



CICERO

Center for
International Climate
and Environmental
Research - Oslo

Policy Note 1997:2

IPCCs synteserapport: Norsk oversettelse med kortfattet oppsummering

Jan S. Fuglestvedt (red.)



University of Oslo

ISSN: 0804-4511

FORORD

Dette er en oversettelse av synteserapporten fra den andre hovedrapporten til FNs klimapanel (IPCC). Synteserapporten drøfter vitenskapelig og faglig informasjon med relevans for fortolkning av Artikkel 2 i FNs rammekonvensjon om klimaendringer (FCCC). På grunn av hensynet til vitenskapelig presisjon har vi så langt som mulig fulgt ordlyden i den engelske originalteksten. Dette har i noen tilfeller gått på bekostning av leservennligheten. I tillegg har CICERO foran i rapporten laget en mer kortfattet beskrivelse av IPCC og noen sentrale konklusjoner fra IPCCs andre hovedrapport. Arbeidet er utført av CICERO på oppdrag fra Miljøverndepartementet. Følgende personer har vært involvert: Terje Berntsen, Jan Fuglestvedt, Ivar Isaksen, Mariann Murvoll, Lars Otto Næss, Tora Skodvin og Asbjørn Aaheim. Vi vil takke for nyttige kommentarer og innspill fra Øyvind Christophersen og Harald Dovland (Miljøverndepartementet), Frøydis Kvaløy (Direktoratet for Naturforvaltning), Lorents Lorentsen (Finansdepartementet) og Thomas Martinsen (Statens Forurensningstilsyn).

INNHold

Del 1. En beskrivelse av FNs klimapanel (IPCC) og noen sentrale konklusjoner fra IPCCs andre hovedrapport

1.	Økt drivhuseffekt og global oppvarming	7
2.	Hva er FNs klimapanel, og hvilken funksjon har det?	7
3.	FNs rammekonvensjon om klimaendringer	9
4.	Hva er synteserapporten, og hva er dens funksjon?.....	10
5.	Hovedkonklusjoner fra IPCCs andre hovedrapport.....	10

Del 2. Syntese av IPCCs andre hovedrapport: vitenskapelig og faglig informasjon med relevans for fortolkning av artikkel 2 i FNs rammekonvensjon om klimaendringer.

1.	Klimakonvensjonens artikkel 2	17
2.	Menneskeskapt påvirkning på klimasystemet	19
3.	Ulike systemers følsomhet og tilpasningsevne overfor klimaendringer.....	22
4.	Analysen av utslippsbaner som gir stabilisering av konsentrasjonene av klimagasser i atmosfæren	26
5.	Teknologi og virkemidler for å begrense utslippene	31
6.	Rettferdighet og sosiale hensyn.....	35
7.	Økonomisk utvikling i en bærekraftig retning.....	36
8.	Veien framover	40

EN BESKRIVELSE AV FNs KLIMAPANEL (IPCC) OG NOEN SENTRALE KONKLUSJONER FRA IPCCs ANDRE HOVEDRAPPORT

Av Jan S. Fuglestedt og Mariann Murvoll

1. Økt drivhuseffekt og global oppvarming

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.

Atmosfærens sammensetning er blant de faktorene som kontrollerer jordens klima. Gassene i atmosfæren slipper gjennom solstråling slik at jordoverflaten varmes opp. En del av varmestrålingen som jorden sender ut igjen blir absorbert av drivhusgasser og skyer. Noe av denne energien sendes tilbake slik at temperaturen øker ved jordoverflaten. Dette skaper en *naturlig drivhuseffekt*. Vanndamp betyr mest for den naturlige drivhuseffekten, men skyer, karbondioksid (CO₂), metan (CH₄), lystgass (N₂O) og ozon (O₃) bidrar også i betydelig grad. Dette fører til at den globale årsmiddeltemperaturen ved jordoverflaten er 15°C, ca. 34°C høyere enn hva den ville ha vært uten disse bestanddelene i atmosfæren.

De siste par hundre årene har konsentrasjonene av CO₂, metan og lystgass i atmosfæren økt betydelig som en følge av menneskelige aktiviteter. I tillegg er det tilført drivhusgasser¹ som ikke fantes naturlig i atmosfæren fra før. Dette har medført en *forsterket drivhuseffekt* som etter all sannsynlighet vil føre til en global oppvarming og et annerledes klima. CO₂ betyr mest for økningen i drivhuseffekten, og den viktigste menneskeskapte kilden til utslipp er forbrenning av olje, kull og gass.

Menneskeskapte utslipp har imidlertid også virket avkjølende. Utslipp av svoveldioksid (SO₂) omdannes til partikler som reduserer solinnstrålingen. Dette har dempet noe av oppvarmingen, men effekten begrenser seg til visse områder.

Allerede i forrige århundre påpekte forskere at en økning i konsentrasjonen av karbondioksid i atmosfæren kunne varme opp jordens overflate. I 1957 ble det startet systematiske målinger av CO₂ i atmosfæren, og etter dette er det påvist en jevn økning i konsentrasjonen. På midten av 80-tallet ble det etablert en bred faglig enighet rundt klimaproblemetets natur. For å skape en bedre vitenskapelig forståelse av dette globale miljøspørsmålet etablerte FNs miljøvernprogram (UNEP) og Den meteorologiske verdensorganisasjonen (WMO) i 1988 et "mellomstatlig klimapanel" (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC). IPCC og FNs rammekonvensjon om klimaendringer (United Nations Framework Convention on Climate Change, FCCC) er de to viktigste institusjonene på internasjonalt nivå som arbeider med klimaproblematikken.

2. Hva er FNs klimapanel, og hvilken funksjon har det?

FNs klimapanel (IPCC) driver ikke forskning selv, men gir jevnlig 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 menneskeskapte klimaforstyrrelser. Ettersom Klimapanelet er organisert innenfor FN-systemet, kan alle som er medlemmer av FN delta i Klimapanelets plenumsesjoner, samt i arbeidsgruppenes plenumsesjoner.

¹ *Drivhusgasser* er gasser som påvirker klimaet ved å absorbere og sende ut igjen langbølget stråling. Eksempler er CO₂, CH₄ og N₂O. *Klimagasser* er et videre begrep som i tillegg til drivhusgasser også inkluderer gasser som påvirker innkommende (kortbølget) solstråling. I resten av dette dokumentet vil uttrykket *klimagasser* benyttes.

Klimapanelets første hovedrapport ble utgitt i 1990. I 1992 kom en spesialrapport som sammen med 1990-rapporten dannet det faglige grunnlaget for FNs rammekonvensjon om klimaendringer (se faktaboks 1). Klimakonvensjonen var én av i alt fem internasjonale avtaler som ble vedtatt på FNs Konferanse om miljø og utvikling i Rio de Janeiro i 1992.

Klimaspørsmålet er svært sammensatt og berører mange deler av samfunnet. Av den grunn har det vært hensiktsmessig å dele panelet inn i tre arbeidsgrupper som fokuserer på hvert sitt fagområde. Arbeidsgruppe I utarbeider de naturvitenskapelige vurderingene rundt klimaproblemet. Arbeidsgruppe II vurderer virkningene av klimaendringer og utarbeider mulige strategier for mottiltak 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'). I 1995 forelå IPCCs andre hovedrapport så langt (se faktaboks 1).

Faktaboks 1

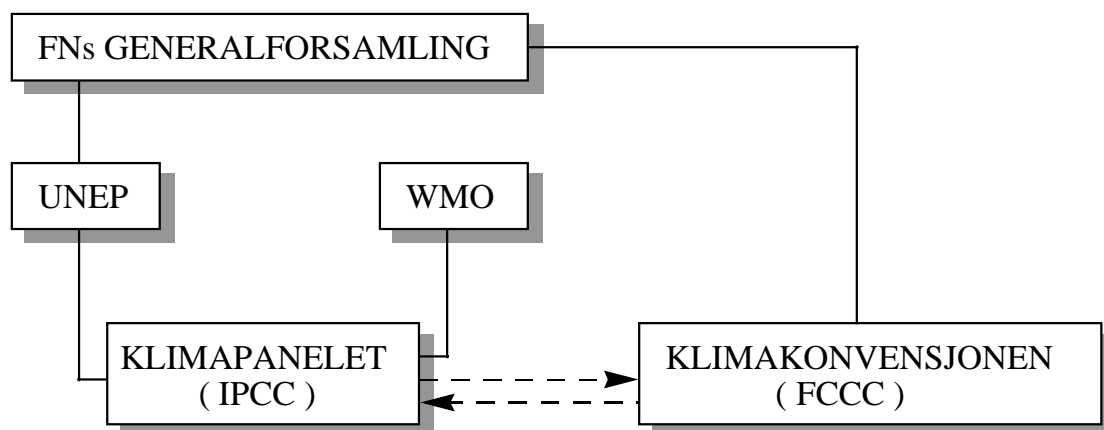
Rapporter utgitt av FNs klimapanel (IPCC)

- 1990/91:** • IPCCs første hovedrapport med tilhørende sammendrag for beslutningstakere. Hovedrapporten inneholdt bidrag fra alle de tre arbeidsgruppene.
- Utslippsscenarioer, utarbeidet av Arbeidsgruppe I.
 - Rapport om kystområders sårbarhet overfor havnivåstigning
- 1992:** • Suppleringsrapport fra Arbeidsgruppe I og II, med sammendrag. Utarbeidet som grunnlag for Rio-konferansen i juni 1992, der Klimakonvensjonen ble vedtatt.
- Rapport om globale klimaendringer og havnivåstigning, Arbeidsgruppe III.
 - Rapport fra IPCCs landstudier
 - Foreløpige retningslinjer for analyse av effekter av klimaendringer
- 1994:** • Interimsrapport med sammendrag. Utarbeidet som grunnlag for Klimakonvensjonens første partsmøte som fant sted i Berlin i mars-april 1995. Interimsrapporten inneholdt bidrag fra alle de tre arbeidsgruppene.
- Retningslinjer for rapportering av nasjonale utslipp av klimagasser
 - Retningslinjer for analyse av effekter av klimaendringer og mulige tilpasningstiltak
- 1995:** • IPCCs andre hovedrapport med sammendrag. De tre arbeidsgruppene bidro med hver sin rapport. Med utgangspunkt i denne hovedrapporten utarbeidet panelet også en "Synteserapport" som drøfter vitenskapelig og faglig informasjon med relevans for fortolkning av Artikkel 2 i FNs Rammekonvensjon om klimaendringer.

3. FNs rammekonvensjon om klimaendringer

FNs klimakonvensjon (FCCC) er et politisk organ, og eventuelle vedtak om å regulere utslipp av klimagasser fattes av partsmøtet under Konvensjonen. Alle land som har underskrevet og ratifisert Klimakonvensjonen deltar i partsmøtet. Per mai 1997 hadde 166 land ratifisert avtalen, deriblant Norge. Konvensjonen er direkte underlagt FNs generalforsamling (se figur 1). Klimapanelets publikasjoner utgjør kunnskapsbasen for de politiske beslutningene som blir tatt på partsmøtene.

Klimakonvensjonen er en rammeavtale som foreløpig fungerer som et redskap for å kartlegge utslipp av klimagasser. Konvensjonen inneholder også en intensjonserklæring om å stabilisere utslippene av klimagasser på 1990-nivå innen år 2000. Disse forpliktelsene ble på konvensjonens første partsmøte i 1995 kjent utilstrekkelige for å nå konvensjonens endelige mål om å stabilisere konsentrasjonene av klimagasser i atmosfæren på et nivå som forhindrer farlig menneskeskapt påvirkning av klimasystemet. Forhandlinger om ytterligere regulering av utslipp av klimagasser pågår.



Figur 1. Organisatoriske tilknytninger for Klimapanelet og Klimakonvensjonen.

4. Hva er synteserapporten, og hva er dens funksjon?

Klimapanelets synteserapport fra 1995 er et sammendrag av de konklusjonene i hovedrapporten som er relevante for beslutningstakere når de skal fortolke Klimakonvensjonens målsetning som står nedfelt i konvensjonens Artikkel 2. Klimakonvensjonens målsetning er å oppnå stabilisering av konsentrasjonene av klimagasser på et nivå som forhindrer en farlig menneskeskapt klimaforandring (se faktaboks). Ved å undertegne Klimakonvensjonen forplikter partene seg til å arbeide for å nå dette mål.

Faktaboks 2

Klimakonvensjonens endelige mål slik det er uttrykt i Artikkel 2 er:

“...stabilisering av konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren på et nivå som forhindrer farlig menneskeskapt påvirkning på klimasystemet. Et slikt nivå bør oppnås innenfor en tidsramme som er tilstrekkelig til at økosystemer vil kunne tilpasse seg naturlig til klimaendringer, til at matproduksjonen ikke trues og at en bærekraftig økonomisk utvikling kan gjøres mulig.”

5. Hovedkonklusjoner fra IPCCs andre hovedrapport

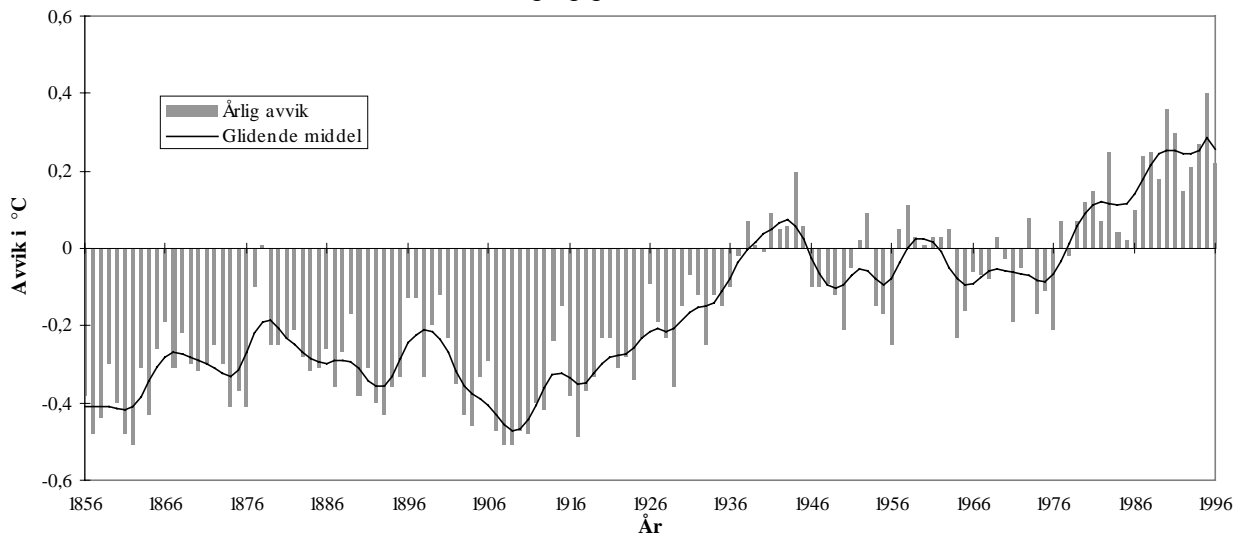
I hovedrapporten fra 1990 ble muligheten for fremtidige menneskeskapt klimaforstyrrelser grundig drøftet. Den gang kunne man ikke entydig fastslå om menneskenes aktiviteter virkelig medfører klimaendringer. Siden 1990 har det foregått en omfattende kunnskapsutvikling på dette feltet. Selv om det fremdeles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

Hovedkonklusjoner fra Arbeidsgruppe I

En merkbar menneskeskapt klimaeffekt

Målinger viser at jordens middeltemperatur har økt med mellom 0.3 og 0.6°C siden slutten av 1800-tallet (se figur 2). Oppvarmingen er ikke jevnt fordelt geografisk og over tid på året. Natt-temperaturer over landområder har økt mer enn dagtemperaturene, og oppvarmingen har vært sterkest over kontinentene på midlere breddegrader om vinteren og våren. Observasjoner viser også at nedbørsmengdene har økt over land i nordlige strøk. 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.

Variasjoner i global middeltemperatur i forhold til normalverdien for perioden 1961-1990. Årlig og glattet. 1856-1996.



Figur 2. Utvikling i global middeltemperatur i perioden 1861 til 1996 fremstilt som avvik i °C fra gjennomsnittet for perioden 1961-1990 (IPCC, 1995; Det Norske Meteorologiske Institutt; University of East Anglia).

Siden forrige hovedrapport fra IPCC er det gjort betydelige fremskritt i arbeidet med å skille naturlige klimavariasjoner fra menneskeskapt påvirkning på klimaet. Dette skyldes blant annet at man har inkludert atmosfæriske partikler (aerosoler) i klimamodellene i tillegg til klimagassene, noe som gir et mer realistisk bilde av menneskeskapt klimaeffekter.

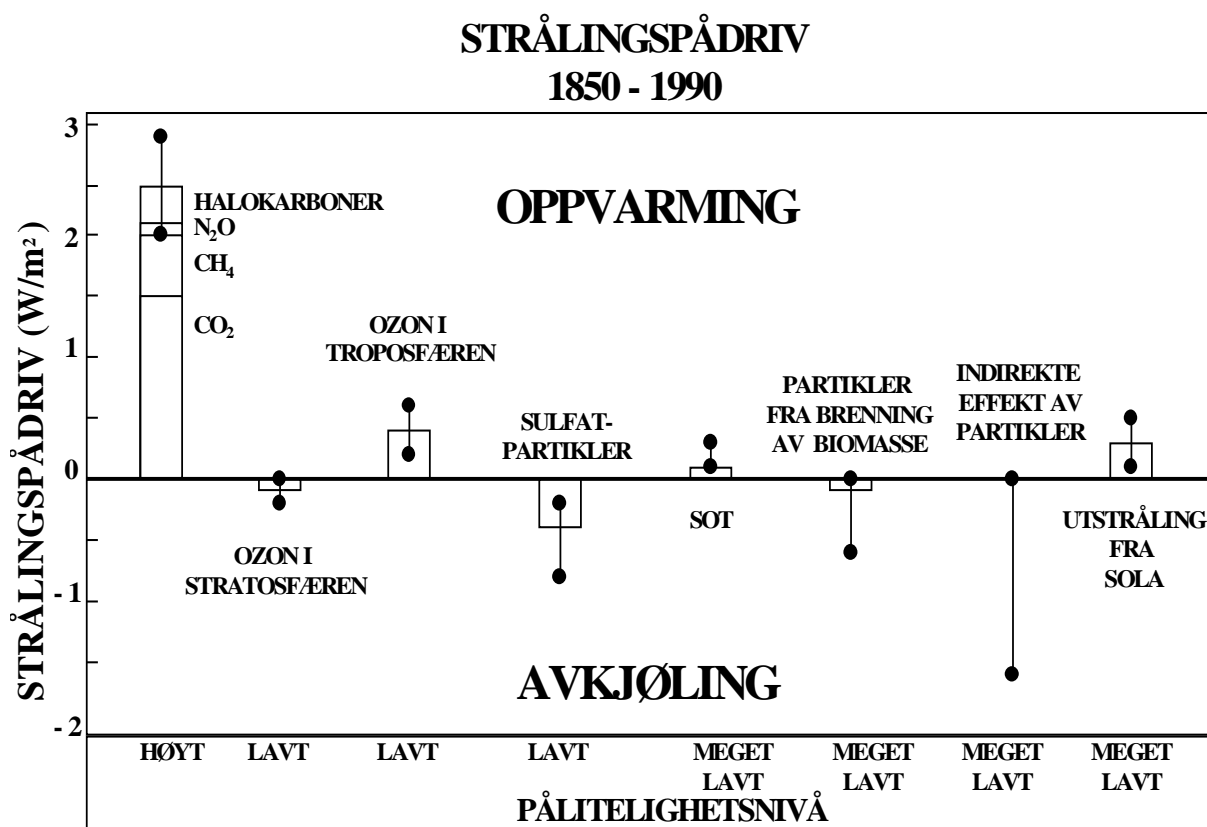
Tidligere fokuserte man mest på endringer i den globale gjennomsnittstemperaturen. Nyere analyser benytter modeller som tar hensyn til økte konsentrasjoner av både klimagasser og aerosoler. *Mønstrene i tid og rom* for observerte klimaendringer blir sammenlignet med de endringene som slike modellberegninger 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.

Partikler motvirker oppvarmingen

Konsentrasjonene av klimagassene karbondioksid, metan og lystgass har økt med henholdsvis 30%, 145% og 15% siden før-industriell tid (omkring 1750). Viktige utslippskilder for disse gassene er produksjon og forbruk av fossile brensler, biomassebrenning, avfall og landbruk.

Ved forbrenning av fossile brensler slippes det også ut svoveldioksid (SO₂) som fører til dannelse av små partikler (aerosoler) i atmosfæren. Ved å reflektere en del av solstrålingen virker disse aerosolene avkjølede. Denne effekten er avgrenset til visse geografiske områder ettersom partiklene har korte oppholdstider i atmosfæren.

Klimaeffektene av økningene i klimagasser og i partikler kan oppgis som den påfølgende endring i jordens strålingsbalanse. Dette kalles gjerne “strålingspådriv”² og oppgis i watt per kvadratmeter (W/m^2). Et positivt strålingspådriv innebærer oppvarming, mens et negativt gir avkjøling. Figur 3 viser globalt årlig strålingspådriv for konsentrasjonsendringene mellom 1850 og 1990. CO_2 står for det største oppvarmingseffekten, mens metan, lystgass og halokarboner også bidrar i vesentlig grad. Nedbrytningen av ozonlaget i stratosfæren har gitt en avkjølingseffekt, mens ozonøkning i troposfæren (under 15 km) har medført oppvarming. Sulfatpartikler og partikler fra biomasseforbrenning har virket avkjølede, mens sot har gitt en oppvarmingseffekt. Ved å påvirke skyenes utbredelse og egenskaper har partiklene også en indirekte avkjølingseffekt. Størrelsen på denne er imidlertid meget usikker. Oppvarmingseffekten av variasjoner i solintensiteten er også angitt.



Figur 3. Klimaeffekter av endringer i konsentrasjonene av klimagasser og partikler siden 1850 gitt som strålingspådriv i W/m^2 . Høyden på stolpene viser beste estimat og linjene markerer usikkerhetsområdet. Pålitelighetsnivået er oppgitt nederst i figuren (IPCC, 1995).

Hva må til for å oppnå stabilisering av utslippene?

Hvis utslippene av CO_2 stabiliseres på 1994-nivå, vil likevel konsentrasjonen i atmosfæren fortsette å øke i minst to århundrer framover. Dette kommer av at det tar lang tid å fjerne “ekstra” CO_2 fra atmosfæren. Før-industriell konsentrasjon av karbondioksid i atmosfæren var 280 ppmv, mens konsentrasjonen i 1994 var 358 ppmv.³ For å stabilisere konsentrasjonen av CO_2 på 450, 650 eller 1000 ppmv, må de antropogene utslippene reduseres

² Det engelske uttrykket er “Radiative forcing”, og oversettes også som “strålingsføring”.

³ ppmv (parts per million by volume) angir antall molekyler av en gass per 1 million luftmolekyler.

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.

På grunn av en relativt kort levetid er det tilstrekkelig å redusere de antropogene utslippene av metan med 8% for å stabilisere konsentrasjonen i atmosfæren på dagens nivå. De antropogene utslippene av lystgass må reduseres med mer enn 50%.

Forventede klimaendringer

På grunnlag av scenarier for fremtidige 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. I alle disse tilfellene vil gjennomsnittlig oppvarmingshastighet sannsynligvis være større enn hva man har hatt de siste 10 000 år.

Havnivået vil stige som følge av bl.a. havets termiske utvidelse og smelting av isbreer og innlandsis. Modellene beregner en økning i havnivået på mellom 15 og 95 cm fra i dag og frem til år 2100. En stigning på 50 cm oppgis som beste estimat. Studier viser at fremtidige 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.

Fremdeles stor usikkerhet

IPCC understreker at det er stor usikkerhet knyttet til vår forståelse av klimasystemet og at det er mange faktorer som i dag begrenser forskernes evne til å beregne fremtidige klimaendringer. Spesielt er beregninger av klimaendringer på regional skala usikre. Store og raske klimaforandringer har forekommet tidligere og er vanskelige å forutsi. Fremtidige klimaendringer kan medføre uforutsette konsekvenser.

Hovedkonklusjoner fra Arbeidsgruppe II

Arbeidsgruppe II har studert mulige virkninger av klimaendringer på fysiske og økologiske systemer, menneskers helse og på sosio-økonomiske sektorer. I tillegg har arbeidsgruppen hatt ansvaret for å gjennomgå mulige tekniske og økonomiske tilpasningstiltak.

I dag utsettes mange økosystemer og sosio-økonomiske systemer for stress av ulike karakter, f. eks. forurensning og økende ressursuttak. Forskerne mener at klimaendringer vil representere et tilleggsstress. Utviklingsland er mest sårbare ettersom de økonomiske og institusjonelle forholdene i disse landene er mindre gunstige enn i industrilandene.

Økosystemenes følsomhet

Økosystemene inneholder jordens reservoar av arter og genetisk mangfold. De sørger også for mange goder som mat, medisiner, energi, og nedbryting av avfall og forurensninger. I tillegg gir økosystemene muligheter for rekreasjon og turisme. Klimaendringer vil føre til at mange økosystemers sammensetning og geografiske fordeling vil endre seg. Trolig vil det skje en reduksjon av det biologiske mangfoldet og av godene som økosystemene bidrar med. Det kan ta flere århundrer før enkelte økosystemer oppnår ny likevekt, selv etter at klimasystemet har nådd en ny balanse.

Ved en global oppvarming på 1 til 3.5°C over de neste hundre år, vil økosystemene trolig forskyve seg nordover og i høyden. Enkelte skogstyper kan forsvinne, og nye

sammensetninger av arter og nye økosystemer kan etableres. De største endringene i vegetasjonstyper forventes på høye breddegrader, mens tropiske områder vil bli minst påvirket.

Ifølge Arbeidsgruppe II kan ørkenene bli mer ekstreme ved at de blir varmere uten at fuktigheten øker. Det er videre beregnet at mellom en tredjedel og halvparten av isbreene kan forsvinne i løpet av de neste hundre år. Dette vil få konsekvenser blant annet for vannføringen i elver og tilførsel til vannkraftverk og jordbruk.

En global oppvarming vil føre til store variasjoner i jordbruksproduksjonen mellom regioner. Studier tyder på at den globale matvareproduksjonen vil kunne opprettholdes, mens den *geografiske fordelingen* av matproduksjonen kan bli endret. Dette kan føre til økt risiko for sult og hungersnød i enkelte områder.

I dag bor 46 millioner mennesker i flomutsatte områder. En stigning i havnivået på 50 cm vil bety at 92 millioner mennesker kommer i risikozonen og ved en stigning på 1 meter vil dette tallet øke til omtrent 118 millioner mennesker. 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 deres beskyttelsessystemer er generelt dårlig utbygd. Økt havnivå kan føre til at store deler av befolkningen i utsatte land må flytte.

Klimaendringer forventes å ha vidtrekkende virkninger på helse med betydelige tap av liv. Direkte helseeffekter kan være flere dødsfall og flere sykdomstilfeller fordi hetebølger vil bli hyppigere, mer intense og mer langvarige. Eksempler på indirekte helseeffekter er økning i infeksjonssykdommer som spres med smittebærere (f. eks. malaria og gul feber). En økning i temperaturen på 3 til 5°C kan føre til 50-80 millioner nye tilfeller av malaria pr. år. Til sammenligning er i dag 500 millioner mennesker smittet av malaria.

Muligheter for å begrense utslippene

Panelet kommer frem til at det er teknisk mulig og at det kan være økonomisk lønnsomt å redusere utslippene av klimagasser betydelig. Dette kan blant annet skje ved energieffektivisering. En rekke studier viser at med dagens teknologi er det mulig å oppnå en energieffektivisering på 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 forskjellige tilpasningstiltak i ulike sektorer. Innenfor jordbruk kan en blant annet møte fremtidige klimaendringer ved å forbedre forvaltningen av landbruksjord, samle opp metan fra gjødselslagre og bruke gjødsel på en mer effektiv måte. Aktuelle tiltak i skogsektoren for å redusere nettoutslippene er å bevare det nåværende skogdekket ved å redusere avskogingstakten, etablere "ny" skog, samt å erstatte fossile brensler med bioenergi.

Tilpasningstiltak krever at dagens og fremtidens teknologi er tilgjengelig for alle. I dag er det imidlertid mange områder i verden der tilgjengeligheten av nødvendig teknologi og informasjon er svært begrenset. Mulighetene for å velge de mest kostnadseffektive tilpasningsstrategiene vil være avhengig av tilgangen på teknologi og finansielle ressurser. I tillegg vil forhold som kultur, utdanningsnivå, forvaltning og lovgivning, både nasjonalt og i internasjonale organer, påvirke mulighetene for tilpasningsstrategier.

Hovedkonklusjoner fra Arbeidsgruppe III

Rapporten fra Klimapanelets arbeidsgruppe III gir en oversikt over sosiale og økonomiske virkninger av klimaendringer. Rapporten påpeker at det er vanskelig å finne frem til gode klimatiltak på grunn av den store usikkerheten rundt klimaendringene. I tillegg er det vanskelig å vurdere effekten av klimatiltak fordi det tar lang tid fra man setter i verk et tiltak til man merker virkningene.

Hva er gode klimatiltak?

Klimapanelet peker på viktigheten av å benytte indirekte virkemidler, som for eksempel avgifter, for å motivere til utslippsreduksjoner. Det vises også til en rekke muligheter for å redusere klimagassutslipp gjennom å fremme investeringer i ny teknologi. Generelt kan man si at en god politisk strategi for å motvirke klimaendringer kjennetegnes ved at man velger virkemidler som er fleksible. På denne måten holder man alle muligheter åpne for å kunne nyttiggjøre seg ny kunnskap på området.

Hva koster det å forebygge klimaendringer?

Rapporten fra arbeidsgruppe III viser at en ved å effektivisere energiforbruket allerede i dag kan redusere utslippene av klimagasser betydelig. For eksempel foregår det en omfattende subsidiering av energi i svært mange land. Dette bidrar til å opprettholde klimagassutslippene i tillegg til at slik subsidiering er dyrt. Hvis subsidieringen av energi opphørte, vil prisen til forbruker av energi stige og forbruket reduseres. Rapporten viser også til at det på flere områder er muligheter for å innføre ny teknologi som vil redusere utslippene av klimagasser uten store kostnader.

Målsettinger om å stabilisere de *nasjonale* utslippene av klimagasser på et bestemt nivå vil påføre landene kostnader. De fleste studier viser at slike utgifter vil utgjøre en reduksjon i bruttonasjonalprodukt (BNP) på mellom 1 og 3% i år 2010 dersom en går inn for stabilisering nå. Det brukes mange ulike modeller for å gjøre slike kostnadsoverslag og en bør derfor være forsiktig med å tillegge slike beregninger for stor vekt. Poenget med slike analyser er ofte å vurdere mulighetene for *tiltak* og hvilke *effekter* de kan tenkes å få.

Hva kjennetegner en god klimapolitikk?

Noe av det viktigste som er kommet ut av den økonomiske forskningen frem til i dag, er betydningen av å gjennomføre en politikk som fremmer *kostnadseffektive* tiltak. Kostnadseffektivitet vil si at en velger den billigst mulige måten å nå et mål, for eksempel reduksjon av utslipp til et bestemt nivå. I klimasammenheng betyr det at uansett hvem som skal betale for tiltakene, bør klimagassutslippene reduseres i de landene der det koster minst.

Et kostnadseffektivt virkemiddel kan være å ha et system med omsettbare utslippskvoter til alle land. Dette innebærer at hvert land får tillatelse til å slippe ut en viss mengde gasser. Dersom landene ikke har behov for å slippe ut så mye som kvoten tillater, kan de selge deler av den i et marked. Vil de slippe ut mer, må de kjøpe utslippstillatelser av andre land, som dermed må redusere sine utslipp i forhold til det opprinnelig tillatte. Et slikt system vil sikre at alle land som deltar bestreber seg på å gjøre det de kan for å få sine utslipp så lave som mulig. Det er imidlertid mange praktiske problemer forbundet med å opprette et internasjonalt system med omsettbare utslippskvoter, og det er derfor uvisst når slike systemer kan bli virkelighet.

Konklusjonene gjengitt ovenfor er hentet fra Klimapanelets hovedrapport. Nedenfor følger en norsk oversettelse av synteserapporten. Rapporten sammenfatter de konklusjoner i hovedrapporten som er relevante for beslutningstakerne når de skal fortolke Klimakonvensjonens målsetning.

**SYNTESE AV IPCCs ANDRE HOVEDRAPPORT:
VITENSKAPELIG OG FAGLIG INFORMASJON MED
RELEVANS FOR FORTOLKNING AV ARTIKKEL 2
I FNs RAMMEKONVENSJON OM KLIMAENDRINGER**

1. KLIMAKONVENSJONENS ARTIKKEL 2

1.1 I samsvar med resolusjonen fra Den meteorologiske verdensorganisasjons eksekutivkomité (juli 1992), besluttet FNs klimapanel (IPCC) å inkludere i sitt arbeidsprogram en studie av tilnærminger til Artikkel 2, der målsettingen for FNs rammekonvensjon om klimaendringer (FCCC) formuleres. IPCC organiserte et seminar om dette temaet i oktober 1994 i Fortaleza, Brasil, på invitasjon fra Brasils myndigheter. Lederen av IPCC utnevnte deretter en gruppe hovedforfattere (listet opp ved slutten av denne synteserapporten) som under hans ledelse utarbeidet et utkast til synteserapporten. Denne ble deretter framlagt for gjennomsyn og kommentarer fra eksperter og myndigheter. Den endelige synteserapporten ble godkjent, linje for linje, på IPCCs ellefte sesjon i Roma (11.-15. desember 1995) der representanter for 116 myndigheter, 13 statlige organisasjoner og 25 ikke-statlige organisasjoner var tilstede. Til orientering kan det nevnes at alle medlemsstater til Den meteorologiske verdensorganisasjonen og FN er medlemmer av IPCC og kan delta på panelets og dets arbeidsgruppers sesjoner. Synteserapporten presenterer informasjon om vitenskapelig og faglig materiale med relevans for fortolkning av Artikkel 2 i FNs Klimakonvensjon, og er basert på IPCCs andre hovedrapport. I og med at synteserapporten ikke utelukkende er et sammendrag av IPCCs andre hovedrapport, bør man også lese sammendragene for beslutningstakere ('Summary for Policymakers') som er utarbeidet i de tre arbeidsgruppene for å få et dekkende sammendrag av den andre hovedrapporten.

1.2 To viktige faktorer som angår forholdet mellom mennesker og Jordas klima har vist seg i løpet av de siste tiårene. For det første, at menneskers aktiviteter, inkludert forbrenning av fossile brensler, endret arealbruk og jordbruk, øker de atmosfæriske konsentrasjonene av klimagasser (som virker oppvarmende i atmosfæren) og i noen regioner, aerosoler (mikroskopiske luftbårne partikler som virker avkjølede i atmosfæren). Disse endringene i klimagasser og aerosoler forventes å endre det regionale og globale klima samt klimarelaterte parametre som temperatur, nedbør, jordfuktighet og havnivå. For det andre har noen samfunn blitt mer sårbare⁴ overfor stormer, oversvømmelser og tørkeperioder på grunn av økt befolkningstetthet i utsatte områder som langs vassdrag og i lavtliggende kystområder. Potensielt alvorlige endringer har blitt identifisert, inkludert en økning i noen regioner av episoder med ekstremt høye temperaturer, oversvømmelser og tørkeperioder. I sin tur kan dette gi konsekvenser for branner, skadedyrutbredelse og økosystemers sammensetning, struktur og funksjonsmåte, inkludert primærproduksjon.

1.3 IPCC har utført vitenskapelige og faglige utredninger om klimaendringer og dets virkninger. Den første hovedrapporten, publisert i 1990, utgjorde en vitenskapelig og faglig basis for FNs rammekonvensjon om klimaendringer som ble åpnet for undertegning på miljøkonferansen i Rio i 1992.

⁴ *Sårbarhet* defineres som i hvilken grad klimaendringer kan skade et system. Det er ikke bare avhengig av systemets følsomhet men også dets evne til å tilpasse seg nye klimatiske betingelser.

1.4 Klimakonvensjonens hovedmål slik det er uttrykt i Artikkel 2 er:

“...stabilisering av konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren på et nivå som forhindrer farlig menneskeskapt påvirkning på klimasystemet. Et slikt nivå bør oppnås innenfor en tidsramme som er tilstrekkelig til at økosystemer vil kunne tilpasse seg naturlig til klimaendringer, til at matproduksjonen ikke trues og at en bærekraftig økonomisk utvikling kan gjøres mulig.”

1.5 Utfordringene Artikkel 2 stiller beslutningstakerne overfor er å bestemme hvilke konsentrasjoner av klimagasser som kan betraktes som “farlig menneskeskapt påvirkning på klimasystemet”, og å kartlegge en framtid som muliggjør en bærekraftig økonomisk utvikling. Formålet med denne synteserapporten er å bidra med vitenskapelig, faglig og sosio-økonomisk informasjon som kan benyttes, blant annet for å møte disse utfordringene. Den er basert på rapportene utgitt av IPCCs arbeidsgrupper i 1994 og 1995.

1.6 Rapporten omhandler de forskjellige forhold som tas opp i Artikkel 2. Først sammenfattes graden av klimaendringer – “påvirkningen på klimasystemet” – som forventes å finne sted som følge av menneskers aktiviteter. Videre rettes søkelyset mot det vi vet om økosystemers og samfunns sårbarhet for sannsynlige klimaendringer, spesielt med tanke på jordbruk og matproduksjon og andre faktorer som vanntilgjengelighet, helse og konsekvenser av havnivåstigning, som er viktige faktorer med hensyn til bærekraftig utvikling. IPCCs oppgave er å utarbeide en solid vitenskapelig basis som kan gjøre det lettere for beslutningstakere å fortolke hva som utgjør farlig menneskeskapt påvirkning på klimasystemet.

1.7 Gitt de nåværende økninger i utslipp av de fleste klimagasser vil konsentrasjonen av disse gassene i atmosfæren fortsette å øke gjennom det neste århundret og videre framover. Med økning i de atmosfæriske konsentrasjonene av disse gassene vil påvirkningen på klimasystemet øke, og sannsynligheten for ugunstige virkninger som kan vurderes som farlige vil bli større. Derfor ble det vurdert mulige utviklingsbaner for framtidige nettutslipp som kan føre til stabilisering av konsentrasjonene på forskjellige nivåer, og de generelle begrensninger disse vil innebære. Disse betraktningene utgjør den neste delen av rapporten og følges av et sammendrag av mulige virkemidler og teknologiske tiltak for å redusere utslipp og øke opptaket av klimagasser.

1.8 Rapporten tar så for seg spørsmål knyttet til rettferdighet og forhold som kan sikre en bærekraftig økonomisk utvikling. Dette inkluderer, for eksempel, beregning av sannsynlige skadeeffekter forårsaket av klimaendringer, og av konsekvenser, inkludert nytte og kostnader av tilpasning og mottiltak. En rekke tilgjengelige studier peker på mulige innledende tiltak (se kapitlet “Veien framover”) som, til tross for at det på det nåværende tidspunkt kan være vanskelig å bestemme et mål for atmosfæriske konsentrasjoner, inkludert tidsrammer, vil bidra til å forhindre “farlig menneskeskapt påvirkning på klimasystemet”.

1.9 Klimaendringer stiller beslutningstakerne overfor en rekke store vanskeligheter: betydelig gjenstående usikkerhet implisitt i problemets komplekse karakter, mulighet for irreversible skader eller kostnader, en svært lang planleggingshorisont, store tidsforsinkelser mellom utslipp og effekter, store regionale variasjoner i årsaker og virkninger, et ugjenkallelig globalt problem, og et mangfold av klimagasser og aerosoler å ta hensyn til. En ytterligere komplikasjon er at en effektiv beskyttelse av klimasystemet krever internasjonalt samarbeid i en situasjon med store variasjoner i inntektsnivåer, fleksibilitet og forventinger til fremtiden; dette reiser spørsmål om effektivitet og rettferdighet innen nasjoner, mellom nasjoner og mellom generasjoner. Rettferdighet er et viktig element for legitimering av beslutninger og for å fremme samarbeid.

1.10 Beslutninger med hensyn til Artikkel 2 involverer tre forskjellige, men internt relaterte valg: stabiliseringsnivå, netto utslippsbaner, samt teknologi og politikk for å motvirke klimaendringer. Rapporten presenterer tilgjengelig vitenskapelig og faglig informasjon som belyser disse tre valgene. Den peker også på hvor det gjenstår usikkerheter. Artikkel 3 i Klimakonvensjonen definerer et sett prinsipper som skal styre, blant annet, beslutningstaking med hensyn til Klimakonvensjonens endelige mål slik det er uttrykt i Artikkel 2. Artikkel 3.3⁵ gir veiledning, blant annet, for beslutningstaking der man mangler full vitenskapelig sikkerhet, nemlig at partene bør:

“treffe forholdsregler for å forutse, forhindre eller minske årsakene til klimaendringer og redusere skadevirkningene av slike endringer. I tilfeller der det er fare for alvorlig eller irreversibel skade, bør ikke mangel på full vitenskapelig sikkerhet brukes som en begrunnelse for å utsette mottiltak, når det tas hensyn til at tiltak for å håndtere klimaendringer bør være kostnadseffektive for å sikre global nytte med lavest mulige kostnader. For å oppnå dette, bør klimapolitikken ta hensyn til forskjellige sosio-økonomiske sammenhenger, være helhetlig, dekke alle relevante kilder, sluk og reservoarer for klimagasser samt tilpasning og omfatte alle økonomiske sektorer. Klimatiltak kan gjennomføres i samarbeid mellom interesserte parter.”

IPCCs andre hovedrapport bidrar også med informasjon i så henseende.

1.11 De lange tidsskalaene som er involvert i klimasystemet (f.eks. klimagassenes lange oppholdstid i atmosfæren), tiden det vil ta å erstatte infrastruktur, tidsforsinkelser på flere tiår til århundrer mellom stabilisering av konsentrasjoner og stabilisering av temperatur samt gjennomsnittlig havnivå, indikerer viktigheten av tidsfaktoren i beslutningsprosessen.

2. MENNESKESKAPT PÅVIRKNING PÅ KLIMASYSTEMET

Påvirkning fram til i dag

2.1 For å forstå hvilke konsentrasjoner av klimagasser som forhindrer farlig påvirkning på klimasystemet er det først nødvendig å forstå de nåværende konsentrasjoner og trender for klimagassene, og deres effekter (både dagens og framtidige) på klimasystemet.

2.2 De atmosfæriske konsentrasjoner av klimagasser, blant annet karbondioksid (CO₂), metan (CH₄) og lystgass (N₂O) har økt betydelig siden før-industriell tid (ca. 1750): CO₂ fra omkring 280 til nesten 360 ppmv⁶, CH₄ fra 700 til 1720 ppbv og N₂O fra omkring 275 til omkring 310 ppbv. Disse endringene kan i høy grad tilskrives menneskers aktiviteter, først og fremst bruk av fossile brensler, endret arealbruk og landbruk. Konsentrasjonene av andre klimagasser har også økt. En økning i konsentrasjonene av klimagasser fører i gjennomsnitt til en ekstra oppvarming av atmosfæren og jordens overflate. Mange klimagasser forblir i atmosfæren - og påvirker klimaet - i lang tid.

⁵ Kuwait registrerte sin uenighet i bare å sitere underparagraf 3 av Artikkel 3 og ikke artikkelen i sin helhet.

⁶ ppmv: “parts per million by volume” (antall per million målt i volum), ppbv: “parts per billion by volume” (antall per milliard målt i volum). Oppgitte verdier gjelder for 1992.

2.3 Troposfæriske aerosoler som dannes ved forbrenning av fossile brensler, biomassebrenning og andre kilder har medført et negativt direkte strålingspådriv⁷ og muligens også et negativt indirekte strålingspådriv av samme størrelse. Selv om det negative strålingspådrivet hovedsakelig er begrenset til visse regioner og subkontinentale områder, kan det ha effekter på klimamønstre på kontinental og hemisfærisk skala. I enkelte områder kan strålingspådrivet fra aerosoler være så stort at det mer enn oppveier det positive strålingspådrivet fra klimagassene. I motsetning til de langlivete klimagassene har menneskeskapte aerosoler svært korte levetider i atmosfæren slik at deres strålingspådriv raskt innstiller seg etter økninger eller reduksjoner i utslipp.

2.4 Den globale gjennomsnittstemperaturen på bakkenivå har økt med mellom 0.3 og 0.6°C siden slutten av det 19. århundret. Det er usannsynlig at denne økningen utelukkende er naturlig. 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. Det globale havnivå har steget med mellom 10 og 25 cm over de siste 100 år og mye av denne stigningen kan relateres til økningen i global middeltemperatur.

2.5 Datagrunnlaget er ikke tilstrekkelig for å fastslå hvorvidt konsistente globale endringer i klimavariabilitet eller ekstreme vær-situasjoner har funnet sted i løpet av det 20. århundret. På regional skala er det klare tegn på endringer i noen ekstreme værtyper og indikatorer for klimavariabilitet. Noe av dette har vært endringer mot større variabilitet, mens noe har vært mot lavere variabilitet. Fram til i dag har det imidlertid ikke vært mulig med sikkerhet å fastslå en klar forbindelse mellom disse regionale endringene og menneskers aktiviteter.

Mulige konsekvenser av framtidig påvirkning

2.6 Uten mottiltak eller betydelige teknologiske fremskritt som reduserer utslipp og/eller øker opptak, forventes det at konsentrasjonene av klimagasser og aerosoler vil øke gjennom hele neste århundre. IPCC har utarbeidet et sett av scenarier, IS92a-f, for framtidige utslipp av klimagasser og stoffer som danner aerosoler, basert på antagelser vedrørende befolkningsvekst, økonomisk vekst, arealbruk, teknologiske endringer, energitilgjengelighet og sammensetning i forbruk av energibærere, for perioden 1990 til 2100.⁸ Innen år 2100 er forventet karbondioksidutslipp i disse scenariene mellom 6 milliarder tonn (GtC) per år⁹, hvilket er omtrent som i dag, og så mye som 36 GtC per år, der nedre grense for IPCC-intervallet antar lav befolknings- og økonomisk vekst fram til år 2100. Metanutslippene er forventet å være i området 540 til 1170 Tg¹⁰ CH₄ per år (utslippet i 1990 var omtrent 500 Tg CH₄ per år); lystgassutslippene er forventet å være mellom 14 og 19 TgN per år (utslippet i 1990 var omtrent 13 TgN). I alle tilfeller vil konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren og totalt strålingspådriv fortsette å øke gjennom den simulerte perioden 1990 til 2100.

⁷ Det engelske uttrykket er “radiative forcing”, og oversettes også som “strålingsføring”. Et positivt 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 negativt strålingspådriv gir en avkjølede effekt (*oversetterens merknad*).

⁸ Se tabell “SPM-1” i Sammendrag for beslutningstagere, IPCCs arbeidsgruppe II.

⁹ For å regne om fra GtC (gigatonn karbon eller milliarder tonn karbon) til massen av karbondioksid, multipliser utslippet gitt i GtC med 3.67.

¹⁰ Tg: Teragram er 10¹² g.

2.7 For IPCCs mellomliggende utslippsscenario IS92a som benytter “beste estimat” av verdien for klimafølsomhet¹¹ og inkluderer effektene av framtidige økninger i konsentrasjoner av aerosoler, beregner modellene en økning i global middeltemperatur i forhold til 1990 på omtrent 2°C innen år 2100. Dette estimatet er omtrent en tredjedel lavere enn det “beste estimatet” i 1990. Dette kommer først og fremst av et lavere utslippsscenario (spesielt for CO₂ og KFK’er), inkludering av avkjølingseffekten fra sulfataerosoler, og forbedret forståelse og modellering av karbonsyklusen. Kombinasjon av det laveste utslippsscenariet (IS92c) med en “lav” verdi for klimafølsomhet og inkludering av framtidige endringer i aerosolkonsentrasjoner gir en beregnet økning på ca. 1°C innen år 2100. Tilsvarende beregning for det høyeste IPCC-scenariet (IS92e) kombinert med en “høy” verdi for klimafølsomhet, gir en oppvarming på omtrent 3.5°C. I alle tilfeller vil gjennomsnittlig oppvarmingshastighet sannsynligvis være større enn hva man har sett de siste 10 000 år, men de faktiske endringer på års- til tiårs-skala innbefatter betraktelig naturlig variasjon. Regionale temperaturendringer kan avvike betydelig fra global middelverdi. Som følge av termisk treghet i havene vil bare 50-90% av den endelige likevektstemperatur være realisert innen år 2100, og temperaturen vil fortsette å øke etter år 2100, selv om konsentrasjonene av klimagasser stabiliseres innen den tid.

2.8 Gjennomsnittlig havnivå forventes å stige som følge av havenes termiske utvidelse og smelting av isbreer og innlandsis. For IS92a-scenariet og antagelse om “beste estimat” av verdier for klimafølsomhet og for is-smeltens følsomhet for oppvarming, samt inkludering av effekter av framtidige endringer i aerosoler, beregner modellene en økning i havnivå på omtrent 50 cm fra i dag og fram til år 2100. Dette estimatet er ca. 25% lavere enn det “beste estimatet” i 1990 på grunn av en lavere beregnet temperaturøkning, men også som følge av forbedrede klima- og is-smeltingsmodeller. Kombinasjon av det laveste utslippsscenariet (IS92c) med “lave” verdier for klima- og is-smeltingsfølsomhet og inkludering av aerosoleffekter gir en beregnet stigning i havnivå på ca. 15 cm fra i dag og fram til år 2100. Tilsvarende beregning for det høyeste utslippsscenariet (IS92e) kombinert med “høye” verdier for klima- og is-smeltingsfølsomhet gir en beregnet stigning i havnivå på ca. 95 cm fra i dag og fram til år 2100. Havnivået vil fortsette å stige med en lignende hastighet i århundrene framover etter år 2100 selv om konsentrasjonen av klimagasser er stabilisert innen den tid, og vil også fortsette å stige selv etter at global middeltemperatur er stabilisert. Regionale endringer i havnivå kan være forskjellige fra den globale middelverdi på grunn av landhevning/senkning og endringer i havstrømmer.

2.9 Sikkerheten ved beregninger på hemisfærisk til kontinental skala utført ved koblede atmosfære-hav klimamodeller er større enn for regionale beregninger, der sikkerheten fremdeles er lav. Temperaturberegninger er sikrere enn beregningene for hydrologiske endringer.

2.10 Alle modellsimuleringer, enten de er basert på økte konsentrasjoner av klimagasser og aerosoler eller bare økte klimagasskonsentrasjoner, viser følgende trekk: sterkere oppvarming av overflaten over land enn over hav om vinteren; maksimal overflateoppvarming på høye nordlige breddegrader om vinteren, liten overflateoppvarming over Arktis om sommeren; i gjennomsnitt en akselerert global hydrologisk syklus, og økt nedbør og jordfuktighet på høye breddegrader om vinteren. Alle disse endringene kan knyttes til identifiserbare fysiske mekanismer.

¹¹ I IPCC-rapportene viser klimafølsomhet vanligvis til langtids (likevekt) endring i global gjennomsnittlig bakketemperatur 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).

2.11 Høyere temperaturer vil medføre en mer intensiv hydrologisk syklus; dette innebærer utsikter til alvorligere tørkeperioder og/eller flom i noen områder og mindre alvorlige tørkeperioder og/eller flom i andre områder. Flere modeller indikerer økt nedbørsintensitet, hvilket antyder muligheten for flere ekstreme nedbørsepisoder. Kunnskapen er i dag utilstrekkelig for å kunne si om det vil bli endringer i forekomst eller geografisk fordeling av alvorlige stormer, f.eks. tropiske sykloner.

2.12 Det er mange usikkerheter og mange faktorer som i dag begrenser vår evne til å beregne og oppdage framtidige klimaendringer. Framtidige uventede, store og raske endringer i klimasystemet (slik som har forekommet tidligere) er av natur vanskelige å forutsi. Dette innebærer at framtidige klimaendringer også kan medføre "overraskelser". Dette skyldes først og fremst klimasystemets ikke-lineære karakter. Når ikke-lineære systemer blir utsatt for raske påvirkninger har slike systemer en særlig tilbøyelighet til å oppvise uventet oppførsel. Faglige fremskritt kan gjøres ved å undersøke ikke-lineære prosesser og del-komponenter i klimasystemet. Eksempler på slik ikke-lineær oppførsel er bl.a. raske sirkulasjonsendringer i Nord-Atlanteren og tilbakekoblinger knyttet til endringer i terrestriske økosystemer.

3. ULIKE SYSTEMERS FØLSOMHET OG TILPASNINGSEVNE OVERFOR KLIMAENDRINGER

3.1 Dette avsnittet gir vitenskapelig og faglig informasjon som kan brukes blant annet ved vurdering av om omfanget av mulige effekter utgjør en 'farlig menneskeskapt påvirkning på klimasystemet', slik det er referert i Artikkel 2, og i vurderingen av mulige tilpasningstiltak. Det er imidlertid ennå ikke mulig å knytte spesielle virkninger til spesielle konsentrasjonsnivåer av klimagasser i atmosfæren.

3.2 Helse, terrestriske og akvatiske økosystemer, og sosioøkonomiske systemer (f.eks. jordbruk, skogbruk, fiskerier og vannressurser) er alle nødvendige for utvikling og velferd, og de er alle følsomme for både størrelsen og hastigheten av klimaendringene. Selv om mange områder trolig vil oppleve negative effekter av klimaendringene, muligens også irreversible effekter, er det sannsynlig at enkelte effekter også vil være fordelaktige. Forskjellige deler av samfunnet forventes derfor å møte ulike endringer og ulike behov for tilpasningstiltak.

3.3 Menneskeskapte klimaendringer representerer en viktig tilleggsbelastning, særlig på de mange økologiske og sosio-økonomiske systemer som allerede er påvirket av forurensning, økt ressursetterspørsmål og ikke-bærekraftig forvaltning. Sårbarheten med hensyn til effekter på helse og sosio-økonomiske systemer, og i noe mindre grad økosystemer, er avhengig av økonomiske forutsetninger og institusjonell infrastruktur. Dette betyr at systemer generelt er mer sårbare i utviklingsland, hvor økonomiske og institusjonelle forhold er mindre fordelaktige.

3.4 Selv om vår kunnskap har økt betydelig i løpet av de siste 10 år, og kvalitative estimater kan utarbeides, er det vanskelig å gi kvantitative estimater av de lokale virkningene av en klimaendring fordi regionale estimater av klimaendringer er usikre. Vår nåværende forståelse av mange sentrale prosesser er begrenset, og systemene kan være utsatt for en kombinasjon av mange klimatiske og ikke-klimatiske stressfaktorer der påvirkningen ikke alltid er lineær eller summerbar. Svært få studier har så langt vurdert dynamiske effekter av jevnt økende konsentrasjoner av klimagasser eller konsekvenser utover en dobling av ekvivalente CO₂-konsentrasjoner.

3.5 Det vil i de nærmeste tiårene bli svært vanskelig å påvise utvetydige bevis for klimaskapte endringer i økologiske eller sosiale systemer. Dette skyldes kompleksiteten i disse systemene, de

mange ikke-lineære tilbakekoplingene og deres følsomhet for et stort antall klimatiske og ikke-klimatiske faktorer som alle kan forventes å endre seg samtidig. Etterhvert som framtidens klima endrer seg utover det som er kjent fra tidligere erfaringer (dvs. dokumenterte virkninger av fortidens klimavariasjoner), blir det mer sannsynlig at vi vil oppleve overraskelser og uventet raske endringer.

Systemenes følsomhet

Terrestriske og akvatiske økosystemer

3.6 Økosystemene inneholder jordas fullstendige reservoar av artsmangfold og genetisk mangfold og sørger for mange varer og tjenester, som: (i) mat, ulike fibrer, medisiner og energi; (ii) omdanning og lagring av karbon og andre næringsstoffer; (iii) nedbrytning av avfall, rensing av vann, regulering av elver og bekker, samt kontroll av flommer, jordforringelse, og erosjon av strandlinjer; og (iv) gir muligheter for rekreasjon og turisme. Sammensetningen og den geografiske fordelingen av mange økosystemer (f.eks. skoger, stepper, ørkener, fjellområder, sjøer, våtmarker og hav) vil forandre seg ettersom de enkelte artene tilpasser seg klimaendringer. Det vil trolig bli en reduksjon i artsmangfoldet og i de godene systemene kan gi samfunnet. Enkelte økosystemer vil trolig ikke nå en ny likevekt før mange hundre år etter at klimaet har nådd en ny balanse. De kommende avsnitt illustrerer virkningen av klimaendringer på noen utvalgte økosystemer.

3.7 Skoger: Modellberegninger tyder på at mulige endringer i temperatur og tilgjengelighet av vann ved ny likevekt i klimasystemet etter en dobling av den ekvivalente¹² mengden av CO₂, vil føre til at en betydelig andel (en tredel som globalt middel, varierende fra en syvdel til to tredeler i ulike regioner) av dagens skogdekte areal vil gjennomgå betydelige endringer i hovedvegetasjonstypene. De største endringene er forventet på høye breddegrader, mens tropiske områder vil bli minst påvirket. Klimaendringene er forventet å opptre raskere enn mange treslag vokser, reproduserer og re-etablerer seg selv. Derfor vil trolig sammensetningen av arter i skogene endres; enkelte skogstyper kan forsvinne fullstendig, mens det kan komme til å dannes nye artssammensetninger og i sin tur nye økosystemer. Store mengder karbon kan bli sluppet ut til atmosfæren under overgangsperiodene fra en type skog til en annen fordi karbon frigjøres raskere i perioder med stor skogdød enn det bindes gjennom oppvekst av ny skog.

3.8 Ørkener og forørkning: Ørkener vil trolig bli mer ekstreme, ved at de med få unntak er beregnet å bli varmere, men ikke vesentlig fuktigere. Temperaturøkninger kan true organismer som allerede lever nær opp til sine tålegrenser. Sannsynligheten for at forørkning, dvs. forringelse av land i tørre områder på grunn av ulike faktorer, deriblant klimaendringer og menneskers aktivitet, blir irreversibel er større dersom miljøet blir tørrere og jorda blir ytterligere forringet gjennom erosjon og hardpakking av jordsmonnet.

3.9 Økosystemer i fjellområder: Høydefordelingen av vegetasjonssamfunn forventes å flytte seg oppover. Arter som i dag har en utbredelse klimatisk begrenset til fjelltopper kan forsvinne ved at det ikke lenger eksisterer egnede habitater eller fordi mulighetene for forflytning er begrenset.

3.10 Akvatiske og kystnære økosystemer: I elver og bekker vil en oppvarming ha størst biologisk effekt på høye breddegrader, hvor biologisk produktivitet vil øke, og ved grensene for utbredelsen av kaldtvannsarter mot lave breddegrader, hvor faren for utryddelse er størst. Den geografiske fordelingen av våtmarker vil trolig endre seg med endringer i temperatur og

¹² Se avsnitt 4.17 for forklaring av "ekvivalent CO₂".

fuktighet. Systemer i kystområder er økonomisk og økologisk viktige, og det er forventet stor variasjon i deres respons på endringer i klima og havnivå. Enkelte økosystemer i kystområder er spesielt utsatte, inkludert saltvannssumper, mangroveskoger, våtmarker, sandstrender, elvedelta, korallrev og korallatoller. Endringer i disse økosystemene vil ha store negative effekter på turisme, ferskvannsforsyning, fiskerier og biologisk mangfold.

Hydrologi og forvaltning av vannressurser

3.11 Modellberegninger tyder på at mellom en tre-del og halvparten av massen av isbreer i fjellområder kan smelte i løpet av de neste hundre år. Reduksjonen i utbredelsen av isbreer og i snødybden vil også påvirke den sesongmessige fordelingen av vannføring i elver og tilsig til vannkraftverk og jordbruk. Forventede hydrologiske endringer og reduksjoner i arealet og dybden av permafrost kan gi skader på infrastruktur på stor skala, et tilleggsutslipp av karbondioksid til atmosfæren og endringer i prosesser som bidrar til tilførselen av metan til atmosfæren.

3.12 Klimaendringene vil føre til en forsterkning av det hydrologiske kretsløpet og kan dermed ha større virkninger på regionale vannressurser. Endringer i totalmengden av nedbør og i frekvensen og intensiteten vil gi en direkte effekt på størrelsen og perioden for avrenningen og i intensiteten av flommer og tørkeperioder. Fremdeles er det imidlertid betydelig usikkerhet med hensyn til regional fordeling av effektene. Relativt små endringer i temperatur og nedbør sammen med ikke-lineære effekter på fordampning, transpirasjon og fuktighet i jorda, kan gi relativt store endringer i avrenningen spesielt i tørre områder. Kvantiteten og kvaliteten på vannforsyningene er allerede i dag et alvorlig problem i mange områder, inkludert lavtliggende kystområder, deltaområder og små øyer, noe som gjør land i disse regionene spesielt sårbare for alle ytterligere reduksjoner i den lokale vannforsyningen.

Jordbruk og skogbruk

3.13 Avlinger og endringer i produktiviteten på grunn av klimaendringer vil variere betydelig mellom regioner og også mellom lokaliteter innenfor samme region. Dette vil endre mønsteret i produksjonen. Produktiviteten er beregnet å øke i noen områder og å avta i andre, spesielt i tropene og sub-tropene. Studier viser at alt i alt vil den globale matvareproduksjonen kunne opprettholdes relativt til basisproduksjonen ved beregnede klimaendringer ved likevekt etter en dobling av ekvivalente CO₂-mengder. I denne konklusjonen er det tatt hensyn til fordelaktige effekter ved CO₂-gjødsling, mens man ikke har vurdert endringer i utbredelse av sykdommer og skadedyr eller virkninger av økt variabilitet i klimaet. Ved å fokusere på total produksjon globalt tar man imidlertid ikke hensyn til de potensielt alvorlige konsekvensene av store regionale og lokale forskjeller, selv på midlere breddegrader. Det kan bli en økt risiko for sult og hungersnød i enkelte områder. Store deler av verdens fattigste befolkning, særlig de som lever i subtropiske og tropiske områder og som er avhengig av matforsyninger fra isolerte jordbrukssystemer i tørre områder, vil være svært utsatt for matmangel. Globale forsyninger av trevirke kan i løpet av neste århundre få stadig større problemer med å dekke etterspørselen både på grunn av klimatiske- og ikke-klimatiske faktorer.

Infrastruktur

3.14 Klimaendringer vil øke enkelte kystbefolknings sårbarhet overfor oversvømmelser og erosjon av jordsmonnet. Estimer viser at i dag er omtrent 46 millioner mennesker utsatt for oversvømmelser i forbindelse med stormer (stormflo). Uten tilpasningstiltak, og hvis man tar i betraktning befolkningsveksten, er det ventet at en økning av havnivået på 50 cm vil øke dette tallet til omtrent 92 millioner mennesker. En økning av havnivået på 1 meter vil øke tallet til

omkring 118 millioner. Studier basert på en 1-meters økning av havnivået viser at det er en spesielt stor risiko for lavtliggende øyer og deltaområder. En økning på en meter er omkring det maksimale IPCC arbeidsgruppe I beregner for år 2100. Man må imidlertid merke seg at havnivået faktisk er beregnet å fortsette å stige i flere hundre år etter år 2100. Beregnet tap av land varierer fra 0.05% i Uruguay, 1.0% for Egypt, 6% for Nederland, 17.5% for Bangladesh til omtrent 80% for Majuroatollen i Marshall øyene gitt dagens beskyttelsessystemer. Enkelte små øystater og andre land vil være mer sårbare fordi deres beskyttelses-systemer er dårlig utbygget. Land med høyere befolkningstetthet vil være mer sårbare. Stormflo og oversvømmelser kan true hele kulturer. For disse landene vil en økning i havnivået kunne tvinge fram intern eller internasjonal forflytning av store deler av befolkningen.

Helse

3.15 Klimaendringer vil trolig ha vidtrekkende og hovedsakelig skadelige effekter på folks helse, med betydelige tap av liv. Direkte helseeffekter inkluderer økninger i (hovedsakelig hjerte/lunge effekter) dødelighet og sykdom på grunn av en forventet økning i intensiteten og varigheten av hetebølger. Temperaturøkninger i kaldere områder vil resultere i færre dødsfall relatert til kulde. Indirekte effekter av klimaendringer som er forventet å være av betydning inkluderer økning i potensiell overføring av infeksjonssykdommer som spres med smittebærere (f.eks. malaria, denguefeber, gul feber og noen former for hjernebetennelse) p.g.a. økt utbredelsesområde (geografisk og i tid) for de smittebærende organismene. Modeller (som inkluderer nødvendige forenklinger) tyder på at en temperaturøkning på 3-5°C (IPCCs anslag er på 1.0-3.5°C innen år 2100) kan føre til en økning av forekomsten av malaria i størrelsesorden 50-80 millioner nye tilfeller per år (mot en antatt bakgrunnsforekomst på omtrent 500 millioner tilfeller), hovedsakelig i tropiske, sub-tropiske og i områder i den tempererte sonen blant deler av befolkningen som er dårlig beskyttet. En viss økning i andre lidelser som salmonella, kolera og dysenteri, kan også finne sted som et resultat av økte temperaturer og flere tilfeller av oversvømmelser. Begrensninger i tilførselen av ferskvann og næringsrik mat, så vel som økt luftforurensning, vil ha konsekvenser for menneskers helse.

3.16 Kvantifisering av de forventede virkningene er vanskelig fordi omfanget av klimaskapte helseskader er avhengig av et stort antall sammenfallende faktorer som karakteriserer sårbarheten til en gitt befolkning. Disse faktorene inkluderer miljømessige og sosio-økonomiske forhold, nærings- og immunitetsmessig status, befolkningstetthet og tilgjengeligheten av et kvalitetsmessig godt helsevesen. Således vil befolkninger med ulikt nivå på naturlige, tekniske og sosiale ressurser ha ulik sårbarhet overfor klimaskapte helseeffekter.

Teknologi og virkemidler for tilpasning

3.17 Teknologiske framskritt har generelt økt mulighetene for tilpasning av forvaltede systemer. Tilpasningstiltak for ferskvannsressurser inkluderer mer effektiv forvaltning av dagens forsyninger og infrastruktur, institusjonelle tiltak for å begrense framtidig etterspørsel, forbedret overvåknings- og varslingssystemer for flom og tørke, rehabilitering av nedbørsfelt (spesielt i tropene) og etablering av ny reservoarkapasitet. Tilpasningstiltak for landbruket, slik som endringer i typer og sorter av landbruksvekster, forbedringer i vannforvaltningen og i vanningsystemer og endringer i tidsplan for planting og i arbeidsrutiner, vil være viktig for å begrense negative effekter og for å utnytte de fordelaktige faktorene ved en klimaendring. Effektiv kystsoneforvaltning og arealplanlegging kan bidra til at befolkningstyngdepunktet flyttes fra risikofylte områder som flomutsatte arealer, bratte lier og lavt-liggende kystområder. Tilpasningsstrategier for å redusere skadelige helseeffekter innbefatter beskyttende teknologi (bedret boligstandard, air-conditioning, rensing av vann og vaksinerings), katastrofeberedskap og et tilstrekkelig helsetilbud.

3.18 I dag er det imidlertid mange områder i verden der tilgang på slik teknologi og nødvendig informasjon er svært begrenset. For enkelte øystater vil de høye kostnadene for tilstrekkelig beskyttelse i praksis gjøre dette uoppnåelig, spesielt når en ser på den begrensede kapitaltilgangen. Mulighetene for å velge de beste og mest kostnadseffektive tilpasningsstrategiene vil være avhengig av tilgjengeligheten av finansielle ressurser, teknologioverføringer samt kulturelle, utdanningsmessige, forvaltningsmessige, institusjonelle, juridiske og reguleringsmessige forhold, både nasjonalt og i forhold til internasjonale organer. Tilpasningen vil bli lettere ved å inkludere klimamessige hensyn i ressursforvaltning og utviklingsstrategier og i planer for å regulere investeringer i infrastruktur.

4. ANALYSER AV UTSLIPPSBANER SOM GIR STABILISERING AV KONSENTRASJONENE AV KLIMAGASSER I ATMOSFÆREN

4.1 Artikkel 2 i FNs klimakonvensjon refererer spesielt til “stabilisering av konsentrasjonene av klimagasser”. I denne delen gis det informasjon om relativ betydning av de forskjellige klimagassene for klimapådrivet¹³, og det drøftes hvordan utslipp av klimagasser kan varieres for å oppnå stabilisering på valgte atmosfæriske konsentrasjonsnivåer.

4.2 Karbondioksid, metan og lystgass har naturlige såvel som menneskeskapte kilder. Det menneskeskapte utslippet av disse gassene har bidratt med rundt 80% av det ekstra klimapådrivet som en har hatt som følge av klimagassene siden før-industriell tid (ca. 1750). Bidraget fra CO₂ er på rundt 60% av dette pådrivet, ca. fire ganger større enn bidraget fra CH₄.

4.3 Andre klimagasser inkluderer troposfærisk ozon (hvis kjemiske forløpere inkluderer nitrogenoksider, NMHC¹⁴ og karbonmonoksid), halokarboner¹⁵ (bl.a. HKFK'er og HFK'er) og SF₆. Troposfæriske aerosoler og troposfærisk ozon er inhomogent fordelt i tid og rom og deres atmosfæriske levetider er korte (dager til uker). Sulfatpartikler vil kunne fjernes gjennom utslippsreducerende tiltak, og slike tiltak er tatt med i IPCC-scenariene.

4.4 De fleste utslippsscenariene indikerer at uten utslippsreduksjoner vil utslippene av klimagassene fortsette å øke over neste århundre og føre til konsentrasjoner av klimagasser som innen år 2100 er beregnet å ha en større klimaeffekt enn den som er beregnet for doubling av CO₂-konsentrasjonen i forhold til før-industriell tid.

Stabilisering av klimagassene

4.5 Alle relevante klimagasser må tas med når stabilisering av konsentrasjonene av klimagassene skal vurderes. Først vurderes karbondioksid som, på grunn av dens betydning og kompliserte natur, må vurderes i større detalj enn de andre klimagassene.

¹³ Dvs. påvirkning på strålingsbalansen som fører til klimaendringer (*oversettters merknad*). Se også fotnote 7.

¹⁴ NMHC : “Non-methane hydrocarbons” (*oversettters merknad*).

¹⁵ De fleste halokarboner, med unntak av HFKer og PFKer, er kontrollert av Montreal Protokollen og dens justeringer og tillegg.

Karbondioksid

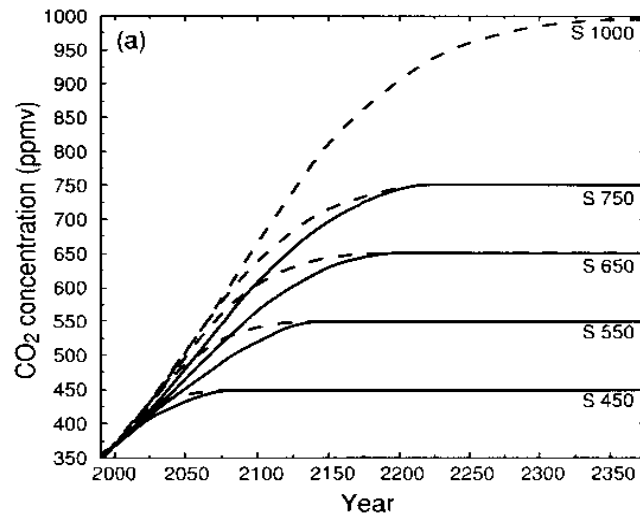
4.6 Karbondioksid fjernes fra atmosfæren ved en rekke prosesser som virker på forskjellige tidsskalaer. Den har en relativt lang oppholdstid i klimasystemet - av størrelse 100 år eller mer. Dersom netto globale utslipp fra menneskeskapte kilder¹⁶ (dvs. menneskeskapte kilder minus menneskeskapte sluk) opprettholdes på dagens nivå (rundt 7 GtC/år inkludert utslipp fra fossil forbrenning, sementproduksjon, og endringer i bruk av landområder) vil de lede til en tilnærmet konstant økning i atmosfærekonsentrasjonene i minst to århundrer, noe som vil føre til at konsentrasjonene vil komme opp i rundt 500 ppmv (de vil nærme seg det dobbelte av førindustrielt nivå på 280 ppmv) innen slutten av det 21. århundre. Karbonsyklusmodeller viser at umiddelbar stabilisering av konsentrasjonen av karbondioksid på dagens nivå bare kan oppnås gjennom en umiddelbar reduksjon i utslippene på 50 til 70% og en videre reduksjon deretter.

4.7 Karbonsyklusmodeller har vært brukt til å beregne utviklingsbaner for utslipp av karbondioksid som gir stabilisering av CO₂ på forskjellig konsentrasjonsnivåer. For å illustrere dette er profiler generert for forskjellige nivåer som 450, 550, 650, 750 og 1000 ppmv. Blant de mange mulige veiene som kan velges for å nå stabilisering er to illustrert i figur 1 for hvert av stabiliseringsnivåene 450, 550, 650 og 750 og ett for 1000 ppmv. Jo sterkere økningen i utslippene (og derved i konsentrasjon) er i disse scenariene, jo raskere er klimaet beregnet å endre seg.

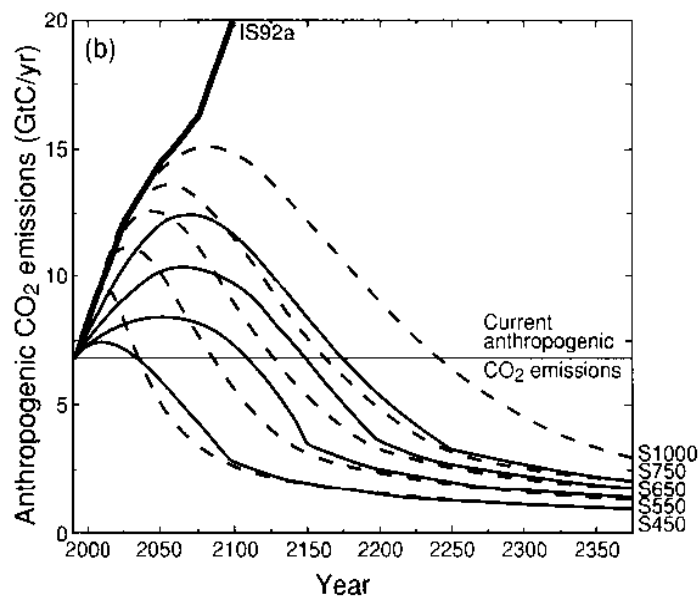
4.8 En framtidig stabilisering av konsentrasjonen er bestemt mer av de akkumulerte menneskeskapte utslippene av karbondioksid fra nå og fram til stabiliseringen, enn av hvordan disse utslippene fordeles over perioden. Det betyr at for en gitt stabiliseringskonsentrasjon, vil høye utslipp i løpet av de første årtier kreve lavere utslipp senere. Samlet utslipp fra 1991 til 2100 som korresponderer med disse stabiliseringsnivåene vises i tabell 1, sammen med de samlede utslipp av karbondioksid for alle IPCC IS92 utslippsscenarioer (se figur 2 og tabell SPM-1 i "Summary for Policymakers" fra IPCCs Arbeidsgruppe II for nærmere detaljer om disse scenariene).

4.9 Figur 1 og tabell 1 presenteres for å vise noen av begrensningene som må pålegges framtidige karbondioksidutslipp dersom stabilisering på de konsentrasjonsnivåene som er vist skal kunne gjennomføres. Disse eksemplene representerer ikke noen form for anbefaling for hvordan slike stabiliseringsnivå kan bli oppnådd eller hvilket stabiliseringsnivå som kan bli valgt.

¹⁶ I resten av del 4 vil "netto globale menneskeskapte utslipp" (dvs. menneskeskapte kilder minus menneskeskapte sluk) bli forkortet til "utslipp".

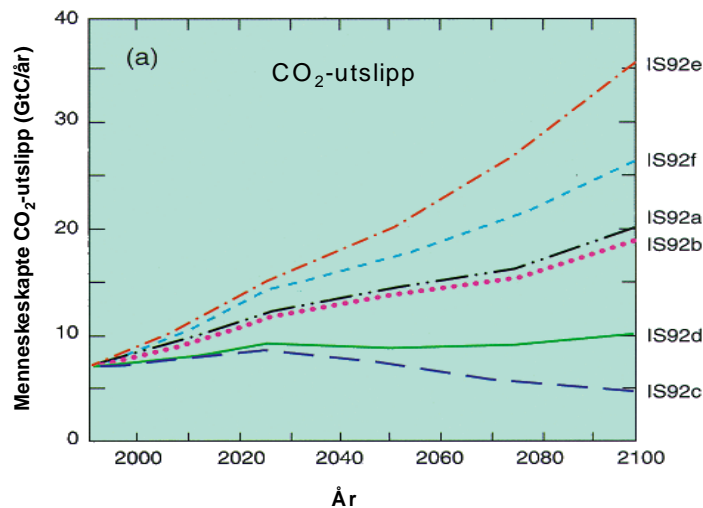


Figur 1 (a) Profiler for konsentrasjoner av karbondioksid som leder til stabilisering på 450, 550, 650, og 750 ppmv for utviklingsbaner definert i IPCC (1994) (heltrukne kurver) og for utviklingsbaner som tillater utslippene å følge IS92a fram til minst år 2000 (stiplede kurver). Et enkeltstående profil hvor karbondioksidkonsentrasjonen stabiliseres på 1000 ppmv og som følger IS92a-utslippene til minst år 2000 er også definert. Stabilisering av konsentrasjonene på 450, 650 og 1000 ppmv vil lede til økning i likevektstemperaturen relativt til 1990¹⁷ på henholdsvis ca. 1°C (0.5-1.5°C), 2°C (1.5-4°C) og 3.5°C (2-7°C). En doubling av CO₂-konsentrasjonene i forhold til før-industriell tid vil gi en økning fra 280 ppmv til 560 ppmv, og en doubling av dagens nivå som er på 358 ppmv tilsvarer rundt 720 ppmv.



Figur 1 (b) Utslipp av karbondioksid som leder til stabilisering av konsentrasjonene på 450, 550, 650, 750, og 1000 ppmv, ut fra profilene vist under (a), og hvor en karbonisyklusmodell som ligger midt på skalaen er brukt. Resultatene fra andre modeller kan avvike fra det som er vist her med opp til omtrent $\pm 15\%$. Til sammenlikning er karbonutslippene for IS92a og dagens utslipp (tynn heltrukken linje) også tatt med.

¹⁷ Disse tallene tar ikke med økningen i temperaturen (0.1 til 0.7°C) som vil finne sted etter 1990 som følge av utslipp før 1990.



Figur 2. Årlige menneskeskapte utslipp av karbondioksid når IS92-scenariene er brukt (se tabell SPM-1 i 'Summary for Policymakers' fra IPCCs arbeidsgruppe II).

Tabell 1. Samlet totalutslipp av karbondioksid fra 1991 til 2100 (GtC) for IS92-scenariene (se tabell SPM-1 i "Summary for Policymakers" fra IPCCs arbeidsgruppe II) og for stabilisering av karbondioksidkonsentrasjonen på forskjellige nivåer ut fra de to settene av fremgangsmåter som er vist i Figur 1 (a). Akkumulerte utslipp som fører til stabilisering av konsentrasjonene av karbondioksid er beregnet ved hjelp av en karbonsyklusmodell som gir resultater midt på skalaen. Resultatene fra andre modeller kan avvike (positivt og negativt) fra det som er vist her med opp til omtrent $\pm 15\%$.

	Akkumulert karbondioksid utslipp 1991 til 2100 (GtC)[§]	
IS92-scenarier		
c	770	
d	980	
b	1430	
a	1500	
f	1830	
e	2190	
Stabilisering på	For profiler A[*]	For profiler B[†]
450 ppmv	630	650
550 ppmv	870	990
650 ppmv	1030	1190
750 ppmv	1200 [‡]	1300 [‡]
1000 ppmv	—	1410 [‡]

[§] Til sammenlikning utgjør utslippene i perioden 1860 til 1994 ca. 360 GtC. Av dette kommer ca. 240 GtC fra bruken av fossilt brensel og ca. 120 GtC fra avskogning og endringer i bruken av landområder.

^{*} Samme som i IPCC (1994)- se figur 1 (a) (heltrukken kurve).

[†] Profiler som tillater bruk av IS92a fram til minst år 2000 - se figur 1 (a) (stiplet linje).

[‡] Konsentrasjonene vil ikke stabiliseres innen år 2100.

4.10 Gitt akkumulerte utslipp og befolknings- og økonomisk vekst for perioden 1990 til 2100 fra IPCC-scenariet IS92a, kan vi utlede globale midlere stabiliserings-senarier per capita eller per BNP-enhet. Dersom atmosfæriske konsentrasjoner skal holdes under 550 ppmv, kan ikke de midlere globale utslipp i de neste 100 år overskride nåværende utslipp. I tillegg må utslippene være betydelig mindre rundt slutten av neste århundre. Globale utslipp kan være høyere om stabiliseringsnivåene er 750 til 1000 ppmv. Uansett, for å oppnå de sistnevnte stabiliseringsnivåene er det nødvendig at globale midlere utslipp er mindre enn 50% over dagens nivå på en per capita basis, eller mindre enn halvparten av dagens nivå per enhet av økonomisk aktivitet¹⁸.

4.11¹⁹ Midlere årlige globale utslipp av karbondioksid fra fossilt brensel per capita er for tiden på ca. 1.1 tonn (som C). I tillegg er det et nettutslipp på ca. 0.2 tonn per capita fra avskoging og endring i bruk av landområder. Midlere årlig utslipp av fossilt brensel i industriland og i land med overgangøkonomi er på 2.8 tonn, og varierer fra 1.5 til 5.5 tonn. De tilsvarende tallene for utviklingsland er 0.5 tonn, varierende fra 0.1 i noen få tilfeller, til over 2 tonn (alle tallene er for 1990).

4.12²⁰ Dersom en bruker Verdensbankens beregninger for BNP ut fra markedsverdi, vil dagens globalt midlede utslipp av energirelatert karbondioksid være omtrent 0.3 tonn per 1000 1990 US \$. I tillegg er globale nettutslipp fra endret arealbruk ca. 0.05 tonn per 1000 US \$. Dagens årlig midlede energirelaterte utslipp per 1000 1990 US \$ er på ca. 0.27 tonn i industrialiserte land og i land med overgangøkonomi, dersom en bruker markedsverdi som beregningsgrunnlag. Tilsvarende tall i utviklingsland er 0.41 tonn. Dersom en bruker Verdensbankens anslag for BNP beregnet ved kjøpekraftspariteter, vil gjennomsnittlige årlige energirelaterte utslipp per 1000 1990 US \$ bli 0.26 tonn i industrialiserte land og land med overgangøkonomi og omtrent 0.16 tonn i utviklingsland²¹.

Metan

4.13 Konsentrasjonen av metan i atmosfæren justerer seg etter endringer i menneskeskapte utslipp over en tidsperiode på 9 til 15 år. En umiddelbar reduksjon i årlige utslipp på ca. 30 TgCH₄ (ca. 8% av totale årlige utslipp) ville føre til at konsentrasjonene forblir på dagens nivå. Dersom metanutslippene blir holdt konstante på dagens nivå, vil konsentrasjonene (1720 ppbv i 1994) øke til rundt 1820 ppbv over de neste 40 år.

Lystgass

4.14 Lystgass har lang levetid i atmosfæren (ca. 120 år). For at konsentrasjonen skal stabiliseres rundt dagens nivå (312 ppbv i 1994), må de menneskeskapte kildene reduseres umiddelbart med ca. 50%. Dersom utslippene av lystgass blir holdt konstante på dagens nivå, vil konsentrasjonene øke til rundt 400 ppbv over flere hundre år. Dette vil føre til en tilleggsøkning i strålingspådrivet som er fire ganger større enn økningen fra lystgass vi har hatt fram til i dag.

¹⁸ Kina registrerte sin uenighet i å bruke karbondioksidutslipp utledet med basis i enheter for økonomisk aktivitet.

¹⁹ Panelet var enig om at denne paragrafen ikke skal virke bindende for de pågående forhandlingene under FNs klimakonvensjon.

²⁰ Panelet var enig om at denne paragrafen ikke skal virke bindende for de pågående forhandlingene under FNs klimakonvensjon.

²¹ Beregninger av utslipp per enhet fra økonomisk aktivitet har ikke tatt med utslipp fra endringer i bruk av landområder eller endringer som er gjort for å ta hensyn til uformell økonomi.

Ytterligere punkter vedrørende stabilisering

4.15 Stabilisering av gasser med meget lang levetid, som SF₆ og perfluorkarboner (PFK), kan bare oppnås effektivt ved å stoppe utslippene.

4.16 Betydningen av bidraget fra CO₂ for klimapådrivet, relativt til klimapådrivet fra andre klimagasser, øker over tid for alle IS92-utslippsscenariene (a-f). For eksempel, i IS92a-scenariet for CO₂ øker bidraget fra 60% i dag til 75% i år 2100. I løpet av den samme perioden vil bidraget fra metan og lystgass øke med en faktor 2 til 3 i absolutte verdier.

4.17 Den samlede effekten på strålingspådrivet fra alle klimagasser uttrykkes ofte i form av ekvivalente CO₂-konsentrasjoner som gir det samme strålingspådrivet. På grunn av effekten av andre klimagasser må konsentrasjonen av CO₂ derfor stabiliseres på et lavere nivå for å oppnå en gitt konsentrasjon i ekvivalente CO₂-konsentrasjoner.

4.18 Stabilisering av klimagassene er ikke ensbetydende med at det ikke vil skje noen videre klimaendringer. Etter at en stabilisering er nådd, vil global middeltemperatur fortsette å øke i noen århundrer, og havnivået øke i flere århundrer.

5. TEKNOLOGI OG VIRKEMIDLER FOR Å BEGRENSE UTSLIPPENE

5.1 I IPCCs andre hovedrapport vurderes en rekke framgangsmåter for å redusere utslippene og øke opptaket av klimagasser. I denne delen gis det informasjon om hvilke muligheter som finnes for å redusere de menneskeskapte utslippene av de viktigste klimagassene og øke slukene for å stabilisere konsentrasjonene i atmosfæren. Denne analysen prøver ikke å kvantifisere mulige makroøkonomiske konsekvenser av utslippsreduksjoner.

5.2 Det er teknisk mulig og kan være økonomisk lønnsomt, å redusere utslippene betydelig. Slike reduksjoner kan gjennomføres ved omfattende tiltak som fremskynder teknologisk utvikling, spredning og overgang i alle sektorer, inkludert energi, industri, transport, tjenesteyting, husholdninger, jordbruk og skogbruk.

5.3 I hvilken grad tekniske muligheter kan utnyttes på en kostnadseffektiv måte er avhengig av initiativ for å motvirke mangel på informasjon og overvinne kulturelle, institusjonelle, juridiske, finansielle og økonomiske barrierer som kan hindre spredning av teknologi eller hindre adferdsendringer.

5.4 Innen år 2100 vil verdens kommersielle energisystemer bli skiftet ut minst to ganger. Dette gir muligheter for å endre energisystemene uten at kapitalbeholdningen skiftes ut på et for tidlig tidspunkt. Betydelige kapitalbeholdninger innen de industrielle og tjenesteytende sektorer samt innen landbruks- og husholdningssektorene vil bli byttet ut. Disse syklene for utskifting av kapital gir muligheter for å ta i bruk ny teknologi med bedre ytelse.

Energieterspørsmål

5.5 IPCC anslår (IPCC 1992; IPCC 1994) at uten politisk inngripen kan det bli en markert vekst i utslippene fra industri, transport, og fra bygninger og boliger. En rekke studier indikerer at det er mulig å oppnå 10 til 30% energieffektivisering i forhold til dagens nivå til negativ²² eller null kostnad innen de forskjellige sektorer i forskjellige områder av verden. Dette vil kunne

²² Negative kostnader betyr økonomisk gevinst.

skje gjennom tekniske sparetiltak og effektiviseringer av drift og vedlikehold over de neste 20 til 30 år. Ved å bruke den av dagens teknologi som gir høyest virkningsgrad er det mulig å oppnå innsparinger på 50 til 60% i mange land over den samme tidsperioden. Muligheten for å oppnå dette vil avhenge av framtidige kostnadsreduksjoner, tempo i utvikling og innføring av ny teknologi, finansiering og teknologioverføring i tillegg til tiltak for å overvinne en rekke ikke-tekniske barrierer. Fordi bruken av energi øker på verdensbasis, vil utslippene av klimagasser øke framover selv med en omlegging fra dagens teknologi til mer effektiv teknologi. Teknologier og tiltak for å redusere utslipp av klimagasser på energibrukernesiden omfatter:

- Industri: økt effektivitet; resirkulering av råstoff og omlegging til prosesser som slipper ut mindre klimagasser; utvikling av prosesser som bruker mindre energi og råstoff.
- Transport: Bruk av effektiv togtransport, lette materialer og utforming som gir liten luftmotstand; bruk av mindre kjøretøyer; endringer i utnyttelsen av landområder, transportsystemer, flyttemønstre og livsstil; skifte til mindre energikrevende transportsystemer; bruk av alternativ energi og elektrisitet fra fornybare og andre energikilder som ikke øker konsentrasjonene av klimagasser.
- Boliger og næringsbygninger: redusert varmetap i bygningskonstruksjonen og mer effektive systemer for oppvarming/avkjøling, vannforsyning, og øvrig utstyr.

Energiforsyning

5.6 Det er teknisk mulig å gjennomføre store utslippsreduksjoner på energiforsyningssektoren over de neste 50 til 100 år ved bruk av alternative strategier, i takt med normal tid for investering som skal erstatte infrastruktur og utstyr etter hvert som det slites ut eller blir ubrukelig. Interessante fremgangsmåter (ikke i prioritert rekkefølge) omfatter:

a. Reduserte utslipp av klimagasser i forbindelse med bruk av fossilt brensel

- En høyere utnyttelsesgrad av fossilt brensel (bruk av kraftvarmeverk og mer effektiv produksjon av elektrisitet),
- Omlegging til lav-karbon fossilt brensel med reduksjon i utslippene (omlegging fra kull til olje eller naturgass og fra olje til naturgass);
- Fjerning av karbon fra avgass og brensel og lagring av CO₂ (fjerning og lagring av CO₂ fra brenselet som skal brukes slik at en får et mer hydrogenrikt brensel);
- Redusere diffuse utslipp til atmosfæren, spesielt av metan, ved utvinning og transport av brensler.

b. Omlegging til bruk av ikke-fossilt brensel som energikilde.

- Omlegging til kjernekraft (dersom en kan komme fram til akseptable svar på problemer som sikkerheten i reaktorene, transport og deponering av radioaktivt avfall og spredning av kjernevåpen).
- Omlegging til fornybare energikilder (sol, biomasse, vind, vannkraft, geotermisk energi).

Integrerte energisystemer

5.7 På grunn av mulighetene for å substituere brensler og energikilder, og redusere etterspørselen etter energitjenester, er potensialet for reduksjoner av klimagassutslipp større enn potensialet for energieffektivisering. Enda større energieffektivitet, og dermed reduksjon i utslipp av klimagasser, kan oppnås ved effektivisering av overførings- og distribusjonssystemet for energi.

5.8 For å fastsette de potensielle virkningene av å kombinere enkelttiltak innenfor et samlet energisystem, er det beskrevet tanke-eksperimenter der en undersøker ulike varianter av energiforsyningssystemer med lave CO₂-utslipp. Disse variantene illustrerer de *tekniske* mulighetene for store reduksjoner i CO₂-utslippene fra energiforsyningssystemet i løpet av 50 til 100 år ved alternative strategier. Eksperimentene indikerer *tekniske* muligheter for å redusere årlige globale utslipp fra 6 GtC i 1990 til om lag 4 GtC i 2050, og til om lag 2 GtC innen år 2100. Totale, akkumulerte CO₂-utslipp varierer mellom ca. 450 GtC og ca. 470 GtC innen disse konstruksjonene, og holder dermed atmosfæriske konsentrasjoner på under 500 ppmv.

5.9 Kostnadene for integrerte energitjenester sammenliknet med kostnadene for konvensjonell energi avhenger av relative, framtidige energipriser, som er meget usikre, og av ytelses- og kostnadskarakteristika for alternative teknologier. Innenfor det brede intervallet for framtidige energipriser er det imidlertid sannsynlig at en eller flere av variantene vil være i stand til å tilby de etterspurte energitjenestene til anslåtte kostnader som omtrent svarer til anslåtte framtidige kostnader ved konvensjonell energi. Det er ikke mulig å identifisere et billigste energisystem på lengre sikt, fordi de relative kostnadene for valgmulighetene avhenger av ressursbeskrankninger og teknologiske muligheter som en ikke kjenner fullt ut, og på tiltak innen offentlig og privat sektor. Bedring i energieffektiviteten og sterk og vedvarende investering i forskning, utvikling og utprøving for å oppmuntre til overgang og spredning av alternative energiforsynings teknologier, samt bedring av energi-effektivitet er helt avgjørende for sterke reduksjoner i utslippene av klimagasser. Mye av den teknologien som utvikles trenger støtte i en startfase for å kunne markedsføres og oppnå et tilstrekkelig volum, slik at kostnadene reduseres og teknologien blir konkurransedyktig.

5.10 Markedsetablering og vedvarende aksept av ulike energiteknologier avhenger i utgangspunktet av relative kostnader, ytelse (inklusive miljømessig ytelse), institusjonelle forhold samt reguleringer og politikk. Siden kostnadene varierer avhengig av lokalisering og anvendelse, skaper et stort mangfold av forutsetninger i utgangspunktet muligheter for å introdusere nye teknologier i markedet. En dypere forståelse av hvordan utslipp kan reduseres krever mer detaljerte analyser av valgmuligheter der en tar hensyn til lokale forhold.

Utslipp i forbindelse med industrielle prosesser og bosetning

5.11 Store utslippsreduksjoner er mulig i noen tilfeller for prosessrelaterte klimagassutslipp, inkludert CO₂, CH₄, N₂O, halokarbone og SF₆ som frigjøres gjennom industriprosesser for produksjon av jern, stål, aluminium, ammoniakk, sement og andre materialer. Tiltak inkluderer modifisering av produksjonsprosesser, eliminering av løsemidler, utskifting av råmaterialer, substituering av materialer, økt resirkulering og redusert forbruk av klimagassintensive materialer. Andre tiltak som kan gi betydelige reduksjoner i utslipp av klimagasser er oppsamling og utnyttelse av metan fra fyllplasser og kloakkanlegg, og redusert lekkasje fra halokarbon-kjølemidler fra mobile og stasjonære kilder.

Jord- og skogbruk

5.12 Ut over bruk av biobrensel til å erstatte fossilt brensel, kan forvaltning av jord- og skogbruk spille en viktig rolle i å redusere utslippene av CO₂, metan og lystgass og øke karbonslukene. En rekke tiltak kan ta opp og lagre en betydelig mengde karbon (ca. 60 til 90 GtC i skogsektoren alene) over de neste 50 år. I skogsektoren vil tiltak inkludere opprettholdelse av dagens skogområder; redusert avskoging; tilbakeføring av naturskogområder; opprettelse av skogplantasjer; stimulering av agroskogbruk. Andre tiltak i jordbruket kan redusere utslippene av andre klimagasser som metan og lystgass. I

skogsektoren, hvor kostnadene for opptak og lagring av karbon i biomasse og i jordsmonnet varierer sterkt, kan tiltak være konkurransedyktige sammenliknet med andre tiltak.

Virkemidler

5.13 Tilgjengelighet av teknologi med lave CO₂-utslipp er en forutsetning, men ikke en garanti, for at det skal være mulig å redusere utslipp av klimagasser til en akseptabel kostnad. Tiltak for å redusere utslipp avhenger av at barrierene mot spredning og overføring av ny teknologi reduseres, at det mobiliseres finansielle ressurser, gis støtte til kapasitetsoppbygging i utviklingsland og i land med overgangsøkonomi, og andre tilnæringsmåter for å hjelpe til med implementering av adferdsendringer og teknologiske muligheter i alle verdensregioner. Den optimale utforming og sammensetting av virkemidler vil variere fra land til land, avhengig av deres energimarkeder, økonomiske vurderinger, politiske struktur og samfunnsmessige mottakelighet. Ved å ta i bruk disse virkemidlene bidrar nasjonale myndigheter til å respondere mot de ugunstige konsekvensene av klimaendring. Politikk for å redusere netto utslipp av klimagasser synes lettere å implementere når den utformes slik at den også retter seg mot andre hensyn som vanskeliggjør en bærekraftig utvikling (f.eks. luftforurensning og jorderosjon). En rekke virkemidler, hvorav mange kan benyttes av enkelte nasjoner unilateralt, og noen kan benyttes av grupper av land under forutsetning av en regional eller internasjonal avtale, kan lette gjennombruddet for mindre klimagassintensiv teknologi og modifiserte forbruksmønstre. Disse inkluderer, blant annet (ikke rangert i prioritert rekkefølge):

- Etablering av hensiktsmessig institusjonelt og strukturelt rammeverk;
- Strategier for prising av energi - for eksempel, karbon eller energiskatter og reduserte energisubsidier;
- Utfasing av eksisterende tiltak som gir høye utslipp av klimagasser på grunn av markedsvridninger, som for eksempel noen typer subsidier og reguleringer, ikke-internalisering av miljøkostnader, og vridninger av landbruks- og transportpriser;
- Omsettbare utslippsrettigheter;
- Frivillige programmer og forhandlede avtaler med industrien;
- Programmer for energisparing og energieffektivisering på etterspørselssiden;
- Reguleringsprogrammer som inkluderer standarder for minimum energieffektivitet, for eksempel på utstyr;
- Stimulering av forskning, utvikling og utprøving for å gjøre ny teknologi tilgjengelig;
- Markedsinitiering og demonstrasjonsprogrammer som stimulerer utvikling og bruk av avansert teknologi;
- Incentiver til oppbygging av marked for fornybar energi;
- Incentiver som for eksempel bidrar til raskere nedskrivning;
- Utdanning og opplæring; informasjon og rådgivningstiltak;
- Gjennomføring av tiltak som bidrar til å nå andre økonomiske og miljømessige målsettinger.

5.14 Valg av virkemidler og tiltak på nasjonalt nivå kan reflektere andre målsettinger enn kostnadseffektivitet, som for eksempel å møte fiskale mål. Hvis en karbon- eller en karbon/energiavgift benyttes som virkemiddel for å redusere utslipp, vil avgiften kunne gi betydelige inntekter, og måten disse inntektene anvendes på vil være høyst avgjørende for kostnadene ved å redusere klimaendringene. Hvis inntektene fordeles slik at de kan redusere virkningene av andre markedsvridende skatter i det eksisterende systemet, vil de bidra til å redusere ekstrabyrden ved det eksisterende systemet, og gi en mulig økonomisk tilleggsgevinst ("double dividend"). For eksempel, de europeiske studiene som er mer optimistiske med hensyn til muligheten for en effektiv resirkulering av skattene viser lavere, og i noen tilfelle svakt negative kostnader. Omvendt, en ineffektiv resirkulering av skatteinntektene kan øke

kostnadene. For eksempel, hvis skatteinntektene brukes til å finansiere et offentlig program med lavere avkastning enn private investeringer som fortrenses på grunn av skatten, så vil den samlede kostnaden øke. Valg av virkemidler kan også reflektere andre miljømessige målsetninger, som å redusere utslipp av andre forurensende gasser enn klimagasser, eller øke skogarealet eller spesielle hensyn til særlig utsatte regioner eller lokalsamfunn.

6. RETTFERDIGHET OG SOSIALE HENSYN

6.1 Rettferdighetshensyn er viktige både ved utformingen av klimapolitikken og i Klimakonvensjonen, og når det gjelder å oppnå en bærekraftig utvikling²³. Rettferdighet knytter seg både til prosedyrespørsmål og til spørsmål om konsekvenser. Prosedyrespørsmålene relaterer seg til hvordan beslutninger tas mens spørsmål om konsekvenser relaterer seg til faktiske virkninger. For at avtaler skal være effektive og bidra til samarbeid må de betraktes som legitime av partene, og rettferdighet er et viktig element for å oppnå legitimitet.

6.2 Rettferdighet i prosedyrene omfatter spørsmål om prosess og deltakelse. Det er et krav at alle parter er i stand til å delta effektivt i internasjonale forhandlinger om klimaendringer. Tiltak som vektlegger muligheten for parter fra utviklingsland å delta effektivt i forhandlingene øker mulighetene for å oppnå effektive, varige og rettferdige avtaler om hvordan trusselen om klimaendringer best kan møtes. Hensynet til rettferdighet og sosiale virkninger peker på behovet for å bygge selvregulerende mekanismer og styrke institusjonell kapasitet, spesielt i utviklingsland, for å gjennomføre og implementere kollektive beslutninger på en legitim og rettferdig måte.

6.3 Rettferdighet når det gjelder konsekvenser har to komponenter: Fordeling av kostnadene som skyldes skader eller tilpasning og fordeling av tiltak for å redusere klimaendringene. Fordi sårbarhet, nasjonalformue, ressursgrunnlag og andre faktorer som drøftes nedenfor varierer betydelig mellom land, vil kostnadene ved skader, tilpasning og reduksjonstiltak falle ulikt ut, med mindre disse forholdene tas eksplisitt hensyn til.

6.4 Klimaendringer vil sannsynligvis medføre kostnader for framtidige generasjoner og for regioner der skader oppstår, inklusive regioner der utslippene av klimagasser er små. Virkningene av klimaendringer vil bli ulikt fordelt.

6.5 Tidsperspektivet for klimapolitikk reiser også spørsmål om rettferdighet mellom generasjoner, fordi framtidige generasjoner ikke direkte kan påvirke politiske beslutninger som tas i dag, og som kan innvirke på deres egen levestandard, og fordi det kan vise seg å bli umulig å kompensere framtidige generasjoner for varige reduksjoner i deres levestandard. Diskontering er det viktigste og vanligste hjelpemiddel økonomer bruker for å gjøre økonomiske virkninger som oppstår på forskjellige tidspunkt sammenliknbare. Valg av diskonteringsrate er svært viktig ved analyser av klimapolitikk, fordi tidshorisonten er ekstremt lang, og kostnadene ved å redusere klimaendringer vanligvis oppstår mye tidligere enn gevinstene ved at skader unngås. Jo høyere diskonteringsrate, dess lavere blir de framtidige gevinstene og dess større blir de kostnadene som er nært i tid.

²³ Rettferdighet omfatter her foruten krav om likebehandling også kriterier om upartiskhet (“equity”).

6.6 Klimakonvensjonen slår i Artikkel 3.1 fast prinsippet om felles, men differensiert ansvar og relativ evne. Tiltak ut over “ikke-angre”-tiltak²⁴ medfører kostnader for den nålevende generasjon. Ved utforming av klimapolitikk vil spørsmålet om hvordan denne kostnaden skal fordeles uunngåelig bli reist. Intensjonen om å starte iverksetting av tiltak for å begrense utslipp fra Annex I-land representerer et første omforent, kollektivt skritt for å sette klimaendringer på dagsorden i disse landene.

6.7 Rettferdighetsargumenter kan støtte opp under en lang rekke ulike forslag for hvordan kostnader ved klimatiltak bør fordeles. De fleste synes å samle seg om én tilnæringsmåte eller en kombinasjon av tilnæringsmåter: fordeling i henhold til like utslipp per innbygger og fordeling basert på endringer i utslipp fra et referansepunkt (enten et basisår eller en framtidig referansebane). Virkningene av klimaendringer for utviklingsland er forskjellige fra virkningene for industrialiserte land. De førstnevnte må ofte prioritere andre problemer som er mer presserende, de har et svakere institusjonelt apparat, og er generelt mer sårbare for klimaendringer. Det er imidlertid sannsynlig at utviklingslandenes andel av verdens utslipp vil fortsette å vokse hvis de skal møte sine behov for videre utvikling. Antakelig vil utslippene av klimagasser bli stadig mer jevnlig fordelt globalt sett, selv om forskjellene i utslipp per capita sannsynligvis vil fortsette å være store.

6.8 Store og viktige forskjeller både innen gruppen av utviklingsland og innen gruppen av industrialiserte land er relevante når en skal forsøke å anvende rettferdighetsprinsipper for tiltak mot klimaendringer. Disse omfatter variasjoner i historiske og akkumulerte utslipp, nåværende totale utslipp og utslipp per capita, utslippsintensiteter og nasjonalprodukt, anslag over framtidige utslipp og faktorer som nasjonal formue, energistruktur og ressursgrunnlag.

6.9 En lang rekke etiske prinsipper, inklusive viktigheten av å tilfredsstille folks grunnleggende behov, kan være relevante når klimaendringer skal vurderes, men det er langt fra problemfritt å overføre slike prinsipper som er utviklet med tanke på individuell adferd, til forhold mellom stater. Klimapolitikk bør verken skjerpe eksisterende motsetninger mellom en region og en annen, eller forsøke å avhjelpe alle problemer som knytter seg til rettferdighet.

7. ØKONOMISK UTVIKLING I EN BÆREKRAFTIG RETNING

7.1 Økonomisk utvikling, sosial utvikling og miljøvern er innbyrdes avhengige komponenter i en bærekraftig utvikling, som er rammen for vår streben etter en høyere livskvalitet for alle mennesker. I følge FNs Klimakonvensjon bør klimapolitikken koordineres og integreres med hensynet til sosial og økonomisk utvikling med tanke på å unngå negative sosiale og økonomiske virkninger. Hensynet til prioritering av legitime behov i utviklingsland for å oppnå bærekraftig utvikling og utrydde fattigdom må ivaretas fullt ut. Klimakonvensjonen nevner også Partenes felles, men differensierte ansvar og evne til å beskytte klimasystemet. Dette avsnittet gir en kort oversikt over hva en vet om kostnader og nytte av tiltak for å redusere klimaendringer eller å tilpasse seg dem, og hvordan de relaterer seg blant annet til bærekraftig økonomisk og miljømessig utvikling.

²⁴ “Ikke-angre”-tiltak er tiltak der de økonomiske gevinstene, for eksempel i form av reduserte energikostnader eller reduserte utslipp av lokale/regionale forurensingskomponenter, er større enn de samfunnsmessige kostnadene ved å gjennomføre dem, når en ikke tar med gevinster som skyldes reduserte klimaendringer. De omtales noen ganger som “tiltak det er fornuftig å gjennomføre uansett”.

Samfunnsøkonomiske kostnader ved klimaendringer

7.2 Anslag for netto skade av klimaendring omfatter både virkninger innenfor økonomiske markeder, virkninger utenfor markedene så langt de lar seg kvantifisere og eventuelle kostnader ved tilpasning. Skaden uttrykkes i netto-størrelser for å ta hensyn til det faktum at klimaendringer også kan ha visse fordeler. Det er imidlertid ulempene som dominerer i anslagene. Virkninger utenfor markedene, som for eksempel på helse, dødelighetsrisiko og skade på økosystemene, utgjør viktige komponenter av tilgjengelige anslag over de samfunnsøkonomiske kostnadene ved klimaendringer. Anslag over skader som ikke slår direkte ut i økonomiske markeder er imidlertid svært spekulative og ufullstendige, og er derfor kilde til stor usikkerhet ved fastsetting av virkninger på menneskelig velferd av klimaendringer.

7.3 Den delen av den gjennomgåtte litteraturen som kvantifiserer total skade ved 2 til 3°C oppvarming gir et vidt spekter av punktestimater for skade, gitt den antatte endring i atmosfærisk konsentrasjon av klimagasser. Estimater for hele verden tenderer til å ligge på noen få prosentenheter av verdens brutto nasjonalprodukt (BNP), men estimater for skaden i utviklingsland, målt som andel av deres BNP, er betydelig høyere. Det knytter seg stor usikkerhet til slike estimater, men litteraturen gir ikke noe grunnlag for å si noe om hvor stor. Variasjonen i estimater kan heller ikke betraktes som noe konfidensintervall. Dette skyldes store forskjeller i forutsetninger og metoder som er brukt i studiene. Aggregering dekker sannsynligvis også over enda større usikkerheter når det gjelder enkelte skadekomponenter. Regionale og sektorvise tilnærminger ved estimering av konsekvensene av klimaendringer gir et svært vidt intervall for netto økonomiske virkninger. For noen områder er skadene beregnet å være betydelige, og kan bidra til å virke negativt på økonomisk utvikling. For andre områder er klimaendringer beregnet til å øke økonomisk produksjon og nåværende muligheter for økonomisk utvikling. Dersom en for hele verden setter verdien av et statistisk liv²⁵ lik verdien av et statistisk liv i industrialiserte land, så vil kroneverdien av skadene kunne øke mange ganger, og ville øke utviklingslandenes andel av den beregnede totale skaden ytterligere. Små øyer og lavtliggende kystområder er særlig sårbare. Skader fra eventuelle store katastrofer, som for eksempel vesentlige endringer i havstrømmer, er ikke tatt med i disse estimatene.

Nytten av å begrense klimaendringer

7.4 Nyttene av å begrense utslipp og øke opptaket av klimagasser består av (a) reduksjon i kostnadene ved skader og tilpasning og (b) indirekte økonomiske og miljømessige gevinster knyttet til klimatiltak, slik som reduksjon i andre forurensende utslipp som skjer samtidig med utslipp av klimagasser, bevaring av biologisk mangfold eller tekniske nyvinninger som skyldes klimapolitikk.

Kostnader ved tilpasning

7.5 Det finnes mange muligheter for å tilpasse seg klimaendringer, og således redusere skadene for nasjonale økonomier og naturlige økosystemer. Tilpasningsmuligheter finnes innen mange sektorer, fra landbruk og energi til helse, forvaltning av kystsoner, hav- og kystfiske og rekreasjon. Innen noen av disse områdene kan klimaendringer gi økte muligheter for å takle konsekvensene av klimavariasjoner. Systematiske anslag på kostnaden ved tilpasning innen landbruk, helse, vannforsyning og andre endringer er ikke tilgjengelige. Der det teknisk sett er mulig å tilpasse seg klimaendringer, vil tilpasningskostnadene, for eksempel ved stigning i havnivå, kunne bli uakseptabelt høye for noen land med mindre de mottar støtte utenfra.

²⁵ Uttrykket "the value a of statistical life" står uten forklaring i rapporten. Det er forklart andre steder som "betalingsvilligheten for å redusere dødelighet" (*oversettelses merknad*).

Nytte og kostnader ved tiltak for å redusere klimaendringene

7.6 Kostnadene ved å stabilisere konsentrasjonene av klimagasser på et nivå og innen en tidsramme som kan forhindre farlig menneskeskapt påvirkning på klimasystemet, vil helt avhenge av valget av framtidig utslippsbane, konsummønster, tilgjengelighet av ressurser og teknologi og valg av virkemidler. Anslag over kostnadene ved en tiltakspakke for å motvirke klimaendringer vil avhenge av hvor raskt en erstatter eksisterende kapital, diskonteringsrate og virkningene av forskning og utvikling. Dersom en mislykkes i å gjennomføre en politikk som oppmuntrer til samfunnsmessig lønnsomme nyinvesteringer på det tidspunkt maskiner og utstyr skiftes ut (dvs. svarende til tiden for kapitalens omløpshastighet), vil det medføre kostnader for samfunnet. Det vil kunne bli billigere å implementere målsetninger om utslippsreduksjoner dersom de kan oppnås innenfor et normalt tempo for utskifting av kapitalutstyr enn å tvinge gjennom utskiftninger på for tidlige tidspunkt. Ved valg av framtidige baner for utslippsreduksjoner er det derfor nødvendig å balansere den økonomiske kostnaden mellom mulighetene for en for rask reduksjon mot kostnadene ved mulighetene for en forsinket reduksjon i utslippene. Klimatiltak som også bidrar til å bedre miljøsituasjonen på andre områder kan være kostnadseffektive, og øke mulighetene for en bærekraftig utvikling. Flytting av forurensende virksomheter som medfører økte utslipp av klimagasser globalt kan minskes gjennom koordinering av tiltak mellom grupper av land.

7.7 Det er publisert svært få studier om kostnadene ved å stabilisere atmosfæriske konsentrasjoner av klimagasser, men det finnes en del beregninger av kostnadene ved ulike reduksjoner i utslipp. Disse kostnadene varierer sterkt, og avhenger av valg av metode, underliggende forutsetninger, utslippsscenarier, virkemidler, beregningsår etc.

7.8 Til tross for ulike synspunkter, er det enighet om at ytterligere energieffektivisering kan redusere utslippene i forhold til en referansebane med mellom 10 og 30 prosent med ingen eller negativ kostnad i løpet av de neste 2 til 3 årtier. Med lengre tidshorison, som gir muligheter for mer gjennomgripende utskifting av kapitalutstyr, og som gir forskning, utvikling og utprøving samt økonomiske virkemidler muligheter til å virke inn på utskiftingssyklusene, er dette potensialet langt høyere. Størrelsen på dette "ikke-angre" potensialet avhenger av i hvilken grad det eksisterer institusjonelle eller markedsmessige imperfeksjoner som forhindrer gjennomføring for kostnadseffektive utslippsreduksjoner.

7.9 OECD-land: Selv om det er vanskelig å generalisere, antyder makroøkonomiske modellberegninger²⁶ at kostnaden ved betydelige reduksjoner i CO₂-utslippene fra 1990-nivå kan komme opp i flere prosent av BNP. I det spesielle tilfellet at en stabiliserer utslippene på 1990-nivå, viser de fleste studiene at de årlige kostnadene vil beløpe seg til fra minus 0.5 prosent av BNP (som svarer til en økning i hele OECD-området totale BNP per i dag på omkring 60 mrd. US\$) til pluss 2 prosent av BNP (som svarer til et tap på om lag 240 mrd. US\$) i løpet av de neste årtier. Studier viser imidlertid også at en ved å velge riktig tidspunkt for iverksetting av klimatiltak samt tilgjengelighet av alternativer med lave kostnader vil kunne redusere størrelsen på den samlede regningen betydelig. Noen mikro-orienterte studier viser at kostnadene ved å redusere utslippene med 20% i industrialiserte land innen to eller tre årtier er neglisjerbare, eller negative. Andre mikro-orienterte studier antyder at det eksisterer et potensiale for absolutte reduksjoner i overkant av 50% på lang sikt, uten at de samlede kostnadene ved energisystemet øker; de kan til og med reduseres.

²⁶ Se boks 1 i Sammendraget for beslutningstakere i IPCC Arbeidsgruppe III for en diskusjon om makroøkonomiske modellberegninger ("top-down") og mikro-orienterte ("bottom up") analyser.

7.10 Land med overgangsøkonomi: Potensialet for kostnadseffektive reduksjoner i energibruk kan ansees som betydelige. Det realiserbare potensialet vil imidlertid avhenge av hvilke økonomiske og teknologiske utviklingsbaner som velges, og av tilgjengelighet av nødvendig kapital til å påvirke ulike utviklingsbaner. Et svært viktig forhold er de framtidige strukturelle endringene i disse landene, som vil kunne endre anslagene på utslipp i referansebanen og kostnadene ved utslippsreduksjoner betydelig.

7.11 Utviklingsland: Analyser antyder at det kan være store muligheter for å redusere utslippene av karbondioksid fra fossile brenslere i utviklingsland til lave kostnader. Utviklingsbaner som øker energi-effektiviteten, fremmer alternative energiteknologier, reduserer avskogning og øker produktiviteten innen landbruk og i produksjon av bio-brenslere kan være økonomisk lønnsomme. Å få satt i gang denne utviklingen vil kunne kreve utstrakt internasjonalt samarbeid samt finansielle overføringer så vel som teknologioverføringer. Det er imidlertid ikke sannsynlig at disse blir store nok til å forhindre raskt økende utslipp i referansebanene, noe som reflekterer økt økonomisk vekst og generell velstandsøkning. Kostnadene ved stabilisering av CO₂-utslipp vil sannsynligvis bli høye.

7.12 Kostnadsanslag for en rekke spesifiserte måter å redusere utslipp eller øke opptaket av klimagasser på varierer sterkt og avhenger av lokale karakteristika. Dette gjelder for eksempel for fornybare energiteknologier og for mulighetene til å binde karbon. Det er for eksempel mulig å binde opptil 15-30% av de globale energirelaterte 1990-utslipp i tilvekst av skog hvert år de neste 50 år. Kostnadene for å binde karbon gjennom tiltak som er konkurransedyktige med å kontrollere utslippskilder varierer mellom verdens regioner. Om lag 10 prosent av menneskeskapt metanutslipp kan reduseres til negative eller lave kostnader ved å utnytte tilgjengelige muligheter som for eksempel i naturgass-systemer, ved avfalls-håndtering og innen landbruk.

7.13 Begrensning av andre klimagassutslipp, spesielt metan og nitrogenoksider, kan innebære vesentlige kostnadseffektive muligheter i noen land. Kostnadene varierer mellom land og regioner.

Subsidier, markedsimperfeksjoner og barrierer

7.14 Både verdensøkonomien, og i særlig grad enkelte lands økonomier, lider under prisvridninger som medfører økning i utslippene av klimagasser. Disse skyldes for eksempel landbruks- og energisubsidier og prising av transporttjenester. Flere studier av disse forholdene indikerer at utfasing av energisubsidiene kan redusere globale utslipp med 4 til 18 prosent samtidig som realinntektene øker.

7.15 I flere land har det vært fremgang i forsøkene på å redusere imperfeksjoner og institusjonelle barrierer på en kostnadseffektiv måte. Dette har skjedd ved bruk av tiltak som baserer seg på frivillige avtaler, incentiver til energieffektivisering, produktstandarder og programmer om innføring av energisparende utstyr for industrien, samt reformer i kraftforsyningen. Empiriske evalueringer av slike tiltak har i flere tilfeller gitt økonomisk nettogevinst ved økning av energi-effektiviteten, noe som antyder at det er praktisk gjennomførbart å realisere et potensiale for ikke-angre tiltak til negative kostnader.

Verdien av bedre informasjon og forskning

7.16 Verdien av bedre informasjon om mekanismene, konsekvensene og responsene knyttet til klimaendringer er trolig høy. Analyse av økonomiske og sosiale spørsmål knyttet til klimaendringer, spesielt i utviklingsland, har høy prioritet innen forskningen. Det er nødvendig

å videreføre analyser av virkninger av klimatiltak på forhold som sysselsetting, inflasjon, handel, konkurranse-evne, m.v.

8. VEIEN FRAMOVER

8.1 Naturvitenskapelig, teknisk, økonomisk og samfunnsvitenskapelig litteratur peker i retning av mulige veier mot oppnåelse av Klimakonvensjonens hovedmålsetting. Mulige tiltak for å motvirke klimaendringer inkluderer reduksjoner i utslipp og økt opptak av klimagasser, tilpasning til observert og/eller forventet klimaendring, og forskning, utvikling og utprøving for å forbedre vår kunnskap om risiki knyttet til klimaendringer og om mulige responser.

8.2 Det gjenstår usikkerhet som er relevant for vurderinger av hva som utgjør en farlig menneskeskapt påvirkning på klimasystemet og hva som må gjøres for å forhindre en slik påvirkning. Litteraturen indikerer imidlertid at betydelige ikke-angre tiltak er tilgjengelige i de fleste land og at risikoen for samlet netto skade forårsaket av klimaendringer, hensynet til risikoaversjon og føre-vår tilnærmingen, gir grunnlag for handling utover ikke-angre tiltak. Utfordringen ligger ikke i å finne den beste politikk for de neste 100 år i dag, men i å velge en veloverveid strategi som kan tilpasses over tid i lys av ny informasjon.

8.3 Litteraturen antyder at en fleksibel, kostnadseffektiv politikk basert på økonomiske incentiver og virkemidler såvel som koordinering av tiltak, kan bidra til å redusere kostnadene både ved mottiltak og tilpasning betraktelig, eller kan øke kostnadseffektiviteten for utslippsreducerende tiltak. Langsiktige signaler er påkrevet for at produsenter og konsumenter skal kunne tilpasse seg på en kostnadseffektiv måte til begrensninger i utslipp av klimagasser, og for å oppmuntre til investeringer, forskning og utvikling.

8.4 Tiltak og beslutninger for å redusere utslipp og øke opptaket av klimagasser, og etterhvert stabilisere deres atmosfæriske konsentrasjon, vil medføre både muligheter og utfordringer for den private og den offentlige sektor. En velvalgt portefølje av nasjonale og internasjonale virkemidler og tiltak for begrensning av og tilpasning til klimaendringer samt forbedring av kunnskap kan redusere de risiki klimaendringer utgjør for økosystemer, matvaresikkerhet, vannressurser, helse og andre naturlige og sosio-økonomiske systemer. Det er store forskjeller mellom land med hensyn til kostnadene ved gjennomføring av utslippsreduksjoner og økt opptak av klimagasser på grunn av forskjeller i landenes økonomiske utviklingsnivå, valg av infrastruktur og deres naturressursgrunnlag. Internasjonalt samarbeid innenfor et rammeverk av bilaterale, regionale og internasjonale avtaler vil kunne redusere de globale kostnadene ved reduksjoner i utslipp og gi mindre "utslippslekkasjer". Dersom slike tiltak gjennomføres med omhu, kan de være viktige for å møte den utfordringen som klimaendring representerer og øke mulighetene for en bærekraftig økonomisk utvikling for alle folk og nasjoner.

SYNTESERAPPORTENS HOVEDFORFATTERE

1. Bert Bolin (Formann i IPCC og formann for forfatterteamet)
2. John T. Houghton
3. Gylvan Meira Filho
4. Robert T. Watson
5. M. C. Zinyowera
6. James Bruce
7. Hoesung Lee
8. Bruce Callander
9. Richard Moss
10. Erik Haites
11. Roberto Acosta Moreno
12. Tariq Banuri
13. Zhou Dadi
14. Bronson Gardner
15. José Goldemberg
16. Jean-Charles Hourcade
17. Michael Jefferson
18. Jerry Melillo
19. Irving Mintzer
20. Richard Odingo
21. Martin Parry
22. Martha Perdomo
23. Cornelia Quennet-Thielen
24. Joseph E. Stiglitz
25. Pier Vellinga
26. Narasimhan Sundararaman (Sekretær, IPCC)

REFERANSER

1. IPCC, 1990:
 - (i) Climate Change, The IPCC Scientific Assessment
 - (ii) Climate Change, The IPCC Impacts Assessment
 - (iii) Climate Change, The IPCC Response Strategies
 - (iv) Overview and Policymakers Summary
2. IPCC, 1992:
 - (i) Climate Change 1992, The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment
 - (ii) Climate Change 1992, The Supplementary Report to the IPCC Impacts Assessment
3. IPCC, 1994: Climate Change 1994, Radiative Forcing of Climate Change and an Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios
4. IPCC, 1995:
 - (i) Climate Change 1995, The IPCC Synthesis
 - (ii) Climate Change 1995, The Science of Climate Change
 - (iii) Climate Change 1995, Scientific-Technical Analyses of Impacts, Adaptations, and Mitigation of Climate Change
 - (iv) Climate Change 1995, The Economic and Social Dimensions of Climate Change

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

