



CICERO

Center for
International Climate
and Environmental
Research - Oslo

Report 1997:5

Klimaforskning og klimatorhandlinger - status og utsikter fremover

*Asbjørn Torvanger, Jan Fuglestad,
Bjart Holtmark og Lars Otto Næss*



University of Oslo

ISSN: 0804-4562

FORORD

Denne rapporten har blitt utført på oppdrag av Norsk Hydro a.s i tidsrommet januar til mars 1997. Formålet med rapporten er å gjennomgå klimaprosessen fra forarbeidet til Klimakonvensjonen fram til forhandlingene om Berlin-mandatet om større forpliktelser for industrilandene til å redusere sine utslipp av klimagasser. Perspektivene trekkes fram til det tredje partsmøtet til Klimakonvensjonen i Kyoto, Japan, i desember 1997, der Berlin-mandat forhandlingene skal slutføres. I tillegg gis en statusoversikt for klimaforskningen og mulige menneskeskapt klimaforstyrrelser slik dette er oppsummert i de tre rapportene som FNs klimapanel (IPCC) publiserte i 1996. Vi takker Tora Skodvin og Lasse Ringius for bidrag til kapittel 1 gjennom artikler i *Cicerone* nr. 1/1996. I tillegg takker vi Hans Martin Seip, Terje Berntsen og Knut H. Alfsen for nyttige kommentarer.

SAMMENDRAG

Formålet med denne rapporten er å gjennomgå klimaprosessen fra forarbeidet til Klimakonvensjonen fram til forhandlingene om Berlin-mandatet om større forpliktelser for industrilandene til å redusere sine utslipp av klimagasser. Perspektivene trekkes fram til det tredje partsmøtet til Klimakonvensjonen i Kyoto, Japan, i desember 1997, der Berlin-mandat forhandlingene skal sluttføres. I tillegg gis det en statusoversikt for klimaforskningen og mulige menneskeskapte klimaforstyrrelser slik dette er oppsummert i de tre rapportene FNs klimapanel (IPCC) publiserte i 1996. Rapporten er laget på oppdrag fra Norsk Hydro a.s.

Drivhuseffekten

Det eksisterer en *naturlig drivhuseffekt* som holder jordens middeltemperatur ca. 34°C høyere enn den ville ha vært uten denne effekten. Den naturlige drivhuseffekten skyldes tilstedeværelse av vanndamp (H₂O), skyer, karbondioksid (CO₂), metan (CH₄), lystgass (N₂O) og ozon (O₃) i atmosfæren.

Økte konsentrasjoner

Siden før-industriell tid har konsentrasjonen av CO₂ i atmosfæren økt med ca. 30%. I samme periode har konsentrasjonen av metan økt med 145%. Dagens konsentrasjoner av disse gassene ligger langt over variasjonsområdet for de siste 220 000 år. Konsentrasjonen av lystgass ligger ca 15% over før-industrielt nivå. Det er bred enighet om at økningen i konsentrasjonene av disse gassene i all hovedsak skyldes menneskeskapte utslipp. Menneskenes aktiviteter har også tilført atmosfæren drivhusgasser som ikke forekommer naturlig i atmosfæren.

Forsterket drivhuseffekt

Den menneskeskapte økningen i konsentrasjonene av drivhusgasser har ført til en endret strålingsbalanse for jord/atmosfære-systemet og en *forsterket drivhuseffekt*. Dette vil etter all sannsynlighet føre til en global oppvarming og et annerledes klima.

Økningen i atmosfærens CO₂-konsentrasjon betyr mest (ca. 60%) for den *menneskeskapte forsterkningen* av drivhuseffekten. De menneskeskapte utslippene av CO₂ skyldes først og fremst bruk av fossile brensler og avskoging i tropiske strøk.

Utslipp av svoveldioksid (SO₂) omdannes til partikler som reduserer solinnstrålingen. Dette har dempet noe av oppvarmingseffekten av drivhusgassene, men effekten er begrenset til visse områder. Slike partikler gir også avkjøling gjennom å påvirke skyenes utbredelse og egenskaper, men det er vesentlig usikkerhet knyttet til betydningen av denne effekten. Reduksjon av “ozonlaget” i stratosfæren har også hatt en avkjølingseffekt, mens økt konsentrasjon av ozon i troposfæren (de nederste 15 km av atmosfæren) har gitt en oppvarmingseffekt.

En merkbar menneskeskapt klimaeffekt

Målinger viser at jordens gjennomsnittlige overflatetemperatur har økt med mellom 0.3 og 0.6°C siden slutten av 1800-tallet. De siste årene har vært blant de varmeste i denne perioden, til tross for avkjølingseffekten av vulkanutbruddet på Filippinene i 1991, som førte til økte konsentrasjoner av partikler i atmosfæren. Oppvarmingen er ikke jevnt fordelt geografisk og sesongmessig, og noen områder er blitt kjøligere de siste tiårene.

FNs klimapanel, IPCC, konkluderer med at *“hovedtyngden av datamaterialet (...) tyder på en merkbar menneskeskapt påvirkning på det globale klima”*. Klimapanelet påpeker imidlertid at det er usikkerhet knyttet til sentrale forhold som størrelse og mønster for naturlig langtidsvariasjon. Konklusjonen om en sannsynlig menneskeskapt oppvarming støttes av nyere publiserte studier, men analysene er beheftet med begrensinger og usikkerhet.

Framtidige klimaendringer

Det er mange faktorer som i dag begrenser forskernes evne til å beregne framtidige klimaendringer. Store og raske klimaforandringer har forekommet tidligere og slike endringer er vanskelig å forutsi. Framtidige klimaendringer kan medføre uforutsette konsekvenser.

På grunnlag av scenarier for framtidige utslipp og omfattende studier med klimamodeller har IPCC beregnet en sannsynlig økning i global middeltemperatur på mellom 1 og 3.5°C fra 1990 til år 2100. En oppvarming på 2°C oppgis som beste estimat. Gjennomsnittlig oppvarmingshastighet vil sannsynligvis være større enn hva man har hatt de siste 10 000 år.

Havnivået vil stige som følge av havets termiske utvidelse og smelting av isbreer og innlandsis. Modellene beregner en økning i havnivået på 15 til 95 cm fra i dag og fram til år 2100. En stigning på 50 cm oppgis som beste estimat. Framtidige klimaendringer vil sannsynligvis ha følgende trekk:

- Om vinteren vil oppvarmingen over land bli sterkere enn over hav.
- Oppvarmingen blir størst på høye nordlige breddegrader om vinteren.
- Om vinteren vil det bli økt nedbør og jordfuktighet på høye breddegrader.
- Vannets kretsløpet vil bli akselerert. Dette innebærer endringer i forekomst av tørke og flom.
- Flere dager med ekstrem varme, og færre dager med ekstrem kulde.
- Det kan bli flere ekstreme nedbørsperioder i noen områder.

Det er svært usikkert hvordan klimaendringer vil arte seg på regional skala, og hvilke effekter dette vil ha på økosystemer og ulike sektorer av samfunnet. Analyser tyder på at konsekvensene blir større for utviklingsland enn for industriland, både fordi økonomiene i utviklingsland i større grad er basert på primærnæringene, som sannsynligvis er de mest utsatte sektorene ved klimaendringer, og fordi disse landenes kapasitet til å håndtere klimaendringer sannsynligvis er mindre enn industrilandenes.

Klimakonvensjonen

FNs generalforsamling opprettet i 1990 en forhandlingskomité med mandat til å utarbeide forslag til et internasjonalt avtaleverk som et første skritt for å løse klimaproblemet (Intergovernmental Negotiating Committee for the Framework Convention on Climate Change). På toppmøtet i Rio de Janeiro i juni 1992 ble forslaget til konvensjon, United Nations Framework Convention on Climate Change (FCCC), signert av 155 stater. Per desember 1996 hadde 164 land ratifisert Klimakonvensjonen, deriblant Norge.

Klimakonvensjonen har som mål å stabilisere konsentrasjonene av klimagasser i atmosfæren på et nivå som forhindrer en farlig menneskeskapt påvirkning av klimasystemet. Klimakonvensjonen er en rammekonvensjon som ikke pålegger landene juridisk bindende forpliktelser til å redusere sine utslipp av klimagasser. Den inneholder en intensjonserklæring om å stabilisere utslippene på 1990-nivå innen år 2000. Landene skal rapportere om utslipp av klimagasser og tiltak som iverksettes for å redusere utslippene.

Klimakonvensjonen skiller mellom tre hovedgrupper land: Annex II, Annex I, og 'andre land'. Annex II land er de industrilandene som var medlem av OECD i 1992. Disse landene har flest forpliktelser. Annex I inkluderer alle Annex II land i tillegg til de landene som er i en overgangsfase til å bli markedsøkonomier. Denne gruppen av land har noen færre forpliktelser enn Annex II gruppen. 'Andre land' er stort sett utviklingsland, og har færrest forpliktelser.

Berlin-mandatet

På det første partsmøtet til Klimakonvensjonen i Berlin våren 1995 ble forpliktelsene til å redusere utslippene av klimagasser i Klimakonvensjonen kjent utilstrekkelige for å nå dens mål. For å styrke forpliktelsene til Annex I landene ble det såkalte 'Berlin-mandatet' vedtatt. I følge Berlin-mandatet skulle forhandlinger igangsettes for å vedta en protokoll eller annet juridisk instrument med sikte på å styrke forpliktelsene for Annex I landene for perioden etter år 2000. Forhandlingene skjer i 'The Ad Hoc Group on the Berlin Mandate' (AGBM), og skal avsluttes før det tredje partsmøtet til Klimakonvensjonen i desember 1997. Det skal settes kvantifiserte og tidsfestede mål for utslippsreduksjoner for årstall som 2005, 2010 og 2020, samt at det skal bestemmes nødvendige tiltak og virkemidler. Både i Klimakonvensjonen og Berlin-madadet fastslås det at man skal ta hensyn til partenes ulike utgangspunkt, ulike økonomiske strukturer og ressursbaser.

Forhandlingene om Berlin-mandatet

Det har blitt gjennomført seks forhandlingsmøter i AGBM fram til mars 1997. De store industrilandene og EU har vært sene med å konkretisere sine posisjoner, og flere mindre industriland avventer de større partenes posisjoner. Selv om det er de industrialiserte landene som skal ta på seg nye forpliktelser er utviklingslandene aktive. Øystatene (AOSIS) ønsker en omfattende og ambisiøs protokoll. OPEC-landene og noen andre utviklingsland er bekymret for at tiltak i industrilandene kan få negative konsekvenser for dem. Mange land har kommet med innspill til en protokoll. Under møtet i mars 1997 klarte EU å samle seg om å gå inn for å redusere utslippene med 15% i 2010 sammenlignet med 1990 og en intern byrdefordeling. Under samme møte ble det utarbeidet en forhandlingstekst, der overlappende forslag er fjernet, mens all substans gjenstår til senere forhandlingsmøter.

Landenes utgangspunkt og interesser

Landenes interesser og posisjoner i forhandlingene bestemmes av faktorer som forventede kostnader ved å redusere utslippene av klimagasser, forventede kostnader for landet knyttet til framtidige klimaendringer, holdningene og posisjonene til andre land, og politiske forhold og kultur/livsstil i landet. Forventede kostnader av tiltak avhenger blant annet av samlet målsetting for utslippsreduksjon i Annex I gruppen av land, byrdefordelingen, og graden av kostnadseffektivitet.

Både i forhold til folketall og inntektsnivå varierer utslippene av karbondioksid betydelig mellom industrilandene. Blant OECD-landene har USA, Australia og Canada spesielt store utslipp i forhold til bruttonasjonalprodukt og folketall. Disse forskjellene kan forklares gjennom store variasjoner i økonomisk struktur og bruken av ulike energivarer. Landene i omstilling til markedsøkonomi har relativt store utslipp fordi energieffektiviteten er lav. OECD-landenes posisjon i markedene for fossile brenslere er også viktig for deres interesser i klimaforhandlingene. De store nettoeksportørene er Norge (olje og gass), Canada (gass, olje og kull) og Australia (mest kull). Det finnes mange studier der kostnaden ved å redusere utslippet av karbondioksid for et land er beregnet som prosent av bruttonasjonalproduktet. De beregnede kostnadene for et land varierer noe med forutsetningene som er lagt til grunn og modellen som er brukt.

Landenes posisjoner i forhandlingene

De viktigste temaene i forhandlingene som landene har ulike posisjoner knyttet til er:

- *Skal landene ha like eller differensierte mål?*

Australia, Island, Japan, Norge og Sveits har levert konkrete forslag til differensiering av forpliktelser, mens mange andre land støtter prinsippet. USA er imot differensiering, mens EU har fått til en intern differensiering men er imot differensiering utad. Frankrike gikk også inn for differensiering før EU samlet seg om en posisjon. En formulering i EUs forslag som åpner for differensiering på lenger sikt kan oppfattes som en konsesjon til Frankrike.

- *Mål for og tidfesting av utslippsreduksjoner.*

Av de største aktørene er det bare EU som har avslørt sine forslag til tidfestet mål; 15% reduksjon i 2010 i forhold til 1990, i tillegg til et mål for 2005 som vil bli presentert senere. USA og Japan har ennå ikke lagt sine forslag på bordet. Norge mener at 10-15% reduksjon i utslippene i 2010 sammenlignet med 1990 for Annex I landene er realistisk. AOSIS går inn for å redusere utslippene med 20% i 2005.

- *Valg av tiltak og virkemidler.*

De fleste partene støtter handel med kvoter og felles gjennomføring av klimatiltak. AOSIS, Norge og Sveits nevner koordinerte avgifter. EU går inn for å gruppere tiltakene i tre grupper etter graden av internasjonal koordinering. USA ønsker at det skal være helt opp til hvert land å velge virkemidler.

- *Fleksibilitet i oppfylning av forpliktelser over tid.*

Den viktigste forkjemperen for mest mulig fleksibilitet i oppfylningen av forpliktelser over tid er USA, mens mange andre land er mer skeptiske til dette fordi tiltakene kan bli utsatt og kontrollproblemer kan oppstå.

- *Kun karbondioksid eller en 'kurv' av klimagasser?*

De fleste land støtter at man skal ta med karbondioksid og andre klimagasser. EU går inn for å ta med karbondioksid, metan og lystgass i denne omgang, og flere gasser senere (innen år 2000).

- *Skal sluk som netto tilvekst i skogen kunne tas med?*

Mange land går inn for å ta med sluk og opptak av karbondioksid gjennom netto tilvekst av skog. For Norge tyder studier referert i det nye Langtidsprogrammet på at 25% av norske utslipp av karbondioksid bindes gjennom netto tilvekst i skogen.

Differensiering av forpliktelser

Både Klimakonvensjonen og Berlin-mandatet nevner at man skal ta hensyn til landenes ulike utgangspunkt, blant annet m.h.t. økonomisk struktur og ressursbase, for å sikre en rimelig byrdefordeling. En slik løsning kan også bidra til høyere kostnadseffektivitet. I klimaforhandlingene har de landene som har relativt høye kostnader ved å redusere sine utslipp gått inn for differensiering av forpliktelsene. Alternativet med like prosentvise reduksjoner vil bli relativt dyrt for land som Norge, Australia, Island, Japan og Sveits. Utfordringen for de som ønsker differensiering er å enes om prinsipper og kriterier for differensiering, spesielt gitt den begrensede tid som er til rådighet til desember.

De viktigste forslagene om differensiering av forpliktelser er:

Norge: En gruppe land fordeler utslippsreduksjonen mellom seg basert på tre kriterier, CO₂ per capita, CO₂ per enhet BNP, og BNP per capita. For hvert land og variabel tas forholdet mellom landet og gjennomsnittet for gruppen. Til sist vektes de tre variablene og summeres.

Australia: Kostnaden målt som prosentvis endring i BNP per capita skal være lik i alle land. Fem kriterier legges til grunn for forhandlingene: veksten i BNP, befolkningsveksten, utslipp i forhold til BNP, handel med fossile brensler, og utslipp i forhold til eksporten.

Island: Det islandske forslaget er likt det norske, men har med et ekstra kriterium. Dette kriteriet er andelen til fornybare energikilder i energiforsyningen.

Japan: Landene kan velge mellom et mål som utslipp per capita *eller* et mål som en viss prosentvis reduksjon av utslippene i forhold til et basisår.

Sveits: Landene skal ha et årlig mål for tillatte utslipp av klimagasser per capita.

Utsikter for forhandlingene og Norge

Berlin-mandat forhandlingene er vanskelige fordi landene har ulike oppfatninger av hva som er rettferdig. Selv om alle land er opptatt av det globale klima vil landenes posisjoner være farget av nasjonale særinteresser. Forhandlingene blir også vanskelige fordi det ikke finnes et

felles akseptert modellverktøy som er egnet til å regne ut økonomiske konsekvenser for hvert land av ulike avtale-utforminger. Kyoto-protokollen blir en balansegang mellom hva som er mulig å få de mest skeptiske landene med på og dens effektivitet til å redusere utslippene av klimagasser. Gjennom å bygge inn ulike typer fleksibilitet i oppfyllingen av protokollen vil det bli lettere å få med de mest skeptiske landene. Fordi det sannsynligvis blir nye forhandlingsrunder etter Kyoto for å revidere klimaavtalene blir det kanskje viktigst å få vedtatt fornuftige prinsipper enn detaljerte og ambisiøse forpliktelser i denne omgang.

Utformingen av protokollen blir avgjørende for hva det vil koste for Norge å undertegne den. I utgangspunktet vil en protokoll med ambisiøse mål bli dyrere enn en mindre ambisiøs protokoll. Det beste scenariet for Norge er at protokollen åpner for differensiering, kvotehandel og felles gjennomføring av klimatiltak, en viss fleksibilitet i oppfyllingen av forpliktelser over tid, en kurv av klimagasser, og for sluk for karbondioksid i form av skogtilvekst. Selv om det åpnes for kvotehandel, felles gjennomføring av klimatiltak og sluk for karbondioksid, kan det finnes tekniske problemer som det kan ta flere år å løse. Desto færre av disse ønskene som er oppfylt desto dyrere vil en ellers lik protokoll bli for Norge. Det minst gunstige scenariet for Norge er at protokollen er ambisiøs og få av de norske ønskene blir oppfylt på grunn av motstand fra andre land. En annen mulighet er at viktige land, f.eks. USA, setter bremsene på slik at avtalen blir relativt lite ambisiøs. Dermed blir kostnaden for Norge relativt mindre, men det globale klima mer skadelidende.

Innhold

1. INTRODUKSJON	15
2. SENTRALE KONKLUSJONER FRA FNs KLIMAPANEL.....	19
2.1 Klimasystemet	19
2.2 Naturlige klimavariasjoner	21
2.3 Endringer i konsentrasjonene av klimagasser	23
2.4 Strålingspådriv (<i>Radiative forcing</i>).....	29
2.5 Globale oppvarmingspotensialer (GWP)	30
2.6 Observerte klimaendringer	31
2.7 Nødvendige reduksjoner i utslippene for stabilisering av konsentrasjonene	36
2.8 Framtidige klimaendringer	38
2.9 Konsekvenser, tilpasning og forebygging	42
3. NOEN HOVEDPUNKTER FRA DEBATTEN OM KLIMAPANELETS ARBEID..	45
3.1 Datagrunnlaget for målinger av CO ₂ -konsentrasjoner	46
3.2 Betydningen av menneskeskapt CO ₂ -utslipp.....	46
3.3 Betydningen av andre klimagasser og partikler	47
3.4 Oppholdstid og justeringstid for CO ₂ i atmosfæren	48
3.5 Havets rolle for varmebalansen.....	49
3.6 Overensstemmelse mellom observasjoner og modeller	49
3.7 Sammenligning av satelittmålinger og bakkemålinger.....	51
3.8 Variasjonsområdet for prognosene.....	51
3.9 Mulige positive effekter av økte CO ₂ -nivåer og klimaendringer	52
3.10 Klimapanelets konklusjoner	52
3.11 Klimapanelet og vitenskapelig objektivitet.....	52
3.12 Tilgjengelighet av grunnlagsdata	53
3.13 Endring av tekst uten godkjenning.....	53
4. KLIMAFORHANDLINGENE FRAM TIL I DAG	55
4.1 Forhandlingsprosessen fram til Klimakonvensjonen i 1992.....	55
4.2 Klimakonvensjonen - oppbygning og hovedtrekk.....	56
4.3 Nærmere om Klimakonvensjonen	57
4.4 Ratifisering av Konvensjonen	59
4.5 Det første partsmøtet i Berlin våren 1995 og Berlin-mandatet	60
4.6 Forløpet av Berlin-mandat forhandlingene	61
4.7 Prosedyre for endringer i teksten og tilleggsprotokoller til Klimakonvensjonen	65
5. STATUS FOR FORHANDLINGENE OM BERLIN-MANDATET	67
5.1 Faktorer som bestemmer landenes holdninger og posisjoner	67
5.2 Noen økonomiske karakteristika ved industrilandene.....	68
5.3 Årsaker til at utslippene varierer mellom OECD-landene	70

5.4 Utslippene av CO ₂ fordelt på verdens befolkning.....	71
5.5 OECD-landenes rolle i de internasjonale energimarkedene	72
5.6 Kostnader ved utslippsreduksjoner	75
5.7 De viktigste spørsmålene i Berlin-mandat forhandlingene	77
5.8 De viktigste aktørenes posisjoner i forhandlingene	79
5.9 Forslag om differensiering av forpliktelser	79
5.10 Nærmere om systemer for handel med kvoter.....	82
5.11 Nærmere om felles gjennomføring av klimatiltak.....	83
5.12 Fleksibilitet i gjennomføring over tid.....	85
6. UTSIKTER FRAMOVER TIL DET TREDJE PARTSMØTET I KYOTO	87
6.1 Utsikter for forhandlingene	87
6.2 Utsikter for Norge	88

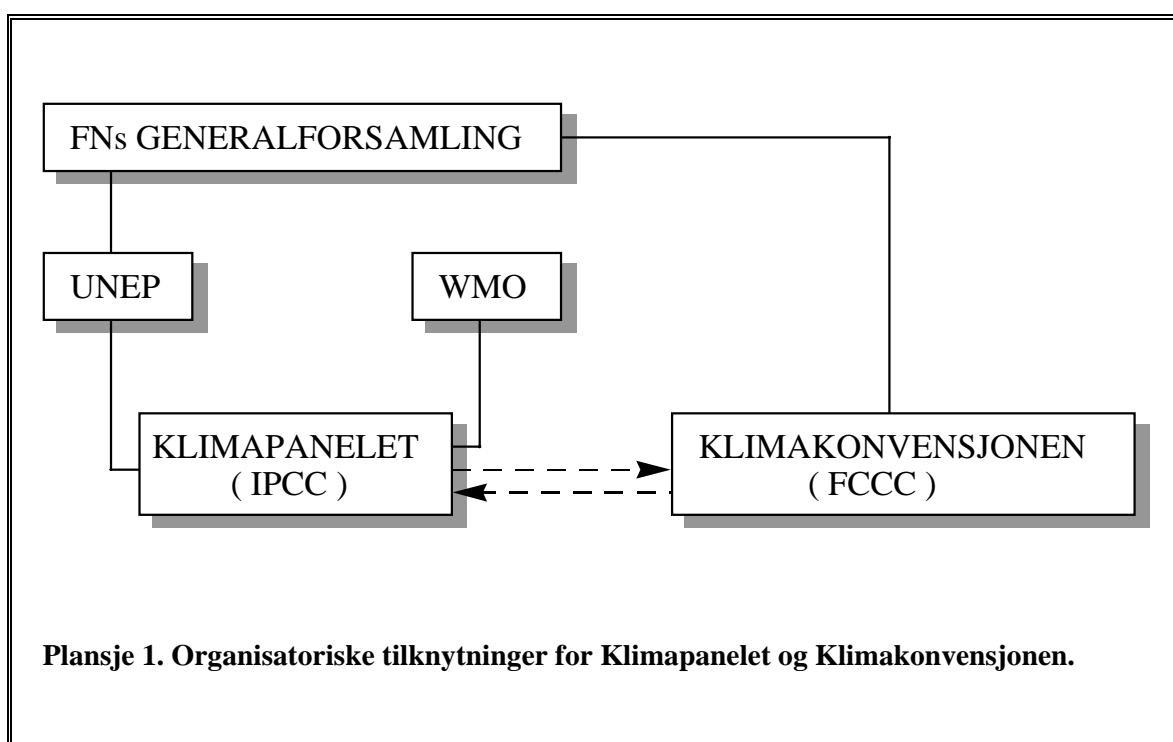
Plansjer

Plansje 1. Organisatoriske tilknytninger for Klimapanelet og Klimakonvensjonen.	15
Plansje 2. Beslutningsnivåer i FNs klimapanel.	16
Plansje 3. Klimasystemets komponenter	19
Plansje 4. Hva er “klima”?.....	20
Plansje 5. Hvilke faktorer gir klimavariasjoner?.....	20
Plansje 6. Forenklet illustrasjon av strålingsbalansen for jorden og atmosfæren.	21
Plansje 7. Konsentrasjoner av metan (CH ₄) og karbondioksid (CO ₂) i atmosfæren de siste 220 000 år, basert på iskjernepøver i Antarktis.	23
Plansje 8. Konsentrasjoner av CO ₂ i atmosfæren de siste 1000 år utledet fra iskjernepøver og målestasjonen Mauna Loa (Hawaii). Den lille figuren viser både konsentrasjon og utslipp av CO ₂ etter 1850.	24
Plansje 9. Konsentrasjoner av metan (CH ₄) de siste 1000 år, målt i luftbobler funnet i iskjernepøver fra Antarktis.	24
Plansje 10. Endring i konsentrasjoner av noen viktige drivhusgasser.....	25
Plansje 11. Det globale antropogene karbonbudsjettet for perioden 1980-1989. Tallene angir årlige utslipp av CO ₂ og hvordan dette utslippet fordeles mellom ulike reservoarer..	25
Plansje 12. Den globale karbonsyklusen. <i>Reservoarer</i> er angitt i milliarder tonn karbon (GtC) og <i>strømmer</i> i GtC per år. Tallverdiene for de menneskeskaptene komponentene angir årgjennomsnittet for perioden 1980-89.	26
Plansje 13 Naturlig og menneskeskapt drivhuseffekt.....	27
Plansje 14. Veksthastigheten for CO ₂ -konsentrasjonen siden 1958, Mauna Loa.	28
Plansje 15. Klimaeffekter av endringer i konsentrasjonene av klimagasser og partikler siden før-industriell tid gitt som strålingspådriv i watt per kvadratmeter (W/m ²).....	29
Plansje 16. Global Warming Potentials (GWP) for noen utvalgte drivhusgasser.	31
Plansje 17. Utvikling i global middeltemperatur i perioden 1861 til 1995 framstilt som avvik i grader celsius (°C) fra gjennomsnittet for perioden 1961-1990.....	32
Plansje 18.. Endring (fra 1955-74 til 1975-94) i årsmiddeltemperatur (°C) ved jordens overflate.....	33
Plansje 19. Observerte endringer i klimasystemet.....	34
Plansje 20 FNs klimapanel (IPCC, 1995):.....	35
Plansje 21. Framtidige konsentrasjoner av CO ₂ i atmosfæren dersom utslippsnivået holdes konstant på et antatt år 2000-nivå.....	36
Plansje 22. (a) Ulike utviklingsbaner som gir stabilisering av CO ₂ -konsentrasjonen på ulike nivåer; (b) Ulike utviklingsbaner for CO ₂ -utslippene for å oppnå stabiliseringsnivåene i (a).	37
Plansje 23. Beregnede økninger i temperatur og havnivå fra i dag til år 2100.	38
Plansje 24. (a) Endring i overflatetemperatur (°C) ved tidspunktet for dobling av CO ₂ -konsentrasjonen; (b) Endring i overflatetemperatur ved tidspunktet for dobling av CO ₂ -konsentrasjonen når det er tatt hensyn til økning i konsentrasjonen av sulfatpartikler (aerosoler).	39

Plansje 25. (a) Totale menneskeskapte CO ₂ -utslipp under IPCCs IS92-scenarier; (b) CO ₂ -konsentrasjoner i atmosfæren for de ulike scenariene i (a); (c) beregnede endringer i global middeltemperatur på overflaten fra 1990 til 2100 for IPCCs IS92-scenarier, og (d) beregnet økning i havnivået fra 1990 til 2100 for IPCCs IS92-scenarier.....	41
Plansje 26. Estimerte kostnader ved en dobling av atmosfærens konsentrasjon av karbondioksid.	43
Plansje 27. Lokalisering av målestasjoner for CO ₂	45
Plansje 28. Utvikling i CO ₂ -konsentrasjonen på Mauna Loa og ved Sydpolen.	47
Plansje 29. Klimakonvensjonen blir til.	55
Plansje 30. Hovedtrekk i Klimakonvensjonen.....	57
Plansje 31. Forpliktelser i Klimakonvensjonen.....	58
Plansje 32. Ratifisering av Klimakonvensjonen.....	59
Plansje 33. Berlin-mandatet.....	61
Plansje 34a. Forløpet av Berlin-mandat forhandlingene.	64
Plansje 34b. Forløpet av Berlin-mandat forhandlingene.	64
Plansje 35. EUs forslag til byrdefordeling	65
Plansje 36. Prosedyre for endringer i tekst og tilleggsprotokoller til Klimakonvensjonen.....	66
Plansje 37. Faktorer som bestemmer landenes holdninger og posisjoner.	68
Plansje 38. CO ₂ -utslipp i forhold til folketall og bruttonasjonalprodukt i 1990. OECD-landenes utslipp er forstørret i et eget figurutsnitt.	69
Plansje 39. Sluttforbruk av energi pr. innbygger, 1993.....	71
Plansje 40. Karbon-utslipp relatert til befolkningsstørrelse, 1993.	72
Plansje 41. Nettoimport av fossile brensler, 1993.....	74
Plansje 42. Liste over makrostudier ('top-down'), jf. Plansje 42.....	75
Plansje 43. Kostnader ved CO ₂ -utslippsreduksjoner fra en rekke ulike makrostudier presentert i IPCC (1995).	76
Plansje 44. De viktigste spørsmålene i Berlin-mandat-forhandlingene.....	77
Plansje 45. Posisjoner i Berlin-mandat forhandlingene	79
Plansje 46. Forslag om differensiering av forpliktelser.....	81
Plansje 47. De viktigste forslagene om differensiering.....	81
Plansje 48. Systemer for handel med kvoter..	83
Plansje 49. Felles gjennomføring av klimatiltak.	85
Plansje 50. Kostnader ved utslippsreduksjoner - fleksibilitet i tidsbruken.	86
Plansje 51. Utsikter for forhandlingene.....	88
Plansje 52. Kostnader for Norge ved en protokoll	91

1. INTRODUKSJON

FNs klimapanel (Intergovernmental Panel of Climate Change, IPCC) og Klimakonvensjonen (United Nations Framework Convention on Climate Change, FCCC) er de to viktigste internasjonale institusjonene som arbeider med klimaproblematikken. Klimakonvensjonen er én av i alt fem internasjonale avtaler som ble vedtatt på FNs Konferanse om miljø og utvikling i Rio de Janeiro i 1992. **Plansje 1** viser organisatoriske tilknytninger for Klimapanelet og Klimakonvensjonen.



FNs klimapanel

FNs klimapanel er et vitenskapelig organ som ikke driver forskning selv, men som jevnlig gir faglige vurderinger og sammenfatninger av den nyeste kunnskapen som foreligger om klimasystemet. IPCC gjør sine vurderinger på bakgrunn av publisert litteratur og fokuserer spesielt på mulige menneskeskapt klimaforstyrrelser. Klimapanelets rapporter utgjør det viktigste vitenskapelige grunnlag for politiske beslutninger i Klimakonvensjonen.

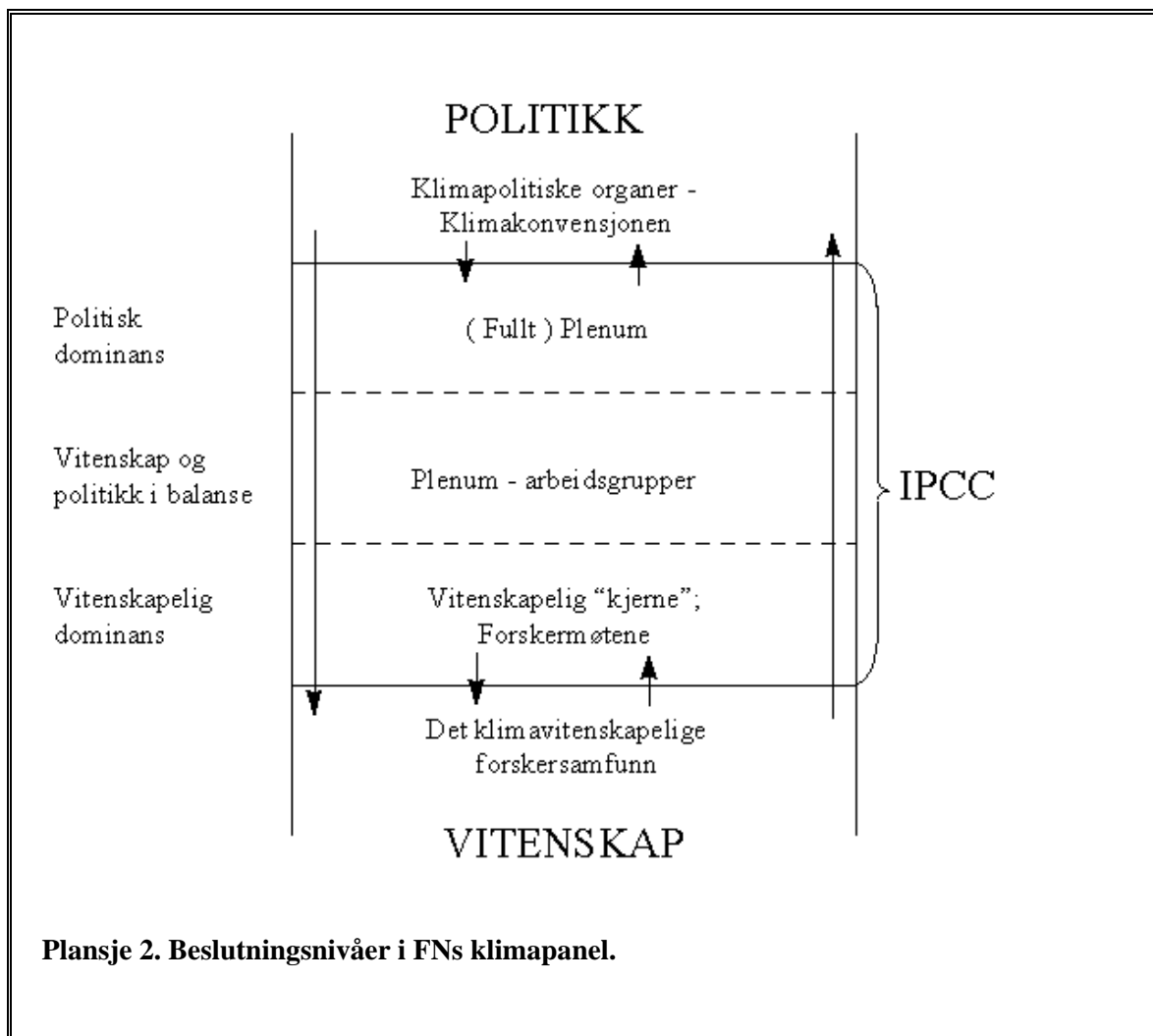
Klimaspørsmålet er svært sammensatt og berører mange deler av samfunnet. Det har derfor vært hensiktsmessig å dele Panelet inn i tre arbeidsgrupper som fokuserer på hvert sitt fagområde. Arbeidsgruppe I foretar de rent naturvitenskapelige vurderingene rundt klimaproblemet og dets årsaker. Arbeidsgruppe II vurderer virkningene av klimaendringer og utarbeider mulige strategier for tiltak og tilpasninger, mens arbeidsgruppe III vurderer hvordan klimaforstyrrelser vil virke inn på sosiale og økonomiske forhold. Hvert femte år utgir IPCC en hovedrapport med bidrag fra alle de tre arbeidsgruppene. Hver av gruppene utarbeider et eget sammendrag beregnet på beslutningstakere ("Summary for Policymakers"). Klimapanelets første hovedrapport ble utgitt i 1990. I 1992 kom en spesialrapport som sammen med 1990-rapporten dannet det faglige grunnlaget for Klimakonvensjonen. I 1995

forelå IPCCs andre hovedrapport så langt. I tillegg utgir IPCC fagrapporter (“technical papers”).

Ettersom Klimapanelet er organisert innenfor FN-systemet kan alle som er medlemmer av FN delta i plenumssesjonene både i Klimapanelet og i de enkelte arbeidsgruppene. IPCCs formann og formennene i arbeidsgruppene velges i plenum, mens hovedforfatterne til kapitlene i sluttrapportene utpekes av arbeidsgruppene. Kostnadene ved arbeidet dekkes i stor grad av de landene som deltar etter dugnadsprinsippet. Det gis noe reisestøtte til deltakere fra utviklingsland, og FN gir noe støtte til den praktiske avviklingen av møter (utenom reiseutgifter).

En god dialog mellom forskere og beslutningstakere er en viktig forutsetning for å finne fram til en effektiv klimapolitikk. Dette fordrer at de vitenskapelige organers integritet ivaretas, samtidig som de innehar en tilstrekkelig forståelse av det politiske problemkompleks til at de kan formidle relevant kunnskap som er tilgjengelig for beslutningstakerne. Utfordringen er å beholde den vitenskapelige integriteten i en situasjon med sterk kobling til en politisk prosess. I dette spenningsfeltet opererer IPCC i en balanse mellom vitenskap og politikk.

IPCC har et vitenskapelig mandat, men er organisert innenfor en politisk institusjonell ramme, nemlig FN. Panelet er et mellomstatlig organ der beslutninger fattes i henhold til prosedyrer og regler som gjelder for FN generelt. Dette betyr at alle FN-medlemmer kan delta i IPCCs og arbeidsgruppenes plenumssesjoner, og at beslutninger, i prinsippet, “forhandles” fram til konsensusvedtak.



Plansje 2. Beslutningsnivåer i FNs klimapanel.

Arbeidet i IPCC er organisert i tre beslutningsnivåer (se **Plansje 2**). Nederst finnes den vitenskapelige “kjerne” med forskere som utarbeider de vitenskapelige rapportene. På dette nivået har myndighetsrepresentanter lav deltakelse og liten innflytelse. Neste nivå i prosessen er arbeidsgruppens plenum, som skal godkjenne de vitenskapelige rapportene og utarbeide et sammendrag av hovedpunktene. Her er innslaget av politikk mer synlig, og myndighetsrepresentanter utgjør en stor del av deltakermassen. Denne politiske deltagelsen har mer karakter av en formalitet, og det er nesten ingen innflytelse på det substansielle innholdet i rapportene. Myndighetene har en viss innflytelse på innholdet i sammendragene, men hele tiden innenfor rammen av hva forskerne oppfatter som vitenskapelig forsvarlig. IPCCs øverste nivå er fullt plenum, som skal godkjenne vedtakene fra arbeidsgruppens plenum. Dette er en formalitet siden fullt plenum ikke har anledning til å forandre vedtak fra arbeidsgruppens plenum. Dette betyr blant annet at plenum ikke har anledning til å gjenåpne diskusjonen som har blitt avklart i en arbeidsgruppe. I forbindelse med hovedrapportene hvert femte år lages det enda et sammendrag av arbeidsgruppens rapporter (en såkalt “syntese”), og dette legges fram for godkjenning av fullt plenum. På dette nivået er det en “politisk kultur” som dominerer møtene.

Oppsummert kommer det både vitenskap og politikk ut av IPCCs arbeid. Det viktigste bidraget er omdanningen av “rene” vitenskapelige utsagn til mer eller mindre forhandlede premisser for beslutninger i klimapolitikken. Det ser ut til at Klimapanelet har klart å bevare sin vitenskapelige integritet i den vanskelige gråsonen mellom vitenskap og politikk. Prisen er en svært tid- og ressurskrevende prosess.

Klimakonvensjonen

Klimakonvensjonen trådte i kraft i mars 1994. Den fungerer foreløpig som et redskap for å kartlegge utslipp av drivhusgasser. Klimakonvensjonen er et politisk organ, og eventuelle vedtak om å regulere utslipp av drivhusgasser fattes av partsmøtet under Konvensjonen. Alle land som har underskrevet og ratifisert Klimakonvensjonen deltar i partsmøtet. Per desember 1996 hadde 164 land ratifisert avtalen, deriblant Norge. Klimakonvensjonen er direkte underlagt FNs generalforsamling. Klimapanelets publikasjoner utgjør kunnskapsbasen for de politiske beslutningene som blir tatt på partsmøtene.

Den endelige målsetningen til Klimakonvensjonen er å stabilisere konsentrasjonene av drivhusgasser i atmosfæren på et nivå som forhindrer farlig menneskeskapt påvirkning av klimasystemet. Ved å undertegne Klimakonvensjonen forplikter partene seg til å arbeide for å nå dette målet. Klimakonvensjonen inneholder en intensjonserklæring om å stabilisere utslippene av drivhusgasser på 1990-nivå innen år 2000. På Konvensjonens første partsmøte i Berlin våren 1995 ble disse forpliktelsene kjent utilstrekkelige for å nå Konvensjonens endelige mål. Gjennom det såkalte Berlin-mandatet innledet derfor partene forhandlinger om større og mer bindende forpliktelser for industrilandene (de såkalte Annex I landene) for å redusere sine utslipp av klimagasser. Siktemålet er å vedta en protokoll eller et annet juridisk instrument på det tredje partsmøtet til Klimakonvensjonen i Kyoto, Japan, i desember 1997.

I kapittel 2 presenteres sentrale konklusjoner fra rapportene til FNs klimapanel. Deretter drøftes noen hovedpunkter fra debatten om IPCCs arbeid i kapittel 3. Kapittel 4 gjennomgår klimaforhandlingene fram til i dag, mens statusen for forhandlingene om Berlin-mandatet presenteres i kapittel 5. Til slutt drøftes utsikter for forhandlingene fram til det tredje partsmøtet i Kyoto i kapittel 6. En liste med forklaringer av forkortelser er lagt ved til slutt i rapporten.

2. SENTRALE KONKLUSJONER FRA FNs KLIMAPANEL

2.1 Klimasystemet

Jordens klima har til alle tider gjennomgått variasjoner. Slike klimaendringer har hatt naturlige årsaker som for eksempel forandringer i solintensiteten, endringer i jordens bane rundt solen og jordaksens helning, og vulkanutbrudd. For første gang kan imidlertid menneskeheten nå stå overfor en global klimaendring forårsaket av egne aktiviteter.

Klima defineres som den gjennomsnittlige tilstand i de fem komponentene som utgjør klimasystemet; atmosfæren, havet, is- og snømassene, landmassene og biosfæren. Viktige tilstandsbeskrivende størrelser er temperatur, fuktighet, nedbør, stråling og vindhastighet. I definisjonen av klima inngår også variasjon omkring middelverdiene. (**Plansje 3 og 4**).

Jordens klima styres av et komplisert samspill mellom en rekke ytre og indre faktorer (**Plansje 5**). Utstrålingen fra sola varierer over en syklus på 11 år, men endrer seg også over lengre tidsskalaer. Forandringer i kontinentenes form og plassering påvirker vindsystemer og havstrømmer og dermed det globale klima. Jordens stilling og bane rundt sola varierer innenfor sykler på ca. 20 000 til 400 000 år. Disse variasjonene gir ikke store endringer i den totale innstrålingen til jorden, men fordelingen mellom breddegrader og årstider blir sterkt påvirket. Slike omfordelinger av den innkommende energi kan sette i gang indre prosesser i klimasystemet som videre utløser store klimaendringer.

Forandringer i atmosfærens og jordens refleksjonsevne og i sammensetningen av gasser og partikler i atmosfæren påvirker også klimaet. Gjennom jordens historie har konsentrasjonen av klimagassen karbondioksid (CO₂) i atmosfæren variert betydelig p.g.a. forandringer i biologisk opptak og frigjøring av CO₂, forvitring, avsetning av karbon i marine sedimenter og vulkansk aktivitet.

Plansje 3

Klimasystemets komponenter:

- ◆ Atmosfæren
- ◆ Havet
- ◆ Is- og snømassene
- ◆ Landmassen
- ◆ Biosfæren

Plansje 4

Hva er "klima" ?

- ◆ Den gjennomsnittlige tilstand i klimasystemets komponenter
- ◆ Viktige størrelser
 - temperatur
 - fuktighet
 - nedbør
 - stråling
- ◆ Variasjon rundt middelverdiene også viktig

Plansje 6 illustrerer hvordan atmosfærens sammensetning påvirker strålingsbalansen for jord-atmosfære-systemet. Av den innkommende strålingen fra solen blir noe reflektert tilbake av luft, skyer og jordens overflate (ca. 30%) eller absorbert i atmosfæren (ca. 25%). Resten blir absorbert av jordens overflate slik at den varmes opp og stråler ut energi i form av infrarød (langbølget) stråling. Infrarød stråling absorberes av skyer og enkelte gasser, *drivhusgasser*, slik at en del av strålingsenergien som jorden sender ut, blir absorbert i atmosfæren. Noe av dette blir videre sendt tilbake til jordoverflaten og øker temperaturen der. Absorpsjonen av infrarød stråling i atmosfæren skyldes først og fremst vanndamp (H₂O), karbondioksid (CO₂) og skyer, men metan (CH₄), lystgass (N₂O) og ozon (O₃) bidrar også i betydelig grad. Dette er den *naturlige* drivhuseffekten som holder jordens middeltemperatur ca. 34°C høyere enn hva den ville ha vært uten disse bestanddelene i atmosfæren. Den globale årsmiddeltemperaturen ved jordoverflaten er ca. 15°C.

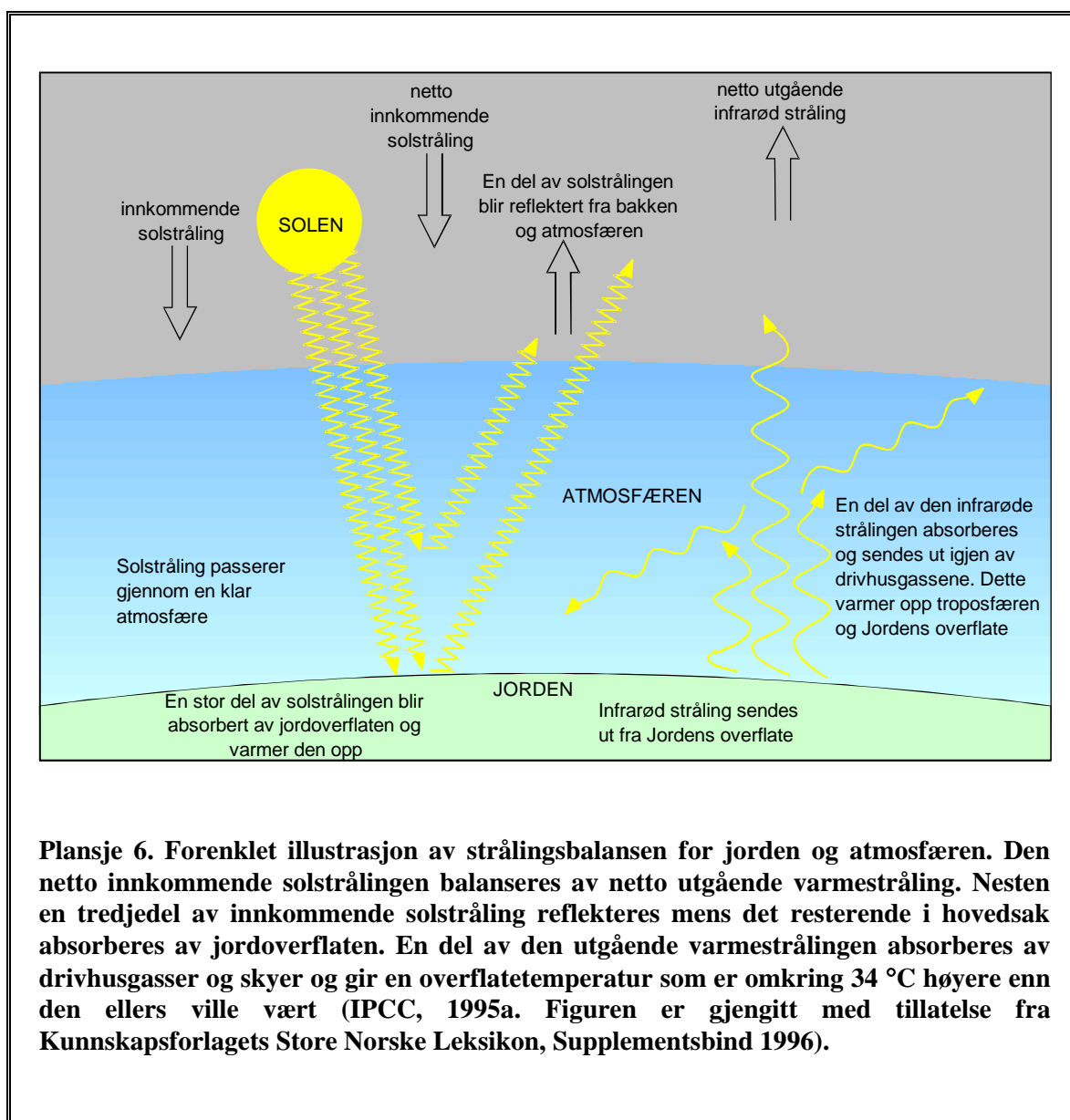
I denne rapporten brukes begrepet *drivhusgasser* om gasser som påvirker klimaet ved å absorbere og sende ut igjen langbølget stråling. Eksempler er CO₂, CH₄ og N₂O. *Klimagasser*

Plansje 5

Hvilke faktorer gir klimavariasjoner?

- ◆ Variasjoner i *utstrålingen* fra sola
- ◆ Variasjoner i *jordens stilling og bane*
- ◆ Kontinentenes form og plassering
- ◆ *Vulkanutbrudd*
- ◆ Endringer i *refleksjonen* fra jorden og atmosfæren
- ◆ Endringer i *atmosfærens sammensetning*, herunder
 - gasser
 - partikler
 - skyer

er et videre begrep som i tillegg til drivhusgasser også inkluderer gasser som påvirker innkommende (kortbølget) solstråling.



2.2 Naturlige klimavariasjoner

For å observere og forklare eventuelle menneskeskapte klimaendringer er det nødvendig å forstå de naturlige svingningene i klimasystemet. Jorden har gjennomgått flere *istidsperioder*, dvs. perioder bestående av flere istider. Istider kjennetegnes ved at store kontinentale områder er dekket av tykke isbreer. I periodene mellom har det vært betydelig varmere slik at jorden har vært fri for isbreer. De siste 800 millioner år har det vært 5 istidsperioder bestående av flere istider avbrutt av mildere perioder. I den siste istidsperioden (kvartærtiden), som startet for 2,5 millioner år siden og varer ennå, har det vært omtrent 40 istider avbrutt av varmere mellomistider. Vi lever nå i en slik mellomistid.

Skiftninger mellom istider og mellomistider forklares ved at variasjoner i jordens stilling og bane, og de påfølgende endringene i innstråling, setter i gang indre mekanismer (tilbakekoblingsmekanismer) i klimasystemet som forsterker dette til større klimaendringer. Forrige mellomistid varte fra ca. 130 000 til 115 000 år før nåtid og var sannsynligvis den varmeste perioden den siste million år. Analyser antyder at det i Europa var ca. 2 °C varmere om sommeren, og enda mildere om vinteren, mens havnivået var 2–6 meter høyere enn i dag. Siste istid startet for ca. 115 000 år siden og nådde sitt maksimum for ca. 18 000 år siden. Da var Skandinavia dekket av en opp til 3000 meter tykk innlandsis som rakk inn i Tyskland, Polen og Russland. Havnivået var ca. 120 meter lavere enn i dag fordi så mye vann var lagret i breer.

Istiden var preget av irregulære skiftninger mellom relativt varme og kalde perioder. Oppvarmingen kunne være så rask som 5–7 °C i løpet av noen få tiår fulgt av en langsom avkjøling og deretter rask tilbakegang til istidstilstander. De varme periodene varte mellom 500 til 2000 år, og det var omtrent 20 slike i siste istid. Etter siste istidmaksimum gikk jorden inn i en oppvarmingsperiode som etter 6000 år brått ble avbrutt av en kald periode, Yngre Dryas, som varte i ca. 1300 år. Ved inn- og utgangen av denne perioden fant det sted raske klimatiske svingninger. Yngre Dryas skyldes sannsynligvis en endring i havsirkulasjonen og svekkelse av varmetransporten til Nord-Atlanteren. Utgangen av Yngre Dryas markerer avslutningen på siste istid. De siste 10 000 år har jorden vært inne i en varm og relativt stabil mellomistid.

2.3 Endringer i konsentrasjonene av klimagasser

Plansje 7 viser variasjoner i konsentrasjonene av karbondioksid (CO₂) og metan (CH₄) i atmosfæren de siste 220 000 år. Disse målingene gir viktig informasjon om naturlige svingninger siden perioden dekker svært ulike klimatiske forhold. Perioden omfatter istidmaksima og mellomistider. Forrige mellomistid (fra ca. 130 000 til 115 000 år før nåtid) var varmere enn den vi nå er inne i. Figuren viser også at de omlag siste 220 000 år før industrialiseringen varierte konsentrasjonen av CO₂ mellom 190 og 300 ppmv,¹ mens CH₄ varierte mellom 300 og 700 ppbv.² De siste 1000 årene før industrialiseringen lå konsentrasjonene relativt stabilt rundt 280 ppmv for CO₂ og 700-750 ppbv for CH₄ (se **Plansje 8, 9 og 10**).

Siden industrialiseringen startet omkring 1750 har imidlertid konsentrasjonene av CO₂ og CH₄ i atmosfæren økt med henholdsvis 30% og 145% (**Plansje 8 og Plansje 9**). I **Plansje 8** er økning i CO₂-konsentrasjon etter 1850 framstilt sammen med økningen i CO₂-utslipp i samme periode. Lystgass (N₂O) har økt med 15% siden før industriell tid (**Plansje 10**). Målinger fra 1994 viste en konsentrasjon av CO₂ på 358 ppmv og for CH₄ 1720 ppbv.

I tillegg til disse endringene er det også tilført drivhusgasser som ikke fantes naturlig i atmosfæren fra før (eks. CF₄, HKFK, KFK).

Den menneskeskapte økningen av naturlig forekommende drivhusgasser og drivhusgasser som tidligere ikke fantes i atmosfæren har ført til en *forsterket drivhuseffekt*. Dette vil etter all sannsynlighet resultere i en global oppvarming og et annerledes klima. **Plansje 13** gir en kort forklaring på forskjellen mellom *naturlig* og *forsterket* drivhuseffekt.

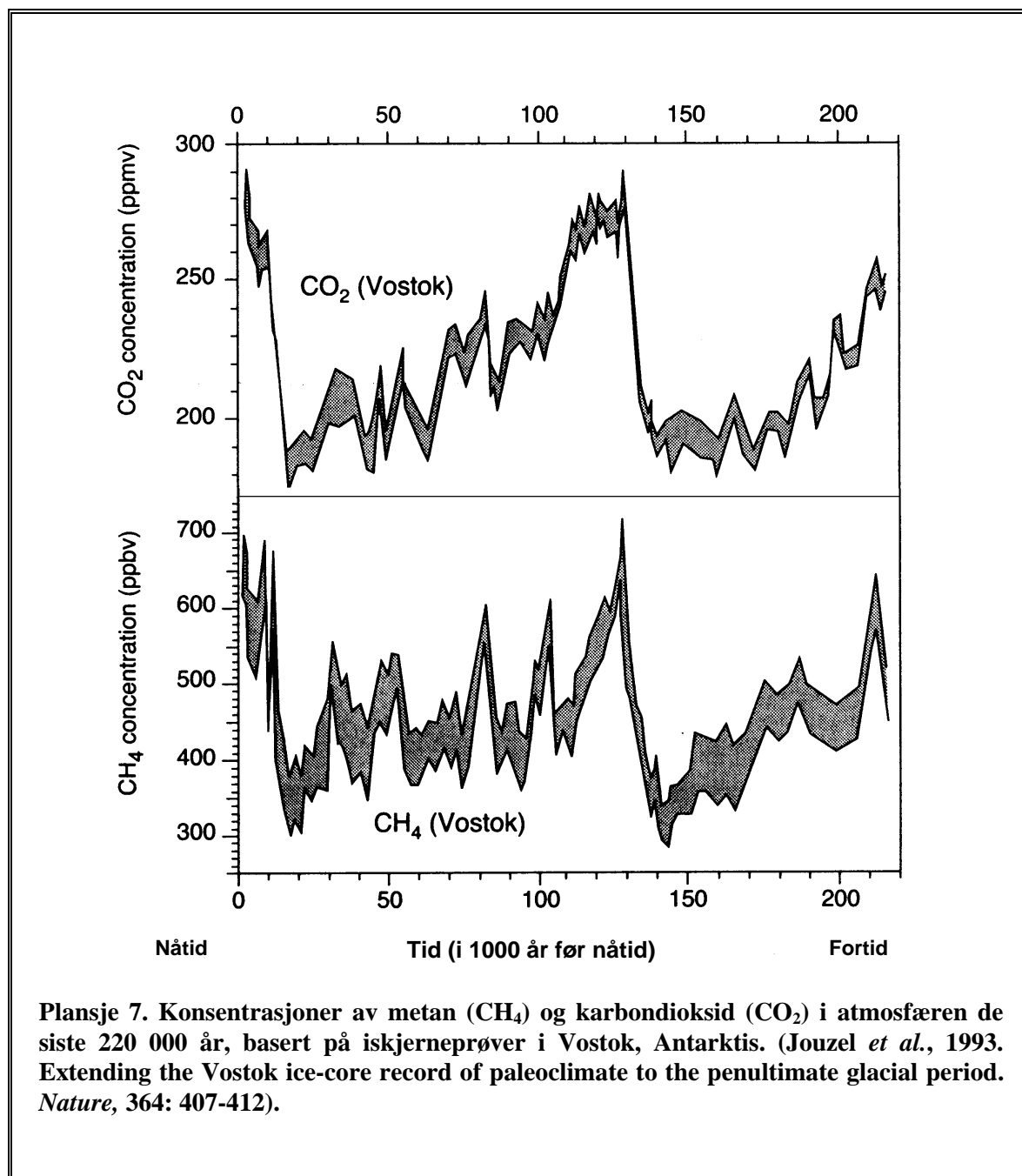
Økningen i atmosfærens CO₂-konsentrasjon betyr mest (ca. 60%) for den *menneskeskapte forsterkningen* av drivhuseffekten. De menneskeskapte utslippene skyldes først og fremst forbrenning av fossile brensler (kull, olje og gass) samt avskoging i tropiske strøk (**Plansje**

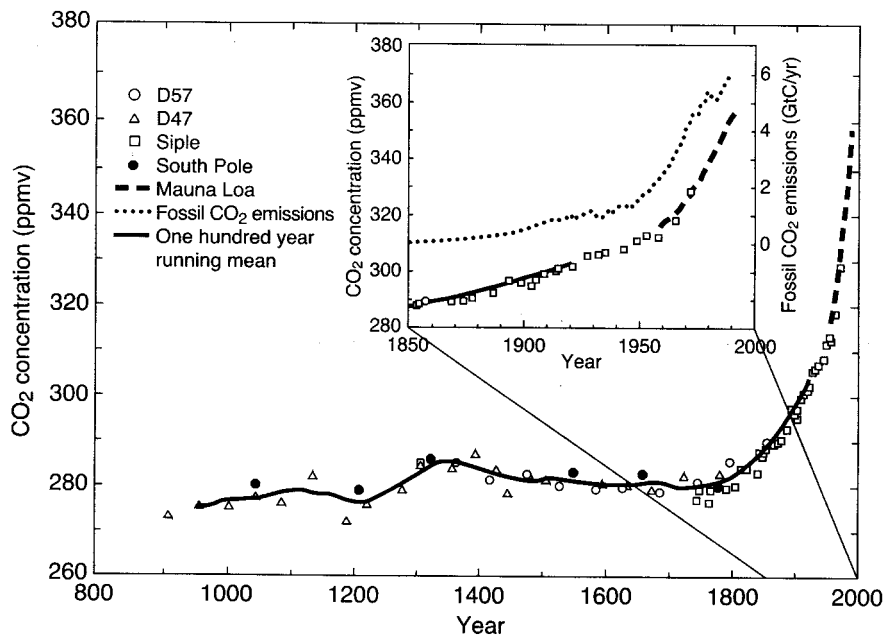
¹ ppmv (“parts per million by volume”): Antall molekyler av en gass per 1 million luftmolekyler.

² ppbv (“parts per billion by volume”): Antall molekyler av en gass per 1 milliard luftmolekyler.

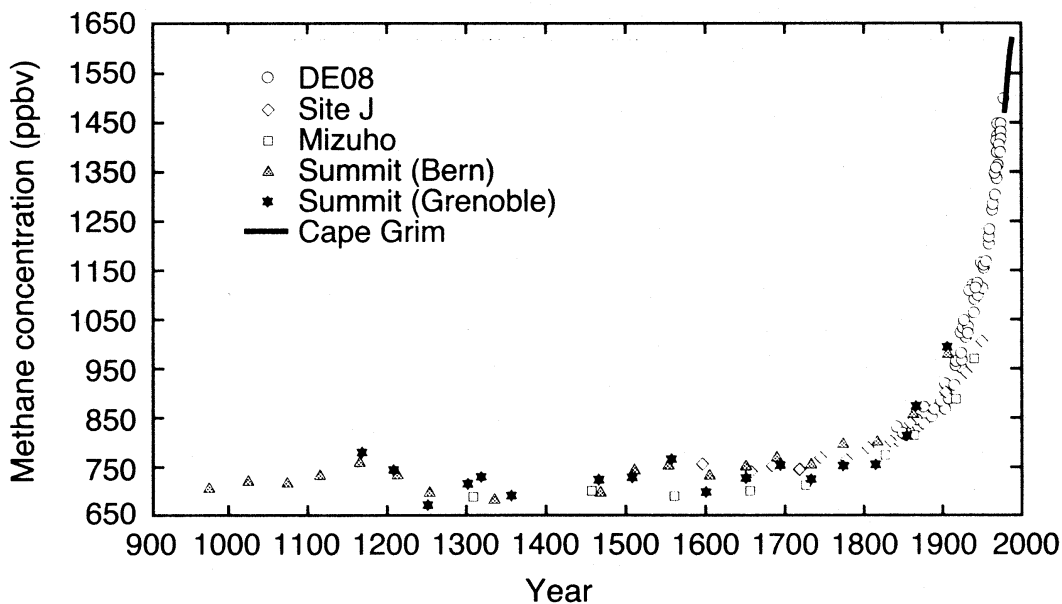
11 og Plansje 12).

Etter CO_2 er det *metan* (CH_4) som bidrar mest til oppvarmingen. Økningen i metankonsentrasjonen skyldes husdyrhold, risproduksjon, brenning av biomasse, avfall og produksjon og forbruk av fossile brensler. Viktige menneskeskapt kilder til *lystgass* (N_2O) er jordbruk og industrielle prosesser. CO_2 , CH_4 og N_2O har også viktige naturlige kilder, men økningen i konsentrasjonene skyldes i all hovedsak menneskeskapt kilder.





Plansje 8. Konsentrasjoner av CO₂ i atmosfæren de siste 1000 år utledet fra iskjerneprov og (siden 1958) fra målestasjonen Mauna Loa på Hawaii. Den heltrukne kurven er basert på 100 års løpende middelverdier. Alle iskjernemålingene er utført i Antarktis. Den lille figuren viser både konsentrasjon og utslipp av CO₂ etter 1850 (IPCC, 1994).³



Plansje 9. Konsentrasjoner av metan (CH₄) de siste 1000 år, målt i iskjerneprov fra Antarktis. Atmosfæriske målinger fra Cape Grim, Tasmania, er inkludert i figuren for å vise den jevne overgangen fra iskjernemålinger til atmosfæriske målinger. (IPCC, 1994, *op.cit.*).

³ IPCC, 1994. *Climate Change 1994: Radiative Forcing of Climate Change and An Evaluation of the*

Plansje 10. Endring i konsentrasjoner av noen viktige drivhusgasser (IPCC, 1995a⁴).

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	KFK-11	HKFK-22*	CF ₄
Før-industriell konsentrasjon	280 ppmv	700 ppbv	275 ppbv	0	0	0
Konsentrasjon i 1994	358 ppmv	1720 ppbv	312 ppbv	268 pptv	110 pptv	72 pptv
Veksthastighet	1.5 pmv/år (0.4 %/år)	10 ppbv/år (0.6 %/år)	0.8 ppbv/år (0.25 %/år)	0 pptv/år	5 pptv/år (5 %/år)	1.2 pptv /år (2 %/år)
Levetid i atmosfæren (år)	50 - 200**	12	120	50	12	50 000

ppmv ("parts per million by volume") : Antall molekyler av en gass per 1 million luftmolekyler;

ppbv ("parts per billion by volume") : Antall molekyler av en gass per 1 milliard luftmolekyler.

pptv ("parts per trillion") : Antall molekyler av en gass per 1 tusen milliarder luftmolekyler.

*) Erstatningsstoff for KFK-gasser.

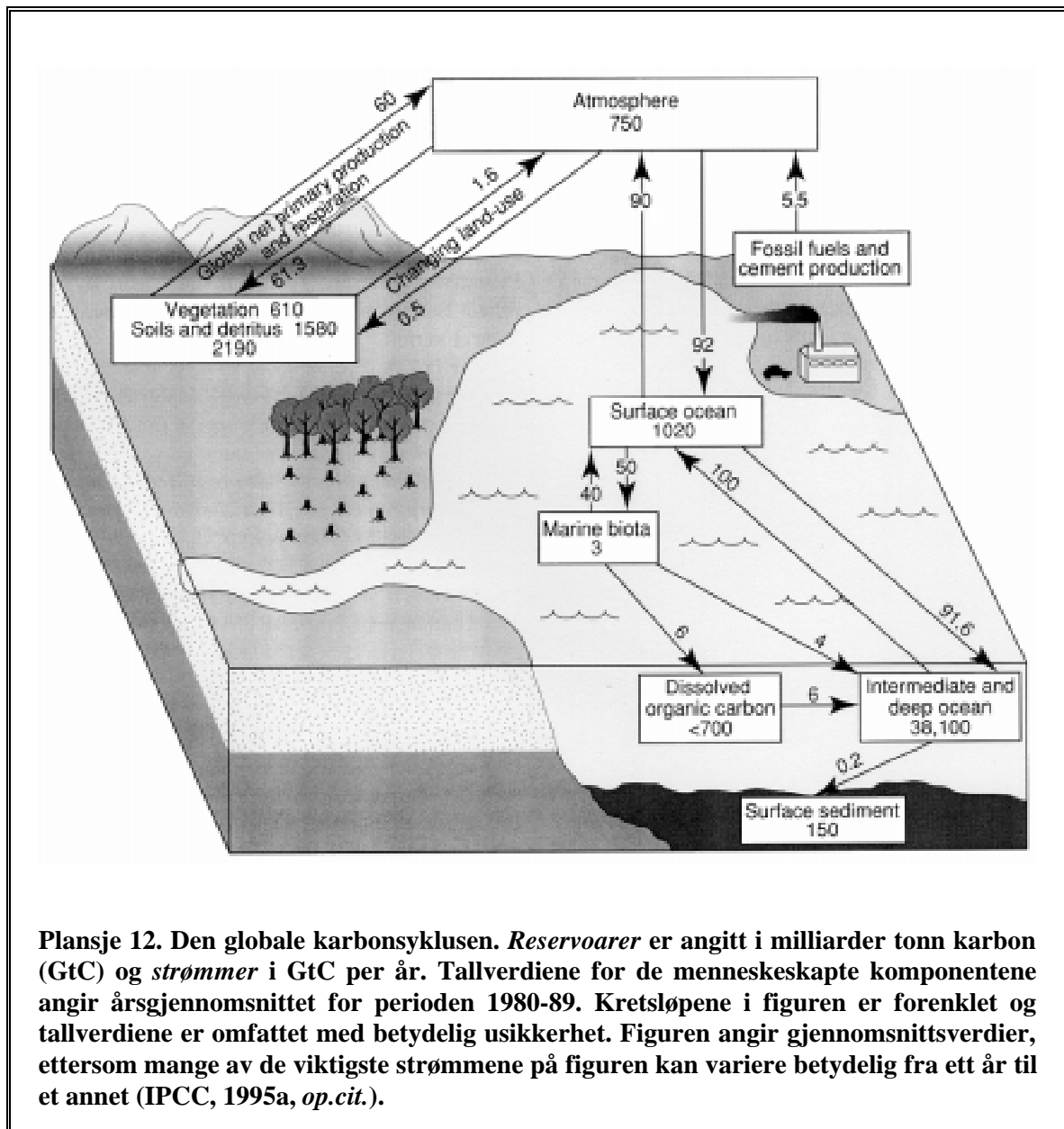
**) For CO₂ angis justeringstid, ikke oppholdstid. Én enkelt verdi kan ikke oppgis fordi denne gassen fjernes gjennom flere forskjellige prosesser med ulike hastigheter (se kapittel 3.4 om oppholdstid og justeringstid for CO₂ i atmosfæren).

Plansje 11. Det globale antropogene karbonbudsjettet for perioden 1980-1989. Tallene angir årlige utslipp av CO₂ og hvordan dette utslippet fordeles mellom ulike reservoarer. Enheten er milliarder tonn karbon per år. (1 GtC = 3.7 Gt CO₂). (IPCC, 1995a, *op.cit.*).

CO ₂ -kilder	GtC/år
(a) Fossile brensler og sementproduksjon	5.5 ± 0.5
(b) Netto utslipp fra arealbruksendringer og avskoging i tropiske strøk	1.6 ± 1.0
(c) Totale antropogene utslipp (a + b)	7.1 ± 1.1
Fordeling av antropogene utslipp	
(d) Akkumulering i atmosfæren	3.3 ± 0.2
(e) Opptak i havet	2.0 ± 0.8
(f) Opptak i skog på den nordlige halvkule	0.5 ± 0.5
(g) Andre terrestriske 'sluk' (CO ₂ -gjødsling, N-gjødsling, klimaeffekter) [a + b - (d + e + f)]	1.3 ± 1.5

IPCC IS92 Emission Scenarios. IPCC, WMO/UNEP. Cambridge University Press, 339 s.

⁴ IPCC, 1995a. *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, WMO/UNEP. Cambridge University Press, 572 s.



Plansje 12. Den globale karbonsyklusen. *Reservoarer* er angitt i milliarder tonn karbon (GtC) og *strømmer* i GtC per år. Tallverdiene for de menneskeskapte komponentene angir årsgjennomsnittet for perioden 1980-89. 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 (IPCC, 1995a, *op.cit.*).

Plansje 13

Naturlig og menneskeskapt drivhuseffekt

1. Naturlig drivhuseffekt: I tillegg til hovedkomponentene nitrogen (N_2) og oksygen (O_2) består atmosfæren av gasser som vanddamp, karbondioksid (CO_2), metan (CH_4), lystgass (N_2O) og ozon (O_3). Disse gassene har den egenskapen at de slipper gjennom inngående solstråling relativt uhindret, mens de i likhet med skyer absorberer utgående varmestråling fra jorda. Den absorberte energien sendes ut igjen som stråling i alle retninger. Noe av dette sendes tilbake til jordoverflaten. Dette fører til at jordoverflaten får en middeltemperatur på $15^\circ C$, ca. $34^\circ C$ høyere enn hvis ikke disse "drivhusgassene" hadde vært tilstede. Dette er den *naturlige drivhuseffekten* som er en forutsetning for livet på jorda slik vi kjenner det.

2. Menneskeskapt drivhuseffekt: Siden starten på den industrielle revolusjon (ca. 1750) har menneskene forbrukt store mengder fossile brensler og avskoget betydelige landområder, som i sin tur har frigjort drivhusgasser til atmosfæren. Denne tilførselen har skjedd uten at en tilsvarende mengde har blitt fjernet fra atmosfæren. Resultatet er en økning i atmosfærens beholdning av disse gassene. Det er denne menneskeskapte tilførselen av CO_2 , CH_4 , N_2O og andre drivhusgasser som har medført en *økt drivhuseffekt*, og som i sin tur sannsynligvis vil gi globale klimaendringer.

Mens økte konsentrasjoner av gasser som CO_2 , CH_4 og N_2O har hatt en oppvarmende effekt, har andre typer menneskeskapte utslipp, som svoveldioksid (SO_2), virket avkjølede. SO_2 slippes ut fra forbrenning av fossile brensler og industriprosesser og omdannes i atmosfæren til partikler som reduserer solinnstrålingen. Effekten av SO_2 -partiklene er ikke global, men begrenser seg til visse områder (Europa, Nord-Amerika og Sydøst-Asia).

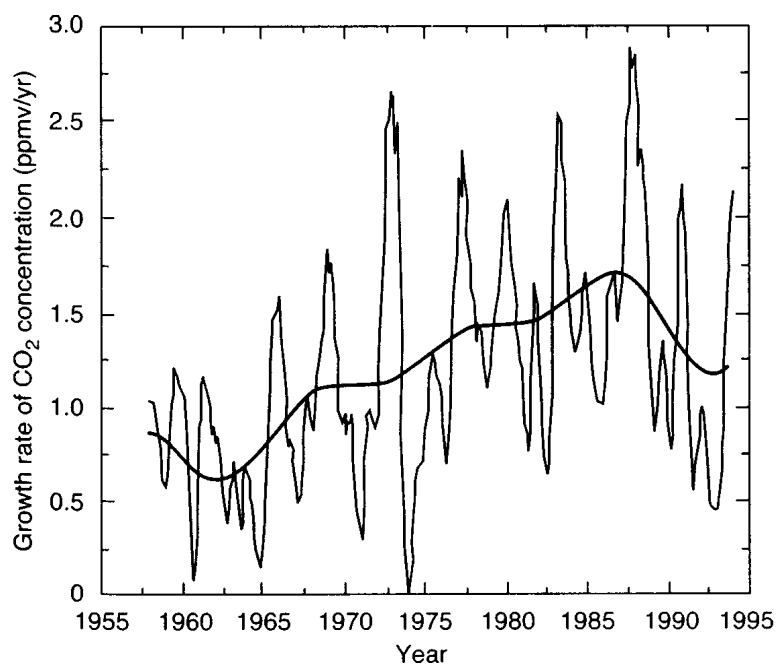
I tillegg til å være en drivhusgass p.g.a. sin absorpsjon av infrarød stråling påvirker ozon også klimaet ved å absorbere kortbølget stråling fra sola. Ozon slippes ikke ut direkte, men blir produsert kjemisk i atmosfæren.

I den delen av atmosfæren som kalles *troposfæren* (opp til mellom 10 og 15 km, avhengig av breddegrad og årstid), har ozonmengden økt siden industrialiseringen p.g.a. økte utslipp av nitrogenoksider (NO_x), karbonmonoksid (CO) og hydrokarboner. Økningen i troposfærisk ozon har sannsynligvis gitt en oppvarming som globalt sett tilsvarer 25% av effekten av økte CO_2 -nivåer. Men i motsetning til hva som er tilfelle for CO_2 , metan og lystgass, er oppvarmingseffekten av ozon hovedsakelig begrenset til den nordlige halvkule.

I *stratosfæren* (fra toppen av troposfæren og opp til 50 km) hvor ozonlaget befinner seg, er ozonkonsentrasjonene redusert siden slutten av 1970-tallet, noe som har motvirket oppvarmingen fra drivhusgassene. Flere av gassene som bryter ned stratosfærisk ozon har

også en direkte drivhuseffekt i seg selv (f. eks. KFK- og HKFK-gasser). Ved å redusere stratosfærisk ozon har disse gassene også indirekte effekter som til en viss grad motvirker deres direkte oppvarmingseffekt.

Det vakte en viss oppmerksomhet da *veksthastighetene* for CO₂ og andre drivhusgasser avtok betydelig på begynnelsen av 1990-årene (se **Plansje 14**). Årsakene til dette kan sannsynligvis knyttes til naturlige variasjoner i kilder og sluk. Nye data indikerer at veksthastighetene nå er av samme størrelse som de man observerte på 1980-tallet.

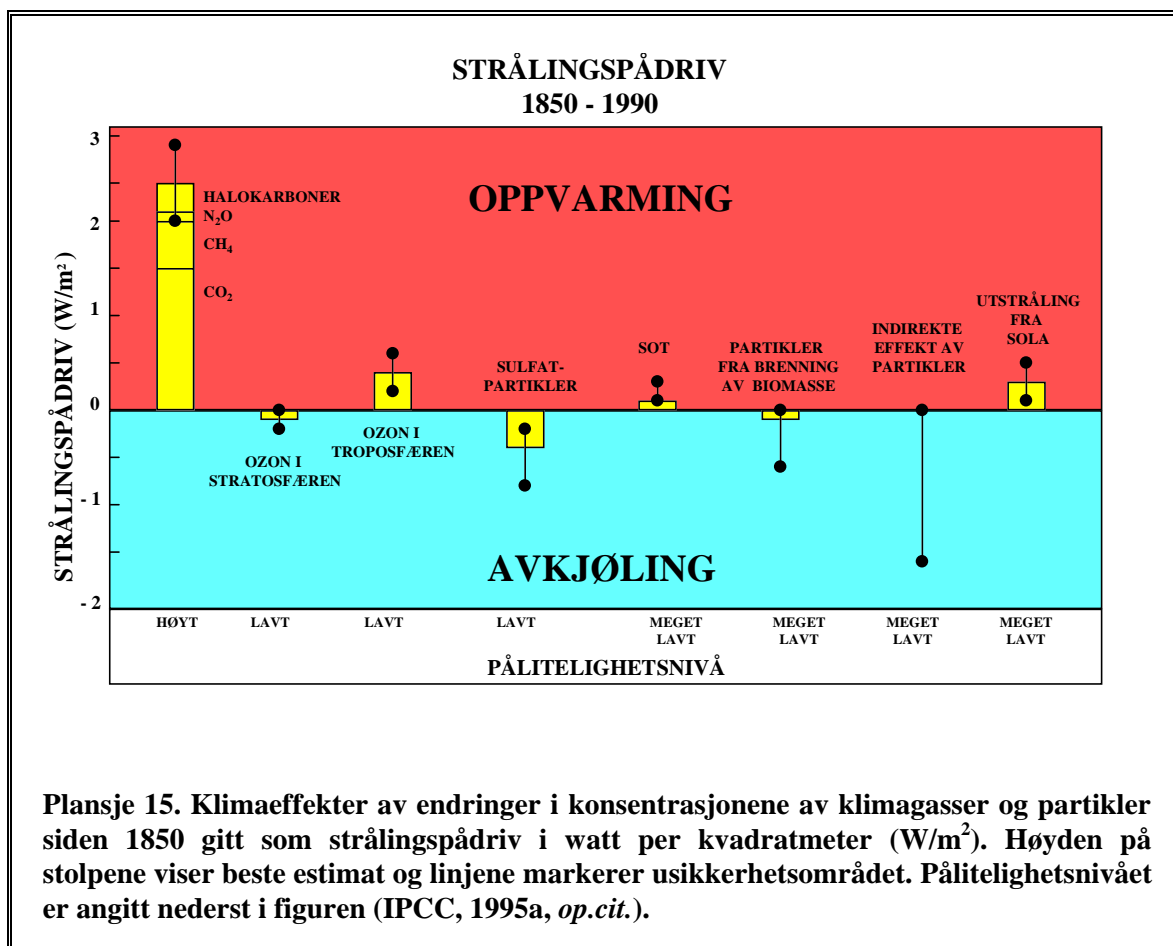


Plansje 14. Veksthastigheten for CO₂-konsentrasjonen siden 1958 (fra målingene på Mauna Loa). Figuren viser tydelig de høye veksthastighetene på slutten av 1980-tallet, de lave veksthastighetene på begynnelsen av 1990-tallet, og økningen i veksthastigheten den siste tiden. Den utjevnete kurven er basert på de samme dataene, men er 'filtrert' for å fjerne variasjoner over tidsrom på mindre enn ca. 10 år. (IPCC, 1994, *op.cit.*).

Veksten i konsentrasjonene av KFK-gasser har imidlertid opphørt som en følge av tiltak i forbindelse med Montreal-protokollen og senere avtaler. Dette er ikke tilfellet for erstatningsstoffene HKFK. Det forventes betydelige reduksjoner i konsentrasjonene av KFK- og HKFK-gassene innen år 2050 på grunn av videre iverksettelse av Montreal-protokollen. Gasser som HFK, CF₄, C₂F₆ og SF₆ betyr i dag lite for den menneskeskapte endringen i strålingsbalansen, men med den utslippsvekst som forventes kan disse bli viktige i neste århundre.

2.4 Strålingspådriv (*Radiative forcing*)

Økte konsentrasjoner av drivhusgasser og partikler forandrer jordens og atmosfærens strålingsbalanse og kan derfor påvirke klimaet. Endringer i strålingsbalansen kalles gjerne “strålingspådriv”⁵ og oppgis i watt per kvadratmeter (W/m^2). Strålingspådriv brukes som et mål for potensielle klimaeffekter fordi det er lettere å beregne strålingspådriv enn de påfølgende temperaturendringene.



Plansje 15 viser globalt årlig strålingspådriv for konsentrasjonsendringene mellom 1850 og 1990. Karbondioksid (CO_2) står for den største oppvarmingseffekten, mens metan, lystgass og halokarboner også bidrar i vesentlig grad. Nedbrytningen av ozonlaget i stratosfæren har gitt en avkjølingseffekt, mens økningen i ozon i troposfæren (under 15 km) har medført oppvarming. Sulfatpartikler og partikler fra biomassebrenning (aerosoler) har virket avkjølede, mens sot har gitt en oppvarmingseffekt. I tillegg har partiklene en indirekte avkjølingseffekt ved å påvirke skyenes egenskaper og utbredelse, men størrelsen av denne er meget usikker.

⁵ Det engelske uttrykket er “radiative forcing”, og oversettes også som “strålingsføring”. Et positiv strålingspådriv innebærer at mer energi absorberes av troposfæren (den delen av atmosfæren som strekker seg fra bakken og opp til ca 15 km), noe som gir en oppvarmingseffekt. Et negativ strålingspådriv gir en avkjølede effekt.

CO₂, CH₄, N₂O og flere halokarbone har så lange levetider at de fordeler seg jevnt i atmosfæren. Strålingspådrivet for disse gassene er derfor relativt homogent geografisk og uavhengig av hvor utslippene finner sted. Strålingspådrivet fra troposfærisk ozon og partikler er derimot av regional karakter.

Mens det negative pådrivet er geografisk avgrenset kan aerosolene også ha effekter på klimasystemene på en større skala. I motsetning til klimagassene har menneskeskapt aerosoler svært korte levetider i atmosfæren, og deres strålingspådriv innstiller seg raskt etter økninger eller reduksjoner i utslipp.

Nye studier indikerer at økte konsentrasjoner av *mineralstøv* på grunn av menneskenes aktivitet også medfører klimaforstyrrelser. Slike støvpartikler virker både oppvarmende, ved å absorbere langbølget varmestråling fra jorda, og avkjølende ved å reflektere innkommende stråling. Strålingspådrivet fra slike partikler er ikke angitt i **Plansje 15**. Pålitelighetsnivået for de ulike estimatene er angitt nederst i figuren.

Plansje 15 angir også strålingspådrivet fra variasjoner i solintensiteten. Endringer i solintensiteten siden 1850 er estimert til 0.3 W/m² (0.1-0.5 W/m²). Dette kan synes betydelig i forhold til pådrivet fra drivhusgassene siden før-industriell tid, men som påpekt i IPCC (1994, 1995) er endringer i solintensiteten sykliske. På grunn av den termiske tregheten antas det at bare en liten del av den potensielle temperaturendringen blir realisert. Endringene i drivhusgassene representerer derimot en vedvarende og kumulativ effekt over mange tiår.

2.5 Globale oppvarmingspotensialer (GWP)

Det er store variasjoner i drivhusgassenes strålingspådriv, oppvarmingseffekt og levetid i atmosfæren. Globale oppvarmingspotensialer (Global Warming Potentials, GWP) er derfor introdusert som et redskap for å sammenligne potensielle klimaeffekter av utslipp av ulike drivhusgasser. GWP-verdiene angir akkumulert oppvarmingseffekt for en gass i forhold til effekten av CO₂ over en valgt tidshorisont, gjerne mellom 20 og 500 år, og benyttes til å regne om utslipp til 'CO₂-ekvivalenter'.

For en tidshorisont på 100 år har metan en GWP-verdi lik 21, hvilket innebærer at 1 kg metan virker 21 ganger mer oppvarmende enn 1 kg CO₂. Perfluormetan (CF₄) og svovelheksafluorid (SF₆) har GWP-verdier på henholdsvis 6500 og 23 900 for samme tidshorisont. At CO₂ likevel er viktigst for økningen i drivhuseffekten skyldes de langt større utslippene av denne gassen. **Plansje 16** viser GWP-verdier som IPCC har presentert i sin andre hovedrapport.

Det er vesentlige begrensninger og usikkerhetsmomenter knyttet til GWP-konseptet og dets anvendelse. Ulike alternativer har derfor vært foreslått og det er mulig at man på sikt vil benytte andre metoder for å sammenligne betydningen av de ulike klimagassene.

Plansje 16. GWP-verdier for noen utvalgte drivhusgasser (IPCC, 1995a, *op.cit.*).

Gass	Kjemisk formel	Levetid (år)	Global warming potential (tidshorisont)		
			20 år	100 år	500 år
Karbondioksid	CO ₂	variabel ⁶	1	1	1
Metan	CH ₄	12±3	56	21	6.5
Lystgass	N ₂ O	120	280	310	170
HFC-23	CHF ₃	264	9100	11700	9800
Svovelhexafluorid	SF ₆	3200	16300	23900	34900
Perfluormetan	CF ₄	50000	4400	6500	10000
Perfluoretan	C ₂ F ₆	10000	6200	9200	14000
Perfluorpropan	C ₃ F ₈	2600	4800	7000	10100
Ozon-nedbrytende gasser ⁷	KFK og HKFK m.fl.				

2.6 Observerte klimaendringer

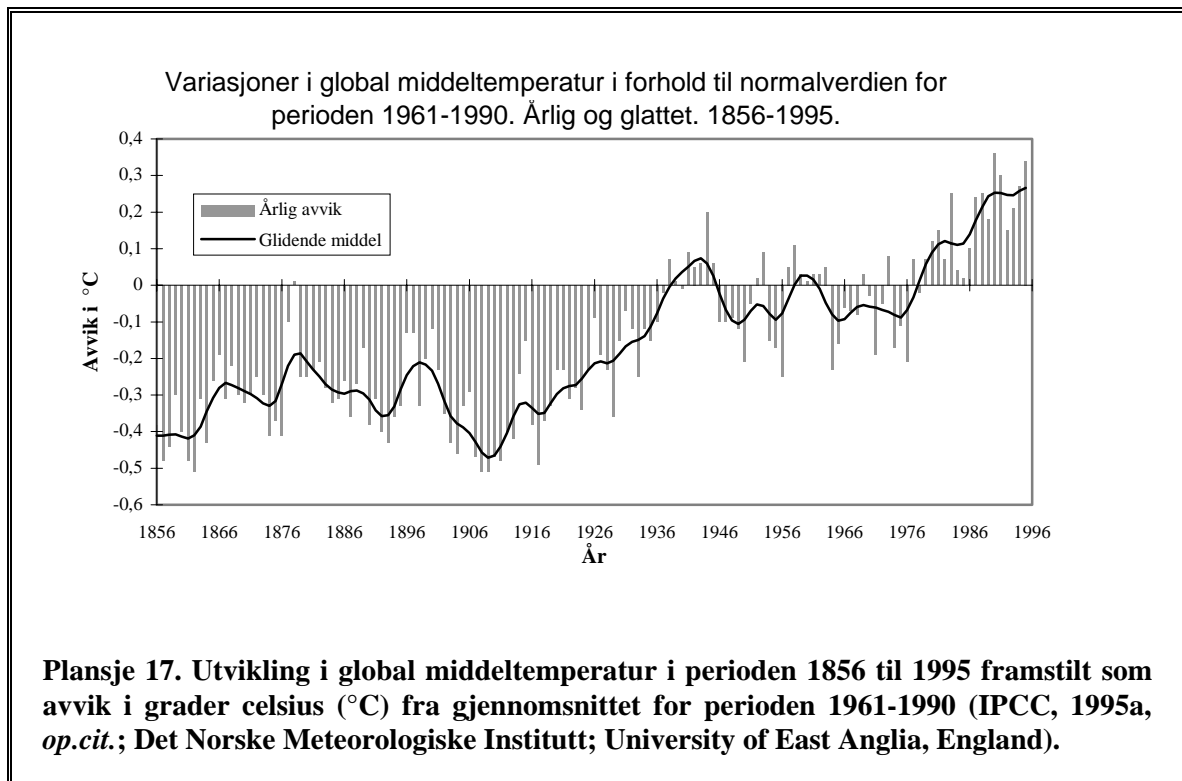
Allerede i forrige århundre påpekte forskere at en økning av karbondioksid-konsentrasjonen i atmosfæren kunne varme opp jordens overflate. Systematiske målinger av CO₂ i atmosfæren startet i 1957, og etter dette har en påvist en betydelig økning i konsentrasjonen.

I IPCCs hovedrapport fra 1990 ble muligheten for framtidige menneskeskapt klimaforstyrrelser grundig drøftet. Den gang kunne man ikke entydig fastslå om menneskenes aktiviteter virkelig ville medføre klimaendringer. Siden 1990 har det foregått en omfattende kunnskapsutvikling på dette feltet. Selv om det fremdeles er betydelig usikkerhet rundt klimaproblemet konkluderes det i hovedrapporten fra 1995 likevel med at vi nå sannsynligvis kan registrere en menneskeskapt påvirkning på det globale klima. Nedenfor gjengis noen av konklusjonene om observerte endringer i Klimapanelets hovedrapport fra 1995.

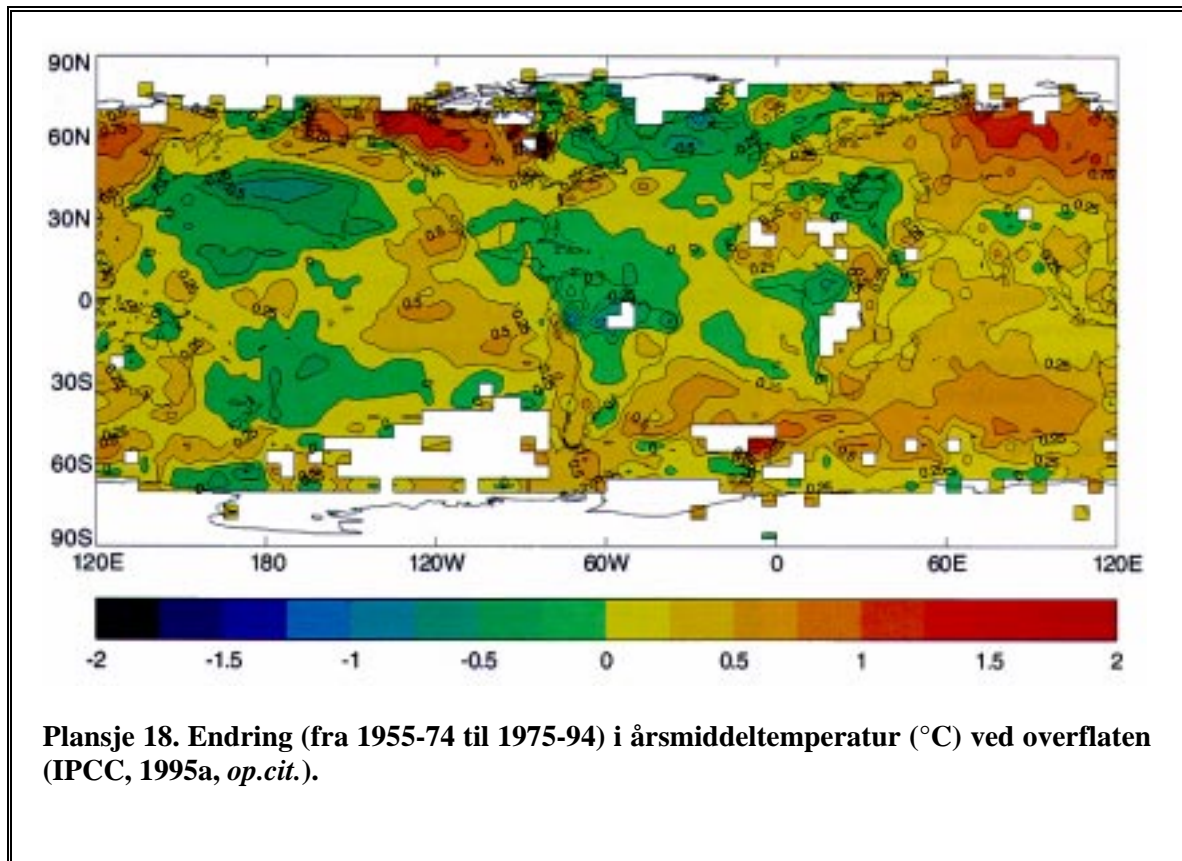
Målinger viser at jordens gjennomsnittlige overflatetemperatur har økt med mellom 0.3 og 0.6°C siden slutten av 1800-tallet (**Plansje 17**). De siste årene har vært blant de varmeste i denne perioden, til tross for avkjølingseffekten av vulkanutbruddet på Filippinene i 1991 som førte til økte konsentrasjoner av partikler i atmosfæren. Oppvarmingen er ikke jevnt fordelt geografisk og sesongmessig.

⁶ Se fotnote i Plansje 10.

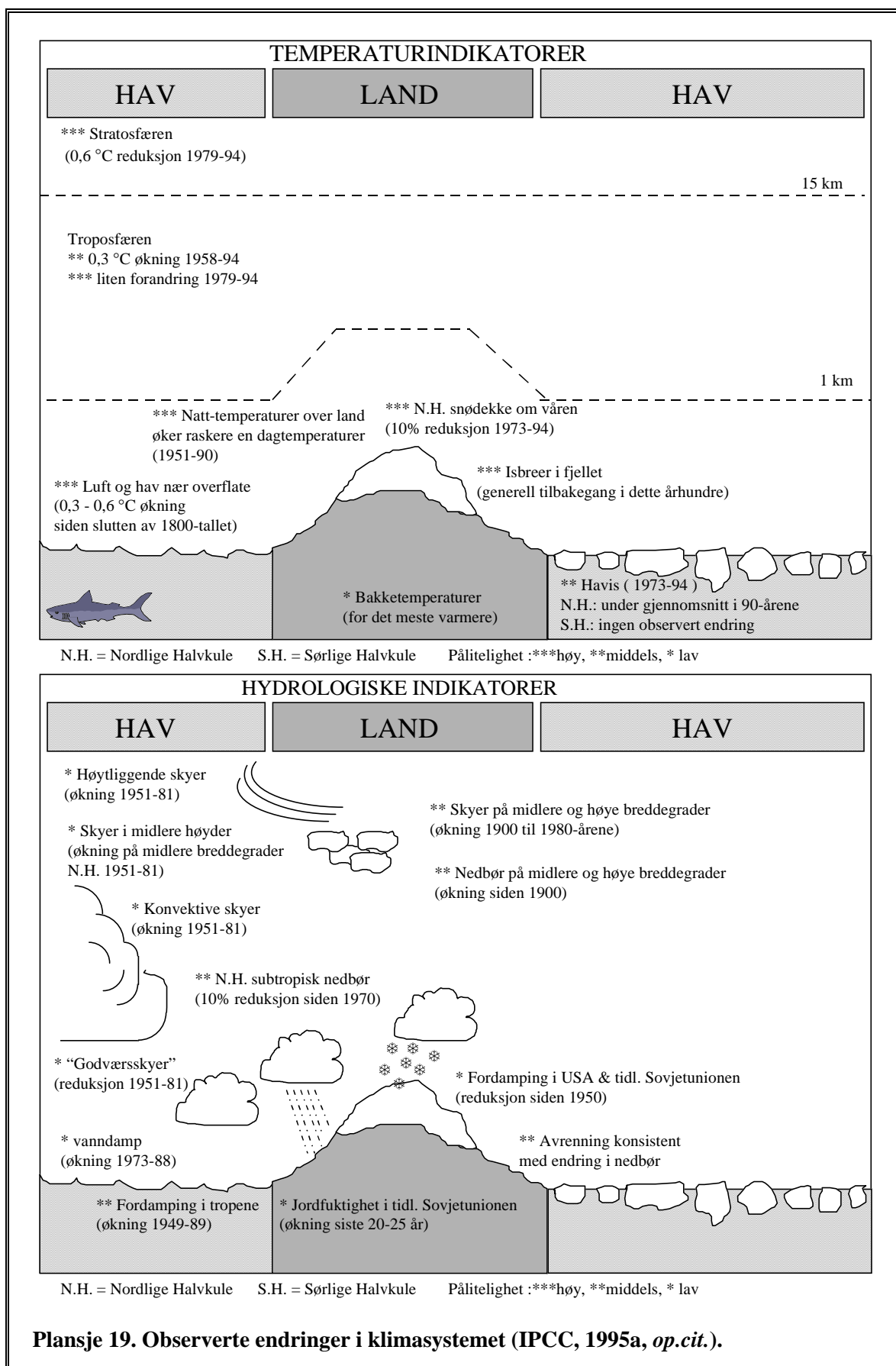
⁷ GWP for ozon-nedbrytende gasser er summen av en direkte (positiv) og en indirekte (negativ) komponent. Sistnevnte er sterkt avhengig av hvor effektivt disse gassene bryter ned ozon. Generelt tenderer halongassene til å ha en *negativ* netto GWP, mens KFK-gassene tenderer til å være *positive* både over tidshorisonter på 20 og 100 år.



Plansje 18 viser endringer i årsmidlet overflatetemperatur over landområder og havområder mellom periodene 1955-74 og 1975-94. De siste årene har oppvarmingen vært størst over kontinenter som ligger mellom 40°N og 70°N. Noen få områder, f. eks. Atlanterhavet nord for 30°N og enkelte tilgrensende landområder, er blitt kjøligere de siste tiårene. Over landområder har natt-temperaturene økt mer enn dagtemperaturene, og oppvarmingen har vært sterkest over kontinentene på midlere breddegrader om vinteren og våren. Klimaindikatorer antyder at det 20. århundret kan være det varmeste siden 1400-tallet. Havnivået har i løpet av de siste 100 år steget med mellom 10 og 25 cm, og mye av dette kan skyldes den globale oppvarmingen.



Observasjoner viser at nedbørsmengdene har økt over landområder i nordlige strøk, spesielt i den kalde årstiden. Samtidig har det siden 1960-tallet skjedd en nedgang i nedbørsmengdene i de tropiske og subtropiske strøk fra Afrika til Indonesia. Den gjennomsnittlige globale nedbørsmengden over landområder økte fra 1900 til 1960, men siden 1980 har den sunket. Beregninger antyder at fordampingen over de tropiske havområdene kan ha økt, mens den har gått ned over store deler av Asia og Nord-Amerika. Observasjoner viser at vandampinnholdet i atmosfæren over tropene har økt siden 1973. Siden 1950-tallet har skydekket trolig økt over havområdene. **Plansje 19** viser et sammendrag av de observerte klimaendringene i den perioden instrumentelle målinger er foretatt.



En merkbar menneskeskapt klimaeffekt

Siden forrige hovedrapport fra IPCC er det gjort betydelige framskritt i arbeidet med å skille naturlige klimavariasjoner fra menneskeskapt (antropogen) påvirkning av klimaet. Dette skyldes blant annet at man har inkludert atmosfæriske partikler (aerosoler) i klimamodellene i tillegg til drivhusgassene, noe som gir et mer realistisk bilde av menneskeskapt effekter. En har også fått bedre forståelse av intern variabilitet i klimasystemet.

Analysen av observerte endringer i *globalt midlet lufttemperatur* i bakkenivå over det siste århundret har påvist en signifikant endring og viser at det er lite sannsynlig at den observerte oppvarmingen utelukkende er naturlig. Nyere analyser benytter også modeller som tar hensyn til økte konsentrasjoner av både drivhusgasser og aerosoler. *Mønstrene i tid og rom* for observerte klimaendringer blir sammenlignet med de endringene som slike modellberegninger gir. Med bakgrunn i slike analyser kan man nå med større sikkerhet si at den globale oppvarmingen skyldes menneskenes aktiviteter. Dette har ledet til konklusjonen fra FNs klimapanel om at "*hovedtyngden av datamaterialet (...) tyder på en merkbar menneskeskapt påvirkning på det globale klima*". Klimapanelet påpeker imidlertid at det er usikkerhet knyttet til sentrale forhold slik som størrelse og mønster for naturlig langtidsvariabilitet. (**Plansje 20**). Områder hvor det fortsatt er usikkerhet og faglig uenighet blir diskutert videre i kapittel 3.

Plansje 20

FNs klimapanel (IPCC, 1995):

«The balance of evidence, from changes in global mean surface air temperature and from changes in geographical, seasonal and vertical patterns of atmospheric temperature, suggests a discernible human influence on global climate. There are uncertainties in key factors, including the magnitude and patterns of long-term natural variability.»

«Hovedtyngden av datamaterialet, basert på endringer i global gjennomsnittlig lufttemperatur ved jordens overflate og på endringer i geografiske, sesongmessige og vertikale mønstre for atmosfærisk temperatur, tyder på en merkbar menneskeskapt påvirkning på det globale klima. Det er usikkerhet knyttet til nøkkelfaktorer, bl.a. størrelse og mønster for naturlige variasjoner på store tidsskalaer.»

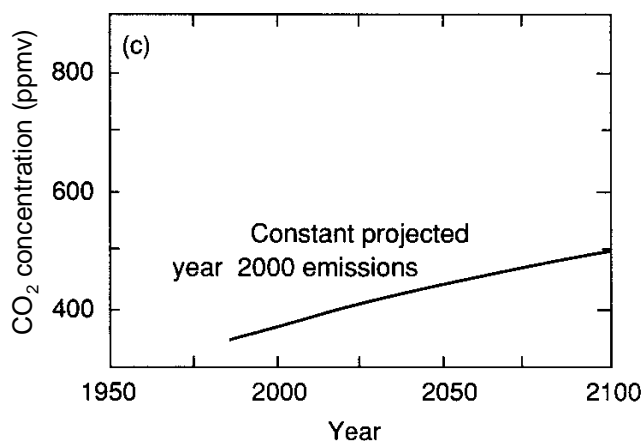
2.7 Nødvendige reduksjoner i utslippene for stabilisering av konsentrasjonene

Artikkel 2 i Klimakonvensjonen refererer eksplisitt til “stabilisering av konsentrasjonen av drivhusgasser”, og dette brukes derfor som et utgangspunkt i diskusjonen om utslippsreduksjoner. Stabilisering av *utslippene* er imidlertid ikke tilstrekkelig for å stabilisere *konsentrasjonene* like raskt, illustrert ved følgende eksempel: Hvis utslippene av CO₂ stabiliseres på dagens nivå vil likevel konsentrasjonen i atmosfæren fortsette å øke i minst to århundrer framover (**Plansje 21**). Dette skyldes at det tar lang tid å fjerne ‘ekstra’ CO₂ fra atmosfæren.

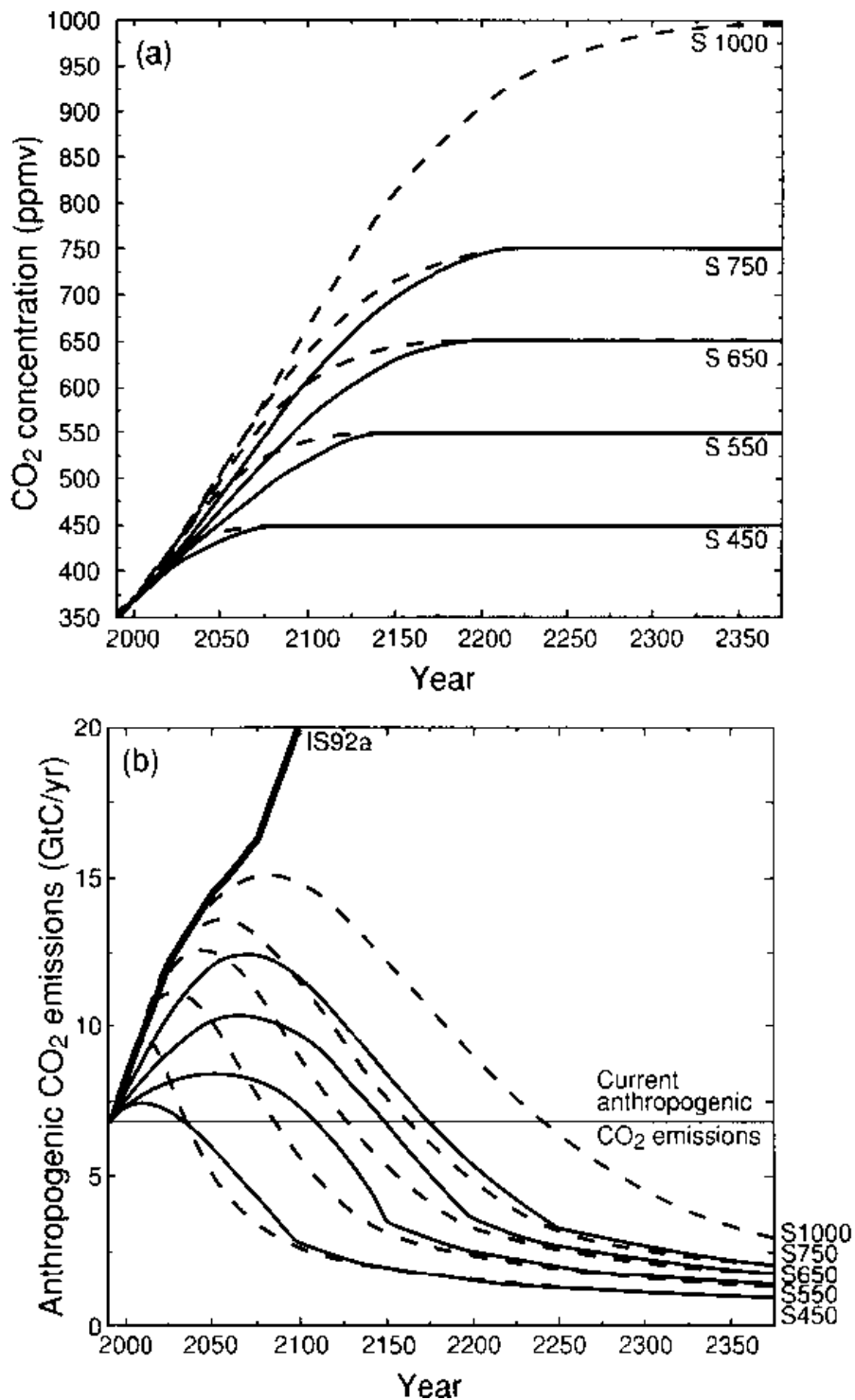
Plansje 22 (a og b) viser Klimapanelets estimater for hvor store reduksjoner i CO₂-utslippene som må til for å oppfylle ulike stabiliseringsmål. I **Plansje 22a** tenker man seg at CO₂-konsentrasjonen i atmosfæren skal stabiliseres på fem ulike nivåer. **Plansje 22b** viser hvordan *utslippene* av CO₂ kan utvikle seg for å oppnå de ulike stabiliseringsnivåene angitt i **Plansje 22a**. **Plansje 22b** viser også dagens utslippsnivå (horisontal linje) og IPCCs beste estimat for hvordan utslippsforløpet vil bli i mangel av aktive tiltak for utslippsreduksjoner (IS92a). De stiplede kurvene viser et forløp hvor en utsetter tiltakene for utslippsreduksjoner, dvs. at utslippene tillates å følge IS92a-scenariet (“business as usual”) til minst år 2000. Dette illustrerer at det er en viss fleksibilitet knyttet til situasjonen. Utsettelse av tiltak kan kompenseres ved iverksettelse av desto mer omfattende reduksjoner på et senere stadium.

For å stabilisere konsentrasjonen av CO₂ på 450, 650 eller 1000 ppmv, må de antropogene utslippene reduseres til under 1990-nivå i løpet av henholdsvis 40, 140 eller 240 år fra i dag, og deretter må utslippene reduseres til godt under halvparten av dagens utslipp. Til sammenligning var før-industriell konsentrasjon av CO₂ ca. 280 ppmv, mens konsentrasjonen i 1994 var 358 ppmv. Realistiske stabiliseringsscenarier ligger altså betydelig høyere enn disse verdiene.

For metan (CH₄) er det tilstrekkelig å redusere de antropogene utslippene med 8% for å stabilisere konsentrasjonen i atmosfæren på dagens nivå. Dette skyldes gassens relativt korte levetid (ca. 12 år). Når det gjelder lystgass (N₂O) må de antropogene utslippene reduseres med mer enn 50% for å stabilisere konsentrasjonen på dagens nivå.



Plansje 21. Framtidige konsentrasjoner av CO₂ i atmosfæren dersom utslippsnivået holdes konstant på et antatt år 2000-nivå. (IPCC, 1994, *op.cit.*).



Plansje 22. (a) Ulike utviklingsbaner som gir stabilisering av CO₂-konsentrasjonen på ulike nivåer; (b) Ulike utviklingsbaner for CO₂-utslippene for å oppnå stabiliseringsnivåene gitt i figur (a). Figur (b) viser også dagens utslippsnivå (horisontal linje) og IPCCs beste estimat for hvordan utslippsforløpet vil bli i mangel av aktive tiltak for utslippsreduksjoner (IS92a). De stiplede kurvene viser et forløp hvor en utsetter tiltakene for utslippsreduksjoner, dvs. at utslippene tillates å følge IS92a-scenariet ("business as usual") til minst år 2000. (IPCC, 1995a, *op.cit.*).

2.8 Framtidige klimaendringer

På grunnlag av scenarier for framtidige utslipp og omfattende studier med klimamodeller, har IPCC beregnet en sannsynlig økning i global middeltemperatur på mellom 1 og 3.5°C fra 1990 til år 2100. En oppvarming på 2°C oppgis som beste estimat. Gjennomsnittlig oppvarmingshastighet vil sannsynligvis være større enn hva man har hatt de siste 10 000 år. Havnivået vil stige som følge av havets termiske utvidelse og smelting av isbreer og innlandsis. Modellene beregner en økning i havnivået på 15 til 95 cm fra i dag og fram til år 2100. En stigning på 50 cm oppgis som beste estimat. (**Plansje 23**).

Plansje 23. Beregnete økninger i temperatur og havnivå fra i dag til år 2100 (IPCC, 1995a, *op.cit.*).

	Scenario		
	<i>Lav</i>	<i>Middels</i>	<i>Høy</i>
Temperaturøkning i år 2100	1°C	2°C	3.5°C
Stigning i havnivå i år 2100	15 cm	50 cm	95 cm

Studier viser at framtidige klimaendringer kan få følgende trekk:

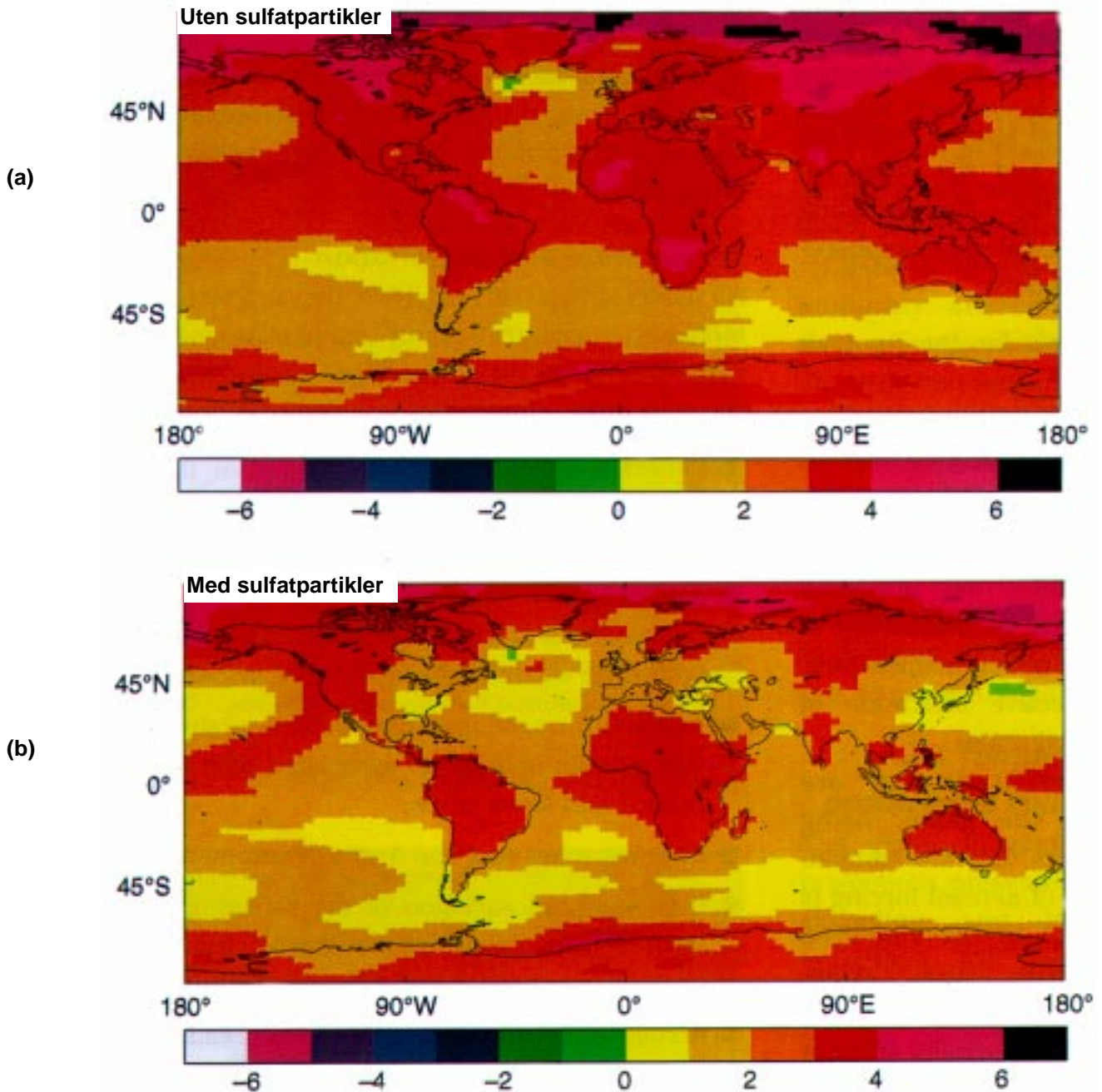
- Om vinteren vil oppvarmingen over land bli sterkere enn over hav.
- Oppvarmingen blir størst på høye nordlige breddegrader om vinteren.
- Om vinteren vil det bli økt nedbør og jordfuktighet på høye breddegrader.
- Vannets kretsløp vil bli akselerert. Dette innebærer endringer i forekomst av tørke og flom.
- Flere dager med ekstrem varme, og færre dager med ekstrem kulde.
- Flere modeller viser at det kan bli flere ekstreme nedbørsperioder i noen områder.

Når effektene av aerosoler inkluderes i beregninger av framtidige klimaendringer får en noe redusert oppvarming ved overflaten, hovedsakelig på midlere breddegrader på den nordlige halvkule. Maksimal vinteroppvarming på høye breddegrader blir mindre (se **Plansje 24**).

Plansje 24a viser endring i overflatetemperaturen ved tidspunktet for dobling av CO₂-konsentrasjonen i forhold til dagens nivå. **Plansje 24b** viser endring i overflatetemperaturen ved tidspunktet for dobling av CO₂-konsentrasjonen når det er tatt hensyn til økningen i konsentrasjonen av både CO₂ og aerosoler.

Kristjánsson et al. (1996) diskuterer mulige klimaendringer i Norges nære havområder de nærmeste 50-100 årene. I år 2050 oppgis en forventet oppvarming på 1-3°C over Norskehavet og Barentshavet. Vinterstid kan en imidlertid forvente opptil 5°C oppvarming over kontinentene på høye breddegrader. Videre ventes stormaktiviteten å øke over den østlige Nord-Atlanteren, samtidig som en kan få en økning i antall lavtrykk med storm styrke eller mer på ca. 5 per vinter. Havnivået kan øke med opptil 50 cm, mens bølgehøyde og stormflo kan kommet til å øke i den østlige Nord-Atlanteren. Det antas små endringer i havstrømmene og redusert utbredelse av havis i Norskehavet og Barentshavet.

TEMPERATURENDRING (°C)



Plansje 24. (a) Endring i overflatetemperatur (°C) ved tidspunktet for dobling av CO₂-konsentrasjonen; (b) Endring i overflatetemperatur ved tidspunktet for dobling av CO₂-konsentrasjonen når det er tatt hensyn til økning i konsentrasjonen av sulfatpartikler (aerosoler). (IPCC, 1995a, *op.cit.*) .

IPCCs utslippsscenarier

IPCC har utarbeidet 6 ulike scenarier, kalt IS92a-f, for menneskeskapte utslipp av klimagasser og stoffer som danner aerosoler for perioden 1990 til 2100. Scenarier for CO₂-utslipp er vist i **Plansje 25a**. IS92-scenariene er basert på antagelser vedrørende befolkningsvekst, økonomisk vekst, arealbruk, teknologiske endringer, energitilgjengelighet og sammensetning i forbruk av energibærere.⁸

IS92a er det mellomliggende utslippsscenario og regnes som “beste estimat” for hvordan utslippsforløpet vil bli i mangel av aktive tiltak for utslippsreduksjoner. I år 2100 innebærer IS92a et utslipp på omkring 20 milliarder tonn karbon per år (GtC/år). Det laveste scenariet (IS92c) er ca. 5 GtC/år mens det høyeste er 36 GtC/år. Til sammenligning er dagens utslipp i overkant av 7 GtC/år.

Med utgangspunkt i disse utslippsscenariene er det beregnet scenarier for *konsentrasjoner* av CO₂ og andre klimagasser (CH₄, N₂O, O₃, KFK, etc.) i atmosfæren, utvikling i global *middeltemperatur* og stigning i *havnivå* for den samme perioden. Disse er vist i de andre kurvene i **Plansje 25(b-d)**. Merk at scenariene for endringer i temperatur og havnivå (**Plansje 25c-d**) i tillegg til CO₂ også bygger på endringer i konsentrasjoner av andre klimagasser og partikler. **Plansje 25b** viser at for alle scenariene vil konsentrasjonen av CO₂ fortsette å øke gjennom den simulerte perioden 1990 til 2100 (se også **Plansje 21**).

Det mellomliggende av IPCCs scenarier (IS92a) innebærer en økning i global middeltemperatur i forhold til 1990 på omtrent 2°C i år 2100 (**Plansje 25c**). Alle kurvene i figuren bygger på “beste estimat” av verdien for klimafølsomhet⁹, nemlig 2.5°C. Klimafølsomheten er et uttrykk for hvor mye lufttemperaturen ved bakken endrer seg (ved likevekt) som følge av dobling av atmosfærisk ekvivalent CO₂-konsentrasjon. Ved å bruke hele skalaen for klimafølsomhet (fra 1.5 til 4.5°C) viser scenariestudiene en økning i global gjennomsnittstemperatur på mellom 0.8 og 4.5°C i år 2100. Begge ekstremverdiene forutsetter at konsentrasjonene av aerosoler ikke øker i forhold til nivået i 1990.

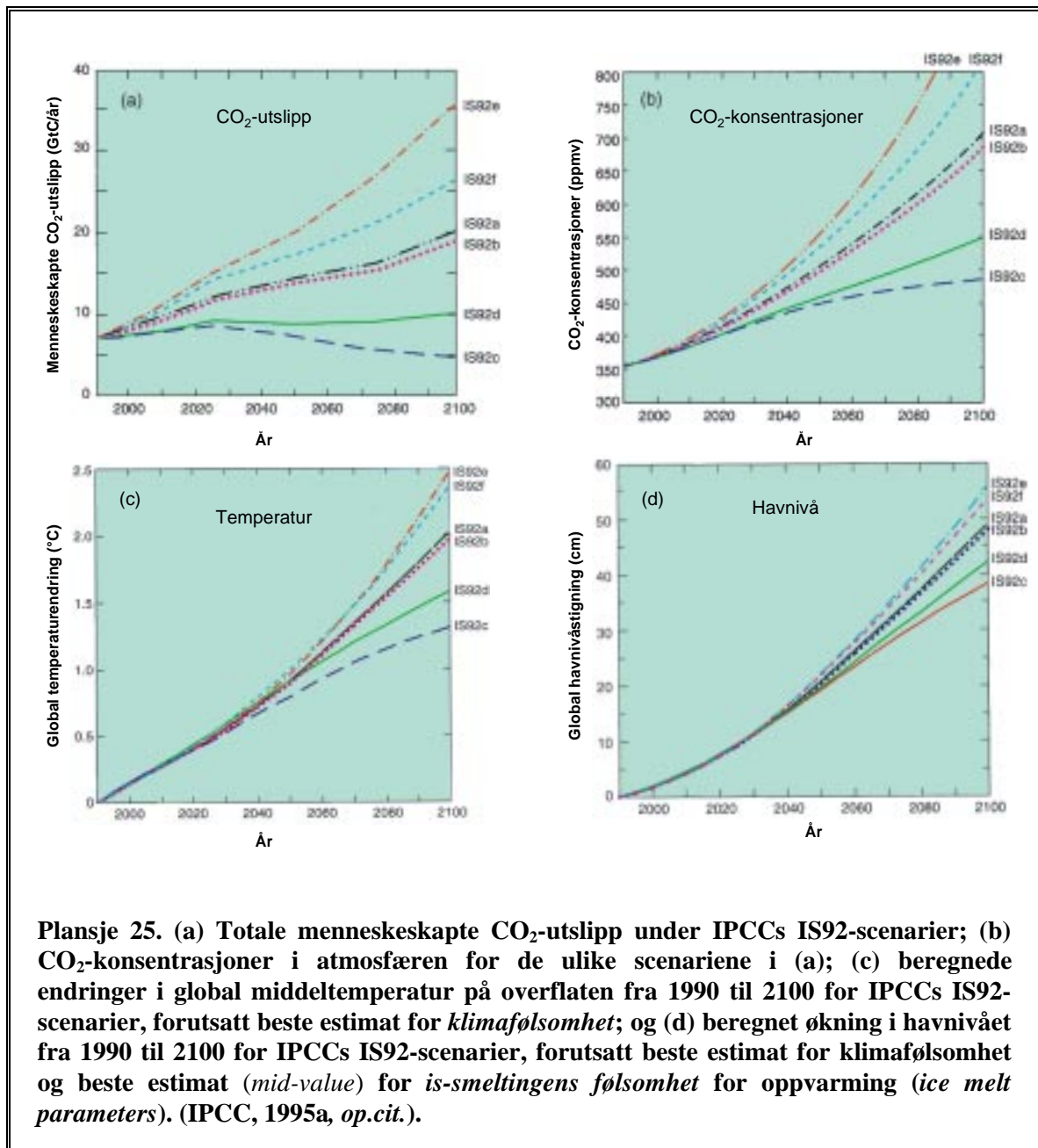
Aerosolene forventes å påvirke klimaet både globalt og regionalt. Ved å bruke “beste estimat” for klimafølsomhet beregner modellene en økning i global middeltemperatur i år 2100 på 2.4°C hvis konsentrasjonen av aerosoler holdes konstant på 1990-nivå, og 2.0°C ved å anta en sannsynlig økning i aerosolkonsentrasjoner.¹⁰ Aerosoleffektene er imidlertid sterkt geografisk avgrenset omkring utslippskildene, og forventes derfor å gi større utslag på temperaturene på den nordlige halvkule. Aerosolene kan også forstyrre sirkulasjonen i atmosfæren.

Gjennomsnittlig havnivå forventes å stige som følge av havenes termiske utvidelse og smelting av isbreer og innlandsis. IS92a-scenariet viser en stigning i havnivået ved år 2100 på omtrent 50 cm (**Plansje 25d**). Scenariene for havnivåstigning på figuren er basert på “beste estimat” av verdier for klimafølsomhet og is-smeltingens følsomhet for oppvarming. Dette gir en relativt liten variasjon mellom scenariene. Ved å kombinere ulike verdier for klimafølsomhet og is-smeltingsfølsomhet med IS92-scenariene gir modellene en havnivåstigning på mellom 15 og 95 cm fra i dag og fram til år 2100.

⁸ Se tabell “SPM-1” i *Summary for Policymakers*, IPCCs arbeidsgruppe II.

⁹ I IPCC-rapportene viser klimafølsomhet vanligvis til langtids (likevekt) endring i global gjennomsnittlig lufttemperatur ved bakken som følge av en dobling av atmosfærisk ekvivalent CO₂-konsentrasjon. Mer generelt viser den til likevektsendringen i lufttemperatur ved bakken som følger av en enhet endring i strålingspådriv (°C/Wm⁻²).

¹⁰ IPCC (1995a, *op.cit.*)



Det er mange faktorer som i dag begrenser forskernes evne til å beregne og oppdage framtidige klimaendringer. Store og raske endringer i klimasystemet, noe som har forekommet tidligere, kan være vanskelige å forutsi. Dette innebærer at klimaendringer også kan føre med seg «overraskelser», noe som først og fremst skyldes klimasystemets ikke-lineære karakter. Når slike systemer utsettes for raske påvirkninger har de en særlig tilbøyelighet til å oppvise uventet oppførsel. Eksempler på slik ikke-lineær oppførsel er bl.a. raske sirkulasjonsendringer i Nord-Atlanteren og tilbakekoblinger knyttet til endringer i terrestriske økosystemer.

2.9 Konsekvenser, tilpasning og forebygging

IPCCs Arbeidsgruppe II har studert mulige virkninger av klimaendringer på fysiske og økologiske systemer, menneskers helse og på sosio-økonomiske sektorer.¹¹ I tillegg har arbeidsgruppen hatt ansvaret for å gjennomgå mulige tekniske og økonomiske tilpasningstiltak og forebyggingstiltak. Arbeidsgruppe III har sett på økonomiske og sosiale dimensjoner knyttet til klimaproblematikken, blant annet rettferdig fordeling, beregning av kostnader ved reduksjon i utslippene av klimagasser, og effektive virkemidler.¹²

Økosystemer

I dag utsettes mange økosystemer og sosio-økonomiske systemer for belastninger, for eksempel fra forurensning og økende ressursuttak. Forskerne mener at klimaendringer vil representere en tilleggsbelastning. Klimaendringer vil føre til at mange økosystemers sammensetning og geografiske fordeling vil endres. Ved en global oppvarming på 1 til 3,5°C over de neste hundre år vil økosystemene trolig forskyve seg nordover mot polene og mot høyere liggende strøk. Reduksjon i det biologiske mangfoldet kan også forventes. Enkelte skogtyper kan forsvinne, mens nye sammensetninger av arter og nye økosystemer kan etableres. Anslagsvis 1/3 av verdens skogsareal forventes å bli utsatt for betydelige endringer. De største endringer i vegetasjonstyper forventes på høye breddegrader. Ørkenene bli mer ekstreme ved at de blir varmere uten at fuktigheten øker. Det kan ta flere århundrer før enkelte økosystemer oppnår ny likevekt, selv etter at klimasystemet har nådd en ny balanse.

Vannforsyning

Det er beregnet at mellom en tredjedel og halvparten av isbreene kan forsvinne i løpet av de neste 100 år. Sammen med et endret nedbørsmønster og endret fordampning av vann vil dette påvirke bl.a. vannføringen i elver og tilførselen av vann til jordbruk, bedrifter, husholdninger og vannkraftverk.

Jordbruk

En global oppvarming vil føre til større variasjoner i jordbruksproduksjonen mellom regioner. Studier tyder på at den globale matvareproduksjonen vil kunne opprettholdes, mens den geografiske fordelingen av matproduksjonen vil endres. Slike regionale endringer i produksjonsmønsteret kan føre til økt risiko for sult og hungersnød i enkelte områder.

Havnivå og flom

I dag bor 46 millioner mennesker i flomutsatte områder. En stigning i havnivået på 50 cm vil øke dette tallet til 92 millioner; en stigning på 1 meter vil øke det til 118 millioner mennesker (en har da sett bort i fra forventet befolkningsvekst). Tap av areal kan bli betydelig for utsatte kyst- og øystater som Nederland, Bangladesh og Majuro-atollen (Marshall-øyene). Utviklingsland er mest sårbare overfor endringer i havnivået fordi de har dårligst utbygde beskyttelsessystemer. Økt havnivå kan føre til at store deler av befolkningen i utsatte land må flytte.

¹¹ IPCC, 1995b. *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 s.

¹² IPCC, 1995c. *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, WMO/UNEP. Cambridge University Press, 448 s.

Helse

Klimaendringer forventes å ha vidtrekkende helseeffekter og kan komme til å medføre betydelige tap av menneskeliv. Mulige direkte effekter er flere sykdomstilfeller og dødsfall som følge av hyppigere, mer intense og langvarige hetebølger. Eksempler på indirekte helseeffekter av klimaendringer er økning i infeksjonssykdommer som spres med smittebærere (f.eks. malaria og gul feber). En økning i temperaturen på 3 til 5°C forventes å føre til 50-80 millioner nye tilfeller av malaria per år. Til sammenligning er i dag 500 millioner mennesker smittet av malaria.

Plansje 26

Estimerte kostnader ved en dobling av atmosfærens konsentrasjon av karbondioksid

- Globalt 1,5 - 2% av BNP
- I-land 1 - 1,5% av BNP
- U-land 2 - 9% av BNP

Kilde: IPCC (1995c, op.cit.)

Økonomiske konsekvenser

IPCC har gjennomgått et stort antall analyser av økonomiske konsekvenser av en menneskeskapt klimaendring, der de fleste tar utgangspunkt i en dobling av CO₂-konsentrasjonen i atmosfæren i forhold til det før-industrielle nivå. Tallene er usikre men peker på at den forventede kostnaden er mye større for u-landene enn for i-landene, se **Plansje 26**. Grunnen til forskjellen er at u-landenes økonomier er mer sårbare (mer basert på landbruk og naturressurser) og at deres administrative og økonomiske kapasitet til å håndtere en klimaendring er mindre enn i-landenes.

Tiltak for utslippsbegrensninger og tilpasning

Klimapanelet har kommet fram til at det ved hjelp av kjent teknologi er mulig å redusere utslippene av drivhusgasser betydelig og samtidig oppnå økonomiske gevinster. Dette kan blant annet skje ved energieffektivisering. Studier viser at det med dagens teknologi er mulig å oppnå en energieffektivisering på fra 10 til 30% uten at det medfører store kostnader. Innen år 2100 vil verdens kommersielle energisystemer være skiftet ut minst to ganger. Dette gir gode muligheter til å endre energisystemet uten for store omstillingskostnader.

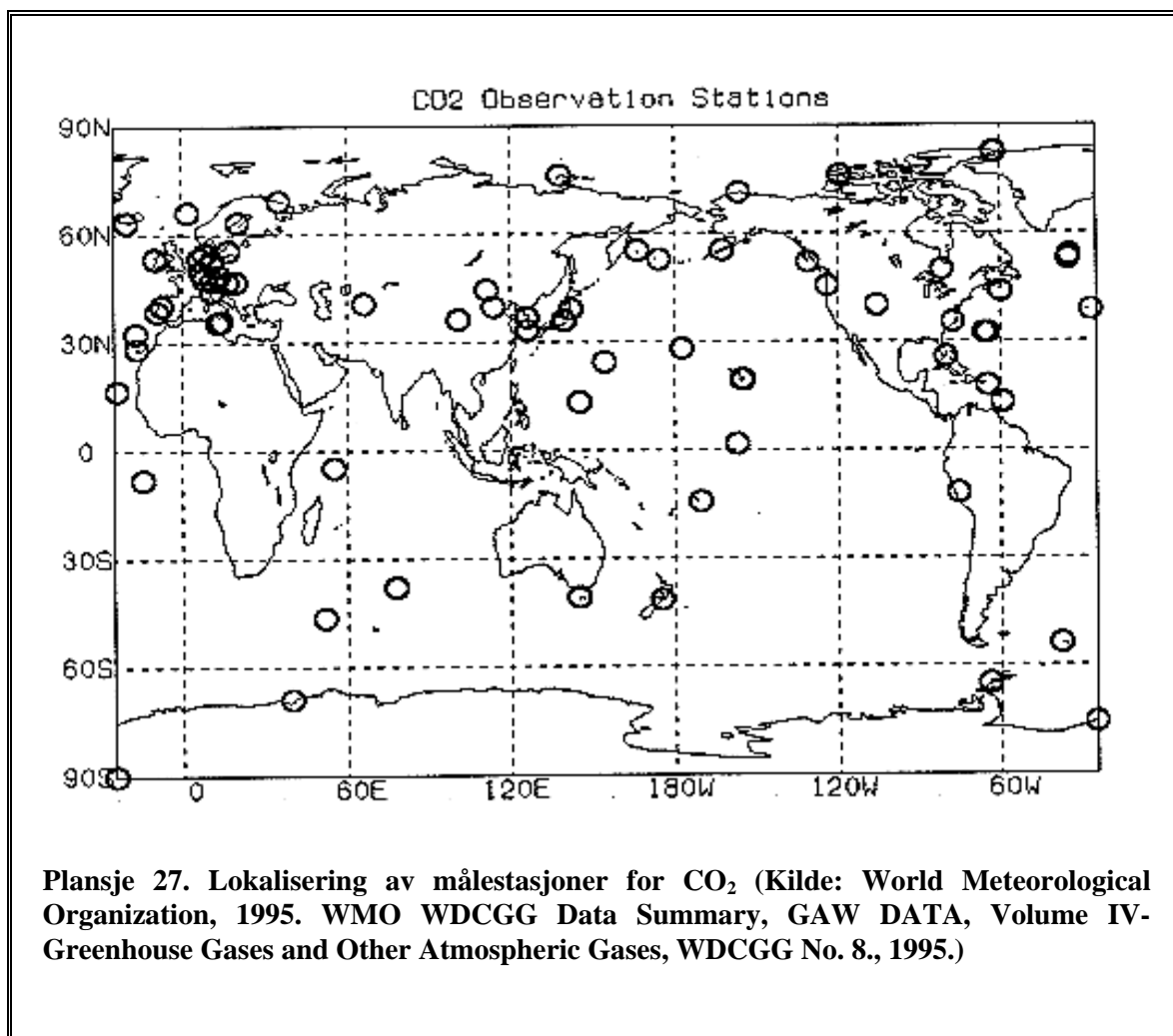
Arbeidsgruppe II foreslår en rekke sektorspesifikke tiltak. Innenfor jordbruket kan en blant annet møte framtidige klimaendringer ved å forbedre forvaltningen av landbruksjord, samle opp metan fra gjødselslagre og bruke gjødsel på en mer effektiv måte. Aktuelle tiltak for å redusere nettoutslippene i skogsektoren for å redusere nettoutslippene er å bevare det nåværende skogdekket ved å redusere avskogingstakten, etablere "ny" skog, samt å erstatte fossile brenslere med bioenergi.

I dag er det mange områder i verden der tilgangen på nødvendig teknologi og informasjon er svært begrenset. Mulighetene for å velge de mest kostnadseffektive tilpasningsstrategiene vil være avhengig av tilgjengelighet på teknologi og finansielle ressurser. U-land er mest sårbare ettersom de økonomiske og institusjonelle forholdene i disse landene er mindre gunstige enn i industrilandene. Det ligger derfor et stort potensiale i å bedre tilgjengeligheten for informasjon og effektiv teknologi. I tillegg vil forhold som kultur, utdanningsnivå, forvaltning og lovgivning, både nasjonalt og i internasjonale organer, innvirke på mulighetene for effektive tiltak.

3. NOEN HOVEDPUNKTER FRA DEBATTEN OM KLIMAPANELETS ARBEID

Det har i lengre tid pågått en debatt om IPCCs arbeid. Debatten har grovt sett to dimensjoner. Det har vært stilt spørsmål ved det vitenskapelige grunnlaget for IPCCs konklusjoner vedrørende effekten av menneskelige utslipp på det globale klimaet. Dernest har det vært reist kritikk mot IPCCs organisering og arbeidsmåte. IPCC beskyldes blant annet for å være påvirket av politiske prioriteringer og for å være lite åpen for alternative faglige synsmåter.

Det er i dag bred enighet blant forskere om at menneskeskapt utslipp av klimagasser og partikler vil kunne gi et annerledes klima. Fremdeles er det imidlertid delte oppfatninger og tvil vedrørende sammenhengen mellom menneskelige aktiviteter og observerte endringer. Dette kapitlet gir en kort gjennomgang av noen sentrale diskusjonstemaer.



3.1 Datagrunnlaget for målinger av CO₂-konsentrasjoner

Det har vært hevdet at datagrunnlaget er for spinkelt til å konkludere at CO₂-konsentrasjonene i atmosfæren har økt siden før-industriell tid. Utviklingen i CO₂-konsentrasjonen måles v.h.a. ulike direkte og indirekte metoder. Systematiske, direkte målinger av CO₂-konsentrasjonen i atmosfæren startet på Sydpolen i 1957 og på Hawaii i 1958. Ved utgangen av 1996 var det et globalt nettverk av 90 stasjoner som gir jevnlig målinger av CO₂-konsentrasjonen i atmosfæren¹³ (**Plansje 27**). Målingene fra disse stasjonene bekrefter økningen i CO₂-konsentrasjonen i atmosfæren over de siste årtier. **Plansje 28** viser måleresultatene fra Sydpolen og Hawaii (Mauna Loa).

For å studere konsentrasjonene fra tiden før de direkte målingene startet har en for det meste basert seg på analyser av luftbobler innelukket i is. Dette er en komplisert prosess, og det har vært reist spørsmål¹⁴ ved om slike analyser kan gi pålitelig informasjon om konsentrasjonene av drivhusgasser så langt tilbake som 200 000 år før nåtid. Grundige vurderinger, publisert blant annet i *Science*¹⁵, konkluderer imidlertid med at resultatene er pålitelige. Dette bekreftes også av samsvar mellom resultater fra svært ulike iskjerner. Nylig ble dessuten en annen teknikk benyttet til å bestemme konsentrasjonene av de viktigste drivhusgassene de siste 100 år.¹⁶ Studien baserte seg på målinger i snølaget ved Sydpolen og bekrefter resultatene fra andre metoder.

Målingene og analysene, som viser at CO₂-konsentrasjonen har økt med omkring 30% siden før-industriell tid og med ca. 14% siden de direkte målingene startet i 1957, vurderes derfor som meget pålitelige.

3.2 Betydningen av menneskeskapte CO₂-utslipp

Menneskeskapte CO₂-utslipp¹⁷ utgjør bare omkring 4.5% av den totale CO₂-mengden som hvert år tilføres atmosfæren¹⁸ (**Plansje 12**). Utslippene har imidlertid en større betydning enn dette tallet alene skulle tilsi. De naturlige utslippene av CO₂ har tilsvarende fjerningsmekanismer (“sluk”) som fører til at disse utslippene oppveies av opptaket. De menneskeskapte utslippene representerer derimot en strøm som kommer i tillegg og ødelegger balansen. Den forhøyede CO₂-konsentrasjonen reduseres svært langsomt. Over tid har man derfor fått en akkumulering av CO₂ i atmosfæren.

CO₂-målingene i atmosfæren viser at dagens nivå ligger ca. 30% over det før-industrielle. Totalt karbonlager i atmosfæren økte fra ca. 600 GtC i før-industriell tid til 750 GtC på 1980-tallet, og øker med ca. 3.2 GtC per år. Siden slutten av 1700-tallet har CO₂-konsentrasjonen i atmosfæren økt fra ~280 ppmv til ~358 ppmv i 1994. Før dette, i en 1000-årsperiode hvor det globale klimaet var relativt stabilt, fluktuerte CO₂-konsentrasjonen med ca. ±10 ppmv omkring 280 ppmv. Se også kapittel 2.3 over.

¹³ Ifølge tall fra *World Data Centre for Greenhouse Gases* under *World Meteorological Organization*. Japan Meteorological Agency, 1-3-4, Otemachi, Chiyoda-ku, Tokyo 100, Japan.

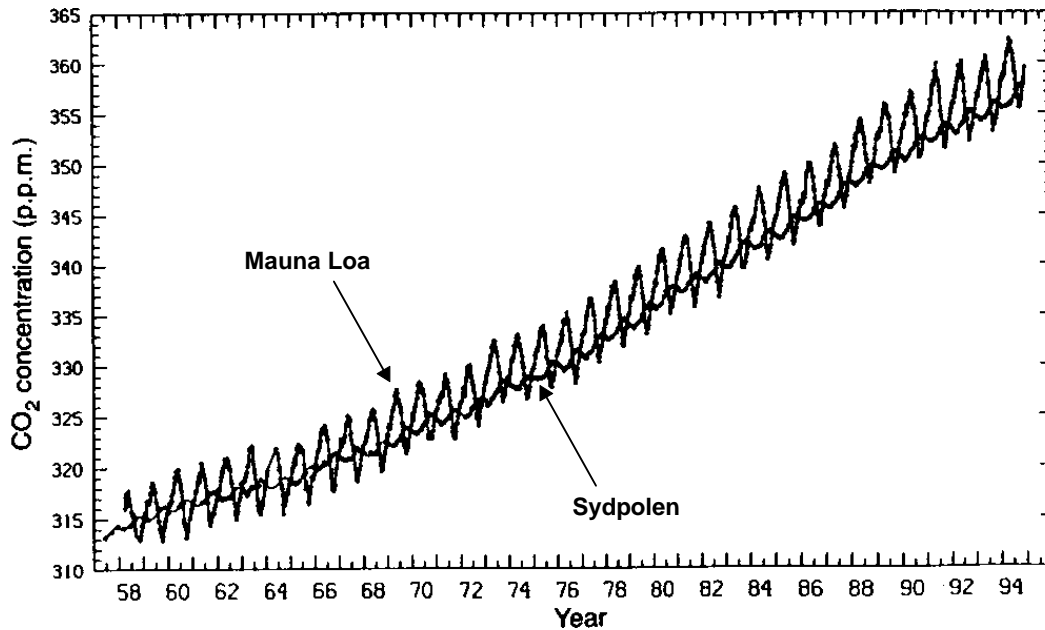
¹⁴ Jaworowski, Z., Segalstad, T.V. & N. Ono. 1992. Do glaciers tell a true atmospheric CO₂ story? *The Science of the Total Environment*, 114: 227-284.

¹⁵ Raynaud, D. *et al.* 1993. The Ice Record of Greenhouse Gases. *Science*, 259: 926-934.

¹⁶ Battle, M. *et al.* 1996. Atmospheric gas concentrations over the past century measured in air from firn at the South Pole. *Nature*, 383: 231-235.

¹⁷ Begrepet “menneskeskapte CO₂-utslipp” omfatter utslipp fra fossile brensler og arealbruksendringer/avskoging.

¹⁸ = [(menneskeskapt frigjøring fra arealbruksendringer + fossile brensler) / (naturlig frigjøring fra havet + vegetasjonen)] * 100 = [(1.6+5.5)GtC/(90+60)GtC]*100 ≈ 4.5%.



Plansje 28. Utvikling i CO₂-konsentrasjonen på Mauna Loa og ved Sydpolen. Mauna Loa-serien er representert ved kurven som viser markert sesongvariasjon, mens serien fra Sydpolen er vist ved den jevneste kurven. (Kilde: Keeling, C.D. *et al.* 1995. *Nature*, 375: 666-670).

Det er liten tvil om at denne økningen i CO₂-konsentrasjonen i all hovedsak skyldes menneskeskapt utslipp. De observerte økningene i atmosfærisk CO₂-konsentrasjon gir i seg selv gode indikasjoner: Når kortsiktige variasjoner i konsentrasjonene holdes utenfor, tilsvarende økningen i atmosfærisk CO₂ etter 1957 omkring 50% av de menneskeskapt utslippene i dette tidsrommet. Videre har forskjellen i konsentrasjonene mellom den nordlige og sydlige halvkule økt parallelt med økningen i CO₂-utslipp fra fossile brensler, noe som er i overensstemmelse med forskjellen i utslippsnivå mellom halvkulene. **Plansje 11** viser fordelingen av det antropogene utslippene mellom ulike reservoarer. Betydningen av menneskeskapt CO₂-tilførsel kan også spores ved målinger av ¹⁴C-nivået i bl.a. årringer og koraller, fordi CO₂-utslipp fra fossile brensler ikke inneholder ¹⁴C-isotopen. Studier har vist at ¹⁴C-konsentrasjonen i årringer sank med omkring 2% i perioden fra 1800 til 1950.¹⁹

3.3 Betydningen av andre klimagasser og partikler

Karbondioksid står for den langt største oppvarmingseffekten av de menneskeskapt utslippene (**Plansje 15**). Andre gasser som ofte blir oversett i debatten, men som også bidrar i betydelig grad, er metan, lystgass, troposfærisk ozon og halokarboner.

Siden IPCCs første hovedrapport i 1990 har det blitt gjort betydelige framskritt i å inkludere effekter av sulfatpartikler i klimamodellene. Sulfatpartikler dannes fra svoveldioksid (SO₂), og har en klimaforstyrrende effekt ved at de reflekterer innstrålingen og derved virker avkjølede. Ettersom partiklene har korte oppholdstider i atmosfæren er imidlertid den direkte effekten på strålingsbalansen avgrenset til regionene hvor utslippene finner sted. De viktigste av disse er Europa, Nord-Amerika og deler av Øst-Asia.

¹⁹ Suess, H.E. 1955. Radiocarbon concentration in modern wood. *Science*, 122: 105-131. Sitert etter IPCC (1994, *op.cit.*)

På global skala vil ikke effekten av partikler oppveie oppvarmingen fra klimagassene. Slike avkjølingseffekter kan imidlertid forstyrre sirkulasjonsmønsteret i atmosfæren og derved bidra til et annerledes klima.

3.4 Oppholdstid og justeringstid for CO₂ i atmosfæren

Et sentralt argument fra noen kritikere er en påstått uoverensstemmelse mellom levetiden for CO₂ i atmosfæren angitt av Klimapanelet og den som beregnes fra isotopforhold.²⁰ Sistnevnte beregninger baseres på observasjoner av blant annet radioaktivt karbon dannet ved prøvesprengninger av atombomber.

Uoverensstemmelsen det siktes til skyldes imidlertid at begrepet “levetid” brukes både om *oppholdstid* og *justeringstid*. *Oppholdstiden* for CO₂ (eller omsetningstiden) angir gjennomsnittlig oppholdstid for et CO₂-molekyl i atmosfæren. At denne er ca. 5 år er det ingen uenighet om. *Justeringstiden* derimot karakteriserer hvordan CO₂-konsentrasjonen avtar etter at en puls av stoffet er tilført atmosfæren. Nedenfor følger nøyaktige definisjoner av disse begrepene.²¹

Oppholdstid (omsetningstid, ‘turnovertime’): Defineres som forholdet mellom massen, M, av et reservoar og strømmen, S (masse per tidsenhet), ut av reservoaret, $t = M / S$. Dette blir også ofte omtalt som omsetningstid. Hvis masse fjernes fra reservoaret gjennom flere ulike prosesser slik at det er flere separate strømmer ut (S_i), kan en omsetningstid defineres m.h.t. hver enkelt prosess: $t_i = M / S_i$.

Justeringstid (‘adjustment time’, ‘response time’): Justeringstiden karakteriserer hvordan konsentrasjonen avtar etter at en puls av stoffet er tilført reservoaret. Justeringstid angir også hvor lang tid massen eller mengden bruker på å innstille seg på en ny likevekt etter at en vedvarende, konstant økning (trinnsfunksjon) i tilførsel av masse har inntruffet. For gasser med ett sluk som er proporsjonalt med mengden av gassen i reservoaret, er justeringstiden definert som den tid det tar å redusere forflytningen eller avviket fra likevekt til en e-del (1/e eller 37%) av den opprinnelige forflytningen. For CO₂, som har flere fjerningsmekanismer, defineres vanligvis ikke en enkelt justeringstid. Hvordan konsentrasjonen avtar over tid, kan studeres v.h.a. karbonsyklus-modeller og uttrykkes som en sum av flere eksponensialfunksjoner.

Levetid (lifetime): Dette er et mer generelt begrep uten en enkelt definisjon. Noen ganger brukes dette i stedet for justeringstid, andre ganger for omsetningstid, noe som kan føre til misforståelser.

Hvis sluket (utstrømming per tidsenhet, eller tap per tidsenhet) er direkte proporsjonalt med innholdet i reservoaret ($S = k \times M$, der k er en hastighetskonstant) er justeringstid lik omsetningstid. For KFK-11, som brytes ned gjennom fotokjemiske prosesser i stratosfæren, er omsetningstid og justeringstid like (50 år). Dersom ligningen $S = k \times M$ ikke holder eller hvis det er flere reservoarer som utveksler masse med hverandre, blir omsetningstid og justeringstid forskjellige. Et eksempel på dette er CO₂. Store mengder CO₂ utveksles mellom atmosfæren, havet og terrestrisk biosfære. Dette gir en omsetningstid på ca. 5 år ($t = M / S = 750 \text{ GtC} / 154 \text{ GtC/år} = 4.9 \text{ år}$). Justeringstiden for CO₂ i atmosfæren bestemmes imidlertid

²⁰ Emsley, J. (red.) 1996. *The Global Warming Debate*. The Report of the European Science and Environment Forum. London: Bourne Press Ltd, 288 s.

²¹ Basert på: (1) Rodhe, H. 1992. Modeling Biogeochemical Cycles. s. 55-72 i Butcher *et al.* (red.) Global Biogeochemical Cycles. Academic Press, 379 s.; og (2) “Definition of Time-Scales”, s. 42 i IPCC 1995a. *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. WMO/UNEP. Cambridge University Press, 572 pp.

først og fremst av hastigheten for transport av karbon fra havets overflatelag til dypere vannlag. IPCC oppgir en justeringstid for CO₂ på 50-200 år. I løpet av denne tiden er ca. 2/3 av en tilført puls er fjernet. Justeringen skjer raskt i begynnelsen og langsomt senere.

Det sentrale er at justeringstiden *ikke* angir oppholdstid for enkeltmolekylene, men tiden det tar før mengden av CO₂ i atmosfæren har justert seg ned mot det opprinnelige nivået. Denne justeringstiden er avgjørende når en skal beregne hvordan CO₂-konsentrasjonen utvikler seg på grunn av ekstra utslipp. Havet tar opp mye av den CO₂-mengden som slippes ut fra menneskeskapte kilder (ca. 30% av det årlige utslippet). Det tar imidlertid svært lang tid, tusen år eller mer, før en økt CO₂-mengde i atmosfæren av den størrelsesorden vi ser i dag er fullstendig fjernet ved opptak i havet. Dette skyldes at havets overflatelag blir surere slik at mindre CO₂ tas opp og at karbon transporteres sakte fra overflaten til dypere vannlag. Dette forklarer den lange justeringstiden for atmosfærisk CO₂.

I IPCCs rapport fra 1990 blir forskjellen mellom oppholdstid og justeringstid påpekt: *“The turnover time of CO₂ in the atmosphere, measured as the ratio of the content to the fluxes through it, is about 4 years. This means that on average it takes only a few years before a CO₂ molecule in the atmosphere is taken up by plants or dissolved in the ocean. This short time scale must not be confused with the time it takes for the atmospheric CO₂ level to adjust to a new equilibrium if sources or sinks change. This adjustment time, corresponding to the lifetime in Table 1.1, is of the order of 50-200 years, determined mainly by the slow exchange of carbon between surface waters and the deep ocean”*. Lignende presiseringer finner man også på s. 42 i IPCC (1994) og s. 76 i IPCC (1995).

3.5 Havets rolle for varmbalansen

Det har vært hevdet at naturlige variasjoner i temperatur og ut- og innstråling er mye større enn hva en økning i CO₂ kan medføre, og at oppvarmingseffekten av CO₂ ikke vil være av betydning. Det er riktig at havet tar opp en stor del av den tilførte energimengden p.g.a. sin store varmekapasitet. Det forhindrer imidlertid ikke at det kan bli betydelig temperaturøkning i atmosfæren. Som en følge av luftens lave varmekapasitet kan temperaturendringene være betydelige selv om endringen i den termiske energien er liten i forhold til i havet. Videre er det hevdet at en eventuell oppvarming p.g.a. CO₂ vil overføres til havet lenge før den kan skilles fra naturlige, tilfeldige svingninger. Dette baserer seg på sammenligninger av ekstremverdier for regional- og sesongvariasjon i varmestrømmer mellom hav og atmosfære, med den årlige globale endring i varmbalanse (strålingspådriv) som en dobling av CO₂ gir. Dette er størrelser som ikke kan sammenlignes. Endringer i varmbalansen p.g.a. CO₂ må sammenliknes med naturlige variasjoner i varmestrømmene mellom hav og atmosfære midlet globalt og over et helt år. Slike sammenligninger viser at økte konsentrasjoner av CO₂ og andre klimagasser har en signifikant effekt på strålingsbalansen.

3.6 Overensstemmelse mellom observasjoner og modeller

Da den første IPCC-rapporten ble publisert i 1990 hadde en ingen klare indikasjoner på at den observerte økningen i konsentrasjonen av klimagasser hadde gitt endringer i det globale klimaet. For å spore mulige påvirkninger brukte man på det tidspunktet hovedsakelig endringer i global middeltemperatur som indikator. Endringene i global middeltemperatur kan imidlertid ha en rekke ulike årsaker, naturlige såvel som menneskeskapte. Dette var årsaken til at man introduserte mønster-baserte (*pattern-based*) modellstudier, dvs. studier som tar hensyn til de ulike faktorenes påvirkningsmønstre. Analyser av flere dimensjoner av klimaendringer, inkludert sesongmessige, geografiske og vertikale mønstre, gir dermed en langt bedre tilnærming for å finne årsakene til endringene.

Siden 1990 har en gjort store framskritt i å sammenligne mønstrene i tid og rom for de observerte klimaendringene med de som er beregnet med klimamodeller. Nyere studier viser en stor grad av overensstemmelse mellom mønstrene for de observerte endringene i klimaet og klimamodellenes beregninger for den samme perioden på grunnlag av endringer i konsentrasjoner av drivhusgasser, sulfat-aerosoler og stratosfærisk ozon.²² Hvis dette er riktig utgjør det en sterk indikasjon (“fingeravtrykk”) på et årsak-virkningsforhold mellom menneskeskapte utslipp av gasser og partikler og endringer i det globale klimaet.

Disse resultatene er imidlertid noe omdiskutert. Kritikere²³ hevder for det første at samsvaret mellom observasjonsdata og modellresultater i stor grad skyldes valg av tidsperiode (1963-1987). De mener at en ved å utvide perioden eller velge en annen sammenligningsperiode ville få et langt dårligere samsvar mellom observasjoner og modellresultater. Dessuten hevdes det at en stor del av de observerte endringene kan spores til KFK-gassenes uttynnende effekt på stratosfærisk ozon (“ozonlaget”), ikke menneskeskapte utslipp av CO₂ og andre klimagasser. Begge disse innvendingene imøtegås av forfatterne bak “fingeravtrykk”-teorien.²⁴ Disse mener teorien om at KFK-gassenes effekt på ozonlaget er dominerende hviler på et svakt datagrunnlag. Videre hevdes det at valg av en annen tidsperiode ikke er avgjørende for konklusjonene. Forfatterne illustrerer dette ved en ny modellstudie hvor de utvidet tidsperioden til 1958-94. Også her viste resultatene samsvar mellom observerte og modellerte mønstre for klimaendringer og støtter den tidligere konklusjonen om et merkbart menneskeskapt klimasignal.

En annen ny analyse²⁵ støtter konklusjonen om at de observerte temperaturendringer sannsynligvis er menneskeskapte. Arbeidet baserer seg på observasjoner med radiosonder for perioden 1961-1995 og et sett av modellberegninger som tar hensyn til endringer i klimagasser, sulfatpartikler og stratosfærisk ozon. Analysen skiller seg fra Santer's analyse ved mindre restriktive antagelser og lengre tidsperiode. Forfatterne påpeker imidlertid begrensinger ved arbeidet. Det er på store romlige skalaer at man finner overensstemmelse mellom observasjoner og modellberegninger, og beregningene viser for sterk oppvarming i øvre troposfære i tropene. Eksterne faktorer som vulkanske partikler og endringer i solstrålingen ikke er inkludert i beregningene. Det er også verdt å merke seg at strålingspådriv fra troposfærisk ozon, andre partikler enn sulfat, og indirekte effekter av sulfatpartikler via skyendringer, heller ikke er tatt hensyn til.

IPCC legger vekt på at påvisning av en eventuell menneskeskapt endring i jordens klima vil være en “evolusjonær” og ikke en “revolusjonær” prosess.²⁶ I dette ligger at en avklaring vil finnes gjennom en gradvis oppbygging av kunnskap snarere enn resultatene fra én enkelt studie. I en situasjon med betydelig bakgrunnsstøy fra naturlige variasjoner vil påvisning av et eventuelt menneskeskapt signal være en møysommelig prosess, og forsøk på å knytte observerte klimaendringer til én bestemt årsak, i dette tilfellet menneskapt påvirkninger, vil gi opphav til debatt. Hvis økningen i klimagassutslippene fortsetter og klimasystemenes følsomhet for menneskeskapte forstyrrelser er som dagens kunnskap tilsier, vil det imidlertid bli stadig lettere å utelukke naturlige variasjoner som en årsak til de observerte endringene.

²² Santer, B.D. *et al.* 1996. A search for human influences on the thermal structure of the atmosphere. *Nature*, 382: 39-46.

²³ Blant disse er Michaels, P.L. & Knappenberger, P.C. og Weber, G.R. 1996. Human effect on global climate? Scientific correspondence, *Nature*, 384: 522-524.

²⁴ Santer, B.D. *et al.* 1996. svarinnlegg, Scientific correspondence, *Nature*, 384: 524.

²⁵ Utført av Tett, S.F.B. *et al.* 1996. Human Influence on the Atmospheric Vertical Temperature Structure: Detection and Observations. *Science*, 274: 1170-1173.

²⁶ Se side 438 i IPCC, 1995a, *op.cit.*

3.7 Sammenligning av satellittmålinger og bakkemålinger

I tillegg til målinger av temperaturen ved jordens overflate benyttes også satellittmålinger for å følge temperaturutviklingen. Slike måleserier gir en global middeltemperatur for den lavere del av atmosfæren. Mangel på overensstemmelse mellom bakkemålinger og satellittmålinger har vært påpekt. Disse kan imidlertid ikke sammenliknes direkte, blant annet fordi satellittmålinger må korrigeres for større virkning av partikler fra vulkanutbrudd. Etter slike korreksjoner viser satellittmålingene oppvarming for perioden 1979-93. Denne oppvarmingen er imidlertid mindre enn det overflatemålingene viser. Ved vurderingen av satellittmålingene må det tas hensyn til at måleperioden er kort, og at det fortsatt er en viss diskusjon om hvordan temperaturen skal beregnes direkte fra slike målinger. En nylig publisert analyse diskuterer årsakene til at bakkemålinger gir en oppvarmingstrend på 0.13°C per tiår for perioden 1979-95, mens satellittmålinger gir en avkjølingstrend på -0.05°C per tiår for den lavere troposfære.²⁷ Analysen viser at den tidligere beregnede avkjølingen kan være et resultat av feil som oppstår når datasett fra ulike satellitter settes sammen, og at trenden i satellittmålingene sannsynligvis er en svak oppvarming for den lavere delen av troposfæren.

3.8 Variasjonsområdet for prognosene

I debatten om mulige klimaendringer i vår del av verden har det blitt hevdet at prognosene spriker fra sterk oppvarming på den ene siden til istidslignende forhold på den andre, og at prognosene følgelig er lite troverdige.

Antar man at dagens mellomistid er av samme varighet som den forrige skulle vi forholdsvis raskt gå mot en ny istid. Skiftninger mellom istider og mellomistider er imidlertid mer kompliserte og irregulære. Variasjoner i jordens stilling og bane og de påfølgende endringene i innstråling setter i gang indre mekanismer i klimasystemet som forsterker dette til større klimaendringer. Beregninger av klimaeffektene av variasjoner i solinnstrålingen de neste 130 000 år viser at den nåværende mellomistid kan komme til å vare spesielt lenge (50 000 år). Den lave variasjonen i innstråling over denne perioden er uvanlig liten (en situasjon som bare har intruffet 5 ganger i løpet av de siste 3 millioner år). Beregningene tyder på at neste istidsmaksimum nås om 100 000 år, fulgt av en delvis, men betydelig smelting av ismassene, noe som når sitt maksimum om 120 000 år.²⁸

Inntrykket av svært sprikende prognoser for klimaendringer bunner blant annet i at flere studier antyder en redusert styrke på Golfstrømmen, noe som kan motvirke oppvarmingen i våre områder. Tidligere har det vært betydelige endringer i Golfstrømmens styrke og retning, noe som ga store og hurtige regionale klimasvingninger. At endringer i Golfstrømmen skal gi regional avkjøling som en følge av menneskeskapt økning i drivhuseffekten, anses som mindre sannsynlig, men det kan ikke utelukkes.²⁹ Kristjánsson et al. (1996:39) konkluderer: "De nyeste klimasimuleringene viser bare små endringer i Den termohaline sirkulasjon og innstrømning av varmt overflatevann fra Atlanterhavet. Men, p.g.a. grov romlig oppløsning i havet er dette resultatet noe usikkert". IPCC sier også at en ikke kan se bort fra slike hurtige svingninger, men at sannsynligheten for dette er meget vanskelig å beregne. En vet at dette har forekommet tidligere.

²⁷ Hurrell & Trenberth, Spurious trends in satellite MSU temperatures from merging different satellite records, *Nature*, 386, 164-167, 13.3.97

²⁸ Berger & Loutre 1996. Modelling the climate response to astronomical and CO₂ forcings. *C.R. Acad. Sci. Paris*, t.323, série II a, p. 1 à 16.

²⁹ Se f.eks. Rahmstorf, S. 1997. Ice-cold in Paris. *New Scientist*, 8. februar 1997, s. 26-30.

Noen debattanter har ikke skilt mellom *tilbakekoblingseffekt* og *netto avkjølingseffekt*. En tilbakekobling kan virke dempende eller forsterkende på oppvarmingen. For noen typer tilbakekoplinger har ulike klimamodeller gitt resultater som varierer fra dempende til forsterkende. På denne bakgrunn har det feilaktig vært hevdet at modellberegningene spriker fra oppvarming til avkjøling. Ingen modeller gir global avkjøling ved økning i CO₂-konsentrasjonen i atmosfæren.

3.9 Mulige positive effekter av økte CO₂-nivåer og klimaendringer

Det er hevdet at økte CO₂-konsentrasjoner og global oppvarming også vil gi positive effekter, og at dette aspektet ikke vektlegges nok. Høyere CO₂-nivå i atmosfæren vil isolert sett gi en gjødslingseffekt og derved øke planteveksten. Eksperimenter med landbruksvekster gir generelt en positiv men variabel økning i produktiviteten. Hvordan totaleffekten blir bestemmes imidlertid av et samspill mellom CO₂-nivå og temperatur, nedbørsforhold, næringstilgang og andre faktorer. Videre er det ofte andre faktorer enn CO₂ som er begrensende for avlingsnivået.

Studier anslår at den globale jordbruksproduksjonen sannsynligvis vil kunne opprettholdes hvis klimaet endrer seg, men med store regionale variasjoner.³⁰ Studiene vurderer imidlertid i liten grad mulighetene for økt utbredelse av sykdommer og skadedyr, eller virkninger av økt variabilitet i klimaet³¹. Generelt har befolkningen i fattige land høy sårbarhet overfor endringer i jordbruksproduksjonen, og landene har små muligheter til å kompensere tapene eller iverksette tilpasningstiltak. Dagens bosetting, jordbruksproduksjon og levemønster er basert på det klimaet vi har hatt i moderne tid, og raske klimaendringer vil skape omstillingsproblemer uansett årsak.

3.10 Klimapanelets konklusjoner

IPCC har blitt kritisert for å være for bombastiske i sine konklusjoner. Nyanser og forbehold kan imidlertid lett forsvinne når konklusjoner gjengis i media eller av kritikere. I alle sine rapporter understreker IPCC at det fremdeles er betydelig usikkerhet knyttet til sentrale forhold som størrelse og mønster for naturlig variasjon. Et eksempel på dette er IPCCs konklusjon om menneskeskapte klimaendringer (vår oversettelse): *“Hovedtyngden av datamaterialet, basert på endringer i global gjennomsnittlig lufttemperatur ved jordens overflate og på endringer i geografiske, sesongmessige og vertikale mønstre for atmosfærisk temperatur, tyder på en merkbar menneskeskapt påvirkning på det globale klima. Det er usikkerhet knyttet til nøkkelfaktorer, bl.a. størrelse og mønster for naturlige variasjoner på store tidsskalaer.”* (Fra avsnitt 2.4 i IPCCs synteserapport 1995).

3.11 Klimapanelet og vitenskapelig objektivitet

Det er stilt kritiske spørsmål ved klimaforskernes integritet i IPCC-prosessen. Videre hevdes det at forskere som har et annet syn enn Klimapanelet ignoreres.

IPCC-rapportene gjennomgår en grundig kvalitetssikring. Først og fremst skjer dette innenfor det internasjonale miljøet av forskere som arbeider og publiserer vitenskapelige artikler på feltet. Deretter følger en runde på nasjonalt nivå der myndighetene i de ulike land distribuerer materialet til sine eksperter. Hvert kapittel har alltid flere forfattere og en rekke bidragsyttere,

³⁰ Se f.eks. Rosenzweig, C. & Parry, M.L. 1994. Potential impact of climate change on world food supply. *Nature*, 367: 133-138; Fischer, G. et al. 1994. Climate change and world food supply, demand and trade. *Global Environmental Change*, 4: 7-23.

³¹ IPCC (1995b, *op.cit.*)

noe som bidrar til et mangfold av faglige synspunkter. IPCC baserer seg i størst mulig grad på vitenskapelige arbeider som er publisert i anerkjente tidsskrifter som bl.a. *Nature*, *Science* og *Journal of Geophysical Research*, og som derfor har gjennomgått grundig faglig kvalitetssikring. Den kritikken som er reist mot IPCC er derimot, så vidt vi kjenner til, i all hovedsak basert på arbeider som ikke har vært gjennom slik kvalitetssikring.

3.12 Tilgjengelighet av grunnlagsdata

Forskere som deltar i IPCC-prosessen har vært anklaget for å holde tilbake data. Et tilfelle som fikk mye oppmerksomhet var en anklage fra Patrick Michaels, University of Virginia, som ikke fikk tilgang på data fra John Mitchell, UK Meteorological Office.³² Michaels mente dette skyldes at man ikke ønsket at “kritiske vitenskapsmenn” fikk tilgang til data som kunne rukke ved IPCCs konklusjoner. Mitchell har siden hevdet at dette er i tråd med vanlig praksis, hvor rådata ikke gis ut til noen før etter at resultatene er formelt publisert.³³

Data fra CO₂-målingene i iskjernerprøver er per idag tilgjengelig gjennom internett. Det samme er tilfelle for data fra det verdensomspennende nettet av målestasjoner for atmosfæriske konsentrasjoner av CO₂ og andre klimagasser, tilgjengelig bl.a. fra databasene til WMO og *The Carbon Dioxide Information Analysis Center*, USA. Felles for disse er at informasjonen kan fås kostnadsfritt og det er ingen restriksjoner på hvem som får tilgang til disse dataene.³⁴

3.13 Endring av tekst uten godkjenning

IPCC fikk mye kritikk etter at det ble kjent at et av kapitlene i den siste hovedrapporten³⁵ hadde blitt endret av førsteforfatter Ben Santer, Lawrence Livermore Laboratory i California, etter at kapitlet var ferdig godkjent og uten at de nye endringene gikk gjennom en ny runde for vurdering og godkjenning.³⁶ Kritikken ble først reist fra *Global Climate Coalition* (GCC), en paraplyorganisasjon for 60 industrikonsern i USA. Santer hevdet at endringene var ubetydelige for konklusjonene og kun gjort for å bedre den vitenskapelige klarheten i kapitlet. *Global Climate Coalition* på sin side har vært anklaget for å drive lobbyvirksomhet for oljeproduserende land som Kuwait og Saudi-Arabia.³⁷ Ut over energikonsernene har GCC siden fått liten politisk støtte, og ble blant annet sterkt kritisert av USAs myndigheter. I en uttalelse fra USAs representant Timothy Wirth på konferansen mellom partene til FNs klimakonvensjon i Genève juli 1996 sies det blant annet at USAs myndigheter “...strongly object to the recent allegations about the integrity of the IPCC’s conclusions...” og videre at “...the IPCC’s findings meet the highest standards of scientific integrity”.³⁸

³² Se Macilwain, C. 1996. Climate critics claim access blocked to unpublished data. News, *Nature*, 378: 329.

³³ Mitchell, J.F.B. 1996. Purpose and function of IPCC. Correspondence, *Nature*, 379: 109.

³⁴ Se også Seip, H.M. & Fuglestad, J.S. 1996. *Norsk Oljerevy*, 11/1996: 23-30.

³⁵ Kapittel 8 i IPCC (1995a, op.cit.)

³⁶ Masood, E. 1996. Climate report ‘subject to scientific cleansing’. *Nature*, 381: 546.

³⁷ Masood, op.cit.

³⁸ Se Masood, E. 1996. United States backs climate panel findings. *Nature*, 382: 287.

4. KLIMAFORHANDLINGENE FRAM TIL I DAG

4.1 Forhandlingsprosessen fram til Klimakonvensjonen i 1992

Gjennom 1980-årene var det en økende bekymring i naturvitenskapelige kretser for at endringer i atmosfærens kjemiske sammensetning ville komme til å gi endringer i jordens klima. Det ble arrangert en serie med internasjonale møter og konferanser om problemet. FNs miljøprogram (UNEP) og Den meteorologiske verdensorganisasjonen (WMO) reagerte med å stifte en arbeidsgruppe som skulle starte arbeidet med å lage forslag til en internasjonal avtale. I disse årene ble det gjort raske faglige framskritt, ikke minst takket være IPCC, som også var blitt etablert på initiativ fra UNEP og WMO.

Som respons på den nedsatte arbeidsgruppens forslag, opprettet FNs generalforsamling i 1990 en forhandlingskomite (Intergovernmental Negotiating Committee for the Framework Convention on Climate Change, INC/FCCC). INC fikk som mandat å utarbeide forslag til en konvensjon eller et annet forpliktende internasjonalt avtaleverk som kunne være et første skritt for å løse klimaproblemet. INC hadde fem sesjoner i tidsrommet februar 1991 til mai 1992. Disse møtene brakte forhandlere fra mer enn 150 stater sammen. Resultatet ble et forslag til konvensjon, United Nations Framework Convention on Climate Change (FCCC).

På toppmøtet i Rio de Janeiro i juni 1992 ble forslaget til konvensjon signert av 155 stater. Flere stater har signert senere. I mars 1994 var det gått 90 dager etter at den femtiende stat hadde ratifisert, og Konvensjonen trådte da i kraft i henhold til Artikkel 23, punkt 1. Noen hovedpunkter omkring etableringen av Klimakonvensjonen er gjengitt i **Plansje 29**.

Plansje 29	
Klimakonvensjonen blir til	
1980-årene	Økende bekymring for menneskeskapte klimaendringer
1990	FNs hovedforsamling etablerer en forhandlingskomite (INC)
1991-1992	Mer enn 150 stater deltar på fem forhandlingsrunder
Mai 1992	INC fremmer forslag om en klimakonvensjon (FCCC)
Juni 1992	Toppmøte i Rio. Forslaget til klimakonvensjon signeres av 155 stater
Mars 1994	Klimakonvensjonen tretr i kraft

4.2 Klimakonvensjonen - oppbygning og hovedtrekk

Klimakonvensjonen (United Nations Framework Convention on Climate Change, FCCC) er på en måte ambisiøs idet den definerer mål for konsentrasjonen av drivhusgasser i atmosfæren. Artikkel 2 sier at Konvensjonen har som målsetting å stabilisere konsentrasjonen av drivhusgasser i atmosfæren på et nivå ... “that could prevent dangerous anthropogenic interference with the climate system. Such a level should be achieved within a time-frame sufficient to allow ecosystems to adapt naturally to climate change, to ensure that food production is not threatened and to enable economic development to proceed in a sustainable manner.” På den annen side er det uklart hvor høye konsentrasjoner av drivhusgasser man dermed kan tillate. Og Klimakonvensjonen gir heller ingen anvisning på hvordan man skal nå målet. Noe av det viktigste med etableringen av Konvensjonen var kanskje derfor at man fikk en anerkjennelse av klimaproblemet som sådan. **Plansje 30** beskriver noen av Klimakonvensjonens hovedtrekk. Sentrale punkter er:

1. Klimakonvensjonen gir anerkjennelse til det såkalte “føre var-prinsippet” (“precautionary principle”).³⁹
2. I hovedsak skiller Klimakonvensjonen mellom tre grupper av land: De industrialiserte landene, inkludert de landene som er i overgangsfasen til å bli markedsøkonomier (tidligere kommunistland), er listet opp i Annex I. Annex II lister imidlertid bare opp de industrilandene som var medlem av OECD da Klimakonvensjonen ble etablert i 1992.⁴⁰ Den tredje gruppen av land som nevnes i Konvensjonen er utviklingslandene.
3. Klimakonvensjonen legger et hovedansvar på de rike landene (Annex I landene). Det påpekes at disse har et spesielt ansvar for å gå foran ettersom de står ansvarlig for størsteparten av de akkumulerte historiske utslippene av drivhusgasser.
4. Konvensjonen etablerte viktige institusjoner i det videre arbeidet. Partsmøtet, hvor alle parter deltar, er Konvensjonens øverste organ. Første partsmøte fant sted i Berlin i mars 1995. Nye partsmøter vil bli avviklet årlig framover. Sekretariatet vil utføre nødvendig koordinering og sikre informasjonsflyten. Partsmøtet blir støttet av to underkomiteer, SBI (Subsidiary Body on Implementation) og SBSTA (Subsidiary Body on Science and Technology).

³⁹ Hva det vil si å være “føre var” er vanskelig å definere, og dermed er det problematisk å snakke om et *prinsipp*. Klimakonvensjonen sier at landene skal iverksette tiltak nå for å begrense skadevirkninger av en global oppvarming i framtiden selv om det er vitenskapelig usikkerhet knyttet til problemets alvorlighetsgrad. I Konvensjonen, artikkel 3, heter det: “Where there are threats of serious or irreversible damage, lack of full scientific certainty should not be used as a reason for postponing such (mitigation) measures.... .” Føre var prinsippet kan tolkes som noe i retning av at slike tiltak skal iverksettes før det er full vitenskapelig enighet om at man står overfor et miljøproblem. I virkeligheten sier altså føre var prinsippet at man skal investere selv om det er uklart hvor stor avkastningen av investeringene blir. Det er imidlertid tilfelle med praktisk talt alle investeringer av langsiktig karakter. I enhver investeringsbeslutning må man veie avkastningens størrelse opp mot hvor usikker den er.

⁴⁰ Siden er Polen, Ungarn, Mexico, Tsjekkia og Sør-Korea blitt OECD-medlemmer.

Plansje 30

Hovedtrekk i Klimakonvensjonen

Hovedmål	Stabilisering av konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren på et nivå som forhindrer farlige menneskeskapt forstyrrelser av klimasystemet
Føre var	“Føre var prinsippet” anerkjennes
Grupper av land	<ul style="list-style-type: none">• Annex I: OECD-land og land i overgangsfase til markedsøkonomi• Annex II: OECD-land• Utviklingsland
Ansvar	Industrilandenes spesielle historiske ansvar understrekes
Forpliktelser	Ingen konkrete forpliktelser om utslippsbegrensninger. En litt uklar “anbefaling” til Annex I landene om å vende tilbake til utslippsnivået fra 1990 innen år 2000
Institusjoner	Konvensjonen etablerte: <ul style="list-style-type: none">• Sekretariatet• Partsmøtet• SBI (Subsidiary Body on Implementation)• SBSTA (Subsidiary Body on Science and Technology)

4.3 Nærmere om Klimakonvensjonen

Klimakonvensjonen *innebærer ikke forpliktelser som er av en slik art at de vil redusere de globale utslippene av drivhusgasser vesentlig*. Tvertimot har det hele tiden vært klart at Klimakonvensjonen, slik den ble vedtatt på Rio-møtet, i første rekke er ment å legge grunnlaget for arbeidet med et *internasjonalt avtaleverk* som kan sikre reduserte klimagassutslipp. Viktige elementer i dette grunnlaget er at landene, ved å ratifisere Konvensjonen, anerkjenner problemet og at de inngår som deltagere på partsmøtene.

Konvensjonen inneholder imidlertid visse forpliktelser for partene som sikrer at et visst arbeid med sikte på å iverksette tiltak kommer i gang. Den viktigste forpliktelsen, som omfatter alle parter til Konvensjonen, er at de gjennom sekretariatet skal rapportere følgende til partsmøtet:

- a) En oversikt over nasjonale menneskeskapt utslipp av drivhusgasser
- b) En generell beskrivelse av hvilke tiltak som er iverksatt eller er under vurdering

Rapporteringsplikten er litt sterkere formulert for Annex I landene. De er i tillegg blant annet forpliktet til å iverksette visse tiltak. I Artikkel 4.2a heter det om Annex I landenes forpliktelser:

...each of these Parties shall communicate ... detailed information on its policies and measures With the aim of returning individually or jointly to their 1990 levels these anthropogenic emissions of carbon dioxide and other greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol.

Det er det mest konkrete som står om utslippsbegrensninger i Konvensjonen.

Annex II landene har i tillegg en spesiell forpliktelse til å finansiere utviklingslandenes rapportering, samt gi assistanse til utviklingsland som er spesielt sårbare overfor klimaendringer. Annex II landene skal videre ta skritt for å tilrettelegge for overføring av miljøvennlig teknologi til andre parter, spesielt utviklingsland, jf. paragrafene 4.3-4.5 i Konvensjonen. De viktigste forpliktelsene i Klimakonvensjonen er beskrevet i **Plansje 31**.

Plansje 31

Forpliktelser i Klimakonvensjonen

- ◆ Ingen kvantifiserte forpliktelser om utslippsreduksjoner - kun en intensjonserklæring om at Annex I land skal stabilisere utslippene på 1990-nivå innen 2000
- ◆ Alle parter er forpliktet til å rapportere om utviklingen i nasjonale utslipp og sluk, samt generelt rapportere om skritt som er tatt for å redusere utslipp
- ◆ Annex I land er i tillegg forpliktet til beskrive relativt detaljert hvilke tiltak som er gjennomført og presentere estimer på deres virkning på utslipp og sluk.
- ◆ Annex II landene har i tillegg visse finansielle forpliktelser overfor utviklingslandene

4.4 Ratifisering av Konvensjonen

Mange land signerte Klimakonvensjonen allerede på toppmøtet i Rio. Per desember 1996 hadde 164 land ratifisert Konvensjonen. **Plansje 36** gir en oversikt over de land som ikke har ratifisert Konvensjonen. Av Annex II land er Tyrkia det eneste som ikke har ratifisert. Blant Annex I landene finner vi Hviterusland og Ukraina.

Plansje 32

Ratifisering av Klimakonvensjonen

Alle land har ratifisert Klimakonvensjonen, *unntatt*:

- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| - Afghanistan* | - Andorra |
| - Angola* | - Bosnia og Hercegovina |
| - Brunei | - Burundi* |
| - Dominikanske Republikk* | - Ekvatorial-Guinea |
| - Gabon* | - Vatikanstaten |
| - Hviterusland* (Annex I) | - Irak |
| - Jugoslavia* | - Kypros* |
| - Kirgisistan | - Liberia* |
| - Libya* | - Madagaskar* |
| - Makedonia | - Palau |
| - Rwanda* | - São Tomé og Príncipe* |
| - Singapore* | - Somalia |
| - Suriname* | - Sør-Afrika* |
| - Tadsjikistan | - Tonga |
| - Tyrkia (Annex II) | - Ukraina* (Annex I) |

Land merket med * har *signert* Klimakonvensjonen

4.5 Det første partsmøtet i Berlin våren 1995 og Berlin-mandatet

Det første partsmøtet til Klimakonvensjonen ble arrangert 28. Mars - 7. April 1995 i Berlin. På møtet ble partenes gjennomføring av Klimakonvensjonen oppsummert så langt og noen viktige vedtak fattet.

Et av disse vedtakene gjaldt opprettingen av en pilotfase for felles gjennomføring av klimatiltak (FG) ('Joint Implementation') fram til år 2000. FG er et samarbeide mellom to eller flere parter til Klimakonvensjonen for å oppfylle sine nasjonale forpliktelser til reduksjon i sine utslipp av klimagasser (se avsnitt 5.11). Det blir ingen kreditering av utliffsreduksjoner gjennom FG-prosjekter i pilotfasen. For å skille aktivitetene i pilotfasen fra en fullt utviklet FG-mekanisme kalles de 'Activities Implemented Jointly'.

På det første partsmøtet ble det såkalte Berlin-mandatet vedtatt. Gjennom Berlin-mandatet skal partene til Klimakonvensjonen innlede en forhandlingsprosess som kan lede fram til større forpliktelser for Annex I landene til å redusere sine utslipp av klimagasser etter år 2000. Forhandlingene skjer gjennom 'the Ad Hoc Group on the Berlin Mandate' (AGBM), der alle parter kan delta. Hovedpunktene i Berlin-mandatet framgår av **Plansje 33**. Her følger et litt lengre utdrag av de viktigste punktene i Berlin-mandatet:

*The Conference of the Parties, at its first session,
Having reviewed Article 4, paragraph 2(a) and (b), of the United Nations Framework
Convention on Climate Change, and
Having concluded that these subparagraphs are not adequate,
Agrees to begin a process to enable it to take appropriate action for the period beyond
2000, including the strengthening of the commitments of the Parties included in
Annex I to the Convention (Annex I Parties) in Article 4, paragraph 2(a) and (b),
through the adoption of a protocol or another legal instrument:*

... 2. The process will, inter alia:

(a) Aim, as the priority in the process of strengthening the commitments in Article 4.2(a) and (b) of the Convention, for developed country/other Parties included in Annex I, both

- to elaborate policies and measures, as well as
- to set quantified limitation and reduction objectives within specified time-frames, such as 2005, 2010 and 2020, for their anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol, taking into account the differences in starting points and approaches, economic structures and resource bases, the need to maintain strong and sustainable economic growth, available technologies and other individual circumstances, as well as the need for equitable and appropriate contributions by each of these Parties to the global effort, and also the process of analysis and assessment referred to in section III, paragraph 4, below;

... 6. The process should begin without delay and be conducted as a matter of urgency, in an open-ended ad hoc group of Parties hereby established, which will report to the second session of the Conference of the Parties on the status of this process. The sessions of this group should be scheduled to ensure completion of the work as early as possible in 1997, with a view to adopting the results at the third session of the Conference of the Parties.

Plansje 33

Berlin-mandatet: vedtatt på den første partskonferansen til Klimakonvensjonen i Berlin våren 1995

- ◆ forpliktelsene til å redusere utslippene av klimagasser i Klimakonvensjonen er ikke tilstrekkelige
- ◆ vil starte en prosess for å vedta en protokoll eller et annet juridisk instrument med sikte på å styrke forpliktelsene for Annex I landene for perioden etter år 2000
- ◆ skal utvikle tiltak og virkemidler, samt sette kvantifiserte og tidsfestede mål for utslippsreduksjoner av klimagasser for årstall som 2005, 2010 og 2020
- ◆ skal ta hensyn til partenes ulike utgangspunkter og tilnærminger, og ulike økonomiske strukturer og ressursbaser
- ◆ denne prosessen skal gjennomføres i en ad-hoc gruppe der partene er medlemmer, og arbeidet avsluttes i 1997 med et vedtak på den tredje partskonferansen til Klimakonvensjonen

4.6 Forløpet av Berlin-mandat forhandlingene

Det har blitt gjennomført seks forhandlingsmøter i AGBM fram til mars 1997. Nedenfor listes disse møtene opp sammen med de viktigste stadiene i forhandlingene og planlagte møter framover. Et sammendrag finnes i **Plansje 34**.

AGBM-1, 21.-25. August 1995, Genève:

Vedtak om organiseringen av arbeidet og prosedyre-spørsmål. Partene peker på viktige spørsmål som bør utredes. Forhandlingene fokuserer på tiltak og virkemidler ('Policies and measures') og tidsfestede utslippsforpliktelser ('Quantified emission limitation and reduction objectives within specified time-frames' (QELROs)).

AGBM-2, 30. Oktober - 3. November 1995, Genève:

OPEC-landene spesielt, men også delvis Kina og G77-gruppen av u-land, kommer med innspill som kan oppfattes som forsøk på å bremse forhandlingsprosessen. Disse landene er bekymret for negative virkninger på u-landene av tiltak i Annex I landene. På den andre fløyen står øystatene (AOSIS), som ønsker høyere ambisjoner og raskere framdrift. USA spiller en mer konstruktiv rolle enn tidligere. Partene innser at man bare vil ha anledning til å analysere et begrenset antall virkemidler med den tiden som er til rådighet. Sekretariatet blir bedt om å utarbeide et notat om mulige kriterier for differensiering av forpliktelser mellom Annex I landene. Man imøteser den nye rapporten fra FNs klimapanel, som blir et viktig bakgrunnsdokument for forhandlingene om tidsfestede utslippsforpliktelser.

AGBM-3, 5.-8. Mars 1996, Genève:

Den nye rapporten fra FNs klimapanel blir presentert, der konklusjonen er at en påvisbar menneskeskapt klimaendring sannsynligvis er på gang. Klimapanelet pekte alt i sin første rapport på at store reduksjoner i utslippene er nødvendig framover for å stabilisere konsentrasjonen i atmosfæren på en nivå under det doble av konsentrasjonen før den industrielle era. På den andre siden kan 10-30% av utslippene av CO₂ reduseres gjennom lønnsomme tiltak ('no-regrets'). Substansen i forhandlingene er mer konkretisert enn på tidligere forhandlingsmøter. USA og Canada understreker at alle parter må ta på seg nye forpliktelser. AOSIS og Tyskland foreslår konkrete tidsfestede utslippsforpliktelser basert på like prosentvise reduksjoner for alle Annex I land. Australia og Norge argumenterer for at differensierte forpliktelser er nødvendige. Andre temaer som var oppe var bruken av et basisår som 1990 eller å relatere utslippsreduksjonene til prognoser for framtidige utslipp, fleksibilitet i tid (ulike utslippsbaner i en bestemt periode kan aksepteres så lenge den akkumulerte utslippsreduksjon ligger fast) og rom (felles mål for grupper av land) for oppfylging av forpliktelser, og en "kurv-tilnærming" der man tar med både CO₂ og andre klimagasser ('comprehensive approach').

AGBM-4, 8.-19. Juli 1996, Genève:

Dette AGBM-møtet ble arrangert i tilknytning til det andre partsmøtet til Klimakonvensjonen. USA går ut med klar støtte til rapporten fra FNs klimapanel som et fundament for politisk handling på klimaområdet. OPEC-landene, Russland og Australia uttrykker skepsis mot å basere klimapolitikken på denne rapporten på grunn av de mange typer usikkerhet konklusjonen om en menneskeskapt klimaendring i rapporten er beheftet med. USA går også ut med klar støtte til at landene må få juridisk bindende utslippsmål. Mange delegasjoner understreker behovet for fleksibilitet i måten en part kan oppfylle sine forpliktelser på. Fleksibiliteten kan blant annet økes gjennom å akseptere en kurv av klimagasser, felles gjennomføring av klimatiltak, og handel med kvoter mellom land. Mange delegasjoner uttrykker støtte til prinsippet om differensiering, men det er bekymring for om tiden strekker til for å forhandle fram en slik løsning. En forenklet type differensiering kunne dele Annex I landene inn i ulike grupper som får ulike forpliktelser.

AGBM-5, 9.-12. Desember 1996, Genève:

Det kommer nye innspill til tiltak og virkemidler og tidsfestede utslippsforpliktelser i forhandlingene. Forhandlingsprosessen har derfor ikke begynt å konvergere ennå. Mange av partenes forslag er mer konkrete enn tidligere, mens andre parter fremdeles holder kortene sine tett til brystet. Det er mulig at det amerikanske forslaget, som blir tolket som støtte til like prosentvise reduksjoner, blir svekket ved at det også inneholder en antydning om flere forpliktelser for u-landene, noe som vekker reaksjoner fra G77-gruppen og Kina. Dette kan være en grunn til at differensiering får en god del oppmerksomhet. Norge, Australia, Frankrike, Japan og Sveits har relativt konkrete innspill om differensiering. USA og flere andre parter er skeptiske til differensiering. Utfordringen for de som går inn for differensiering er å kunne samle seg om noen prinsipper for differensiering som kan få tilstrekkelig støtte fra andre parter til å konkurrere med like prosentvise reduksjoner. EU har vansker med å samle seg om en posisjon, spesielt etter at Frankrike bryter ut og alene fremmer et innspill om differensiering.

AGBM-6, 3.-7. Mars 1997, Bonn

På dette forhandlingsmøtet kommer det et nytt viktig innspill fra EU, som nå har klart å samle seg om et felles mål og en intern byrdefordeling. EU går inn for at utslippene av CO₂, CH₄ og N₂O (vektet med GWPer med 100 års tidshorisont) skal reduseres med 15% i år 2010 i forhold til utslippene i basisåret 1990. Et interim-mål for 2005 vil bli fremmet senere. EU vil

komme tilbake til gassene HFK, PFK og SF₆ senest år 2000.⁴¹ På lenger sikt ønsker EU å fordele reduksjoner etter mer sofistikerte metoder, slik at landenes utslippsmål, som baseres på et sett indikatorer, konvergerer. Dette kan være en åpning for differensierte mål for land utenom EU på lenger sikt, og kan oppfattes som en konsesjon til det franske synet. I tillegg foreslår EU at nye OECD-land skal få forpliktelser og inkluderes i et Annex X sammen med det nåværende Annex I. Et slikt forslag ville innebære at Annex X består av Mexico og Sør-Korea i tillegg til Annex I gruppen. Den interne byrdefordelingen i EU betyr en reduksjon på 10% i 2010 sammenliknet med 1990, slik at det gjenstår en rest på 5%, se **Plansje 35**. Det er utslippsreduksjonene i Tyskland, Østerrike og Danmark på 25% som gjør at EU kommer i mål selv om det er en betydelig vekst i utslippene fra de Sør-europeiske landene.

Gjennom dette innspillet har EU på mange måter tatt initiativet fra USA. Hverken USA eller Japan har ennå avslørt hvilke mål og timeplaner de vil gå inn for. I løpet av møtet ble alle innspillene samlet til en forhandlingstekst, der overlappende forslag er fjernet eller redigert. All substansen når det gjelder landenes ulike posisjoner gjenstår og må forhandles på senere møter.⁴²

AGBM-7, 31. Juli - 6. August 1997, Bonn

AGBM-8, 20.-31. Oktober 1997, Bonn

COP-3, 1.-12. Desember 1997, Kyoto, Japan

⁴¹ HFK er en gruppe gasser som erstatter KFK-gasser. Den viktigste kilden for PFK er aluminiumsverk. SF₆ brukes blant annet som dekk-gass ved støping av magnesium, som isolasjonsmiddel i elektriske bryterstasjoner, og til brannvernustyr.

⁴² Det er satt en frist til 1. april for nye substansielle innspill, slik at forslagene kan bli oversatt til de seks offisielle FN-språkene innen 1. juni. Teksten til en ny protokoll må være klar seks måneder før partsmøtet i desember for at protokollen skal kunne vedtas på dette møtet. Etter 1. april kan landene derfor bare komme med forslag som utfyller tidligere innspill.

Plansje 34a

Forløpet av Berlin-mandat forhandlingene

AGBM-1, 21.-25. August 1995, Genève:

Organisering og prosedyre-spørsmål.
Fokus på tiltak og virkemidler og tidsfestede utslippsforpliktelser.

AGBM-2, 30. Oktober - 3. November 1995, Genève:

OPEC-landene og tildels Kina prøver å bremse.
Øystatene (AOSIS) ønsker høyere ambisjoner.
USA spiller en mer konstruktiv rolle enn tidligere.

AGBM-3, 5.-8. Mars 1996, Genève:

Den nye rapporten fra FNs klimapanel blir presentert.
Substansen i forhandlingene er mer konkretisert.
USA og Canada understreker at alle parter må ta på seg nye forpliktelser.
AOSIS og Tyskland foreslår like prosentvise reduksjoner for alle Annex I land.
Australia og Norge argumenterer for differensierte forpliktelser.

AGBM-4, 8.-19. Juli 1996, Genève:

USA går ut med klar støtte til rapporten fra FNs klimapanel, men OPEC-landene, Russland og Australia er skeptiske.
USA går også ut med klar støtte til juridisk bindende utslippsmål.
Mange delegasjoner understreker behovet for fleksibilitet, bl.a. gjennom felles gjennomføring av klimatiltak og handel med kvoter.
Mange støtter differensiering, men er bekymret for om tiden strekker til før Kyoto-møtet.

Plansje 34b

Forløpet av Berlin-mandat forhandlingene

AGBM-5, 9.-12. Desember 1996, Genève:

Forhandlingsprosessen har ikke startet å konvergere skikkelig ennå.
Norge, Australia, Frankrike, Japan og Sveits har relativt konkrete innspill om differensiering.
USA og flere andre parter er skeptiske til differensiering.
EU har vansker med å samle seg om en posisjon, spesielt etter at Frankrike bryter ut og går inn for differensiering.

AGBM-6, 3.-7. Mars 1997, Bonn

EU har klart å samle seg om et felles mål og en intern byrdefordeling.
CO₂, CH₄ og N₂O skal reduseres med 15% i år 2010 i forhold til 1990. Et interim-mål for 2005 vil bli fremmet senere. EU vil komme tilbake til gassene HFK, PFK og SF₆ senest år 2000.
På lenger sikt åpner EU for differensiering av forpliktelser.
Den interne byrdefordelingen i EU betyr en reduksjon på 10% i 2010 sammenliknet med 1990. Utslippsreduksjonene i Tyskland, Østerrike og Danmark på 25% gjør at EU kommer i mål selv om det er en betydelig vekst i mange andre medlemsland.

Hverken USA eller Japan har ennå avslørt hvilke mål de vil gå inn for. I løpet av møtet ble alle innspillene samlet til en forhandlingstekst. All substansen når det gjelder landenes ulike posisjoner gjenstår og må forhandles på senere møter.

AGBM-7, 31. Juli - 6. August 1997, Bonn

AGBM-8, 20.-31. Oktober 1997, Bonn

COP-3, 1.-12. Desember 1997, Kyoto, Japan

Plansje 35

EUs forslag til byrdefordeling

Reduksjon i utslippene av CO₂, CH₄ og N₂O i år 2010 (vektet sammen med GWPer med tidshorisont 100 år) i forhold til utslippsnivået i 1990.

Land	Reduksjon
Belgia	-10%
Danmark	-25%
Tyskland	-25%
Hellas	+30%
Spania	+17%
Frankrike	0%
Irland	+15%
Italia	-7%
Luxemburg	-30%
Nederland	-10%
Østerrike	-25%
Portugal	+40%
Finland	0%
Sverige	+5%
Storbritannia	-10%

4.7 Prosedyre for endringer i teksten og tilleggsprotokoller til Klimakonvensjonen

Ifølge Berlin-Mandatet skal forhandlingene ende opp med en protokoll til Klimakonvensjonen eller et annet juridisk instrument. Av andre juridiske instrumenter er tekstendringer til Klimakonvensjonen det mest aktuelle. Forhandlingene tyder på at man går i retning av en protokoll.

Plansje 36 gir en oversikt over prosedyrene Klimakonvensjonen anviser for godkjenning av tekstendringer og protokoller.

Dette betyr at man kan vedta tekstendringer med tre fjerdedels flertall, mens det er mer usikkert hvilke krav for ikrafttreden som blir forhandlet fram gjennom en protokoll.

Plansje 36

Prosedyre for endringer i teksten og tilleggsprotokoller til Klimakonvensjonen

Berlin-mandat forhandlingene skal ende opp med en protokoll til Klimakonvensjonen eller et annet juridisk instrument.

Alternativer:

- Tekstendringer
- En protokoll til Klimakonvensjonen

En protokoll er mest sannsynlig

Tekstendringer, Klimakonvensjonen Art. 15:

- Tekstendringene skal vedtas på et ordinært partsmøte til Klimakonvensjonen.
- Partene skal søke å nå konsensus, men endringer kan vedtas med minst tre fjerdedels flertall.
- Den nye teksten trer i kraft etter at minst tre fjerdedeler av partene har ratifisert endringene (de nasjonale parlamenter godkjenner Klimakonvensjonen med endringene).

En protokoll til Klimakonvensjonen, Klimakonvensjonen Art. 17:

- En protokoll kan vedtas på et ordinært partsmøte til Klimakonvensjonen.
- Vilkårene for ikrafttreden av protokollen må forhandles og inkluderes i protokollen.

5. STATUS FOR FORHANDLINGENE OM BERLIN-MANDATET

5.1 Faktorer som bestemmer landenes holdninger og posisjoner

For å prøve å forstå landenes holdninger og posisjoner i forhandlingene om Berlin-Mandatet må man ta hensyn til mange faktorer. I den grad noen av landene ikke uttrykker klare holdninger kan dette komme av at de er usikre på egne fordeler og ulemper knyttet til en avtale, for eksempel i form av en protokoll til Klimakonvensjonen. Men et land kan også være tilbakeholden med å avsløre egne holdninger av taktiske hensyn. Generelt vil de mange typer usikkerhet som knytter seg til både kostnader og nytte av tiltak ved å redusere utslippene av klimagasser vanskeliggjøre klare holdninger.

De viktigste forholdene som kan påvirke holdningene til en land i slike forhandlinger er framstilt i **Plansje 37** og i noe mere detalj nedenfor:

1. Forventede kostnader ved å redusere utslippene av klimagasser i landet. Slike kostnader vil bl.a. avhenge av økonomisk struktur, herunder handelsmønster, energisystem, energieffektiviteten og i hvilken grad tiltak alt har blitt gjennomført, og utformingen av avtalen. Når det gjelder utformingen av avtalen vil kostnaden for et land avhenge av:
 - samlet målsetting for utslippsreduksjon.
 - byrdefordelingen, som blant annet avhenger av fordelingen av utslippsreduksjoner mellom landene.
 - graden av kostnadseffektivitet, som blant annet avhenger av fleksibilitet i tid og rom. Kostnaden kan reduseres dersom ulike utslippsbaner i en periode kan aksepteres så lenge den samlede utslippsreduksjon ligger fast. Kostnaden kan også reduseres dersom land med høye kostnader får anledning til å samarbeide med andre land, for eksempel gjennom FG og handel med utslippskvoter. Videre kan kostnaden reduseres dersom det åpnes for at man kan ta med flere gasser enn CO₂.
2. Forventede kostnader for landet knyttet til framtidige klimaendringer.
3. Holdningene og posisjonene til andre land. Det kan generelt være lettere å få et land til å strekke seg lenger dersom det forventer at de andre landene gjør det samme. Gevinsten ved å være gratispassasjer når andre land gjennomfører tiltak trekker i den andre retningen.
4. Politiske forhold og kultur/livsstil i et land. Et eksempel er USAs utpregede motstand mot å ta i bruk avgifter i miljøpolitikken og på andre områder.

Plansje 37

Faktorer som bestemmer landenes holdninger og posisjoner

- 1. Forventede kostnader ved å redusere utslippene av klimagasser i landet.** Avhenger bl.a. av:
 - økonomisk struktur
 - energisystem
 - energieffektiviteten
 - utformingen av avtalen
- 2. Forventede kostnader for landet knyttet til framtidige klimaendringer**
- 3. Holdningene og posisjonene til de andre landene**
- 4. Politiske forhold og kultur/livsstil i landet**

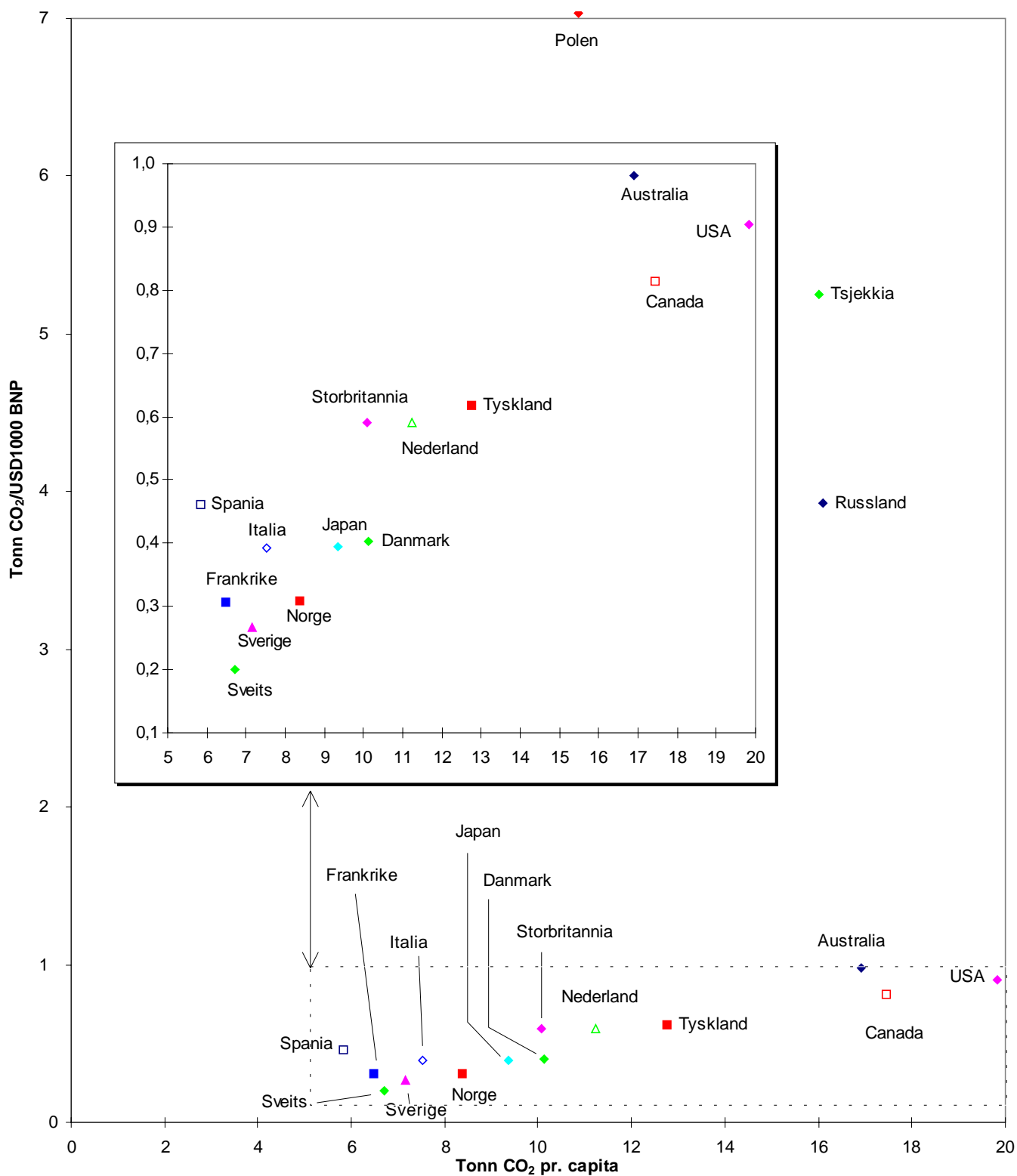
Når det gjelder utformingen av avtalen vil kostnaden for et land avhenge av:

- samlet målsetting for utslippsreduksjon
- byrdefordelingen - fordelingen av utslippsreduksjoner mellom landene
- graden av kostnadseffektivitet; kan økes for eksempel gjennom felles gjennomføring av klimatiltak og handel med utslippskvoter

5.2 Noen økonomiske karakteristika ved industrilandene

Det er store variasjoner i hvor mye CO₂ industrilandene slipper ut i atmosfæren både om man ser det i forhold til folketall og inntektsnivå (se **Plansje 38**). De tidligere kommunist-landene har relativt høye utslipp i forhold til folketallet på tross av at inntektsnivået i disse landene er relativt lavt. Dette henger sammen med mange faktorer, blant annet at disse landene har arvet den ineffektive ressursutnyttelsen som kjennetegnet kommando-økonomiene, samt en industristruktur med mye tungindustri. En viktig forklaringsfaktor er også den sterke subsidieringen av energi i de kommunistiske systemene.

Energi utnyttes gjennomgående langt mer effektivt i OECD-landene. Utslippene per innbygger er derfor gjennomgående ikke høyere enn i de tidligere kommunistlandene på tross av at inntektsnivået er flere ganger høyere. Blant OECD-landene skiller USA, Australia og Canada seg ut med høye utslipp både i forhold til BNP og i forhold til folketallet. En forklaring på dette følger i avsnitt 5.3.



Plansje 38. CO₂-utslipp i forhold til folketall og bruttonasjonalprodukt i 1990. OECD-landenes utslipp er forstørret i et eget figurutsnitt. Kilde: FNs klimasekretariat, basert på nasjonale rapporter om egne utslipp.

5.3 Årsaker til at utslippene varierer mellom OECD-landene

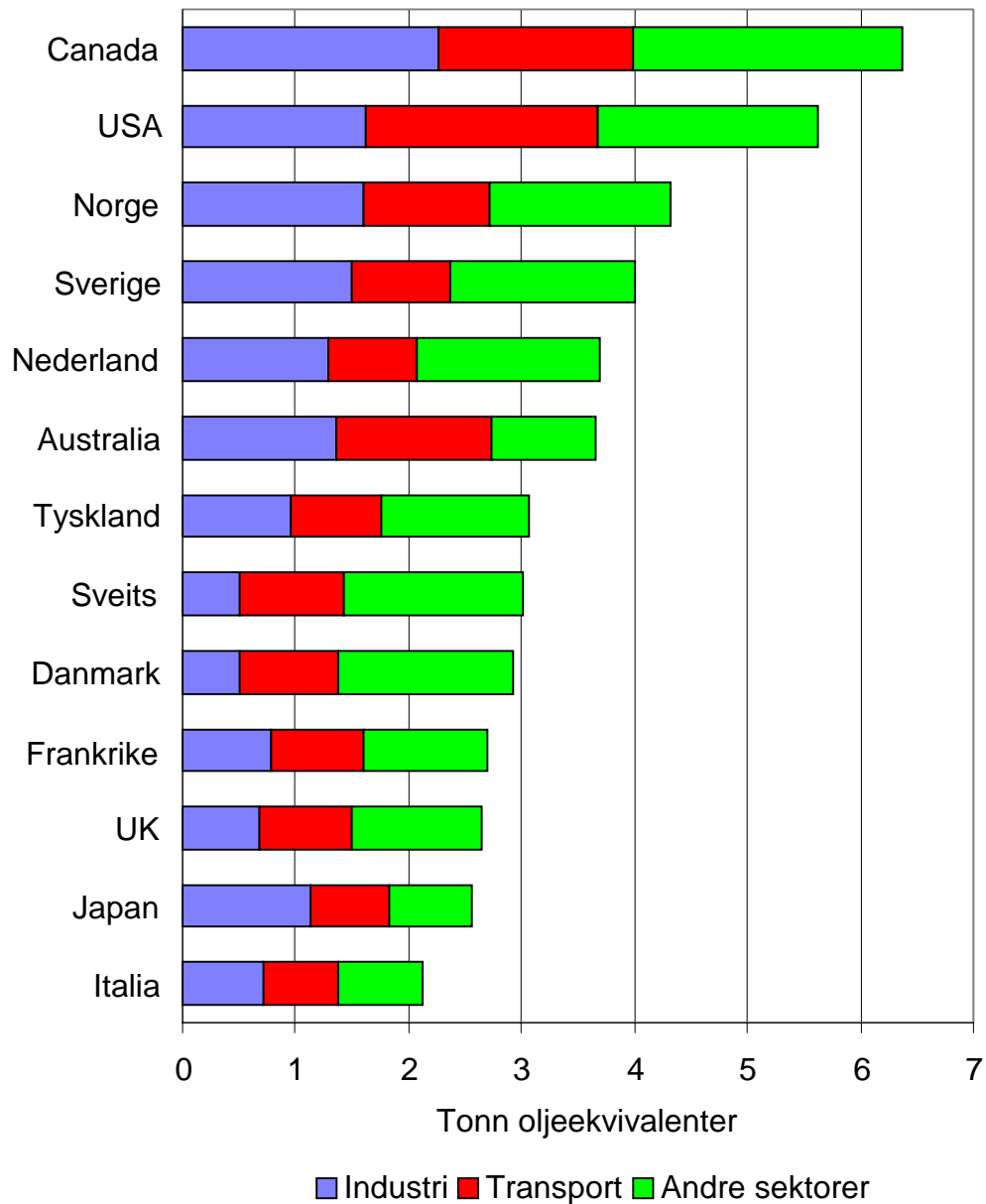
Årsakene til at USA, Canada og Australia har høye utslipp er ulike for disse tre landene. Noe av forklaringen på Australias høye utslipp er at industrien har et stort innslag av energiintensive næringer som kjemisk industri og produksjon av jern og stål, samt ikke-jernholdige metaller. En viktig forklaringsfaktor er imidlertid også at elektrisiteten i Australia i all hovedsak produseres i kullfyrte kraftverk. I tillegg har Australia en stor transportsektor.

De høye utslippene i Canada og USA henger også sammen med det høye energiforbruket i transportsektoren. Her kan nok et generelt høyt inntektsnivå kombinert med lave avgifter på energiforbruk også spille en rolle.⁴³ Spesielt høyt er energiforbruket innen transportsektoren, som er preget av spesielt lave avgifter på drivstoff. Canada har i tillegg en svært energiintensiv industristruktur. Kjemisk industri og papirindustri er spesielt store forbrukere av energi i Canada. Industrien i USA har ikke en like energiintensiv struktur som i Canada. Når USA relativt sett likevel har høyere utslipp av CO₂ enn Canada, skyldes det at over 50% av elektrisiteten i USA produseres i kullfyrte kraftverk. I Canada derimot er vannkraftverk den viktigste produsenten av elektrisitet, mens kull spiller en mindre rolle i kraftproduksjonen.

Både Norge og Sverige har høyt energiforbruk per innbygger, men likevel relativt lave utslipp av CO₂. Den viktigste forklaringsfaktoren til dette er at fossilt brensel foreløpig ikke benyttes til kraftproduksjon i disse landene.⁴⁴ Hverken Storbritannia eller Tyskland har spesielt energiintensive næringsstrukturer. En forklaringsfaktor bak de relativt høye utslippene i disse landene er at over halvparten av elektrisiteten produseres i kullfyrte kraftverk. I Japan spiller derimot olje, gass og kjernekraft en større rolle i kraftproduksjonen enn kull. Frankrike skiller seg ut med sin satsing på kjernekraft. Om lag 80% av elektrisiteten i Frankrike produseres i kjernekraftverk. Nesten 14% produseres i vannkraftverk. **Plansje 39** gir en oversikt over forbruksmønsteret for energi i noen OECD-land.

⁴³ BNP-tallene som er brukt i de foregående plansjene er ikke kjøpekraftskorrigerede. De kan nok derfor underestimere det reelle inntektsnivået i Nord-Amerika.

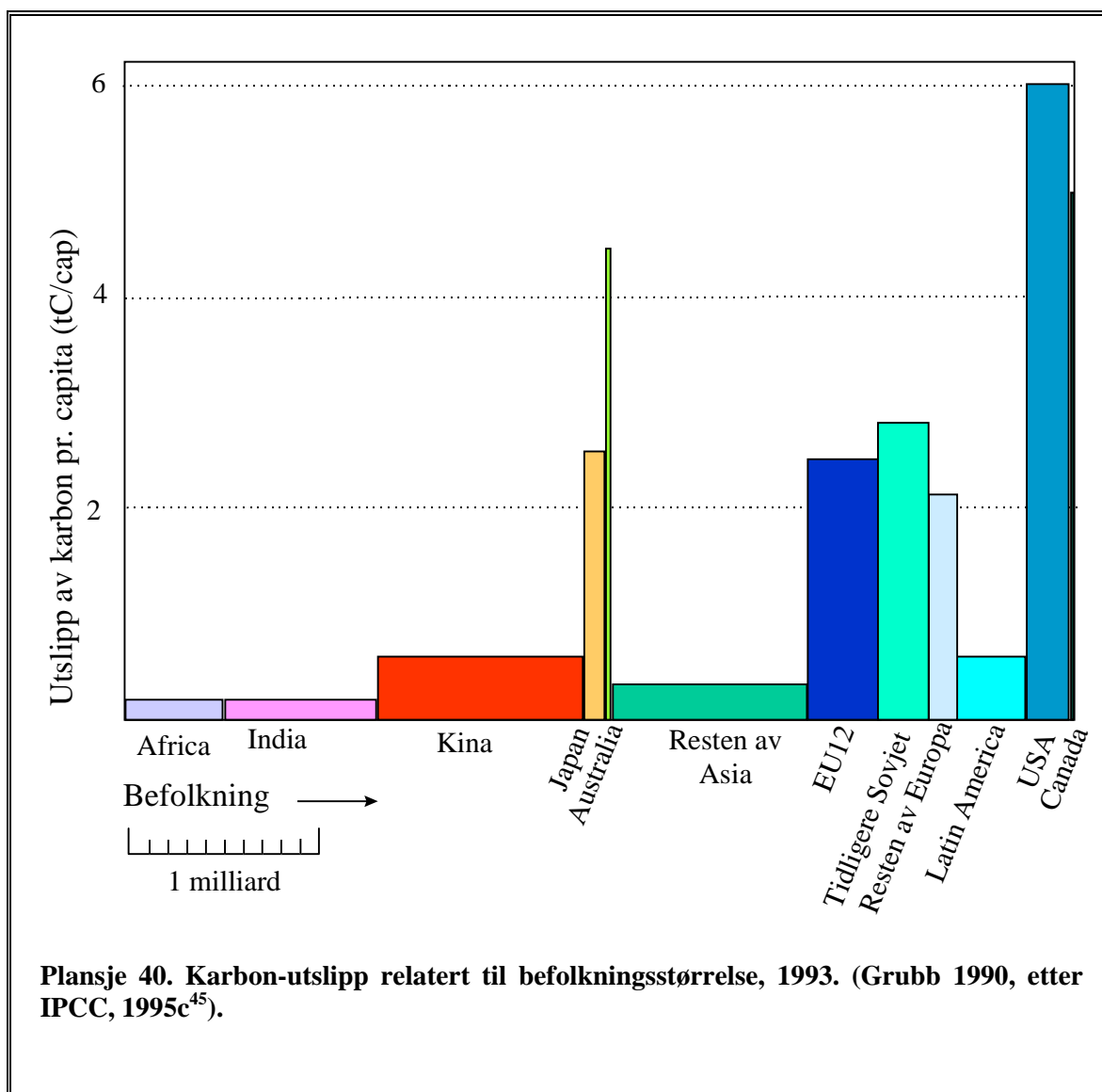
⁴⁴ Det er en viss, mens svært begrenset bruk av olje og kull til kraftproduksjon i Sverige. Kjernekraft og vannkraft står for omtrent like store andeler av den øvrige kraftproduksjonen i Sverige.



Plansje 39. Sluttforbruk av energi per innbygger, 1993. (Kilde: IEA Energy Balances of OECD Countries 1992-1993). Omregning: 1 TWh = 0.086 Mtoe.

5.4 Utslippene av CO₂ fordelt på verdens befolkning

Plansje 40 illustrerer tre sentrale tallserier. Utslippene av CO₂ per capita i ulike regioner er målt langs den loddrette akse. På den vannrette akse finner vi befolkningstørrelsen i de ulike regionene. Arealet av rektanglene representerer dermed de ulike regionenes samlede utslipp av CO₂.



5.5 OECD-landenes rolle i de internasjonale energimarkedene

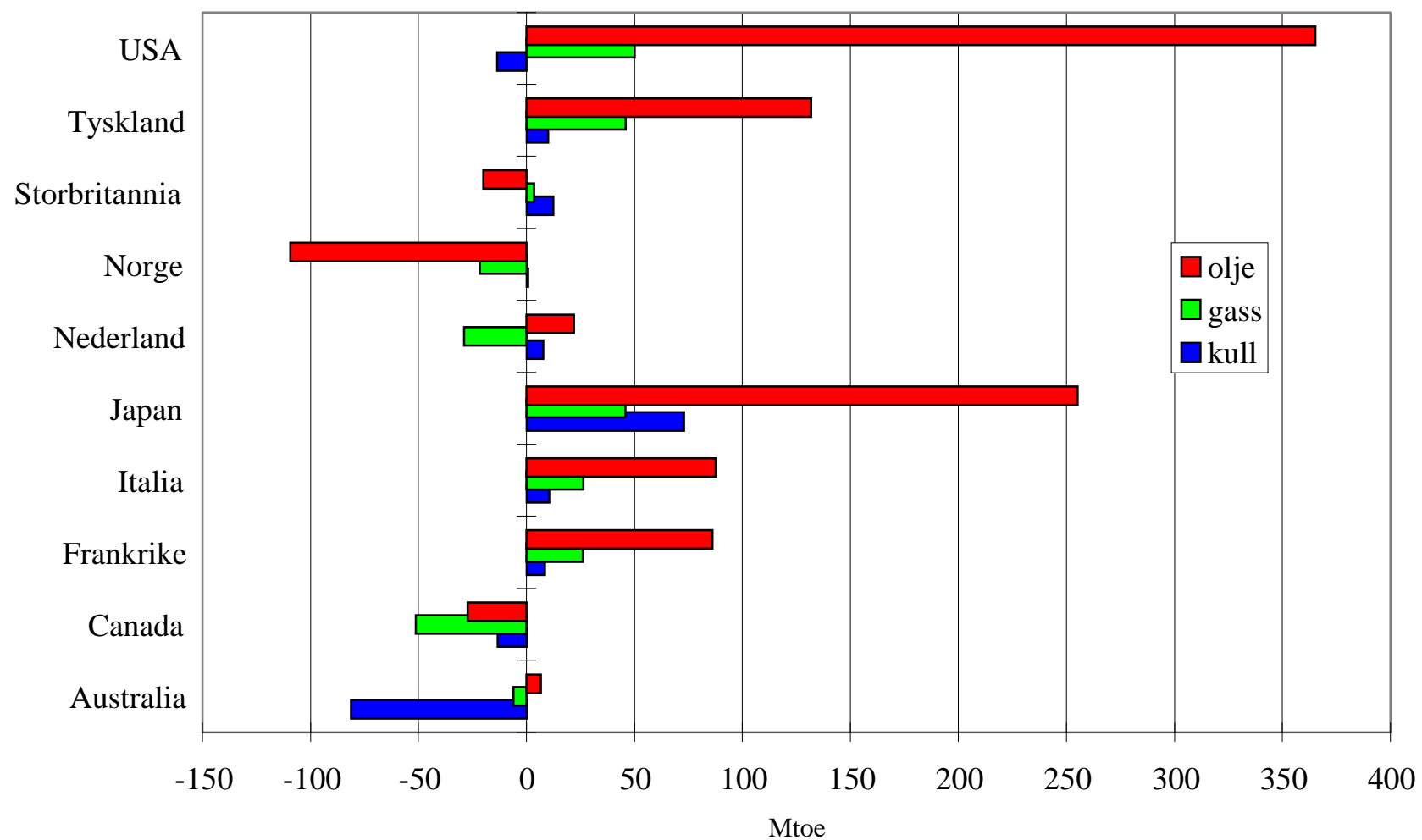
Landenes posisjoner i markedene for fossile brenslere er av betydning for deres interesser i klimaforhandlingene. Det er vanskelig å si i hvilken grad dette faktisk påvirker landenes posisjoner i klimaforhandlingene.

OECD importerer godt over halvparten av den oljen som forbrukes. Derimot stammer over 85% av naturgassforbruket og over 90% av kullforbruket fra egen produksjon. De oljeproduiserende landenes bekymring er at OECD-landene skal sette iverk tiltak som reduserer forbruket av fossile brenslere, spesielt olje, og dermed forårsaker prisfall på olje. De senere årene har det vært en markert trend i retning av at mange OECD-land legger høyere avgifter på oljeforbruk. Hvis denne tendensen forsterkes, blant annet som en del av implementeringen av en felles klimapolitikk, vil oljeprisen til sluttforbruker i OECD-landene holde seg høy.

⁴⁵ Grubb, M. 1990. *Energy policies and the greenhouse effect. Vol. 1: Policy appraisal*, Royal Institute of International Affairs, London. IPCC, 1995c, *op.cit.*

Prisen til produsent vil derimot trolig bli lavere. På denne måten kan altså de store oljeimportørene i OECD utnytte klimaproblemet til å overføre grunnrente til egne statskasser fra oljeprodusentlandene.

De store nettoeksportørene av fossile brensler innen OECD, som er Norge, Canada og Australia, vil selvsagt kunne tape på dette. **Plansje 41** gir en oversikt over noen utvalgte OECD-lands nettoimport av fossile brensler.



Plansje 41. Nettoimport av fossile brensler, 1993. (Kilde: IEA Energy Balances of OECD Countries 1992-1993).

5.6 Kostnader ved utslippsreduksjoner

Plansje 43 gir en oversikt over estimerer på kostnader ved utslippsreduksjoner i OECD-land i en rekke vitenskapelige studier. I **Plansje 42** nedenfor finnes nærmere referanser til kostnadsstudiene. Den horisontale akse i Plansje 43 måler prosentvis utslippsreduksjon i forhold til en referansebane, mens den horisontale akse måler kostnadene i prosent av landenes bruttonasjonalprodukt. Alle de refererte studiene er basert på såkalte 'top-down' modeller. IPCC gjennomgår også 'bottom-up' studier, som det finnes relativt få av.

Plansje 42. Liste over makrostudier ('top-down'), jf. Plansje 43

Land	Studie (år)	Nøkkel ⁴⁶	CO ₂ -reduksjon fra basisår	Kostnad målt som reduksjon i BNP
Australia	Dixon et al. (1989)	AusD (2005)	47%	2.4%
Australia	Industry Commission (1991)	AusIn (2005)	40%	0.8%
Australia	Marks et al. (1990)	AusM (2005)	44%	1.5%
Finland	Christensen (1991)	FinC (2010)	23%,21%	6.9% a,4.8% b
Frankrike	Hermes-Midas (992. Karadeloglou)	FraH (2005)	11%	0.7%
Tyskland	Hermes-Midas (1992. Karadeloglou)	GerH (2005)	13%	1.3%
Japan	Ban (1991)	JapB(2000)	18%,18%	0.4% c,1.7% d
Japan	Goto (1991)	JapG (2000,2010,2030)	23%,41%,66%	0.2%,0.8%,1%
Japan	Nagata et al. (1991)	JapN (2005)	26%	4.9%
Japan	Yarnaji et al. (1990)	JapY (2005)	36%	6% c
Nederland	NEPP (1989)	NethN (2010)	25%, 25%	4.2% e,0.6% f
Norge	Bye, Bye & Lorentsen (1989)	NorB (2000)	16%	1.5%
Norge	Glomsrød et al. (1990)	NorG (2010)	26%	2.7%
OECD	GREEN (1992)	OecdG(2050)	43%	0.4% GDP
Sverige	Bergman (1990)	SweB(2000)	10%,20%,30%, 40%,51%	0%,1.4%,2.6%, 3.9%,5.6%
UK	Barker (1993)	UkB (2005)	12%	-0.2% g,+0.4% h
UK	Barker & Lewney (1991)	UkBL (2005)	32%	0%
UK	Sondheimer (1990)	UkS (2000)	4%	-0.5%
UK	Hermes-Midas (1992: Karadeloglou)	UkH (2005)	7%	1.9%
US ⁴⁷	DRI (1992)	UsaD(2020)	37%	1.8%
US	CBO-PCAEO,DRI (1990)	UsaC	8%	1.9%
US	Manne (1992)	UsaM(2020)	60%	4.2%
US	Oliveira-Martins, et al.(1992)	UsaO(2020)	60%	2.4%
US	Shackleton et al. (1993)	UsaSh (2010)	22%	-0.6%
US	Shackleton et al. (1993)	UsaSd (2010)	5%	-0.4%

a Ensidige nasjonale tiltak.

b Konsekvenser av en global avtale.

c Avgift.

d Direkte regulering.

e Ensidige nasjonale tiltak.

f Konsekvenser av en global avtale.

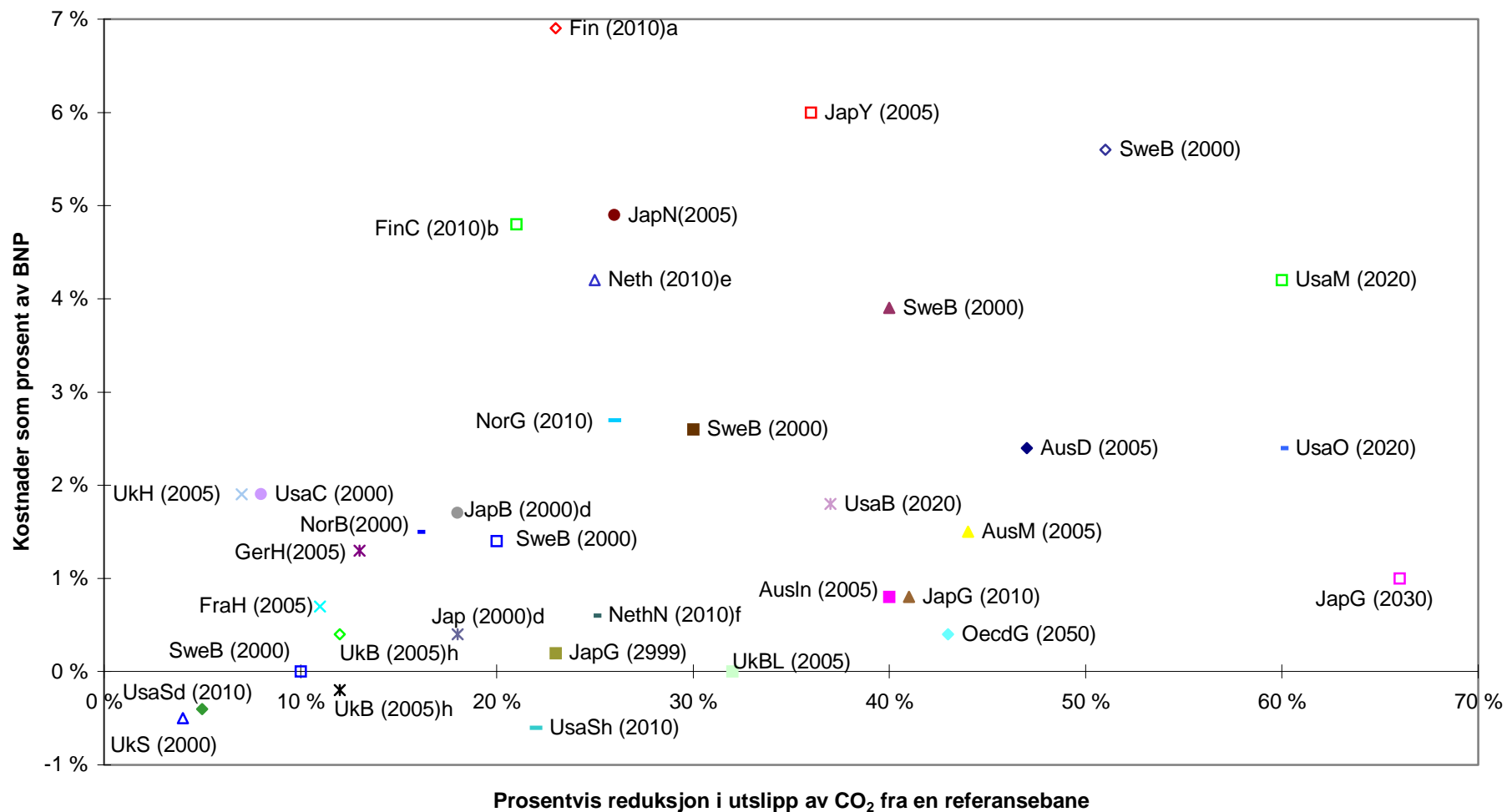
g Økning i BNP når momsen reduseres med samme beløp som avgiftsinntektene.

h Reduksjon i BNP når avgiftsinntektene brukes til å redusere det offentlige lånebehovet.

Kilde: IPCC (1995c, *op.cit.*)

⁴⁶ Bokstavene i nøkkelen referer til land og forfatter.

⁴⁷ Dette er et utvalg av USA-studier fra IPCC (1995c, *op.cit.*)



Plansje 43. Kostnader ved CO₂-utslippsreduksjoner fra en rekke ulike makrostudier presentert i IPCC (1995c, *op.cit.*). Studiene er listet i Plansje 42.

5.7 De viktigste spørsmålene i Berlin-mandat forhandlingene

I Berlin-mandat forhandlingene er de viktigste spørsmålene gruppert i tiltak og virkemidler, og tidsfestede utslippsforpliktelser. For å få en oversikt over ulike lands posisjoner og en forståelse av forhandlingene trenger vi en noe finere inndeling. De viktigste spørsmålene kan således inndeles som **Plansje 44** viser. Til disse spørsmålene kan det knyttes noen kommentarer:

Skal landene ha like eller differensierte mål: Her står striden om man skal gå inn for like prosentvise reduksjoner i alle Annex I land, eller om en slik løsning er både urettferdig og ineffektiv på grunn av store kostnadsforskjeller mellom land. Både Klimakonvensjonen og Berlin-mandatet viser til at det er relevant å ta hensyn til landenes ulike utgangspunkt, blant annet m.h.t. økonomisk struktur og ressursbase, for å sikre en rettferdig byrdefordeling.

Mål for og tidfesting av utslippsreduksjoner. Dette spørsmålet gjelder ambisjonsnivået for utslippsreduksjonene. For det første nevner Berlin-mandatet årstallene 2005, 2010 og 2020, og flere land knytter forslag til et eller flere av disse årstallene. For det andre spriker forslagene knyttet til hvert årstall sterkt. Referanseåret som legges til grunn er som regel 1990, med bakgrunn i at Klimakonvensjonen anbefaler en stabilisering av utslippene i år 2000 på 1990-nivå. For 2010 er det foreslått reduksjoner på fra 5% til 20%.

Valg av tiltak og virkemidler. Hovedspørsmålet for valg av virkemidler gjelder hvilken grad av internasjonal koordinering man legger opp til. Noen land går inn for en internasjonal karbonavgift, mens andre mener det må være helt opp til det enkelte land å velge virkemidler. Handel med kvoter og felles gjennomføring av klimatiltak ser ut til å ha bred støtte.

Fleksibilitet i oppfylling av forpliktelser over tid. Noen land argumenterer for å åpne for fleksibilitet i gjennomføringen av forpliktelser over tid fordi dette vil øke kostnadseffektiviteten. Tanken er at dersom et land har en forpliktelse for å redusere sine utslipp med en viss mengde tonn over for eksempel en femårsperiode, kan man ha fleksibilitet i når reduksjonene skjer så lenge målet for samlet utslippsreduksjon blir nådd. En bakgrunn er at temperaturvariasjon fra år til annet kan føre til variasjon i utslippene av karbondioksid fordi behovet for energibruk varierer tilsvarende. Ved å ha en viss frihet til å

Plansje 44

De viktigste spørsmålene i Berlin-mandat forhandlingene

1. Like eller differensierte mål
2. Mål og tidfesting
3. Tiltak og virkemidler
4. Fleksibilitet over tid
5. Kun karbondioksid eller en kurv med klimagasser
6. Ta med sluk - binding av karbondioksid gjennom netto skogtilvekst

velge mellom ulike utslippsbaner kan man velge den banen som er billigst å nå.

Kun karbondioksid eller en kurv med klimagasser. Klimakonvensjonen nevner at man skal inkludere alle relevante klimagasser. Det er store variasjoner i levetider og strålingspådriv mellom ulike klimagasser. Det er også slik at kostnaden for å redusere en viss mengde av en klimagass kan være mye lavere enn for en annen klimagass. Dermed kan en oppnå en høyere kostnadseffektivitet ved å kunne gjennomføre tiltak overfor en kurv av flere gasser enn ved bare å redusere karbondioksid. Dette vil spesielt være viktig for land som har billigere tiltak for andre gasser enn for karbondioksid. Et teknisk problem ved en kurv-tilnærming ('comprehensive approach') er å finne gode metoder for å kunne sammenligne klimaeffekten av reduksjoner. Det har vært vanlig å bruke 'Global Warming Potentials' (GWP) for å regne om utslipp av ulike gasser til CO₂-ekvivalenter.⁴⁸

Skal sluk som netto tilvekst av skog kunne tas med. Klimakonvensjonen nevner at man skal se på alle sluk for klimagasser. Det viktigste sluket gjelder karbondioksid. Gjennom netto skogtilvekst bindes karbondioksid. Tas det hensyn til slike sluk når det gjelder oppfyllelsen av forpliktelse kan det bety relativt mindre reduksjoner av utslippene av karbondioksid i andre sektorer. På dette området kan det derfor ligge et potensiale for å spare kostnader dersom det er billigere å utvikle sluk enn å redusere utslippene av karbondioksid. Det kan være en del metodeproblemer, blant annet knyttet til referansenivå og bindingstid, for å ta med binding av karbondioksid gjennom netto skogtilvekst. Studier referert i det nye Langtidsprogrammet tyder på at 25% av norske utslipp av karbondioksid bindes gjennom netto tilvekst i skogen.

⁴⁸ Siden de ulike klimagassene har svært varierende levetider, er GWP-verdier svært avhengig av hvilken tidshorisont man velger. Dette vil videre ha stor betydning for det beregnede totalutslippet fra et land gitt i CO₂-ekvivalenter og for de ulike gassenes bidrag til dette totalutslippet. Partene til Klimakonvensjonen skal rapportere utslipp for hver av gassene CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, PFK og HFK (med spesifisering av de enkelte kjemikalier innenfor de to sistnevnte gruppene av gasser) i faktiske utslippstall. Videre skal man rapportere utslipp av de indirekte klimagassene NO_x, NMVOC og CO, og det oppfordres til også å rapportere utslipp av SO₂. Partene kan også velge om de vil regne om utslippene v.h.a. GWP'er til CO₂-ekvivalenter. GWP'er basert på 100 års tidshorisont skal da benyttes. Det er imidlertid opp til partene om de ønsker å bruke GWP'er for andre tidshorisonter i tillegg.

5.8 De viktigste aktørenes posisjoner i forhandlingene

Med utgangspunkt i de viktigste spørsmålene i forhandlingene, som er listet opp under avsnitt 5.7, følger nå en oversikt over de viktigste landenes posisjoner i **Plansje 45**.

Plansje 45. Posisjoner i Berlin-Mandat forhandlingene

LAND/ REGION	MÅL	TIMEPLAN	TILTAK OG VIRKE- MIDLER	FLEKS. I TID	KURV AV GASSER	ANNET
EU	Unif.	- 15% reduksjon av gruppen CO ₂ , CH ₄ og N ₂ O i 2010 - r% reduksjon i 2005 - inkludere HFK, PFK og SF ₆ senest år 2000	- FG - Tre nivåer: felles, koordinerte, og nasjonale		√	- intern byrdefordeling - åpning for differensiering på lenger sikt - inkludere nye OECD-medlemmer i Anneks X
USA	Unif.	- tidligst mål for 2010	- kvotehandel - FG - frivillige avtaler	√	√	- juridisk bindende mål - u-landene må få flere forpliktelser
NORGE	Diff.		- kvotehandel - FG - internasj. Avgift		√	- formel basert på CO ₂ /BNP, CO ₂ /capita, BNP/capita
AUSTRALIA	Diff.		- kvotehandel - FG	√	√	- lik prosentvis endring i BNP/capita - Kriterier: BNP vekst, befolkningsvekst, utslipp/BNP, handel med kull/olje/gass utslipp/eksport
SVEITS	Diff.	- 10% i 2010	- FG - CO ₂ avgift		√	- årlige utslipp i CO ₂ -ekvivalenter per capita
JAPAN	Diff.		- FG			- enten et per capita mål eller en prosentvis reduksjon
AOSIS	Unif.	- 20% i 2005	- koordinert avgift		√	

5.9 Forslag om differensiering av forpliktelser

Både Klimakonvensjonen og Berlin-mandatet nevner at man skal ta hensyn til landenes ulike utgangspunkt, blant annet m.h.t. økonomisk struktur og ressursbase, for å sikre en rimeleg byrdefordeling. I tillegg kan en slik løsning bidra til en høyere kostnadseffektivitet enn det som ellers er mulig.

I klimaforhandlingene har de landene som har relativt høye kostnader ved å redusere sine utslipp gått inn for differensiering av forpliktelsene. Alternativet med like prosentvise reduksjoner vil bli relativt dyrt for land som Norge, Australia, Japan, Frankrike, Sveits og Canada.

Utfordringen for de som ønsker differensiering er å enes om prinsipper og kriterier for differensiering, spesielt gitt den begrensede tid som er til rådighet til desember. Til en viss grad kan slike kriterier knyttes til etiske prinsipper for byrdefordeling. **Plansje 46** viser de mest aktuelle etiske prinsippene.

De viktigste forslagene om differensiering som har vært fremmet i forhandlingene er oppsummert i **Plansje 47** og i noe mere detaljer nedenfor.⁴⁹

Norge: En gruppe land (f.eks. Annex I landene) fordeler utslippsreduksjonen mellom seg basert på tre kriterier, CO₂ per capita, CO₂ per enhet BNP, og BNP per capita. For hvert land tas forholdet mellom hver variabel og gjennomsnittet for gruppen av land for denne variabelen. Til sist vektet de tre variablene og summeres. Vektene bestemmes gjennom forhandlinger.

Formelen er: $A_i = z(aO_i + bC_i + cB_i)$, der A_i er land i 's utslippsreduksjon i prosent av nasjonale utslipp, a , b , og c er vekter med sum 1, z er en skalafaktor, og O_i , C_i og B_i er de tre variablene (som eksempel er $O_i = (CO_2/capita)_i / (CO_2/capita)_{gruppe}$).

Australia: Byrdefordelingen skal sikte mot en lik prosentvis endring/kostnad i BNP per capita i alle land. Forhandlinger om nasjonale mål baseres på fem kriterier: veksten i BNP, befolkningsveksten, utslipp i forhold til BNP, handel med fossile brensler, og utslipp i forhold til eksporten.

Island: Det islandske forslaget er likt det norske med unntak av at de i tillegg til de tre norske kriteriene ønsker å ta med andelen av fornybare energikilder i den samlede energiforsyning. Etter samtaler mellom Island og Norge under AGBM-6 i mars 1997 ser det ut til at Norge åpner for å ta med dette fjerde kriteriet i sin modell, slik at de to landenes forslag blir nesten identiske.

Japan: Landene kan velge mellom en meny med to alternativer, enten et mål som utslipp per capita eller et mål som en viss prosentvis reduksjon av utslippene i forhold til et basisår.

Sveits: Landene skal ha et årlig mål for tillatte utslipp av klimagasser per capita.

⁴⁹ I tillegg til landene nedenfor hadde Frankrike et eget forslag til differensiering før EU samlet seg til en posisjon. I følge det franske forslaget skulle byrdefordelingen avhenge av per capita utslipp i 1990, der landene deles inn i grupper etter utslippsnivå. Alle landene må følge en utslippsbane som over tid (d.v.s. fram til år 2100) leder fram til samme per capita utslipp. Dette betyr at de landene som har relativt høye per capita utslipp i 1990 må redusere sin utslipp mest over tid. I EUs forslag ligger det nå inne en åpning for differensiering på lang sikt.

Plansje 46

Forslag om differensiering av forpliktelser

I klimaforhandlingene har de landene som har relativt høye kostnader ved å redusere sine utslipp gått inn for differensiering av forpliktelsene.

Utfordringen for de som ønsker differensiering er å enes om prinsipper og kriterier for differensiering.

Etiske prinsipper for byrdefordeling:

- egalitær; d.v.s. alle personer har lik rett til utslipp av klimagasser; f.eks. målt som CO₂ per capita
- horisontal fordeling; d.v.s. at land som har omlag samme velferdsnivå bør få samme byrde; f.eks. målt som kostnad per capita eller kostnad i forhold til BNP
- vertikal fordeling; d.v.s. fordeling etter evne; byrden gjøres proporsjonal med f.eks. BNP per capita
- forurenseren skal betale; byrden bør være proporsjonal med skaden /utslippet av klimagasser

Plansje 47

De viktigste forslagene om differensiering:

Norge: En gruppe land fordeler utslippsreduksjonen mellom seg basert på tre kriterier, CO₂ per capita, CO₂ per enhet BNP, og BNP per capita. For hvert land og variabel tas forholdet mellom landet og gjennomsnittet for gruppen. Til sist vektet de tre variablene og summeres. Vektene bestemmes gjennom forhandlinger.

Australia: Målet er lik prosentvis endring/kostnad målt som BNP per capita i alle land. Fem kriterier: veksten i BNP, befolkningsveksten, utslipp i forhold til BNP, handel med fossile brenslere, og utslipp i forhold til eksporten.

Island: Det islandske forslaget er likt det norske med unntak av at de i tillegg til de tre norske kriteriene ønsker å ta med andelen av fornybare energikilder i den samlede energiforsyning.

Japan: Landene kan velge mellom et mål som utslipp per capita eller et mål som en viss prosentvis reduksjon av utslippene i forhold til et basisår.

Sveits: Landene skal ha et årlig mål for tillatte utslipp av klimagasser per capita.

5.10 Nærmere om systemer for handel med kvoter

Mange av landene i Berlin-mandat forhandlingene har gått inn for å åpne for handel med kvoter med klimagasser, i første omgang karbondioksid. Tanken med kvotehandel er å kunne redusere kostnaden ved å nå et gitt mål for utslippsreduksjon blant en gruppe land der kostnaden varierer mellom landene. Også i et system med kvotehandel støter man på spørsmålet om byrdefordeling i form av initial-fordelingen av kvoter. De viktigste kjennetegnene ved slike systemer er vist i **Plansje 48**.

Kvotehandel kan baseres på to hovedsystemer, enten et system med utslippstillatelser eller et system med kreditter. I et system med kreditter har hvert land en referansebane for utslipp framover, som kan ligge lavere enn 'business-as-usual' fordi det er lagt inn tiltak som fører til utslippsreduksjoner. Dersom et land har lavere utslipp enn referansebanen kan denne "kvoten" selges til andre land, og omvendt må landet kjøpe kvoter fra andre land dersom utslippene ligger høyere enn referansebanen.

I et system med utslippstillatelser er kontrollen med det samlede utslippet større enn i systemet med kreditt. Det forhandles fram en skranke på utslippene for hvert av landene i en gruppe. Dersom et land gjennomfører tiltak som får utslippene under skranken kan det selge denne kvoten til andre land. I andre land kan det være dyrere å redusere utslippene ned til skranken, og kjøp av kvoter fra andre land kan da framstå som et bedre alternativ. Alt i alt fører kvotehandelen til at det etableres en pris på kvoter, og kostnadseffektiviteten øker fordi landenes marginalkostnad utjevnes.

I utgangspunktet kan både regjeringer, bedrifter og f.eks. NGOer kjøpe eller selge kvoter. Et system med kvotehandel vil ha mange fordeler, men også noen potensielle problemer knyttet til seg. Spørsmålet om byrdefordeling kommer inn for fullt ved den initiale kvotefordeling. Man må også unngå at noen aktører kan påvirke markedet og prisen på kvoter til egen vinning.

Dersom et kvotehandel-system skal fungere må det sannsynligvis knyttes til Klimakonvensjonen og en Kyoto-protokoll. Så langt har man bare erfaringer med handel med svovel-kvoter fra USA, og ingen internasjonale systemer. Det vil ta tid å få et internasjonalt system til å fungere, og man må kanskje starte med et pilot-system med et mindre antall land. Mange tekniske og institusjonelle spørsmål må løses, blant annet når det gjelder overvåking og gjennomføring.

Plansje 48

Systemer for handel med kvoter

Mange land har uttrykt interesse for handel med klimagass-kvoter

Økonomi:

- Kvotehandling kan redusere kostnaden ved å nå et gitt mål for utslippsreduksjon
- Det etableres en pris på kvoter, og kostnadseffektiviteten øker fordi landenes marginalkostnad utjevnes

Hovedtrekk:

- Det forhandles fram en skranke på utlippene for hvert av landene i en gruppe
- Dersom et land gjennomfører tiltak som får utlippene under skranken kan det selge denne kvoten til andre land
- I dyre land er kjøp av kvoter fra andre land et bedre alternativ

Kvotehandling kan baseres på to systemer:

- et system med utslippstillatelser
- et system med kreditter

Ulemper med kvotehandling:

- må bli enige om initial kvotefordeling
- noen aktører kan påvirke prisen på kvoter til egen vinning
- kun erfaringer med handel med svovel-kvoter fra USA
- det vil ta tid å få et internasjonalt system til å fungere; bl.a. må mange tekniske og institusjonelle spørsmål løses (bl.a. overvåkning og gjennomføring)

5.11 Nærmere om felles gjennomføring av klimatiltak

Mange land har uttrykt støtte til felles gjennomføring av klimatiltak under Berlin-mandat forhandlingene.

Klimakonvensjonen åpner for at land kan samarbeide om å redusere sine utslipp av klimagasser. Denne type samarbeid blir referert til som 'Joint Implementation' eller 'felles gjennomføring av klimatiltak' (FG) på norsk. En generell definisjon av FG er: Samarbeid mellom to eller flere parter til Klimakonvensjonen for å oppfylle sine nasjonale forpliktelser til reduksjon i sine utslipp av klimagasser. Under det første partsmøtet til Klimakonvensjonen i Berlin våren 1995 ble begrepet 'Activities Implemented Jointly' innført som betegnelse på FG-prosjekter i pilotfasen fram til 2000, og spesielt om prosjekter i land utenom Annex I gruppen (d.v.s. u-land). De viktigste kjennetegnene ved FG er vist i **Plansje 49**.

Poenget med FG er at mekanismen kan øke den internasjonale kostnadseffektiviteten i en situasjon der kostnaden ved å redusere utlippene av klimagasser varierer betydelig mellom landene. Et eksempel er at Norge deltar i finansieringen av et energieffektiviserings-prosjekt i et polsk kraftverk når dette er mye billigere per redusert tonn karbondioksid enn mulige tiltak

i Norge, mot at disse utslippsreduksjonene tas med i det norske klimagassregnskapet og godtas som oppfylld av forpliktelser til reduserte utslipp (såkalt kreditering).

To viktige betingelser for FG er bindende forpliktelser til utslippsreduksjoner og et etablert internasjonalt regelverk. Den første betingelsen mangler i dag, men kan komme ut av en Kyoto-protokoll. Den andre betingelsen er heller ikke oppfylt. Pilotfasen uten kreditering ble vedtatt på partsmøtet i Berlin våren 1995 og varer fram til år 2000. Tanken er å prøve ut mekanismen og vinne erfaringer, og dermed legge grunnlaget for å etablere et regelverk internasjonalt. Det gjenstår mange tekniske og politiske spørsmål før mekanismen kan bli operasjonell med kreditering etter 2000. Mange u-land er skeptiske fordi de frykter at de kan komme dårligere ut enn i-landene dersom de skal delta i FG-prosjekter, gjennom for lav kompensasjon for FG-prosjekter, båndlegging av arealer og konflikt med utviklingsplaner, og fordi de mener at i-landene må redusere sine egne utslipp først. Ellers er de viktigste tekniske spørsmålene knyttet til definisjon av referansesituasjon, måling av effekt på utlippene og kostnaden til prosjektene, og verifikasjon av disse opplysningene.

Flere land har satt i gang programmer med pilot-prosjekter for å involvere bedrifter, bl.a. USA gjennom programmet 'US Initiative on Joint Implementation', selv om det ikke finnes klare incentiver i mangel av kreditering. Både under den nåværende pilotfasen og i en eventuell operasjonell fase etter år 2000 må den nasjonale regjering legge til rette rammebetingelser som gir bedriftene incentiver til å delta i FG-prosjekter. Slike incentiver kan gis ved å koble innsats i FG-prosjekter i andre land (som godskrives regjeringens klimagassregnskap) til lettelse i f.eks. beskatningen av bedriftene.

Plansje 49

Felles gjennomføring av klimatiltak

Mange land har uttrykt støtte til felles gjennomføring av klimatiltak (FG) (Joint Implementation; Activities Implemented Jointly)

En generell definisjon:

Samarbeid mellom to eller flere parter til Klimakonvensjonen for å oppfylle sine nasjonale forpliktelser til reduksjon i sine utslipp av klimagasser

Et **eksempel** er at Norge deltar i finansieringen av et energieffektiviserings-prosjekt i et polsk kraftverk når dette er mye billigere per redusert tonn karbondioksid enn mulige tiltak i Norge

Poeng: øke den internasjonale kostnadseffektiviteten

Pilotfase uten kreditering fram til år 2000

Gjenstår mange tekniske og politiske spørsmål:

- mange u-land er skeptiske fordi de frykter at de kan komme dårligere ut enn i-landene
- viktige tekniske spørsmål knyttet til definisjon av referansesituasjon, måling og verifikasjon

Den nasjonale regjering må legge til rette rammebetingelser som gir bedriftene incentiver til å delta i FG-prosjekter

5.12 Flexibilitet i gjennomføring over tid

I AGBM-forhandlingene er det først og fremst av USAs delegasjon som har fremmet ønske om at forpliktelsene om utslippsreduksjoner må gi partene fleksibilitet i innfasingen av utslippsreduksjonene. USA har lagt stor vekt på at avtalen kun skal spesifisere forpliktelser knyttet til at *gjennomsnittet* av utslippene i en nærmere spesifisert periode på flere år ikke skal overstige det som er spesifisert i avtalen. Det er flere årsaker til at USA legger vekt på denne typen “multi-year targets”. For det første vil kostnadene ved utslippsreduksjoner i stor grad være bestemt av hvor raskt man vil foreta utslippsreduksjonene. Dersom man vil gjennomføre store utslippsreduksjoner i løpet av få år må man regne med relativt høye kostnader. I en del land er det imidlertid trolig mulig å få til utslippsreduksjoner som monner til relativt beskjedne kostnader dersom man tar tiden til hjelp. Ved å ta tiden til hjelp i klimapolitikken vil man kunne utnytte en naturlig utskiftning av realkapital til å installere utstyr som forårsaker mindre utslipp. For å begrense kostnadene ved utslippsreduksjoner kan det altså være viktig at klimaavtaler gir partene fleksibilitet når det gjelder tidspunkt for utslippsreduksjonene. Noen momenter til denne diskusjonen er listet i **Plansje 50**.

Et annet moment som taler for “multi-year targets” er at utslippene vil variere fra år til år på grunn av endringer i konjunkturer og værforhold. Et tredje moment som taler for fleksibilitet

når det gjelder innfasingen av utslippsreduksjoner, er at den teknologiske utviklingen kan komme til å gjøre utslippsreduksjoner mindre kostbart i framtiden. Først og fremst knytter dette seg til den teknologiske utviklingen innenfor nye fornybare energikilder. De siste tiårene har kostnadene ved produksjon av energi ved hjelp av vind og sol falt betydelig. Dersom denne utviklingen fortsetter kan det etter noen tiår bli mulig å erstatte fossile brensler med nye fornybare energikilder med vesentlig mindre kostnadsøkninger enn i dag.

Det er imidlertid problematisk med avtaler av denne typen, og problemene er større jo lengre tidsperioder som spesifiseres. Blant annet vil det bli vanskeligere å kontrollere og håndheve avtaler med fleksibilitet over tid. Videre kan det medføre at utslippsreduksjoner blir utsatt, noe som igjen kan føre til mer omfattende klimaendringer. Slike avtaler kan også gi reduserte incentiver for å utvikle nye teknologier.

Plansje 50

Kostnader ved utslippsreduksjoner - fleksibilitet i tidsbruken

- ◆ Kostnadsbesparende å gi landene fleksibilitet i innfasingen av utslippsreduksjonene fordi:
 - Ny realkapital, som generer mindre utslipp, kan settes inn når den gamle kapitalen likevel skal skiftes ut
 - Kan vise seg å være lønnsomt å vente på teknologiske nyvinninger
 - Værforhold og konjunkturer vil gi variasjoner i utslipp fra et år til et annet

- ◆ Ikke uproblematisk med en klimaavtale som spesifiserer "multi-year targets".
 - Flere kontrollproblemer
 - Utsatte tiltak betyr større klimaendring
 - Færre incentiver for teknologiutvikling

6. UTSIKTER FRAMOVER TIL DET TREDJE PARTSMØTET I KYOTO

6.1 Utsikter for forhandlingene

Berlin-mandat forhandlingene er utfordrende på mange måter. Skal utslippene av klimagasser, og spesielt karbondioksid, reduseres i de rike landene må forbruket av fossile brenslere reduseres. Effektive klimatiltak vil derfor gå til kjernen av økonomien i disse landene. I **Plansje 51** er utsiktene for forhandlingene oppsummert.

De viktigste grunnene til at forhandlingene er kompliserte er at:

1. Landene har ulike oppfatninger av hva som er rettferdig. Dette gjelder hvilke etiske prinsipper og konkrete regler for byrdefordeling som bør anvendes, i tillegg til hvordan landene bør inndeles i grupper som møter ulike forpliktelser (Eksempel: bør nye OECD-medlemmer inkluderes i Annex I gruppen?).
2. Selv om alle land er genuint opptatt av å redusere klimaproblemet vil landenes posisjoner under forhandlingene være farget av nasjonale særinteresser. Landene har ulike interesser på grunn av ulike kostnader ved klimatiltak og fordi sannsynlige kostnader ved klimaendring varierer.
3. Det finnes ikke noe felles akseptert modellverktøy som er egnet til å regne ut økonomiske konsekvenser for ulike land av å delta i ulike utforminger av en klimaprotokoll.

Kyoto-protokollen må godkjennes av Annex I landene og i tillegg være akseptabel for andre parter til Klimakonvensjonen, spesielt u-landene. Mange u-land er svært vaksomme fordi de er engstelige for å bli påført skadevirkninger dersom Annex I landene gjennomfører større klimatiltak, bl.a. gjennom endrede bytteforhold i handelen.

Gitt dette bakteppet for Berlin-mandat forhandlingene bør man ikke ha for store forventninger til Kyoto-protokollen. Protokollen blir en balansegang mellom hva som er mulig å få de mest skeptiske landene med på og avtalens effektivitet med hensyn på reduksjon i globale utslipp av klimagasser. Ved å bygge forskjellige typer fleksibilitet inn i oppfyllingen av forpliktelsene vil den bli lettere å støtte for flere land. Dette kan gjelde fleksibilitet i tid og rom, hvor to eksempler på fleksibilitet i rom er å åpne for handel med kvoter og felles gjennomføring av klimatiltak.

Desto mindre ambisiøs protokollen er, desto lettere vil det være å få land til å undertegne den. Valget kan derfor komme til å stå mellom en relativt lite ambisiøs avtale og en avtale som bare en del av landene støtter. I alle tilfeller vil det som sannsynligvis er mulig å oppnå ligge mer i retning av en redusert vekstrate i globale utslipp, og eventuelt stabilisering etter hvert, enn en halvering av globale utslipp av karbondioksid, som IPCC har funnet vil være nødvendig for etter hvert å stabilisere atmosfærens konsentrasjon av karbondioksid på det doble av før-industrielt nivå. Det vil være vanskelig å flate ut veksten i globale utslipp, blant annet fordi mange u-land har en kraftig vekst i utslippene og ikke vil bli pålagt restriksjoner med det første.

Det vil sannsynligvis bli nye forhandlingsrunder etter Kyoto for å revidere Klimakonvensjonen og Kyoto-protokollen. Derfor vil det kanskje bli viktigere å få vedtatt fornuftige prinsipper som kan sikre en rettferdig byrdefordeling og kostnadseffektivitet framover enn detaljerte og ambisiøse forpliktelser i denne omgang.

Plansje 51

Utsikter for forhandlingene

Forhandlingene kompliseres av at fossile brensler er så sentrale i landenes økonomi, og fordi:

1. Landene har ulike oppfatninger av rettferdighet.
2. Landenes posisjoner vil være farget av nasjonale særinteresser. De har ulike interesser p.g.a. ulike klimatiltaks-kostnader og fordi sannsynlige kostnader ved klimaendring varierer.
3. Det finnes ikke noe felles akseptert modellverktøy for å regne ut kostnader.

Man bør ikke ha for store forventninger til Kyoto-protokollen:

- protokollen blir trolig en balansegang mellom hva som er mulig å få de mest skeptiske landene med på og avtalens effektivitet med hensyn på reduksjon i utslippene
- valget kan derfor komme til å stå mellom en relativt lite ambisiøs avtale og en avtale som bare en del av landene støtter
- ved å bygge fleksibilitet inn i oppfyllingen av forpliktelsene til et land vil den bli lettere å støtte for flere land

Det blir sannsynligvis nye forhandlingsrunder etter Kyoto: derfor vil det kanskje bli viktigere å få vedtatt fornuftige prinsipper som kan sikre en rettferdig byrdefordeling og kostnadseffektivitet framover enn detaljerte og ambisiøse forpliktelser

6.2 Utsikter for Norge

Utsiktene for Norge framover vil avhenge av utformingen av Kyoto-protokollen. Vi kan fokusere på de tidligere omtalte seks spørsmålene som er sentrale i Berlin-mandat forhandlingene.

1. Differensiering av mål.

Mulighet a): det åpnes for slik differensiering → bidrar sannsynligvis til lavere kostnad for Norge

Mulighet b): landene må foreta like prosentvise reduksjoner → bidrar til høyere kostnad for Norge

Vurdering: Usikkert om tilstrekkelig mange land kan samle seg om noen prinsipper for differensiering. Den korte tiden fram til Kyoto-møtet øker sannsynligheten for like prosentvise reduksjoner i denne omgang. På lenger sikt er sannsynligheten for differensiering større, jf. EUs forslag.

2. *Hvor ambisiøse er målene og timeplanen for utslippsreduksjonene?*

Mulighet a): ambisiøse mål → bidrar til høyere kostnad for Norge

Mulighet b): mer nøkterne mål og timeplan → bidrar til lavere kostnad for Norge

Vurdering: Ikke sannsynlig at viktige land kan godta særlig ambisiøse mål i denne omgang.

3. *Valg av tiltak og virkemidler - grad av internasjonal koordinering.*

Mulighet a): felles gjennomføring av klimatiltak og handel med kvoter godkjennes → bidrar til lavere kostnad for Norge

Mulighet b): felles gjennomføring av klimatiltak og handel med kvoter godkjennes ikke eller står overfor store tekniske/praktiske vanskeligheter → bidrar til høyere kostnad for Norge

Vurdering: Bra sjanser for at FG og kvotehandel godkjennes, men tekniske problemer kan lage hindringer i denne omgang.

4. *Fleksibilitet i oppfylling av forpliktelser over tid.*

Mulighet a): en viss fleksibilitet godkjennes → bidrar til lavere kostnad for Norge

Mulighet b): slik fleksibilitet godkjennes ikke → bidrar til høyere kostnad for Norge

Vurdering: Brukbare sjanser for at en begrenset fleksibilitet over tid innrømmes.

5. *En kurv av klimagasser ('comprehensive approach')*

Mulighet a): man godkjenner en kurv av klimagasser → bidrar til lavere kostnad for Norge

Mulighet b): i denne omgang godkjennes kun karbondioksid eller man møter store tekniske vanskeligheter med andre klimagasser i første omgang → bidrar til høyere kostnad for Norge

Vurdering: Brukbare sjanser til å få aksept for å ta med flere klimagasser, men kan støte på tekniske problemer.

6. *Skal sluk som netto tilvekst av skog kunne tas med.*

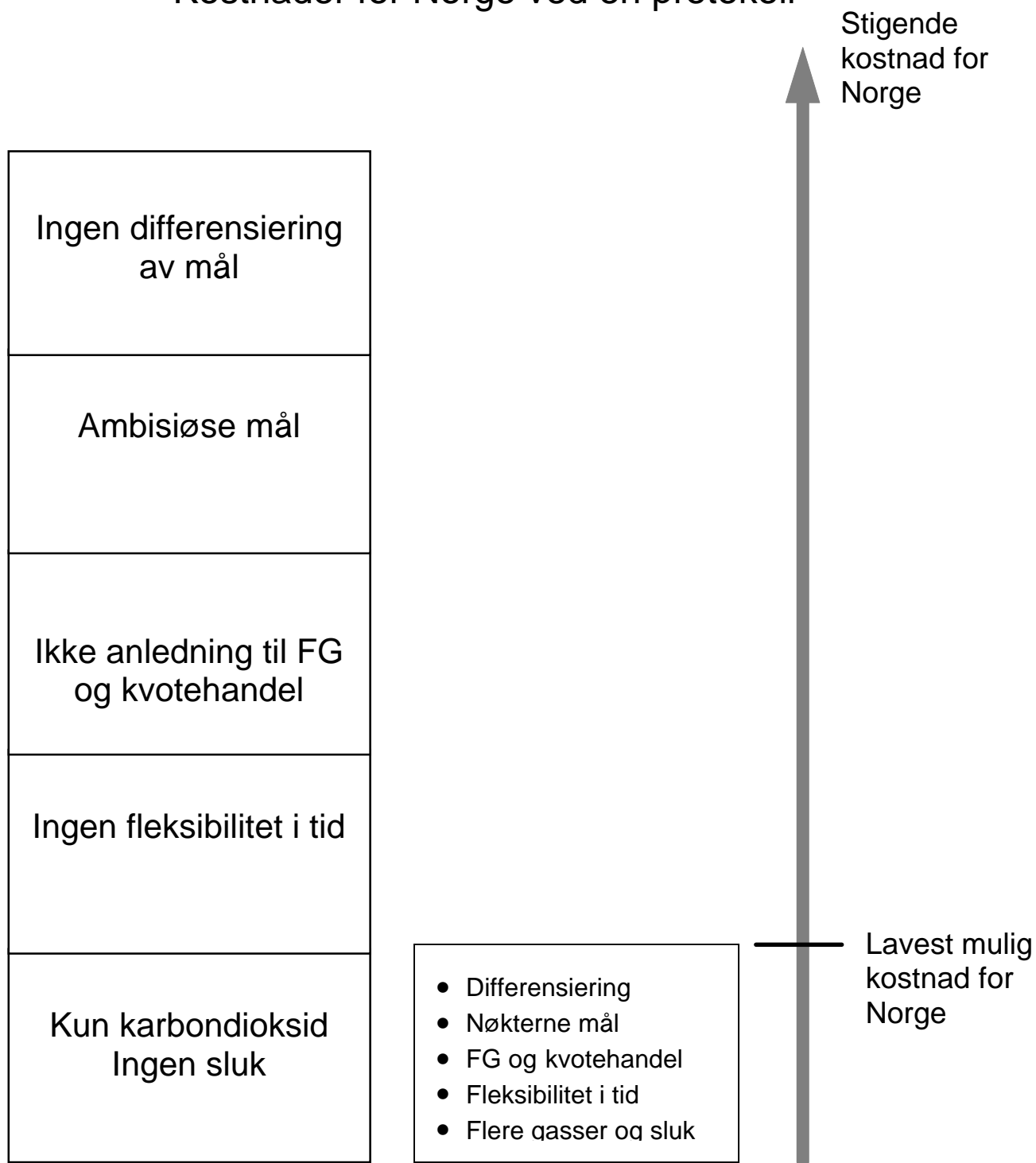
Mulighet a): man godkjenner sluk for karbondioksid → bidrar til lavere kostnad for Norge

Mulighet b): i denne omgang godkjennes ikke sluk, eller man møter tekniske vanskeligheter med å ta med sluk → bidrar til høyere kostnad for Norge

Vurdering: Brukbare sjanser til å få aksept for å ta med sluk - i alle fall binding av karbondioksid gjennom netto skogtilvekst, men tekniske problemer kan legge hindringer i veien slik at dette tar tid.

Den vanskeligste situasjonen for Norge vil oppstå dersom ingen av de fem spørsmålene overfor avklares til fordel for Norge, men dette er lite sannsynlig. Ellers vil Norge komme bedre ut desto flere av spørsmålene som avklares til fordel for Norge. I **Plansje 52** viser den lave stolpen til høyre den lavest mulige kostnaden for Norge, som kan oppnås dersom alle fem spørsmål avklares til fordel for Norge. Stolpen til venstre viser den høyeste kostnaden for Norge, som inntreffer når ingen av spørsmålene avklares til fordel for Norge. Kostnaden havner mellom disse ytterpunktene dersom ett eller flere, men ikke alle, spørsmål avklares til fordel for Norge. Høyden på en eller flere av boksene i venstre stolpe vil da reduseres.

Kostnader for Norge ved en protokoll



Plansje 52. Kostnader for Norge ved en protokoll

FORKORTELSER

AGBM	<i>Ad Hoc Group on the Berlin Mandate</i>
AIJ	<i>Activities Implemented Jointly</i>
AOSIS	<i>Alliance of Small Island States</i>
C ₂ F ₆	Perfluoretan
CF ₄	Perfluormetan
CH ₄	Metan
CO	Karbonmonoksid
CO ₂	Karbondioksid
COP	<i>Conference of the Parties</i>
FCCC	FNs klimakonvensjon, Klimakonvensjonen (<i>Framework Convention on Climate Change</i>)
FG	Felles gjennomføring (<i>Joint Implementation, JI</i>)
GCC	<i>Global Climate Coalition</i>
GtC	Gigatonn karbon (1 GtC = 3.7 Gt CO ₂)
GWP	Globale oppvarmingspotensialer (<i>Global Warming Potentials</i>)
HFK	Hydrofluorkarboner
HKFK	Hydroklorfluorkarboner
IEA	<i>International Energy Agency</i>
INC/FCCC	<i>Intergovernmental Negotiating Committee for the Framework Convention on Climate Change</i>
IPCC	FNs klimapanel (<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>)
KFK	Klorfluorkarboner
N ₂ O	Lystgass
NGO	Ikke-statlig organisasjon (<i>Non-Governmental Organisation</i>)
NMVOOC	<i>Non methane volatile organic compounds</i>
NO _x	Nitrogenoksider (NO _x = NO + NO ₂)
O ₃	Ozon
OECD	<i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i>
PFK	Perfluorkarboner (f.eks. CF ₄ og C ₂ F ₆)
ppbv	Antall molekyler av en gass per 1 milliard luftmolekyler (<i>parts per billion by volume</i>)
ppmv	Antall molekyler av en gass per 1 million luftmolekyler (<i>parts per million by volume</i>)
pptv	Antall molekyler av en gass per 1 tusen milliarder luftmolekyler (<i>parts per trillion by volume</i>)
QELROs	<i>Quantified emission limitation and reduction objectives within specified time-frames</i>
SBI	<i>Subsidiary Body on Implementation</i>
SBSTA	<i>Subsidiary Body on Science and Technology</i>
SF ₆	Svovelheksafluorid
UNEP	FNs miljøprogram (<i>United Nations Environment Program</i>)
WMO	Den meteorologiske verdensorganisasjonen (<i>World Meteorological Organization</i>)

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
E-mail: admin@cicero.uio.no

