

The background of the slide is a composite image. The top half shows a satellite view of Earth with swirling white clouds over a blue ocean. The bottom half shows a large, bright orange and yellow sun with a visible solar corona, set against a black space background with small white stars.

Klimaet i fare

En innføring i de siste rapportene fra FNs klimapanel



**KLIMA- OG
FORURENSNINGS-
DIREKTORATET**



SWEDISH ENVIRONMENTAL
PROTECTION AGENCY

Denne publikasjonen er et samarbeid mellom GRID-Arendal og SMI books, produsert med støtte fra Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) og Naturvårdsverket i Sverige.



UNEP/GRID-Arendal

Postboks 183, 4802 Arendal, Norge

www.grida.no

FNs miljøprogram (UNEP)

United Nations Avenue, P.O. Box 20552, Nairobi, Kenya

www.unep.org

Trykket med plantebasert blekk på 100 % resirkulert papir ved Birkeland Trykk, Norge

Copyright©2009 GRID-Arendal, SMI

ISBN: 978-82-7701-057-1 TA-2503/2009

Den engelske versjonen av denne publikasjonen distribueres gjennom SMI books og kan bestilles via www.earthprint.com. Norsk versjon kan bestilles fra Klima- og forurensningsdirektoratet.

Publikasjonen kan ikke kopieres for salg eller for noe kommersielt formål uten skriftlig forhåndstillatelse fra rettighetsinnehaverne. Bruk av informasjon fra publikasjonen til patenterte reklameprodukter er ikke tillatt.

Forbehold: Benevnelsene som er brukt, og presentasjonen av materialet i dette heftet, gir ikke på noen som helst måte noe uttrykk for FNs miljøprograms eller GRID-Arendals meninger om rettslig status til noe land, territorium, by eller område, eller disses myndighet eller grenser. At kommersielle selskaper eller produkter er nevnt innebærer ikke godkjenning eller tilslutning fra samarbeidspartnerne. Vi beklager alle feil eller utelatelser som kan ha blitt gjort uten vårt vitende. Likeledes; synspunkter som er uttrykt representerer ikke nødvendigvis beslutninger eller uttalt policy hos FNs miljøprogram eller GRID-Arendal, på samme måte som at nevnte varemerker eller kommersielle prosesser ikke innebærer tilslutning til disse.

5.25 Kvoter

CO₂

Vi har kompensert for klimagassutslippene fra produksjon av dette heftet

Produksjon og transport av hvert hefte har ført til utslipp av omtrent 1,3 kilo CO₂-ekvivalenter til atmosfæren. Dette tilsvarer mengden CO₂ som dannes ved å kjøre en personbil 7 kilometer. Faktorer som er tatt med i regnestykket, er frakt, reising i forbindelse med koordinering og finansiering, papir, trykking og energiforbruk ved bruk av kontorer og datamaskiner. Bruk av resirkulert papir og plantebasert blekk har bidratt til å redusere klimaskadelige virkninger.

For å kompensere for utslippene av 5,25 tonn CO₂-ekvivalenter knyttet til den norske oversettelsen av heftet, kjøpte vi den tilsvarende mengden klimakvoter for 644 kroner (pris 10. mars 2009) gjennom Klifs nettbutikk for frivillig kvotekjøp.

UNEP oppmuntrer til miljøvennlig praksis både globalt og i egne aktiviteter. Denne publikasjonen er trykket på resirkulert papir som er FSC-sertifisert og klorfritt. Blekket er plantebasert og bstrykningen er vannbasert. Vår distribusjonspolicy tar sikte på å redusere UNEPs karbonavtrykk.

Klimaet i fare

En innføring i de siste rapportene fra FNs klimapanel

Ansvar for innholdet: Med denne innføringen prøver vi å være trofaste mot arbeidet til FNs klimapanel (IPCC) og sammendragsrapporten til panelets fjerde hovedrapport, «Climate Change 2007». Samtidig forenkler vi språket og strukturen for å gjøre innholdet mer tilgjengelig for deg som leser. Det fulle ansvaret for nøyaktigheten til innholdet hviler på utgiverne. Leserne bør merke seg den nyttige advarselen fra FNs klimapanel om at «mens sammendragsrapporten i det store og hele er et selvforklarende dokument, må den leses i sammenheng med de andre bindene i *Climate Change 2007*, og det anbefales at man rådfører seg med bidragene fra de tre arbeidsgruppene for ytterligere detaljer». Disse er publisert i bindene «Climate Change 2007 – The Physical Science Basis» (Det klimavitenskapelige grunnlaget); «Impacts, Adaptation and Vulnerability» (Virkninger, tilpasninger og sårbarhet) og «Mitigation of Climate Change» (Tiltak mot klimaendringer), samt i sammendragsrapporten «Climate Change 2007 Synthesis Report».

- 6 Solide funn og viktige usikkerhetsmomenter**
- 8 Endringer, årsaker og observerte konsekvenser**
- 24 Prognoser for klimaendringer og konsekvenser av disse**
- 41 Tilpasning og mottiltak**
- 54 Bærekraftig utvikling, miljøvern og klimaendringer**
- 55 Viktige sårbare områder, konsekvenser og risikoer – langsiktige perspektiver**

Tekst

Alex Kirby

GRID-Arendal/Zoï redaksjonsgruppe

Christina Stuhlberger

Claudia Heberlein

Seniorekspert og initiativtaker til publikasjonen

Svein Tveitdal, Klima 2020

Kartografi

Viktor Novikov, GRID-Arendal/Zoï

Matthias Beilstein

Layout

GRID-Arendal

Oversettelse

Language Power International AS, Oslo

Forord

I 2007 ble FNs klimapanel tildelt Nobels fredspris sammen med USAs tidligere visepresident, Al Gore. Gore og klimapanelet fikk prisen for arbeidet med å gi beslutningstagere og verdens befolkning det beste vitenskapelige grunnlaget for å forstå og bekjempe den økende trusselen klimaendringene representerer. Men etter hvert som forskernes meldinger blir stadig klarere formulert, øker avstanden mellom de tiltakene forskerne sier er nødvendige, og den klimapolitikken verdens ledere praktiserer.

Et eksempel er utviklingen i utslipp av klimagasser. Ifølge FNs klimapanel må de globale utslippene nå sitt høydepunkt mellom 2000 og 2015 for at den globale temperaturøkningen skal kunne begrenses til mellom 2,0 og 2,4 °C sammenlignet med førindustrielle nivåer. I 2007, mens vi ideelt sett burde ha nådd utslippstoppen, opplevde vi i stedet en ny rekord i den årlige utslippøkningen. For hver dag vi mislykkes med å vri utviklingen i retning av et lavutslippssamfunn, blir skadene på verdens økosystemer mer og mer alvorlige, og kostnadene ved mottiltak og tilpasninger øker.

Hovedhensikten med denne korte innføringen i den fjerde hovedrapporten fra FNs klimapanel er å bidra til å fjerne avstanden mellom vitenskap og politikk, og å øke allmennhetens bevissthet om hvor viktig det er å bekjempe klimaendringene og konsekvensene av disse. Dette heftet er skrevet for de som ikke har tid – og kanskje ikke den vitenskapelige ekspertisen – til å lese hele sammendragsrapporten fra FNs klimapanel.

Vi vil særlig takke Svein Tveitdal i Klima 2020, tidligere direktør i GRID-Arendal, som tok initiativ til dette heftet, for hans verdifulle bidrag til innholdet. Videre vil vi takke for økonomisk støtte fra Naturvårdsverket i Sverige og EarthPrint Ltd..

Arendal og Oslo, 10. februar 2009



Peter Prokosch,
Direktør,
GRID-Arendal



Ellen Hambro,
Direktør,
Klima- og forurensningsdirektoratet

Hvordan bruke dette heftet

Denne innføringen har til formål å formidle og gjøre hovedinnholdet i den originale sammendragsrapporten til FNs klimapanel enklere å forstå, og den er utformet som en sammenhengende tekst. Den forklarer altså budskapet i et enklere språk, samtidig som den tar seg den frihet å forkorte eller forenkle enkelte deler. Samtidig illustrerer vi teksten med mer grafikk. Du vil alltid finne henvisninger til kilden dersom dataene som er nevnt ikke er klimapanelets egne.

Denne innføringen dekker de seks opprinnelige emneoverskriftene i klimapanelets egen oppsummering for beslutningstagere, men vi presenterer dem i en annen rekkefølge. Vi be-

gynner med å forklare hva klimapanelet vet, og hva panelet vurderer som åpne nøkkelspørsmål.

Selv om innføringen er skrevet for alminnelige lesere, ikke klimaforskere, har vi ikke kunnet unngå å bruke enkelte vitenskapelige uttrykk. Du finner en mer omfattende forklaring av enkelte av disse uttrykkene i den korte ordlisten bakerst i heftet. I teksten er disse uttrykkene gjengitt i *kursiv*. FNs klimapanel bruker også en del uttrykk som sannsynligvis er selvforklarende: De omfatter stor grad av enighet/middels enighet og sterkt bevis/middels sterkt bevis. Uttrykket «*enighet*» henviser til enighet i den vitenskapelige litteraturen.

Innledning

I 2007 publiserte FNs klimapanel sin fjerde hovedrapport (den etterfulgte tidligere rapporter fra 1990, 1995 og 2001). 2007-rapporten – forkortet «AR4» – består av fire bind under tittelen «*Climate Change 2007*». Klimapanelets tre arbeidsgrupper fikk ansvaret for hvert sitt bind:

Arbeidsgruppe I analyserer de fysiske vitenskapelige aspektene ved klimasystemet og klimaendringer.

Arbeidsgruppe II analyserer sosioøkonomiske og naturlige systemers sårbarhet overfor klimaendringer, negative og positive konsekvenser av endringene og alternativer for å tilpasse seg til dem.

Arbeidsgruppe III undersøker alternativer for å motvirke klimaendringer gjennom å begrense eller forhindre utslipp av klimagasser og muligheter for å fjerne dem fra atmosfæren.

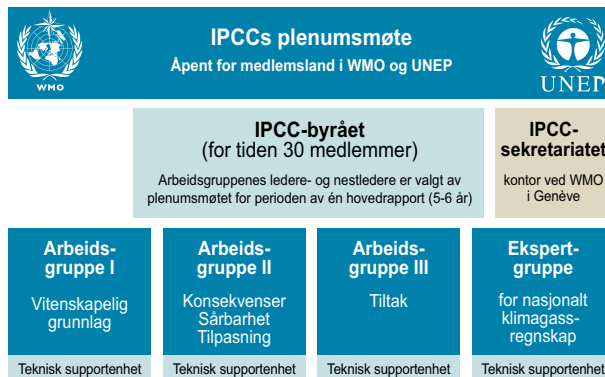
Det fjerde bindet, som fullførte AR4, er sammendragsrapporten. Rapporten oppsummerer funnene i de tre andre bindene og drøfter særlig viktige emner for beslutningstagere. Den bygger også på andre rapporter

fra FNs klimapanel. De politisk relevante spørsmålene den tar opp, er ordnet etter seks emner:

1. Observerte endringer i klimaet og virkningen av tidligere endringer.
2. Naturlige og menneskeskapte årsaker til klimaendringer og forholdet mellom årsakene og observerte endringer.
3. Prognoser for framtidige klimaendringer og konsekvenser av disse.
4. Alternativer for tilpasning til og tiltak for å redusere klimaendringer; hvilke tiltak som er mulige innen 2030.
5. Det langsiktige perspektivet: Hvor raske og hvor dyptgående kuttene i utslipp av klimagasser må være for å begrense de globale temperaturøkningene til et gitt nivå; hvorfor klimahensyn blir viktigere.
6. Solide funn og viktige usikkerhetsmomenter.

FNs klimapanel (IPCC) er et vitenskapelig panel som ble opprettet av Verdens meteorologiorganisasjon (WMO) og FNs miljøprogram (UNEP) i 1988. Panelet ble opprettet for å gi beslutningstagere, og andre som er interessert i klimaendringer, en objektiv kilde til informasjon. IPCC foretar ikke selv noe forskningsarbeid. Panelets oppgave er å analysere den siste vitenskapelige, tekniske og sosioøkonomiske litteraturen som er relevant for å kunne forstå risikoen for menneskeskapte klimaendringer, de observerte og beregnede konsekvensene av disse, og alternativer for tilpassing og motvirking. Klimapanelet skal gjøre dette på et omfattende, objektivt og transparent grunnlag. IPCC-rapportene skal være politisk nøytrale, og må nødvendigvis berøre vitenskapelige, tekniske og sosioøkonomiske faktorer som er relevante for politikken, på en objektiv måte. Rapportene fra klimapanelet skal gjenspeile en rekke synspunkter, ekspertiser og stor geografisk dekning. FNs klimapanel er en viktig informasjonskilde for forhandlingene under FNs klimakonvensjon (UNFCCC).

Hvordan FNs klimapanel (IPCC) er organisert



Solide funn og viktige usikkerhetsmomenter

Solide funn

Observerte klimaendringer – årsaker og virkninger

- ➡ Det er hevet over tvil at jorden blir varmere. Dette ser vi blant annet av de observerte økningene i globale gjennomsnittlige luft- og havtemperaturer, stigende gjennomsnittlige havnivåer og omfattende is- og snøsmelting.
- ➡ Observerte endringer i mange biologiske og fysiske systemer samsvarer med oppvarmingen. Mange naturlige systemer på alle kontinenter og i alle hav er berørt.
- ➡ Veksten i utslipp av klimagasser mellom 1970 og 2004 var på 70 prosent (målt i globalt oppvarmingspotensial).
- ➡ Konsentrasjoner av metan (CH₄), karbondioksid (CO₂) og nitrogenoksid (N₂O) er nå mye høyere enn det som har vært naturlig gjennom mange tusen år før industrialiseringen startet (1750).
- ➡ Det er «meget sannsynlig» at det meste av oppvarmingen de siste 50 årene kommer som følge av økte menneskelige utslipp av klimagasser.

Årsaker og prognoser for framtidige klimaendringer og konsekvensene de har

- ➡ Globale utslipp av drivhusgasser vil fortsette å øke over flere tiår dersom det ikke kommer nye tiltak og virkemidler for å redusere klimaendringene og for å fremme en bærekraftig utvikling.
- ➡ Det er fremlagt prognoser om en oppvarming på 0,2 °C per tiår (flere scenarier fra FNs klimapanel).
- ➡ Det er «meget sannsynlig» at endringene i dette århundret vil være større enn i det 20. århundre.
- ➡ Kraftigere oppvarming på land enn i havet, og mer i høyere breddegrader på den nordlige halvkule.
- ➡ Jo mer planeten blir oppvarmet, jo mindre CO₂ kan den absorbere på naturlig vis.
- ➡ Selv om utslippene av klimagasser blir redusert og stabilisert, vil tidsforskyvningen mellom utslippene og virkningene, og tilbakekoblinger, føre til at oppvarmingen og havnivåstigningene fortsetter i århundrer.
- ➡ Dersom konsentrasjonene av klimagasser i atmosfæren kommer opp i det dobbelte av førindustrielle nivåer, er det «meget usannsynlig» at den globale gjennomsnittstemperaturen vil øke med mindre enn 1,5 °C sammenlignet med førindustriell tid.

Tiltak mot klimaendringer

- ➡ På enkelte områder er vi igang med å tilpasse oss klimaendringene, men det er behov for å gjøre mye mer for å redusere sårbarheten.
- ➡ Om vi ikke setter i verk tiltak som motvirker klimaendringene, vil de langsiktige virkningene «sannsynligvis» være større enn det menneskene og naturen kan tilpasse seg.
- ➡ Mye teknologi for å motvirke klimaendringer er allerede tilgjengelig eller blir sannsynligvis tilgjengelig innen 2030. Men det er behov for insentiver og mer forskning for å forbedre ytelsen og redusere kostnadene.
- ➡ Det økonomiske potensialet for tiltak, til kostnader fra under null til 100 amerikanske dollar per tonn CO₂-ekvivalenter, er nok til å oppveie den forventede veksten av globale utslipp eller redusere den til under gjeldende nivåer innen 2030.
- ➡ Umiddelbare tiltak kan kjøpe tid til å stabilisere utslippene. Bærekraftig utvikling og fornuftige politiske beslutninger i sektorer som ikke er direkte tilknyttet klimaspørsmål, bidrar til å stabilisere utslippene. En forsinket reduksjon av utslippene øker risikoen for mer alvorlige konsekvenser av klimaendringene.

Viktige usikkerhetsmomenter

Observerte klimaendringer – årsaker og virkninger

- ➡ Vi har begrenset tilgang på klimadata fra enkelte regioner.
- ➡ Det er vanskeligere å analysere og overvåke endringer i ekstremvær, for eksempel tørkeperioder, sykkloner, svært høye temperaturer og intenst nedbør (regn, sludd og snø), enn å påvise gjennomsnittsverdier for klimaet. På disse områdene har vi behov for lengre og mer detaljerte opptegnelser.
- ➡ Det er vanskelig å anslå virkningen av klimaendringer på mennesker og økosystemer, både fordi de kan tilpasse seg endringene og fordi andre årsaker, som ikke har sammenheng med klimaet, kan virke inn.
- ➡ For områder som er mindre enn hele kontinenter er det vanskelig å fastslå om endringer i temperaturen har naturlige eller menneskeskapt årsaker. Endringene kan også komme av forurensning og endringer i arealbruk.
- ➡ Det er fremdeles usikkerhet omkring omfanget av CO₂-utslipp som følge av endringer i arealbruken, og omfanget av metanutslipp fra enkeltkilder.
- ➡ Det er usikkert hvor mye bestemte nivåer av drivhusgassutslipp vil bidra til langsiktig oppvarming.

Årsaker og prognoser for framtidige klimaendringer og konsekvensene de har

- ➡ Det er usikkert hvor store – og hvor raske – utslippskutt som er nødvendige for å sikre et bestemt nivå av drivhusgasser.
- ➡ Estimaten over styrken på forskjellige tilbakekoblinger varierer veldig, særlig for skyer, havets evne til å absorbere varme og karbonkretsløpet.
- ➡ En stor kilde til usikkerhet rundt de stigende havnivåene er mulige framtidige endringer i isdekkene på Grønland og i Antarktis.
- ➡ Prognoser for konsekvensene av klimaendringer utover 2050 avhenger for en stor del av scenarioer og modeller.

Tiltak mot klimaendringer

- ➡ Begrenset kunnskap om hvordan de som planlegger for framtida, tar hensyn til klimaet.
- ➡ Effektive tiltak for tilpasning er sterkt avhengige av politiske, økonomiske og geografiske omstendigheter. Dette gjør det vanskelig å vurdere begrensningene og kostnadene.
- ➡ Anslag over kostnader og potensial ved ulike tiltak er avhengig av antagelser om framtidig sosioøkonomisk vekst, teknologiske endringer og forbruksmønstre.
- ➡ Vi vet ikke nok om hvordan politikk som ikke direkte har noe med klimaet å gjøre, vil virke inn på utslippene av klimagasser.

Endringer, årsaker og observerte konsekvenser

Observerte endringer i klimaet og virkningene de har

Det er hevet over tvil at klimasystemet er under oppvarming. Observasjoner viser økende globale luft- og havtemperaturer, omfattende smelting av snø og is og stigende gjennomsnittlige havnivåer over hele jordkloeden. I de følgende avsnittene beskriver og illustrerer

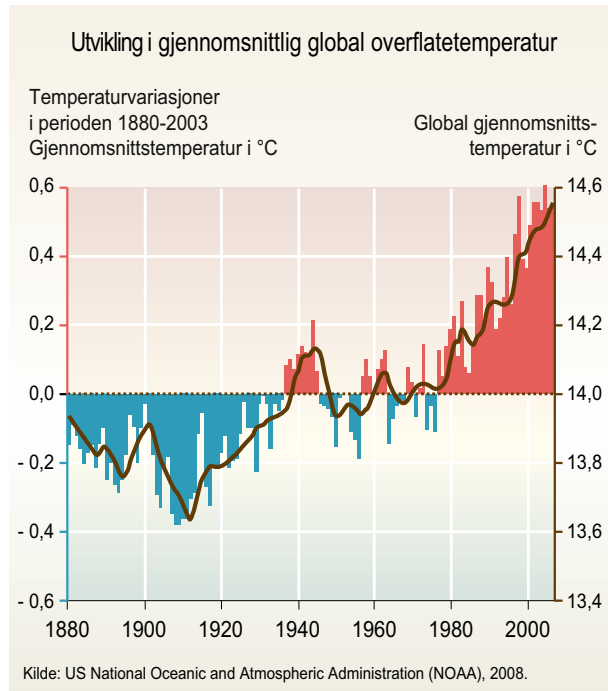
vi noen av de mest slående endringene som allerede finner sted.

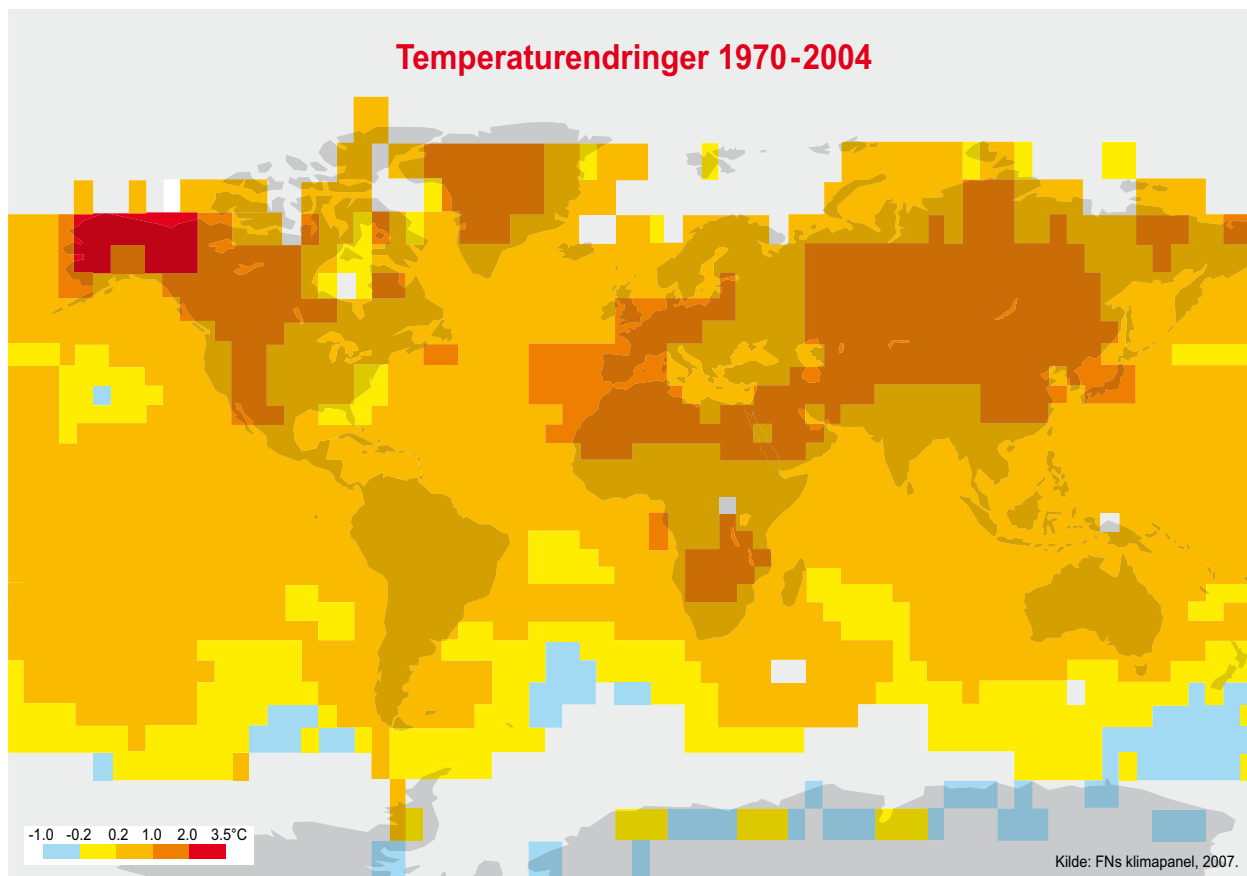
Temperaturøkning

Av de siste 12 årene (1995–2006) er 11 blant de 12 varmeste siden målingene begynte i 1850. Da FNs klimapanelers tredje hovedrapport (TAR) ble offentliggjort i 2001, ble oppvarmingstendensen i hele verden i de hundre årene forut for rapporten (1901–2000) rapportert til 0,6 °C. Temperaturøkningen for de siste hundre år er nå på 0,74 °C (perioden 1906–2005). Temperaturøkningene gjengitt her er gjennomsnittet for hele verden, men er mest markant i de nordlige polarområdene. Oppvarmingen av klimasystemet er påvist på jordoverflaten og i atmosfæren, samt ved havoverflaten og noen få hundre meter ned i havene. Landjorden varmes opp raskere enn havene.

Gjennomsnittstemperaturene på den nordlige halvkule etter 1950 har vært høyere enn i løpet av noen annen 50-årsperiode de siste 500 årene.

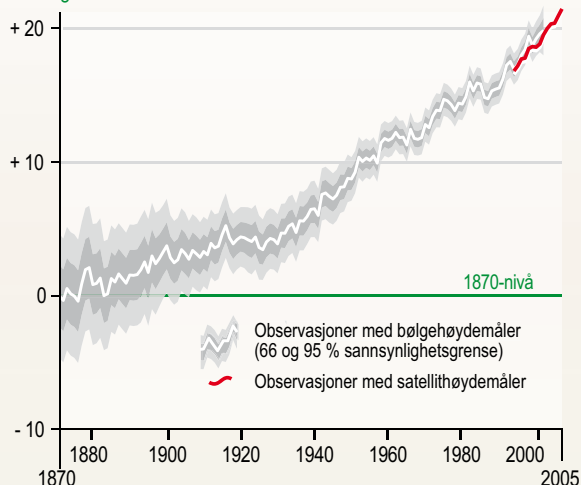
Blant bevisene for at verden varmes opp finner vi kortere fryseperioder for isen på innsjøer og elver, reduksjon i omfanget av permafrost og økende temperaturer i jordsmonnet. Men de viktigste endringene som er vitenskapelig påvist, og som dessuten registreres mer og mer av befolkningen over hele verden, er oppsummert i de følgende avsnittene.





Globalt gjennomsnittlig havnivå

Endring i centimeter



Kilde: Hugo Ahlenius, GRID-Arendal 2008, oppdatert fra Church and White, 2006.

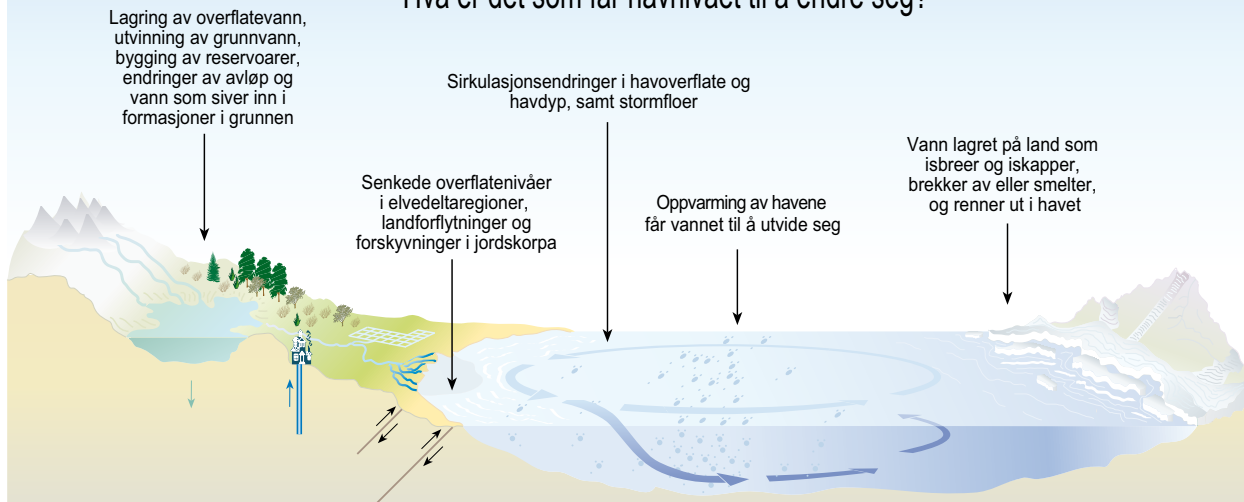
Stigende havnivåer

Havnivåene på jorden har steget parallelt med oppvarmingen – siden 1961 med et gjennomsnitt på 1,8 millimeter per år, og siden 1993 med 3,1 millimeter per år. Forskerne er ikke sikre på om den raskere stigningen i det siste tiåret skal tilskrives variasjon fra et tiår til et annet, eller om det indikerer en mer langvarig tendens. Den totale stigningen for hele kloden i det 20. århundre ble på 17 centimeter. Det at vannet utvider seg når det oppvarmes, samt smeltingen av isbreer, iskalotter og innlandsisen ved polene, bidrar til stigningene.

Smeltende snø og is

Reduksjoner i omfanget av snø og is følger også oppvarmingen. Satellittdata registrert siden 1978 viser at det årlige omfanget av havis ved Arktis har krympet med 2,7 prosent hvert tiår, med større reduksjoner om sommeren. Utbredelsen av isbreer og gjennomsnittlig snødekke i fjellområdene er redusert på begge halvkuler.

Hva er det som får havnivået til å endre seg?

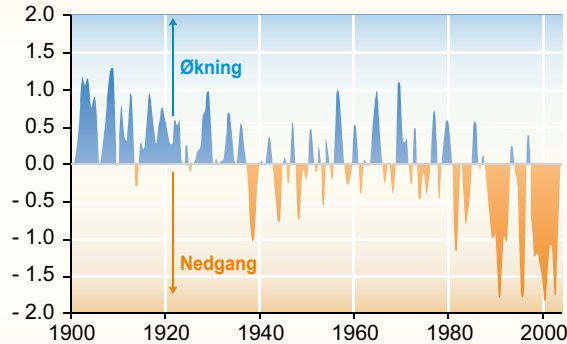


Kilde: Philippe Rekacewicz (GRID-Arendal) Vital Climate Graphics 2002, basert på: David Griggs i Climate Change 2001, synteserapport, bidrag fra arbeidsgruppe I, II og III til tredje analytiske rapport fra FN's klimapanel, Cambridge University Press, 2001.

Utbredelse av permafrost

Den nordlige halvkule

Endringer i omfanget av frossen jordbunn (millioner kvadratkilometer)

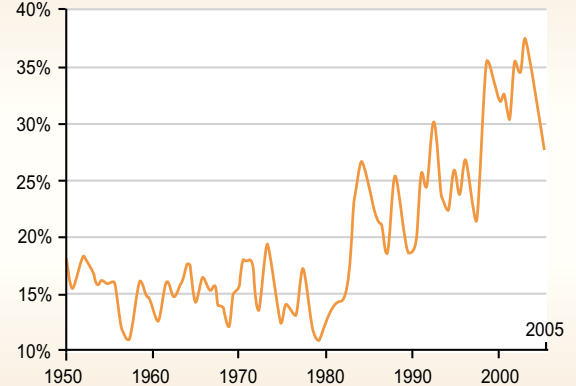


Kilde: FNs klimapanel, 2007.

Global økning i tørre områder

Tørre områder i % av totalt areal

Geografisk dekning: 75 N - 60 S



Kilde: FNs klimapanel

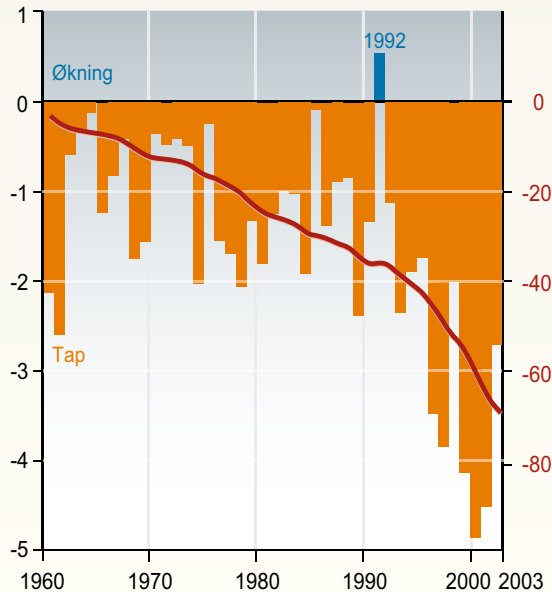
Samlet masse i verdens isbreer

Årlig avvik

Hundre tusen millioner tonn

Samlede tap

Hundre tusen millioner tonn

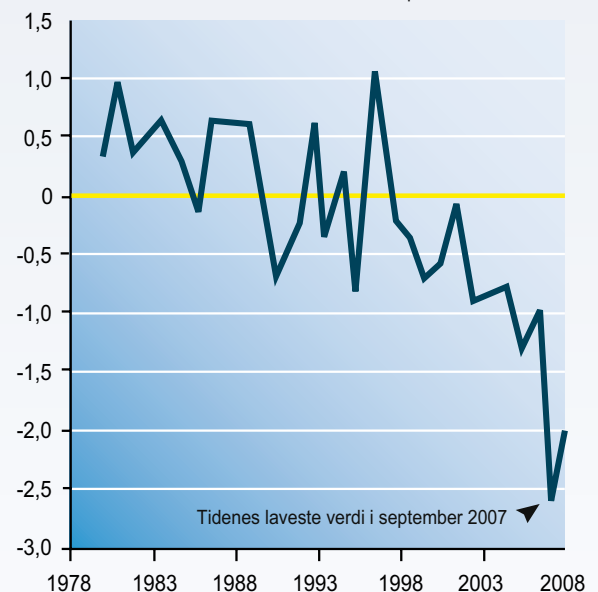


Kilde: FNs klimapanel, 2007.

Utbredelse av havis

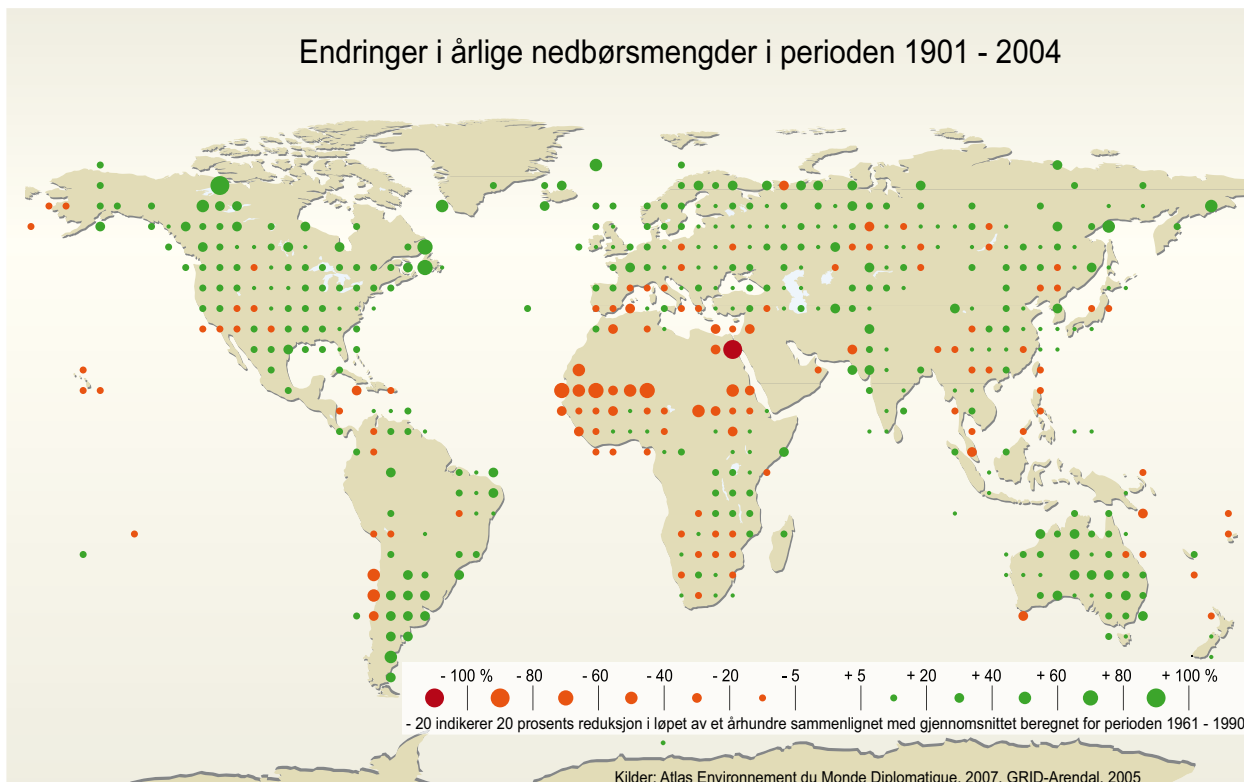
Avvik i isdekket på den nordlige halvkule

I millioner kvadratkilometer. Målt når isdekket er på sitt minste.



Kilde: NOAA (2008)

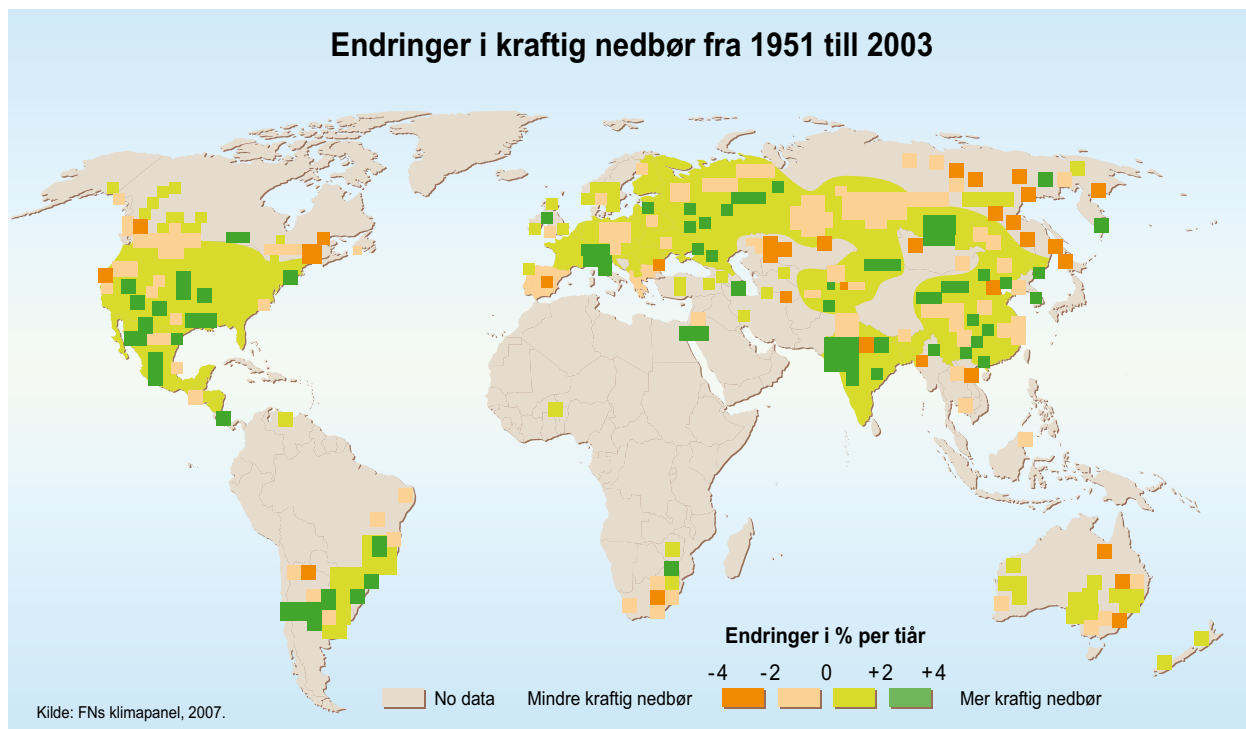
Endringer i årlige nedbørsmengder i perioden 1901 - 2004

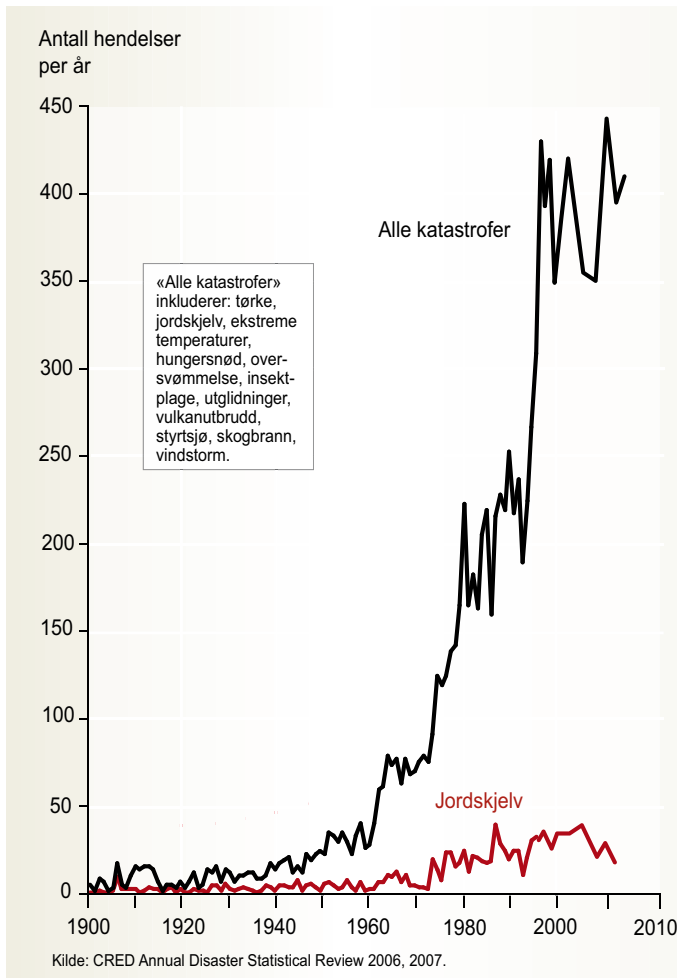


Ekstremvær

Fra 1900 til 2005 økte nedbøren (regn, sludd og snø) betydelig på deler av de amerikanske kontinentene, i Nord-Europa og Nord- og Sentral-Asia, mens den ble redusert i Sahel, ved Middelhavet, i det sørlige Afrika og deler av Sør-Asia. FNs klimapanel konkluderer med at det er sannsynlig at det globale området som er påvirket av tørkeperioder, er blitt større siden 1970-tallet.

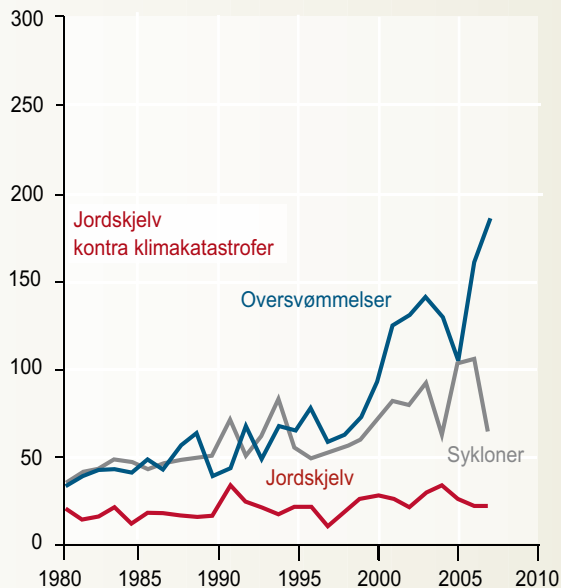
De siste 50 årene har kalde dager, netter og frost blitt sjeldnere enn tidligere over de fleste landområdene, mens vi oftere har hatt varme dager og netter. FNs klimapanel regner det som «sannsynlig» at varmebølger er blitt mer vanlige over de fleste landområdene, at tunge «nedbørshendelser» (for eksempel tordenvær) har økt i de fleste områder, og at ekstremt høye havnivåer (springflo) har økt over hele verden siden 1975 – i tillegg til de økte gjennomsnittsnivåene.





Utvikling i antall rapporterte hendelser

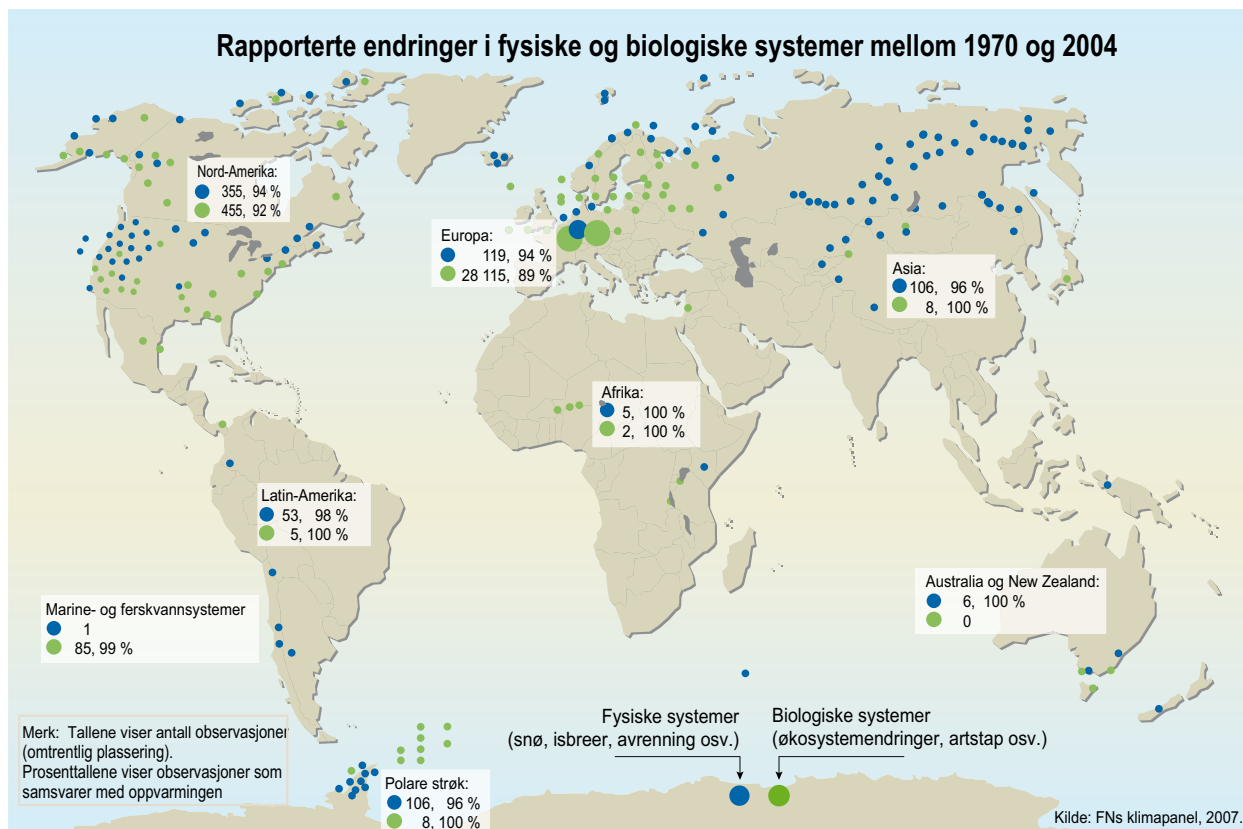
Mye av økningen i antall rapporterte farlige hendelser skyldes sannsynligvis betydelige forbedringer i tilgangen på informasjon samt befolkningsvekst, men antall rapporterte oversvømmelser og sykkloner øker fremdeles sammenlignet med jordskjelv. Påvirker den globale oppvarmingen hyppigheten av naturkatastrofer?



Grafikken over viser at noe av den globale økningen i antall rapporterte naturkatastrofer kan tilskrives forbedret kommunikasjon: Katastrofer som skjedde før i tiden, var kjent av langt færre mennesker. Men om vi ser på forskjellen mellom klimaavhengige katastrofer som tropiske sykkloner, og katastrofer som ikke er påvirket av klimaet (for eksempel jordskjelv), er det en tydelig forskjell i trendene: Mens hyppigheten av jordskjelv viser liten variasjon, har det forekommet hyppigere oversvømmelser og sykkloner de siste 30 årene. Samtidig som mengden intense tropiske sykkloner har økt siden omkring 1970, gjør den store variasjonen over flere tiår, og mangelen på systematiske observasjoner av god kvalitet før satellittenes tid, at det er vanskelig å påvise langvarige tendenser.

pigheten av jordskjelv viser liten variasjon, har det forekommet hyppigere oversvømmelser og sykkloner de siste 30 årene. Samtidig som mengden intense tropiske sykkloner har økt siden omkring 1970, gjør den store variasjonen over flere tiår, og mangelen på systematiske observasjoner av god kvalitet før satellittenes tid, at det er vanskelig å påvise langvarige tendenser.

Rapporterte endringer i fysiske og biologiske systemer mellom 1970 og 2004



Berørte systemer i naturen

Observasjoner fra hele verden viser at mange systemer i naturen blir påvirket av regionale klimaendringer, særlig av temperaturøkninger.

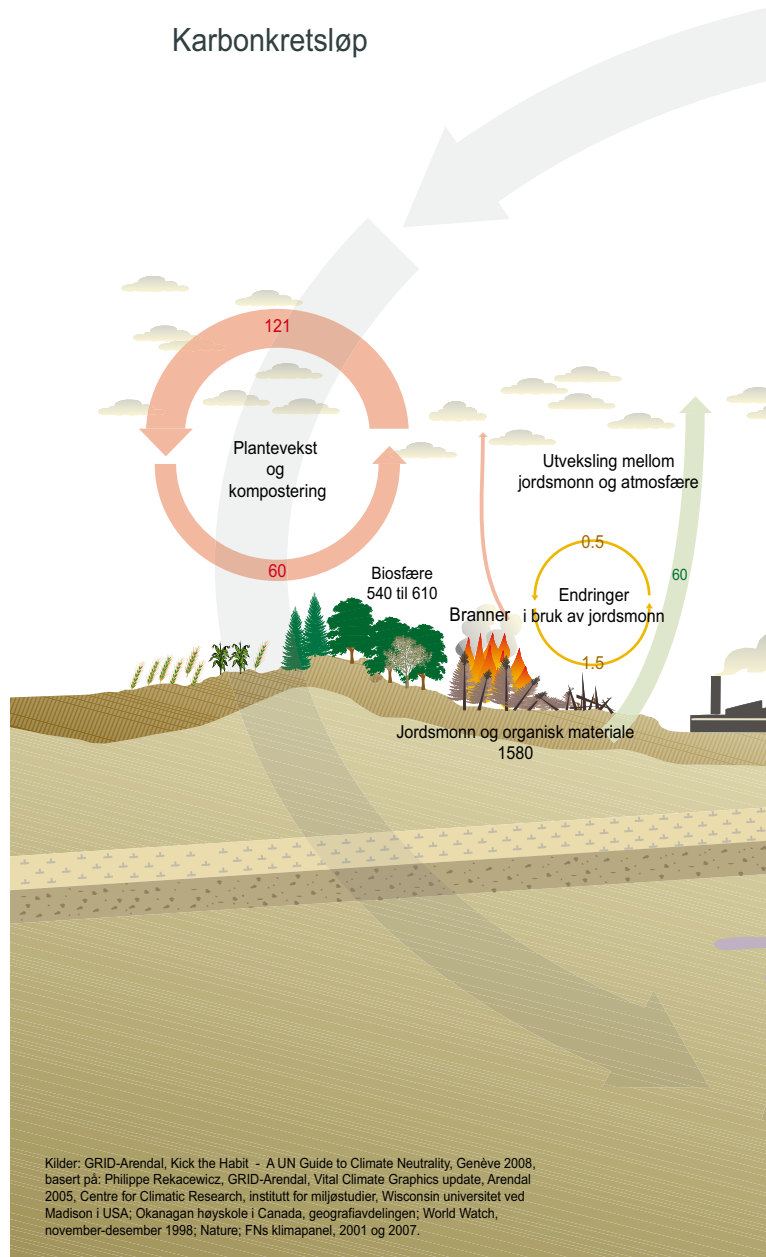
Vi er i nå ferd med å få andre virkninger av regionale klimaendringer på mennesker og økosystemer i tillegg til de som allerede er beskrevet. De spenner

over forskjellige fenomener, som fra å plante avlinger tidligere på våren til endringer i distribusjon av allergifremkallende pollen på den nordlige halvkule, fra endringer i utbredelsen av områder der malaria eller andre infeksjonssykdommer overføres til virkninger på regionale økonomier som for eksempel er avhengige av fjellsport, og dermed avhengige av snø- og isdekke.

Årsaker til endringene

Det er ikke lenger mye tvil om at mesteparten av den observerte økningen i de globale gjennomsnittstemperaturene siden midten av det 20. århundre skyldes den observerte økningen av klimagasser fra menneskelige aktiviteter. Det er sannsynlig at det har funnet sted en betydelig menneskeskapt oppvarming i løpet av de siste 50 årene, regnet ut fra gjennomsnittet for alle kontinenter unntatt Antarktis. I løpet av samme periode skulle den samlede virkningen av naturlige variasjoner i solens utstråling og vulkanutbrudd ha gitt *kaldere* temperaturer, ikke varmere. Det har videre eksistert en kjølede påvirkning i atmosfæren forårsaket av *aerosoler*, hvorav noen er kommet naturlig, for eksempel ved vulkanutbrudd, og andre av menneskelige aktiviteter, hovedsakelig utslipp av sulfat, organisk og svart karbon, nitrat og støv. Disse aerosolene filtrerer ut noen av solstrålene og sender dem tilbake ut i atmosfæren eller absorberer dem, slik at de ikke når jordoverflaten.

Karbonkretslop



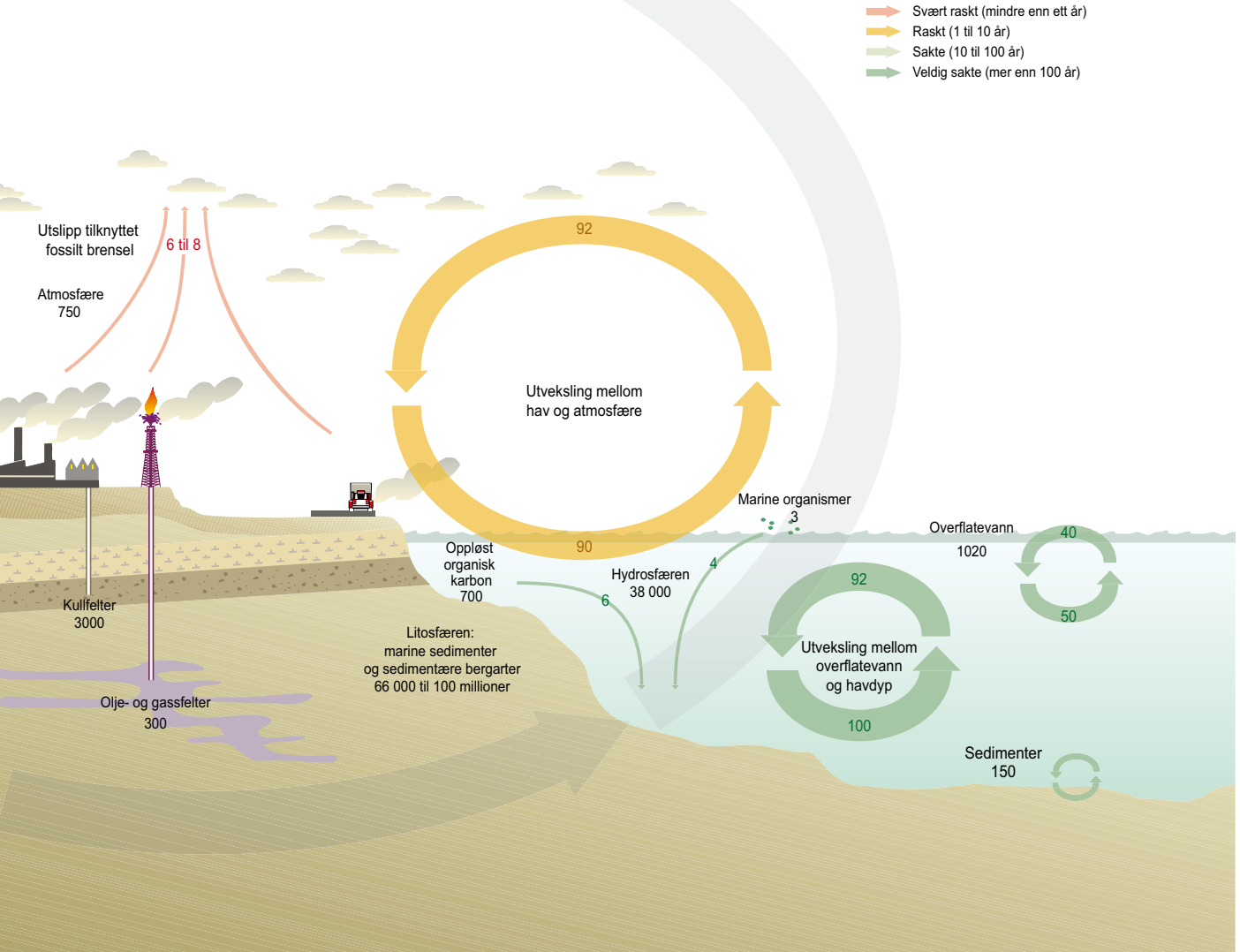
The diagram illustrates the global carbon cycle with the following components and values (in GtC):

- Atmosphere:** 750 GtC. Fluxes from fossil fuel combustion (6 to 8 GtC/yr) and land use change (1.5 GtC/yr) are shown as red arrows.
- Land:**
 - Vegetation:** 600 GtC.
 - Soil:** 1500 GtC.
 - Fossil Fuels:** 3000 GtC (oil and gas fields).
 - Marine Sediments and Sedimentary Rocks:** 66,000 to 100,000 GtC.
- Ocean:**
 - Dissolved Organic Carbon:** 700 GtC.
 - Hydrosphere:** 38,000 GtC.
 - Surface Water:** 1020 GtC.
 - Sediments:** 150 GtC.
- Fluxes and Exchange:**
 - Exchange between Ocean and Atmosphere:** 92 GtC/yr (yellow circle).
 - Exchange between Surface Water and Deep Ocean:** 92 GtC/yr (green circle).
 - Exchange between Surface Water and Deep Ocean (another cycle):** 100 GtC/yr (green circle).
 - Exchange between Surface Water and Deep Ocean (another cycle):** 50 GtC/yr (green circle).
 - Exchange between Surface Water and Deep Ocean (another cycle):** 40 GtC/yr (green circle).

Legend for Exchange Process Speed:

- Red arrow: Svært raskt (mindre enn ett år)
- Yellow arrow: Raskt (1 til 10 år)
- Green arrow: Sakte (10 til 100 år)
- Dark green arrow: Veldig sakte (mer enn 100 år)

-  Svært raskt (mindre enn ett år)
-  Raskt (1 til 10 år)
-  Sakte (10 til 100 år)
-  Veldig sakte (mer enn 100 år)



Menneskelig aktivitet

Ved å sammenligne en rekke naturlige faktorer med menneskelige aktiviteter, og hvilken påvirkning de har på klimaet, har forskere bevist at menneskelig aktivitet er ansvarlig for en del av temperaturstigningen. Datamodeller som inkluderer menneskenes innflytelse på klimaet, viser en klar temperaturøkning som gjenspeiler det faktiske oppvarmingsmønsteret vi har vært vitne til. I motsetning til dette holder temperaturene som er beregnet med modeller som kun tar naturlige faktorer med i betraktningen, seg godt under de faktiske temperaturmålingene.

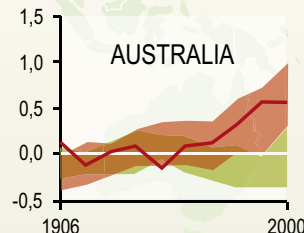
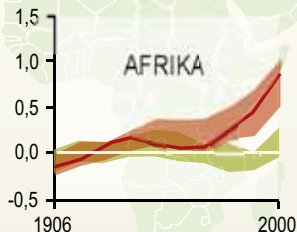
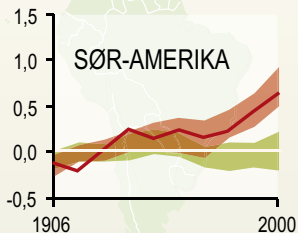
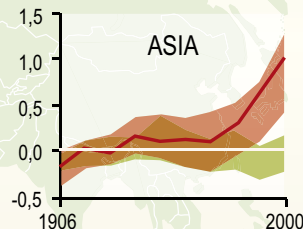
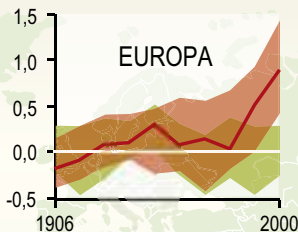
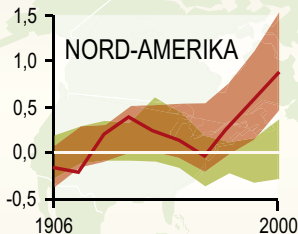
Ikke bare gjennomsnittstemperaturer, men også andre sider ved klimaet endrer seg som følge av påvirkning

vi kan skille ut som menneskelig. Menneskelige aktiviteter har bidratt til stigende havnivåer i løpet av andre halvdel av det 20. århundre, og de har sannsynligvis bidratt til å endre vindmønstre og til økte temperaturer på ekstremt varme netter, kalde netter og kalde dager. I tillegg kan våre handlinger ha bidratt til å øke risikoen for varmebølger, utbredelsen av områder som er berørt av tørke siden 1970-tallet og hyppigheten av tilfeller med tung nedbør.

Oppvarming forårsaket av menneskene i løpet av de tre siste tiårene har hatt en merkbar global påvirkning på endringene som er observert i mange fysiske og biologiske systemer.

Observert og forutsagt temperaturendring mellom 1906 og 2005

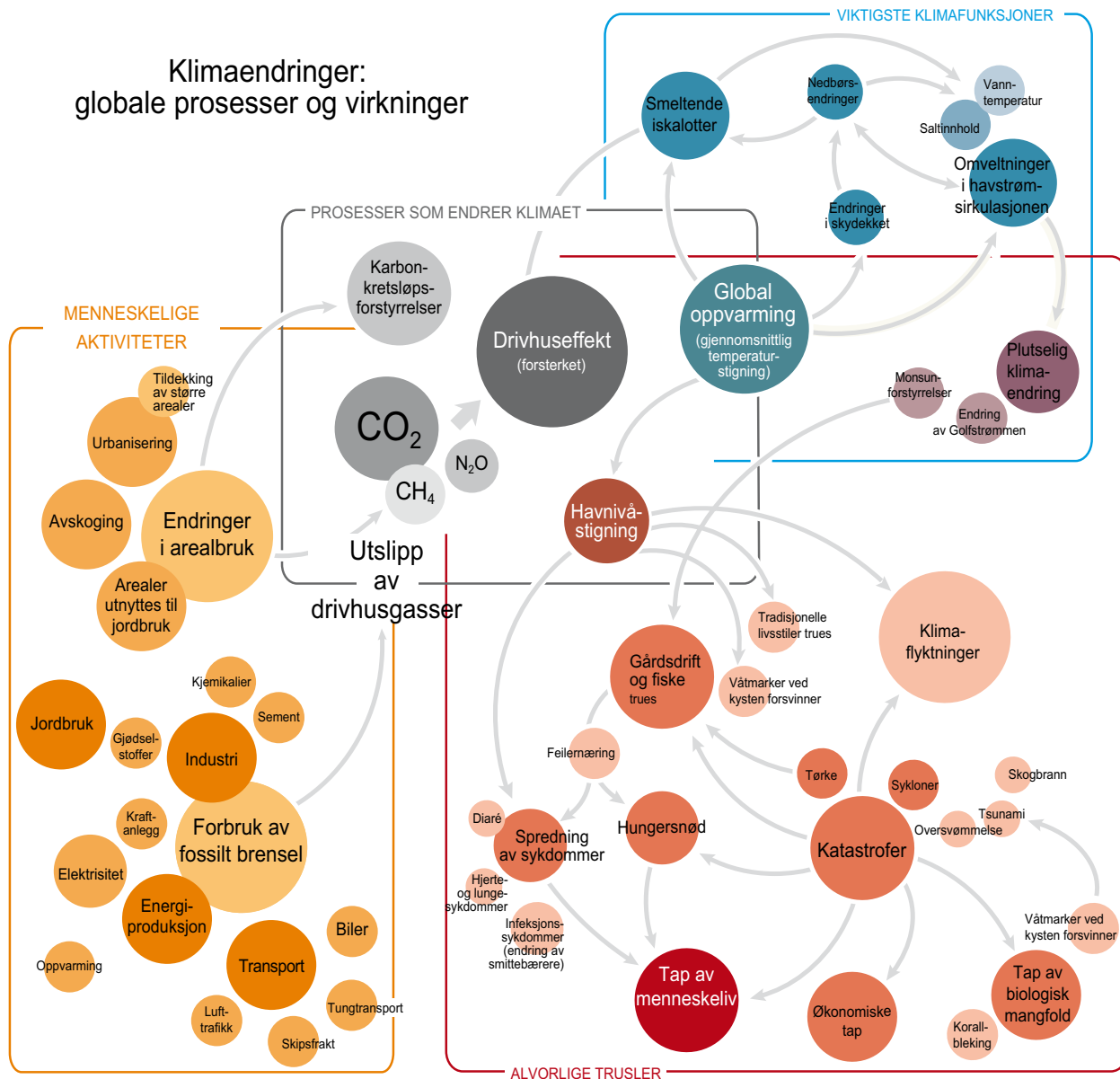
Temperaturavvik i grader celsius i forhold til gjennomsnittet for 1901-1950



Kilde: FNs klimapanel, 2007.

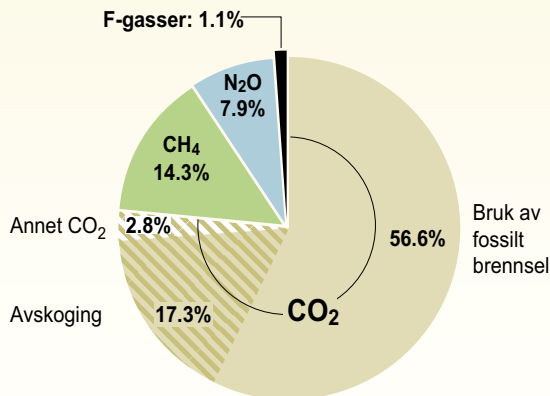
- Modeller som kun er basert på naturlige faktorer som påvirker klimaet (vulkaner og solaktivitet)
- Modeller basert på naturlige og menneskelige faktorer som påvirker klimaet
- Observert kontinental gjennomsnittstemperatur (tiårig gjennomsnitt)

Klimaendringer: globale prosesser og virkninger



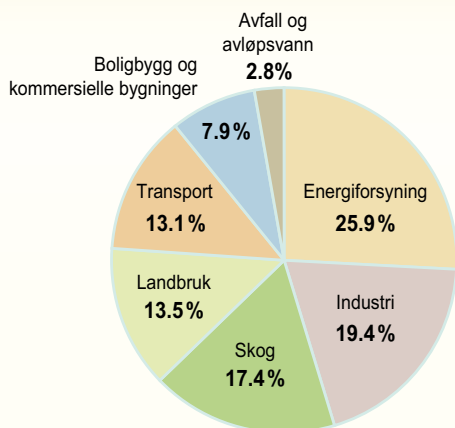
Kilde: UNEMG/UNEP/GRID-Arendal, Kick the Habit, A UN guide to climate neutrality, juni 2008

Globale klimagassutslipp (2004)



Kilde: FNs klimapanel, 2007.

Globale klimagassutslipp per sektor (2004)



Kilde: FNs klimapanel, 2007.

Klimagasser

Kyotoprotokollen¹ oppgir seks klimagasser (eller grupper av gasser) som landene som underskrev protokollen, er enige om å redusere. Det finnes også andre klimagasser enn de som dekkes av protokollen. Men disse seks gassene/gruppene av gasser utgjør en stor andel av de totale menneskeskapte klimagassutslippene, og de er de mest relevante for direkte menneskelig ansvar:

- karbondioksid (CO₂)
- metan (CH₄)
- dinitrogenoksid (N₂O)
- sulfatheksafluorid (SF₆)
- hydrofluorkarboner (HFC-er)
- perfluorkarboner (PFC-er)

De tre sistnevnte (SF₆, HFC-er og PFC-er) er noen ganger kjent under fellesbetegnelsen F-gasser.

De globale utslippene av klimagasser har økt siden førindustriell tid, med en økning på 70 prosent mellom 1970 og 2004. De globale atmosfæriske konsentrasjonene av karbondioksid (CO₂), metan (CH₄) og dinitrogenoksid (N₂O) har økt merkbart på grunn av menneskelige aktiviteter siden 1750 – det året som vanligvis markerer begynnelsen på industrielle aktiviteter.

1. Kyotoprotokollen er en protokoll til FNs klimakonvensjon. Kyotoprotokollen setter opp retningslinjer og prosedyrer som er nødvendige for å kunne oppnå konvensjonens viktigste målsetning: «[...] å stabilisere klimagasskonsentrasjonene i atmosfæren på et nivå som forhindrer skadelig menneskelig påvirkning på klimasystemet.» Et slikt nivå bør oppnås innenfor en tidsramme som er tilstrekkelig for å la økosystemene tilpasse seg til klimaendringene på en naturlig måte, for å sikre at matvareproduksjonen ikke trues, og for å muliggjøre en fortsatt bærekraftig økonomisk utvikling.

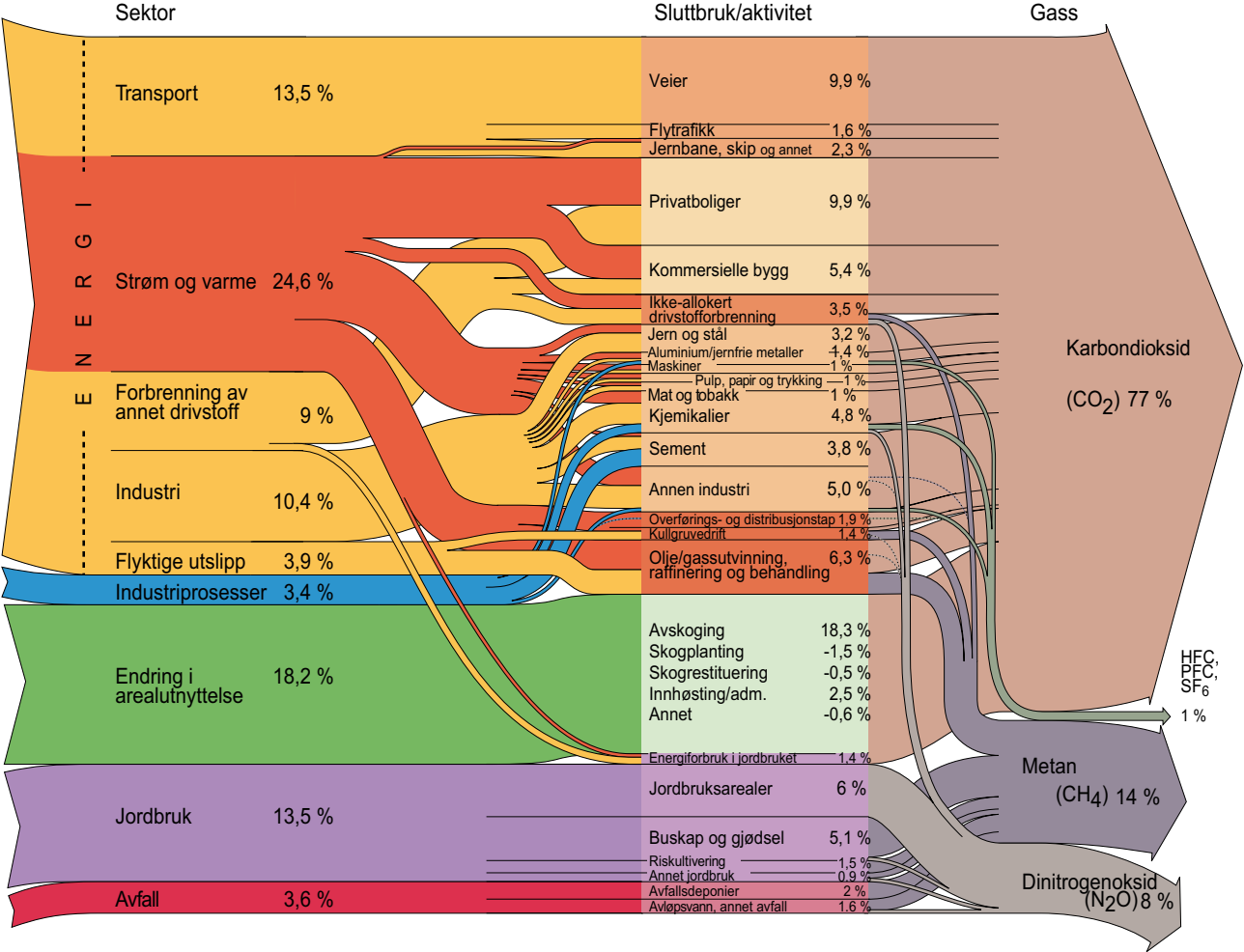
De viktigste klimagassene

Gasstype	Før-industriell konsentrasjon (ppmv*)	Konsentrasjon i 1998 (ppmv)	Atmosfærisk levetid (år)	Største menneskeskapte kilde	GWP**
Vanndamp***	~0 til 56,000	~0 til 56,000	noen dager	-	-
Karbondioksid (CO ₂)	280	365	varierende	Fossilt brensel, sement, arealbruksendringer	1
Metan (CH ₄)	0,7	1,75	12	Fossilt brensel, avfallsdeponier, risåkrer, buskap	21
Lystgass (N ₂ O)	0,27	0,31	114	Gjødsel, forbrenning, industriprosesser	310
HFC 23 (CHF ₃)	0	0,000014	250	Elektrisk utstyr, kuldemedier	12 000
HFC 134 a (CF ₃ CH ₂ F)	0	0,0000075	13,8	Kuldemedier	1300
HFC 152 a (CH ₃ CHF ₂)	0	0,0000005	1,4	Industriprosesser	120
Perfluormetan (CF ₄)	0,0004	0,00008	> 50 000	Aluminiumproduksjon	5700
Perfluoretan (C ₂ F ₆)	0	0,000003	10 000	Aluminiumproduksjon	11 900
Svovelheksafluorid (SF ₆)	0	0,0000042	3200	Dielektrisk væske	22 200

* ppmv = del per million i volum ** GWP = globalt oppvarmingspotensial (for en 100-årsperiode)

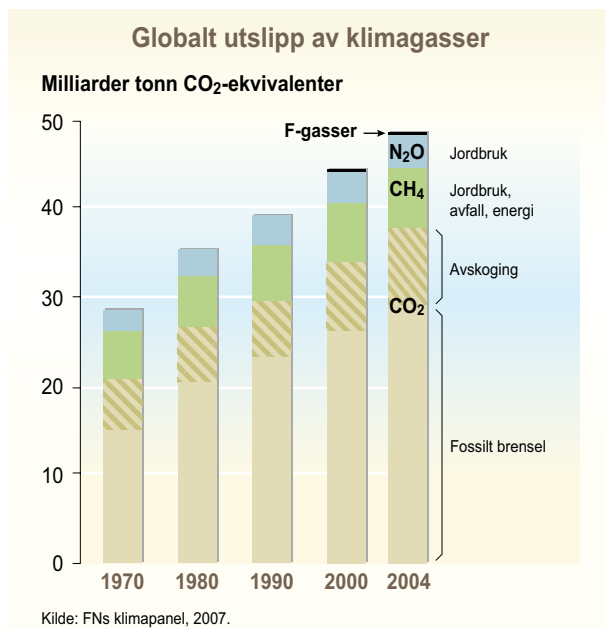
*** For vanndamp er det vanskelig å fastsette en bestemt verdi ettersom den vil variere med temperaturen og bevegelser i atmosfæren. Mens de andre klimagassene i denne tabellen har mer eller mindre samme blandingsforhold i hele troposfæren og i den lavere delen av stratosfæren, er det betydelige variasjoner i verdiene for vanndamp.

Verdens klimagassutslipp per sektor



Alle data er for 2000. Alle utregninger er basert på CO₂-ekvivalenter ved bruk av 100-årige globale oppvarmingspotensialer fra FNs klimapanel (1996), basert på et totalt globalt estimat på 41 755 millioner tonn CO₂-ekvivalenter. Arealbruksendringer inkluderer både utslipp og opptak av CO₂. Prikkede linjer representerer strømninger på mindre enn 0,1 % av totale drivhusgassutslipp.

Kilde: World Resources Institute, Climate Analysis Indicator Tool (CAIT), Navigating the Numbers: Greenhouse Gas Data and International Climate Policy, desember 2005; FNs klimapanel, 1996 (data for 2000).



Konsentrasjonen av disse gassene er nå mye høyere enn førindustrielle nivåer, noe som vises av kjerneprøver av is som har eksistert i hundretusener av år i Antarktis. Nivåene av CO₂ og metan ligger langt over den naturlige mengden de har hatt i de siste 650 000 årene. Den globale atmosfæriske konsentrasjonen av CO₂ før den industrielle revolusjon startet, var på rundt 280 deler per million (ppm). I 2005 hadde den kommet opp i 379 ppm. Og økningen akselererer: Den årlige veksten var større fra 1995 til 2005 enn ved noe annet tidspunkt siden opptegnelsene begynte på 1950-tallet.

Globalt oppvarmingspotensial (GWP) og CO₂-ekvivalens

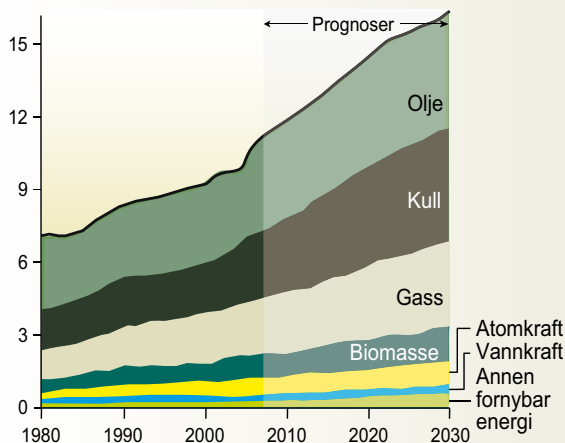
Hver av klimagassene påvirker atmosfæren i forskjellig grad, og har ulik levetid. I hvilken grad en gitt klimagass er beregnet til å bidra til den globale oppvarmingen, er beskrevet som gassens *globale oppvarmingspotensial* (Global Warming Potential, GWP). For å gjøre virkningen av forskjellige gasser sammenlignbare, uttrykker GWP oppvarmingspotensialet sammenlignet med samme masse CO₂ over en gitt tidsperiode. GWP for CO₂ vil altså alltid være 1. Gasser som forårsaker mer oppvarming enn CO₂ kan vise seg å brytes ned raskere enn den gjør, så de kan utgjøre et betydelig problem i noen få år, men et mindre problem senere. På samme måte vil andre gasser kunne brytes ned saktere og utgjøre et større problem over en lengre tidsperiode.

Snakker vi om CO₂-ekvivalente utslipp, bruker vi CO₂ som målestokk, og beskriver den mengden CO₂ som ville ha gitt den samme oppvarmingen som en av de andre klimagassene over en gitt tid.

GWP for metan over 100 år er for eksempel 25, og for dinitrogenoksid 298. Dette betyr at utslipp på én million metriske tonn metan eller dinitrogenoksid tilsvarer utslipp av 25 henholdsvis 298 millioner metriske tonn karbondioksid. En av F-gassene (HFK23) er 12 000 ganger mer potent enn CO₂ over 20 år, og blir enda mer potent (og dermed «farlig» for klimaet) over 100 år, slik at dens GWP kommer opp i 14 800 i denne perioden.

Faktisk og beregnet energibehov

Tusen millioner tonn
oljeekvivalenter



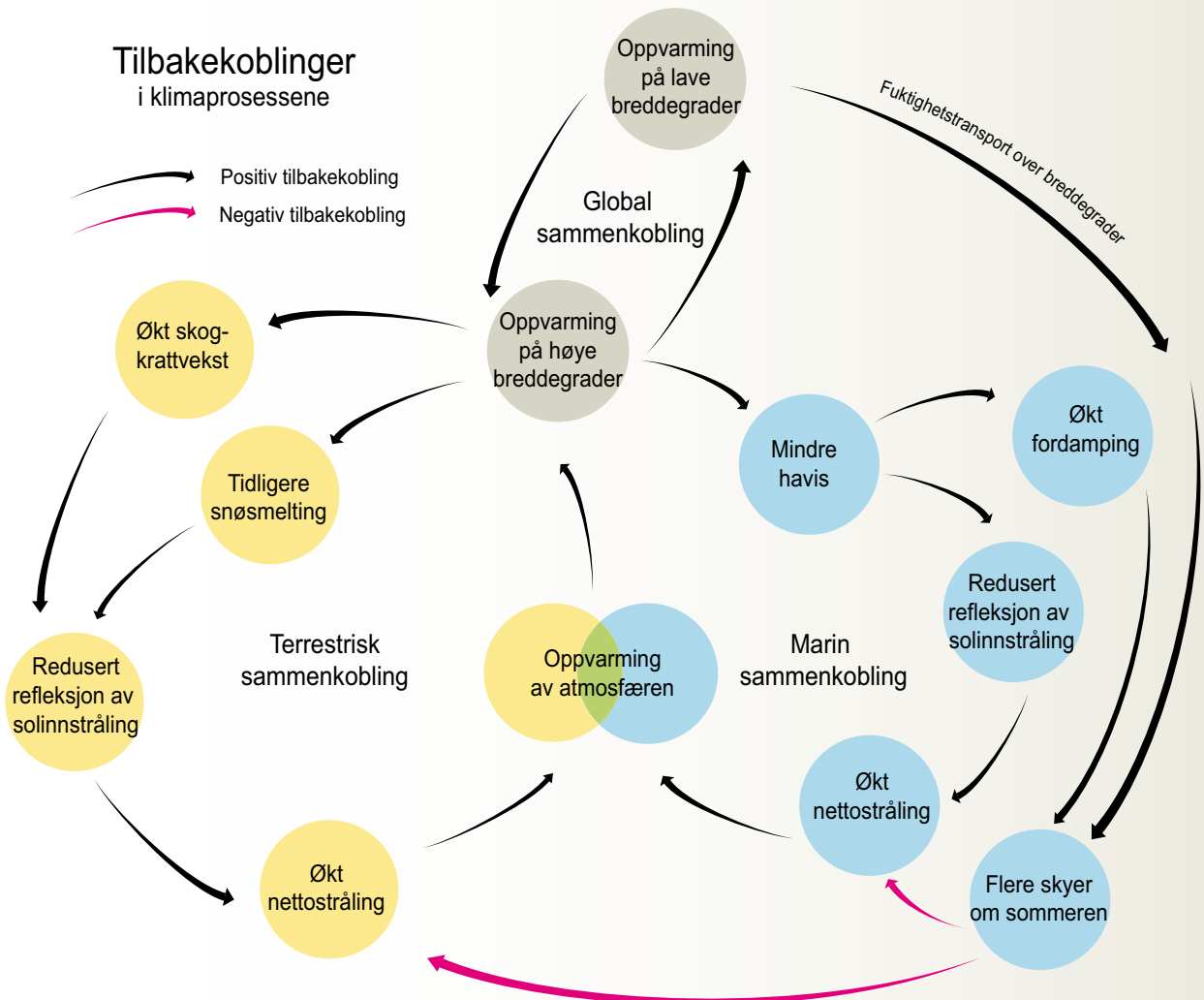
Merk: All statistikk henviser til energien i sin originale form (f.eks. kull) før den omdannes til mer anvendelig energi (f.eks. elektrisk strøm).

Kilde: Det internasjonale energibyrået (IEA), World Energy Outlook 2008.

Tilbakekoblinger

En faktor som gjør klimavitenskap vanskelig – og som derfor fører til mye usikkerhet – er fenomenet tilbakekoblinger. Dette er vekselvirkninger mellom forskjellige deler av klimasystemet, noe som kan bety at en prosess eller hendelse setter i gang endringer som i sin tur påvirker den opprinnelige, utløsende faktoren. Et eksempel er reduksjonen av is og snø, både på land og til havs. Is, som er hvit, reflekterer opptil 90 prosent av solstrålene tilbake til verdensrommet og hindrer dem i å bidra til oppvarming av jorda. Men når isen smelter, kan den avdekke jord, fjell eller vann, som har en mørkere farge og derfor mest sannsynlig vil absorbere strålingen i stedet for å reflektere den. Den opprinnelige smeltingen kan altså forårsake en tilbakekobling som bidrar til å øke hastigheten på endringene. En annen mulig tilbakekobling er opptining av permafrosten på høyere liggende nordlige breddegrader. Etter hvert som den smelter, kan permafrosten frigjøre store mengder karbondioksid og metan, som for øyeblikket oppbevares under det frosne jordlaget. Hvis det skjer, vil det akselerere oppvarmingen som allerede finner sted. En annen forventet tilbakekobling er tendensen oppvarmingen har til å redusere landjordens og havets opptak av atmosfærisk karbondioksid. Dette øker mengden CO_2 som forblir i atmosfæren. Alt dette intensiverer den opprinnelige prosessen, og representerer derfor positive tilbakekoblinger. Negative tilbakekoblinger, derimot, er endringer i miljøet som fører til en prosess som kompenserer for og motvirker selve endringen.

Tilbakekoblinger i klimaprosessene



Positive tilbakekoblinger forsterker den opprinnelige prosessen, mens negative tilbakekoblinger fører til en kompenserende prosess.

Kilde: Hugo Ahlenius/ GRID-Arendal, Global Outlook for Ice and Snow, 2008

Prognoser for klimaendringer og konsekvenser av disse

De første delene av dette heftet har tatt for seg endringer og virkninger som finner sted i dag. Resten av heftet konsentrerer seg om hva som kan komme i framtida.

Dersom dagens politikk og tiltak for å motvirke klimaendringene og fremme en bærekraftig utvikling forblir uforandret, vil de globale utslippene av klimagasser fortsette å vokse de nærmeste tiårene. Og veksten vil ikke være moderat: FNs klimapanel forutsier en økning i globale utslipp av klimagasser fra 25 til 90 prosent mellom 2000 og 2030. (Det er stor usikkerhetsmargin på grunn av de svært forskjellige antagelsene som er gjort for hvert av IPCCs sosioøkonomisk scenarioer.) Klimapanelet forventer at fossilt drivstoff, olje, kull og gass, vil fortsette å dominere energimarkedet utover år 2030, uavhengig av hvilket scenario det er snakk om.

Fortsatte utslipp av klimagasser på eller over dagens nivåer vil forårsake videre oppvarming, og fremkalle mange endringer i det globale klimasystemet i løpet av

dette århundret. Disse endringene vil være større enn de som ble observert i løpet av det 20. århundre.

Dagens utslipp påvirker atmosfæren i årene som kommer

Selv om dagens konsentrasjoner av klimagasser og aerosoler ble holdt konstant på dagens nivå (2000), ville noe menneskeskapt oppvarming og havnivåstigning fortsette i mange århundrer. Klimaet reagerer på påvirkning over lange perioder, og mange klimagasser forblir i atmosfæren i tusenvis av år.

Med støtte i nyere studier og observasjoner, er FNs klimapanel mer overbevist om nøyaktigheten av prognosene for oppvarmingsmønstre og andre regionale klimavirkninger, enn panelet var i tredje hovedrapport. Dette inkluderer endringer i vindmønstre og nedbør, og enkelte endringer i ekstremvær og havis.

Endringer på regionalt nivå omfatter blant annet:

- mest oppvarming på land og i de høyeste nordlige breddegradene, og minst på sørlige hav og deler av Nord-Atlanteren
- krymping av områder dekket av snø, mer utbredt tining av permafrost og en reduksjon i omfanget av havis
- en økning i hyppigheten av ekstrem varme, hetebølger og tung nedbør
- sannsynligvis sterkere tropiske sykkloner
- et skifte mot polene for stormer utenfor tropene
- mer nedbør i høyere områder og sannsynligvis mindre nedbør i subtropiske landområder

SRES-scenarioene, (SRES er en forkortelse for «Special Report on Emissions Scenarios», en rapport som ble publisert av FNs klimapanel i 2000) undersøker alternative utviklingsbaner. De tar i betraktning demografiske, økonomiske og teknologiske faktorer og derav følgende klimagassutslipp. Utslppsprognosene som er basert på disse forskjellige antagelsene, brukes i stort omfang for å forutse framtidige klimaendringer, sårbarhet og konsekvenser. Det er åpent for alle å avgjøre hvilke av de forskjellige scenarioene som virker mest sannsynlige, ettersom FNs klimapanel ikke tar sjansen på å angi noen grad av sannsynlighet tilknyttet noen av dem.

Scenarier

Et scenario er en troverdig og ofte forenklet beskrivelse av hva som kan skje i framtiden, basert på et sammenfallende sett med antagelser: et utvalg arbeidshypoteser om hvordan samfunnet kan utvikle seg, og hva dette vil ha å si for klimaet

Scenario A1 beskriver en framtidig verden med svært rask økonomisk vekst, en verdensbefolkning som øker og når sitt høydepunkt ved midten av århundret for deretter å synke, og med rask introduksjon av nye og effektive teknologier. Regionavhengige mønstre får en tendens til å forsvinne som følge av økt kulturell samhandling. Regionale forskjeller i inntekt per innbygger reduseres betraktelig. A1 utvikler seg til å bestå av tre grupper som betegner alternative utviklinger innen energyforsyningen: fossilintensiv (A1FI), ikke-fossile energikilder eller en likevekt mellom alle kildene (A1B).

Scenario B1 beskriver en verden der verdens befolkning når sitt høydepunkt ved midten av århundret for deretter å synke (som i A1), og med hurtige endringer i økonomiske strukturer mot en service- og informasjonsøkonomi. Det beskriver en reduksjon i forbruket og en introduksjon av rene og ressurseffektive teknologier. I scenario B1 vektlegger verden globale løsninger for å sikre bærekraft, dette innebærer forbedrete tiltak, men ikke nye klimatiltak.

MER
MARKEDS-
ORIENTERT

Scenario A2 beskriver en svært heterogen verden, basert på bevaring av lokale identiteter. Fruktbarhetstallene i ulike regioner nærmer seg sakte hverandre, og verdens befolkning vokser kontinuerlig. Den økonomiske utviklingen er regionalt orientert, og endringene i veksten per innbygger og teknologiutvikling er mer tilfeldige enn i scenario A1.

MER GLOBALT

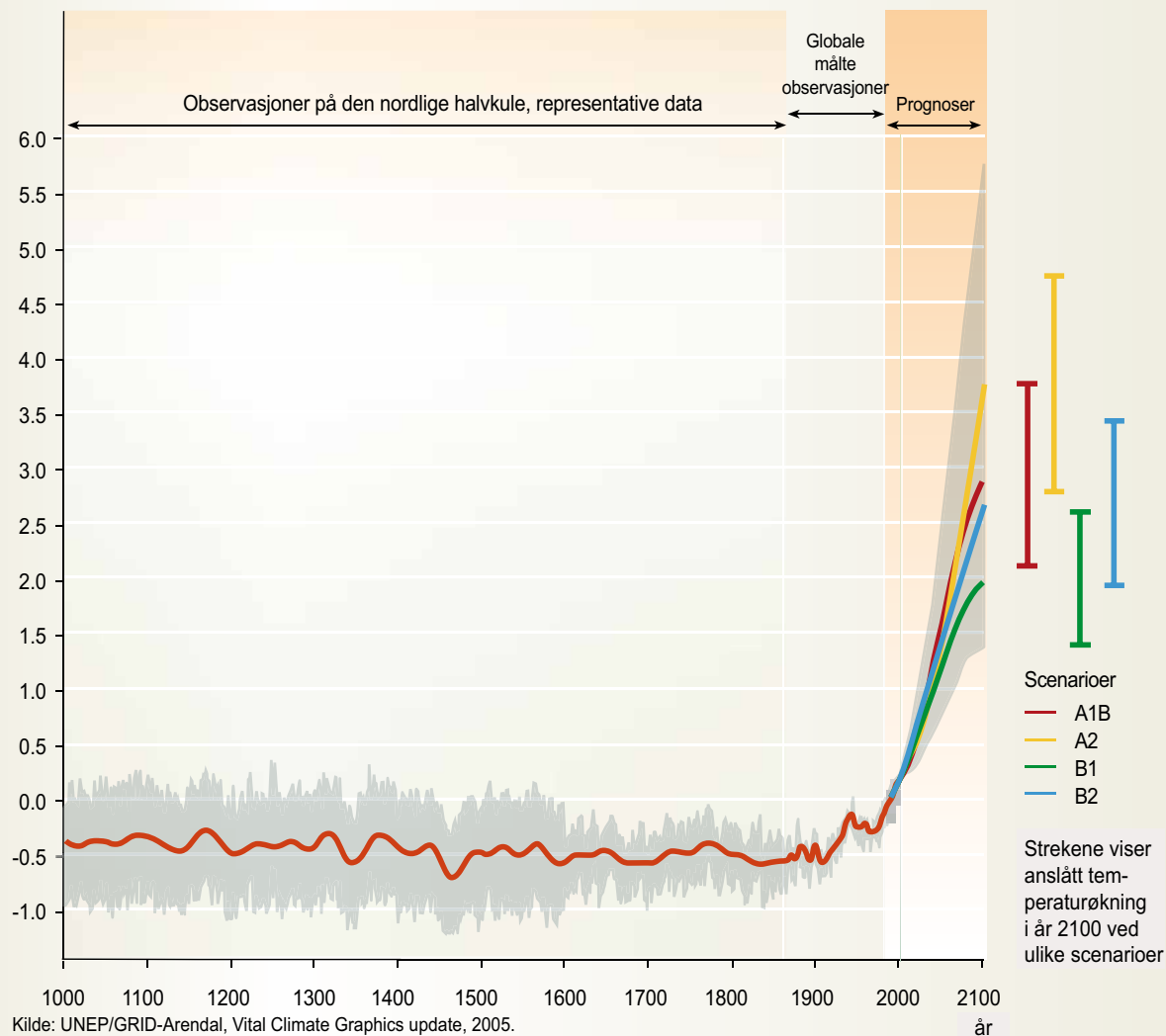
MER REGIONALT

MER
MILJØVENNLIG

Kilde: GRID-Arendal, basert på informasjon fra FNs klimapanel, 2001.

Variasjoner i jordens overflatetemperatur: år 1000 til år 2100

Avvik i grader Celsius (1990 = 0 °C avvik)



Stigende havnivåer

Vår forståelse av enkelte årsaker til at havnivået stiger er fortsatt begrenset, og FNs klimapanel er derfor forsiktig med å uttale seg om kommende havnivåstigning. Panelet fastsetter ikke noe sannsynlig nivå for en forventet stigning eller en øvre grense. Prognosene for stigning i perioden 2090–2099 i forhold til 1980–1999 ligger på mellom 18 og 59 cm, men dette inkluderer ikke den mulige akselerasjonen i smelting av isdekkene ved polene, og er derfor ikke en øvre grense. Andre usikkerhetsmomenter på dette området er tilbakekoblinger mellom klimaet og *karbonkretsløpet*, og utvidelse av havvann som følge av oppvarming («termisk ekspansjon»).

Prognosene tilsier at smelting av isdekket på Grønland vil fortsette å bidra til stigende havnivåer etter 2100. Modeller anslår en nesten fullstendig nedsmelting av innlandsisen.

Prognosene tilsier at isdekket i Antarktis vil forbli for kaldt for omfattende smelting av overflaten: I stedet forventes den å vokse på grunn av økt snøfall. Et netto istap i Antarktis vil likevel fortsatt være mulig, avhengig av omfanget og farten på is som beveger seg fra land og ut i havet.

Økosystemer²

Etter den tredje hovedrapporten til FNs klimapanel har forskerne blitt sikrere på at en økning på 1–2 °C i global gjennomsnittstemperatur over 1990-nivå (omtrent 1,5–2,5 °C over førindustrielle nivåer), utgjør en betydelig risiko for mange unike og truede systemer. Dette inkluderer mange kjerneområder for biologisk mangfold.

2. Et økosystem er en naturlig enhet bestående av alle planter, dyr og mikroorganismer i et avgrenset område, som virker sammen med alle de ikke-levende fysiske faktorene i miljøet.

Endringene i økosystemene vil følges av et skifte i de geografiske områdene for både dyre- og plantearter, hovedsakelig med skadelige konsekvenser for naturen og for produktene og tjenestene økosystemene fremskaffer – som mat og vann. Mange økosystemer vil «sannsynligvis» oppdage at motstandskraften deres overgår av klimaendringene og omveltningene forbundet med dem.

Økosystemene vil sannsynligvis oppleve at deres netto karbonopptak når sitt høydepunkt før midten av århundret, for så å svekkes eller til og med reverseres, noe som vil forsterke klimaendringene (en positiv *tilbakekobling*).

Omtrent 20–30 prosent av artene er i økt fare for å bli utryddet dersom den globale gjennomsnittlige oppvarmingen overstiger 1,5–2,5 °C. Dersom den globale gjennomsnittstemperaturen stiger med rundt 3,5 °C, antyder modellprognosene betydelige utryddelser (40–70 prosent av kjente arter) over hele kloden. Dette er en av de irreversible konsekvensene av klimaendringene.³

Matvaresikkerhet og folkehelse

Hyppigere og sterkere ekstremvær vil forårsake katastrofer og reversere framskritt i arbeidet for utvikling. Ekstreme hendelser kombinert med stigende havnivåer forventes å være hovedsakelig ugunstig for menneskene. Matvarer utgjør en opplagt bekymring. På høyere breddegrader kan vi til å begynne med få en liten økning i avlingene ved temperaturøkninger under 3°C, fulgt av en reduksjon i noen områder. Ved lavere breddegrader vil produktiviteten minke selv ved små temperaturøkninger.

3. Mange arter har utviklet seg til å kunne leve i et bestemt og ofte snevert definert miljø. Etter hvert som temperaturene stiger og andre virkninger av klimaendringene forsterkes, vil miljøene deres sannsynligvis endres raskere enn de kan tilpasse seg til de nye omgivelsene, eller raskere enn de kan vandre til steder som passer dem bedre.

Konsekvenser av globale temperaturforandringer

Globale årlige endringer i gjennomsnittstemperaturen sammenlignet med 1980-1999

	+1°	+2°	+3°	+4°	+5°
VANN	Økt tilgang på vann i fuktige tropeområder og ved høye breddegrader Redusert tilgang på vann og mer tørke nær ekvator og i delvis uttørkede områder ved lave breddegrader Antall berørte mennesker: 0,4 til 1,7 milliarder	1,0 til 2,0 milliarder	1,1 til 3,2 milliarder	Enda flere mennesker med økt vannstress	
ØKO-SYSTEMER	Flere utryddede amfibier Mer korallbleking Stadig endrede habitater og fare for skogbrann	Omtrent 20 til 30 % av artene i større fare for utryddelse De fleste koraller blekes Den terrestriske biosfæren går mot en netto karbonkilde	Omfattende koralldød ~15 % av økosystemene berørt	Store utryddelser over hele jorden ~40 % av økosystemene berørt	
MAT		Lave breddegrader: Avlingene fra enkelte kornsorter reduseres Middels til høye breddegrader: Enkelte kornsorter vil gi større avlinger		Avlingene fra alle kornsorter reduseres	Reduksjon i visse regioner
KYSTSTRØK	Mer skader som følge av flom og storm Flere mennesker i fare for flom ved kysten hvert år:	0 til 3 millioner	2 til 15 millioner	Omtrent 30 % tap av våtområder ved kysten	
HELSE	Økte belastninger fra feilernæring, diaré, infeksjonssykdommer og hjerte- og lungesykdommer Flere syke og døde som følge av hetebølger, flom og tørke Endret fordeling av enkelte smittebærere			Store belastninger for helsetjenestene	
ENKELT-HENDELSER	Lokal tilbaketrekking av isen på Grønland og i Vest-Antarktis		På sikt vil vi få flere meter høyere havnivåer som følge av isdekker som smelter Endrede økosystemer pga. svekket meridional omveltningssirkulasjon	Medfører endrede kystlinjer over hele verden og oversvømmelser av lavtliggende områder	

Konsekvensene vil variere etter graden av tilpasning, omfanget av temperaturendringene og den sosio-økonomiske utviklingen

Kilde: FNs klimapanel, 2007.

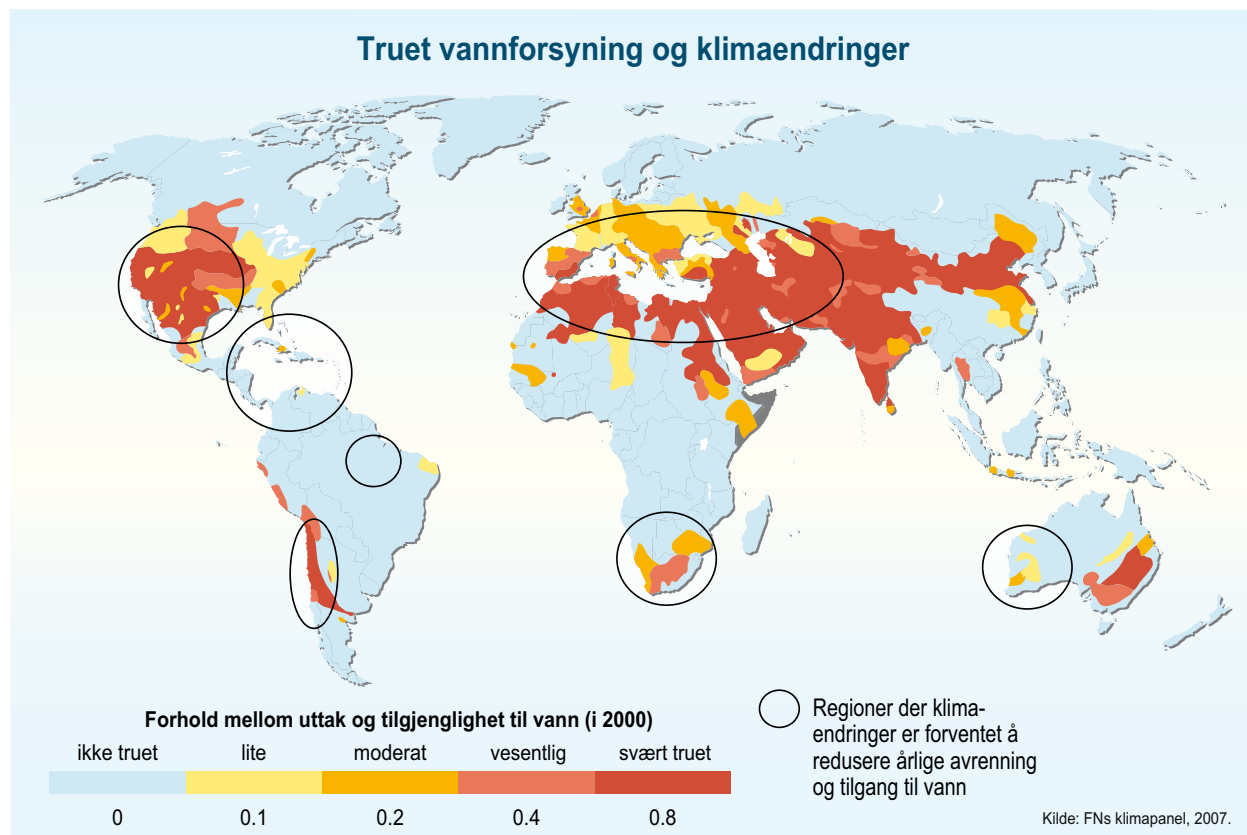
Helsen til millioner av mennesker kan være i fare som følge av økt feilernæring, ekstremvær, flere diarésykdommer, og hjerte- og åndedrettsproblemer forårsaket av økte nivåer av bakkenært ozon. Men noen fordeler kan vi få, for eksempel for de som lider under virkningene av svært kaldt vær. For andre problemområder vil virkningen bli blandet. Den geografiske spredningen av malaria vil kunne krympe i enkelte områder, mens den andre steder vil utvides, samtidig som overføringssesongen kan komme til å endre seg. I det store og hele forventes det at den negative helseeffekten ved stigende temperaturer vil være større enn fordelene, særlig i utviklingsland.

Ferskvannforsyning

Klimaendringene forventes å ha avgjørende innvirkning i alle sektorer og regioner. De vil forverre dagens **vannstress**⁴ forårsaket av befolkningsvekst og endringer i økonomien og landbruket.

Regionalt er isbreer og snødekte områder livsviktige ferskvannskilder. De fleste av disse har nylig vært utsatt for omfattende smelting, noe som ifølge prognosene vil akselerere i dette århundret. Dette vil igjen redusere

4. En definisjon på vannstress er situasjonen som oppstår når et land bruker over 20 prosent av sin fornybare vannforsyning.



tilgangen til vann og vannkraftpotensialet (som ofte er et alternativ til produksjon av elektrisitet basert på fossile brenslers, og kan redusere CO₂-utslippene). Man forventer også endringer i de sesongbaserte strømmningene i regioner som mottar smeltevann fra fjellkjeder, som Hindu Kush, Himalaya-fjellene og Andesfjellene. Over en sjettedel av verdens befolkning bor i disse regionene. To milliarder mennesker er avhengige av vannet fra sju av de største elvene i Asia, og alle disse elvene har sitt utspring i Himalaya-fjellene.

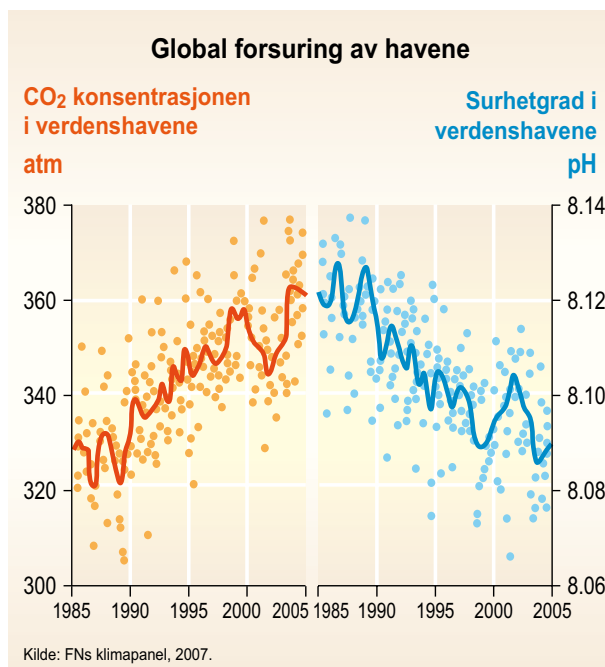
Endringer i nedbør og temperatur påvirker også avrenning og vanntilgjengelighet. Avrenning⁵ vil øke med 10–40 prosent innen midten av århundret ved høyere breddegrader og i enkelte våttropiske områder, og minke med 10–30 prosent i enkelte midtre breddegrader og tropiske områder. Enkelte delvis uttørkede områder (for eksempel rundt Middelhavet, i det vestlige USA, sørlige Afrika og nord-øst i Brasil) vil få mindre vann. Prognosene tilsier at områder som rammes av tørke vil øke, og true produksjonen av mat, vann og energi. Dette vil også true folks helse, på grunn av økende feilernæring, flere infeksjonssykdommer og åndedrettssykdommer. Prognosene tilsier store regionale økninger i etterspørselen etter irrigasjonsvann. De negative konsekvensene for ferskvannssystemene vil være større enn fordelene. Tilgjengelig forskning anslår en framtidig økning i tungt regn i mange regioner, inkludert enkelte regioner der den **gjennomsnittlige** nedbøren er forventet å minke. Dette vil medføre økt flomfare. Innen vi når 2080-tallet er det sannsynlig at opptil 20 prosent av verdens befolkning vil bo i områder med potensielt oversvømte elver. Hyppigere og mer alvorlige oversvømmelser og tørkeperioder vil hindre arbeidet for bærekraftig utvikling, økende temperaturer vil påvirke ferskvannkvaliteten, og i kyststrøkene vil de stigende havnivåene bety at mer grunnvann blir forurenset av salt.

5. Vann som faller til jorden og som ikke trenger inn i jorden eller fordampes, men flyter over eller gjennom bakken og bidrar til at overflaten sveller opp eller til at vannet samler seg på bakken.

Forsuring av havene

De økte mengdene karbondioksid fra menneskelige aktiviteter som har nådd havene via atmosfæren siden 1750, har gjort dem surere, med en gjennomsnittlig senkning av pH-verdien (måleenheten for en løsnings surhet eller alkalitet) på 0,1 enheter. Økende atmosfæriske CO₂-konsentrasjoner forårsaker ytterligere forsuring. I dag har den gjennomsnittlige havoverflaten en pH på rundt 8,1. Prognosene antyder en ytterligere forsuring i løpet av dette århundret, med en gjennomsnittlig reduksjon i global havoverflate-pH på mellom 0,14 og 0,35 enheter. Denne progressive forsuringen forventes å skade skapninger i havet som danner skjell, for eksempel koraller, og arter som er avhengige av disse.

Studier som er offentliggjort etter IPCC-rapporten fra 2001, gir en mer systematisk forståelse av timingen og omfanget av konsekvenser knyttet til forskjellige grader av klimaendringer.



Eksempler på forventede alvorlige konsekvenser fordelt etter sektor

Klimaavhengige fenomener	Jordbruk, skogbruk og økosystemer	Vannressurser	Folkehelsen	Industri, bosettinger og samfunn
TEMPERATUR- ENDRING I de fleste landområder: varmere og færre kalde dager og netter; varmere og hyppigere varme dager og netter	Økte avlinger i kalde miljøer Reduserte avlinger i varmere miljøer Flere utbrudd av insekter	Konsekvenser for vannressurser som er avhengige av snøsmelt- ing Konsekvenser for enkelte vannreserver	Mindre dødelighet som følge av mindre eksponering mot kulde	Redusert strømbehov til oppvarming og økt behov for avkjøling Redusert luftkvalitet i byer Færre avbrudd i transport som følge av snø og is Virkning på vinterturisme
HETEBØLGER/ VARMT TØVÆR Frekvensen øker over de fleste landområder	Reduserte avlinger i varmere miljøer Økende skogbrannfare	Økt etterspørsel etter vann Problemer med vannkvaliteten, f.eks. algeoppblomstring	Økt risiko for varme- relatert dødelighet, særlig for eldre, kronisk syke, svært unge og sosialt isolerte	Redusert livskvalitet for folk i varme strøk med mangelfulle boliger Virkninger på eldre, svært unge og fattige
HENDELSER MED KRAFTIG NEDBØR Frekvensen øker over de fleste landområder	Skade på avlinger Jorderosjon Manglende evne til jordkultivering pga. fuktighetsmetning	Skadevirkninger på kvaliteten av jordover- flaten og grunnvann Forurensning av vannforsyninger Vannstress kan dempes	Økt risiko for dødsfall, skader, infeksjons-, lunge- og hudsykdommer	Forstyrning av bosettinger, handel, transport og samfunn som følge av flom Press på urbane og landlige infrastrukturer Tap av eiendom
TØRKE Flere berørte områder	Jordforringelse Skadet/sviktende avling Økt buskapsdød Skogbrannfaren øker	Mer omfattende vannstress	Økt risiko for feilernæring Økt risiko for vann- og matbårne sykdommer	Vannmangel for bosettinger, industri og samfunn Redusert utnyttelse av vannkraftpotensial
SYKLONER OG STORMFLO Frekvensen øker	Skade på avlinger Sterke vindkast (trær som velter) Skader på korallrev	Strømbuudd forårsaker avbrudd i offentlige vannforsyninger	Økt risiko for dødsfall, skader, vann- og matbårne sykdommer Posttraumatiske stresslidelser	Forsikringselskaper trekker tilbake risikoforsikring i utsatte områder Potensial for migrasjoner Tap av eiendom
STIGENDE HAVNIVÅ Flere tilfeller av ekstremt høye havnivåer (unntatt tsunamier)	Saltforurensning av irrigasjonsvann, elvemunninger og ferskvannsystemer	Mindre tilgang på ferskvann som følge av inntrengende saltvann	Økt risiko for dødsfall og skader som følge av flom Migrasjonsrelaterte helseeffekter	Kostnader ved kystvern kontra kostnader ved endret arealbruk Potensielt behov for å flytte befolkning/ infrastruktur

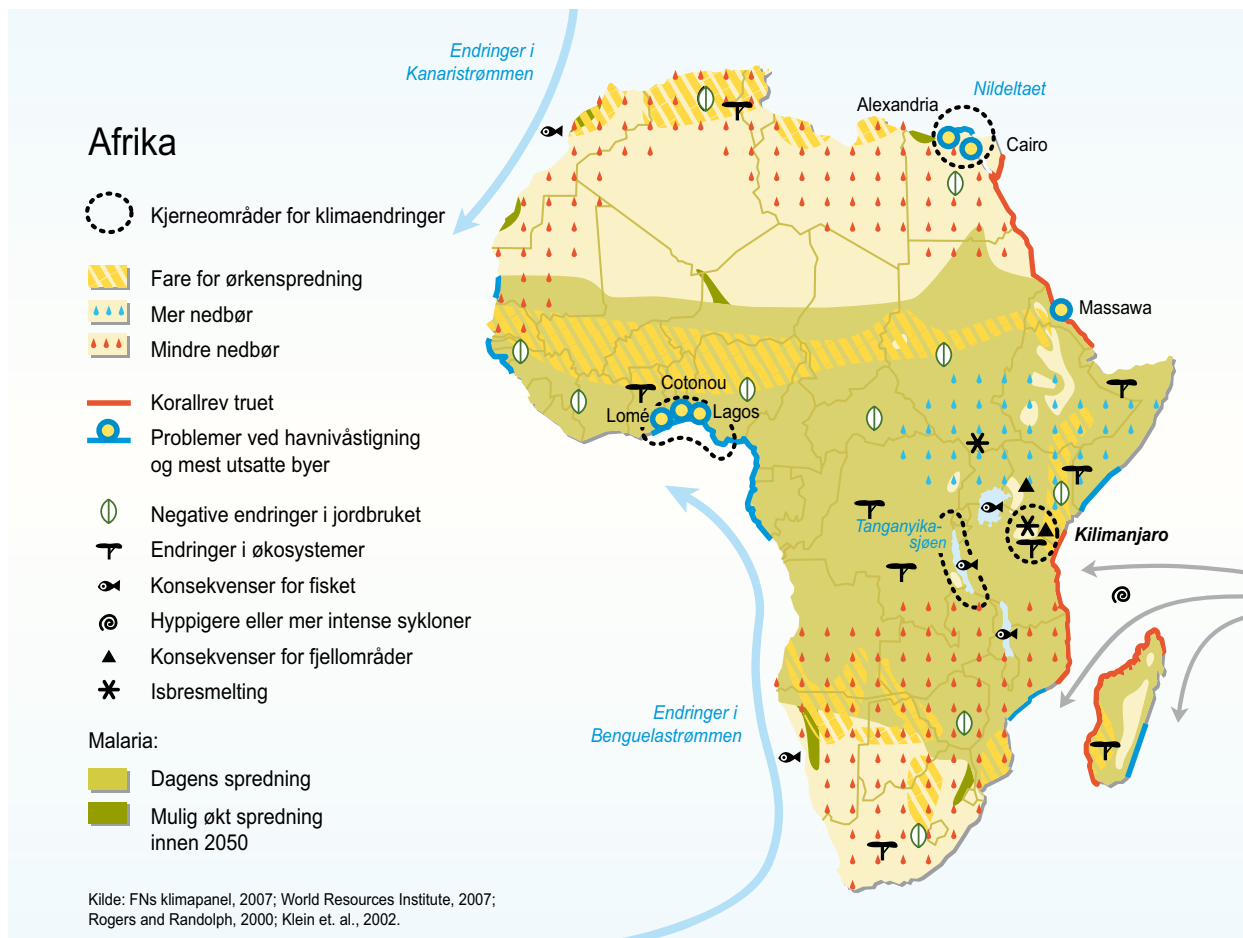
Kilde: FNs klimapanel, 2007.

Hvor blir man sterkest berørt, og hvem er mest sårbare?

I alle regioner, både de med lave og høye gjennomsnittlige inntekter, er enkelte grupper, som eldre mennesker, fattige og barn, mer utsatt enn andre. Noen sektorer, systemer og regioner er spesielt utsatt:

På land:

Områder som er følsomme for oppvarming, er spesielt utsatt. Disse omfatter tundra, borealskoger i nord og fjellregioner. Andre områder vil bli mer påvirket av mindre regnvær og endrede nedbørmønstre, spesielt i middelhavslignende miljøer og tropiske regnskoger.



I kyststrøk:

Områder som er utsatt for store belastninger fra klimaendringene, er blant annet mangroveskoger og saltvannssumper.

I havene:

Korallrev er økosystemer som er svært sårbare for termisk stress og som har vanskelig for å tilpasse seg. Prognosene tilsier at økninger i havoverflatetemperaturene på rundt 1–3 °C vil resultere i hyppigere korallbleking og utbredt dødelighet, dersom korallene ikke tilpasser seg varmen. De står videre overfor andre belastninger relatert til klimaendringer, som økt surhetsgrad, og i tillegg belastninger som ikke er tilknyttet klimaendringer (overfiske). Havisbiomer (samfunn) er også svært følsomme overfor små temperaturendringer, for eksempel når is blir til vann.

Andre risikosektorer inkluderer lavtliggende kystområder, vannressursene i enkelte tørre områder og slike som er avhengig av smeltende snø og is, jordbruk på lavere breddegrader og folkehelsen i fattige land. Det er «meget sannsynlig» at hyppigere og mer intenst ekstremvær vil forverre de andre konsekvensene.

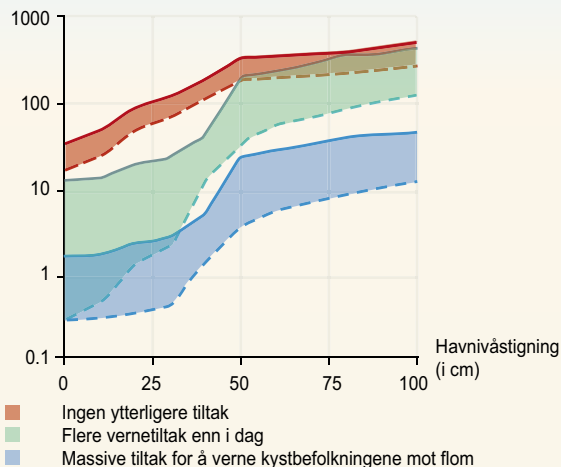
Regioner som sannsynligvis vil rammes særlig hardt av klimaendringene, omfatter:

Arktis, på grunn av de høye prognosene for oppvarming og oppvarmingens konsekvenser for menneskene og naturen. Man ventet at isbreene vil minke i tykkelse og omfang, og innlandsis og havis vil også bli påvirket. Invaderende arter kan bli et voksende problem.

Afrika, med de forventede konsekvensene for kontinentet og de begrensede mulighetene for tilpasning. I enkelte land kan for eksempel avlinger fra regnavhengig jordbruk bli redusert til under halvparten innen 2020.

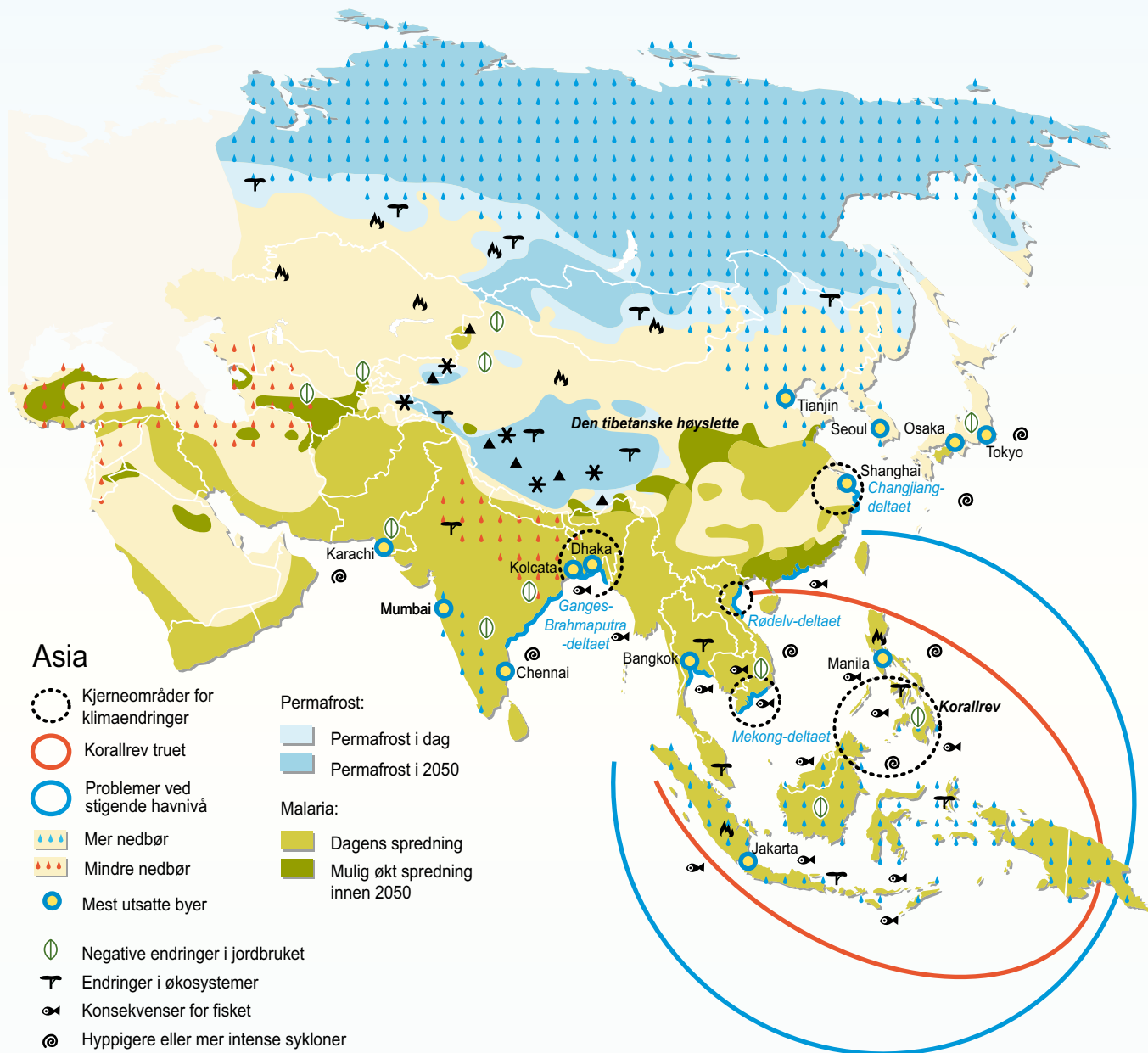
Små øystater, der menneskene og infrastrukturen er svært utsatt for de forventede konsekvensene. Det største problemet er havnivåstigningen, men mindre regn om sommeren (slik prognosene for disse områdene tilsier) vil også føre til mindre vann, noe som kan gjøre at enkelte ikke får dekket etterspørselen. Det er «usannsynlig» at mer regnvær på vinteren vil kompensere for dette, ettersom man mangler lagringsmuligheter og fordi mye ferskvann går til spille under stormene. I stillehavsområdene vil for eksempel en reduksjon på 10 prosent i gjennomsnittlig regn (innen 2050) føre til 20 prosent

Kystbefolkningen berørt av oversvømmelser i 2080



Merk: Den øvre grensen for hvert bånd viser antall mennesker som berøres ifølge A2-scenariet, som tilsier at verdens befolkning vil komme opp i 14 mrd innen 2080, med lavest BNP av alle scenarier i FNs klimapanel. Det vil derfor finnes liten kapasitet til tilpasning, og flere mennesker vil bli berørt av oversvømmelsene. Den nedre grensen for hver kurve viser konsekvensene ved A1/B1-scenariet, som tar utgangspunkt i den høyeste inntekten per innbygger og en verdensbefolkning på 8 mrd, noe som vil tillate større investeringer til vern av befolkningen.

Kilde: H. Ahlenius, GEO Ice and Snow, 2007, basert på Nicholls, R.J. og Lowe, J.A. 2006



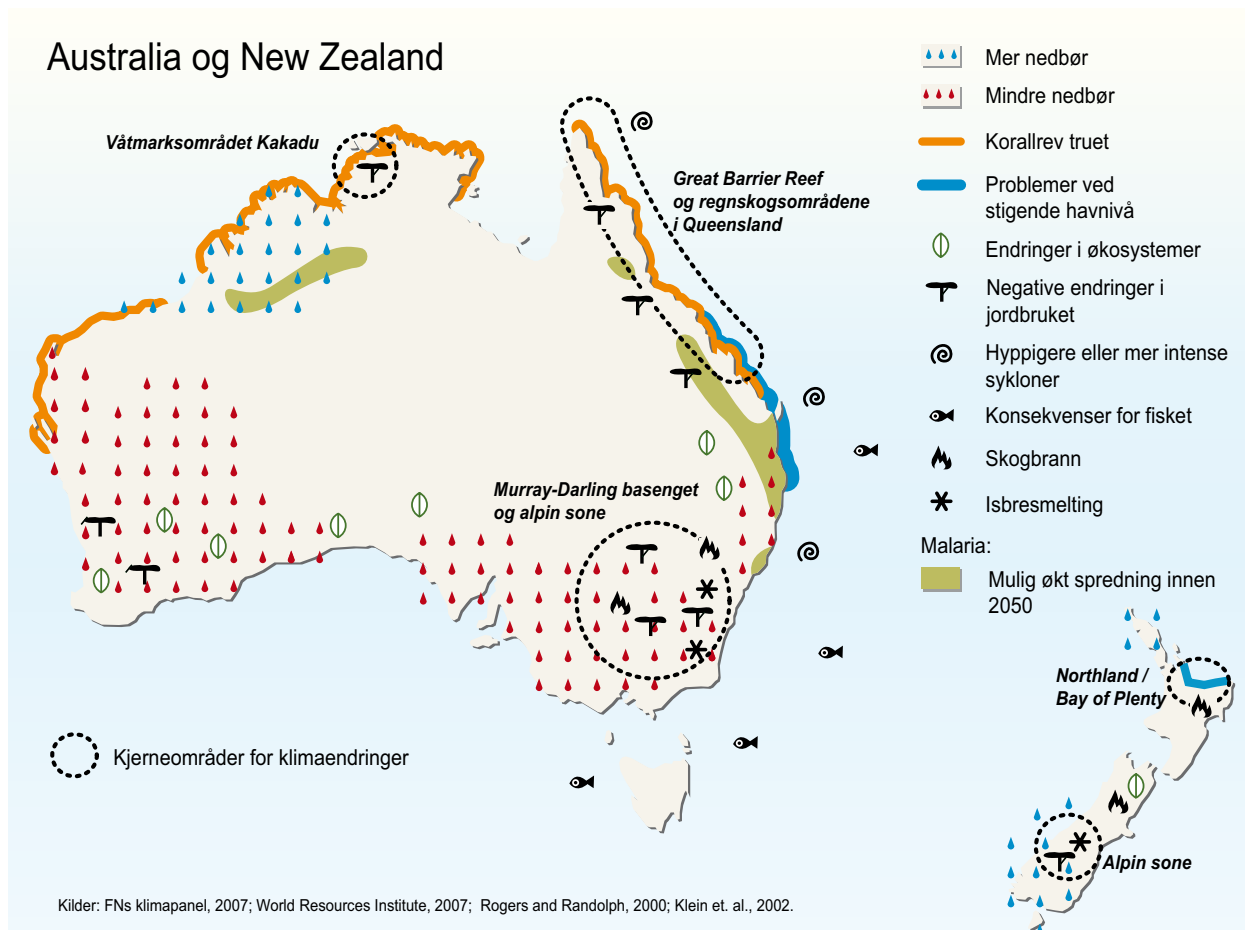
Kilde: FNs klimapanel, 2007, World Resources Institute, 2007; Klein et. al., 2002.

reduksjon i ferskvann på Tarawa-atollen i Kiribati. Dessuten kan flere fremmede arter komme til å utnytte de høyere temperaturene til å bosette seg på enkelte øyer, og dermed blande seg inn i de naturlige økosystemene.

Asiatiske og afrikanske kjempedeltaer, der store befolkninger er sterkt utsatt for stigende havnivåer, stormfloer og oversvømte elver. I Øst-, Sør- og Sørøst-Asia forventer en at sykdommer og dødsfall tilknyttet diarésykdommer forårsaket av flommer og tørkeperioder vil øke.

Forskerne forventer at Australia og New Zealand vil få problemer med redusert jordbruksproduktivitet og skader på artsrike områder, inkludert korallrevet Great Barrier Reef.

Sør-Europa kan oppleve redusert tilgang på vann, og fjellområder over hele kontinentet vil oppleve at isbrene trekker seg tilbake og at det blir mindre snødekke, noe som medfører større potensial for vannmangel. Videre kan helserisikoer øke som følge av varmebølger og skogbranner.



Europa



Kjerneområder for klimaendringer



Mer nedbør



Mindre nedbør



Problemer ved havnivåstigning og mest utsatte byer

Malaria:



Mulig økt spredning innen 2050

Permafrost:



Permafrost idag



Permafrost i 2050



Negative endringer i jordbruket



Endringer i økosystemer



Skogbranner



Negative endringer i jordbruket



Konsekvenser for fisket



Konsekvenser for fjellområder



Isbresmelting

Kraftig økning i utryddelse av pattedyr, fugler, sommerfugler, frosker og reptiler ved 2050

Meso-Amerika

Sør-Amerika



Kjerneområder for klimaendringer



Mer nedbør



Mindre nedbør



Det biologiske mangfoldet svært truet idag og framover



Risiko for ørkenspredning



Problemer ved havnivåstigning og mest utsatte byer



Endringer i økosystemer



Negative endringer i jordbruket



Konsekvenser for fjellområder



Isbresmelting



Tilgangen til vann redusert på grunn av reduksjon i isbreer



Skogbrann



Konsekvenser for fisket

Malaria:



Dagens spredning



Mulig økt spredning innen 2050



Nord-Amerika

-  Mer nedbør
-  Mindre nedbør
-  Problemer ved havnivåstigning og mest utsatte byer
-  Negative endringer i jordbruket
-  Endringer i økosystemer
-  Konsekvenser for fisket
-  Hyppigere eller mer intense sykkloner
-  Konsekvenser for fjellområder
-  Skogbrann

Permafrost:

-  Permafrost i dag
-  Permafrost i 2050

Malaria:

-  Dagens spredning
-  Mulig økt spredning innen 2050

Kilder: FNs klimapanel, 2007; World Resources Institute, 2007; Rogers and Randolph, 2000; Klein et. al., 2002.



 Kjerneområder for klimaendringer

Latin-Amerika kan få mindre vann, både som en konsekvens av mindre nedbør og isbreer som trekker seg tilbake. Videre kan Latin-Amerika oppleve betydelige tap av arter, og halvveis i århundret kan regionen forventes at tropiske skoger gradvis erstattes av savanner i det østlige Amazonas-området. Utbyttet av avlingene fra jordbruket kan bli redusert, noe som vil sette flere mennesker i fare for hungersnød.

Nord-Amerika står overfor knapphet på vann, flere varmebølger, trusler ved kysten og problemer for enkelte avlinger.

Risikoen for plutselige eller irreversible endringer

Et varmere klima kan medføre konsekvenser som kommer plutselig eller er irreversible, avhengig av graden av og styrken på endringen. Plutselige klimaendringer over tidsperioder på et tiår eller så anses normalt å involvere kretsløpsendringer (som den meridionale omveltningssirkulasjonen – se informasjonsboksen). På lengre sikt kan endringer i isdekker og økosystemer også spille en rolle.

Dersom det oppstår en plutselig virkning av klimaendringer, kan konsekvensene bli svært store. Svært lange perioder med delvis tap av isdekkene over Grønland og Antarktis og/eller havvann som utvider seg etter hvert som det blir varmere, kan medføre at havnivået stiger flere meter. Dette vil få størst konsekvenser for kyststrøk, elvedeltaer og øyer, og medføre store endringer i kystlinjer og oversvømmelse av lavtliggende områder. Antall mennesker i verden som bor innenfor 100 km av kystlinjen og ikke mer enn 100 meter over

havnivået, er blitt beregnet til mellom 600 millioner og 1,2 milliarder – mellom 10 og 23 prosent av verdens befolkning. Dagens modeller forutsier at slike endringer vil skje over svært lange tidsperioder (årtusener) dersom den globale temperaturen blir liggende på 1,9–4,6 °C over førindustrielle nivåer. En fullstendig smelting av innlandsisen på Grønland vil heve havnivået med 7 meter, og vil være irreversibel.

Golfstrømmen

En mulighet som fortsetter å fascinere mediene, og som potensielt kan innebære en plutselig endring, er forandringer i den meridionale omveltningen av havvann (blandingen av kaldt og varmt vann rundt meridianen). Havstrømmene har spesifikke mønstre som bestemmes av forskjellige grader av vanntetthet. Basert på dagens modellsimulatorer er det meget sannsynlig at det *meridionale omveltningssystemet* i Atlanterhavet vil bremses i løpet av dette århundret. Golfstrømmen, som bringer varmt vann til nordlige breddegrader i Europa, er en del av dette sirkulasjonssystemet. Ikke desto mindre sier prognosene at temperaturene på de nordlige breddegradene i Europa vil øke. Det er meget usannsynlig at dette systemet vil gjennomgå en stor, brå overgang i løpet av det 21. århundre, og mer langsiktige endringer kan ikke vurderes med sikkerhet. Konsekvenser av at det meridionale omveltningssystemet får varige endringer i stor skala vil sannsynligvis omfatte endringer i marine økosystemers produktivitet, fiskeriene, havets CO₂-opptak, oksygenkonsentrasjonene i havet og vegetasjonen på landjorden.⁶

6. Omtrent en tredjedel av menneskeskapte CO₂-utslipp forventes å bli tatt opp i havene, som utgjør den største aktive «karbonkummen» – absorberingsenheten – på jorden.

Regionale konsekvenser av globale temperaturendringer

Endring i global gjennomsnittstemperatur sammenlignet med 1980 - 1999

Konsekvensene vil variere etter graden av tilpasning, graden av temperaturendring og den sosioøkonomiske utviklingen

	+ 1°	+ 2°	+ 3°	+ 4°	+ 5°
AFRIKA		Arter sør for Sahara som risikerer utryddelse: 10 til 15 prosent 25 til 40 prosent			
	Mennesker berørt av økt vannstress: 75 til 250 millioner 350 til 600 millioner		Delvis uttørkede/uttørkede områder øker med 5 til 8 prosent Flere mennesker blir berørt		
ASIA	Avkastningspotensial for avlinger: 5 til 12 prosent mindre ris i Kina 2 til 5 prosent mindre hvete og mais i India				
	Flere mennesker kan utsettes for oversvømmelser ved kysten hvert år: Opptil 2 millioner Opptil 7 millioner				
	Mennesker berørt av økt vannstress: 0,1 til 1,2 milliarder 0,2 til 1,0 milliarder Flere mennesker berøres				
AUSTRALIA/ NEW ZEALAND	3000 til 5000 flere varmerelaterte dødsfall per år Strømningene i Murray- og Darling-elvene: - 10 prosent - 50 prosent Dårligere vannsikkerhet i Sør- og Øst-Australia og i deler av New Zealand				
EUROPA	Tilgang på vann: Nord-Europa: + 5 til + 15 prosent Sør-Europa: 0 til - 25 prosent		+ 10 til + 20 prosent - 5 til - 35 prosent		
	Hveteavkastningspotensial: Nord-Europa: + 2 til + 10 prosent + 10 til + 25 prosent + 10 til + 30 prosent Sør-Europa: + 3 til + 4 prosent - 10 til + 20 prosent - 15 til + 30 prosent				
LATIN- AMERIKA	Mange tropiske isbreer vil forsvinne		Potensiell utryddelse av omtrent 25 prosent av sentralbrasilianske savannetrearter Mange isbreer på midtre breddegrader vil forsvinne		Potensiell utryddelse av omtrent 45 prosent av amazonske trearter
	Mennesker berørt av økt vannstress: 10 til 80 millioner 80 til 180 millioner Flere mennesker blir berørt				
NORD- AMERIKA	5 til 20 prosent økning i avkastningspotensial for avlinger Mindre romoppvarming og mer romkjøling		Omtrent 70 prosent økning i farlige ozondager		70 til 120 prosent økning i nedbrente skogområder i Canada 3 til 8 gangers økning i antall dager med hetebølger i enkelte byer
POLAR- STRØK	Arktiske permafrostområder reduseres med 20 til 35 prosent 10 til 15 prosent 15 til 25 prosent 30 til 50 prosent				10 til 50 prosent arktisk tundra erstattet av skog 15 til 25 prosent polarørken erstattet av tundra
MINDRE ØYER	Flere oversvømmelser i kyststrøk og skader på infrastrukturen som følge av havnivåstigning Fremmede arter koloniserer øyer ved midtre og høyere breddegrader Jordbrukstap opptil 5 prosent BNP i øyer med høyt terreng, opptil 20 prosent tap i øyer med lavt terreng				

Kilde: FNs klimapanel, 2007.

Tilpasning og mottiltak

Verken tilpasning til klimaendringer (reduksjon av de potensielle konsekvensene ved å endre omstendighetene, slik at de rammer mindre hardt), eller mottiltak (reduksjon av de potensielle konsekvensene ved å bremse selve prosessen) mot dem, kan alene sørge for at vi unngår alle konsekvensene av klimaendringene. De kan imidlertid utfylle hverandre og sammen redusere risikoene ved klimaendringer i betraktelig grad. Tilpasning er nødvendig både på kort og lengre sikt for at vi skal kunne håndtere konsekvenser av oppvarmingen som vil komme, også selv om vi gjør massive kutt i utslippene. Dette skyldes at utslippene av klimagasser fram til i dag fortsetter å varme opp klimaet, uavhengig av hvor mye verden fortsetter å slippe ut i framtida. Dette viste vi tidligere i heftet. Vi har imidlertid noen alternativer

til å påvirke hvor store de framtidige endringene, og virkningen av dem, vil bli.

Dersom ingenting blir gjort for å bremse klimaendringene, vil naturlige systemer, systemer som kontrolleres av mennesker og til og med menneskeskapte systemer sannsynligvis ikke være i stand til å tilpasse seg. Tidspunktet for når slike grenser blir nådd, vil variere mellom sektorene og regionene. Tidlige mottiltak gir anledning til å utvikle alternativer til utslippsintensiv infrastruktur som kan redusere klimaendringene, og dermed også redusere behovet for (og kostnadene ved) tilpasning. Stoler man på tilpasningen alene kan det til slutt medføre så store klimaendringer at en effektiv tilpasning ikke er mulig, eller kun vil være mulig med veldig høye sosiale, miljømessige og økonomiske kostnader.

Alternative mottiltak

Tiltak mot klimaendringer søker å forsinke eller redusere omfanget av dem. En forsinkelse av klimaendringsprosessene kan gjøre at vi unngår eller i det minste utsetter mange av konsekvensene. Dersom mengden CO₂-ekvivalenter i atmosfæren fordobles i forhold til før-industrielle nivåer, til rundt 550 ppm, sier FNs klimapanel at de globale gjennomsnittstemperaturene vil stige med minst 1,5 °C. Panelet kan ikke se bort fra muligheten for at de kan stige mer enn 4,5°C. De neste to eller tre tiårene vil være avgjørende for å kunne oppnå lavere stabiliseringsnivåer for klimagasser, dvs. for å stoppe økningen av klimagasskonsentrasjoner i atmosfæren. Dersom vi ikke lykkes i å treffe de nødvendige tiltak og investeringer, og reduksjonen av utslippene utsettes, øker faren for mer alvorlige konsekvenser relatert til klimaendringene. For å kunne stabilisere konsentrasjonen

av klimagasser i atmosfæren, må utslippene nå sitt høydepunkt og deretter avta. Jo lavere stabiliseringsnivå vi søker å oppnå, jo raskere må dette høydepunktet og den påfølgende reduksjonen finne sted.

For å kunne begrense den globale oppvarmingen til 2–2,4 °C (EU og andre land har en målsetting om 2°C, en temperaturøkning der man tror det fremdeles vil være mulig å tilpasse seg til konsekvensene med oppnåelig innsats og kostnader), vil høydepunktet for utslippene måtte nås mellom 2000 og 2015. Realiteten er at det i 2007 fant sted en rekordstor økning i globale CO₂-utslipp.

Økonomiske aktiviteter har et reelt potensial for tiltak mot utslipp av klimagasser i tiårene som kommer.

Slike aktiviteter kan begrense den forventede økningen i globale utslipp, eller til og med redusere dem til under dagens nivåer. Enkelte studier antyder alternative tiltak med nettogevinst. Mottiltakene kan med andre ord skape et positivt økonomisk resultat, for eksempel gjennom utvikling av ny teknologi eller reduserte energikostnader.

Det er beregnet at tiltak med nettogevinst allerede kan redusere de globale utslippene av CO₂-ekvivalenter med 6 gigatonn per år innen 2030. I dag ligger de globale utslippene fra fossilt brensel på omkring 27 Gt CO₂/år.

Det er på lignende måte stor enighet blant forskerne i FNs klimapanel, og mange beviser for, at alle sta-

biliseringsnivåer som er foreslått i tabellen nedenfor, kan oppnås, enten med eksisterende teknologi eller nye teknologier som vil være tilgjengelige i markedet i de nærmeste tiårene, dersom myndighetene etablerer passende rammebetingelser for utviklingen av dem.

Positive bivirkninger av tidlige mottiltak

Det finnes også et betydelig potensial for å oppnå en dobbel fordel fra tiltak for å motvirke klimaendringene. Det å redusere utslipp av klimagasser kan resultere i store og raske helsefordeler som følge av redusert luftforurensning. Dette kan også oppveie en betydelig del av kostnadene ved mottiltakene. Effektiv energibruk og bruk av fornybar energi byr på synergier med bærekraftig utvikling. I de minst utviklede landene kan

Stabiliseringsscenarioer

CO ₂ -konsentrasjon ved stabilisering ¹	CO ₂ -ekvivalent konsentrasjon ved stabilisering ²	Når vi må nå utslippstoppen (toppår) for så å redusere utslippene	Endring i globale CO ₂ -utslipp i 2050 (% av 2000-utslipp)	Global gjennomsnittstemperaturøkning over før-industrielt nivå ved likevekt i klimagasskonsentrasjonen	Global gjennomsnittlig havnivåstigning over før-industrielt nivå ved likevekt i klimagasskonsentrasjonen, kun fra termisk ekspansjon ³	Antall analyserte scenarioer
ppm	ppm	år	prosent	°C	meter	
350 - 400	445 - 490	2000 - 2015	-85 til -50	2,0 - 2,4	0,4 - 1,4	6
400 - 440	490 - 535	2000 - 2020	-60 til -30	2,4 - 2,8	0,5 - 1,7	18
440 - 485	535 - 590	2010 - 2030	-30 til +5	2,8 - 3,2	0,6 - 1,9	21
485 - 570	590 - 710	2020 - 2060	+10 til +60	3,2 - 4,0	0,6 - 2,4	118
570 - 660	710 - 855	2050 - 2080	+25 til +85	4,0 - 4,9	0,8 - 2,9	9
660 - 790	855 - 1130	2060 - 2090	+90 til +140	4,9 - 6,1	1,0 - 3,7	5

Merk: Den globale gjennomsnittstemperaturen når klimasystemet igjen er i balanse, er forskjellig fra den forventede globale gjennomsnittstemperaturen ved stabilisering av klimagasskonsentrasjonene, fordi klimasystemet endrer seg sakte. I de fleste analyserte scenarioene forventes konsentrasjonen av klimagasser å stabiliseres mellom 2100 og 2150.

- 1 - Den atmosfæriske CO₂-konsentrasjonen var på 379 ppm i 2005
- 2 - Den beste anslaget for total konsentrasjon av CO₂-ekvivalenter for alle klimahusgasser med lang levetid er på omtrent 455 ppm (2005-tall), mens den tilsvarende verdien inkludert nettovirkningen av alle menneskeskapte virkestoffer, er på 375 ppm CO₂-ekvivalenter
- 3 - Havnivåstigning gjenspeiler kun bidrag fra utvidelsen av havvannet når det blir varmere (termisk ekspansjon). Havet vil fortsette å stige i mange århundrer etter at konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren er stabilisert. En langvarig termisk ekspansjon vil ifølge prognosene resultere i 0,2 til 0,6 m stigning per grad gjennomsnittlig temperaturøkning (i celsius) over før-industrielle nivåer.

Kilde: IPCC, 2007

Mulige tiltak og strategier for å kutte i utslippene i dag og i morgen

	Strategier som er tilgjengelige i dag	Strategier som er tilgjengelige i morgen *
TRANSPORT	• hybrider og mer drivstoffeffektive kjøretøyer • renere dieselmotorer • biobrensel • skifte fra vei til bane og offentlig transport • sykling og gange • planlegging av arealbruk og transport	• andre generasjons biodrivstoff • mer effektive fly • avanserte el- og hybridkjøretøyer med kraftigere og mer pålitelige batterier
BYGNINGER	• mer effektiv utnyttelse • effektiv opplysning • forbedret isolering • bruk av dagslys • passiv og aktiv solardesign • alternative kjølevæsker • gjenvinning og gjenbruk av fluorerte gasser	• integrering av teknologi som "intelligente målere", som gir tilbakemeldinger og kontroll, i kommersielle bygg • nyttiggjøring av solceller i bygninger
INDUSTRI	• mer effektivt elektrisk utstyr • varme- og kraftgjenvinning • materialgjenvinning og -erstatning • kontroll av klimagassutslipp • et bredt spekter av prosessspesifikk produksjon	• avansert energieffektivitet • fangst og lagring av CO₂ for sement-, ammoniakk- og jernproduksjon • inerte elektroder for aluminium
JORDBRUK	• bedre avls- og beitemarksforvaltning for å øke karbonlagringen i jordsmonnet • restaurering av kultivert torvjord og forringet land • bedre risdyrkingsteknikker og buskaps- og gjødselforvaltning for å redusere metanutslippene • forbedret nitrogengjødsel	• bedre avkastning på avlingene
SKOGDRIFT	• skogplanting og -gjenplanting • reduksjon av avskoging • bedre forvaltning av skogressurser • bruk av trær til bioenergi for å erstatte fossilt brensel	• forbedring av treartene for å øke biomasseproduktiviteten og karbonbindingen • forbedret fjernmålingsteknologi for å analysere karbonbindingspotensialet i vegetasjon og jordsmonn, og kartlegge endringer i arealbruken
AVFALL	• gjenvinning av metan fra fyllplasser • avfallsforbrenning med energigjenvinning • kompostering av organisk avfall • kontrollert avløpsvannrensing • gjenvinning og minimalisering av avfall	• biodekning og biofiltre for å optimalisere metanoksideringen (slike teknologier forbedrer metanforbrenningen ved å minimere karbonutslippene).

* Forventes å være kommersielt tilgjengelig før 2030 ifølge FN's klimapanel.

for eksempel det å endre energikilden fra ved til sol redusere sykdoms- og dødstallene, gjennom å redusere innendørs luftforurensning, og minke arbeidsbyrden for kvinner og barn som må gå ut og sanke ved til brensel. I tillegg vil en slik overgang kutte i den ikke-bærekraftige bruken av brenselved og dermed også begrense avskogingen.

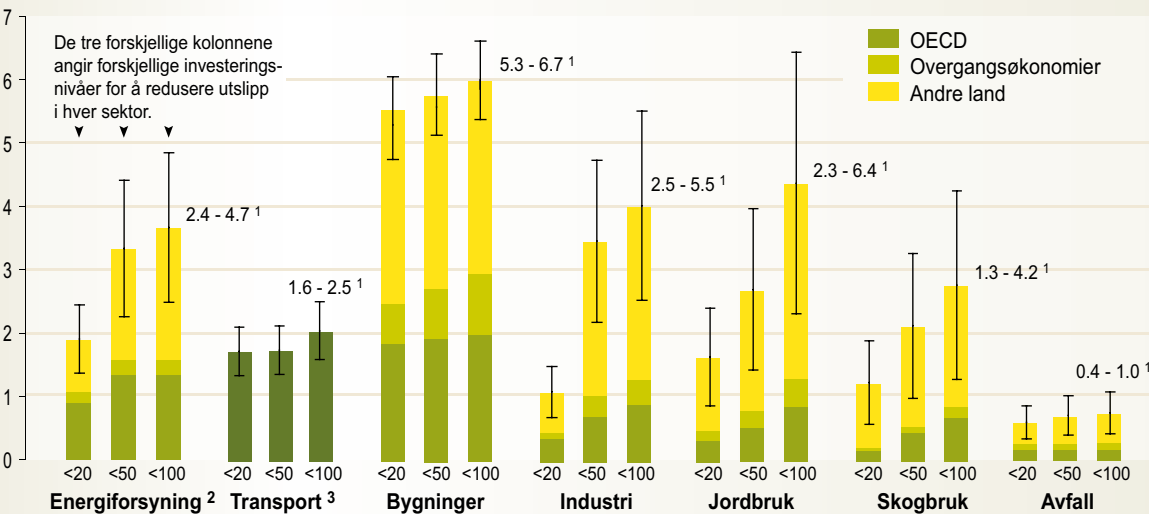
Hva politikk og livsstil har å si

Politikk som setter en virkelig eller beregnet pris på utslipp, kan skape insentiver for produsenter og forbrukere til å investere betraktelig i produkter, tekno-

logier og prosesser som slipper ut mindre klimagasser. Et effektivt signal om karbonpriser kan realisere et betraktelig motvirkningspotensial i alle sektorer. Modellstudier viser at dersom de globale utslippsprisene lå på 20–80 amerikanske dollar per tonn CO₂-ekvivalenter innen 2030, ville konsentrasjonene av klimagasser stabilisere seg på rundt 550 ppm CO₂-ekvivalenter innen 2100. Andre studier antyder at vi med utvikling av ny teknologi kan oppnå samme stabiliseringsnivå og samtidig redusere disse prisnivåene til 5–65 amerikanske dollar per tonn CO₂-ekvivalenter i 2030.

Økonomisk potensial for reduksjon av klimagassutslipp per sektor, i 2030

Gt av CO₂ ekvivalent per år



1. Totalt potensial i hver sektor med kostnad under USD 100 per tonn CO₂-ekvivalenter i mrd tonn CO₂-ekvivalenter per år

2. Elektrisitetsforbruk er inkludert i sluttbrukersektorer, ikke i energisektoren

3. Kun totalen for hele verden er vist ettersom flytrafikken er inkludert i transporten

Kilde: FNs klimapanel, 2007.

Det er stadig flere beviser for at avgjørelser innen makroøkonomisk politikk, for eksempel landbrukspolitikk, banklån til multilateral utvikling, forsikringspraksis, reformer i elektrisitetsmarkedet, energisikkerhet og skogbevaring, områder som som regel behandles atskilt fra klimapolitikken, kan redusere utslippene betraktelig. Politikk som ikke er direkte knyttet til klimaet, kan på lignende måte påvirke både evnen til tilpasning og sårbarheten.

Her følger noen generelle funn om politikkenes påvirkningskraft:

- **Integrering av klimapolitikk i en bredere utviklingspolitikk** gjør implementeringen av politikken enklere og hjelper til å overkomme barrierene.
- **Reguleringer og standarder** gir generelt noe større sikkerhet rundt utslippsnivåene. Reguleringer ved lov og standarder kan være å foretrekke når mangel på informasjon eller andre barrierer hindrer produsenter og forbrukere i å reagere på signaler om pris. De vil imidlertid normalt ikke framskaffe innovasjon og mer avansert teknologi.
- **Skatter og avgifter** kan sette en pris på utslipp av klimagasser, men kan ikke garantere et bestemt utslippsnivå. De kan være en effektiv måte å inkludere kostnadene ved utslipp av klimagasser i prisen på varer og tjenester.
- **Kvoter** (handel med utslippstillatelser) vil etablere en karbonpris. Mengden tillatte utslipp bestemmer hvor effektiv kvotereguleringen er for miljøet, mens fordelingen av kvoter får konsekvenser for distribueringen av utslippene. Flytende priser gjør det vanskelig å beregne den totale kostnaden ved tilpasning til utslippskvotene.
- **Økonomiske incentiver** (subsidiar og skattekre- ditt) brukes ofte av myndighetene for å stimulere utvikling og utbredelse av ny teknologi. Mens de økonomiske kostnadene generelt sett er høyere enn for alternativene ovenfor, er disse incentivene ofte avgjørende for å komme over barrierer.

- **Frivillige avtaler** mellom industrien og myndighetene er politisk attraktive, skaper bevissthet blant de involverte og har spilt en rolle i utviklingen i mange land. De fleste avtalene har ikke resultert i betydelige utslippsreduksjoner. I noen få land har imidlertid enkelte avtaler framskyndet bruken av den best tilgjengelige teknologien og ført til målbare reduksjoner i utslippene.
- **Informasjon** (for eksempel holdningskampanjer) kan virke positivt ved å promotere informerte valg og muligens bidra til atferdsendring, men noen virkning på utslippene er ennå ikke blitt målt.
- **Forskning, utvikling og demonstrasjon** kan stimulere teknologiske fremskritt, redusere kostnadene og bidra til fremskritt mot stabilisering av konsentrasjonene av klimagasser.

Her følger noen eksempler på hvordan man kan integrere arbeidet med klimaendringer i utviklingspolitikken for å oppmuntre til mottiltak:

- endringer i skatter og subsidier for å promotere en bærekraftig utvikling
- styringsprogrammer med krav om å redusere elektrisitetsforbruket og å kutte i overførings- og distribusjonstap
- overgang til større mangfold i energikilder, vridning bort fra oljeimport og reduksjon i energiforbruket
- fremskaffing av grønne incentiver i forsikring av bygninger og transport
- bruk av det internasjonale finanssystemets land- og sektorstrategier og prosjektlån på en måte som reduserer utslippene (for eksempel ved å favorisere lite energikrevende investeringer).

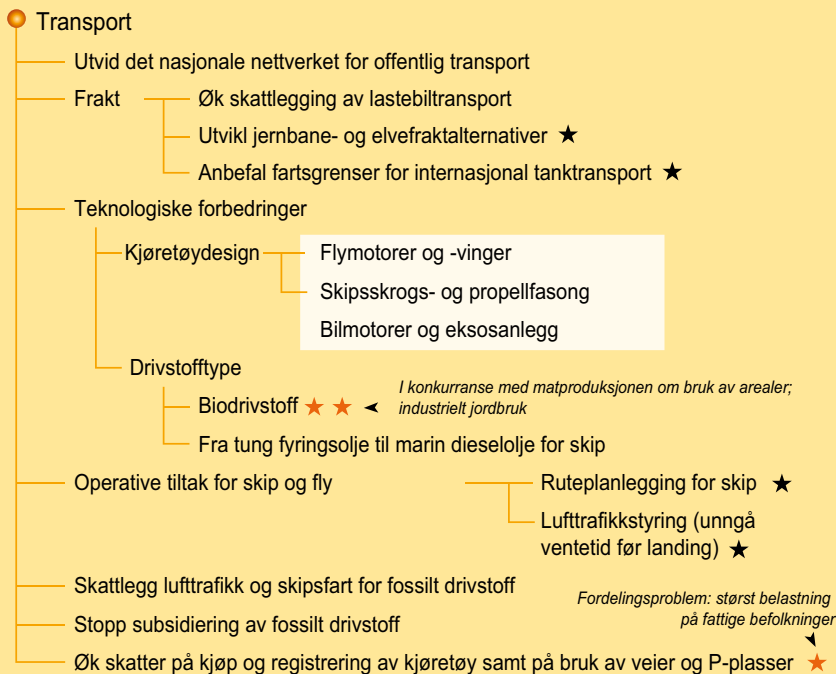
Endringer i livsstil og atferdsmønstre kan i stor grad bidra til å motvirke klimaendringer. Ledelsespraksis kan også spille en positiv rolle. Eksempler her er endringer i forbruksmønstre, utdanning og opplæring, endringer i beboeratferd, håndtering av transportbehov og styringsverktøy i industrien.



Problemet med atomavfallsagring ikke løst; gjenværende risiko for atomulykker; urangruvedrift er ikke ren

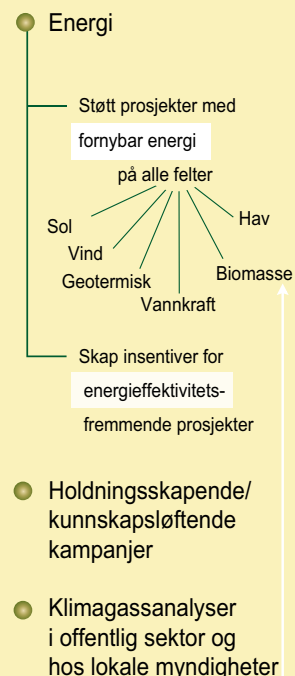
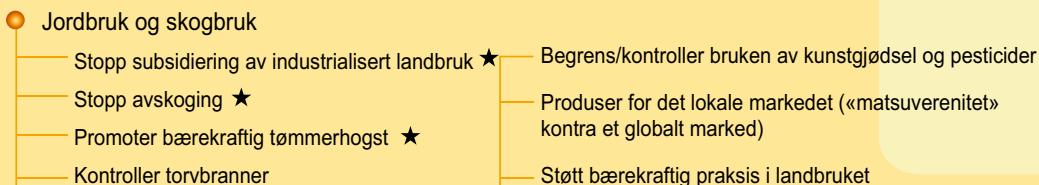
- Gjennomfør tydelige prioriteringer av forskning og utvikling (FoU)
- Øremerkede midler

>> Tekstboksene indikerer områder det bør forskes på.



I konkurranse med matproduksjonen om bruk av arealer; industrielt jordbruk

Forordningsproblem: størst belastning på fattige befolkninger



- Ratifiser og implementer Kyoto-avtalen
 - > Forplikt dere til å redusere nasjonale utslipp
 - Iverksett nasjonale reduksjonsmål
 - Delta i internasjonale koordineringsprogrammer for å redusere utslipp (i transport, industri osv.) ★
 - Kompenser for uungåelige utslipp ★
 - Plant trær (synkende karbonnivå) ★
 - Finansier prosjekter i ikke-Annex I-land under Den grønne utviklingsmekanismen (CDM)

Vegetasjonens karbonbindingskapasitet vil nå sitt høydepunkt i løpet av noen få tiår

Politiske alternativer

- ★ Kontroversielt
- ★ Trenger internasjonal koordinering

Prioritering av lokale nettverk og spredning av energikilder

Små kjeder for produksjon, forbruk, avfallshåndtering...

Kombiner alle lokale muligheter for rene energikilder

- Bygg og anlegg
 - Etabler bærekraftskriterier for bygninger
 - Subsidier bygging av lavenergibyggninger
 - Subsidier isolering av eksisterende bygninger
 - Promoter lokale og økologiske byggematerialer
 - Sett opp offentlige bygninger som gode eksempler
- Avfallshåndtering
 - Politikk som gir «mindre avfall»
 - Støtt **økodesign**prosjekter (enkel demontering og gjenvinning)
 - Støtt returkampanjer
 - Organiser sortering og gjenvinning av avfall
 - Energigjenvinning fra avfall
 - Til bygningsvarme
 - Til industriprosesser

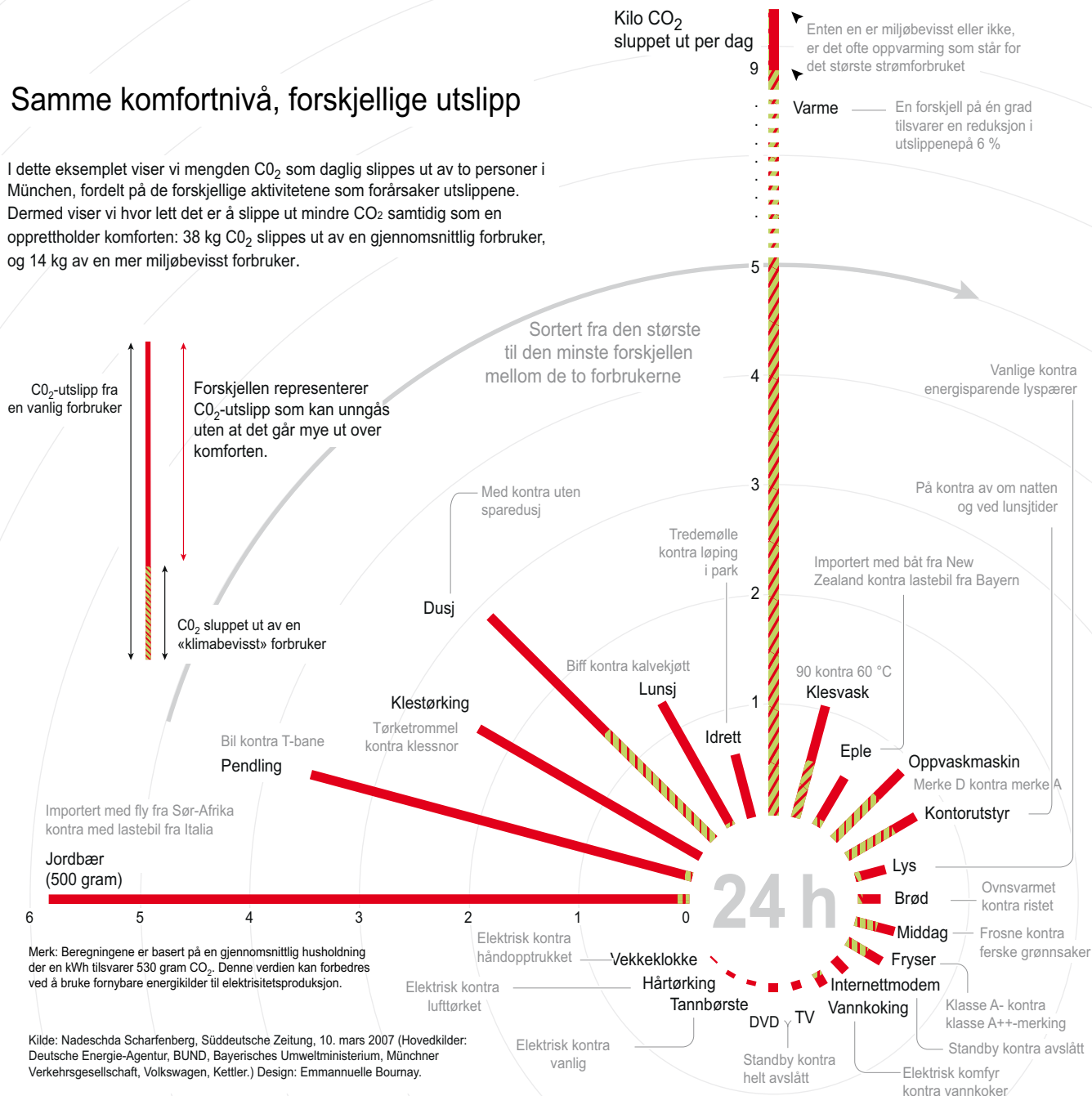
Lokalt/bynivå

- Byplanlegging
 - Begrens bymessig spredning
 - Subsidier boligbygg i bysentra
 - Subsidier oppussing av ubrukte eller helsefarlige bygninger i bysentra
 - Begrens eiendomsspekulering i bysentra
 - Høy arealbeskatning for ikke-boliger (særlig kontorlokaler)
 - Bruk kommunal eller statlig forkjøpsrett til å anskaffe arealer eller bygninger i bysentra, for øremerking til rimelige boliger
 - Nedsett dette målet i offisielle dokumenter for byplanlegging
 - Kontroller og begrens bruken av biler i bysentra
 - Lag fotgjengersoner
 - Lag sykkelfelt og parker
 - Bygg P-plasser i utkanten av byene, nær offentlige trafikkknutepunkter
 - Gjør fortau brede, slik at det blir lett for alle å bruke dem (rullestolbrukere, fotgjengere osv.)
 - Desentraliser og lag flere offentlige servicekontorer (reduser reisebehovet)
- Offentlig transport
 - Utvid det offentlige transportnettverket
 - Oppretthold en pålitelig, regelmessig tjeneste (rutetabeller, punktlighet)
 - Gjør det rimelig (subsidier, reduserte priser)
 - Gjør det brukervennlig for alle (personer med funksjonsnedsettelse, fotgjengere osv.)

Kilde: Emmanuelle Bournay, UNEP/GRID-Arendal, inspirert av rapporten «Mitigation of Climate Change», arbeidsgruppe III, fjerde hovedrapport fra FNs klimapanel, 2007.

Samme komfortnivå, forskjellige utslipp

I dette eksemplet viser vi mengden CO₂ som daglig slippes ut av to personer i München, fordelt på de forskjellige aktivitetene som forårsaker utslippene. Dermed viser vi hvor lett det er å slippe ut mindre CO₂ samtidig som en opprettholder komforten: 38 kg CO₂ slippes ut av en gjennomsnittlig forbruker, og 14 kg av en mer miljøbevisst forbruker.



Tilpasningsalternativer

Det finnes en lang rekke alternativer for hvordan vi kan tilpasse oss et klima i endring, men det er behov for mer tilpasning enn den som finner sted i dag for å redusere sårbarheten. Både mennesker, andre arter, fysiske funksjoner og naturlige prosesser er sårbare overfor virkningen av klimaendringer, men i svært varierende grad. Sårbarheten kan forsterkes av andre belastninger, for eksempel fattigdom, matmangel, globaliseringstendenser, konflikter og sykdommer som hiv/aids. Evnen til å tilpasse seg konsekvensene ved et varmere klima, og dermed til å redusere sårbarheten, er svært avhengig av den sosiale og økonomiske utviklingen, og er ujevnt fordelt både innenfor og mellom ulike samfunn. Men selv samfunn med høy tilpasningsevne forblir sårbare for klimaendringer, variasjoner og ekstreme situasjoner. En varmebølge førte for eksempel til høy dødelighet i europeiske byer i 2003 (særlig blant de eldre), og orkanen Katrina medførte store menneskelige og økonomiske kostnader i USA i 2005.

Mens vi vet lite om kostnadene og fordelene ved tilpasning på globalt nivå, øker antall regionale og prosjektbaserte studier av konsekvenser for spesifikke sektorer som landbruk, kraftbehov for oppvarming og kjøling, vannressursstyring og infrastruktur. Disse studiene viser at det finnes gode tilpasningsalternativer tilgjengelig til lave kostnader og/eller med høye fordels-/kostnadsrater. Forskning antyder også at kost-

nadene ved tidlig tilpasning er mindre enn kostnadene ved å måtte endre etablert infrastruktur senere.

Her er noen eksempler på tilpasningsstrategier:

- **vann:** mer regnvannhøsting, vannlagring og -konservering, gjenbruk av vann, avsalting, mer effektiv bruk av overrislingsvann
- **jordbruk:** endring av tidspunkt for planting, varierte avlinger, flytting av avlinger, bedre forvaltning av land (for eksempel erosjonskontroll og beskyttelse av jordsmonnet gjennom planting av trær)
- **infrastruktur:** flytting av mennesker, bygging av voller og barrierer for stormflo, forsterking av sanddyner, oppretting av sumper og våtmark som buffere mot stigende havnivåer og oversvømmelser
- **folkehelsen:** handlingsplaner for å håndtere trusler fra ekstrem varme, akuttmedisinske tjenester, bedre klimasensitiv sykdomsovervåkning og -kontroll, sikker tilgang til vann og bedre hygiene
- **turisme:** spre inntektsgrunnlaget ved å satse på ulike typer attraksjoner, flytting av skitrekk til høyere breddegrader, kunstsneproduksjon
- **transport:** omgjøring og flytting av ruter, utvikling av veier, jernbane og annet transportutstyr for å kunne takle oppvarming og drenering
- **energi:** styrking av hovedledninger og distribusjonsnettverk, plassering av en del kabler under jorden, energieffektivitet og fornybar energi, mindre avhengighet av enkeltstående kraftkilder.

Potensial ved internasjonalt og regionalt samarbeid

FNs klimakonvensjon (UNFCCC) og Kyotoprotokollen under UNFCCC har gitt merkbare resultater i arbeidet med å håndtere utfordringene som klimaendringene gir menneskeheten. Etablering av en global reaksjon på klimaendringsproblemet, stimulering av politikken til en rekke nasjoner, opprettelsen av et internasjonalt karbonmarked og etableringen av nye institusjonelle mekanismer kan danne grunnlaget for framtidig innsats for å motvirke klimaendringene. Men for å bli mer effektive

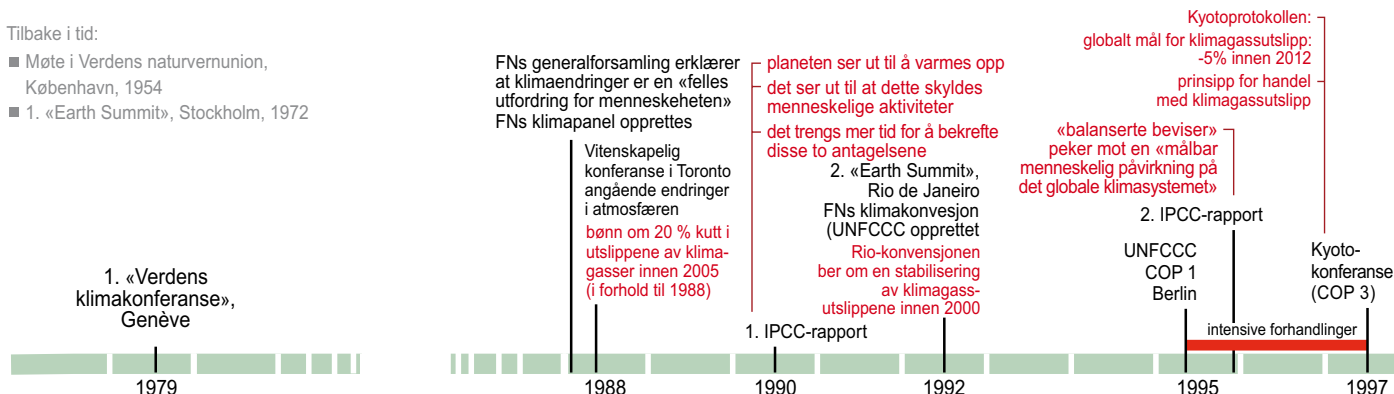
for miljøet, må framtidige tiltak sørge for reduksjoner som dekker en større andel av de globale utslippene.

Internasjonalt samarbeid gir flere alternativer for å oppnå en reduksjon i de globale klimagassutslippene. Vellykkede avtaler har en tendens til både å være virkningsfulle for miljøet og kostnadseffektive, samtidig som de gjenspeiler behovet for likhet og er institusjonelt oppnåelige.

Klimaforhandlinger opp gjennom tidene

Tilbake i tid:

- Møte i Verdens naturvernunion, København, 1954
- 1. «Earth Summit», Stockholm, 1972



Kilder: UNFCCC, FNs klimapanel, Greenpeace. Første gang publisert i: GRID-Arendal, Vital Climate Graphics, 2005

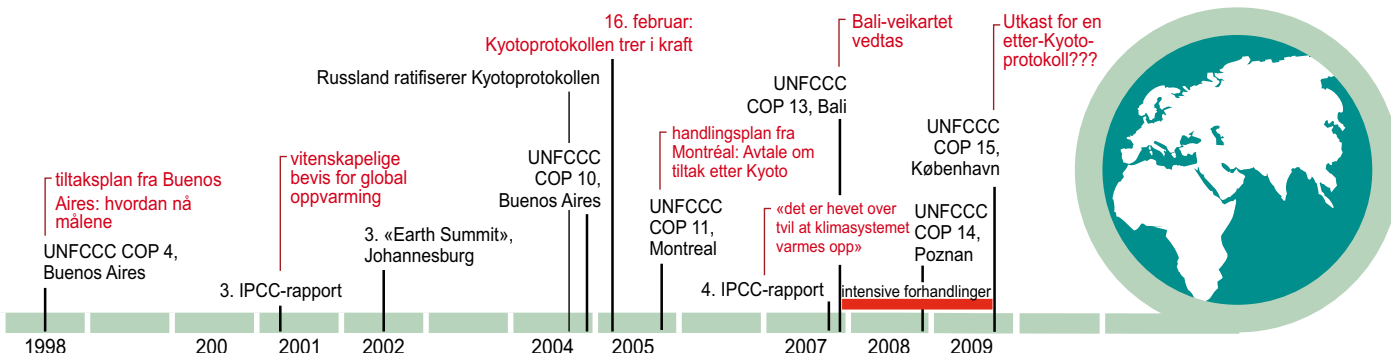
Begrensningene ved tilpasning og mottiltak

Når konsentrasjonene av klimagasser har stabilisert seg, forventes det at hastigheten på den globale gjennomsnittlige temperaturøkningen vil bremse opp i løpet av noen få årtier. Men det er fortsatt forventet mindre temperaturøkninger over flere århundrer. Havnivåstigningen vil, med en gradvis oppbremsing, fortsette i mange århundrer. Dette er en følge av at havvannet fortsetter å utvide seg når havene fortsetter å absorbere varme (termisk ekspansjon). Resultatet vil bli en havnivåstigning som er mye større enn prognosene tilsier for det 21. århundre. Selv om klimagass- og aerosolkonsentrasjonene hadde stabilisert seg på 2000-nivå, ville den termiske ekspansjonen alene kunne forventes å medføre en videre havnivåstigning på 0,3 til 0,8 m.

Dette eksemplet viser hvor viktig det er at vi tar tregheten i både klimatiske og sosioøkonomiske systemer i

betraktning når vi vurderer tiltak for å redusere hastigheten, omfanget og virkningene av klimaendringene.

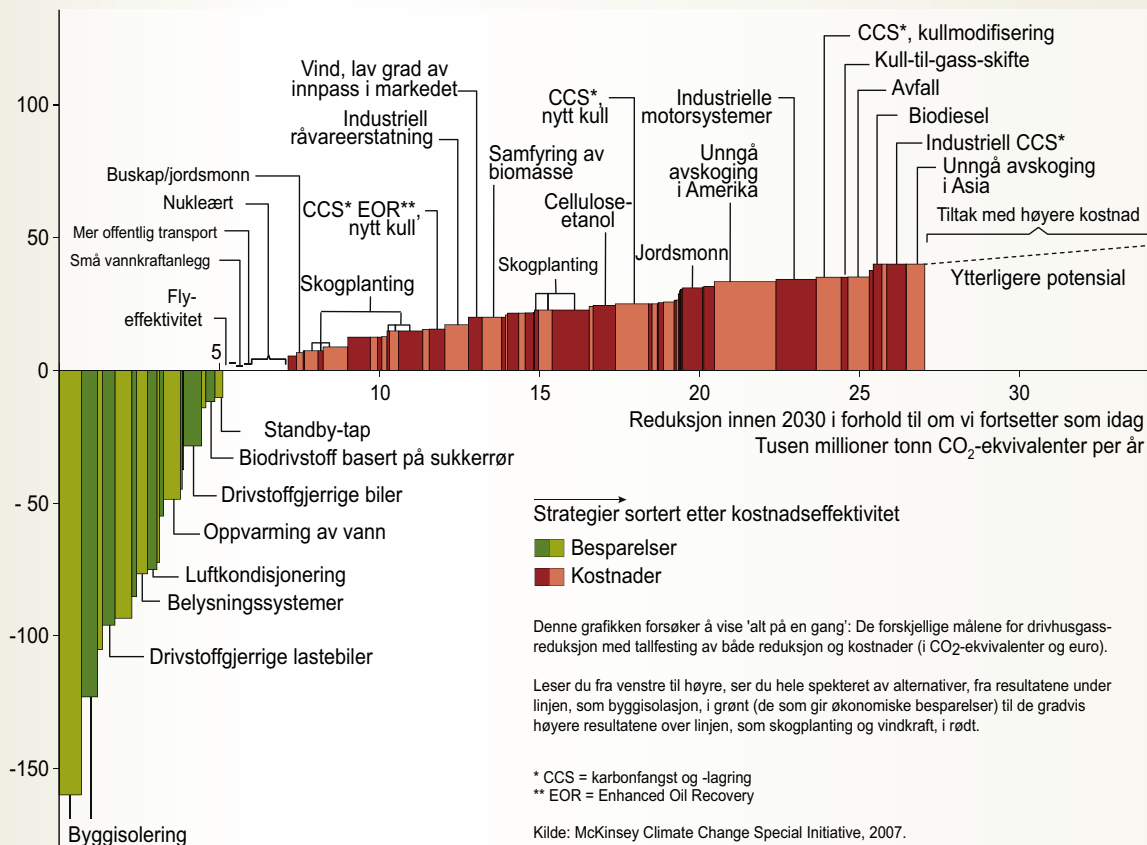
I enkelte tilfeller vil tilpasning være fåfengt, som i naturlige økosystemer (for eksempel ved tap av isen i Arktis og marine økosystemers levedyktighet), når isbreer i fjellområder som spiller en viktig rolle for vannlagring og vannforsyning forsvinner, eller ved tilpasning til en havnivåstigning på flere meter. Tilpasninger vil være vanskelige å oppnå, eller svært kostbare, for de klimaendringene som er forutsagt utover de neste få årtiene (som for deltaer og elvemunninger). FNs klimapanel har funnet at mange økosystemers evne til naturlig tilpasning vil overgå i dette århundret. I tillegg er det mange barrierer og vanskeligheter knyttet til effektiv tilpasning i menneskelagde systemer



Kostnader ved konsekvenser, mottiltak og langsiktige stabiliseringsmålsettinger

Alternative tiltak mot klimaendringer
Global kostnadskurve for klimagassreducerende tiltak

Kostnader ved å redusere klimagassutslippene innen 2030
Euro per tonn CO₂-ekvivalenter unngått per år



Jo større utslippskutt vi foretar, jo mer vil det vanligvis koste. Det er enighet om at de globale gjennomsnittlige kostnadene ved tiltak som bidrar til å stabilisere konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren på mellom 445 og 710 ppm CO₂-ekvivalenter i 2050, vil tilsvare mellom 1 prosent økning og 5,5 prosent reduksjon i globalt brutto nasjonalprodukt (BNP). Det tilsvarer å bremse den gjennomsnittlige årlige globale BNP-veksten med mindre enn 0,12 prosentpoeng, et tall som er mye mindre enn den årlige variasjonen i BNP i dag. For et ambisiøst mål om å stabilisere nivået av klimagasser i atmosfæren på mellom 445 og 535 ppm CO₂-ekvivalenter, vil de totale kostnadene ved de nødvendige tiltakene bety at den samlede globale økningen i BNP fra år 2000 til år 2030 blir redusert med 3 prosent.

En økning i globale gjennomsnittstemperaturer på mindre enn 1–3 °C over 1980–1999-nivå, vil ifølge prognosene skape markedsfordeler på enkelte steder og i enkelte sektorer, mens de samtidig vil medføre kostnader andre steder og i andre sektorer. Globale gjennomsnittstap kan være på 1–5 prosent av BNP ved 4 °C oppvarming, men regionale tap kan bli betydelig høyere. Den sosiale kostnaden av karbondioksid er prisen på skader fra klimaendringer som hoper seg opp på verdensbasis. Kostnaden ble beregnet til 12 amerikanske dollar per tonn CO₂ for 2005, og den vil ifølge prognosene øke over tid. Ettersom disse anslagene ikke inkluderer ikke-kvantifiserbare konsekvenser, kan de undervurdere de reelle nettokostnadene.

En vurdering av kostnadene ved mottiltak opp mot fordelene (det vil si, mot konsekvenser vi unngår), gjør det ennå ikke mulig for oss å fastslå et stabiliseringsnivå der fordelene overstiger kostnadene

Bærekraftig utvikling, miljøvern og klimaendringer

Klimaendringer kan hemme nasjoners evne til å oppnå bærekraftig utvikling. Det er «meget sannsynlig» at klimaendringene kan bremse hastigheten på framskrittene mot bærekraftig utvikling, enten direkte gjennom økt eksponering for ugunstige virkninger, eller indirekte gjennom at tilpasningsevnen svekkes. I løpet av det neste halve århundret kan klimaendringene hindre muligheten til å oppnå FNs tusenårsmål (Millenium Development Goals). Klimaendringene vil på alle nivåer virke sammen med andre trender knyttet til globale miljø- og naturressursproblemer, inkludert vann-, jordsmonn- og luftforurensning, helsefarer, risiko for katastrofer og avskoging. De samlede konsekvensene kan bli forverret om vi ikke setter inn integrerte tiltak og tilpasningstiltak.

På den annen side kan tiltak mot klimaendringene skape synergier og forhindre konflikter med andre sider ved bærekraftig utvikling. Forbedret energieffektivitet og utvikling av fornybar energi kan for eksempel forbedre energisikkerheten og redusere den lokale forurensningen. Mindre avskoging vil være en fordel for det biologiske mangfoldet, og med skogplanting kan en gjenopprette utarmet jord, håndtere vannavrenning og styrke økonomien i rurale strøk, forutsatt at skogplantingen ikke konkurrerer med matvareproduksjon.

Metoder som fremmer bærekraftige utvikling, kan både forsterke evnen til tilpasning og mottiltak mot klimaendringene, og redusere sårbarheten for klimaendringene.

Viktige sårbare områder, konsekvenser og risikoer – langsiktige perspektiver

Denne delen gir en kortfattet presentasjon av de viktigste temaene knyttet til klimaendringer, og sammenligner nye funn med kunnskapen i tredje hovedrapport, som identifiserte fem «grunner til bekymring» i 2001.

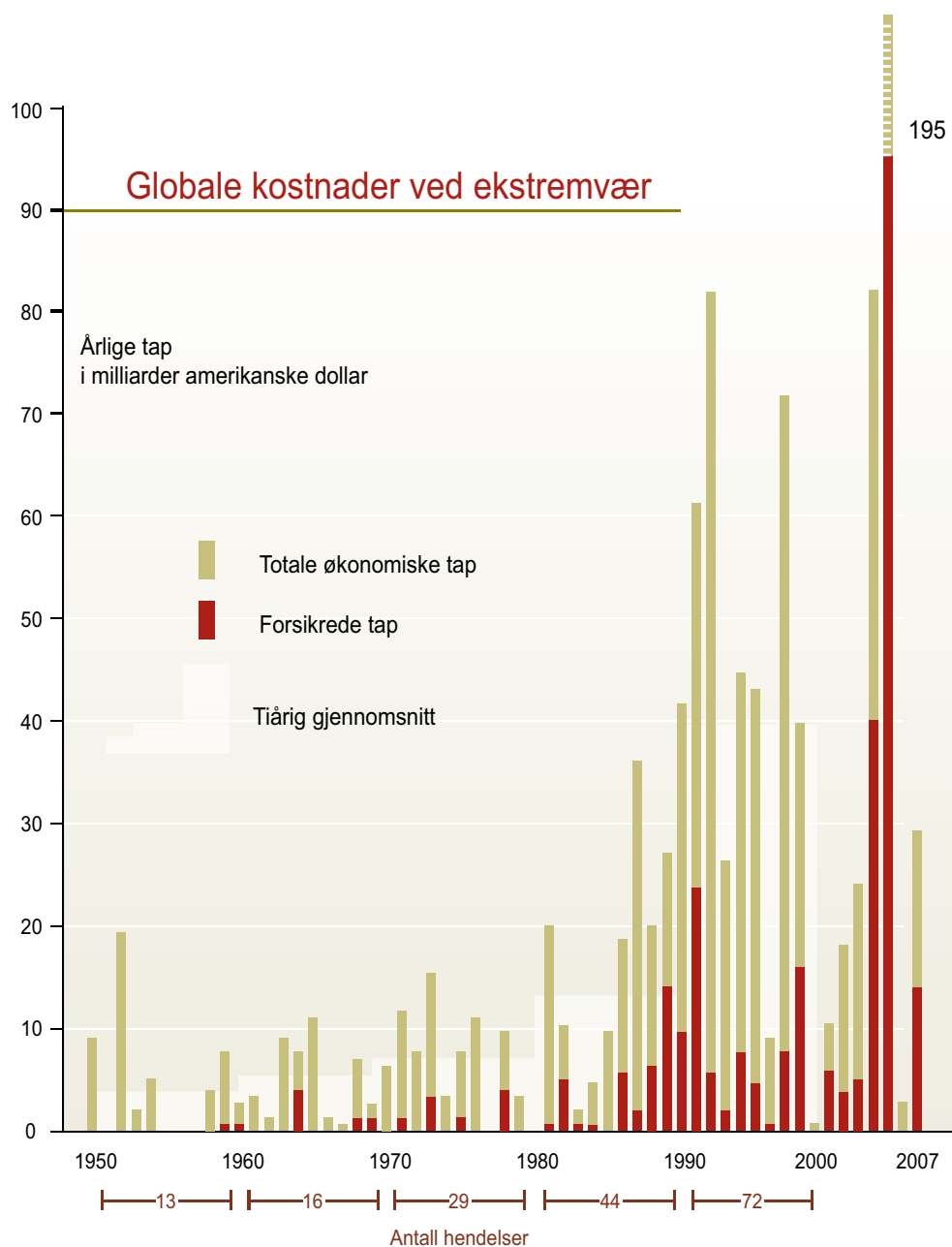
I den fjerde hovedrapporten bedømmer FNs klimapanel «grunnene til bekymring» til å være sterkere enn tidligere. Mange risikoer er identifisert med høyere grad av sikkerhet. Prognosene tilsier at enkelte risikoer vil være større eller inntreffe ved lavere temperaturøkninger. Forståelsen av sammenhengen mellom konsekvenser (grunnlaget for «grunner til bekymring») og sårbarhet (som inkluderer (manglende) evne til å tilpasse seg konsekvensene) er blitt bedre. Dette skyldes mer presis identifisering av omstendighetene som gjør systemer, sektorer og regioner spesielt sårbare, samt flere beviser for risikoen for svært store konsekvenser over en periode på flere århundrer.

Risikoer for unike og truede systemer. Det foreligger nye og sterkere beviser på *observerte* konsekvenser av klimaendringer på unike og sårbare systemer (som samfunn og økosystemer i polarstrøk og høye

fjellområder), der de ugunstige konsekvensene øker etter hvert som temperaturen stiger. Prognosene som tilsier en økt risiko for utryddelse av arter og skader på korallrev etter hvert som temperaturen stiger, har høyere grad av sikkerhet enn i tredje hovedrapport.

Risiko for ekstremvær. Reaksjonene på enkelte nylige ekstreme værhendelser avslører høyere grad av sårbarhet både i utviklingsland og industriland enn det som ble vurdert i tredje hovedrapport. Det er nå høyere grad av sikkerhet knyttet til den forutsagte økningen i tørkeperioder, varmebølger og flommer.

Fordeling av konsekvenser og sårbarheter. Det er store forskjeller på tvers av regionene, og de som står svakest økonomisk, er ofte mest sårbare for klimaendringer. Det er også de som oftest er mest utsatt for klimarelaterte skader, særlig når de utsettes for flere belastninger på én gang. Det er økende bevis for større sårbarhet hos spesifikke grupper, som fattige og eldre. Dette gjelder ikke bare i utviklingsland, men også i industriland. Det er større grad av sikkerhet i prognosene for regionale klimaendringsmønstre og i



Kilde: Münchener Rück, Geo Risks Research, NatCatSERVICE, 2008

prognosene for regionale konsekvenser, noe som gir bedre identifisering av sårbare systemer, sektorer og regioner. Det er dessuten økende beviser for at områder på lavere breddegrader og mindre utviklede områder generelt er utsatt for større risiko, for eksempel i tørre områder og kjempedeltaer. Nye studier bekrefter at Afrika er et av de mest sårbare kontinentene. Dette skyldes omfanget av konsekvenser, flere belastninger og dårlig tilpasningsevne. Det finnes prognoser om omfattende risikoer ved stigende havnivåer, spesielt for asiatiske kjempedeltaer og for små øysamfunn.

Samlede konsekvenser. Sammenlignet med tredje hovedrapport tilsier prognosene at de tidlige markedsfordelene ved klimaendringene vil nå sitt høydepunkt ved en lavere temperatur, og derfor tidligere enn det som ble vurdert da rapporten kom i 2001. Men økonomien er ikke den eneste måten å kvantifisere konsekvensene av klimaendringer på: I løpet av neste århundre vil klimaendringer sannsynligvis påvirke hundrevis av millioner mennesker gjennom flere over-

svømmelser ved kysten, redusert tilgang til vann, økt feilernæring og større konsekvenser for helsen.

Risikoer for singulariteter (unike hendelser) i stor skala. Det er meget usannsynlig at vi vil oppleve plutselige endringer i havstrømmene i løpet av dette århundret. Global oppvarming over flere århundrer vil medføre at termisk ekspansjon (utvidelse av havvann som blir varmere) alene skaper et stigende havnivå. Ifølge prognosene vil denne havnivåstigningen være mye større enn den som er observert i det 20. århundre. Resultatet vil være tap av kystområder og tilknyttede konsekvenser. Det er større forståelse enn i tredje hovedrapport for at risikoen for ytterligere bidrag til havnivåstigning både fra Grønland og muligens isdekket i Antarktis, kan bli større enn innlandsismodeller har forutsagt, og at dette kan skje over flere århundrer. Dette skyldes at isbevegelser man har sett i nyere observasjoner, men som ikke er tatt med i modellene som er analysert i fjerde hovedrapport, kan øke graden av istap

Forkortelser og akronymer

AR4	FNs klimapanelers fjerde hovedrapport, publisert i 2007
CO₂-ekv	karbondioksidekvivalent, brukt som mål for utslipp (normalt i Gt CO ₂ -ekv) eller konsentrasjon (vanligvis i ppm CO ₂ -ekv) av klimagasser
Gigatonn	en milliard (et tusen millioner eller 10 ⁹) tonn
GHG	klimagasser. De seks gassene som er begrenset av Kyoto-protokollen er: karbondioksid (CO ₂), metan (CH ₄), lystgass (N ₂ O), svovelheksafluorid (SF ₆), HFK-er (hydrofluorkarboner), PFK-er (perfluorkarboner)
Gt CO₂	gigatonn (metrisk) karbondioksid
GWP	globalt oppvarmingspotensial, den kombinerte virkningen av hvor lenge drivhusgassene forblir i atmosfæren, og hvor effektive de er til å binde varme mens de er der
IPCC	FNs klimapanel
ppm	deler per million (som et mål på mengde klimagasser i atmosfæren)
TAR	FNs klimapanelers tredje hovedrapport, publisert i 2001
UNFCCC	FNs klimakonvensjon (UN Framework Convention on Climate Change), www.unfccc.int

Ordliste

Aerosol

En samling svært små luftbårne faste eller flytende partikler, enten naturlig forekommende eller menneskeskapte, som kan påvirke klimaet på flere måter.

Antropogen

Menneskeskapt, til forskjell fra naturlige aktiviteter.

Karbonfangst

Også kjent som karbonsekvistrering: en teknologi for binding av CO₂-utslipp, for senere lagring i underjordiske eller undersjøiske formasjoner.

Karbonkretsløp

Karbonets ferd gjennom atmosfære, hav, på land og i fjell.

CO₂-ekvivalens

En metode for å måle klimagassenes virkning i en standard form. Fordi de har varierende evne til å binde varme i atmosfæren og oppholdstid i atmosfæren, uttrykkes virkningen av de enkelte gassene ved hjelp av en tilsvarende mengde karbondioksid.

F-gasser

Tre av de seks klimagassene eller grupper av gasser som er begrenset av Kyotoprotokollen: hydrofluorkarboner, perfluorkarboner og svovelheksafluorid

Tilbakekoblinger

En vekselvirkning mellom prosesser i klimasystemet, der resultatet av en innledende prosess utløser endringer i en annen prosess, som i sin tur påvirker den første. En positiv tilbakekobling

forsterker den opprinnelige prosessen, mens en negativ tilbakekobling reduserer den.

Meridional omveltningssirkulasjon

En forflytning av vann fra nord til sør i stor skala. I Atlanterhavet bærer en slik sirkulasjon relativt varmt vann nær overflaten nordover, og relativt kaldt dypvann sørover. Golfstrømmen er en del av denne atlanterhavssirkulasjonen.

Potensial for utslippsreduksjoner

Mulige reduksjoner ved tiltak mot klimaendringer som så langt ikke er iverksatt. Markedsavhengig potensial er basert på private kostnader; økonomisk potensial tar hensyn til sosiale faktorer; teknisk potensial er reduksjoner som er mulige ved bruk av en teknologi eller prosess som allerede er utprøvd.

Strålingspådriv

Endring (i forhold til år 1750, som regnes som begynnelsen på den industrielle revolusjon) i forskjellen mellom mengden varme som går inn i atmosfæren og mengden som forlater den. Et positivt pådriv har en tendens til å varme opp jorden, mens en negativ kjøler den ned.

Scenario

En plausibel og ofte forenklet beskrivelse av hvordan fremtiden kan utvikle seg, basert på en sammenhengende og innbyrdes konsekvent serie antagelser: En serie arbeidshypoteser om hvordan samfunnet vil utvikle seg, og hva dette vil bety for klimaet.

Singularitet

Noe singulært, særegent, spesielt, unormalt eller uvanlig.

www.unep.org

United Nations Environment Programme
P.O. Box 30552 - 00100 Nairobi, Kenya
Tel.: +254 20 762 1234
Fax: +254 20 762 3927
e-mail: uneppub@unep.org
www.unep.org



ISBN: 978-82-7701-057-1