikke fram av disse i hvilken grad landkostnader er inkludert i disse estimatene. Diskonteringsraten er på 10 og 12%.

En hovedutfordring for økonomiske analyser av skogtiltak er å finne kostnadseffektiviteten ved CO<sub>2</sub>-binding i skog i forhold til tiltak i andre sektorer. Solberg (1997) viser at en CO<sub>2</sub>-avgift i Norge på 343 NOK per tonn CO<sub>2</sub> gir en netto økonomisk verdi av karbonbinding i



skog som er omkring fem ganger høyere enn netto verdi av det stående tømmeret som råmateriale for tømmerindustrien i Norge. Forskjellen stiger raskt ved høyere diskonteringsrater; ved en diskonteringsrate på 7% er verdien for CO<sub>2</sub>-binding ifølge beregningene 32 ganger høyere enn industriverdien. Verdien vil også stige betydelig dersom det innføres høyere CO<sub>2</sub>-avgifter.

## 4.2 Sosiale og miljømessige aspekter

Mye av kritikken mot CO<sub>2</sub>-bindingstiltak i skog dreier seg om usikkerhet om de sosiale og miljømessige konsekvensene. Reid (1997) kritiserer pågående AIJ-prosjekter blant annet for at det har blitt gitt lite informasjon om eventuell lokal involvering i utforming og gjennomføring av prosjektene, og at få av prosjektene har forpliktet seg til å følge sertifiseringsstandarder for en sunn skogforvaltning fra FSC (Forest Stewardship Council). Videre mener forfatteren at det er tatt lite hensyn til at subsidiering av aktiviteter som gir CO<sub>2</sub>-binding kan gi negative konsekvenser for områder som ikke oppnår støtte, og at det kan oppstå problemer ved at CO<sub>2</sub>-bindingstiltak kan fortrenge annen, lokal arealbruk. Et eksempel på det siste kan for eksempel være at tilplantingsprosjekter reduserer tilgjengeligheten av landområder for tradisjonelt jordbruk. (Se også tekstboks 2.)

Samtidig kan det hevdes at Kyoto-protokollen representerer et mulig rammeverk, om enn uferdig, nettopp for å fremme utviklingsprosjekter og prosjekter for bevaring av biologisk mangfold<sup>38</sup> (WRI, 1998). Karbonverdien kan bli et instrument for å fremme skogprosjekter som også gir miljømessige nytteeffekter (Solberg, 1997). Redusert avskoging i tropene vil gi store umiddelbare reduksjoner i CO<sub>2</sub>-utslippene samtidig som det bidrar til bevaring av noen av de rikeste økosystemene på kloden, og tidligere studier fra utviklingsland har vist at skogtiltak som gir lokale nytteeffekter generelt også gir karbongevinster (Faeth et al., 1994).

### 4.2.1 Koblinger mellom klimatiltak i skog, biodiversitet og sosiale aspekter

#### *Klimakonvensjonen*

Mål om bærekraftig utvikling og bevaring av biologisk mangfold er gjennomgående prinsipper i Klimakonvensjonen. Artikkel 2 slår fast at Konvensjonens mål er å "forhindre farlig menneskeskapt påvirkning på klimasystemet", og dette bør "oppnås innenfor en tidsramme som er tilstrekkelig til at økosystemer vil kunne tilpasse seg naturlig til klimaendringer", og videre sikre "at matproduksjonen ikke trues" og til å "oppnå en bærekraftig økonomisk utvikling". Blant partenes forpliktelser er å "Fremme bærekraftig forvaltning" og samarbeide om "bevaring og økning (...) av biomasse, skog og hav, såvel som andre økosystemer" (Artikkel 4.1).

Kyotoprotokollen slår fast lignende prinsipper om blant annet partenes forpliktelse til å fremme bærekraftig skogforvaltning (Artikkel 2.1) og minimere uønskede miljømessige effekter av klimatiltak (Artikkel 2.3). Bærekraftig utvikling kommer inn i forbindelse med Artikkel 12 om den grønne utviklingsmekanismen (CDM).

<sup>38</sup> *Biologisk mangfold* eller *biodiversitet* er et uttrykk for den totale variasjonen av liv og livsformer. Biodiversitet omfatter variasjon på tre hovednivåer: genetisk nivå, artsnivå og økosystemnivå (WRI/IUCN/UNEP, 1992).

### *Høyt CO<sub>2</sub>-bidrag*

Avskoging, først i tempererte områder og siden i tropiske strøk, har bidratt med anslagsvis 30 prosent av den totale menneskeskapte CO<sub>2</sub>-økningen i atmosfæren. I dag utgjør CO<sub>2</sub>-frigjøring fra avskoging ca. 20 prosent av årlige menneskeskapte CO<sub>2</sub>-utslipp (Schimel et al, 1996), samtidig som avskoging er en av de viktigste årsakene til tap av biodiversitet på globalt nivå.

### *Global miljøverdi*

I likhet med CO<sub>2</sub>-binding tilhører biodiversitet globale kollektive goder. Kollektive goder er kjennetegnet ved at de er udelelige og vanskelig avgrensbare, og at én persons bruk ikke går på bekostning av andres bruk. Dette er goder som det ikke finnes en "normal" etterspørsel etter i markedet og som det derfor er behov for institusjoner som kan sikre at disse verdiene bevares. Et eksempel er Global Environmental Facility (GEF), som ble etablert i 1991 for å finansiere miljøtiltak med positive globale virkninger for biologisk mangfold, klima, ozon og internasjonale vannsystemer.

### *Overlapp mellom potensial for bevaring av biodiversitet og CO<sub>2</sub>-binding*

Verdens skoger antas å inneholde to tredjedeler av alle arter på kloden (FAO, 1997). Tropiske skoger har som tidligere nevnt det største potensialet for binding og lagring av CO<sub>2</sub> i skog og inneholder samtidig noen av de viktigste reservoarene av biologisk mangfold i verden. Tropisk regnskog dekker bare 7 prosent av landarealet men inneholder kanskje 50 prosent av alle kjente plante- og dyrearter (FAO, op.cit.). Enhver reduksjon i avskoging vil gi store umiddelbare gevinster. Valg av strategier for gjenplantning og nyplanting vil også ha stor innvirkning på det biologiske mangfoldet. Videre kan eventuelle klimaendringer over de neste 50-100 årene få betydelige konsekvenser for det biologiske mangfoldet i skogøkosystemer (se kapittel 3.1.2).

### *Konkurransen om landarealer*

Mange steder i tropene er det i dag høyt press på landressursene og betydelige konflikter mellom etablering av plantasjeskog og andre bruksmåter, blant annet småskala selvforsyningsjordbruk. Rollen til CO<sub>2</sub>-bindingsprosjekter er omdiskutert. På den ene siden argumenteres det med at CO<sub>2</sub>-bindingsprosjekter kan forsterke landkonflikter og føre til ytterligere marginalisering av grupper som i dag har dårlig beskyttelse i gjeldende lovverk. På den andre siden hevdes det at mer intensiv bruk av landarealer, blant annet gjennom plantasjer eller agroskogbruk, kan redusere behovet for utnyttelse av tilgrensende naturskog.

### *Mulighet for nye utviklingsprosjekter.*

Den grønne utviklingsmekanismen (*Clean Development Mechanism*, CDM) er ment å bli en mekanisme for å gi positive insentiver til klimatiltak som også bidrar til utvikling. Dette kan åpne muligheter for finansiering av prosjekter for agroskogbruk, energiskoger og plantasjeskoger med lokale nytteeffekter. Videre skal en viss andel av prosjektmidler under CDM brukes for tilpasningstiltak i sårbare områder.

#### **4.2.2 Plantasjer som klimatiltak?**

Plantasjeskog blir ofte brukt om skog som "dyrkes" på samme måte som landbruksvekster. De har vanligvis en ensartet struktur med få, hurtigvoksende treslag (FAO, 1997). Plantasjer etableres for produksjon av tømmer, massevirke, brensel eller andre produkter fra for eksempel frukt (oljepalme) eller bark (gummi, kanel). Plantasjeskog blir imidlertid også etablert for å beskytte jord- og vannressurser, for å øke produktiviteten i jordbruket, som

buffere mot naturskog, og over de siste årene, karbonbinding. Det følgende konsentrerer seg om utviklingsland, hvor skillet mellom plantasjeskog og naturskog er tydeligst og hvor det sosiale og miljømessige konfliktpotensialet er størst.

Høye vekstrater har også gitt argumenter for å satse på plantasjeskoger i klimasammenheng, som nevnt over. I forhold til klimanytte, biodiversitet og sosiale aspekter er det særlig to faktorer som står i fokus: om økt satsning på plantasjeskog kan redusere avskogingspresset på naturskog, og om det gir lokal nytte i form av bl.a. arbeidsplasser og brensel.

Effektene av plantasjeskog på avskogingsratene bestemmes blant annet av alternativ bruk for områdene plantasjene etableres i og hvorvidt plantasjene erstatter dagens bruk av naturskog. Et mye brukt argument er at plantasjeskog kan rehabilitere degraderte landområder. Bare i et land som Indonesia er det anslagsvis 10-15 millioner hektar med grasområder som har lav utnyttelsesgrad, hvor det kan være store miljøgevinster å hente i gjenplanting. Erfaringer viser imidlertid at tiltakene har beslaglagt land uten å ta hensyn til lokal bruk av grasområdene og at skogen som etableres har hatt begrenset lokal nytteverdi (kfr. Dalfelt et al., 1996). Mattoon (1998a) viser til eksempler på feilaktig klassifisering av områder som "ubrukelige" i Brasil.

Ifølge Mattoon (1998a) er hele 60 prosent av Indonesias plantasjeareal på 2 millioner hektar som er etablert direkte etter avskoging. Dette ble tydeliggjort høsten 1997 da satelittmålinger avdekket at en stor del av brannene i Indonesia skyldtes branner påsatt for å rydde land av plantasjeselskaper. Det foregår også spekulering i at et landområde med mindre enn 20 m<sup>3</sup> omsettbart tømmer klassifiseres som "degradert" og kvalifiserer til støtte for gjenplanting (Mattoon, op.cit.). Dette utgjør derfor en indirekte subsidiering av avskoging.

Kuusipalo et al. (1995) argumenterer med at hurtigvoksende plantasjeskog kan være en effektiv måte å etablere skog i områder hvor det er vanskelig å få til naturlig gjenvekst, og på denne måten være et første steg i en utvikling mot mer komplekse skoger. Andre betviler at plantasjeskog i særlig grad vil omgjøres til andre skogtyper etter at de først er etablert (Turvey, 1995). Tomich og Van Noordwijk (1995) viser også til at plantasjer som gir jobbmuligheter for lokalbefolkningen vil trekke til seg folk fra andre områder, som igjen vil kunne øke presset på naturskogen. Mange er også skeptiske til om tømmer fra plantasjeskoger kan erstatte treslag som tas ut i naturskog, ihvertfall så lenge det er tilgang på naturskog (Turvey, op.cit.).

Selv om det skulle være et stort potensial for redusert forbruk og økt gjenvinning av papirmasse er det liten tvil om at det vil være behov for plantasjeskog for å dekke en økende global etterspørsel etter skogprodukter (FAO, 1997). Utfordringen er å sikre at plantasjene gjennomføres i tråd med miljømessig og sosialt ansvarlige kriterier. Dette kan blant annet være reduksjoner i bruk av plantevernmidler, innblanding av flere treslag, bedre jorddekking for å hindre jorderosjon og økt bruk av treslag med lokal nytteverdi.

## Tekstboks 2

### Eksempler på skogprosjekter

Informasjon om pågående skogprosjekter, i hovedsak under felles gjennomføring, finnes blant annet på følgende internettsider: FN's klimasekretariat i Bonn ([www.unfccc.de/fccc/ccinfo/aijproj.htm](http://www.unfccc.de/fccc/ccinfo/aijproj.htm)), *Face foundation* ([www.facefoundation.nl/uk/](http://www.facefoundation.nl/uk/)) og *Jl Online* ([www.ji.org/projects/projects.htm](http://www.ji.org/projects/projects.htm)). En kritisk gjennomgang av FG-prosjekter er gitt av Reid (1997).

#### *Chiapas, Mexico (Scolel Té)*

Målet med prosjektet, som er inkludert i pilotfasen for felles gjennomføring, har vært å utvikle en "prototype" for karbonbindingsprosjekter i utviklingsland. Private bedrifter, personer eller institusjoner kan kjøpe karbonkreditter, såkalte "*proto-carbon credits*", for 10 USD per tonn karbon, fra et lokalt fond (*Trust Fund*), via prosjektets representanter eller agenter. Fondet gir deretter meksikanske bønder opptil 25 års finansiell og teknisk assistanse for å gjennomføre skogbruk og agroskogbruk på lokalt nivå. Prosjektet legger opp til å teste en "selvrapporterende" mekanisme for rapportering og overvåkning, først for å sikre at lokalbefolkningens behov og ønsker tilgodeses, og dernest for å øke forståelsen om viktigheten av nytten prosjektene gir (de Jong et al., 1997). Prosessen starter med at bøndene får hjelp til å sette opp arbeidsplaner ("*Planes Vivos*") som gjenspeiler deres egne behov, prioriteringer og kapasitet. Disse planene blir deretter gjennomgått for teknisk gjennomførbarhet, sosiale og miljømessige effekter og karbonbindingspotensial. Levedyktige planer godkjennes for støtte og registeres hos fondet. Prosjektet gjennomføres av University of Edinburgh i samarbeid med to lokale institusjoner (Unión de Crédito Pajal og El Colegio de la Frontera Sur). Ansvarlig for markedsføring og salg internasjonalt er FIPIC (International Federation for Carbon Sequestration), American Forests og Econergy International Corporation. Prosjektet kritiseres av Reid (1997) bl.a. for ikke å ha eksplisitt referanse til ekstern verifisering av prosjektet. Forfatteren er også kritisk til måten kjøp av CO<sub>2</sub>-kreditter brukes av motorsportsorganisasjonen FIA for å markedsføre Formel-1 løpene som "CO<sub>2</sub>-nøytrale".<sup>39</sup> To hovedfaktorer for sosial og miljømessig nytteverdi av tiltak er hvordan de vil påvirke avskogingsratene og i hvilken grad de gir lokal nytte. For mer informasjon, se [www.ed.ac.uk/~ebfr11/#research](http://www.ed.ac.uk/~ebfr11/#research).

#### *Manipur, Nord-østre deler av India*

Land som ikke var oppdyrket ble her delt i to kategorier: produksjonsskog ("*supply forests*") og verneskog ("*safety forests*"). Førstnevnte, som dekker 40-60% av landarealet, ble brukt for å produsere brensel og tømmer for lokal bruk. Den andre kategorien, som dekker 10-30% av områdene, har tradisjonelt vært verneområder eller hellige steder, og har nylig blitt brukt som vern mot brannspredning fra svedjejordbruk. Slike områder var viktige som tilholdssteder for mange arter som ellers var forsvunnet fra landbruksområdene. Prosjektet har tatt sikte på å utvide arealet av slike verneskogsområder. På denne måten vil en kunne oppnå både økt karbonbinding og bidra til bevaring av biodiversitet. Det legges vekt på at prosjekter for karbonbinding bare vil være mulig dersom de også hjelper lokalbefolkning til å opprettholde levebrødet (Gadgil, 1998).

<sup>39</sup> Se også <http://www.cicero.uio.no/Climate/News/091098.html>

### 4.2.3 Insentiver i Kyotoprotokollen

En hovedutfordring, som omtalt over, er at Kyotoprotokollen gir rom for ulike tolkninger når det gjelder hvilke tiltak som skal gi grunnlag for kreditering. Et eksempel er om definisjonen av "direkte menneskeskapt tiltak" inkluderer bekjempelse av branner. Selv om brann ofte vil være en del av det økologiske kretsløpet har brennbarheten, særlig i tropiske skoger, økt som følge av hogst og andre menneskeskapt forstyrrelser, demonstrert ved brannene i Indonesia, Brasil og Russland over de siste to årene.

Det er også viktig at Kyotoprotokollen ikke gir insentiver til å sette referansebanen, dvs. forventet utvikling uten tiltak, for lavt. Kyotoprotokollen kan isolert føre til at farene for avskoging overvurderes for å tiltrekke seg investorer. Resultatet kan bli kreditering av en nærmest utømmelig mengde med prosjekter for CO<sub>2</sub>-gevinster uten at en får reelle gevinster i forhold til det som ellers ville skjedd.

Dernest er det viktig at land som har gjort lite for skogbevaring så langt, for eksempel har et dårlig utbygget system av nasjonalparker, ikke "premieres" gjennom at flere områder dermed kan klassifiseres som avskogingstruet, og i sin tur attraktive for klimaprosjekter. Reid (1997) kaller dette "subsidie-problemet": at støtte til bevaring av noen skogområder gjør at de områdene som *ikke* oppnår støtte til bevaring blir mer utsatt for avskoging. Forfatteren legger vekt på at bevaring av biologisk mangfold i skog er et nasjonalt ansvar, og advarer mot at utstrakt støtte til skogbevaring kan gjøre at områder utenfor verneområder kan bli holdt som "gisler" av skogeiere.

Relatert til dette er også problemet med at Kyotoprotokollen isolert sett kan motivere til økt hogst av gammel naturskog for tilplanting med hurtigvoksende treslag. Dette gjelder særlig utviklingsland, som ikke har forpliktelser om utslippsreduksjoner. Alt i dag skjer plantasjeetablering, blant annet i Sørøst-Asia, i stor grad etter forutgående hogst av naturskog (f.eks. Mattoon, 1996a). Økt avskoging vil kunne gi økt støtte til gjenplantingsprosjekter fra industrilandene. Ikke bare vil dette i de fleste tilfeller gi betydelige *netto* CO<sub>2</sub>-utslipp (kfr. Brown et al., 1996), det vil også gi store tap av arter knyttet til naturskog, i tillegg til de aktuelle og potensielle ressursene disse utgjør. Det vil være umulig å "bevise" at avskogingen skjedde, helt eller delvis, for å oppnå støtte til gjenplanting. Også innen i-land er dette imidlertid en bekymring, siden det har vært uklart om hvorvidt CO<sub>2</sub>-frigjøring fra hogst *uten* arealbruksendring skal regnes med, mens "gjenplanting" (ihvertfall etter et visst tidsrom) vil kunne kvalifisere til CO<sub>2</sub>-kreditter. Lohmann (1996) viser blant annet til at klimanytte er et av flere hendige "miljøargumenter" som brukes av cellulose- og papirindustrien i Sørøst-Asia i sin "splitt og hersk"-strategi for å vinne støtte blant forbrukere, myndigheter og miljøvernorganisasjoner.

### 4.2.4 Koblinger mellom Klimakonvensjonen og andre konvensjoner

Det er økende erkjennelse av at klimatiltak i skog må sees i sammenheng med andre konvensjoner som omhandler skogforvaltning. Klimakonvensjonen ble vedtatt på Rio-konferansen i 1992, samtidig med konvensjonene om biologisk mangfold og ørkenspredning. Viktigheten av å koble klimatiltak med bl.a. tiltak under konvensjonen om biologisk mangfold har vært anerkjent fra starten (WRI/IUCN/UNEP, 1992), men konvensjonene har i stor grad utviklet seg uavhengig av hverandre etter dette. Utfordringene er å avdekke eventuelle motsetninger og sikre at områder hvor det er overlapp mellom mål og virkemidler blir godt nok dekket. Klimakonvensjonen har blant annet blitt kritisert for å overse urbefolkningsgruppers rettigheter. En rekke strategier for bevaring av biologisk mangfold,

blant annet redusert avskoging, vil gi betydelige reduksjoner i utslippene av klimagasser. Det er samtidig nødvendig å fokusere på institusjonene, ettersom det vil være liten hensikt i å forhindre avskoging dersom det ikke samtidig iverksettes tiltak for å redusere de sosiale og økonomiske drivkreftene som fører til avskogingen, som fattigdom, arbeidsløshet og konsesjonsordninger. Økt kapasitet til å gjennomføre dagens reguleringer i skogforvaltningen er antagelig viktigere enn prosjektbaserte enkelttiltak.

## 5 Oppsummering og konklusjon

### 5.1 Sammendrag av argumenter for og mot klimatiltak i skogbruket

#### 5.1.1 For

- *Stort karbonlager.* Forvaltning av verdens skoger vil få betydelig innvirkning på CO<sub>2</sub>-innholdet i atmosfæren. Skog binder i dag omkring halvparten av karbonet som lagres i terrestriske økosystemer. Det er særlig viktig å beskytte karbon i jordsmonn, som utgjør to tredjedeler av karbonlageret i skog.
- *Høye CO<sub>2</sub>-utslipp.* Arealbruksendringer, i all hovedsak i tropiske strøk, utgjør i dag ca. 20% av brutto menneskeskapt frigjøring av karbondioksid (CO<sub>2</sub>) til atmosfæren. Betydelige mengder av andre klimagasser, som metan (CH<sub>4</sub>) og lystgass (N<sub>2</sub>O), frigjøres også i avskogingsprosessen. Redusert avskoging vil derfor kunne utgjøre et viktig bidrag til å begrense global oppvarming.
- *Stort teknisk potensial for CO<sub>2</sub>-binding.* Det er et stort teknisk potensial for økt CO<sub>2</sub>-binding og -lagring ved økt produktivitet i eksisterende skoger, ekspansjon av skogarealet og ved å øke levetiden på skogprodukter. FNs klimapanel anslår at skogtiltak globalt kan oppveie 12-15 prosent av forventede menneskeskapt utslipp over perioden 1995-2050 uten aktive mottiltak (Brown et al., 1996). Hvis en ved økt bruk av bioenergi kan redusere konsumet av fossile brensler vil gevinsten bli betydelig større. Likeledes finnes det et potensiale for å redusere CO<sub>2</sub>-utslippene ved å erstatte energiintensive produkter som betong og stål med treprodukter.
- *Lave kostnader.* Studier viser at klimatiltak i skogsektoren kan gi store karbongevinster med mindre investeringer enn i andre sektorer. Dette gjelder særlig for skogtiltak i tropiske strøk.
- *Instrument for bevaring av biodiversitet.* Bevaring av karbonlagre i skog er i de fleste tilfeller forenlig med bevaring av det biologiske mangfoldet i skog. Mange av tiltakene for økt CO<sub>2</sub>-binding kan gi høyere biologisk mangfold i et skogområde. Kobling av tiltak under Klimakonvensjonen med tiltak under konvensjonen om biologisk mangfold kan gi mange synergieffekter.
- *Støtte til utviklingsprosjekter.* Inkludering av skogtiltak i Kyotoprotokollen kan gi økt støtte til utviklingsprosjekter i den tredje verden. Verdsetting av karbonverdien kan føre til at utviklingsprosjekter i skogsektoren blir mer attraktive.
- *Økte muligheter for involvering av utviklingsland.* En stor andel av utslippene fra utviklingsland (land utenfor Annex I) stammer fra skogsektoren. Ved å utelukke disse vil en også begrense disse landenes muligheter til å påta seg reduksjonsforpliktelser.
- *Fleksibilitet for fremtiden.* Tiltak i skogbruket gir fleksibilitet i en situasjon med stor usikkerhet når det gjelder omfang og hastighet av menneskeskapt klimaendringer. Skog har mange anvendelsesmåter og gir i liten grad av irreversible effekter eller binding til en

bestemt teknologi eller utviklingsretning. Skogtiltak kan også gjøre at vi "vinner tid", både for å få vite mer om klimaendringer og for utvikling av ny energiteknologi.

### 5.1.2 Mot

- *Teknisk usikkerhet:* Mange av landenes oversikt over karbonbalansen i skogsektoren er basert på et usikkert grunnlagsmateriale, og det har vært hevdet at måleusikkerheten for karbonstrømmer i skogsektoren kan være opptil 50 prosent. Det er betydelige sprik i anslagene for CO<sub>2</sub>-opptak på regional skala. Videre er det vanskelig å overvåke bindingen over tid og verifisere karbonbindingen. Det argumenteres derfor med at en ikke bør blande usikre data fra skogsektoren med relativt sikre data for energisektoren.
- *Høy teknisk risiko.* Det er stor teknisk risiko forbundet med skogtiltak. Brann, sykdommer og skadedyr kan på kort tid føre til massiv frigjøring av CO<sub>2</sub> til atmosfæren. En kan derfor ikke "stole på" skogtiltak som en metode for å motvirke global oppvarming. Det finnes ikke tilfredsstillende mekanismer for å fordele kostnadene ved denne risikoen.
- *Uklar avtale, feil insentiver.* En sentral innvending mot skogtiltak er at det kan komme til å "premiere" en skogforvaltning med negative miljøkonsekvenser. Strengt tolket kan Kyoto-protokollen f.eks. oppfordre til hogst av gammel naturskog for etablering av hurtigvoksende plantasjeskog, eller oppdyrking og tilplanting av myrområder. Et annet er at det kan føre til overvurdering av truslene mot skog i tropiske strøk og gi fordeler, f.eks. for CDM-prosjekter, til land som ikke har opprettet verneområder. Krav til bærekraftig/sunn skogforvaltning er dessuten allerede inkludert i Klimakonvensjonen fra 1992, og mange mener det er urimelig at land med store avskogete arealer på denne måten skal få fordeler av tiltak de uansett har forpliktet seg til å gjennomføre.
- *Potensial for økte landkonflikter, usikre totaleffekter.* Det er usikkert hva som blir totaleffekten av massive klimatiltak i skogsektoren, i størrelsesorden 700 millioner hektar (Nilsson og Scopfhauser, 1995; Trexler og Haugen, 1995). For det første kan det øke landkonfliktene i utviklingsland, og i sin tur presset på gjenværende naturskog. Videre kan økt tilbud av tømmer og massevirke i dette omfanget påvirke globale tømmermarkeder. Det fryktes bl.a. at lavere tømmerpriser kan føre til lavere verdi i å beholde skogarealer kontra å omforme dem til andre bruksmåter.
- *Usikre langtidseffekter.* Det har også vært en tendens i litteraturen til å se klimatiltak i skogsektoren kun som et kortsiktig tiltak for å "vinne tid" i forhold til tiltak for utslippsreduksjoner (Brown et al., 1996). Verdien av karbonet som bindes kan komme til å overskygge hensynet til en langsiktig sunn forvaltning. Videre kan det føre til mer satsning på storskala plantasjer med kort rotasjonstid, som har andre, potensielt negative miljøeffekter (se under). Usikkerhet om betydningen av tiltak.
- *Avsporing i forhold til kampen mot klimaendringer.* Mange ser skogtiltak som en avsporing i forhold til det som er den egentlige utfordringen, nemlig å redusere klimagassutslippene fra fossile brensler. Kritikere argumenterer blant annet med at CO<sub>2</sub>-binding i skog er imot Kyoto-avtalens ånd fordi det gir en mulighet til å øke utslippene. Videre vil en raskt "bruke opp" skogpotensialet i klimasammenheng, og i løpet av kort tid må CO<sub>2</sub>-utslippene fra fossile brensler reduseres uansett. Dette kan igjen redusere



insentivene for ny teknologi i energisektoren og bremse teknologioverføring til utviklingsland.

- *Kan forskyve maktbalanse og prioriteringer i skogsektoren.* Næringsinteresser kan bruke karbonbinding som et vikarierende argument for å fremme egne økonomiske interesser. Lohmann (1996) mener klimanytte er et (av flere) hendige "miljøargumenter" som brukes av cellulose- og papirindustrien i sørøst-Asia i sin "splitt og hersk"-strategi for å vinne støtte blant forbrukere, myndigheter og miljøvernorganisasjoner. En økt fokus på global nytte ved skogtiltak kan føre til at lokale prioriteringer blir overkjørt. Blant annet kan skogplantingsprosjekter bli "pådyttet" land som ønsker å oppnå CO<sub>2</sub>-kreditter på kort sikt.

## 5.2 Konklusjon

Kritikere frykter at CO<sub>2</sub>-binding i skog vil ende opp som en nærmest utømmelig kilde til karbonkreditter for industriland, som kan oppfylle Kyotoforpliktelsene uten omlegginger i energibruken og med bare ubetydelige – hvis noen – netto reduksjoner i globale klimagassutslipp. Dette vil være svært ødeleggende ikke bare for muligheten til å oppfylle Kyoto-avtalens målsetninger, men også for muligheten til å inkludere utviklingslandene i framtidig klimaavtaler.

Hva skal til for å gjøre skogtiltak akseptable? Blant minimumskravene er at Kyoto-avtalens regelverk og dens støtteinstitusjoner sikrer at bare miljømessig og sosialt ansvarlige tiltak blir gjennomført, at kravene til addisjonalitet håndheves, og at den tekniske risikoen ved tiltakene bringes ned til et håndterbart nivå. Det er mye arbeid underveis på disse feltene, og mye lærdom vil kunne trekkes når AIJ-prosjektene er avsluttet og når IPCC har ferdigstilt sin spesialrapport.

De neste tiårene vil bli avgjørende for mange av de gjenværende skogområdene i verden, som også inneholder en stor del av det biologiske mangfoldet på kloden. Dette gjelder i første rekke tropiske skoger, men også skogområder i tempererte og boreale strøk møter mange trusler, inkludert effekter av global oppvarming. Skogenes viktige rolle i karbonsyklusen er ubestridt, og på tross av mange og komplekse utfordringer kan klimatiltak i skogbruket gi betydelige bidrag i å motvirke globale klimaendringer. Utfordringen er i stor grad å finne den rette balansen mellom konkurrerende målsetninger i skogforvaltningen. Riktig utført utgjør klimanytten i skog samtidig et verdifullt instrument som kan spille en konstruktiv rolle for å forbedre forvaltningen av verdens skogressurser.

## 6 Litteratur

- Austin, D., Goldemberg, J. and Parker, G. *Contributions to Climate Change: Are Conventional Metrics Misleading the Debate?* Washington DC: World Resources Institute, 1998. (<http://www.wri.org/cpi/notes/metrics.html>)
- Brown, S., Sathaye, J., Cannell, M. og Kauppi, P. [et al.] 1996. Management of Forests for Mitigation of Greenhouse Gas Emissions, pp. 773-797 in IPCC WG II, *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses*. Cambridge University Press, 878 pp.
- Cannell, M.G.R. 1996. Forests as carbon sinks mitigating the greenhouse effect. *Commonwealth Forestry Review*, 75 (1): 92-99.
- Cannell, M. 1995. *Forests and the Carbon Cycle in the Past, Present and Future*. European Forest Institute, Research Report 2. Joensuu, Finland, 66 pp.
- Center for International Environmental Law (CIEL), 1998. Designing a Legal and Institutional Framework for the Clean Development Mechanism. *Linkages Journal*, IISD, 3 (4): 4-7.
- Climate Action Network (CAN), 1998. Climate action network (CAN) recommendations to ministers at COP4. <http://www.igc.org/climate/canlong.html>.
- Crutzen, P.J. and Andreae, M.O. 1990. Biomass Burning in the Tropics: Impact on Atmospheric Chemistry and Biogeochemical Cycles. *Science*, 250: 1669-1678.
- Culotta, E. 1995. Will Plants Profit From High CO<sub>2</sub>? *Science*, 268: 654-656.
- Dalfelt, A., Næss, L.O., Sutamihardja, R.T.M., and Gintings, N. 1996. *Feasibility Study on: Reforestation of Degraded Grasslands in Indonesia as a Climate Change Mitigation Option*. CICERO Report 1996:5. CICERO, Norway, and the Ministry of State for Environment, Indonesia. 99 pp.
- de Jong, B.H.J., Tipper, R., and Taylor, 1997. A framework for Monitoring and Evaluating Carbon Mitigation by Farm Forestry Projects: Example of a Demonstration Project in Chiapas, Mexico. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 2: 231-246.
- Dixon, R.K., Brown, S., Houghton, R.A., Solomon, A.M., Trexler, M.C., and Wisniewski, J. 1994a. Carbon Pools and Flux of Global Forest Ecosystems. *Science* 263: 185-190.
- Dixon, R.K., Winjum, J.K., Andrasko, K.J., Lee, J.J., and Schroeder, P.E. 1994b. Integrated Land-Use Systems: Assessment of Promising Agroforest and Alternative Land-Use Practices to Enhance Carbon Conservation and Sequestration. *Climatic Change* 27: 71-92.
- EPA, 1997. Activities Implemented Jointly: Second Report to the Secretariat of the United Nations Framework Convention on Climate Change. Accomplishments and Descriptions of Projects Accepted Under the U.S. Initiative on Joint Implementation. 27 s.
- Faeth, P., Cort, C., and Livernash, R. 1994. Evaluating the Carbon Sequestration Benefits of Forestry Projects in Developing Countries. WRI/EPA, Washington D.C., 96 pp.
- Fan, S., Gloor, M., Mahlman, J., Pacala, S., Sarmiento, J., Takahashi, T., and Tans, P. 1998. A Large Terrestrial Carbon Sink in North America Implied by Atmospheric and Oceanic Carbon Dioxide Data and Models. *Science*, 282: 442-445.

FAO, 1995. Forest resources assessment 1990, Global synthesis. FAO Forestry Paper, 124. FAO, Rome, 44 pp.

FAO, 1997. *State of the World's Forests, 1997*. FAO, Rome, 200 pp.

Frumhoff, P.C., Goetze, D.C., and Hardner, J.J. 1998. *Linking Solutions to Climate Change and Biodiversity Loss Through the Kyoto Protocol's Clean Development Mechanism*. UCS Reports. Union of Concerned Scientists, 15 pp.

FSC, 1996. FSC Principles and Criteria. Forest Stewardship Council, Oaxaca, Mexico. (<http://www.fscoax.org/html/noframes/1-2.html>)

Gadgil, M. 1998. Catch that carbon. *Our Planet*, 9 (6): 19-20.

Gan, L., Næss, L.O., Kasa, S., and O'Brien, K.L. *Reforestation and Climate Change Mitigation: A Background Study for Joint Implementation in China and Indonesia*. CICERO Report 1998:3, 41 pp.

German Advisory Council on Global Change, 1998. *The Accounting of Biological Sinks and Sources Under the Kyoto Protocol: A Step Forwards or Backwards for Global Environmental Protection?* Special Report 1998, Bremerhaven, 75 pp.

Goulden, M.L., Wofsy, S.C., Harden, J.W., Trumbore, S.E., Crill, P.M., Gower, S.T., Fries, T., Daube, B.C., Fan, S.-M., Sutton, D.J., Bazzaz, A., and Munger, J.W. 1998. Sensitivity of Boreal Forest Carbon Balance to Soil Thaw. *Science*, 279: 214-216.

Hall, D.O. 1997. Biomass energy in industrialised countries: A view of the future. *Forest Ecology and Management*, 91 (1): 17-45.

Hall, D.O. 1998. *Biomass as an Energy Substitute for Fossil Fuels or a Sink for Sequestering Carbon: Implications for the Kyoto Protocol*. Upublisert notat, King's College London

Halsnæs, K., Bouille, D., La Rovere, E., Karekezi, S., Makundi, W., Wangwarcharakul, V., and Callaway, J.M. 1998. Sectorial Assessment. Chapter 4 in UNEP, *Mitigation and Adaptation Cost Assessment: Concepts, Methods and Appropriate Use*. UNEP Collaborating Centre on Energy and Environment, Risø National Laboratory, Denmark. 169 pp.

Hoen, H.F. and Solberg, B. 1997. CO<sub>2</sub>-taxing, Timber Rotations, and Market Implications. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 27 (Special): S151-S162.

Houghton, R.A. 1993. *Forests and Climate*. Main Paper, presented at the Global Forest Conference: Response to Agenda 21, Bandung, Indonesia, 17-20 February 1993, 21 pp.

Hourcade, J.C., Halsnæs, K., Jaccard, M., Montgomery, W.D., Richels, R., Robinson, J., Shukla, P.R., Sturm, P. [et al.] 1996a. A Review of Mitigation Cost Studies, pp. 297-366 in: IPCC WG III, *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change*, Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 448 pp.

Hourcade, J.C., Richels, R., and Robinson, J. [et al.] 1996b. Estimating the Costs of Mitigating Greenhouse Gases, pp. 263-296 in: IPCC WG III, *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change*, Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 448 pp.

- IEA Bioenergy, 1998. *The Role of Bioenergy in Greenhouse Gas Mitigation*. Position Paper, IEA Bioenergy Task 25, Joanneum Research, Austria, 4 pp.
- IGBP Terrestrial Carbon Working Group, 1998. The Terrestrial Carbon Cycle: Implications for the Kyoto Protocol. *Science*, 280: 1393-1394.
- IPCC, 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Glossary London: Hadley Centre. (<http://www.iea.org/ipcc.htm>)
- Ishitani, H., Johansson, T.B. [et al.] 1996. Energy Supply Mitigation Options, pp. 587-647 in IPCC WG II, *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses*. Cambridge University Press, 878 pp.
- Johnson, D.W. 1992. Effects of forest management on soil carbon storage. *Water, Air and Soil Pollution*, 64 (1-2): 83-120.
- Kauppi, P.E., Mielikäinen, K., and Kuusela, K. 1992. Biomass and Carbon Budget of European Forests, 1971 to 1990. *Science*, 256: 70-74.
- Kirshbaum, M.U.F. og Fischlin, A. [et al.], 1996. Climate Change Impacts on Forests, s. 95-129 i IPCC WG II, *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses*. Cambridge University Press, 878 s.
- Kuersten, E. and Burschel, P. 1993. CO<sub>2</sub> Mitigation by Agroforestry. *Water Air and Soil Pollution* 70: 533-544.
- Kuusipalo, J., Ådjers, G., Jafarsidik, Y., Otsamo, A., Tuomela, K., and Vuokko, R. 1995. Restoration of Natural Vegetation in Degraded *Imperata cylindrica* Grassland: Understorey Development in Forest Plantations. *Journal of Vegetation Science* 6: 205-210.
- Lanchbery, J. Expectations for the Climate Talks in Buenos Aires. *Environment*, 40 (8): 16-20, 42-45.
- Laurance, W.F., Laurance, S.G., Ferreira, L.V., Rankin-de Merona, J.M., Gascon, C, and Lovejoy, T.E. 1997. Biomass Collapse in Amazonian Forest Fragments. *Science*, 278: 1117-1118.
- Lohmann, L. 1996. Freedom to plant: Indonesia and Thailand in a globalizing pulp and paper industry, pp. 23-48 in Parnwell, M.J.G. and Bryant, R.L. (eds.) *Environmental Change in South-East Asia: People, Politics and Sustainable Development*. Routledge, 383 pp.
- Lund, H. Gyde. 1998. Definitions of Deforestation, Afforestation, and Reforestation. Report prepared for the USDA Forest Service, IUFRO and UNFCCC. Manassas, VA: Misc. pagination. 37 p. (<http://home.att.net/~gklund/DEFpaper.html>)
- Lunnan, A., Navrud, S., Rørstad, P.K., Simensen, K. og Solberg, B. 1991. Skog og skogproduksjon i Norge som virkemiddel mot CO<sub>2</sub>-opphopning i atmosfæren. Aktuelt fra Skogforsk, Nr. 6, 1991. NISK/ISF, Norges landbrukshøgskole. 86 s.
- Marland, G. and Schlamadinger, B. 1997. Forests for carbon sequestration or fossil fuel substitution? A sensitivity analysis, s. 139-148 i *Proceedings of the XI World Forestry Congress*, Antalya, Tyrkia, 13-22 Oct 1997. Vol. 1, Topic 4: Forests and climate change and the role of forests as carbon sinks.
- Mattoon, A.T. 1998a. Paper Forests. *World Watch*, 11 (2): 20-28.

- Mattoon, A.T. 1998b. Bogging Down in the Sinks. *World Watch*, 11 (6): 28-36.
- McKenzie Hedger, M. 1996. Agriculture and Forestry: Identification of options for net GHG reduction. Policies and Actions for Common Action. Working Paper 7, Annex I Expert Group on the UN FCCC. 52 pp. + annex.
- Malcolm, J. 1996. Ecosystems and Forests: Rapporteur's Statement. Pp. 345-346 in Smith et al. (eds.) *Adapting to Climate Change: Assessments and Issues*. Springer, 475 pp.
- Moffat, A.S. 1998. Temperate Forests Gain Ground. News Focus: Ecology. *Science*, 282: 1253.
- Nabuurs, G.J. and Mohren, G.M.J. 1993. *Carbon Fixation through Forestation Activities*. IBN Research Report 93/4, Institute of Forestry and Nature Research (IBN-DLO), Wageningen, Nederland.
- Nakicenovic, N., Grübler, A., Ishitani, H., Johansson, T., Marland, G., Moreira, J.R., and Rogner, H-H. 1996. Energy Primer, pp. 75-92 in IPCC WG II, *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses*. Cambridge University Press, 878 pp.
- Nilsson, S. and Schopfhauser, W. 1995. The Carbon Sequestration of a Global Afforestation Program. *Climatic Change* 30: 267-293.
- Nordhaus, W.D. 1991. The cost of slowing climate change: A survey. *The Energy Journal*, 12 (1): 37-65.
- Ott, H. 1998. The Kyoto Protocol: Unfinished Business. *Environment*, 40 (6): 16-20, 41-45.
- Parks, P.J., Hall, D.O., Kriström, B., Masera, O.R., Moulton, R.J., Plantinga, A.J., Swisher, J.N., and Winjum, J.K. 1997. An Economic Approach to Planting Trees for Carbon Storage. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 27 (Special): S9-S22.
- Pearce, F. 1998. Growing pains. *New Scientist*, 24 October 1998, pp. 20-21.
- Perez-Garcia, J., Joyce, L.A., Binkley, C.S., and McGuire, A.D. 1997. Economic Impacts of Climatic Change on the Global Forest Sector: An Integrated Ecological/Economic Assessment. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 27 (Special): S123-S138.
- Peters, R.L. 1992. Consequences of Global Warming for Biological Diversity. pp. 99-118 in: Wyman, R.L. (ed.), *Global Climate Change and Life on Earth*. Routledge, Chapman and Hall, New York & London. 282 pp.
- Phillips, O.L., Malhi, Y., Higuchi, N., Laurance, W.F., Núñez, P.V., Vásquez, R.M., Laurance, S.G., Ferreira, L.V., Stern, M., Brown, S., and Grace, J. 1998. Changes in the Carbon Balance of Tropical Forests: Evidence from Long-Term Plots. *Science*, 282: 439-442.
- Putz, F.E. and Pinard, M.A. 1993. Reduced-Impact Logging as a Carbon-Offset Method. *Conservation Biology*, 7 (4): 755-757.
- Ravindranath, N. and Somashekhar, B. 1995. Potential and economics of forestry options for carbon sequestration in India. *Biomass and Bioenergy*, 8 (5): 323-336.
- Reid, M. 1997. *Taking the Credit? Joint Implementation and the Role of Forests in Carbon Sequestration*. World Wide Fund for Nature (WWF), 28 pp. + app.

Richards, K., Moulton, R., and Birdsey, R. 1993. Costs of creating carbon sinks in the U.S. In *Proceedings of the International Energy Agency Carbon Dioxide Symposium*, P. Riemer, ed., pp. 905-912, Pergamon Press, Oxford. Sitert etter Hourcade et al. (1996b).

Rotter, J.C. og Danish, K.W. 1998. *Carbon Forestry and the Kyoto Protocol's Clean Development Mechanism: A Legal Analysis*. Upublisert notat, The Nature Conservancy, Hunton & Williams, Washington, D.C. 6 s.

Rowe, R., Sharma, N.P., and Browder, J. 1992. Deforestation: Problems, Causes, and Concerns, i: Sharma, N.P. (ed.), *Managing the World's Forests: Looking for a Balance Between Conservation and Development*. Dubuque, IA: Kendall/Hunt.

Salati, E., Amaral, W., and dos Santos, A.A. 1998. Investing in Carbon Storage: A review of Brazilian Forest Products. Pp. 41-58 in: Goldemberg, J. and Reid, W. (eds.) *Trends & Baselines: Promoting development while limiting greenhouse gas emissions*. UNDP/WRI, draft, 200 pp.

Sampson, R.N. and Sedjo, R.A. 1997. Economics of Carbon Sequestration in Forestry: An Overview. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 27 (Special): S1-S8.

Sathaye, J. and Ravindranath, N.H. 1997. Policies, Measures and the Monitoring Needs of Forest Sector Carbon Mitigation. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 2: 101-115.

Schimel, D., Alves, D., Enting, I., Heimann, M., Joos, F., Raynaud, D., Wigley, T. [et al.] 1996. Radiative forcing of Climate Change, s. 65-131 i IPCC WG I, *Climate Change 1995: The Science of Climate Change, Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, 572 s.

Sedjo, R.A., Wisniewski, J., Sample, A.V., and Kinsman, J.D. 1995. The Economics of Managing Carbon via Forestry: Assessment of Existing Studies. *Environmental and Resource Economics*, 6: 139-165.

Sedjo, R.A. and Solomon, A.M. 1989. Climate and forests, pp. 105-119 in: Rosenberg et al. (eds.) *Greenhouse Warming: Abatement and Adaptation*. Proceedings of a Workshop held in Washington, D.C., June 14-15, 1988. Resources for the Future, Washington, D.C. 182 pp.

Sist, P., Dykstra, D., and Fimbel, R. 1998. *Reduced-Impact Logging Guidelines for Lowland and Hill Dipterocarp Forests in Indonesia*. Occasional Paper No. 15, CIFOR, Bogor, Indonesia. 19 pp.

Solberg, B. 1997. Forest Biomass as Carbon Sink – Economic Value and Forest Management/Policy Implications. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 27 (Special): S323-S333.

Solberg, B. 1998. Economic aspects of forestry and climate change. *Commonwealth Forestry Review*, 77 (3): 229-233.

St. meld. nr. 29 (1997-98): Norges oppfølging av Kyotoprotokollen. Miljøverndepartementet, 90 s.

St meld nr 41 (1994 - 95) Om norsk politikk mot klimaendringer og utslipp av nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>). Miljøverndepartementet.

St.prp. nr. 36 (1992-93): Om samtykke til ratifikasjon av en rammekonvensjon om klimaendring av 9. mai 1992. Utenriksdepartementet, 42 s.

Statens forurensningstilsyn (SFT) 1997. *Tilvekst og avgang i norsk skog*. SFT Report 97:15. 73 pp.

Tomich, T.P. and van Noordwijk, M. 1995. *What Drives Deforestation in Sumatra?* Paper presented at Regional Symposium on "Montane Mainland Southeast Asia in Transition" Chiang Mai, Thailand, 13-16 November 1995. ASB/ICRAF, Bogor, Indonesia. Draft. 14 pp.

Torvanger, A., Fuglestvedt, J., Holtmark, B., og Næss, L.O. 1997. Klimaforskning og klimaforhandlinger – status og utsikter fremover. CICERO Report 1997:5, 93 s.

Trexler, M.C. and Haugen, C. 1995. *Keeping it Green: Tropical Forestry Opportunities for Mitigating Climate Change*. World Resources Institute and EPA. Washington D.C. 52 pp.

Turvey, N.D. 1995. Development of timber plantations in Southeast Asia: meeting expectations. Pp. 189-200 in Sandbukt, Ø. (ed.): *Management of Tropical Forests: Towards an Integrated Perspective*. Occasional Papers No.1/95, Centre for Development and the Environment, University of Oslo. 381 pp.

Vine, E. and Sathaye, J. 1997. The Monitoring, Evaluation, Reporting, and Verification of Climate Change Mitigation Projects: Discussion of Issues and Methodologies and Review of Existing Protocols and Guidelines. Energy Analysis Program, Lawrence Berkeley National Laboratory, California, USA.

Wangwacharakul, V. and Bowonwiwat, R. 1995. Economic evaluation of CO<sub>2</sub> response options in the forestry sector: The case of Thailand. *Biomass and Bioenergy*, 8 (5): 293-307.

Watson, R.T., Zinyowera, M.C., and Moss, R.H. (eds.) 1996. *Technologies, Policies and Measures for Mitigating Climate Change*. IPCC Technical Paper I, IPCC (WMO/UNEP). 79 pp.

White, A., Andrew Friend and Melvin Cannell, 1998. Impacts of climate change on natural vegetation, i: Climate Change and its impacts: Some highlights from the ongoing UK Research Programme: a first look at results from the Hadleys Centre's new climate model, November 1998. [www.metu.govt.uk/sec5/CR\\_div/Brochure98/index.html](http://www.metu.govt.uk/sec5/CR_div/Brochure98/index.html)

World Resources Institute (WRI), The World Conservation Union (IUCN), and United Nations Environment Programme (UNEP), 1992. *Global Biodiversity Strategy: Guidelines for Action to Save, Study, and Use Earth's Biotic Wealth Sustainably and Equitably*. 244 pp.

World Resources Institute (WRI), 1998. *Climate, Biodiversity and Forests: Issues and Opportunities Emerging from the Kyoto Protocol*. WRI/IUCN.

#### *Andre dokumenter*

Alle FCCC-dokumenter det vises til i artikkelen kan fås ved henvendelse Klimasekretariatet i Bonn eller lastes ned fra internett ([www.unfccc.de/fccc/docs/file05.htm](http://www.unfccc.de/fccc/docs/file05.htm)).

## Vedlegg: Registrerte skogprosjekter under AIJ (1995-1999)

Type	Navn	Partnerland	Leve-tid (år)	Total CO <sub>2</sub> -binding (tonn CO <sub>2</sub> )	Gj.snittlig CO <sub>2</sub> -binding per år (tonn CO <sub>2</sub> pr år)	Totalpris (utvikling og implementering) (USD)	Pris (USD/tC) <sup>40</sup>	Merknader
Skog-bevaring	Territorial and financial consolidation of Costa Rican national parks and biological reserves	Costa Rica, USA	25	57 467 271	2 298 690	Ikke tilgjengelig	Ikke tilgjengelig	Prosjektet skal overføre primærskog, sekundærskog og beiteland til nasjonalparker og biologiske reservater. Karbonbindingen kommer fra bevaring av karbonlager i primærskog og biomassevekst i sekundærskog og beiteland.
Ny-planting	RUSAFOR: Saratov Afforestation Project	Russiske føderasjon, USA	40	292 728	7.300	146.000	1,84	Prosjekterte kostnader, inkl. både prosjektutvikling og gjennomføring
Skog-bevaring	Bilsa Biological Reserve	Ecuador, USA	30	1 170 108	39 000	380 000	1,17	Bevaring av 2,000 ha tropisk regnskog i Ecuador gjennom kjøp av land for inkludering i Bilsa Biological Reserve.
Skog-bevaring	ECOLAND: Piedras Blancas National Park	Costa Rica, USA	16	1 342 733	83 920	1 100 000	3,0	Bevaring av tropisk skog gjennom kjøp av 2500 ha privateid land i Costa Rica
Skog-bevaring	Krkonose og Sumava National Park	Tsjekkiye republikk, Nederland	15	10 198 000	679 870	60 468 000	21,8	

<sup>40</sup> = pris per tonn CO<sub>2</sub>\*3,67. Omregning gjort for å sammenligne med priser oppgitt i kapittel 4.



Type	Navn	Partnerland	Leve-tid (år)	Total CO <sub>2</sub> -binding (tonn CO <sub>2</sub> )	Gj.snittlig CO <sub>2</sub> -binding per år (tonn CO <sub>2</sub> pr år)	Totalpris (utvikling og implementering) (USD)	Pris (USD/tC)	Merknader
Skog-bevaring	Rio Bravo Carbon Sequestration Pilot project	Belize, USA	40	4 801 478	120 000	2 600 000	1,98	Målet er å demonstrere en optimal balanse mellom kostnadseffektiv karbonbinding, økonomisk bærekraftig skogproduksjon og miljøvern. Kostnader er estimat (1997) for investering over en tiårsperiode. Prosjektet forutsettes å være selvfinansierende etter dette.
Gjen-plantning	Commercial Reforestration in the Chiriquí province	Panama, USA	25	57 640	2.300	3 700 000	235,6	Gjenplantning av 500 ha med skog i vestre deler av Panama med Teak. Kostnader er investeringskostnader over de første 7 årene. Etter år 7 antas plantasjen å være selvfinansierende gjennom tømmer salg.
Gjen-plantning	Klinki Forestry Project	Costa Rica, USA	40	7.220.000	180.000	10.800.000	5,50	Kostnader inkluderer utvikling og implementering av prosjektet. Inntekter forventes fra salg av tømmer.

Type	Navn	Partnerland	Leve-tid (år)	Total CO <sub>2</sub> -binding (tonn CO <sub>2</sub> )	Gj.snittlig CO <sub>2</sub> -binding per år (tonn CO <sub>2</sub> pr år)	Totalpris (utvikling og implementering) (USD)	Pris (USD/tC)	Merknader
Gjen-planting	Scolec Té: Carbon Sequestration and Sustainable Forest Management in Chiapas	Mexico, USA	30	55.000 - 1.210.000	1.800 – 40.000	380 800	8,51-40,92	Angitte kostnader er kun for prosjektutvikling. Kostnad per tonn CO <sub>2</sub> estimert i prosjektbeskrivelsen basert på middels produksjonsintensitet og en diskonteringsrate på 5%.
Gjen-planting	Reforestation i Vologda	Russland, USA	60	858 000	14.300	1.332 600	5,69	Kostnader basert på leasing av land og overvåkning av prosjektet.

Kilde: FNs klimasekretariat, Bonn ([www.unfccc.de/fccc/ccinfo/aijproj.htm](http://www.unfccc.de/fccc/ccinfo/aijproj.htm)).

# ***This is CICERO***

CICERO was established by the Norwegian government in April 1990 as a non-profit organization associated with the University of Oslo.

The research concentrates on:

- International negotiations on climate agreements. The themes of the negotiations are distribution of costs and benefits, information and institutions.
- Global climate and regional environment effects in developing and industrialized countries. Integrated assessments include sustainable energy use and production, and optimal environmental and resource management.
- Indirect effects of emissions and feedback mechanisms in the climate system as a result of chemical processes in the atmosphere.

Contact details:

CICERO  
P.O. Box. 1129 Blindern  
N-0317 OSLO  
NORWAY

Telephone: +47 22 85 87 50  
Fax: +47 22 85 87 51  
Web: [www.cicero.uio.no](http://www.cicero.uio.no)  
E-mail: [admin@cicero.uio.no](mailto:admin@cicero.uio.no)

