



Center for  
International Climate  
and Environmental  
Research - Oslo

**Report 1998:2**

# **Muligheter og betingelser for felles gjennomføring etter Kyoto**

*Lasse Ringius, Lars Otto Næss  
og Asbjørn Torvanger*



**University of Oslo**

**ISSN: 0804-4562**



# Muligheter og betingelser for felles gjennomføring etter Kyoto

*Lasse Ringius, Lars Otto Næss  
og Asbjørn Torvanger*

29. april 1998

## **CICERO**

Senter for internasjonal  
klima- og miljøforskning  
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)  
Web: <http://www.cicero.uio.no>

# Innhold

1	INNLEDNING.....	5
2	DET INTERNASJONALE RAMMEVERKET FOR FELLES GJENNOMFØRING.....	6
2.1	Norske Kyoto-forpliktelser og utslippsreduksjoner .....	6
2.2	Felles gjennomføring: Pilotfasen 1995-2000 .....	8
2.3	Reglene for benyttelse av FG.....	9
2.4	Utsiktene til å benytte FG.....	11
3	OVERSIKT OVER VIKTIGE PROSJEKTKATEGORIER.....	13
3.1	Bevaring av eksisterende karbonlagre.....	16
3.2	Økning av karbonlagre .....	17
3.3	Erstatning av fossile brensler .....	18
3.4	Globalt potensial og fordeling mellom regioner .....	19
3.5	Potensial i Norge.....	20
4	OVERSIKT OVER PRISER .....	22
4.1	Skogtiltak.....	22
4.2	Industriprosjekter .....	23
4.3	Priser på omsettbare kvoter .....	24
5	SAMMENDRAG .....	31
6	REFERANSELISTE .....	33

# 1 Innledning

Denne rapporten vurderer konsekvensene av Kyoto-protokollen for prosjekter om såkalt felles gjennomføring (FG, på engelsk: Joint Implementation – JI). Dette er prosjekter der aktører fra ett land finansierer tiltak som gir reduserte utslipp av klimagasser i et annet land (vertslandet). Investoren kan bruke den oppnådde reduksjonen (den såkalte ”kreditt”) for å oppfylle sin klimaforpliktelse.

I Kyoto-protokollen åpnes det for at disse reduksjonene kan godskrives klimaregnskapet til landet som finansierer prosjektet. Denne rapporten presenterer kort noen forskjellige hovedtyper av slike prosjekter, gir et overblikk over dagens priser på FG-prosjekter og de viktigste kategorier av vertsland.

Rapporten bestreber seg på å gi et totalbilde av FG og rammeverket rundt FG. Det har ikke vært formålet å foreta en detaljert utredning av enkeltprosjekter. FG-prosjekter er kort beskrevet bare i de tilfeller hvor tilstrekkelig informasjon har vært tilgjengelig og hvor prosjektene synes representative og interessante.

Rapporten bygger på materiale som er laget på oppdrag for Industrikraft Midt-Norge.

## 2 Det internasjonale rammeverket for felles gjennomføring

Kyoto-protokollen<sup>1</sup>, som ble undertegnet i desember 1997 i Kyoto i Japan, representerer et avgjørende skritt i retning av internasjonalt fastsatte klimaforpliktelser for industrilandene og omstillingsøkonomiene i Øst-Europa. Men til tross for at forhandlingene om teksten til Kyoto-protokollen strakte seg over nesten tre år etter oppstarten våren 1995, er videre avklaring nødvendig på en rekke vesentlige punkter.

Kyoto-protokollen åpner blant annet for at klimaforpliktelsene kan oppnås ved bruk av såkalte fleksible mekanismer. De viktigste blant disse er felles gjennomføringstiltak, den nye "grønne utviklingsmekanisme" (Clean Development Mechanism, CDM) og internasjonal handel med utslippskvoter. Felles gjennomføringstiltak (FG) henspiller på tiltak mellom to parter som begge har utslippsforpliktelser etter protokollen (såkalte Annex B-land). Den grønne utviklingsmekanismen henspiller på en mekanisme som skal tillate at land *med* utslippsforpliktelser kan gjennomføre investeringer i land *uten* en slik forpliktelse (typisk et u-land) og få kreditt for utslippsreduksjonene i sitt klimaregnskap. Hvordan dette skal skje og hvilke betingelser som må være oppfylt gjenstår det å forhandle om.

Kyoto-protokollen ble åpnet for underskrivning av regjeringer 16. mars 1998, og vil tre i kraft 90 dager etter at den er blitt ratifisert av minst 55 partsmedlemmer som representerer minst 55 prosent av industrilandenenes totale utslipp av karbondioksid i 1990.

### 2.1 Norske Kyoto-forpliktelser og utslippsreduksjoner

Norges forpliktelse under Kyoto-avtalen er å begrense økningen av klimagassutslipp i den femårige målperiode 2008-2012 til gjennomsnittlig 1 prosent sammenlignet med utslippsnivået i 1990. Seks klimagasser er regulert under avtalen: karbondioksid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), lystgass (N<sub>2</sub>O), hydrofluorkarboner (HFK), perfluorkarboner (PFK), og svovelheksafluorid (SF<sub>6</sub>).

Tabell 1 viser norske myndigheters framskrivninger av utslippene av disse gassene slik de er rapportert til Klimakonvensjonen<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> En kommentert versjon av protokollteksten finnes på CICEROs hjemmeside: <http://www.cicero.uio.no/>.

<sup>2</sup> I april 1998 i forbindelse med den såkalte Kyoto-meldingen (St meld nr 29 (1997-98)), la regjeringen fram en revidert framskrivning med noe høyere CO<sub>2</sub>-utslipp enn det som refereres her.

**Tabell 2: Framskrivninger av norske utslipp av klimagasser**

	1990	1995	2010	2020
CO <sub>2</sub>	36 mill. tonn	38 mill. tonn	48 mill. tonn	46 mill. tonn
CH <sub>4</sub>	432.000 tonn	469.000 tonn	333.333 tonn	328.810 tonn
N <sub>2</sub> O	15.000 tonn	14 000 tonn	16 774 tonn	17 742 tonn
HFK	3 tonn	108 tonn	864 tonn	1 026 tonn
PFK	385 tonn	217 tonn	186 tonn	186 tonn
SF <sub>6</sub>	92 tonn	24 tonn	24 tonn	29 tonn

Kilde: Norges 2. Nasjonalrapport under FNs Rammekonvensjon om Klimaendring – april 1997

Tabell 2 viser framskrivningene omregnet til CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.<sup>3</sup> Som det går fram av tabellen, innebærer framskrivningene, som stort sett er basert på business-as-usual antakelser, en betydelig utslippsvekst fram mot år 2010; 16 prosent sett i forhold til utslippsnivået i 1990. Deretter, hovedsakelig på grunn av mindre utslipp fra petroleumssektoren, vil vi få en mindre nedgang i utslippene. Utslippsnivået i år 2020 vil likevel fortsatt være omkring 13 prosent over Norges forpliktelser i Kyoto-protokollen i første målperiode.

**Tabell 2: Framskrivninger av norske utslipp av klimagasser i millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter**

	1990	1995	2010	2020
CO <sub>2</sub>	36,0	38,0	48,0	46,0
CH <sub>4</sub>	9,1	9,9	7,0	6,8
N <sub>2</sub> O	4,8	4,4	5,2	5,5
HFK	0,0	0,2	1,6	1,9
PFK	2,5	1,4	1,2	1,2
SF <sub>6</sub>	2,2	0,6	0,6	0,7
Totalt	54,6	54,5	63,6	62,1
Totalt i %			16,5%	13,7%
Totalt i % <sup>4</sup>		52,1	22,1%	19,2%

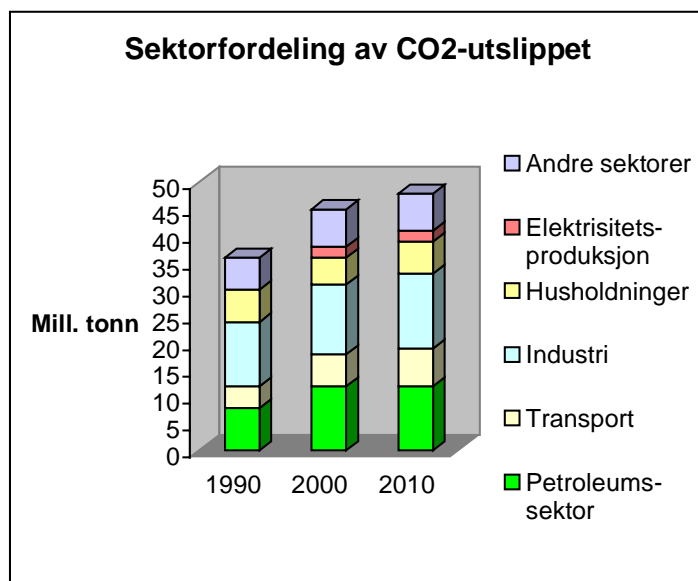
Figur 1 viser sektorfordelte CO<sub>2</sub>-utslipp for perioden 1990-2010. Det er utslipp fra Naturkrafts to planlagte gasskraftverk på Vestlandet som bidrar til utslippsøkningen i elproduksjonen på omkring 2 millioner tonn CO<sub>2</sub> i 2010 i figur 1. Hvis øvrige planlagte gasskraftverk bygges, forhøyes CO<sub>2</sub>-utslippet i 2010 fra 48 millioner tonn til omtrent 52 millioner tonn.<sup>5</sup> Det tilsvarer en total utslippsvekst av CO<sub>2</sub> på omkring 44 prosent i forhold til 1990, hvorav litt mer enn en tredel vil være utslipp fra gasskraft.

<sup>3</sup> Det globale oppvarmingspotensialet for gassene regulert i Kyoto-protokollen er, under antakelse om at gassene har 100 års levetid, ifølge FNs Klimapanel: CO<sub>2</sub>= 1; CH<sub>4</sub>= 21; N<sub>2</sub>O=310; HFC=140-11,700, mest alminnelig er HFK-134a=1,300; PFK= 6,500-9,200, CF<sub>4</sub> har verdien 6,500; SF<sub>6</sub>= 23,900.

<sup>4</sup> 1995 benyttet som referanseår for de langlivede industrigasser HFK, PFK, og SF<sub>6</sub>

<sup>5</sup> De planlagte gasskraftverkene er Industrikrafts gasskraftverk på Skogn (2,0 millioner tonn), Kollsnes i Øygarden (1,05 millioner tonn), Kårstø i Tysvær (1,05 millioner tonn), Borregaard i Sarpsborg (590 000 tonn) og Nordenfjeldske Energi i Aure (1,05 millioner tonn)

Figur 1: Utvikling i sektorfordelte CO<sub>2</sub>-utslipp 1990-2010.



Kilde: Norges 2. Nasjonalrapport under FNs Rammekonvensjon om Klimaendring – april 1997

## 2.2 Felles gjennomføring: Pilotfasen 1995-2000

FG er betegnelsen for prosjekter hvor et land (ofte en virksomhet) investerer i reduksjon av klimagassutslipp, eller binding av CO<sub>2</sub> i biomasse, i et annet land eller virksomhet, og derved får mulighet for å bruke den oppnådde reduksjon (den såkalte “kreditt”) til å oppfylle sin klimaforpliktelse. Dette kan være gunstig for investoren når FG-prosjekter er billigere prismessig sammenlignet med prisen på tiltak i eget land.

I februar 1995 møttes partene til FNs Klimakonvensjon for første gang i Berlin. De besluttet da å starte en pilotfase for FG. Formålet med pilotfasen, som skal avsluttes i år 2000, er å utrede FG nærmere. Målet er først og fremst å utvikle brukbare og konsistente beregningsmetoder for utslippsreduksjoner som er oppnådd gjennom FG.

En av hovedutfordringene er å få etablert beregningsmetoder og -rutiner for prosjekt-referansebanene, det vil si fastslå hvor store fremtidige utslipp/opptak ville vært om prosjektet *ikke* blir iverksatt. Referansebanen er nødvendig for å beregne størrelsen på reduksjoner/bindinger som vil bli oppnådd gjennom et FG-prosjekt.

Det har hittil blitt gjennomført få kommersielle FG-prosjekter. Årsaken til dette er først og fremst at det ikke har vært mulig for virksomheter å få godskrevet reduksjoner/ bindinger som er oppnådd gjennom FG. Denne situasjon har ikke gjort det attraktivt for virksomheter å finansiere FG i større utstrekning.

Mulighet for å lære mer om felles gjennomføring har hittil vært den viktigste motivasjon for deltakelse fra næringslivet. Dette synes, ifølge det amerikanske myndighetsorgan for godkjenning av FG - the U.S. Initiative on Joint Implementation (USIJI) helt klart å være tilfellet i forbindelse med amerikansk deltakelse.



Gjennom finansiering av FG har virksomheter ønsket å lære hvorvidt FG overhodet er attraktiv, hva FG krever på investorsiden i form av håndtering og lignende, og bedre kjennskapen til aktuelle vertsland og prosjekter. I USIJs tilfelle har myndighetene kunnet tilby næringslivet en viss anerkjennelse for deres medvirkning gjennom å godkjenne individuelle FG-prosjekter. Denne godkjennelsen har betydd at amerikanske myndigheter har kunne gi deltakerne en viss miljøprestisje.

I USA, som i de fleste andre land, har det ikke vært bindende nasjonale klimamål å forholde seg til fra næringslivets side. I stedet er det blitt inngått frivillige avtaler mellom miljømyndigheter og deler av næringslivet. Det er likevel klart at myndighetene ville benyttet bindende tiltak hvis ikke frivillige tiltak var effektive. Forventningen og trusselen om fremtidige bindende tiltak har - ikke overraskende - skapt et visst incitament til å lære mere om FG, også selv om kreditering ikke finner sted i pilotfasen.

I pilot-fasen har noen regjeringer initiert og finansiert prosjekter. I noen tilfeller har internasjonale organisasjoner, miljøorganisasjoner og meglere vært mellommenn mellom investor og vertsland og har således spilt en viss rolle i utviklingen av FG-prosjekter. Norske myndigheter var tidlig ganske aktive i forhold til FG (se tekstboks).

Alt i alt er situasjonen i dag at vi har et ganske beskjedent grunnlag og få erfaringer for vurdering av prisnivået for forskjellige typer av FG-prosjekter. Det er derfor forståelig at mange potensielle investorer også er interesserte i prisen på internasjonalt omsettbare utslippskvoter og muligheter for på denne bakgrunn å vurdere, sammenligne og forutsi prisene i FG-markedet. Kvoteprisene omtales nærmere i 4.3.

Hittil har norske myndigheter finansiert følgende fem FG-prosjekter:

- Ilumex-prosjektet i Mexico\*
- Kull-til-gass i Polen\*\*
- Bærekraftig energiforvaltning i Burkino Faso
- Gjenplantning og skogbeskyttelse i Costa Rica
- AIJ-samarbeid mellom Kina og Norge.

\* R. Selrod og M. Skjelvik, "World Bank Appraisal Mission to Mexico. The GEF – ILUMEX Project". CICERO Report 1994:8.

\*\* R. Selrod Sørensen og E. Sørensen, "World Bank Appraisal Mission to Poland May 31 to June 11, 1993. The GEF Coal-to-Gas Conversion Project." CICERO Report 1994:7.

## 2.3 Reglene for benyttelse av FG

Hva sier så Kyoto-protokollen om FG? Tilsynelatende sier den ingenting, fordi de protokollartikler som omhandler FG ikke bruker betegnelsen FG. Dette henger sammen med den politiske skepsis som FG er blitt møtt med fra den internasjonale miljøbevegelse og en rekke utviklingsland.<sup>6</sup> Når dette forbehold er tatt, så er det likevel klart at protokollen åpner for FG siden det sies at industriland kan overføre såkalte prosjektbaserte "utslippsreduksjonsenheter" til, eller motta fra, andre industriland og omstillingsøkonomier.

---

<sup>6</sup> Det engelske navnet for FG er – som nevnt - Joint Implementation (JI). På grunn av den politisk prekære situasjonen i forbindelse med JI benyttes betegnelsen Activities Implemented Jointly (AIJ) i pilotfasen 1995-2000.

To typer FG foreligger, nemlig FG rettet mot utslippsreduksjoner, og FG rettet mot binding av CO<sub>2</sub> i skog. Videre åpner protokollen for at industri- og utviklingsland kan samarbeide om FG-tiltak gjennom "den grønne utviklingsmekanisme". Utviklingsland lyktes i å motsette seg å bli pålagt klimaforpliktelser i Kyoto, og FG er den eneste kobling mellom Nord og Sør i Kyoto-protokollen.

Hvilke kriterier gjelder så for FG-prosjekter mellom land med utslippsforpliktelser, det vil si industrialiserte land og en rekke omstillingsøkonomier? Det er fire generelle kriterier;

- i) prosjektet skal være godkjent av de involverte parter (regjeringer);
- ii) prosjektet skal gi reduksjoner i utslipp eller økt opptak som kommer i tillegg til hva som ellers ville skjedd (addisjonalitet);
- iii) en part skal ikke kunne tilegne seg utslippsreduksjonsenheter hvis parten ikke overholder forpliktelsene om metodikk og rapportering;
- iv) og tilegnelsen av utslippsreduksjonsenheter skal komme i tillegg til innenlandske tiltak i investerlandet.

Ytterligere retningslinjer for slike aktiviteter, inkludert hvordan verifisering og rapportering skal foregå, kan fastlegges i det første Partsmøtet etter at Protokollen har trådt i kraft, eller tidligst mulig etter dette. En første drøfting av disse spørsmålene vil bli foretatt på den fjerde Partskonferansen i Buenos Aires i november 1998.

Når det gjelder kriterier for FG-prosjekter mellom industri- og utviklingsland, åpner den "grønne utviklingsmekanismen" etablert i Kyoto-protokollen for prosjekt-samarbeid mellom slike land. Mekanismens formål er å bistå utviklingsland i å oppnå bærekraftig utvikling og bidra til Klimakonvensjonens mål, samt å bidra til industrilandenenes oppfyllelse av sine utslippsforpliktelser. Industriland vil kunne anvende såkalte "sertifiserte utslippsreduksjoner" fra prosjektaktiviteter i utviklingsland til å bidra til overholdelse av deres utslippsforpliktelser.

Den grønne utviklingsmekanismen er underlagt Partsmøtet, og skal overvåkes av et eget styre. Utslippsreduksjoner fra hvert prosjekt skal sertifiseres for å sikre frivillig deltakelse fra de involverte parter, målbar og langsiktig nyttevirkning, og at utslippsreduksjonene kommer i tillegg til hva som ville skjedd i fravær av prosjektaktivitetene.

Deltakelse under den grønne utviklingsmekanismen kan omfatte private og/eller offentlige enheter, underlagt rettleiding fra utviklingsmekanismens styre. Bedrifter i industriland vil altså kunne inngå i miljørettede samarbeidsprosjekter i utviklingsland til gjensidig nytte. Sertifiserte utslippsreduksjoner oppnådd fra år 2000 og utover kan anvendes til å oppnå overholdelse av forpliktelsene i perioden 2008-2012.

System og prosedyrer for uavhengig prosjektovervåking og verifisering vil bli utarbeidet i det første Partsmøtet etter at Protokollen har trådt i kraft. Partsmøtet skal også sikre at en andel av provenyet fra sertifiserte prosjekter anvendes til å dekke administrative utgifter og til å bidra til å møte kostnader ved tilpasningstiltak for utviklingsland som er særlig sårbare overfor virkninger av klimaendringer, først og fremst utsatte områder i Afrika.

Sammenfattet kan man si at det potensielt er mulig at bedrifter i industrilandene og land med omstillingsøkonomier kan samarbeide om felles gjennomføringsprosjekter. Det er også potensielt mulig at samarbeid kan finne sted mellom industri- og utviklingsland gjennom den grønne utviklingsmekanisme. Disse to veiene er imidlertid ikke identiske, og dette har, i tillegg til eksistensen av et antall uklarheter, gitt anledning til noen bekymring.

Det påpekes for eksempel at det kan synes mindre sikkert å igangsette prosjekter mellom industriland og land med omstillingsøkonomier, enn mellom industri- og utviklingsland. I det siste tilfellet kan, som nevnt, resultater oppnådd allerede etter år 2000 benyttes til å oppfylle klimaforpliktelser i perioden 2008-2012.<sup>7</sup> Det er på den annen side uklart hvor mye prosjektprisene kan bli påvirket av "institusjonelt overhead" og internasjonalt byråkrati, og om provenyet øremerket for klimatilpasningsformål fra den grønne utviklingsmekanismen vil gjøre denne mindre konkurransedyktig i forhold til FG mellom industriland og omstillingsøkonomier, og i forhold til handel med kvoter. Endelig skal det nevnes at et omfattende kvotesalg kan bety at det ikke blir "plass" til FG, siden både kvoter og FG, i henhold til Kyoto-protokollen, skal komme i tillegg til innenlandske tiltak.

## 2.4 Utsiktene til å benytte FG

I St meld nr 29 (1997-98) *Norges oppfølging av Kyotoprotokollen* understreker regjeringen, i tråd med protokollen, at fleksible gjennomføringsmekanismer – det vil si kvotehandel og FG – skal være et supplement til innenlandske tiltak. Det understrekes at "mye" av de avtalefestede forpliktelser skal oppfylles ved tiltak innenlands og at "hovedfokus" bør ligge på slike tiltak.

I stortingsmeldingen fremgår det at myndighetene forventer at FG og den grønne utviklingsmekanismen (CDM) blir operative innen relativt kort tid, og i hvert fall før kvotehandel tillates. Regjeringen vil aktivt benytte seg av de fleksible gjennomføringsmekanismene i takt med at disse blir operative under protokollen, og ønsker aktiv deltakelse av norsk næringsliv. Man ønsker også at Norge fortsetter sitt arbeid med utviklingen av FG og CDM, og håper på deltakelse av private aktører. Stortingsmeldingen er også positiv til å inngå mer avanserte samarbeidsformer med privat deltakelse for FG i utviklingsland gjennom Verdensbanken ("Karbonfondet").

Det er hevet over enhver tvil at det er nødvendig å

Karbonfondet, som er etablert av Verdensbanken vil, på grunn av metodiske usikkerheter i forbindelse med skogprosjekter, fortrinnsvis fokusere på industri- og energiprojekter. Karbonfondet vil utvikle FG ut fra Verdensbankens prosjektportefølje, og Karbonfondet vil gjennomføre og avslutte prosjekter for fremtidige investorer. Karbonfondet er i dialog med mange interesserte investorer, og et antall regjeringer og bedrifter har allerede underskrevet et Memorandum of Understanding.

Karbonfondet tror at markedsprisen for reelt additive karbonekvivalente reduksjoner vil ligge i intervallet 23-105 kr/tCO<sub>2</sub>. Karbonfondet tror det er vanskelig å gjøre noe særlig meningsfylt for under 23 kr/tCO<sub>2</sub>, med visse unntak. Karbonfondet har antydnet overfor sine investorer at prosjektprisene vil kunne bli i størrelsesorden 40-60 kr/tCO<sub>2</sub>.

<sup>7</sup> Brasil var den viktigste pådriveren bak framskyvningen av starttidspunktet til år 2000. Deres motivasjonen var å akselerere bruken av den grønne utviklingsmekanisme.

videreutvikle og klargjøre innholdet i FG, kvotehandling og CDM. Neste partsmøte under Klimakonvensjonen (COP-4), i november 1998, vil være viktig i så henseende. Det er ikke i dag mulig å presist forutse utfallet av COP-4. En kvalifisert gjetning vil være at partsmøte vil skape noen klarhet, men at det vil ligge uklarheter tilbake på forhandlingsbordet. Det er antakelig ikke rimelig å forvente at det vil være endelig klarhet i spørsmålene rundt de fleksible gjennomføringsmekanismene før tidligst etter år 2000 – det vil si etter at pilotfasen til FG er avsluttet.

Avslutningsvis kan det nevnes at det i dag ikke er mulig å benytte FG, CDM eller handel med utslippskvoter for å oppnå norske og internasjonale klimamål. Når FG, CDM og handel med utslippskvoter aksepteres innenfor det internasjonale klimasamarbeidet, så må likevel ytterligere to forutsetninger tilfredsstilles. For det første må norske myndigheter etablere et bindende nasjonal klimamål, for eksempel ved at Kyoto-protokollen ratifiseres. For det andre må FG være blant de mulige norske virkemidler og tiltak for oppnåelse av nasjonale mål.

Norske myndigheter har hittil vært meget positive til FG, men det vil være nødvendig at myndighetene gjør det mulig for norske bedrifter å benytte en av de fleksible mekanismene til oppnåelsen av deres klimaforpliktelser.

### 3 Oversikt over viktige prosjektkategorier

FG-prosjekter kan deles inn i flere kategorier avhengig av hvilke prosesser eller aktiviteter man vil redusere utslippene av klimagasser fra. Oppdelingen i kategorier kan skje på mange måter avhengig av antallet hovedkategorier og underkategorier, se tabell 3. I denne drøftingen velger vi å operere med seks hovedkategorier:

1. Fossile brensel
  - a. øket energieffektivitet
  - b. overgang til brensel med lavere CO<sub>2</sub>-utslipp (dvs. fuel-switching)
  - c. utvikling av fornybare energikilder
2. Teknologier i industrien
3. Sjøpelfyllinger
4. Landbruk
5. CO<sub>2</sub>-binding i skog
  - a. bevaring av skog
  - b. gjenplantning
  - c. nyplantning
6. Biobrensel fra skog

#### 1. Fossile brensel

Forbruk av fossilt brensel er en hovedkilde for utslipp av CO<sub>2</sub>. I tillegg blir det noe utslipp av lystgass og metan fra slik bruk. Utslippene kan reduseres ved å investere i mer energieffektive teknologier og prosesser. En annen mulighet er å erstatte for eksempel kull med olje, olje med gass, eller gass med fornybare energikilder (som for eksempel flisfyring).

Utslippene av CO<sub>2</sub> i forhold til produsert energi vil normalt være høyest for kull og lavest for gass. Ved energiproduksjon basert på flisfyring og biomasse generelt regner man med null netto utslipp av CO<sub>2</sub>, fordi CO<sub>2</sub>-utslippene bindes i ny skog. Erstattes bruken av fossile brensel med fornybar energi som vindkraft, solpaneler eller varmepumper, vil CO<sub>2</sub>-utslippene også gå ned. Gjennom energisparing og 'Demand side management' kan man få forbrukerne av strøm til å redusere sitt forbruk slik at strømmen kan frigjøres og erstatte fossile brensel i andre sektorer. Et eksempel er å erstatte vanlige lyspærer med kompakte lysrør.

Utslippene av CO<sub>2</sub> kan enklest beregnes gjennom forbruksdata og utslippskoeffisienter, mens utslippene av lystgass og metan i hovedsak må måles ved det enkelte utslippspunkt. Vi regner ikke med at denne typen FG prosjekter vil ha større sosiale og økonomiske konsekvenser.

#### 2. Teknologier i industrien

En annen kategori utslippsreduserende tiltak er å utvikle nye teknologier for industriprosesser som medfører utslipp av klimagasser. Et eksempel på slike prosessutslipp er CO<sub>2</sub>-utslipp fra sementproduksjon, et annet er utslipp av CF-gasser fra aluminiumsproduksjon. De sistnevnte utslippene kan reduseres ved jevnere mating og dermed færre bluss i ovnene. I tillegg kan det være rom for å endre produktene på en måte som reduserer utslippene av klimagasser.

**Tabell 3: Overblikk over de viktigste prosjektkategoriene for FG og noen prosjektseksemplarer**

Prosjekt-kategorier	Reduksjons-Muligheter	Eksempler	Drivhusgasser	Overvåknings-muligheter	Pris USD/tCO <sub>2</sub> prosjekter som er godkjent av nasjonale myndigheter)	Reduksjons-/bindings-potensiale (prosjekter som er godkjent av nasjonale myndigheter)
<b>Fossile brensel</b>	- Utvikle fornybare energiformer - Reduser energi- etterspør - Reduser tap i energi-forsyningen.	- Erstatte kull med gass i kraft-varmeverk - Erstatte tradisjonelle lyspærer med høyeffektive lyspærer.	- Karbondioksid, CO <sub>2</sub> - Metan, CH <sub>4</sub> - Lystgass, N <sub>2</sub> O.	- Forbruksdata - Feltobservasjon.	- 0,86 USD (“Utslipps-reduksjon fra kraftverk i Romania”) - 6,25 USD (“Renovering av fjernvarmeanlegg i Co. Põltsamaa Soojus” i Estland).	- 1 093 000 tonn  - 84 544 tonn.
<b>CO<sub>2</sub>-binding i skog</b>	Type 1: skogbevaring  Type 2: nyplanting  Type 3: gjenplantning.	- Hindre avskogning i tropene - Planting i kyst-områ - Planting i avskoget områder.	- Karbondioksid, CO <sub>2</sub> .	- Feltobservasjon - Fjernobservasjon; satellitt.	- 0,77-12,1 USD  - 0,46-5,3 USD  - 0,24-4,0 USD	- 4,80 mill. tonn- 206 800 tonn  - 292 700 tonn – 3,0 mill. tonn  - 20 mill. tonn – 846 400 tonn.
<b>Skog til energi-formål</b>	- Erstatte fossile brenslers.	- Erstatte kull med biobrensel i kraftverk.	- Karbondioksid, CO <sub>2</sub> .	- Feltobservasjon.	5,68; 9,08; 9,08 USD (år 1; år 2; år 3).	124 000 tonn CO <sub>2</sub> ; levetid 10 år (Estland).
<b>Søppel</b>	- Samle og forbrenne metan.	- Anvende metan fra gjødsel og søppel som energi	- Metan, CH <sub>4</sub> .	- Feltobservasjon - Fjernobservasjon; satellitt.	5,65 USD/tCO <sub>2</sub> - ekvivalent (prosjektseksempel).	Levetid 10 år (Russland/ Moskva).

Andre aktuelle klimagasser i denne kategorien er SF<sub>6</sub> som blant annet benyttes i magnesiumindustrien og for å isolere elektrisk utstyr med høye spenninger, og HFK-gassene som erstatter de ozon-nedbrytende KFK-gassene. Utslippene av disse gassene må i hovedsak måles ved det enkelte punktutslipp, men kan i noen grad være forholdsvis proporsjonale med produksjonen. Den viktigste virkemåten til FG prosjekter i denne kategorien er gjennom å stimulere vertslandet til bruk av nye teknologier.

### **3. Sjøpelfyllinger**

Når organisk materiale blir brutt ned under oksygenfrie forhold, for eksempel i en søppelfylling, dannes klimagassen metan (CH<sub>4</sub>). Utslippene av metan kan kontrolleres gjennom to typer tiltak; enten oppsamling av metan for forbrenning og varmeproduksjon (for eksempel i et fjernvarmeanlegg) eller behandling av avfallet på en måte som reduserer generering av metan. Under sistnevnte kategori kan man skille ut organisk avfall gjennom kildesortering, sørge for øket lufttilgang i søppelfyllingene gjennom blanding av ulike typer avfall o.l., og tilskynde videre oksydering gjennom tildekking av søppelfyllinger med jord. Utslippene må måles på den enkelte fylling. Denne typen FG-prosjekter vil ha små sosiale og økonomiske konsekvenser.

### **4. Landbruk**

Driftsmåter i landbruket kan frigjøre eller binde mer eller mindre CO<sub>2</sub> fra jordsmonnet. Videre vil det bli generert utslipp av lystgass (N<sub>2</sub>O) fra bruk av kunstgjødsel og metan fra husdyr og oksygenfri nedbryting av organisk materiale (for eksempel ved noen typer risproduksjon), etc. Ved å kartlegge de faktiske forholdene i et distrikt kan man ventelig redusere disse utslippene gjennom visse justeringer av driftsmåter og avlinger. Nye plantevarianter kan redusere utslippene av CO<sub>2</sub>, mens andre forblendinger kan redusere metan-utslippene fra husdyr.

Utslippene kan delvis måles gjennom feltobservasjoner og forsøk over noen år, og gjennom fjernmåling og satellittbilder ved større arealbruksendringer. FG prosjekter i denne kategorien kan føre til en del økonomiske og sosiale konsekvenser for de berørte bøndene dersom etablerte driftsmåter endres og nye plantevarianter tas i bruk.

### **5. CO<sub>2</sub>-binding i skog**

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

1. Ved bevaring av eksisterende karbonlagre i skog
2. Ved å øke opptak og lagring av karbon i skog
3. Ved å bidra til å erstatte bruk av fossile brensler

*Bevaring av eksisterende karbonlagre* betyr å begrense menneskeskapte forstyrrelser som fører til CO<sub>2</sub>-frigjøring, som avskoging, brann og sykdommer. *Økt opptak og lagring av CO<sub>2</sub>* inkluderer tiltak som økt skogareal, økt skogproduktivitet og økt levetid på skogproduktene. *Erstatning av fossile brensler* er tiltak for å redusere bruken av fossile brensler, enten direkte ved at bioenergi brukes i stedet for fossile brensler, eller indirekte ved at tømmer erstatter energiintensive produkter som stål og betong. Tabell 4 viser noen eksempler på tiltak.

Noen tiltak vil kunne dekke flere formål. For eksempel kan økt bruk av tømmer som bygningsmateriale både øke karbonlageret og føre til redusert bruk av fossile brenslers. Det kan også oppstå konflikter, for eksempel i tilfeller hvor etablering av plantasjer i tropene legger beslag på landbruksjord og derved gir økt avskoging i omkringliggende naturskog.

Nedenfor drøfter vi de tre typene tiltak i mer detalj.

**Tabell 4. Eksempler på skogtiltak for å motvirke CO<sub>2</sub>-opphopning i atmosfæren.**

1. Bevaring av eksisterende karbonlagre	2. Økt opptak og lagring av karbon	3. Erstatning av fossile brenslers
<ul style="list-style-type: none"><li>• Redusere avskogingen i tropiske områder</li><li>• Mer skånsom hogst</li><li>• Intensivering av arealbruk for å redusere avskogingspress i tropene</li><li>• Beskyttelse mot brann, sykdommer og skadedyr</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Øke skogarealet bl.a. ved skogreising, reetablering av naturskog, plantasjeskoger og agroskogbruk</li><li>• Mer vekt på karbonbinding i skogskjøtselen, f.eks. lengre omløpstid, tettere planting, gjødsling, treslagsskifte og tynning</li><li>• Økt bruk av tømmer som bygningsmateriale og andre varige bruksmåter</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Erstatte fossile brenslers med bioenergi</li><li>• Erstatte betong, stål og andre energiintensive materialer med tømmer</li></ul>

## 3.1 Bevaring av eksisterende karbonlagre

### 3.1.1 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). Trexler og Haugen (1995) anslår at aktive tiltak kan redusere totalt avskoget 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.

Mulige tiltak for å redusere avskogingen er å kjøpe land som er truet av avskoging (Sathaye og Ravindranath, 1997) eller å intensivere arealbruken (for eksempel ved agroskogbruk) for å redusere presset på naturskog. Effekten av det siste er imidlertid omdiskutert.

### 3.1.2 Andre tiltak

Andre tiltak som har vært foreslått er tiltak mot skogbrann, forhindring av sykdomsangrep, eller uttak av døde eller døende trær. Skogbrann fører til omfordeling av karbonlagre og gir CO<sub>2</sub>-frigjøring langt utover det umiddelbare utslippet. For å maksimere karbonlagringen vil det også være viktig å beskytte karbonmengden i humus- og torvlag som akkumuleres over lang tid. Samtidig er skogbrann en naturlig del av syklusen i mange skogøkosystemer, og å forhindre branner kan her få andre effekter, som for eksempel økning i forekomsten av sykdommer og skadedyr.



I teorien kan en oppnå karbonevinster 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 store negative konsekvenser ved at en rekke arter er avhengig av dødt vedmateriale. CO<sub>2</sub>-utslippene kan også reduseres ved å mindre transport av tømmer og tømmerprodukter, blant annet ved å bruke mer lokalprodusert tømmer og fibermasse (OECD, 1996:41).

## **3.2 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.

### **3.2.1 Økt skogareal**

Tiltak for å øke skogarealet kan være å reetablere skog i nylig avskogete områder (naturlig gjenvekst, eller tilplanting), eller å utvide skogarealet til "nye" områder, for eksempel tilplanting av dyrket mark, beiteområder eller myr (skogreising). Tre hovedtyper tiltak er naturlig gjenvekst, plantasjer og agroskogbruk.

I dag skjer det omfattende tiltak for skogetablering verden over. Kina og Indonesia har ambisiøse mål for skogreising. Landene har store landområder som ligger brakk, men har møtt mange problemer i å få til skogreising i disse områdene, blant annet dårlig infrastruktur, planting av feil treslag, og konflikter med lokalbefolkningen.

Skogplantasjer har de høyeste ratene for karbonakkumulering per år i vekstperioden, men den gjennomsnittlige karbonmengden over tid vil være betydelig lavere enn naturskog. Ved omforming av naturskog til plantasjeskog er det beregnet at gjennomsnittlig karbonreservoar over tid reduseres med opptil to tredjedeler (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 tiltakende knapphet på landarealer og usikre markedseffekter ved stor-skala tiltak.

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

Foreslåtte tiltak for å øke produktiviteten er blant annet forlenget omløpstid, grøfting og gjødsling av vannsyk skogsmark, tettere planting, overgang fra naturlig foryngelse til planting, suppleringsplanting og ungskogspleie. CO<sub>2</sub>-effekten av flere av disse er omdiskutert. Grøfting og oppdyrking av myrjord vil gi føre til CO<sub>2</sub>-frigjøring fra økt omsetning i torvmassen. Cannell (1995) anslår at hvis 20-30 cm av torvjorda oksideres kan CO<sub>2</sub>-utslippet fra nedbrytningen overstige det som over tid bindes i skogen som vokser opp. Forlenget omløpstid vil gi høyere karbonbinding i det enkelte skogområdet, men det er usikkert hva effekten for skogsektoren som helhet blir.

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. Ifølge

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.

Dixon et al. (1994) anslår at karbonet i treprodukter utgjør en ubetydelig andel av den globale karbonmengden. En kan imidlertid oppnå en tilleggsgevinst hvis treprodukter erstatter betong, stål og andre materialer, fordi disse forbruker fossile brensler i fremstillingsprosessen (se under).

### 3.3 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. Brown et al. (1996) antar at slike tiltak har det største potensialet for karbonbinding i skogsektoren på lengre sikt (mer enn 50 år fram i tid). For eksempel antas det at en ved å erstatte kull med plantasjevirke i elektrisitetsproduksjon kan få en karbongevinst som er opptil fire ganger høyere enn karbonet som er bundet i plantasjene. Hvis det etableres energiskog i brakklagte grasområder vil klimanytten ved bioenergi komme i tillegg til økt CO<sub>2</sub>-binding ved skogetablering, og i enkelte tilfeller, redusert press på naturskog for vedinnsamling.

CO<sub>2</sub>-reduksjonen over tid vil avhenge av faktorer som biomassenes veksthastighet, effektiviteten i erstatningen av fossile brensler med bioenergi, og mange andre faktorer. En analyse av Marland et al. (1997) konkluderer med at karbongevinsten ved bruk av bioenergi for å erstatte 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.

Studier fra utviklingsland viser at desentraliserte bioenergisystemer kan være en interessant løsning for dekning av elektrisitsbehov på landsbygda, samtidig som slike systemer også 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 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 (IPCC, 1996). Barrierer mot gjennomføring er blant annet landkonflikter, ufullstendige markeder for bioenergi, prisbarrierer, og tilgang på teknologi.

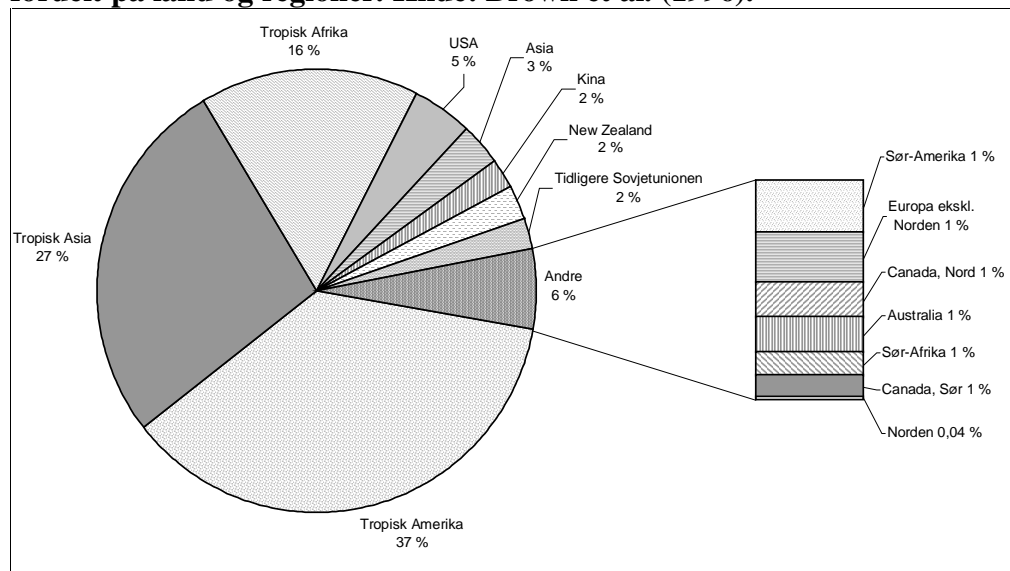
### 3.4 Globalt potensial og fordeling mellom regioner

Brown et al. (1996) beregner at skogtiltak (ikke medregnet erstatning av fossile brensler) kan gi en karbongevinst på 60-87 milliarder tonn (GtC) globalt i perioden 1995-2050. Totalt beregnet arealtilgang er 700 millioner hektar (ha), fordelt på 345 millioner ha for plantasjeskoger, 138 millioner ha for redusert tropisk avskoging, og 217 millioner ha for naturlig og assistert skogforyngelse.

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

Figur 2.

Figur 2: Beregnet globalt potensial for karbonbinding for perioden 1995-2050, fordelt på land og regioner. Kilde: Brown et al. (1996).



Ovenstående tall og estimater er beheftet med stor usikkerhet, og studiene viser store variasjoner. To studier av globalt potensial, med omtrent samme beregning for tilgjengelig areal, viste en variasjon i årlig globalt karbonopptak på henholdsvis 2,9 GtC og 0,28 GtC (Sedjo og Solomon, 1989; Nordhaus, 1991b<sup>8</sup>). I tillegg til landareal og veksthastighet vil potensialet avhenge av hvor mye avskogingen kan reduseres, hvordan disse landarealene brukes på lang sikt, innvirkning av endringer i temperatur og vanntilgang osv. ved klimaendringer på mulighetene for å fortsette dagens praksis (Brown et al., 1996).

Nilsson og Schopfhauser (1995) har forutsatt at bare en liten andel av det som er teknisk mulig å plante til er tilgjengelig for tiltak, på grunn av kulturelle, sosiale og økonomiske begrensninger. Den forutsatte årlige etableringen av plantasjer er ikke urealistisk i forhold til det som var tilfellet for årene 1980-90 (Brown et al., op.cit.).

<sup>8</sup> Sitert i Brown et al. (1996).

### 3.5 Potensial i Norge

Selv om CO<sub>2</sub>-bindingspotensialet i Norge er ubetydelig i global sammenheng, utgjorde det omkring 14 millioner tonn eller 37 prosent av Norges totale CO<sub>2</sub>-utslipp i 1995. I tillegg kommer karbonlagring i treprodukter (ca. 0,5 millioner tonn CO<sub>2</sub> per år) og karbonopphopning i skogsjord.

Skogplantning etter 1990 vil bety lite for Norges CO<sub>2</sub>-budsjett fram til år 2020. I beregninger av referansebaner for skogsektoren viser SFT (1997) at netto tilvekst (og dermed netto opptak av CO<sub>2</sub>) fram til år 2020 først og fremst vil avhenge av hogstkvantum og naturlig avgang. SFT (1997) utarbeidet tre scenarier med ulike verdier for avvirkning og naturlig avgang (tabell 5). Maksimumsalternativet forutsetter en avvirkning som gjennomsnittet 1990-94 (en periode med fallende avvirkning). Beregningene inkluderer ikke karbonlagring i jordsmonn og treprodukter, noe som er i tråd med IPCCs beregningsmetoder.

**Tabell 5: Netto opptak av CO<sub>2</sub> og endring i opptaket sammenliknet med 1990 i millioner tonn CO<sub>2</sub> per år. Drivverdig andel av produktiv skog.**

	1990	2000	2005	2010	2015	2020
Maksimum	9,4	12,1	13,9	15,6	16,2	16,8
Beste estimat	9,4	11,0	12,9	14,8	15,3	15,7
Minimum	9,4	11,0	12,2	13,4	13,1	12,8
Beste estimat i forhold til 1990	-	1,6	3,5	5,4	5,9	6,3

I forhold til forpliktelsene i Kyoto-protokollen vil derfor bidraget fra binding av karbon i skog for Norges del være det vi eventuelt kan bli kreditert fra tiltak i andre land. Det er fortsatt uklart om, og i så fall når, dette vil kunne skje. Gitt at det kreves forpliktelser langt utover Kyoto-avtalens perspektiv på år 2012 for å kunne motvirke globale klimaendringer, vil tiltak i norske skoger likevel være relevante.

En ny rapport (Landbruksdepartementet, 1997) foreslår blant annet økt satsing på skogplanting, treslagsskifte og skogreising. Virkemidler er blant annet styrking av tilskuddsordningene til skogkulturtiltak. Videre foreslås det økt utnyttelse av trevirkets potensial, og økt satsing på bioenergi for å redusere forbruket av fossile brensler. Flere av tiltakene vil være konfliktfylte.

Treslagsskifte betyr som regel å plante gran som erstatning for bjørk og furu med lav produksjon og dårlig kvalitet. Særlig granplanting i kyststrøkene av Vestlandet møter sterk motstand fra miljøhold fordi de fører til tap av leveområder for dyre- og plantearter knyttet til den opprinnelige skogen. Skogreising er blant annet skogplanting i lyngheier, tidligere jordbruksarealer og skogløse utmarksarealer ved kysten. Treslagsskifte og skogreising skal derfor bare skje "etter grundige avveininger mot negative effekter på naturmiljøet". Rapporten slår fast at skogreising på myr er uaktuelt av miljøhensyn.

Rapporten er negativ til å la skogen vokse 10-20 år utover det som er mest lønnsomt for å øke den totale CO<sub>2</sub>-bindingen. Ettersom mange arter er avhengig av gammel skog, vil et slikt tiltak være positivt for det biologiske mangfoldet. Lunnan et al. (1991) fant at økt omløpstid var det mest kostnadseffektive klimatiltaket på kort sikt.

Argumenter mot et slikt tiltak er at norsk skogindustri vil bli skadelidende, og at CO<sub>2</sub>-effekten er usikker. Utenlandsk tømmer vil dekke et eventuelt underskudd i Norge. Videre vil CO<sub>2</sub>-utslippet fra skoger som holdes utover normal omløpstid øke på lang sikt. Fra et klimasynspunkt hevdes det derfor å være bedre å bruke trevirket som erstatning for mer klimabelastende produkter, for eksempel bruk av biobrensel som erstatning for fossilt brennstoff.

Det skal avslutningsvis nevnes at det sannsynligvis vil være atskillige muligheter for prosjektbaserte reduksjoner av metan, lystgass, PFK og HFK. FNs klimapanel (IPCC) konkluderer med at det eksisterer et betydelig reduksjonspotensial for disse klimagassene.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> J.P. Bruce, Lee, H. and Haites, E.F. (eds.) (1995) *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. (s.357)

## 4 Oversikt over priser

I dette avsnittet presenterer vi et overblikk over priser (USD/tonn karbon – tC) for noen viktige kategorier av felles gjennomføringsprosjekter. Hovedvekten er lagt på skogprosjekter. Avsnittet bestreber seg ikke på å presentere detaljerte prisanalyser eller -oversikter for FG, da dette ville kreve sammenstilling av et stort antall detaljerte studier på prosjektnivå. Per desember 1997 var minst 74 felles gjennomføringsprosjekter blitt godkjent av nasjonale myndigheter.

### 4.1 Skogtiltak

#### 4.1.1 Globale estimater

Kumulative kostnader for en global karbonbinding tilsvarende 60-87 GtC (se forrige avsnitt) er beregnet å være i størrelsesorden 247-302 milliarder USD (Tabell 6). Enhetskostnadene varierer her mellom 2 og 8 USD per tonn karbon (USD/tC) (Brown et al., 1996). Ved en diskonteringsrate på 3 prosent reduseres kostnadene til mellom 77 og 99 milliarder USD. Dette er svært konkurransedyktig i forhold til klimatiltak i andre sektorer. Flere kostnadsfaktorer, blant annet transaksjonskostnader og kostnader ved kjøp, leie e.l. av landområder, er imidlertid ikke inkludert i disse anslagene.

**Tabell 6: Kostnadsestimater for CO<sub>2</sub>-binding i skog for perioden 1995-2050.**

Sone	Tiltak	Bindingspotensial (GtC)	Kostnad (USD/tC)*
Boreal	Gjenplanting og skogreising	2,4	8 (3-27)
Temperert	Gjenplanting og skogreising	11,8	6 (1-29)
	Agroskogbruk	0,7	5
Tropisk	Gjenplanting og skogreising	16,7	7 (3-26)
	Naturlig foryngelse	11,5-28,7	2 (1-2)
	Agroskogbruk	6,3	5 (2-12)
	Redusert avskoging	10,8-20,8	2 (0,5-15)
Totalt		60-87	3,7-4,6

\*Etableringskostnader (ikke neddiskontert). Tallene gir gjennomsnitt av estimater i litteraturen. Verdiene i parentes angir spennvidden i estimatene. Kilde: Sathaye og Ravindranath (1997).

#### 4.1.2 Variasjoner mellom regioner og tiltak

På tross av store ulikheter i metodikk er det mulig å se noen generelle trekk med henhold til variasjoner mellom regioner og tiltak. En relativt robust konklusjon er at de billigste skogtiltakene finnes i tropiske regioner, blant annet på grunn av høy veksthastighet og billig arbeidskraft. Sammenlignet med kostbare tiltak i andre sektorer kan en derfor hente store gevinster ved å satse på skogtiltak.

En pris per tonn karbon i internasjonal kvotehandling antydes for eksempel å kunne bli opptil 70 USD per tonn karbon (20 USD per tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter), og den norske CO<sub>2</sub>-avgiften (som er høy i internasjonal sammenheng) er på opptil ca. 180 USD per tonn karbon. Dernest vil høy potensiell lønnsomhet ved uttak av tømmer og andre

skogprodukter langt på vei kunne finansiere disse tiltakene, selv om det er usikkert hvordan tiltak i stor skala vil slå ut på lønnsomheten.

Estimatene indikerer at det er billigere å redusere avskogingen og øke foryngelsen enn for eksempel å etablere plantasjer, men dette er mer usikkert. Beregnede kostnader ved å redusere avskoging og bevare eksisterende karbonreservoarer ligger mellom 1 og 15 USD/tC, med de fleste estimatene i intervallet 1-4 USD/tC. Disse estimatene bygger på de relativt lave direkte kostnadene forbundet med vern av skog, men inkluderer ikke de potensielt høye kostnadene knyttet til å skaffe de som i dag er årsak til avskogingen et annet levebrød. Estimatene tar heller ikke hensyn til nytteeffekter fra å bevare skogene, som bedret vannhusholdning, bevaring av biodiversitet, turisme og rekreasjon.

#### **4.1.3 Hva bygger beregningene på?**

Skogprosjekter synes generelt å være økonomisk konkurransedyktige sammenlignet med industriprosjekter. Kostnadsberegningene for skogtiltak er imidlertid ufullstendige og fokuserer i hovedsak på direkte kostnader ved drift og vedlikehold, mens blant annet alternativkostnader til landområder, infrastruktur og opplæring sjelden er inkludert. Særlig hvis alternativkostnader for landområder blir inkludert kan det gi store økninger i kostnadsestimatene. En vet også lite om sosio-økonomiske og miljømessige effekter av storskala klimatiltak i skogsektoren.

Det er videre en grunn til å tro at kostnadene ved skogtiltak stiger over tid, blant annet fordi en må ta i bruk mer verdifulle landområder og at det blir større variasjoner i vekstrater og CO<sub>2</sub>-binding. Nyere arbeider viser generelt en raskere kostnadsvekst enn tidligere studier (Sedjo et al., 1995). I en situasjon hvor landene kan velge fritt mellom ulike tiltak vil dessuten de billigste tiltakene fort bli uttømt, og en kan forvente at marginalkostnadene ved skogtiltak på sikt vil bli omtrent de samme som kostnader ved klimatiltak i andre sektorer.

## **4.2 Industriprosjekter**

FG-prosjekter som ikke er rettet mot skog kan oppdeles i tiltak rettet mot brensel med mindre CO<sub>2</sub>-utslipp, tiltak rettet mot utvikling av fornybare energiformer og tiltak som øker energieffektiviteten. I tillegg kommer tiltak rettet mot diverse industriprosesser og mot søppelfyllinger.

Tabell 8 gir en oversikt over tre typer tiltak: bytte av brensel (fuel-switching), energi-effektivisering, og bruk av fornybar energi. Prisene for første gruppe av tiltak ligger innenfor intervallet 4,48-120 USD/tCO<sub>2</sub> (16,5-440 USD/tC), prisene for den andre gruppen innenfor intervallet 0-31,63 USD/tCO<sub>2</sub> (0-116 USD/tC) og prisene for den tredje gruppen innenfor intervallet 3,14-14 USD/tCO<sub>2</sub> (11,5-51,3 USD/tC).

Det skal understrekes at priser kan beregnes på forskjellige måter, og at det som presenteres bare er et lite utvalg av alle eksisterende prosjekter. Prisene er ikke nødvendigvis sammenlignbare.

### 4.3 Priser på omsettbare kvoter

Fra et investorsynspunkt er det særdels relevant å sammenligne priser på FG-prosjekter med priser på utslippskvoter. Men beregninger og vurderinger av kvotepriser varierer betydelig, og anslagene over fremtidige kvotepriser vil være avhengig av en rekke usikre forutsetninger. Nedenfor er noen forskjellige vurderinger og beregninger av kvotepriser stilt opp:

- CICERO-beregninger har gitt anslag på kvoteprisen på 14 USD/tCO<sub>2</sub> (vel 51 USD/tC) under antakelse om frihandel mellom landene pålagt klimaforpliktelser i Kyoto-protokollen.<sup>10</sup>
- Ledelsen i konsortiet som eksperimenterer med kvotehandel mellom Canadas ni største gassdistributører og kraftprodusenter vurderer at en pris høyere enn 3 USD/tCO<sub>2</sub> (11 USD/tC) ikke vil utvikle seg i kvotemarkedet i den nærmeste fremtid.
- I kjølvannet av Kyoto har et amerikansk firma (Mohawk Power) solgt et kanadisk firma (Suncor Energy) 100 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Antakeligvis var prisen 2,18 USD/tC (0,6 USD/tCO<sub>2</sub>). Handelen åpner videre for en mulighet for salg av ytterligere 10 millioner tonn reduksjoner over en 10-års periode. USAs visepresident Al Gore og den kanadiske miljøminister er begge positive til dette kvotesalg.
- Costa Rica, som spiller en pionerrolle i utviklingen av FG, har i mars 1998 utbudt såkalte karbonsertifikater for internasjonalt salg. Disse sertifikatene, som skal omsettes ved Chicago-børsen, skal i starten selges for 75 kroner per tonn bundet karbondioksid (ca. 10 USD/tCO<sub>2</sub> eller 36,6 USD/tC). Costa Rica har utstedt sertifikater for fire millioner tonn karbondioksid. Potensialet anslås til å være 12 millioner tonn.

Det er de gode amerikanske erfaringer med et system for omsettbare utslippskvoter for SO<sub>2</sub> som er den viktigste inspirasjonen for oppbygningen av et internasjonal system for omsettbare CO<sub>2</sub>-utslippskvoter. Det er i denne sammenheng derfor også verd å notere seg at noen observatører forventer at CO<sub>2</sub>-kvoteprisen muligens vil utvikle seg på tilnærmedesvis samme måte som i tilfellet med SO<sub>2</sub>. Til tross for at mange eksperter forventet høye kvotepriser, ble kvoteprisen i realiteten langt lavere.<sup>11</sup> USIJI har for eksempel uoffisielt antydnet at prisen som forventes i dag muligens er langt høyere enn det som vil bli resultatet på lengere sikt. På den annen side avspeiler dagens forventninger om lave kvotepriser at etterspørslen er ganske beskjeden på nåværende tidspunkt. Forutsatt at Kyoto-protokollen trer i kraft, må det forventes at etterspørslen vil stige betydelig, og at dette vil være med på å heve kvoteprisene.

Tabell 7 og tabell 8 gir en oversikt over et antall FG-prosjekter. Prosjektene er oppdelt i tiltak rettet mot binding av CO<sub>2</sub> i skog, energieffektivisering, fornybar energiformer, og fuel-switching. Tabell 7 og tabell 8 viser investor og vertsland involvert, prosjektlevetid i år, total CO<sub>2</sub>-binding/reduksjon over levetiden (tonn CO<sub>2</sub>), den gjennomsnittlige CO<sub>2</sub>-binding/reduksjon per år over levetiden, totalprisen, og pris per tonn bundet/redusert CO<sub>2</sub>.

---

<sup>10</sup> Bjart J. Holtmark og Cathrine Hagem, "Emission Trading Under the Kyoto Protocol – A Nordic Perspective". CICERO Report 1998:1.

<sup>11</sup> Forventede priser var i den 1. fase av det amerikanske programmet 198-1081 USD/tSO<sub>2</sub>, og i 2. fase 412-1081 USD/tSO<sub>2</sub>. I realiten har prisen vært mindre enn 100 USD/tSO<sub>2</sub>. Se Deborah Adams, "Greenhouse Gas Controls: The Future of Tradeable Permits", s. 77. (Financial Times Energy Publishing, 1997).



**Tabell 7: Skogprosjekter for CO<sub>2</sub>-binding: AIJ (1995-2000) og Face, Nederland**

Nr/Type	Navn	Partnerland (vert, investor)	Levetid (år)	Total CO <sub>2</sub> -binding (tonn CO <sub>2</sub> )	Gjennomsnittlig CO <sub>2</sub> -binding per år (tonn CO <sub>2</sub> per år)	Totalpris (utvikling og implementering) (USD)	Pris (USD/tCO <sub>2</sub> )	Merknader
1 Nyplanting	Carfix	Costa Rica, USA	25	21.800.000	870.000	-26.000.000	-1,19	Prosjektet forventes å gi inntekter i form av støtte fra myndighetene, tømmer salg og økoturisme
2 Nyplanting	Rusafor	Russland, USA	40	292.700	7.300	146.000	0,50	Prosjekterte kostnader, inkludert både prosjektutvikling og gjennomføring
3 Skogbevaring	Ecoland	Costa Rica, USA	16	1.340.000	83.800	1.100.000	0,82	
4 Skogbevaring	Krkonose & Sumava NP	Tsjekkia, Nederland	15	9.830.000	655.000	31.850.000	3,24	
5 Skogbevaring	Reduced Impact Logging	Indonesia, USA	40	206.800	5.170	Ikke tilgjengelig	1,36	Kostnad per tonn CO <sub>2</sub> er rapportert estimat.
6 Skogbevaring	Rio Bravo	Belize, USA	40	4.800.000	120.000	2.600.000	0,54	Kostnader er estimat (1997) for investering over en tiårsperiode. Prosjektet forutsettes å være selvfinansierende etter dette.
7 Gjenplanting	Chiriquí	Panama, USA	25	57.600	2.300	3.700.000	64,2	Kostnader er investeringskostnader over de første 7 årene. Etter år 7 antas plantasjonen å være selvfinansierende gjennom tømmer salg.
8 Gjenplanting	Klinki	Costa Rica, USA	40	7.220.000	180.000	10.800.000	1,50	Kostnader inkluderer utvikling og implementering av prosjektet. Inntekter forventes fra salg av tømmer.

**Tabell 7 (forts.)**

Nr/Type	Navn	Partnerland	Levetid (år)	Total CO <sub>2</sub> -binding (tonn CO <sub>2</sub> )	Gjennomsnittlig CO <sub>2</sub> -binding per år (tonn CO <sub>2</sub> per år)	Totalpris (utvikling og implementering) (USD)	Pris (USD/tCO <sub>2</sub> )	Merknader
9 Gjenplanting		Costa Rica, Norge	25	846.400	33.900	3.400.000	4,0	Kostnad per tonn CO <sub>2</sub> er regnet ut på basis av aktuelle prosjektkostnader. Prosjektbeskrivelsen oppgir 10 USD/tonn C (2,72 USD/tonn CO <sub>2</sub> ). Dette bygger på avtale om en AIJ-investering på 2 millioner USD for en binding på 200 000 tonn C.
10 Gjenplanting	Scolec Té	Mexico, USA	30	55.000 - 1.210.000	1.800 – 40.000	380.000	2,32-11,15	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%.
11 Gjenplanting	Vologda	Russland, USA	60	858.000	14.300	1.300.000	1,52	Kostnader basert på leasing av land og overvåkning av prosjektet.
12 Skogrehabilitering	Biodiversifisering	Costa Rica, USA	51	18.500.000	363.000	57.800.000	3,12	
13 Skogbevaring /gjenplanting	Face	Costa Rica	25	ca. 2.000.000	80.000	5.460.000	2,73	Tall fra Face (1 NLG = 0,48 USD)
14 Nyplanting		Nederland (Face)	100	3.000.000	30.000	15.800.00	5,28	" "
15 Gjenplanting /skogrehabilitering	KRNAP /Sumava	Tsjekkia (Face)	120	10.000.000	83.000	24.000.000	2,4	" "

**Tabell 7 (forts.)**

Nr/Type	Navn	Partnerland	Levetid (år)	Total CO <sub>2</sub> -binding (tonn CO <sub>2</sub> )	Gjennomsnittlig CO <sub>2</sub> -binding per år (tonn CO <sub>2</sub> per år)	Totalpris (utvikling og implementering) (USD)	Pris (USD/tCO <sub>2</sub> )	Merknader
16 Gjenplanting /foryngelse i gjenomhogd skog	Infapro	Malaysia (Face)	70	13.000.000	185.000	6.240.000	0,48	Tall fra Face (1 NLG = 0,48 USD)
17 Gjenplanting /foryngelse i gjenomhogd skog	Profafor	Ecuador (Face)	25	35.000.000	1.400.000	16.800.000	0,48	" "
18 Gjenplanting /rehabilitering av nasjonalpark	UWA-Face	Uganda (Face)	70	20.000.000	285.000	4.800.000	0,24	" "

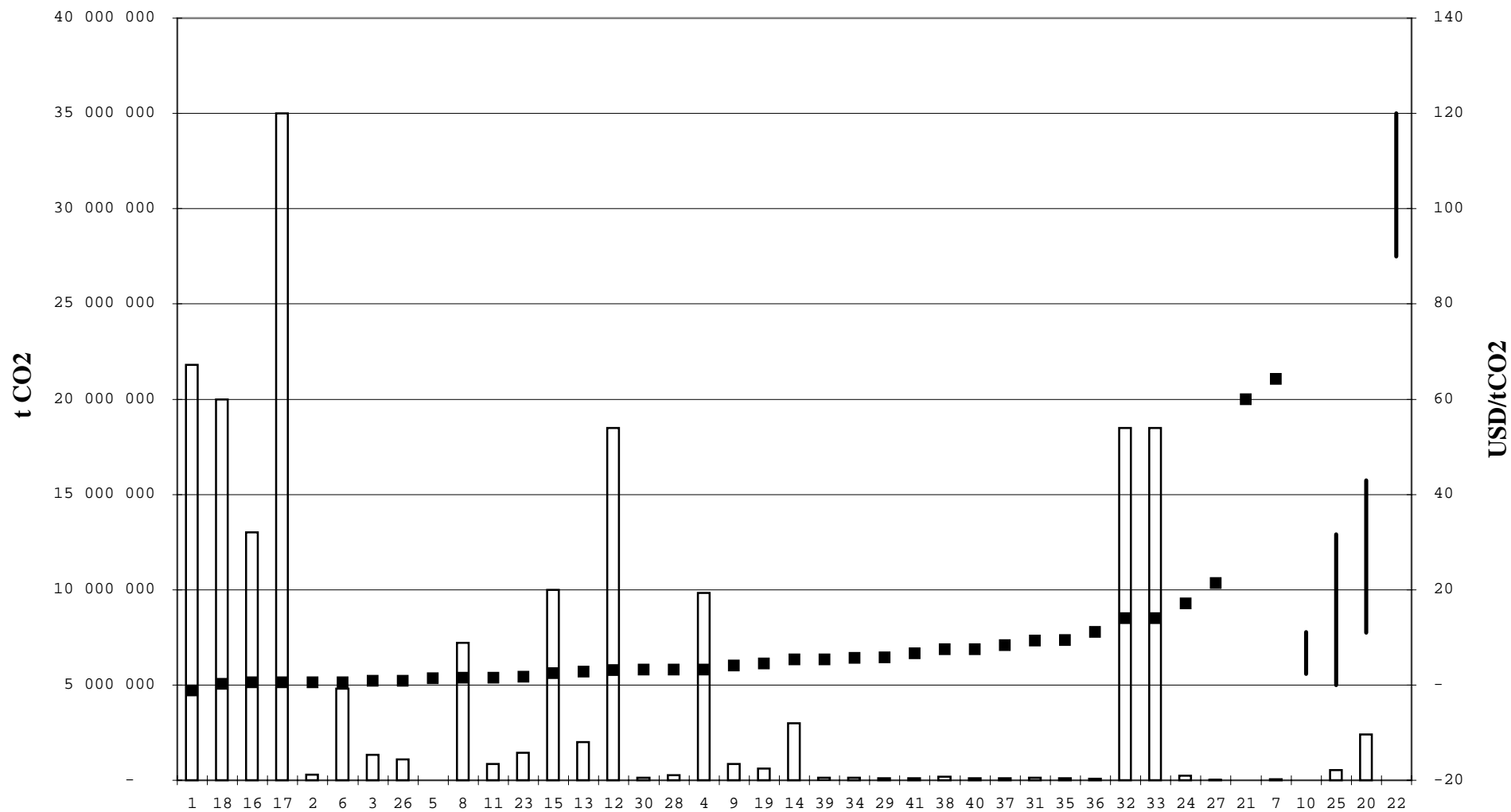
**Tabell 8: FG-prosjekter for CO<sub>2</sub>-reduksjon: AIJ (1995-2000), og Joint Implementation Network, Nederland**

Type	Navn	Partnerland (vert, investor)	Levetid (år)	Total CO <sub>2</sub> -reduksjon (tonn CO <sub>2</sub> )	Gjennomsnittlig CO <sub>2</sub> -reduksjon (tonn CO <sub>2</sub> per år)	Totalpris USD	USD/tCO <sub>2</sub>	Merknader
19 Bytte av brensel	Decin	Tjek. Rep., USA	27	607.150	22.487	9.058.000	4,48	
20/21/22 Bytte av brensel	Kull til gass bytte	Polen, Norge	17	2.408.866	141.698	48.000.000	11-43 60 90-120	High efficiency gas boilers Condensing boiler Housing projects
23 Energi-effektivitet	Burkina Faso Bærekraftig energi styring	Burkina Faso, Norge	6	1.450.000	241.667	18.000.000	1,66	Ved beregningen av USD/tCO <sub>2</sub> er det her lagt til grunn AIJs kostnader som tilsvarer 2,4 millioner USD, og ikke de 18 millioner USD som totalrammen for prosjektet er.
24 Energi-effektivitet	Energieffektiviseringsforbedringer ved Ungarske kommuner og brukere	Ungarn, Nederland	20	240.000	12.000	4.100.000	17,10	
25 Energi-effektivitet	Høy-effektiv belysning(ILUMEX)	Mexico, Norge	4,5	531.000	118.000	0-23.000.000	0 - 31,63	Totalprisen og prisen per tonn CO <sub>2</sub> vil avhenge av anvendt beregningsmetode.
26 Energi-effektivitet	Rener elektrisitet og varmeproduksjon i Romania	Nederland, Romania	5	1.093.000	220.000	842.105	0,86	Transaksjonskostnader er veldig lave for dette prosjekt
27 Energi-effektivitet	Vöru Fjernvarme	Estland, Sverige	10	40.000	4.000	853.372	21,33	
28 Fornybar energi	Aluksne Kjele bytte	Latvia, Sverige	10	254.000	25.400	807.728	3,18	
29 Fornybar energi	Baisogale Kjele bytte	Litauen, Sverige	10	109.000	10.900	622.000	5,71	
30 Fornybar energi	Balvi Kjele bytte	Latvia, Sverige	10	132.000	13.200	414.187	3,14	
31 Fornybar energi	Daugavgriva Kjele bytte	Latvia, Sverige	10	130.000	13.000	871.512	9,30	

**Tabell 8 (forts)**

Type	Navn	Partnerland (vert, investor)	Levetid (år)	Total CO <sub>2</sub> - reduksjon (tonn CO <sub>2</sub> )	Gjennomsnittlig CO <sub>2</sub> -reduksjon (tonn CO <sub>2</sub> per år)	Totalpris USD	USD/ tCO <sub>2</sub>	Merknader
32 Fornybar energi	Geotermisk Energi utvikling i Nicaragua	Nicaragua, USA	35	18.500.000	528.000	135.000.000	14	Prisen inkluderer alle kapitalkostnader, rente under konstruksjon, forsikring, oppstartkostnader.
33 Fornybar energi	Geotermisk Energi utvikling i Nicaragua	Nicaragua, USA	35	18.500.000	528.000	135.000.000	14	Prisen inkluderer alle kapitalkostnader, rente under konstruksjon, forsikring, oppstartkostnader.
34 Fornybar energi	Haabneme Kjele bytte	Estland, Sverige	10	124.000	12.400	704.594	5,68	
35 Fornybar energi	Jurmala Kjele bytte	Latvia, Sverige	10	94.000	9.400	887.209	9,44	
36 Fornybar energi	Paldiski Kjele bytte	Estland Sverige	10	81.000	8.100	901.877	11,13	
37 Fornybar energi	Tartu- Aardla Kjele bytte	Estland Sverige	10	98.000	9.800	819.338	8,36	
38 Fornybar energi	Varena Kjele bytte	Litauen, Sverige	10	195.000	19.500	1.460.000	7,47	
39 Fornybar energi	Vienybe Kjele bytte	Litauen, Sverige	10	140.000	14.000	745.000	5,32	
40 Fornybar energi	Viljandi Kjele bytte	Estland, Sverige	10	98.000	9.800	732.325	7,47	
41 Fornybar energi	Vöru Kjele bytte	Estland, Sverige	10	114.000	1.400	759.409	6,66	

**Figur 3: Felles gjennomføringsprosjekter - reduksjonsvolum og priser**



## 5 Sammendrag

Det er mulig at virksomheter i industrilandene og et antall av omstillingsøkonomiene kan samarbeide om felles gjennomføringsprosjekter i framtiden. Det er også mulig at FG-samarbeide kan finne sted mellom industri- og utviklingsland gjennom den grønne utviklingsmekanisme (CDM). Disse to framgangsmåter er imidlertid ikke identiske.

Denne rapporten understreker at det finnes en del uavklarte spørsmål omkring FG, samt et betydelig behov for videreutvikling av regler og prosedyrer i forbindelse med FG. I tillegg er det antakelig mer usikkert å igangsette prosjekter mellom industriland og omstillingsøkonomier enn mellom industri- og utviklingsland. I sistnevntes tilfelle kan resultater oppnådd allerede etter år 2000 benyttes til å oppfylle klimaforpliktelsene i perioden 2008-2012.

På den annen side er det uklart hvor mye prosjektprisen vil bli påvirket av institusjonell overhead og internasjonalt byråkrati, og om provenyet øremerket klimatilpasningsformål vil gjøre den grønne utviklingsmekanisme mindre konkurransedyktige i forhold til FG mellom industriland og omstillingsøkonomier, og i forhold til kvotehandel. Det er også en mulighet for at omfattende kvotesalg kan bety at det ikke blir "plass" til FG, siden kvoter og FG etter Kyoto-protokollen skal komme i tillegg til innenlandske tiltak.

Det er hevet over enhver tvil at det er nødvendig å videreutvikle og klargjøre innholdet i FG, kvotehandel og CDM. Neste partsmøte innenfor Klimakonvensjonen (COP-4), som finner sted i Buenos Aires i november 1998, vil være viktig i så henseende. Det vil utvilsom likevel ligge uklarheter tilbake på forhandlingsbordet etter COP-4. Endelig klarhet vil neppe foreligge før tidligst etter år 2000 – det vil si etter avslutningen av pilotfasen til FG.

Det er i dag ikke mulig å benytte FG, CDM eller utslippskvoter til å oppnå norske og internasjonale klimamål. Før det kan skje må norske myndigheter etablere et bindende nasjonalt klimamål og FG må være blant de mulige norske virkemidler og tiltak for oppnåelse av det nasjonale målet. Norske myndigheter er svært positive til FG, men det er nødvendig at myndighetene gjør det mulig for norske bedrifter å benytte FG i sin oppnåelsen av eventuelle klimaforpliktelser.

Skogprosjekter synes generelt å være økonomisk konkurransedyktige sammenlignet med industriprosjekter. Kostnadsberegningene for skogtiltak er imidlertid ufullstendige og fokuserer i hovedsak på direkte kostnader ved drift og vedlikehold, mens blant annet alternativkostnader til landområder, infrastruktur og opplæring sjelden er inkludert. Særlig hvis alternativkostnader for landområder blir inkludert kan det gi store økninger i kostnadsestimatene. En vet også lite om de sosio-økonomiske og miljømessige effektene av storskala klimatiltak i skogsektoren.

Det er videre grunn til å tro at kostnadene ved skogtiltak stiger over tid, blant annet fordi en må ta i bruk mer verdifull landområder og fordi det blir større variasjoner i vekstrater og CO<sub>2</sub>-binding. I en situasjon hvor landene kan velge fritt mellom ulike tiltak vil dessuten de billigste tiltakene fort bli uttømt, og en kan forvente at marginal-

kostnadene ved skogtiltak på sikt vil bli omtrent de samme som kostnader ved klimatil-  
taks i andre sektorer.

Det skal til slutt gjentas at det er metodiske og politiske usikkerheter knyttet til skog-  
prosjekter. Det er enda ikke etablert internasjonalt aksepterte metoder for beregning av  
CO<sub>2</sub>-binding oppnådd gjennom felles gjennomføringsprosjekter. FNs klimapanel for-  
venter ikke at det innenfor kort tid vil bli etablert brukbare beregningsmetoder for  
skogprosjekter og sluk.<sup>12</sup> En del utviklingsland, miljøgrupper og noen industriland  
synes dessuten fortsatt å være skeptiske til felles gjennomføringsprosjekter generelt.

---

<sup>12</sup> Bert Bolin, "The Kyoto Negotiations on Climate Change: A Science Perspective", *Science* 279 (16 januar 1998), 330-331.



## 6 Referanseliste

- Adams, Deborah, "Greenhouse Gas Controls: The Future of Tradeable Permits". (Financial Times Energy Publishing, 1997).
- Bolin, Bert "The Kyoto Negotiations on Climate Change: A Science Perspective", *Science* 279 (16 januar 1998), 330-331.
- Brown, S., Sathaye, J., Cannell, M., and Kauppi, P. 1996. Management of Forests for Mitigation of Greenhouse Gas Emissions, pp. 773-797 in IPCC, 1996. *Climate Change 1995, Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses*. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, WMO/UNEP. Cambridge University Press, 878 ss.
- Bruce J.P., Lee, H. and Haites, E.F. (eds.) (1995) *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Cannell, M.G.R. 1995. *Forests and the Global Carbon Cycle in the Past, Present and Future*. Research Report No. 3, European Forest Institute, Joensuu, Finland, 66 ss.
- Det kongelige miljøverndepartement. ST meld nr 29 (1997-98) "Norges oppfølging av Kyotoprotokollen".
- Dixon, R.K., Brown, S., Houghton, R.A., Solomon, A.M., Trexler, M.C., and Wisniewski, J. 1994. Carbon Pools and Flux of Global Forest Ecosystems. *Science* 263: 185-190.
- EPA, "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. Volume 1." (U.S. Environmental Protection Agency, Office of Policy, Planning and Evaluation: Washington D.C., U.S.A., november 1997).
- FACE, Face Foundation in Practice (Arnhem, Nederland: Oktober 1997).
- FACE, Annual Report 1996 (Arnhem, Nederland: May 1997).
- Global Environmental Change Report* 13 mars 1998, "Focus Report: Companies Forge Ahead with Emissions Trading". Vol 10 (5): 1-3.
- Holtmark, Bjart J. og Cathrine Hagem, "Emission Trading Under the Kyoto Protocol – A Nordic Perspective". CICERO Report 1998:1.
- IPS, Miljø: "Karbonsertifikat" til salgs i Costa Rica (11/3-98). [http://www.link.no/IPS/art/nor/serv/LA/98/03/11/11.28\\_022.html](http://www.link.no/IPS/art/nor/serv/LA/98/03/11/11.28_022.html)
- IPCC, 1996. Technologies, Policies and Measures for Mitigating Climate Change, IPCC Technical Paper No. 1, Nov. 1996, 87 pp.
- Kauppi, P.E., Mielikainen, K., and Kuusela, K. 1992. Biomass and carbon budget of European Forests, 1971 to 1990. *Science*, 256: 70-74.
- Kyotoprotokollen: <http://www.unfccc.de/>
- Landbruksdepartementet, 1997. *Skog og klima: Skog og treproduktens potensiale for å motvirke klimaendringer*. Rapport fra en arbeidsgruppe oppnevnt av Landbruksdepartementet. 46 s.
- Lunnan, A., Navrud, S., Rørstad, P.K., Simensen, K., og Solberg, S. 1991. Skog og skogproduksjon i Norge som virkemiddel mot CO<sub>2</sub>-opphopning i atmosfæren. Aktuelt fra Skogforsk, Nr. 6 1991. NLH, Ås, 86 s.

- Marland, G., Schlamadinger, B., and Canella, L. 1997. Forest Management for Mitigation of CO<sub>2</sub> Emissions: How Much Mitigation and Who Gets the Credits? *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 2: 303-318.
- Nilsson, S. and Schopfhauser, W. 1995. The Carbon Sequestration of a Global Afforestation Program. *Climatic Change* 30: 267-293.
- Norges 2. nasjonalrapport under FN's Rammekonvention om Klimaendring. April 1997.
- OECD, 1996. *Agriculture and Forestry: Identification of options for net GHG reduction*. Annex I Expert Group on the UNFCCC, "Policies and Measures for Common Action", Working Paper 7. OECD, Paris.
- Ringius, Lasse og Guri Bang Søfting, "Norsk gjennomføring av Klimakonvensjonen", i W.M. Lafferty, O. S. Langhelle, P. Mugaas, og M. H. Ruge (red.) Rio + 5: Norges oppfølging av FN-konferansen om miljø og utvikling (Tano Aschehoug, 1997).
- 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.
- Sedjo, R.A. and Solomon, A.M. 1989. Climate and forests, pp. 105-120 in Rosenberg, N.J., Easterling, W.E., Crosson, P.R. and Darmstadter, J. (eds.) *Greenhouse Warming: Abatement and Adaptation*. Resources for the Future, Washington D.C., USA.
- 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.
- Selrod, R., Lasse Ringius og Asbjørn Torvanger, "Joint Implementation – A Promising Mechanism for All Countries?". CICERO Policy Note 1995:1.
- Selrod, R. og E. Sørensen, "World Bank Appraisal Mission to Poland May 31 to June 11, 1993. The GEF Coal-to-Gas Conversion Project." CICERO Report 1994:7.
- Selrod, R. og M. Skjelvik, "World Bank Appraisal Mission to Mexico. The GEF – ILUMEX Project". CICERO Report 1994:8.
- SFT, 1997. Tilvekst og avgang i norsk skog. SFT-Rapport 97:15. Statens forurensningstilsyn, Oslo, 73 s.
- Sheppard, Robert, "Energy giants learn to trade the right to spew". *The Globe and Mail*. 3 mars 1998.
- Torvanger, A., J.Fuglestvedt, C. Hagem, L. Ringius, R. Selrod and H.A. Aarheim, 'Joint Implementation under the Climate Convention: Phases, Options and Incentives', *CICERO Report* 1994: 6.
- 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 ss.

# ***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)

