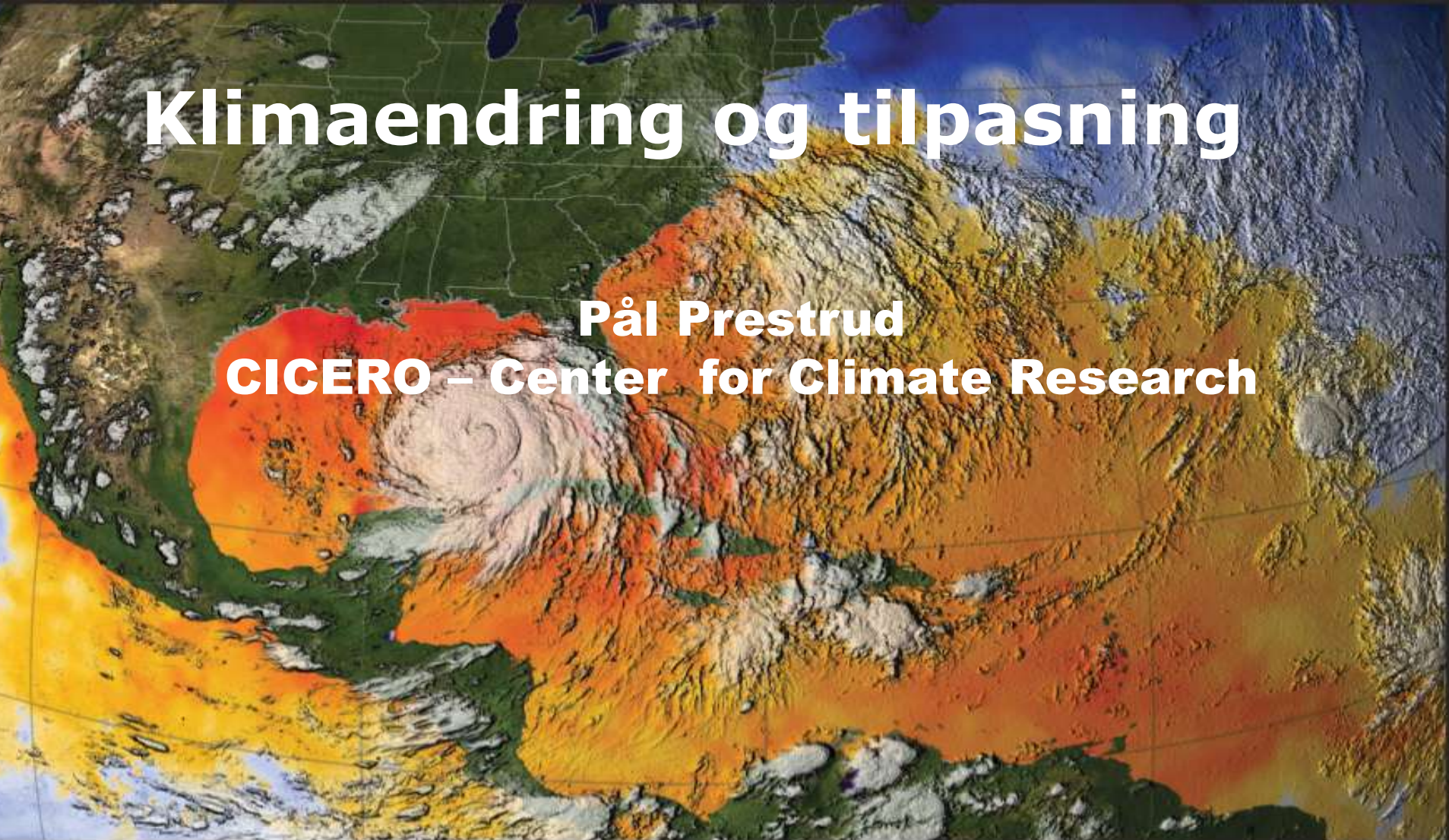


Klimaendring og tilpasning

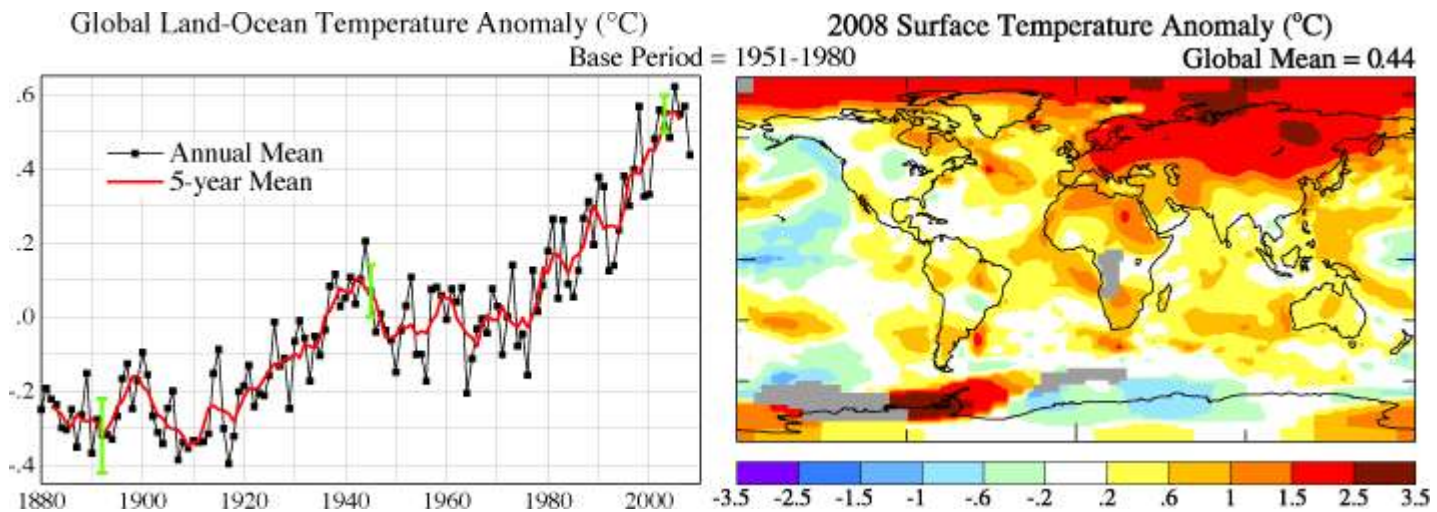
Pål Prestrud
CICERO – Center for Climate Research



Hurricane Katrina Passing over the Gulf of Mexico

This map shows the three-day average of sea-surface temperatures from August 25, 2005, through August 27, 2005, and Hurricane

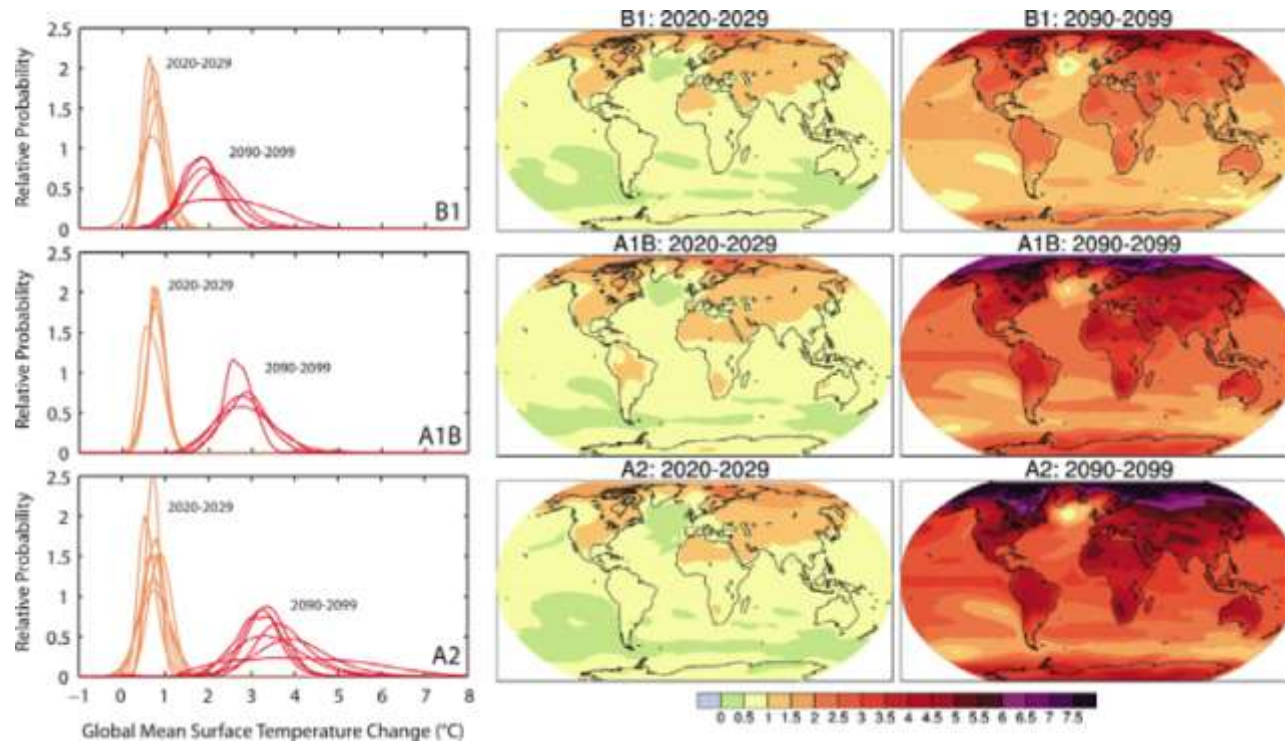
Global temperaturendring (venstre) og i 2008 (høyre) relativt til basisperioden 1951-1980



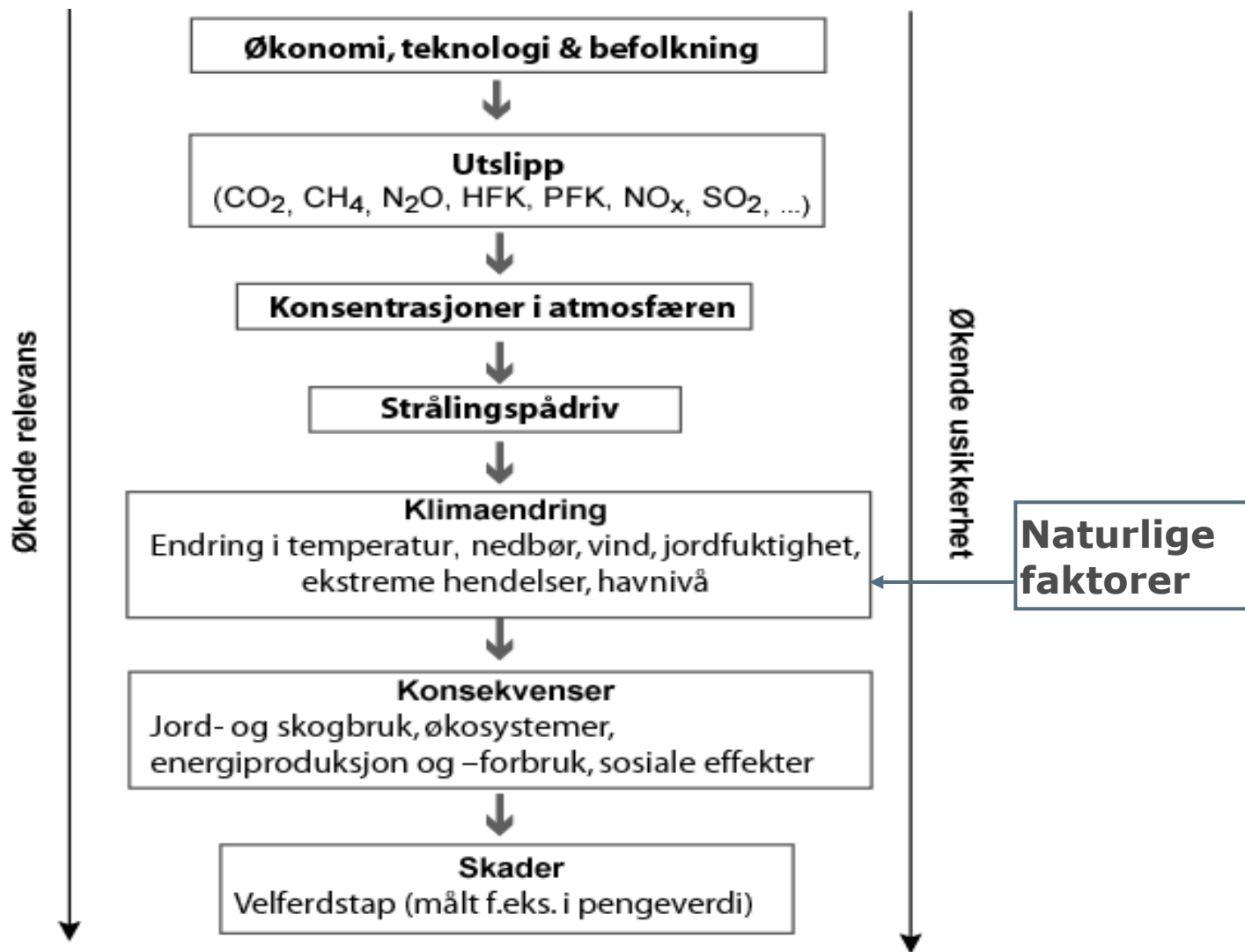
De 5 varmeste årene siden 1890: 2005, 1998, 2002, 2003, 2004

Source: Hansen et al. 2009, GISS/NASA report

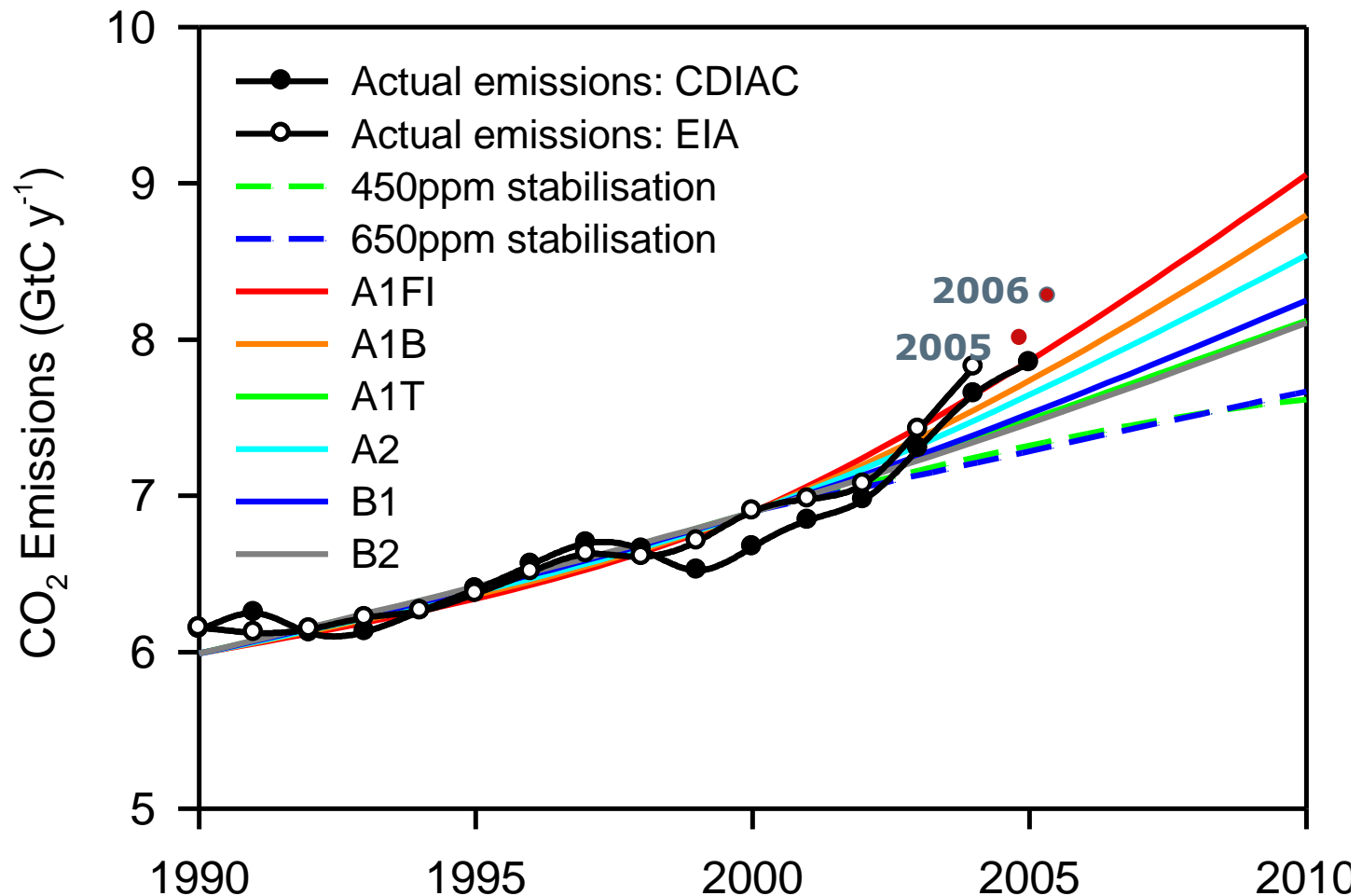
Forventet oppvarming i 2030 og 2100 (IPCC 2007)



Utviklingen av klimascenarier



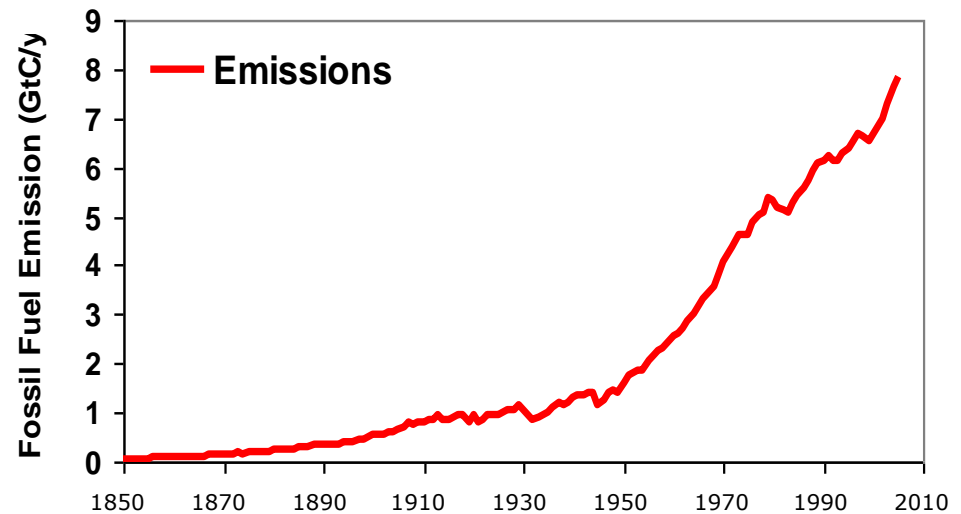
Nåværende utslipp av CO₂ sammenliknet med IPCCs utslippsscenarioer (Raupach et al. 2007, PNAS; Canadell et al. 2007, PNAS)



CO2-utslipp fra fossile klider og sement



2007 Fossil Fuel: **8.5 GtC**



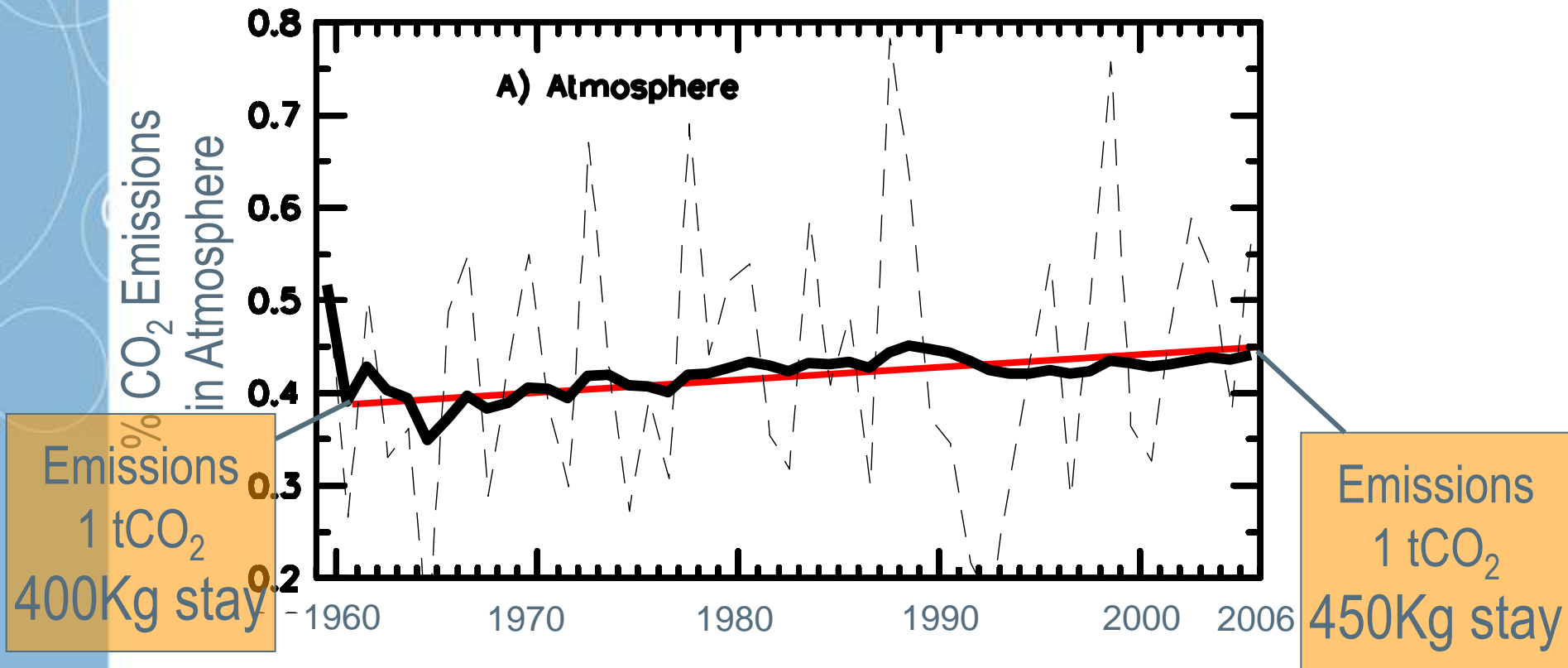
1990 - 1999: **0.9%** per år

2000 - 2007: **3.5%** per år

Data Source: G. Marland, T.A. Boden, R.J. Andres, and J. Gregg at CDIAC

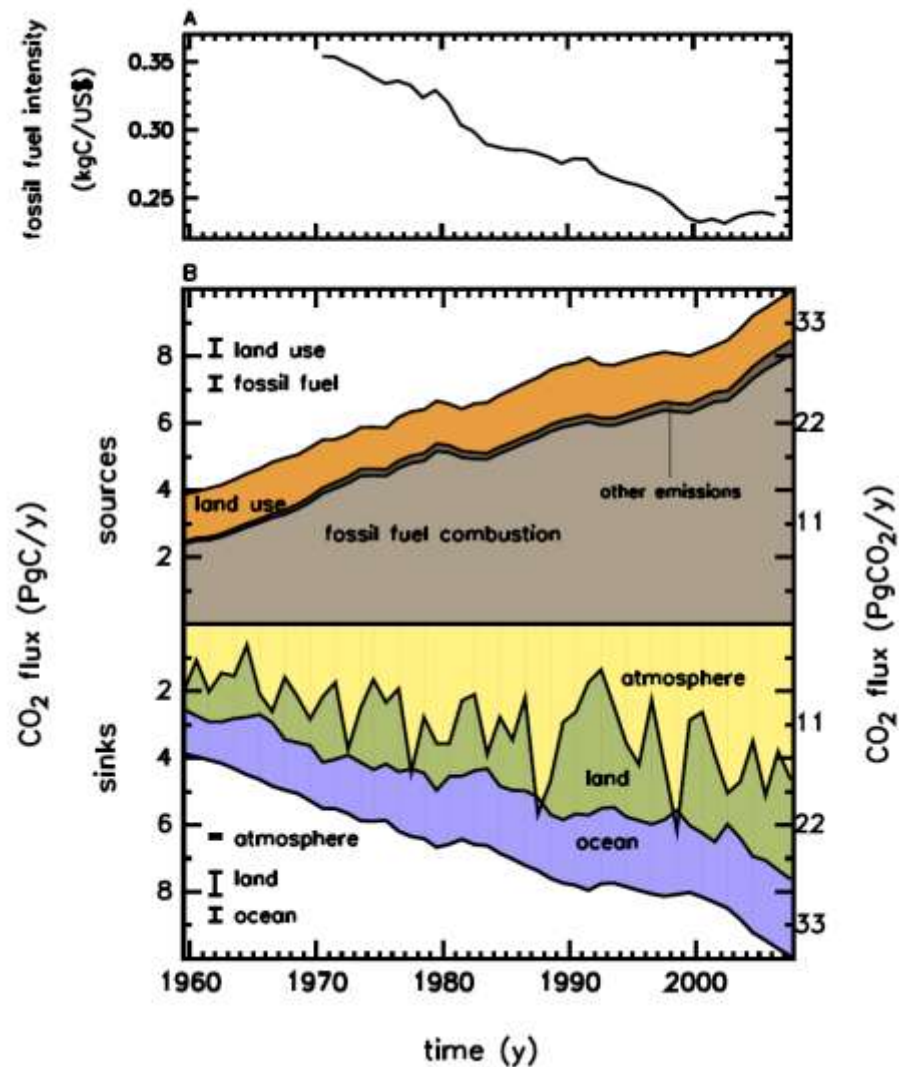
Redusert effektivitet i naturlige opptak

Fraction of all anthropogenic emissions that stay in the atmosphere



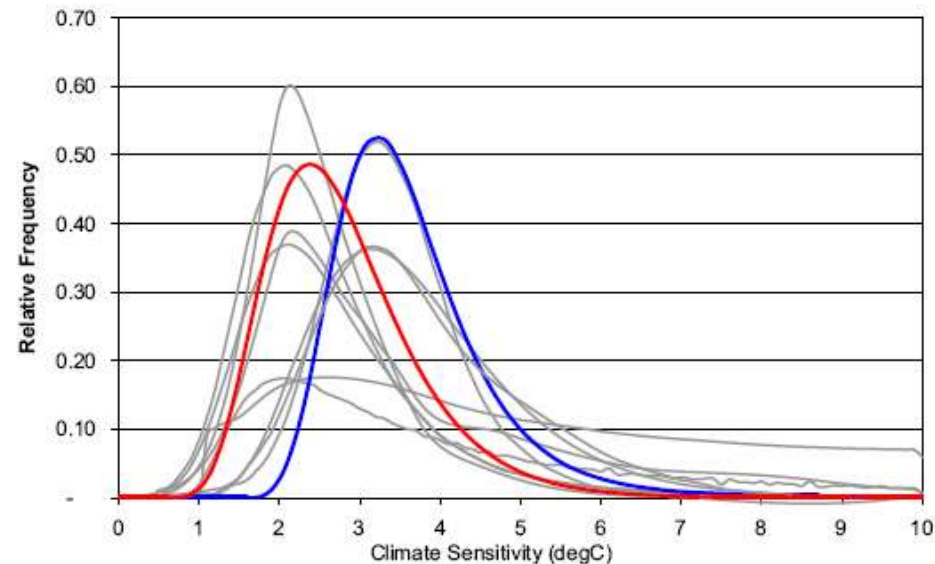
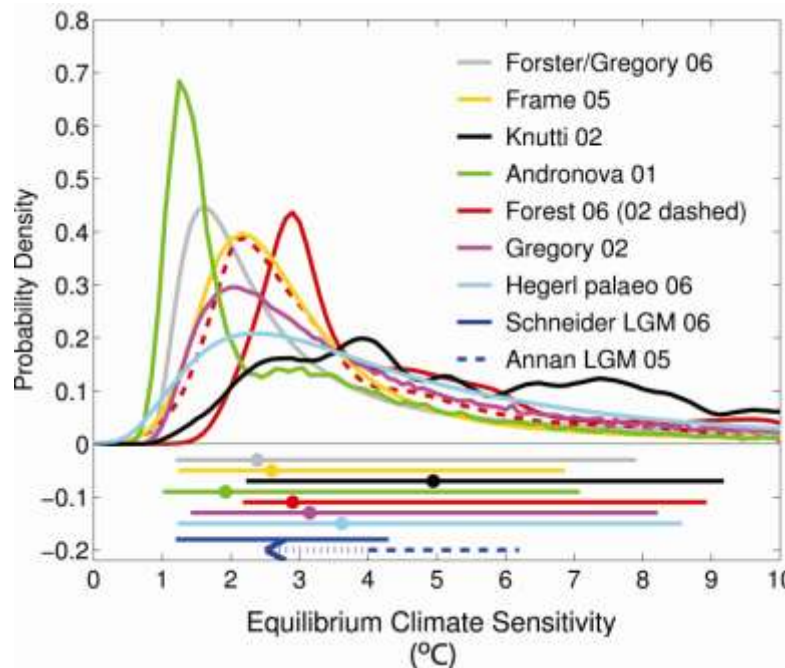
Source: Canadell et al. 2007, PNAS

CO2 utslipp og opptak i naturen 1960-2000

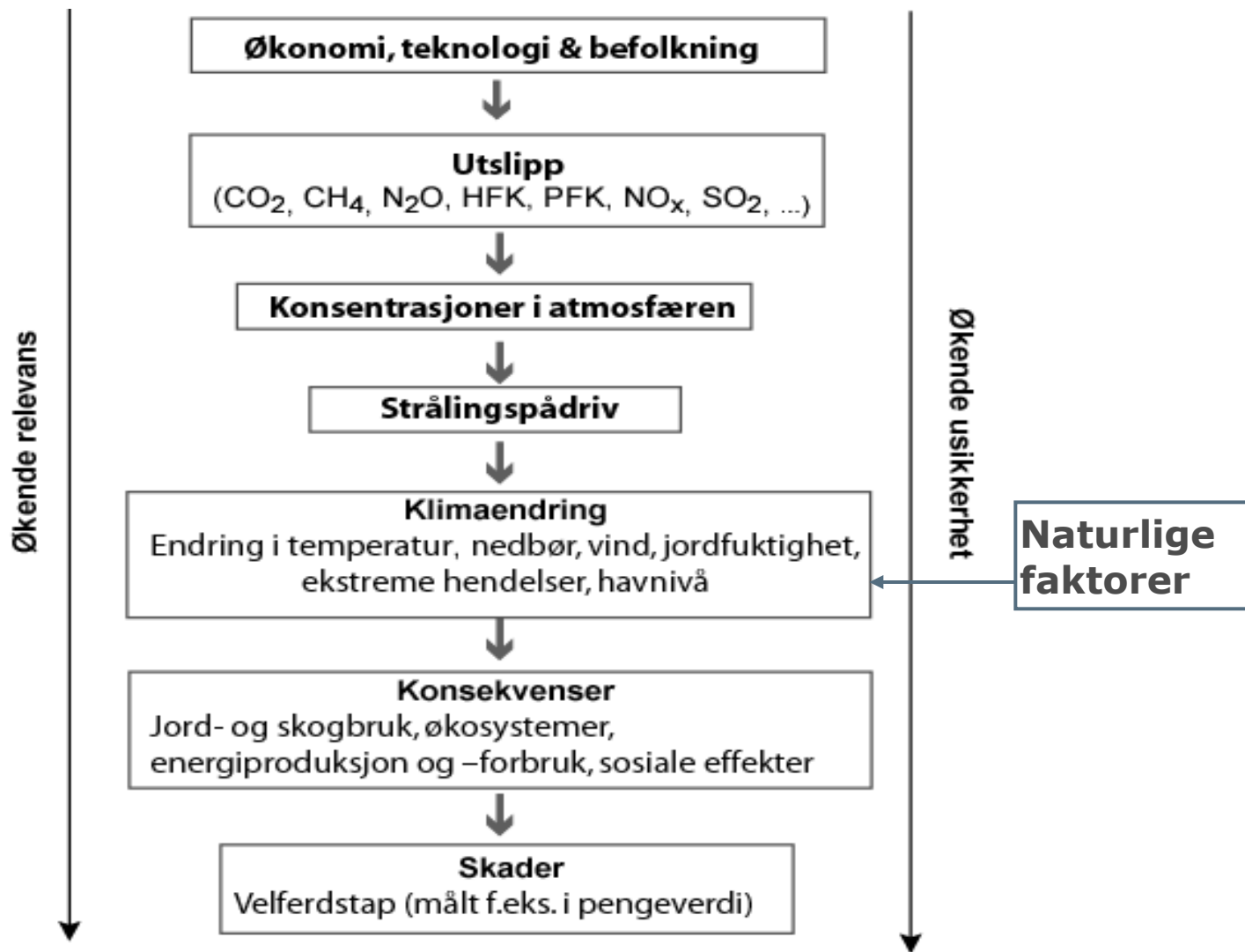


Canadell et al. 2007, PNAS (updated to 2007)

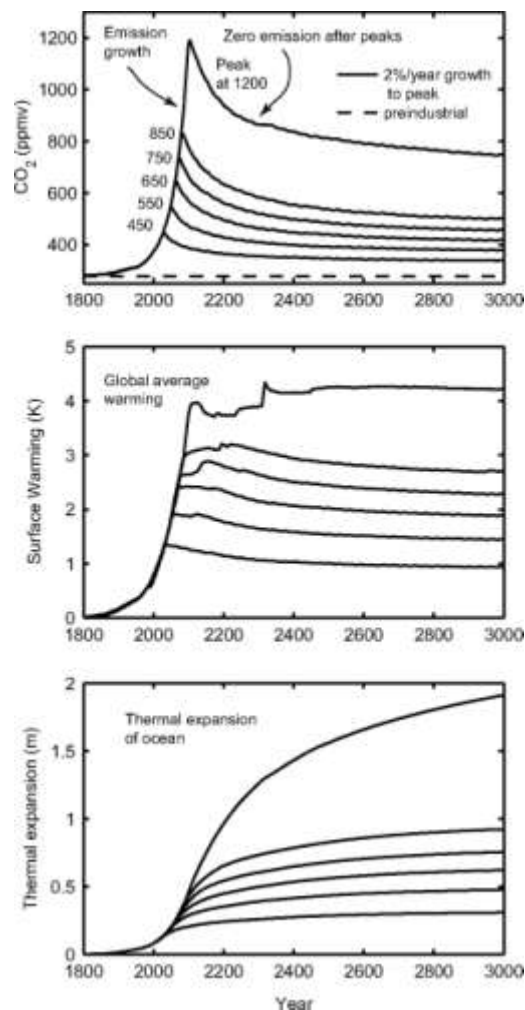
Sannsynligheten for global temperaturstigning ved dobling av CO₂ (IPCC 2007)



Utviklingen av klimascenarier



Etter raske kutt i utslippene vil det ta minst 1000 år før temperaturen går tilbake og stabiliserer seg



Solomon S. et al. 2009, PNAS 106:1704-1709

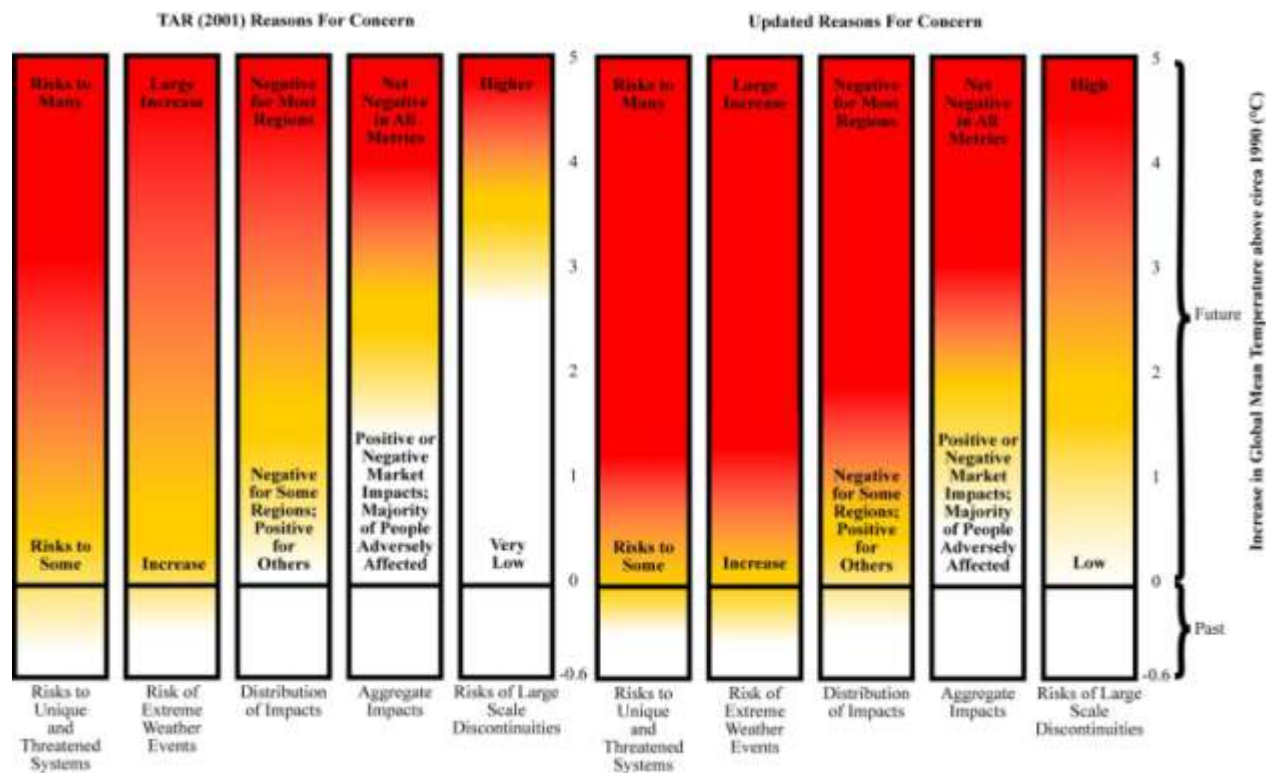
Hva er farlige klimaendringer? (over 2-3°C svarer forskere flest)

- **Over 2-3°C er det uakseptabel høy risiko for:**
 - **Redusert matproduksjon og tilgang på vann**
 - **Storskala endring i arts mangfold og økologiske systemer**
 - **Betydelig økning i ekstreme vær situasjoner.**
 - **Nedsmelting av de store iskappene som fører til skadelig stigning i havnivået**
 - **Utløsning av raske irreversible klimaendringer**

Hovedkonklusjon nr. 2 fra forskningskonferansen i København mars 2009

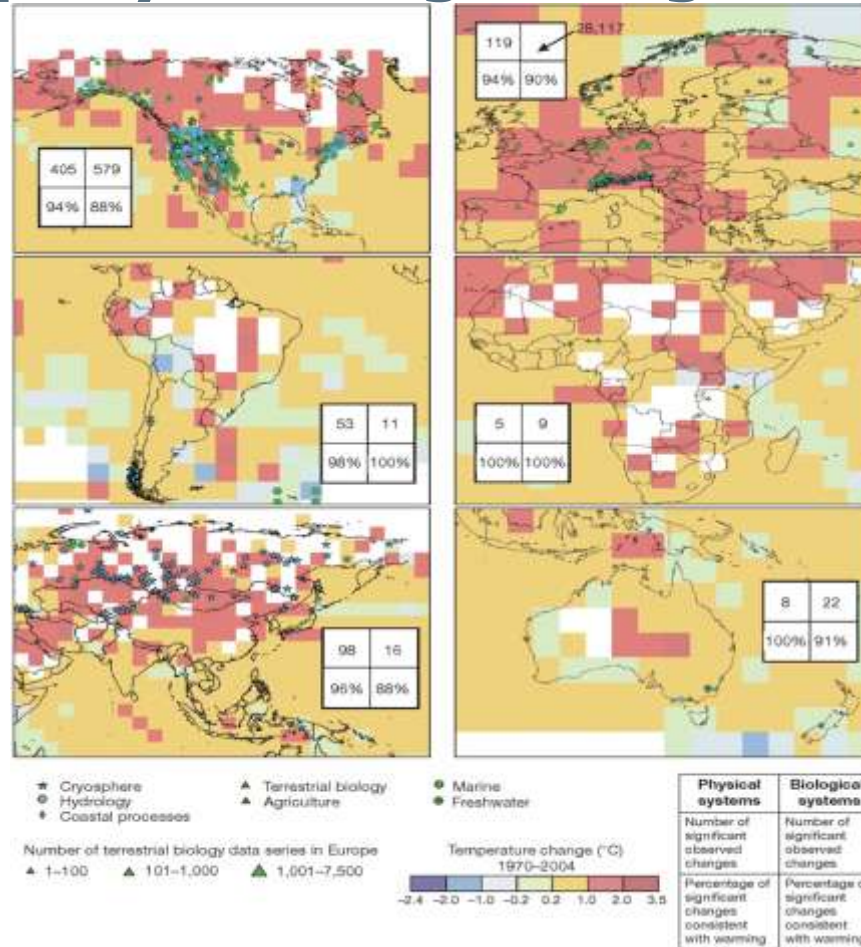
- **“Recent observations show that societies are highly vulnerable to even modest levels of climate change, with poor nations and communities particularly at risk. Temperature rise above 2°C will be very difficult for contemporary societies to cope with, and will increase the level of climate disruption through the rest of the century”**

“Reasons for concern” fra IPCC 2001 sammenliknet med nye resultater fra 2009



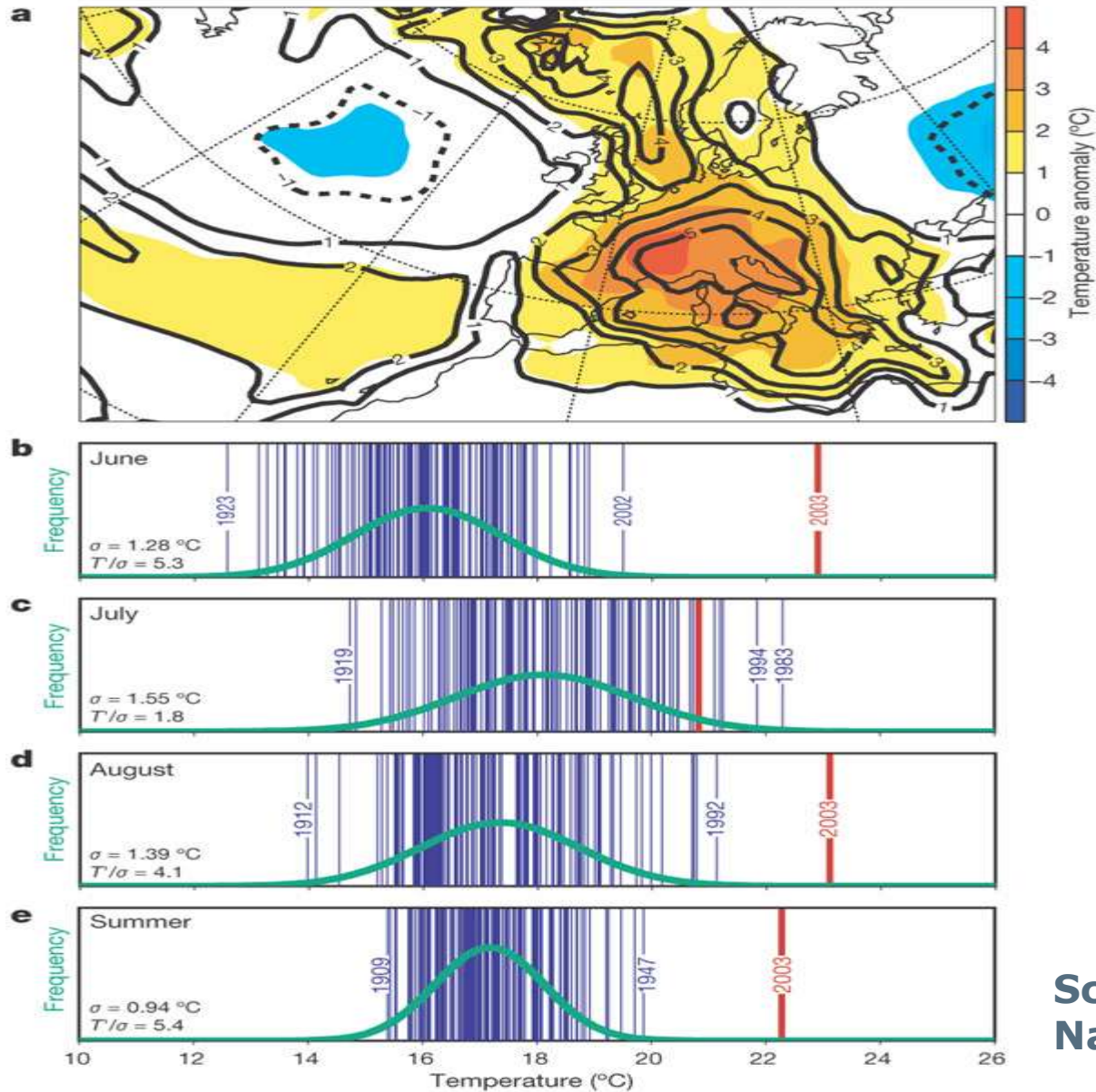
Kilde: Smith et al. 2009. PNAS

Klimaendringene har allerede global effekt på fysiske og biologiske systemer



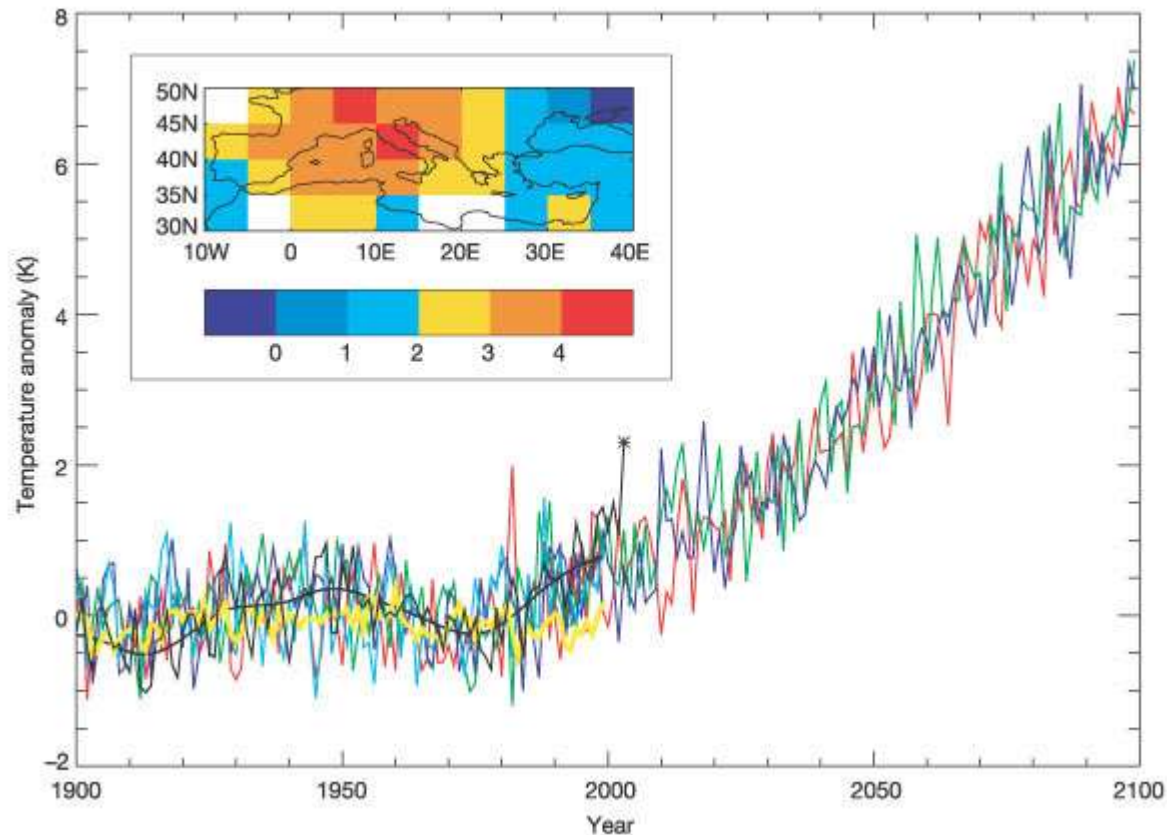
Kilde: Rosenzweig et al. 2008, Nature 454

Varmebølgen i Europa 2003



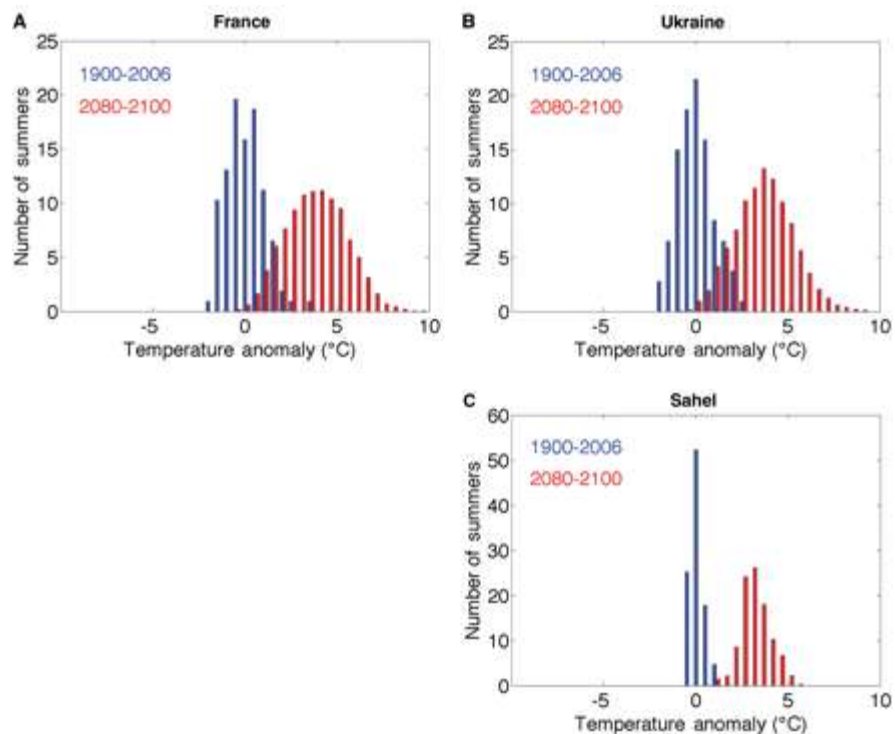
Schär et al. 2004,
Nature

Forventet temperaturøkning om sommeren i Sør-Europa dersom vi fortsetter å øke utslippene



Source: Stott et al. 2005. Nature 432.

Observerte (1900-2006) og projiserte (2080-2100) temperaturer i Frankrike, Sahel og Ukraina

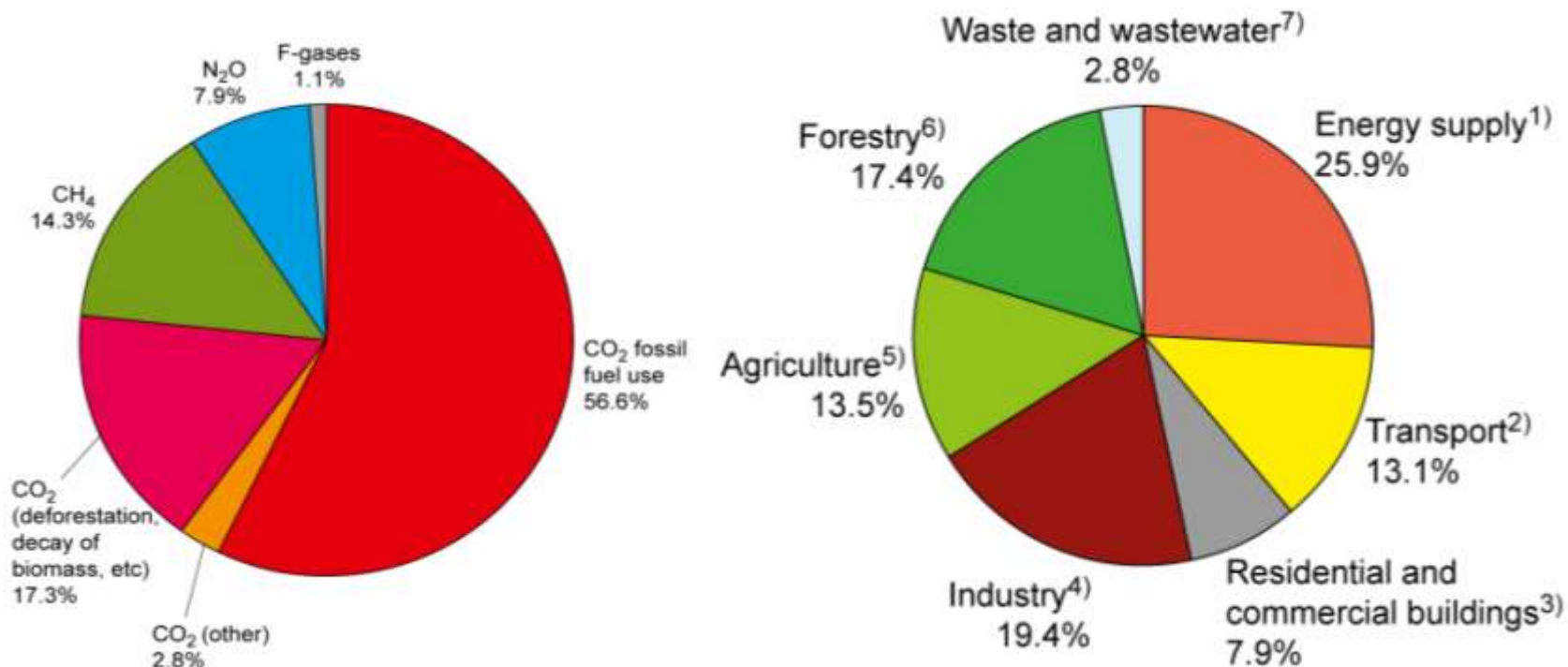


Kilde: Battisti and Naylor, Science 2009

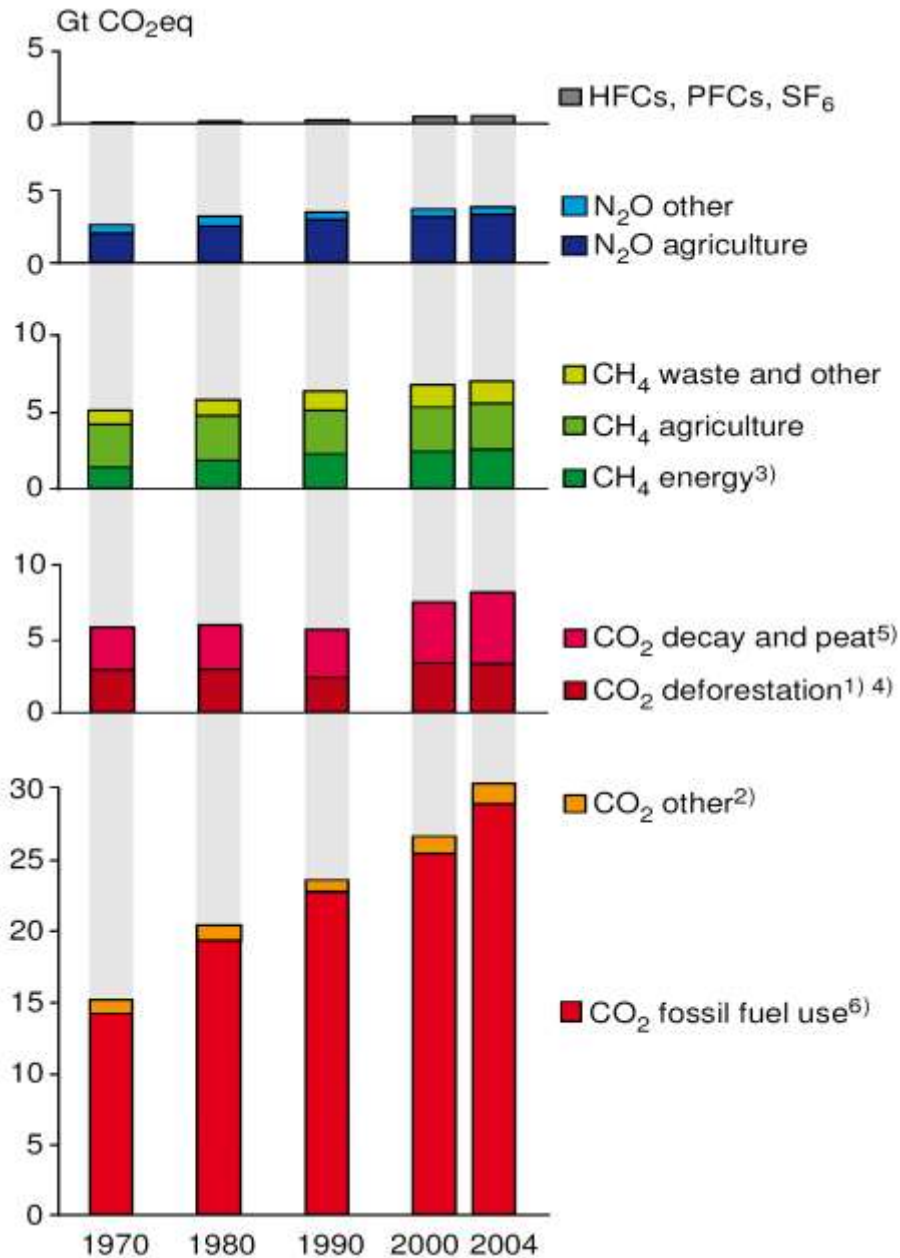
Som sektor er landbruket spesielt i klimasammenheng

- **Interessant nok er landbruket både en del av løsningen:**
 - kan øke opptaket av CO₂ i jordmonn og vegetasjon
 - produksjon av klimavennlig varme, strøm, drivstoff
- **og en del av problemet:**
 - forårsaker utslipp av metan og lystgass
 - Avskogning og CO₂-utslipp
- **Dessuten må landbruket tilpasse seg klimaendringer**

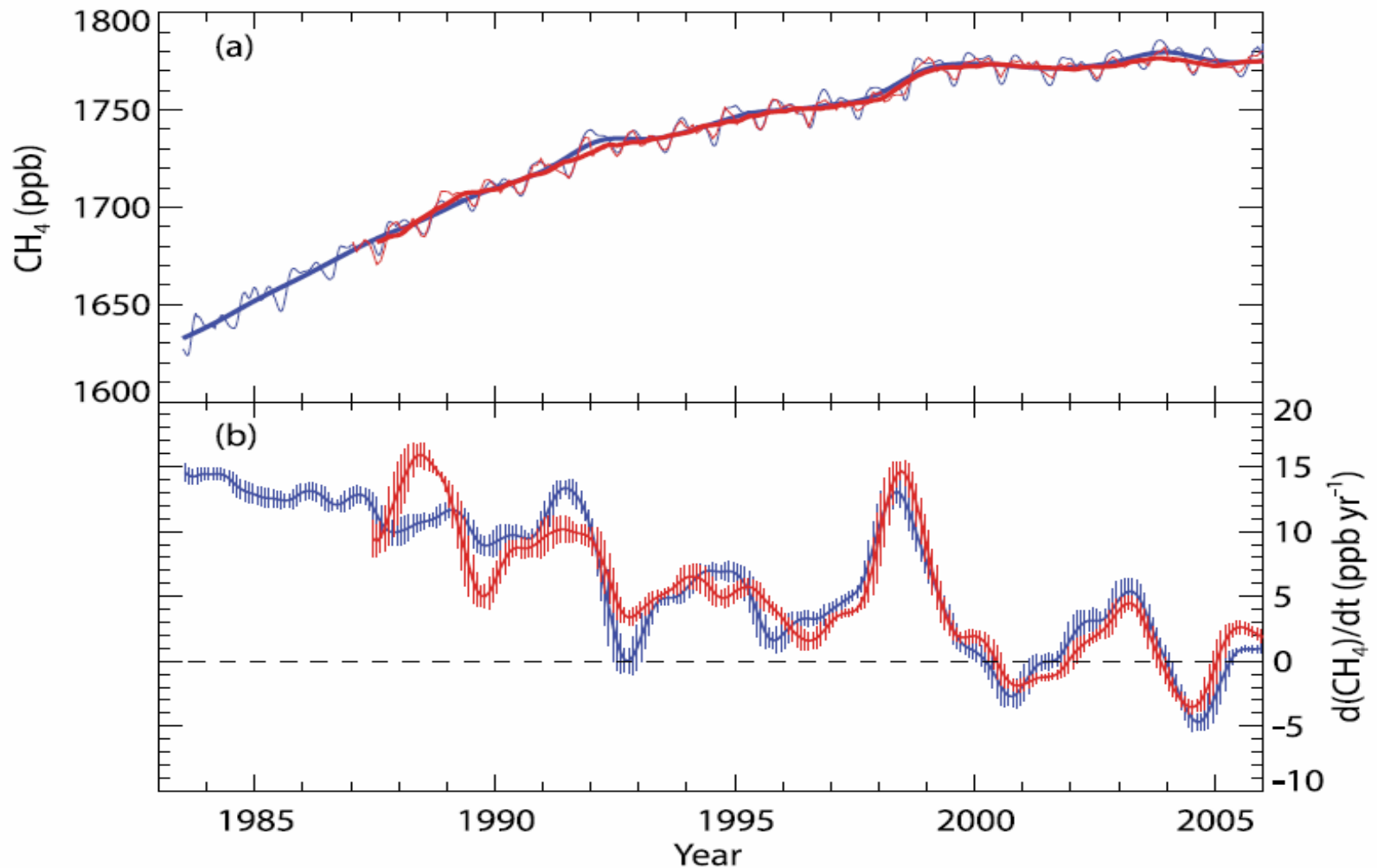
Globale utslipp av drivhusgasser i 2004 (IPCC 2007)



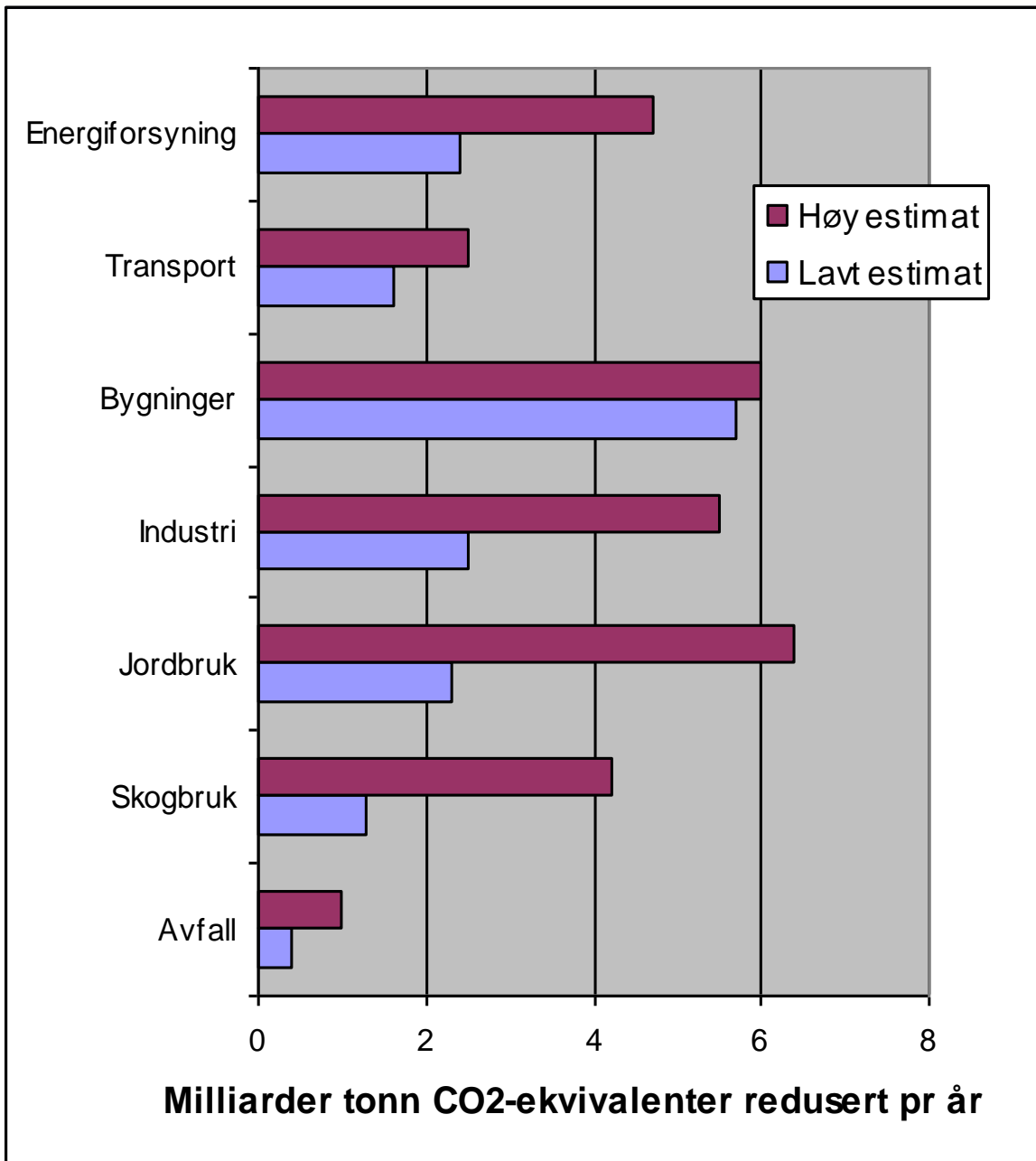
Utslippene av de forskjellige drivhusgassene 1970-2004 (IPCC 2007)



Endringer i CH₄ konsentrasjon og vekstrate 1980-2006 (IPCC 2007)

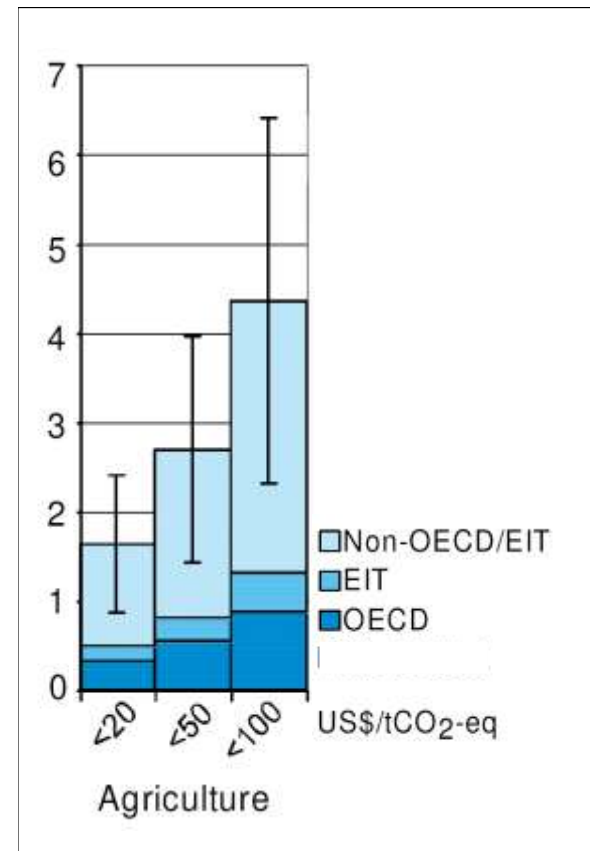


IPCC har vurdert potensialet og kostnader for tiltak fram til 2030 for 7 ulike sektorer både i industriland og utviklingsland



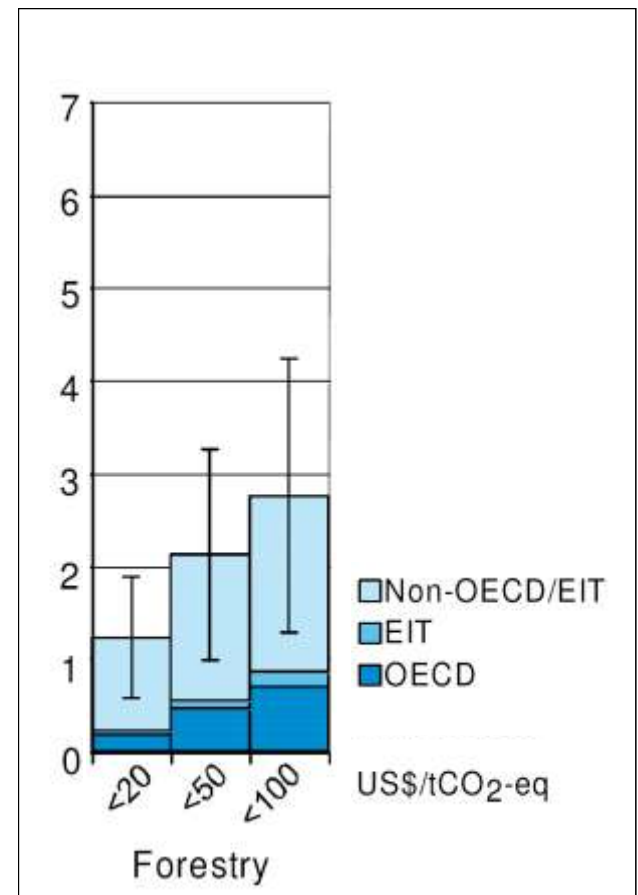
Jordbruk: Betydelig potensial for redusert utslipp og økt opptak av CO₂ i jord (IPCC 2007)

- Størst potensial i utviklingsland
- Vil kunne ha betydelig ringvirkninger for jordbruket og redusere sårbarheten for klimaendringer
- Eksempler:
 - Opptak av CO₂ i jord
 - Tiltak for reduserte utslipp av N₂O og CH₄
 - Produksjon av bioenergi



Skogbruk: Betydelig potensial ved redusert avskoging og økt opptak av CO₂ ved skogskjøtsel og -plantning

- 65 prosent av potensialet i tropiske områder, bl.a. ved redusert avskoging
- Positive ringvirkninger av tiltak
- Eksempler:
 - Redusert avskoging
 - Etablering av ny skog
 - Bruk av treprodukter
 - Produksjon av bioenergi



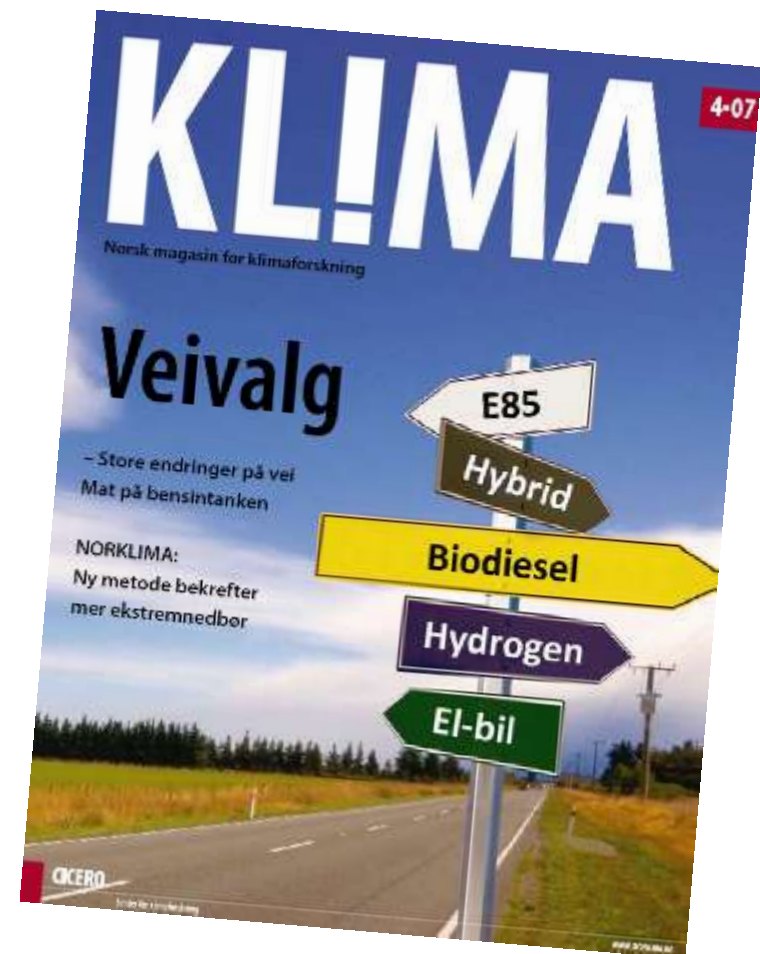
RegClim – nedskalering av globale scenarier - *Temperatur og nedbørsutvikling i Norge*

- Den årlige gjennomsnitts temperaturen stiger med mellom 2,5 °C og 3,5 °C (stiger mest i innlandet og i nord)
- Nedbøren øker mest om *høsten*:
 - På Vestlandet, i Midt-Norge og i Nord-Norge **øker den med over 20 %**, størst økning *langs kysten*
 - *ekstreme nedbørmengder* opptre oftere
- Tørrere somre på Øst- og Sørlandet, 15 % mindre nedbør -tørkeperioder

Lær mer om klima

Bestill gratis abonnement på
magasinet Klima og nyheter
om klima på epost

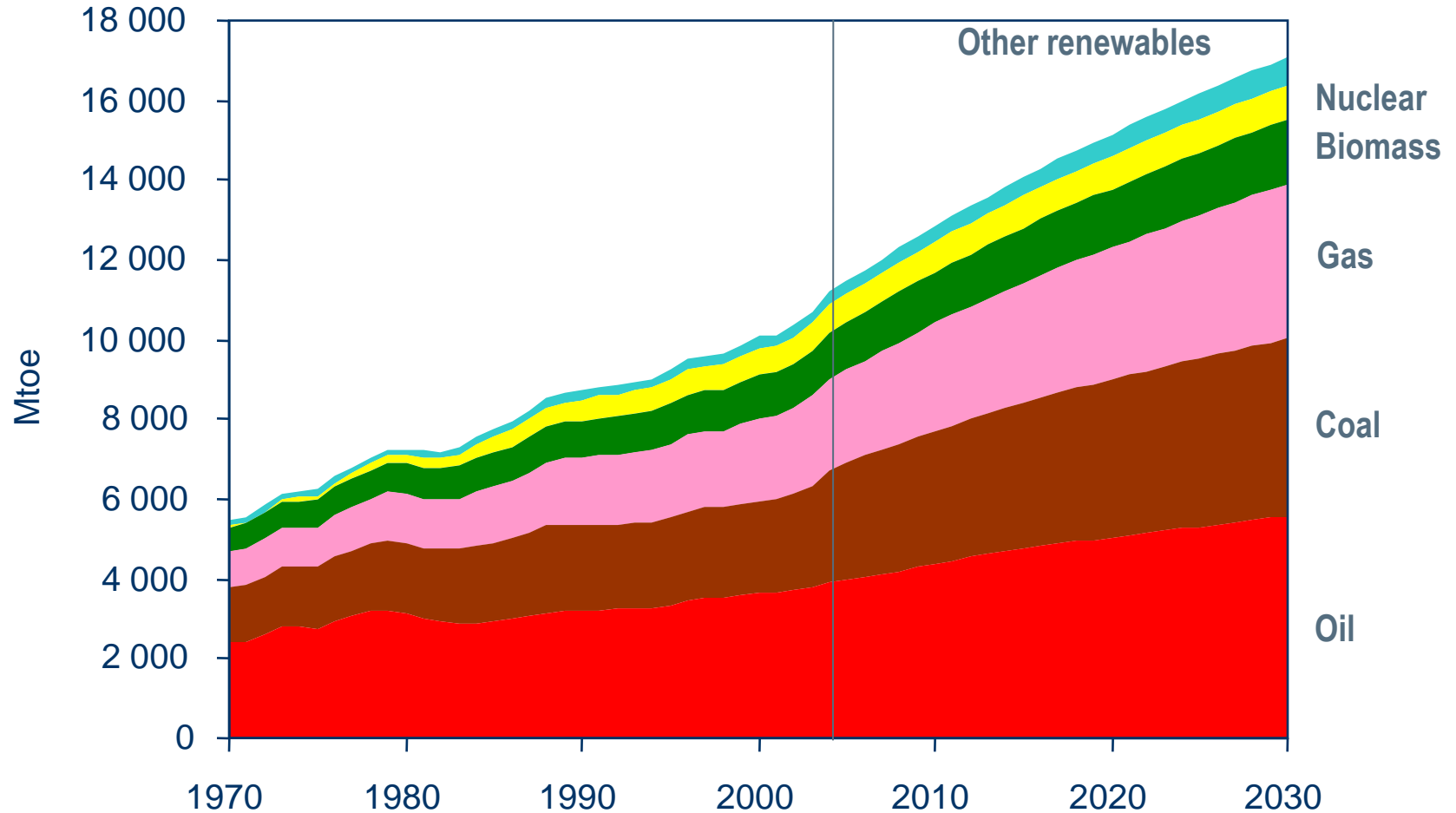
www.cicero.uio.no



Takk for oppmerksomheten



Verdens energiforbruk vil øke (IEA 2006)



Forskning konkluderer entydig: Vi kan løse problemet uten at det går utover vår velferd i særlig grad (IPCC 2007, IEA 2006, Stern 2006)

- **Kostnadene er ikke avskrekkende**
- **Eksisterende teknologier og virkemidler kan hjelpe oss langt på vei**
- **Potensialet for utvikling av nye teknologiske løsninger er stort**
- **Utfordringen er politisk. Hvordan får vi til de nødvendige endringene?**

Økningen i N₂O 1980-2006

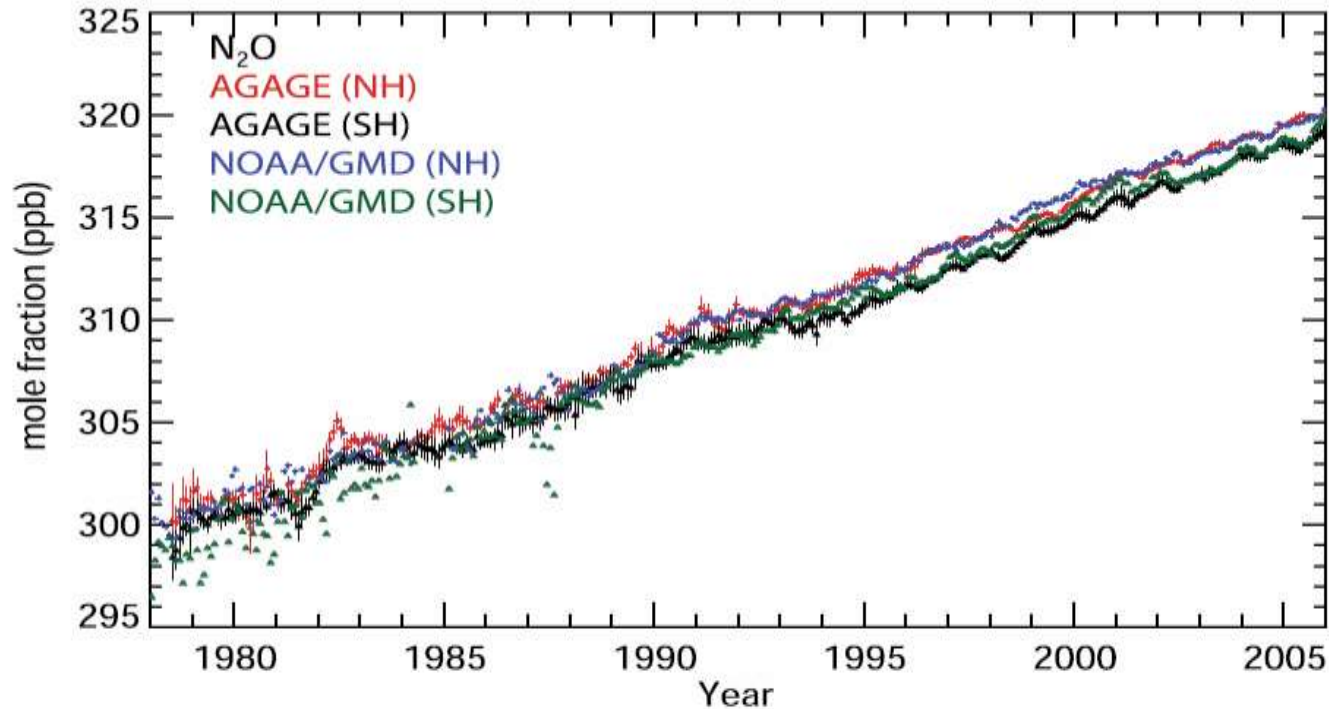
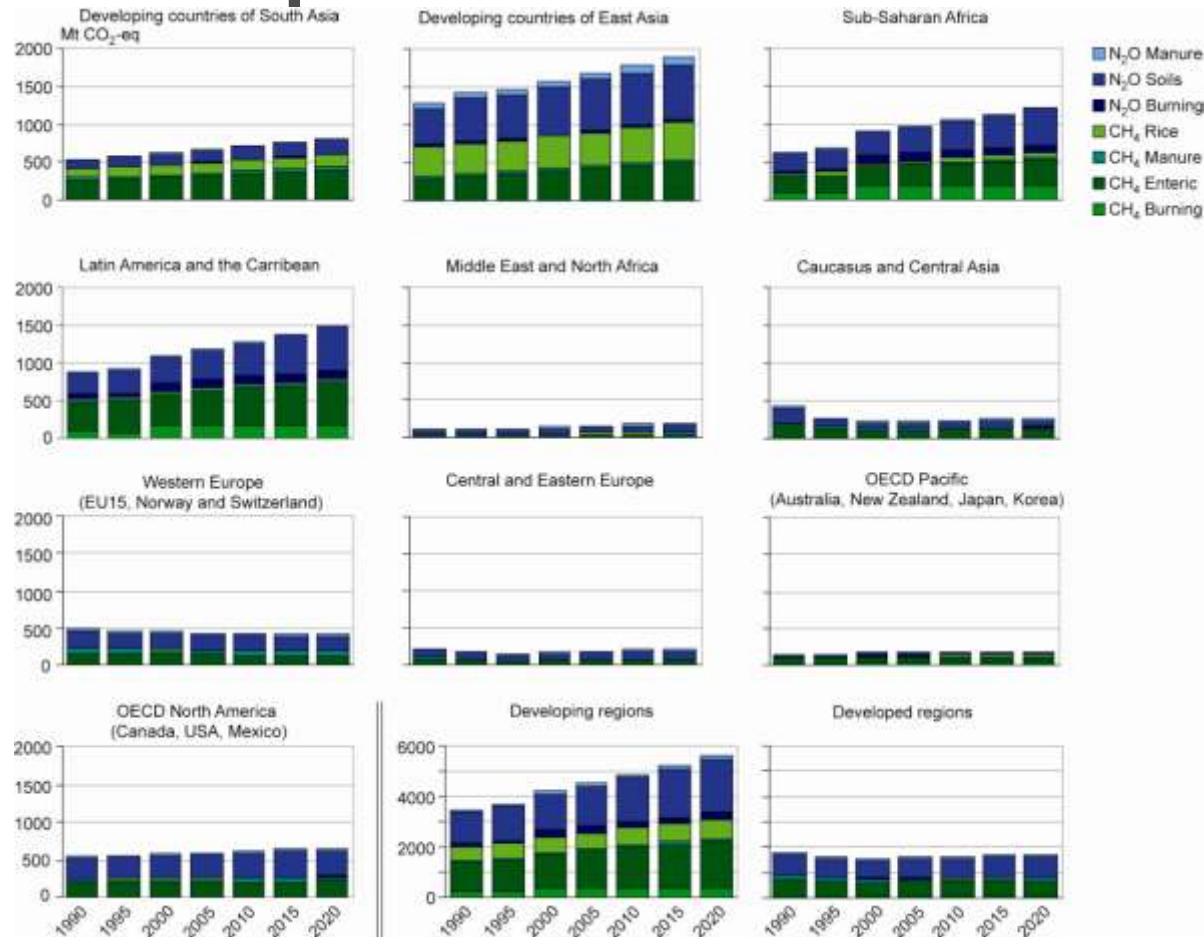


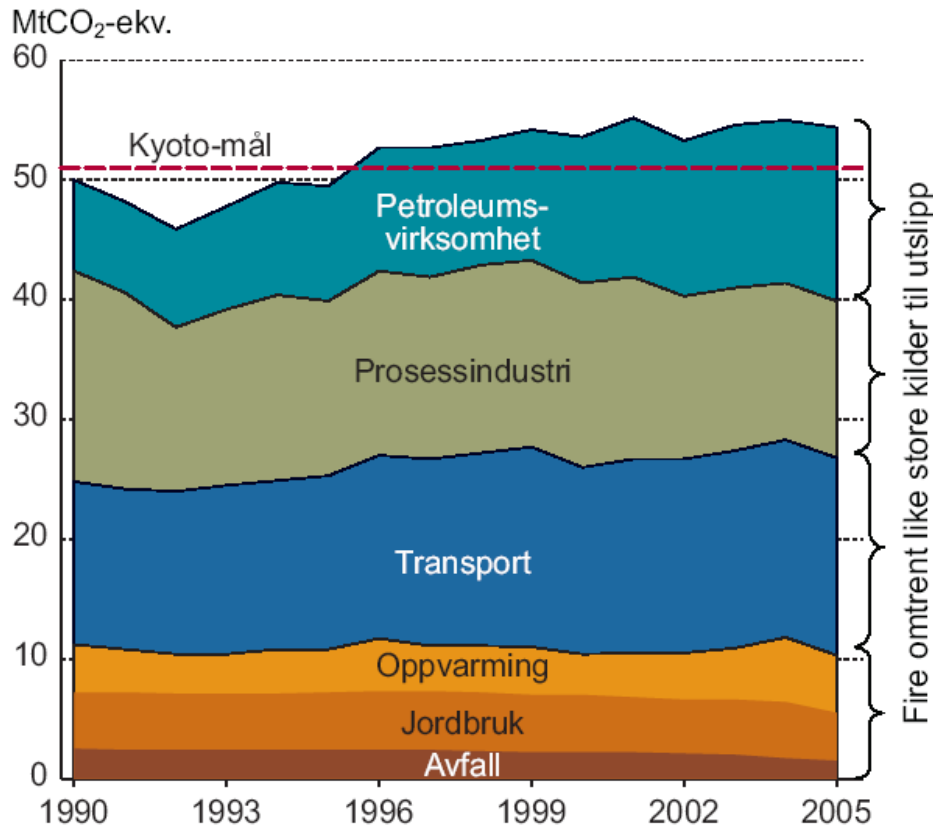
Figure 2.5. Hemispheric monthly mean N₂O mole fractions (ppb) (crosses for the NH and triangles for the SH). Observations (in situ) of N₂O from the Atmospheric Lifetime Experiment (ALE) and GAGE (through the mid-1990s) and AGAGE (since the mid-1990s) networks (Prinn et al., 2000, 2005b) are shown with monthly standard deviations. Data from NOAA/GMD are shown without these standard deviations (Thompson et al., 2004). The general decrease in the variability of the measurements over time is due mainly to improved instrumental precision. The real signal emerges only in the last decade.

Historiske og prognostiserte utslipp av N₂O og CH₄ fra jordbruk i ti forskjellige regioner i perioden 1990-2020.



Source: Adapted from US-EPA, 2006a.

Norske utslipp 1990-2005



- **De 6 Kyoto-gassene, fra norsk territorium. Ca 80 % er CO₂, 10 % metan og 10 % lystgass**
- **Utslippene fra petroleumssektoren og transport har vokst mest**
- **Utslippene fra prosessindustrien og avfallsdeponiene er redusert**

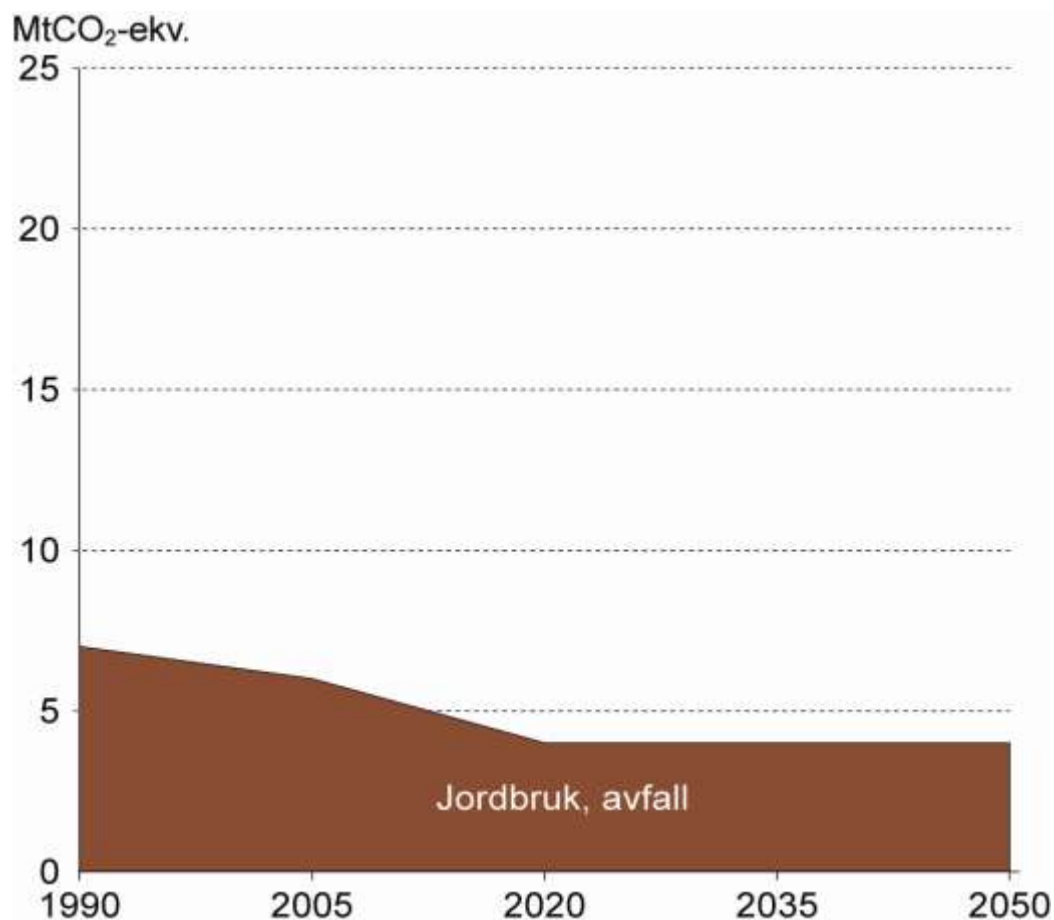
Utslipp fra jordbruk og avfallsdeponier i Norge 1990-2004. Prosentvise andeler i 1990 og 2004 og gjennomsnittlig årlig vekst 1990-2004.

Kilde: SSB og NOU 2006:18 Et klimavennlig Norge

	1990	2004	Andel 1990	Andel 2004	Gjennomsnittlig årlig vekst
	MtCO ₂ -ekv.	MtCO ₂ -ekv.	Prosent	Prosent	Prosent pr. år
Husdyr	1,7	1,9	24	30	0,7
Husdyrgjødsel	0,9	0,9	12	14	-0,2
Nitrogengjødsling	0,7	0,6	9	10	-0,5
Andre landbruksutslipp	1,3	1,3	18	21	0,0
Avfallsdeponigass	2,5	1,5	35	23	-3,7
Forbrenning av avfall og deponigass	0,1	0,2	2	3	4,7
I alt fra jordbruk og avfallsdeponier	7,1	6,3	100	100	-0,8

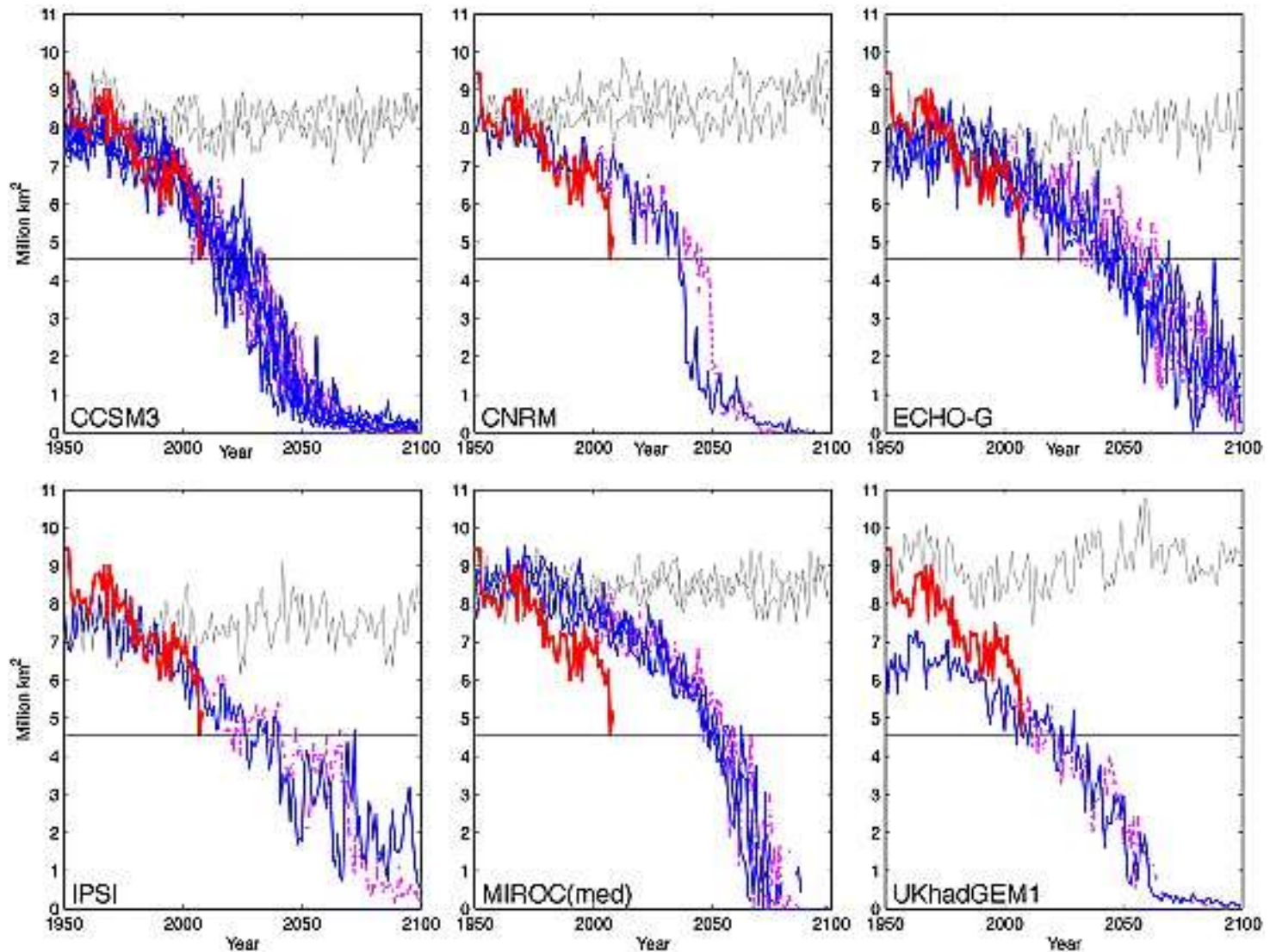
Årlige utslipp av klimagasser fra jordbruk historisk og i Referansebanen 1990-2050.

Lavutslippsutvalget NOU 2006:18



Kilde: Statistisk sentralbyrå og Lavutslippsutvalget.

Observasjon og scenarier for havisen utbredelse 1950-2100



To grunnleggende virkemidler som vil forsterke alle andre virkemidler og tiltak må være på plass internasjonalt

1. Høy global kostnad på utslipp av drivhusgasser (20-100 USD/tonn utslipp).

- Internasjonal avtale med avgift eller kvotehandel

2. Gigantisk offentlig satsing på FoU&D av klimavennlige teknologier

- Nasjonalt og/eller gjennom internasjonalt samarbeid

Mulighetene for å redusere utslipp og øke opptaket fra jordbruk faller i tre store kategorier

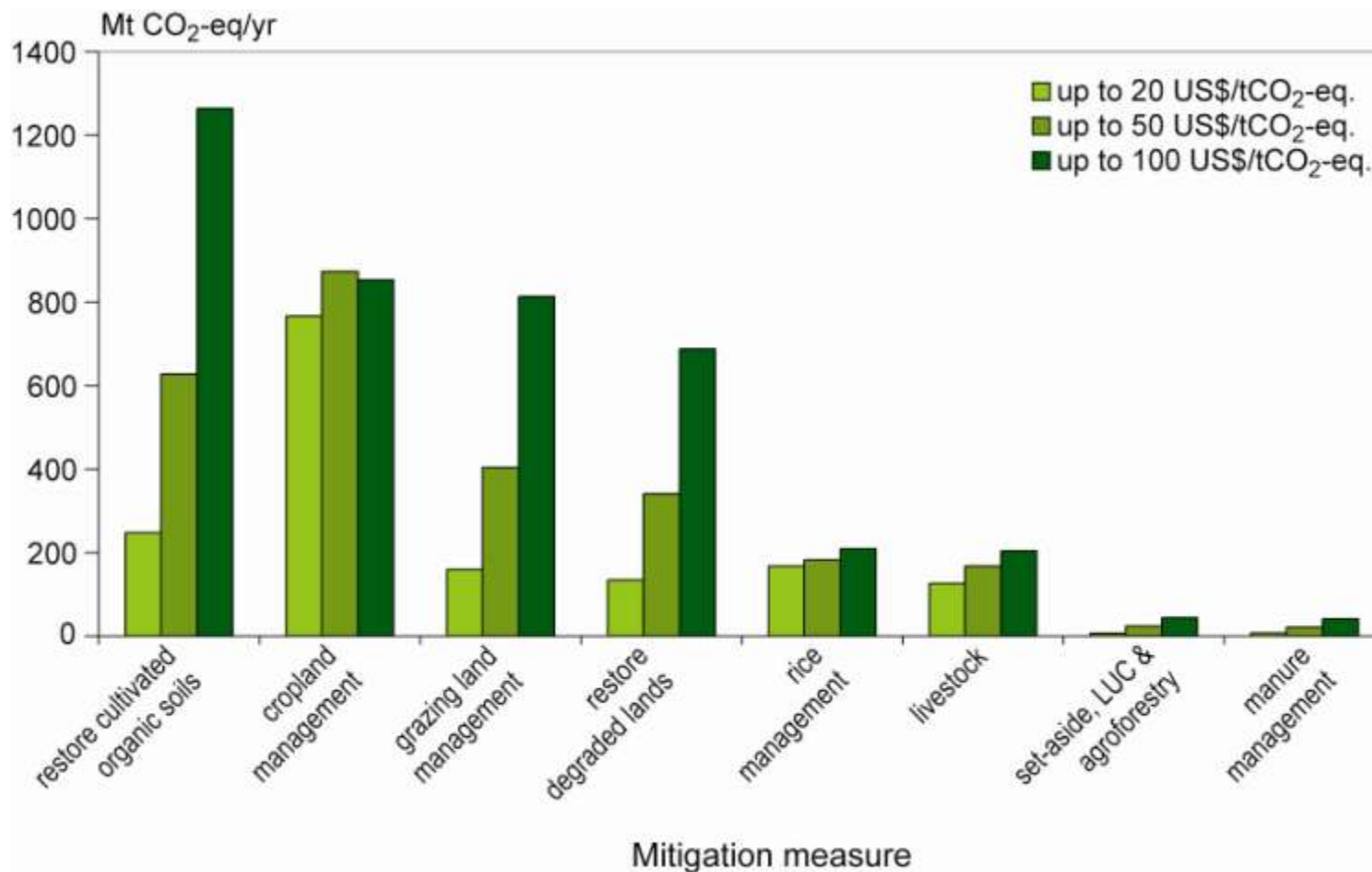
- Redusere direkte utslipp av CO₂, CH₄, N₂O ved mer effektiv håndtering av karbon- og nitrogenflukser i jordbruksøkosystemer
- Øke slukene i jordbruket
 - Slike økosystemer inneholder store karbonlagre i jordsmonnet. 50 GtC har gått tapt og kan gjenvinnes med andre jordbruksmetoder
- Unngå eller erstatte utslipp
 - Bioenergi

Mange små og noen store tiltak for å forbedre jordbruksemetodene

- **Dyrkamark** (forbedrete dyrkingsmetoder, næringsstoffer, jordbearbeiding, vanningsmetoder, risdyrking, agro-forestry, endret vegetasjonsdekke)
- **Beitemark** (intensitet og tidspunkt, økt produktivitet, næringsstoffer, redusert brenning, nye gressarter)
- **Gjennopprettelse av ødelagt jordbruksland**
- **Husdyr, særlig kyr og sau** (forbedret foring, hindre metanogenese, langsiktig utvikling av nye raser)
- **Behandling av våtgjødsel.**
- **Bioenergi**

Potensial for reduksjon av drivhusgasser fra jordbruk i 2030 ved forskjellig kostnader for CO₂.

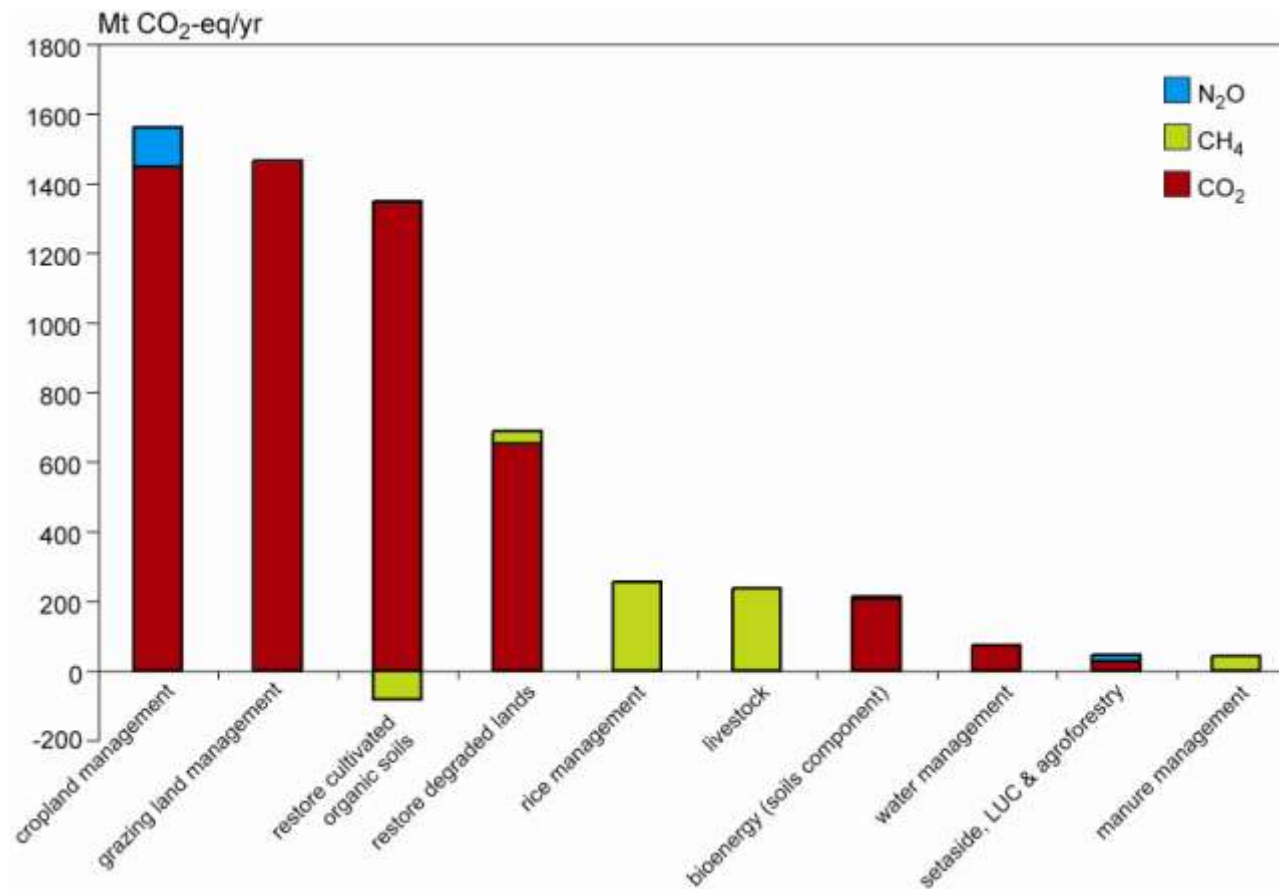
Note: Based on B2 scenario, although the pattern is similar for all SRES scenarios.



Source: Drawn from data in Smith et al., 2007a.

Potensial for reduksjon i jordbruket i 2030 for hvert tiltak og deres effekt på de forskjellige drivhusgasser

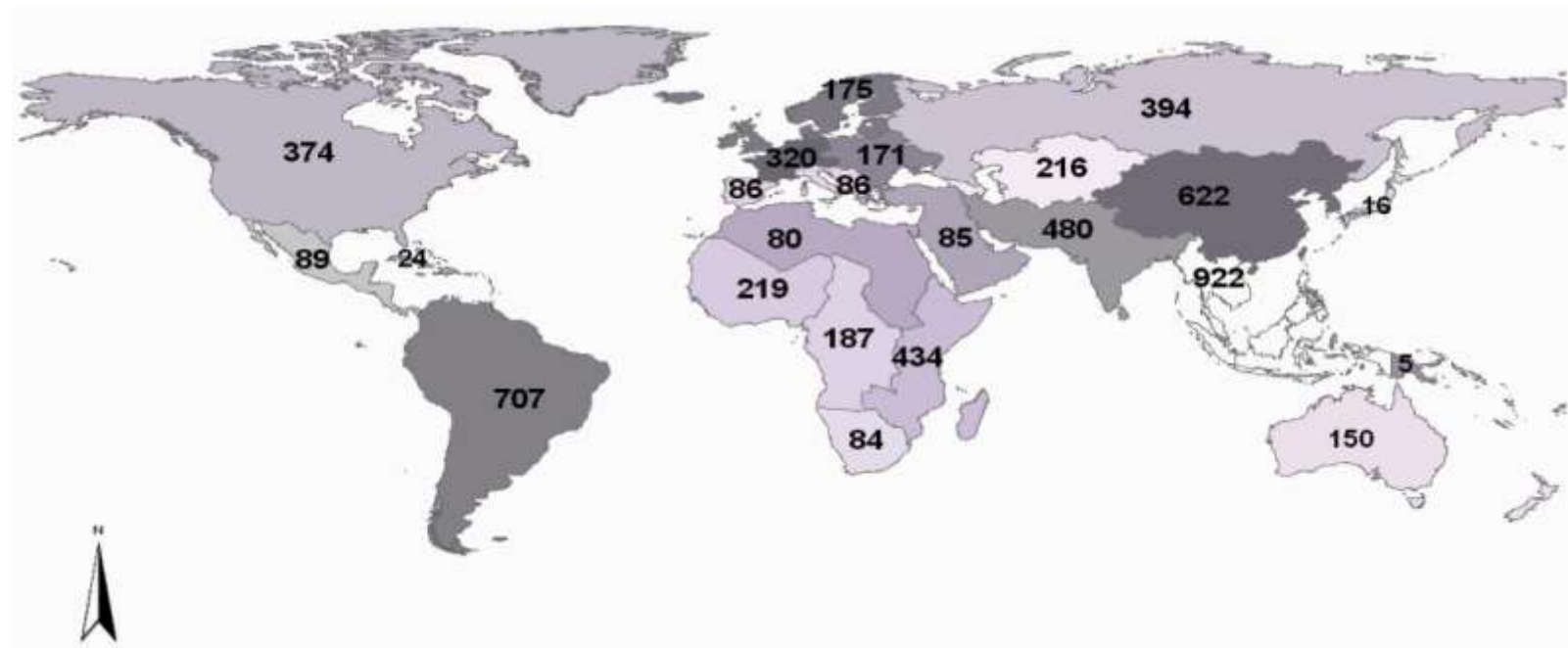
Note: based on the B2 scenario though the pattern is similar for all SRES scenarios.



Source: Drawn from data in Smith et al., 2007a

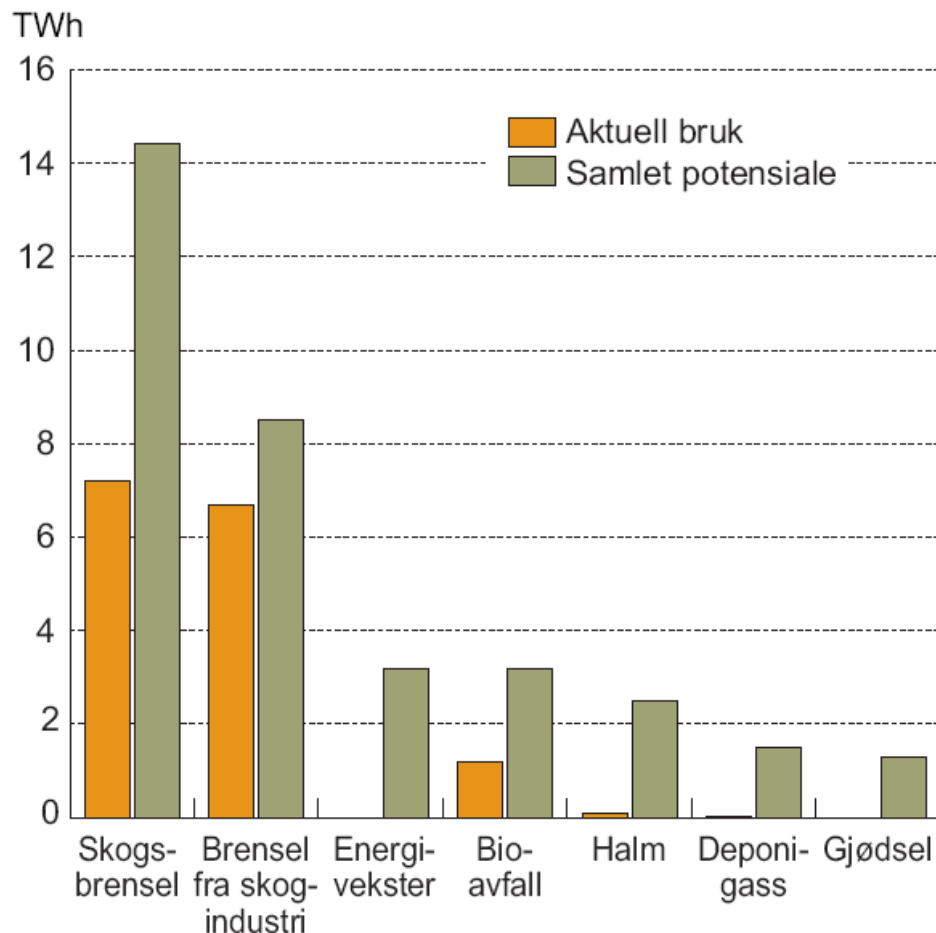
Reduksjonspotensiale i forskjellige globale regioner i 2030 (MtCO₂-eq/yr)

Note: based on the B2 scenario though the pattern is similar for all SRES scenarios. Source: Drawn from data in Smith et al., 2007a.



Bruk av biomasse til energiformål i Norge. Aktuell bruk og samlet potensial.

(Lavutslippsutvalget 2006)



UMB 2008:
Totalt tilgjengelig ca. 45 TWh

I bruk ca. 14 TWh

Strategi: økning på 14 TWh innen 2020

Forbruket i veitrafikk i Norge er 45 TWh

Strøm til oppvarming i Norge utgjør 30 TWh

Regjeringens mål er inntil 14 TWh ny biovarme. Hva er det verdt?

Eksempel på mulig fordeling av energien:

- 4 TWh biovarme erstatter olje – reduserer 1.2 mill tonn CO₂
- 10 TWh biovarme erstatter strøm – reduserer 10 mill tonn CO₂
- Dette tilsvarer mer enn hele den norske Kyotoforpliktelsen
- Teknologien finnes
Biomassen finnes
Behovet er der
Mest effektive bruk av biomasse

Biodrivstoff (etanol og diesel)

- **Mais, sukkerrør, palmeolje, raps ++**
- **Økt bruk av biodrivstoff av klimahensyn eller sikkerhet for energiforsyning?**
- **Har fått mye av skylda for økte matvarepriser. Er det riktig?**
- **2. generasjons biodrivstoff (fra trevirke) kan gi et vesentlig bidrag til løsningen på klimaproblemet.**
- **Eller skal vi dyrke alger?**

Reduksjon av CO₂-utslipp med 10 % biodiesel i det norske drivstoffmarkedet

- **Drivstoffmarkedet er på 5 mrd liter = 4 millioner tonn**
- **Biodiesel skal erstatte 10% = 400.000 tonn fossil diesel**
- **1 tonn biodiesel reduserer utslipp med 3.1 tonn CO₂**
- **Vi oppnår dermed reduksjon på 1.2 mill tonn CO₂**

Reduserte utslipp av CO2 ved bruk av samme mengde virke til oppvarming

- **400 000 tonn biodiesel krever 6 mill fm³ virke**
- **6 mill fm³ virke har brennverdi 12 TWh**
- **Anta 75 % effektivitet i varmeanlegg, altså netto 9 TWh**
- **La disse 9 TWh varme erstatte 6 TWh el og 3 TWh olje.**
- **Dette gir 7 mill tonn reduserte utslipp**

Volvo C30 PHEV110km



PHEV110km

Li polymer

batteri

El-motorer i

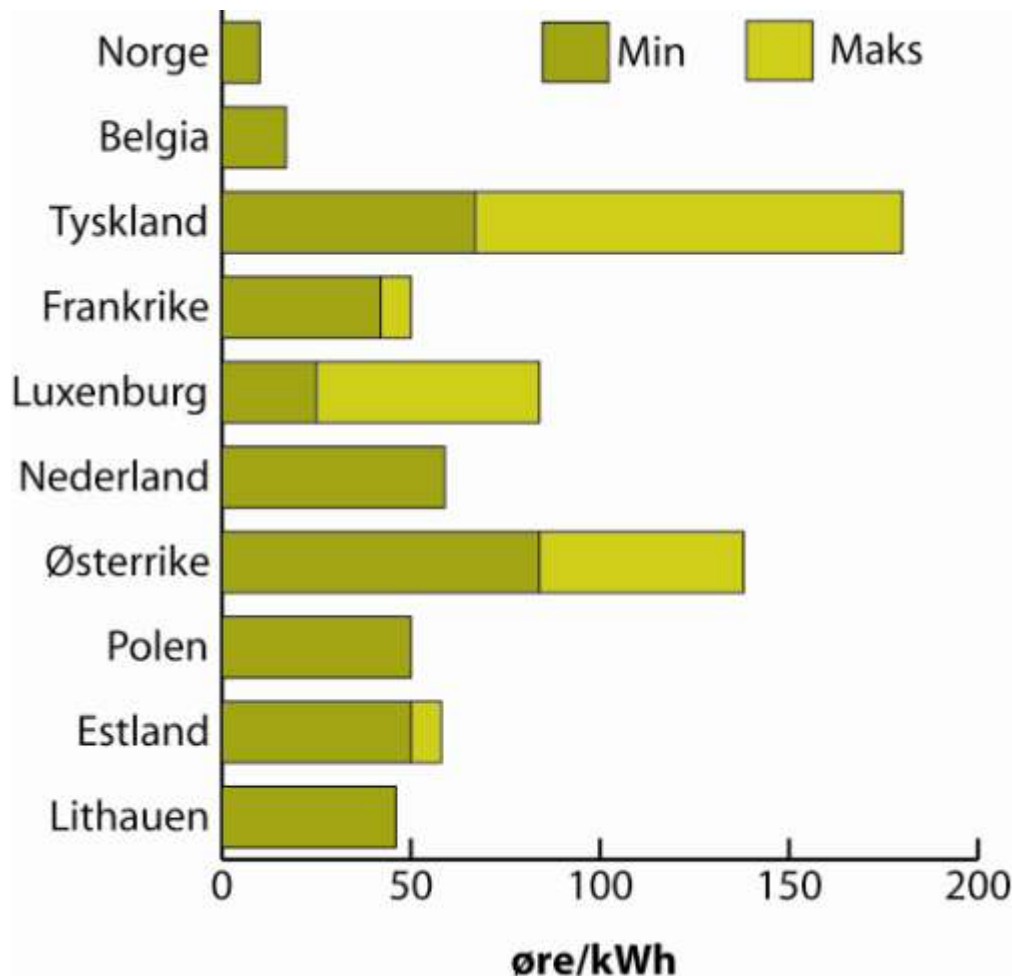
hjulene

Flexifuel motor

Kommer innen

5 år

Nivået for "feed-in" tariffer (subsidie per produsert kWh) for produksjon av elektrisitet basert på biomasse i utvalgte europeiske land.

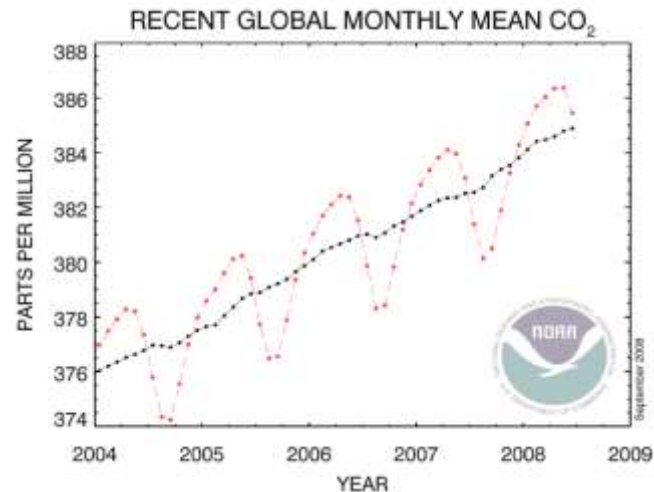


Kilde: Institute for Energy and Environment, Leipzig 2006 (brukt i artikkel av Tromborg et al. i Cicerone 2-2007).

Atmosfærisk CO₂
konsentrasjon i 2007:

383 ppm

37% over før-industriell



1970 – 1979: 1.3 ppm/år

1980 – 1989: 1.6 ppm/år

1990 – 1999: 1.5 ppm/år

2000 - 2007: **2.0 ppm/år**

2007: **2.2 ppm/år**

Nødvendige utslippskutt for å stabilisere på forskjellige CO₂-nivåer

