



**BJART HOLTSMARK**  
Forsker ved Statistisk sentralbyrå

# Klimaendringer og verdens matvaresituasjon\*

Det har blitt hevdet at de menneskeskapte klimaendringene utgjør en trussel mot verdens matvareproduksjon. Disse påstandene har ikke grunnlag i forskningen på feltet. Klimaendringene vil trolig i liten grad påvirke produksjonen av mat på global basis.

## INNLEDNING

Pål Prestrud og Knut H. Alfsen, henholdsvis direktør og forskningsdirektør ved CICERO, har ved flere anledninger hevdet at global oppvarming vil gi «matmangel»<sup>1</sup> og store sultkatastrofer og at global oppvarming kan forårsake et sammenbrudd i den globale matforsyningen.<sup>2</sup> Direktør Jan Egeland ved NUPI hevder på sin side at de økte matvareprisene man har sett i det siste samt utbredelsen av sult i deler av Afrika delvis er forårsaket av menneskeskapte klimaendringer.<sup>3</sup>

Prestrud, Alfsen og Egeland berører her et tema som har vært gjenstand for seriøs forskning de senere årene. Denne forskningen konkluderer relativt klart med at *den globale matforsyning ikke er truet av de menneskeskapte klimaendringene*. Men derimot vil klimaendringene kanskje, *en gang i fremtiden*, bidra til en viss prisstigning på matvarer. Ettersom sult og underernæring i hovedsak skyldes at fattige mennesker ikke har høy nok inntekt til å kunne skaf-

fe seg nok mat, kan klimaendringene derfor isolert sett bidra til å gjøre sultproblemene i verden større enn de ellers ville vært.

Men samtidig tyder den nevnte forskningen på at det 21. århundret etter alt å dømme vil bli preget av en sterk nedgang i utbredelsen av sult. Klimaendringene vil ikke endre dette bildet vesentlig dersom man oppnår en god økonomisk utvikling i fattige land, ikke minst i det etter hvert mer folkerike Afrika. Det er viktig å slå fast at selv om klimaendringene kanskje kan gi noe høyere matvarepriser enn vi ellers ville fått, er på ingen måte verdens matvareforsyning truet.

Når det gjelder dagens situasjon, som Jan Egeland er inne på, er det så vidt jeg har sett, ikke gjort noen kontrafaktiske analyser som kan tyde på at matvareprisene ville vært lavere uten den økning i CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i atmosfæren som vi fått særlig de siste 50 årene. Egeland baserer

\* Mange takk til Annegrete Bruvoll som har gitt en rekke nyttige og gode kommentarer til utkast til denne artikkelen.

<sup>1</sup> Pål Prestrud til Adresseavisen 9/1-2008.

<sup>2</sup> Knut H. Alfsen i flere foredrag.

<sup>3</sup> Egeland har gitt en slik virkelighetsbeskrivelse ved flere anledninger, senest i radioprogrammet Her og Nå 28/2-2008. Egeland hevder også at de menneskeskapte klimaendringene forårsaker mer tørke i Sahel, og dermed mer sult og endog konflikter. Flere studier konkluderer imidlertid med at Sahel-beltet mest sannsynlig blir fuktigere som følge av klimaendringene, se for eksempel Haarsma et al. (2005).

Tabell 1 Noen hovedtall fra IPCCs fire hovedscenarier.

	Befolkning Millioner	BNP per capita (1000 US\$) OECD	CO <sub>2</sub> -kons. U-land (ppm)	Noen hovedtrekk ved scenariene.	
1990	5 262	16.41	2.63		
2080					
A1	8 125	72.13	41.70	810	Moderat befolkningsvekst. Høy vekst i utslipp og inntekt
A2	13 828	37.41	10.44	709	Høy vekst i utslipp og befolkning. Lav vekst i inntekt
B1	8 125	53.19	26.20	527	Moderat vekst i utslipp og befolkning. Høy vekst i inntekt.
B2	10 158	45.06	15.29	561	Moderat vekst i utslipp og befolkning. Moderat vekst i inntekt.

\* BNP-tall er korrigert for kjøpekraftspariteter.

Kilde: IPCC (2000).

seg på en hypotese om at menneskeskapte klimaendringer har forverret produksjonsforholdene i jordbruket særlig i deler av Afrika. Dette er vanskelig å verifisere. Som figur 5 viser, har derimot dagens CO<sub>2</sub>-konsentrasjon på omkring 370 ppm en betydelig gjødslingseffekt som trolig slår positivt ut på produktiviteten i jordbruket i alle deler av verden.

Formålet med denne artikkelen er ikke å bagatellisere menneskeskapte klimaendringer. Så langt jeg som samfunnsviter kan vurdere det, finner jeg advarslene i rapportene fra FN's klimapanel troverdige og veldokumenterte.<sup>4</sup> Men nettopp fordi klimaproblemet er alvorlig, er det viktig å bestrebe seg på å presentere mest mulig balanserte analyser. Det vil nå trolig bli gjennomført omfattende tiltak for å redusere klimagassutslipp. Hvis vi ønsker at disse tiltakene skal fungere effektivt etter hensikten, bør de vurderes på realiteter og ikke skremsler. Jeg vil derfor i denne artikkelen gjengi noen hovedresultater i nyere forskning knyttet til sammenhengene mellom menneskeskapte klimaendringer og verdens matvaresituasjon.

Fischer et al. (2005) representerer den mest grundige studien som er gjort av spørsmålet om hvordan klimaendringer og global oppvarming vil påvirke matvareproduksjonen globalt og regionalt. Mange av de samme resultatene er også gjengitt i Parry et al. (2004). Begge disse artiklene står sentralt i IPCCs siste delrapport om effekter og tilpasninger (IPCC, 2007b). I tillegg vil jeg også referere resultater fra noen andre arbeider.

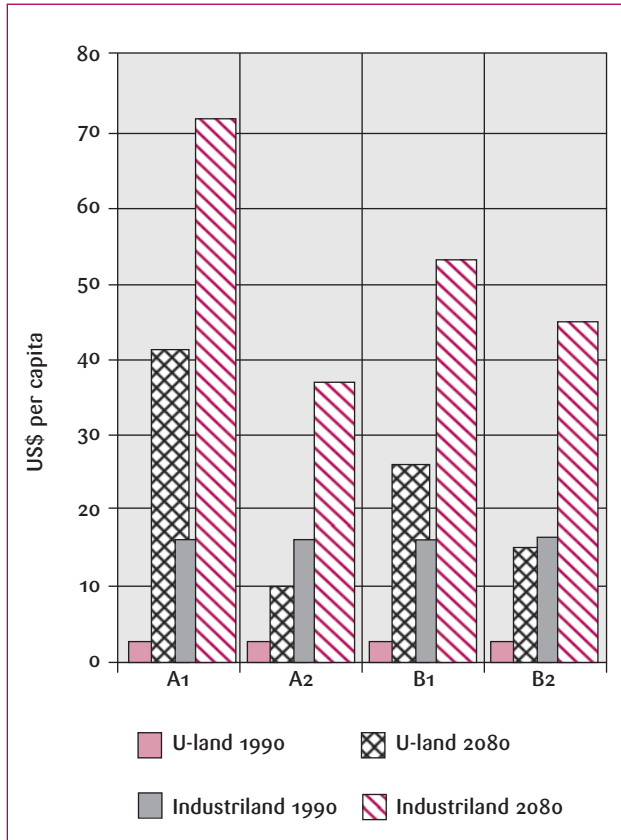
## MODELLER OG REFERANSESCENARIER

Fischer tar utgangspunkt i IPCCs fire hovedscenarier A1, A2, B1 og B2, de såkalte SRES-scenariene, se IPCC (2000). Analysen er bygget på koplede simuleringer av klimamodeller og en sosioøkonomisk global likevektsmodell (BLS) der landbrukssektoren er modellert i stor detalj. For å få et mest mulig nyansert bilde av de klimatiske endringene, har man brukt simuleringer med fem forskjellige globale klimamodeller utviklet i henholdsvis Australia, Canada, Storbritannia, Tyskland og USA. Fischers analyse bygger altså på et omfattende internasjonalt samarbeid som involverer både klimaforskere og økonomer fra en rekke ulike forskningsmiljøer.

I scenariene er det lagt til grunn det Fischer anser som en sannsynlig produktivitetsutvikling innenfor jordbruket. Modellen lar jordbruket tilpasse seg til klimaendringene ved for eksempel å ta i bruk nye arealer i nordlige strøk, endre tidspunkt for såing og høsting eller ved å produsere andre mer egnede produkter i et endret klima. Samtidig tar modellen hensyn til at for eksempel høyere temperatur i strøk nær ekvator påvirker produktiviteten negativt. Men BLS tar ikke hensyn til at det vil kunne skje teknologiske endringer, for eksempel ved hjelp av genterapi, noe som vil kunne gjøre plantene mer tilpasningsdyktige i forhold til et varmere klima. Slik sett kan man si at studien under vurderer landbrukets sannsynlige evne til å tilpasse seg klimaendringene. På den annen side tar studien ikke hensyn til at et varmere og stedvis fuktigere klima kan gi økte problemer med plantesykdommer og lignende.

<sup>4</sup> I flere av IPCC-rapportene synes jeg likevel det ofte er en skjemmende tendens til å gjemme bort faktiske forhold som ikke bidrar til å tegne et entydig bilde av klimaendringenes dramatik. Et typisk eksempel er utviklingen i metankonsentrasjonen. I sammendraget i den siste rapporten fra arbeidsgruppe 1, IPCC (2007a) er det ikke ett ord om et så sentralt forhold som at konsentrasjonen av metan, den nest viktigste drivhusgassen, av ukjente årsaker, har vist avtakende vekst de siste tiårene og har vært stabil de siste ti år. Først på side 142 i rapporten kommer man inn på dette.

Figur 1 Bruttonasjonalprodukt per capita i 1990 og i 2080 i de fire IPCC-scenariene.

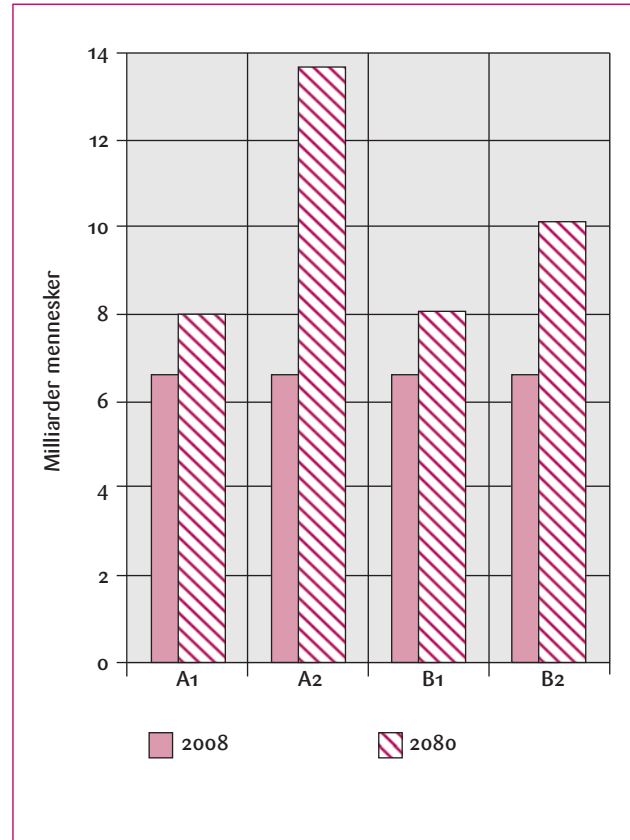


Kilde: IPCC (2000)

Modellanalysen er utført som følger: Først simulerer man den økonomiske modellen BLS med utgangspunkt i de fire SRES-scenariene, men uten å ta hensyn til klimaendringenes virkninger på jordbruket. Deretter simulerer man BLS med de klimaendringene som kommer ut av de fem klimamodellene og tar hensyn til hvordan disse endringene påvirker vilkårene for jordbruksproduksjonen i ulike deler av verden. Fordi BLS er en likevektsmodell, får man frem hvordan klimaendringene ikke bare gir lokale endringer i produksjonsvilkår, men også sluttresultatet for verdens matvareproduksjon, matvarepriser og verdenshandelen med matvarer. Matvareprisene er i sin tur viktige for det estimerte antall mennesker med risiko for å sulte. Etter definisjonen er et menneske i risiko for å sulte dersom han eller hun har inntekt som kan gjøre det vanskelig eller umulig å skaffe seg tilstrekkelig med mat.

Ettersom Fischer tar utgangspunkt i SRES-scenariene, er noen kjennetegn ved disse presentert i figur 1, 2 og 3, se også tabell 1. Det skjer en betydelig inntektsvekst både i

Figur 2 Verdens folketall i dag og i 2080 i de fire IPCC-scenariene.

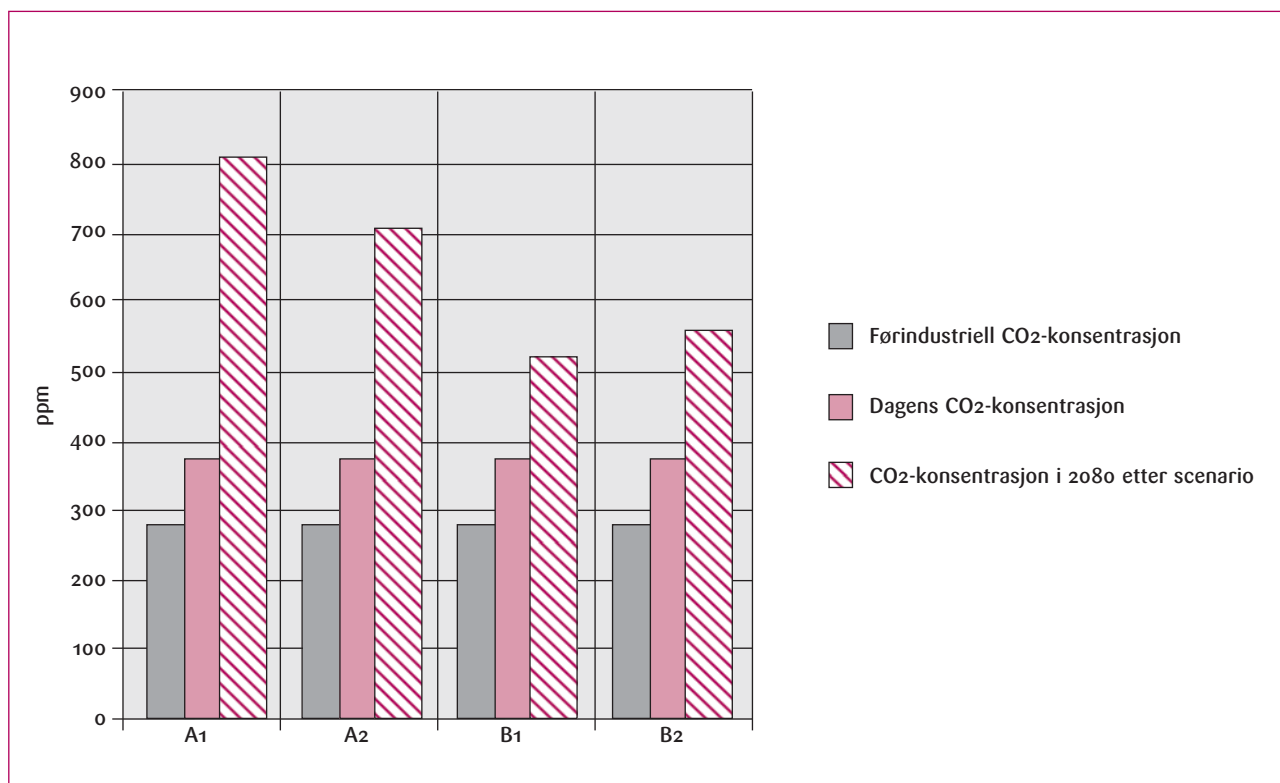


Kilde: IPCC (2000)

industriland og i u-land i alle de fire scenariene, se figur 1. Men A2-scenariet skiller seg ut ved en vekst i BNP per capita som er betydelig lavere enn i de andre scenariene. Svak inntektsutvikling forsinket nedgangen i fruktbarheten. I A2 blir det derfor en sterk befolkningsvekst, se figur 2. Den høye befolkningsveksten i A2-scenariet gir relativt høye utslipp av CO<sub>2</sub> på tross av den svake inntektsutviklingen. A1 har den høyeste økonomiske veksten og den høyeste konsentrasjonen av CO<sub>2</sub>, se figur 3. I B1 og B2 er utslippsveksten vesentlig svakere enn i de to førstnevnte scenariene.

A2-scenariet skiller seg ut med vedvarende store sultproblemer gjennom hele århundret, se figur 4. Hovedårsaken her er den svake inntektsveksten i A2-scenariet. Samtidig legges det til grunn at trenden med fallende matvarepriser, som man så i det 20. århundret, erstattes av en stigende trend. Dette gjelder alle scenariene, men er spesielt markert i A2-scenariet, ettersom den sterke befolkningsveksten her gir høy etterspørsel etter mat.

Figur 3 CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i før-industriell tid, i dag og i 2080 i de fire IPCC-scenariene.



Kilde: IPCC (2000)

Fischer, s. 2080, sier selv at de er klar over at A2 trolig er et scenario «out of range» ettersom den høye befolkningsveksten som der legges til grunn nå virker stadig mindre sannsynlig. I A2 legges det i tillegg til grunn at gjennomsnittlig per capita inntektsvekst i u-landene blir på bare 1,5 prosent per år. Hvis vi ser den høye økonomiske veksten man har hatt i flere u-land i de senere årene, ikke minst Kina og India som en indikasjon på u-landenes vekstpotensiale virker også vekstforutsetningene i A2-scenariet urimelig lave. Det kan derfor være grunn til å legge begrenset vekt på A2-scenariet.

I de andre tre scenariene blir sult etter hvert et mindre problem sammenlignet med dagens situasjon, se figur 4. Også i disse scenariene er det stigende matvarepriser. Men inntektsveksten er så god at stadig færre mennesker ikke har råd til å kjøpe seg nok mat.

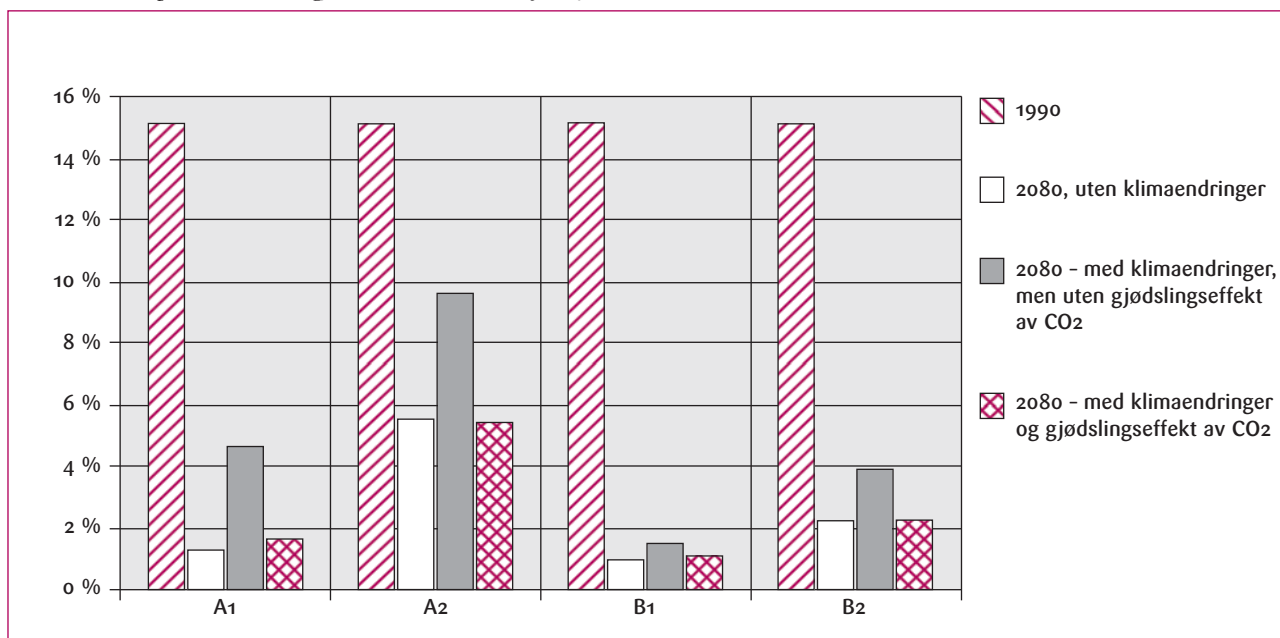
#### KLIMASONER I FORANDRING

Et hovedtrekk ved klimaendringene er at temperaturregimene flytter nordover. Følgelig får man en reduksjon i geografiske områder med boreale og arktiske økosystemer. Samtidig vil man få en ekspansjon av den tropiske sonen, noe som blant annet innebærer at stadig større deler av Afrika klassifiseres som tropes.

Økt temperatur gir mer fordampning fra havet og følgelig mer nedbør samlet sett. Det vil jordbruket i mange områder nyte godt av, mens andre områder igjen kan få for mye nedbør i forhold til hva som gir optimale produktjonsvilkår. Samtidig ser det ut til at tørke kan bli et økende problem flere steder. Fire av de fem anvendte klimamodellene gir en ekspansjon av tørre områder i utviklingslandene.<sup>5</sup> Særlig er dette markert i Afrika, der modellanalysene i Fischer anslår at klimaendringene

<sup>5</sup> Et område klassifiseres som tørt dersom temperatur og jordens fuktighet medfører at vekstsesongen er på mindre enn 120 dager i året. I dag lever omtrent én milliard mennesker i slike områder.

Figur 4 Andelen av verdens befolkning i risiko for å sulte. De hvite søylene representerer modellsimuleringer som ikke tar hensyn til klimaendringer overhode. De grå søylene tar hensyn til at klimaendringene i form av høyere temperatur og endret nedbørsmønster vil endre produksjonsvilkårene. De krysskraverte søylene tar i tillegg hensyn til at økt CO<sub>2</sub>-konsentrasjon øker produktiviteten gjennom stimulans av fotosyntesen.



Kilde: Fischer et al. (2005)

vil medføre at de tørre områdene i Afrika øker med 5 – 8 prosent.

I mange nordlige strøk vil økte temperaturer kunne øke produktiviteten betydelig og gjøre nye områder tilgjengelige for jordbruk. Dette vil kunne slå meget gunstig ut for Russland, men også USA og Kina vil trolig få mange gunstige effekter her.<sup>6</sup>

## RESULTATER

Figur 4 viser hvordan Fisher ser for seg at sultproblemene utvikler seg i århundret. Fisher legger til grunn at det i 1990 var 15 prosent av verdens befolkning som hadde så lav inntekt at de var i risikozonen, se de skraverte søylene i figur 4. Dette samsvarer med tall fra FAO (2002), som anslår at det i dag er omkring 800 millioner underernærte mennesker i verden.

De hvite søylene i figur 4 viser hvor stor andel av verdens befolkning som vil være i risikozonen for sult i 2080 dersom

man ikke tar hensyn til klimaendringene. I for eksempel A1-scenariet faller antall personer i risikozonen for sult til 100 millioner i 2080 når man ikke tar hensyn til at klimaendringene vil påvirke vilkårene for jordbruksproduksjon. Omtrent like sterk nedgang i sultproblemene har man i B1 og B2. I A2 derimot, som er et scenario med svak inntektsutvikling og høy befolkningsvekst, får man ikke et tilsvarende markert fall i antall mennesker i risikozonen for sult. Andelen av verdens befolkning som sulter faller riktig nok fra 1990-nivået på 15 prosent til 5,6 prosent i 2080. Men i absolutte tall er nedgangen bare på om lag 30 millioner mennesker i A2-scenariet.

De krysskraverte søylene representerer antall mennesker i fare for å sulte når man tar hensyn til klimaendringenes både positive og negative virkninger på jordbruket. Av positive virkninger står det sentralt at økt CO<sub>2</sub>-konsentrasjon har en slags gjødslingseffekt ved å stimulere fotosyntesen, se figur 5 som viser et estimat av sammenhengen mellom CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen og hveteavlinger der Tubiello et al. (2007) har brukt minste kvadraters metode

<sup>6</sup> De ulike klimamodellene gir litt ulike resultater for Kina. Fire av de fem simulerte modellene anslår betydelige gunstige effekter for kinesisk jordbruk (produksjonskapasiteten for korn øker med 5 – 23 prosent), men den australske modellen anslår at Kina vil kunne få et tilsvarende produksjonstap på 5-7 prosent.

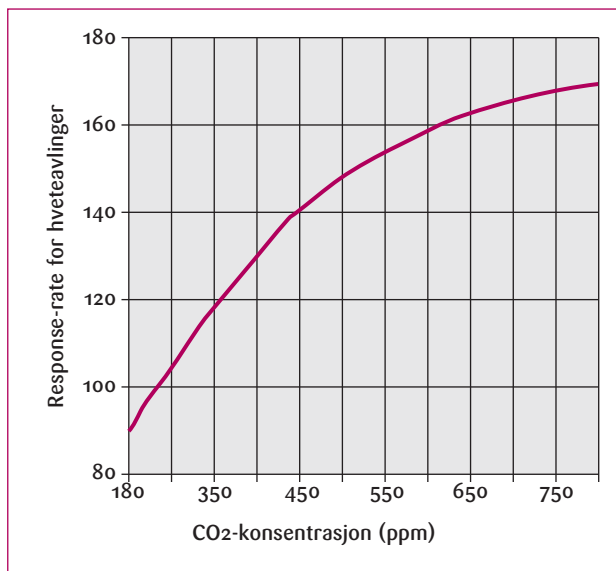
på sine data. Med høyere CO<sub>2</sub>-nivå vil dessuten plantene ha større evne til å holde på fuktigheten og dermed kreve mindre vann (Parry et al., 2004). I mange områder vil det også bli mer nedbør og en temperatur som også bidrar til økt produktivitet. Men det er også viktige negative effekter av klimaendringene, ikke minst høyere temperatur i områder nær ekvator. Her er temperaturen allerede så høy at enda høyere temperatur får planter til å mistrives og følgelig faller produktiviteten i jordbruket. Dessuten vil mange områder, særlig i Afrika få redusert nedbør, noe som også er ugunstig. De krysskraverte søylene er noenlunde like høye som de hvite. Det betyr altså at i utgangspunktet kan det se ut som om klimaendringenes totaleffekt på verdens sultproblemer er relativt små.

Men som Fischer understreker, er det usikkert i hvilken grad økt CO<sub>2</sub>-konsentrasjon i atmosfæren vil øke produktiviteten i jordbruket.<sup>7</sup> Fischer presenterer derfor også simuleringer der man ikke legger til grunn at økt konsentrasjon av CO<sub>2</sub> har en slik gunstig effekt på produktiviteten i jordbruket, se de grå søylene i figur 4. Med disse forutsetningene slår klimaendringene vesentlig mer negativt ut i alle scenariene, unntatt B1, der klimaendringene er bagatellmessige. Fischer understreker usikkerheten her og at man ikke kan si mye mer enn at sluttresultatet vil ligge et sted mellom de sorte og de krysskraverte søylene.

Jeg har her presentert andelen av verdens befolkning som er i risikozonen for sult. Ettersom verdens folketall øker, vil bildet se mindre hyggelig ut om man tar utgangspunkt i absolutte tall. Særlig gjelder dette A2-scenariet, der verdens folketall nesten er fordoblet i 2080. Uten klimaendringer i A2-scenariet faller antallet med risiko for sult fra dagens nivå på 800 millioner til 750 millioner i 2080. Med klimaendringer og når man inkluderer estimert stimulans fra CO<sub>2</sub>, blir antallet i risiko for å sulte omtrent det samme. Men med klimaendringer og uten CO<sub>2</sub>-effekten, øker antallet sultende i dette scenariet til hele 1,3 milliarder mennesker i 2080. Det virker rimelig å anta at påstandene om at klimaendringene vil gi store sultkatastrofer og lignende må stamme fra denne typen scenarier.

Som nevnt peker imidlertid Fischer på at A2-scenariet kan virke lite sannsynlig. Det kan derfor være grunn til å legge større vekt på A1, B1 og B2, som alle peker i retning av en sterk nedgang i sultproblemer i verden, både i absolutte

Figur 5 Estimert responsrate for hveteavlinger for endret CO<sub>2</sub>-konsentrasjon i forhold til responsraten ved førindustrielt CO<sub>2</sub>-nivå på 280 ppm. Prosent.



Kilde: Tubiello et al. (2007).

tall og relativt og uansett om man får klimaendringer eller ikke.

Figur 4 illustrerer også et annet viktig poeng: Det er ikke først og fremst global oppvarming og klimaendringer, men derimot den økonomiske veksten som ser ut til å avgjøre om man får bukt med sult og underernæring. Sammenlign for eksempel A1 og A2, som har CO<sub>2</sub>-konsentrasjoner på henholdsvis 810 og 709 ppm. I A2-scenariet er det mange mennesker i stor fare for sult. Her kommer man inn i den uheldige sirkelen av fattigdom og høy befolkningsvekst. A1 forutsetter derimot rask økonomisk vekst og som en følge av dette lav befolkningsvekst. Dersom gjødslingseffekten av CO<sub>2</sub> er slik Fischer legger til grunn, vil sult langt på vei være utryddet i A1-scenariet i 2080. Men selv om man ikke regner inn gjødslingseffekten av CO<sub>2</sub>, blir utbredelsen av sult betydelig lavere i A1 enn i A2, på tross av at A1 har vesentlig høyere CO<sub>2</sub>-konsentrasjon enn A2.

En tilsvarende sammenligning av B1 og B2 er også interessant. Her er det liten forskjell på CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i 2080. Men i B1 har man sterkere økonomisk vekst enn i B2. Derfor får man også vesentlig lavere risiko for sult i B1

<sup>7</sup> Det har blitt hevdet at gjødslingseffekten av CO<sub>2</sub> har vært overdrevet, se Long et al. (2005). Dette blir imidlertid tilbakevist i Tubiello et al. (2007).

enn i B2, enten man tar hensyn til gjødslingseffekten av CO<sub>2</sub> eller ikke.

#### KONKLUSJON

I 2080 vil velstands nivået i de fleste land, også i u-landene, etter alt å dømme være vesentlig høyere enn i dag. En vesentlig mindre andel av menneskene vil være knyttet til jordbruksproduksjon. Særlig vil denne nedgangen bli markert i u-landene. Mennesker vil i hovedsak bo i byer og få sin inntekt fra ikke-jordbruksrelaterte næringer. Naturalhushold vil være lite utbredt. Som i dagens industriland vil konsumnivået primært bestemmes av matvarepriser og inntektsnivåer, og i liten grad av egen produksjon av jordbruksvarer (Fischer, s. 2079).

Tubiello (s. 221) understreker at verdens matvaremarked er preget av et elastisk tilbud og en uelastisk etterspørsel. Dermed følger det at i den grad klimaendringene påvirker produksjonsvilkårene i jordbruket, vil det først og fremst endre *prisene* på jordbruksvarer og i *liten grad produserte kvanta*.

Det er ikke matmangel i noen av de scenariene som er presentert i Fischer et al. (2005) eller i Parry et al. (2004). Det er tvert imot potensial for økt matproduksjon i alle scenariene. Både Fisher, Parry og Tubiello understreker at sult primært et fattigdomsproblem og at klimaendringene vil ha liten virkning på den globale matvareproduksjonen.

Da Günther Fischer ved IIASA skulle oppsummere sammenhengen mellom klimaendringer og verdens matvareproduksjon i et foredrag for EUs landbruksministre nylig, var hans hovedkonklusjon at man her snakker om små endringer i produserte mengder mat og at matproduksjonen ikke er truet.

Men klimaendringene kan komme til å forårsake at produktivitetsveksten i jordbruket i flere områder, særlig i Afrika, blir svakere enn den ville blitt uten klimaendringene. Samtidig kan mange andre land, ikke minst USA og

Russland, komme til å få betydelig bedre produksjonsvilkår med et varmere klima. Dette kan endre den internasjonale arbeidsdelingen, der kanskje særlig USA og Russland får en større rolle som matprodusenter. I mange u-land som i dag har en jordbruksdominert økonomi og som får klimaendringer som slår ugunstig ut for deres jordbruk, kan man få en enda raskere nedtrapping av selssettingen innenfor jordbruket og en raskere ekspansjon av andre næringsgrener enn man ellers ville fått.

#### REFERANSER:

FAO (2002): World Agriculture: Towards 2015/2030. Verdens matvareorganisasjon.

Fischer, G., M. Shah, F. N. Tubiello, H. v. Velhuizen (2005): Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990-2080. *Philosophical Trans. of the Royal Society B* 360, 2067-2083.

Haarsma, R. J., F. M. Selten, S. L. Weber, M. Kliphuis (2005): Sahel rainfall variability and response to greenhouse warming. *Geophysical Research Letters* 32, 232-245.

IPCC (2000): *Special Report on Emissions Scenarios*, Working Group III, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge.

IPCC (2007a): The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the International Governmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.

IPCC (2007b): Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the International Governmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA.

Long, S. P., E. A. Ainsworth, A. D. B. Leakey, P. B. Morgan (2005): Food for thought: lower-than-expected crop yield stimulation with rising CO<sub>2</sub>-concentrations. *Science* 312, 1918-1921.

Parry, M., C. Rosenzweig, M. Livermore (2005): Climate change, global food supply and risk of hunger. *Philosophical Trans. of the Royal Society B* 360, 2125-2138.

Tubiello, N. T m.fl. (2007): Crop response to elevated CO<sub>2</sub> and world food supply. *European J. Agronomy* 26, 215 - 223.