

# U-land eller i-land – hvor ligger løsningen på klimaproblemet?

**Bjart Holtmark**

*Løsningen på klimautfordringen ligger i liten grad i begrenning av luksusforbruk i industrilandene, men i å hindre økning i energiforbruket til verdens milliarder av fattige mennesker. Uansett finansiell og teknologisk støtte fra i-land, vil dette kreve at u-landenes egne myndigheter sørger for høye sluttbrukerprisene på fossil energi. Artikkelen diskuterer om et slikt scenario er realistisk. Beregninger viser at for å nå målet om å begrense oppvarmingen til 2 °C vil viktige industriland måtte dekke kostnader på rundt 4 -5 prosent av BNP, dersom u-landene ikke selv skal bære kostnadene ved sine utslippskutt.*

## Innledning

Klimakonvensjonen bekrefter en internasjonal enighet om å stabilisere konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren på et nivå som forhindrer farlige endringer av jordens klimasystem.<sup>1</sup> EU og Norge har tolket dette dit hen at man må sørge for at gjennomsnittstemperaturen ikke øker med mer enn 2 °C i forhold til førindustriell tid, og dette målet er utgangspunktet for norske posisjoner i forhandlingene om en ny klimaavtale.<sup>2</sup> Nå er det usikkert hvor lav konsentrasjonen av klimagasser da må være. Men jeg tar i denne artikkelen utgangspunkt i at man kan nå to-graders målet dersom CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen stabiliseres på rundt 430 – 450 ppm. Konsentrasjonen i før-industriell tid var rundt 280 ppm, mens den i dag er på rundt 385 ppm.<sup>3</sup>

Denne artikkelen presenterer talleksempel som skisserer hva det vil koste ulike land og regioner å delta i et internasjonalt samarbeid for så omfattende kutt i globale CO<sub>2</sub>-utslipp i 2050 at man kan nå målet om å begrense den globale oppvarmingen til to grader over førindustrielt nivå.

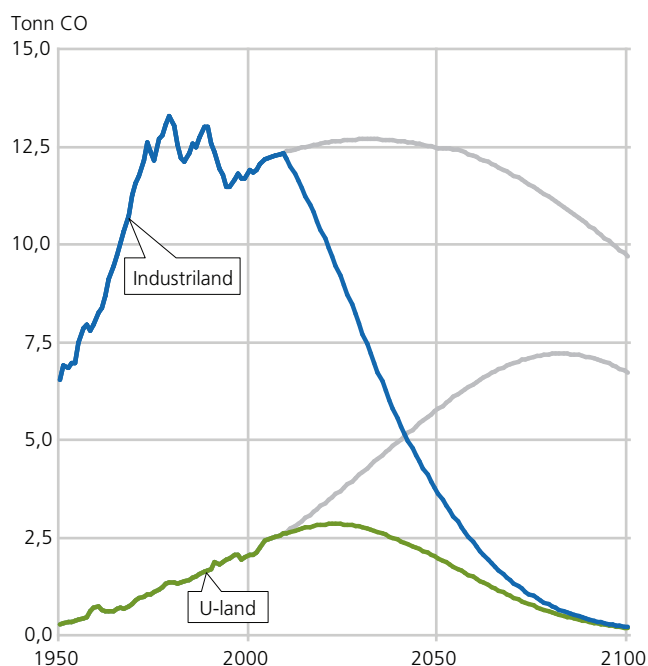
Slike talleksempel kan fort gi inntrykk av at det er relativt enkelt og ukomplisert å redusere de globale utslippene av CO<sub>2</sub> i et omfang som gjør togradersmålet mulig. Det er derfor viktig innledningsvis å presisere at det kan være en svært vanskelig oppgave å realisere noe slikt. Det er for eksempel en omfattende forskningslitteratur som viser hvor vanskelig det er å bygge den typen avtaler det her er snakk om.<sup>4</sup> I første del av denne artikkelen vil jeg derfor presentere tall som viser hvor store utslippskutt som må til i u-landene om man i vesentlig grad skal bremse veksten i konsentrasjonen av CO<sub>2</sub> i atmosfæren. Dermed gis også et inntrykk av hvor vanskelig det er å få tilstrekkelig mange land til å godta en slik internasjonal avtale.

2-graders-målet krever at det settes i verk effektive tiltak for å begrense utslippene over hele kloden, også i den dominerende gruppen av land der utslippene per innbygger er på 5-20 prosent av norsk nivå. Slike omfattende utslippskutt krever at det iverksettes en politikk som i vesentlig grad øker sluttbrukerprisene på energi, også i meget fattige land. Når vi vet hvor vanskelig det er å få gjennomslag for økte energipriser i et rikt land som Norge, virker det rimelig å anta at det kan bli enda vanskeligere gjennomføre en slik politikk i land der energibruken i hovedsak bare går til å dekke helt livsnødvendige behov for en gjennomgående fattig befolkning, eller til industri som gir disse menneskene arbeidsplasser.

Det er blitt argumentert at det hele kan løses ved at rike land som Norge finansierer fangst og lagring av CO<sub>2</sub>, vannkraft, solkraft og andre prosjekter i u-land, og på den måten vil kunne få gjennomført store globale utslippskutt uten at fattige mennesker i u-landene blir berørt. Slike prosjekter kan komme til å spille en viktig rolle, og her kan finansiering fra Norge og andre rike land komme inn. Men selv et femsifret antall slike prosjekter blir fort bare som en dråpe i havet i forhold til de utslippskuttene som er nødvendig for å nå 2-gradersmålet. Finansiering av prosjektbaserte tiltak for utbygging av alternativ energi vil dessuten innebære at man subsidierer, og dermed stimulerer, energiforbruk i u-landene. Slike prosjekter kommer bare i begrenset grad inn som erstatning for fossilbasert energiforsyning. CO<sub>2</sub>-fangst og lagring vil kunne anvendes på en del av de stasjonære energikildene (kull- og gasskraftverk, sementfabrikker med mer). Hvor stor andel vet man ennå ikke, blant annet fordi geologisk lagring av CO<sub>2</sub> foreløpig er et relativt lite utforsket område (se IPCC, 2005). Her kan det komme negative overraskelser. Den raskt voksende transportvirksomheten og privatbilismen i u-landene vil dessuten ennå i mange tiår, kanskje hele århundret, for en stor del trolig være basert på fossil olje.

Bjart Holtmark er forsker ved Gruppe for klima- og miljøøkonomi (Bjart.Holtmark@ssb.no)

Figur 1. Per capita CO<sub>2</sub>-utslipp fra fossile brenslere, historisk, i business-as-usual-banen (grå kurver) samt i baner med store utslippskutt (mørkere kurver). Tonn CO<sub>2</sub>/capit



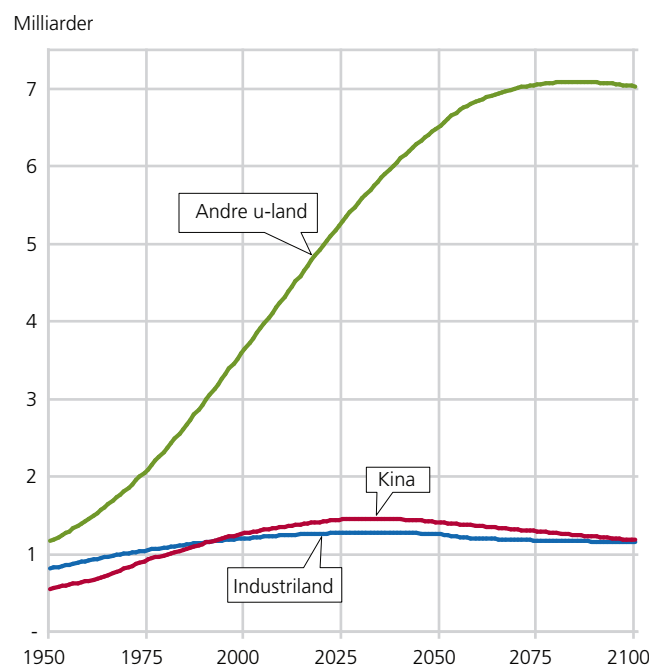
Kilde: Marland et al. (2007) for historiske utslipp og BAU-bane basert på IPCCs A1-MESSAGE-scenario.

Skal man begrense klimagassutslippene globalt, kommer man ikke utenom at det mest sentrale virkemiddelet blir innføring av avgifter, eller eventuelt omsettelige kvoter, for å få en sterk økning av sluttbrukerprisene på fossile brenslere, også i u-landene. Det er kun gjennom denne typen virkemiddelbruk at man kan oppnå store utslippsreduksjoner til akseptable kostnader.

Men det er et åpent spørsmål om det er politisk mulig og interesse for å øke sluttbrukerprisene på fossil energi i u-land så kraftig. Hvor politisk krevende det er å innføre og øke avgifter på drivstoff har vi også nylig fått illustrert gjennom debatten i USA. Både presidentkandidatene Hillary Clinton og John McCain har annonsert at de som presidenter ville føre en langt mer aktiv klimapolitikk i USA enn George W. Bush har stått for. Hvor krevende det kan bli å omsette slike løfter til praktisk politikk fikk vi et bilde av da begge disse presidentkandidatene nylig støttet et forslag om å senke drivstoffavgiftene i deler av året for å begrense konjunkturedgangen.

Når det gjelder klimagassutslippene fra industrilandene, er det en tendens til å overvurdere betydningen av disse. Redusert luksusforbruk i industrilandene vil ikke være tilstrekkelig for å løse klimaproblemet. Skal man redusere globale utslipp av klimagasser i et omfang som gjør det mulig å nå 2-graders-målet, må man gjennomføre store utslippskutt som berører både fattige og rike i både industriland og u-land. I artikkelen illustreres det poenget ved å vise virkningen av at bare industrilandene reduserer sine utslipp.

Figur 2. Verdens befolkningsutvikling 1950–2100. Middeltalternativet i FNs fremskrivninger. Milliarder persone



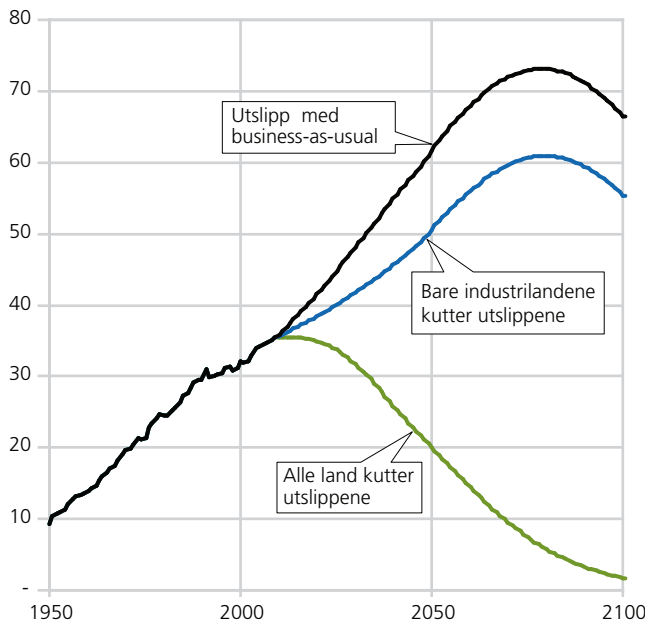
Kilde: United Nations (2004, 2006).

Siste del av artikkelen legger tilside den pessimistiske diskusjonen om mulighetene for å få i stand en klimavtale. Jeg tar utgangspunkt i en kvotehandelsavtale for 2050 og gir noen talleksempel som illustrerer hvordan man kan trekke u-land inn i en slik avtale. Avtalen innebærer at utslippene kuttes med 50 prosent fra i dag til 2050, noe som innebærer en reduksjon på om lag 70 prosent i forhold til business-as-usual i 2050.

### Utslippsscenarioer – hvor store kutt er mulig, ønskelig og nødvendig?

Det er grunn til å tro at det 21. århundret vil bli preget av sterk økonomisk vekst i u-landene. Også FNs klimapanel IPCC legger til grunn en slik vekst, se IPCC (2000). Dette vil trolig gi et økende behov for energi. Fossile brenslere vil dominere i mange ti-år blant annet fordi dagens infrastruktur er basert på fossil energi, og denne infrastrukturen tar tid å skifte ut. Befolkningsveksten vil fortsatt være betydelig i mange år. Mens det i dag er om lag 6,6 milliarder mennesker på jorden, vil dette tallet mest sannsynlig passere 9 milliarder før 2050, se figur 2. FNs middeltalternativ i fremskrivningene fra 2004 anslår at verdens folketall vil nå en topp på rundt 9,5 milliarder mennesker rundt 2075. Alt i alt tilsier disse utviklingstrekkene at det vil være sterke drivkrefter i retning av raskt økende klimagassutslipp gjennom århundret.

Som det fremgår av figur 1, er det i dag stor forskjell på utslippene av CO<sub>2</sub> per hode i rike og fattige land. Dette reflekterer den lave energibruken i de fattige landene. Det er derfor all grunn til å regne med at energibruken i u-landene vil øke raskt. I og med at fossile brenslere,

Figur 3. Utslipp av CO<sub>2</sub> i business-as-usual-banen og i to alternative baner. Gt CO<sub>2</sub>

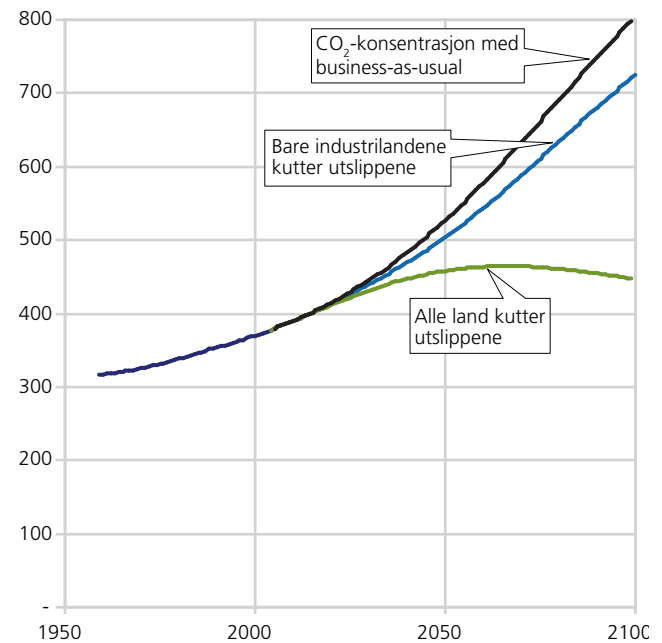
Kilde: Statistisk sentralbyrå.

ikke minst kull, er konkurransedyktige alternativer, bør man ikke bli overrasket om disse landenes CO<sub>2</sub>-utslipp vil øke raskt i tiårene som kommer.

Figur 1 viser per capita utslipp i industriland og u-land både for et business-as-usual scenario (de øverste kurvene), og for scenarier der det legges ti grunn at utslippene kuttes kraftig i både industriland og u-land (de nederste kurvene). Når det gjelder utslippsutviklingen i det business-as-usual-scenariet som er lagt til grunn i dette notatet, baserer den seg på IPCCs A1-scenarier med IIASAs modell MESSAGE, se IPCC (2000).<sup>5</sup> I industrilandene faller per capita-utslippene gjennom århundret. Det skyldes både en antatt sterk grad av energieffektivisering og overgang til fornybare energikilder etter hvert som disse alternativene i takt med en forventet teknologisk utvikling i større grad blir konkurransedyktige. Et slikt scenario kan virke relativt sannsynlig i lys av den økningen i prisen på særlig olje og gass man må forvente etter hvert som u-landenes etterspørsel etter energi fortsetter å øke raskt.

Som det fremgår av figur 1, vokser per capita-utslippene i business-as-usual scenariet for u-landene raskt gjennom det meste av århundret. IPCC legger til grunn at på tross av at også u-landene tar i bruk fornybare energikilder i sterk grad, er energibehovet så stort at også bruken av fossil energi øker raskt.

De globale utslippene som følger av per capita utslippene og befolkningsveksten i henholdsvis figur 1 og 2, er vist i figur 3. Tilsvarende viser figur 4 hvordan CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen utvikler seg gjennom århundret. I figur 3 og 4 viser den øverste kurven business-as-usual

Figur 4. Atmosfærens konsentrasjon av CO<sub>2</sub> i business-as-usual-banen og i to alternative baner. ppm

Kilde: Statistisk sentralbyrå.

mens den nest øverste hva som blir konsekvensene av at industrilandene kutter per capita utslippene slik det er angitt i figur 1. Den nederste kurven i figur 3 og 4 viser konsekvensene av at både i-landene og u-landene kutter per capita utslippene slik som vist i figur 1.

I business-as-usual når man i 2100 en CO<sub>2</sub>-konsentrasjon på 800 ppm, nesten det tredobbelte av førindustrielt nivå. Et så høyt konsentrasjonsnivå for CO<sub>2</sub> vil gi en temperaturøkning på om lag 4,6 grader over førindustrielt nivå, dersom man legger til grunn IPCCs siste anslag for sammenhengen mellom CO<sub>2</sub>-konsentrasjon og oppvarming.

Man kan ikke vite hvor store utslippskutt som er nødvendige for å være sikre på at den globale oppvarmingen ikke blir på mer enn 2 °C. Men dersom man stabiliserer CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen på 450 ppm eller lavere er det mulig at to graders målet kan nås. Skal dette målet nås, må man foreta omfattende utslippskutt i både u-land og industrilandene. Av figur 1 fremgår det også i u-landene må utslippsveksten per capita temmelig raskt stoppes og snus til en nedgang til tross for det meget lave nivået disse utslippene per hode befinner seg på i utgangspunktet. Nøkkelen til å nå 2-graders målet ligger altså på mange måter i u-landene. Her bor det i dag vel 5 milliarder mennesker, et tall som vil vokse til omkring 8 milliarder innen 2050, se figur 2.

For å tydeliggjøre hvor begrenset rolle industrilandenes utslipp vil spille, har jeg også sett på konsekvensen av at det bare er industrilandene som gjennomfører de utslippskuttene som er beskrevet i figur 1, mens u-landenes utslipp blir som i business-as-usual. Da får vi

Tabell 1. Utslipp, BNP og befolkning i 2004 og i 2050 ved business-as-usual

	2004			2050		
	tCO <sub>2</sub> /cap tCO <sub>2</sub>	BNP/cap 1000 US\$	Befolkning Millioner	tCO <sub>2</sub> /cap tonnes	BNP/cap 1000 US\$	Befolkning Million
Afrika	1,28	2	902	4,66	14,6	1 998
Kina	3,84	6	1 304	8,19	21,6	1 409
India	1,20	3	1 117	3,56	12,2	1 658
Øvrige Asia	2,75	4	1 343	5,80	15,9	2 096
Latin-Amerika	2,60	6	551	9,19	29,1	769
Nord-Amerika	20,33	39	329	19,26	96,2	445
Europa og OECD-Asia	9,17	22	891	8,75	56,1	815
Norge	9,52	43	5	10,23	73,7	6
Verden	4,27	8	6 437	6,72	24,4	9 197

Kilde: Statistisk sentralbyrå.

globale utslipp og CO<sub>2</sub>-konsentrasjon som vist med den midterste kurven i henholdsvis figur 3 og 4. Vi ser altså at om industrilandene umiddelbart setter i verk tiltak og i løpet av århundret praktisk talt eliminerer egne utslipp, reduseres konsentrasjonen av CO<sub>2</sub> i 2100 med om lag 70 ppm, noe som anslagsvis demper temperaturøkningen med knapt 0,4 °C, fra 4,6 °C til 4,2 °C.

Klimaproblemet handler altså i liten grad om luksusforbruk i industrilandene. Det handler i det hele tatt ikke bare om rike lands energiforbruk. Tvert imot ligger løsningen på klimaproblemet først og fremst i hva som skjer med fattige menneskers energiforbruk, fordi det er så veldig mye flere av dem.

### Hva koster store utslippskutt?

Det pågår en faglig diskusjon om mulighetene for å få til en omfattende internasjonal klimaavtale. Denne diskusjonen tar ofte utgangspunkt i de store problemene man har hatt og har med å få frem et internasjonalt avtaleverk. Kyoto-avtalen er det man har å vise til så langt, og den vil bety helt bagatellmessige utslippsreduksjoner. Om man nå i de nærmeste årene lykkes med å få frem en avtale som omfatter langt større deler av verdens utslipp og som har større utslippskutt, er det et åpent spørsmål om avtalen til syvende og sist vil bli fulgt opp, ikke minst av u-landene. Som vi så i forrige avsnitt, ligger nøkkelen til omfattende globale utslippsreduksjoner i u-landene og ikke i så sterk grad i USA og andre industriland som mange later til å tro. At det kommer en ny president i USA fra 2009, vil altså neppe bety det umiddelbart gjennombrudd i arbeidet for en ny klimaavtale.

I dette avsnittet legger jeg likevel til grunn at man etter hvert får på plass en omfattende global klimaavtale og presenterer derfor noen grove anslag på hva en slik avtale vil koste ulike grupper av land for ulike byrdefordelingsregler.

Jeg begrenser meg her til å se på året 2050. Alle kostnader er årlige kostnader. Det gis et øyeblikksbilde av en situasjon av 2050. Man kan tenke seg en klimaavtale som i årene frem mot 2050 gradvis blir strammere.

Etter 2050 må den ytterligere strammes til slik at kostnadene stiger enda mer.

Utgangspunktet er det business-as-usual-scenariet som er skissert i foregående avsnitt, som altså gir en global inntektsutvikling og utslippsutvikling i samsvar med IPCCs A1-scenarier. I dette scenariet vokser CO<sub>2</sub>-utslippene fra dagens nivå på knapt 30 GtCO<sub>2</sub> (utenom utslipp fra avskoging) til et nivå i 2050 på 61,7 GtCO<sub>2</sub>.

For å begrense oppvarmingen til 2 °C, bør utslippene nær halveres i forhold til dagens nivå innen 2050. Jeg tar derfor utgangspunkt i at det etableres en internasjonal klimaavtale som begrenser de globale utslippene i 2050 til 17 GtCO<sub>2</sub>. I forhold til business-as-usual-nivået er dette en reduksjon på 72 prosent i 2050. I BAU er per capita utslippene i 2050 på 6,7 tonn CO<sub>2</sub>. Vi skal altså redusere disse til 1,9 tonn CO<sub>2</sub> per capita.

Det presenteres tre ulike regneeksempler. Eneste forskjell mellom regneeksemplene går på hvordan de nasjonale kvotene er fordelt.

**I regneeksempel 1** er kvotene proporsjonale med folketallet.

**I regneeksempel 2** får u-landene så store kvoter at de ikke får noen netto kostnader. Det vil altså si at u-landenes inntekter fra kvotesalg kompenserer for deres kostnader med å foreta utslippsreduksjoner. For at dette skal være mulig, må industrilandene få negative kvoter.

**I regneeksempel 3** legges det til grunn at industrilandene skal være klimanøytrale. Det vil si at de får en kvote på null utslipp.

### Regneeksempel 1 – nasjonal kvote etter folketall

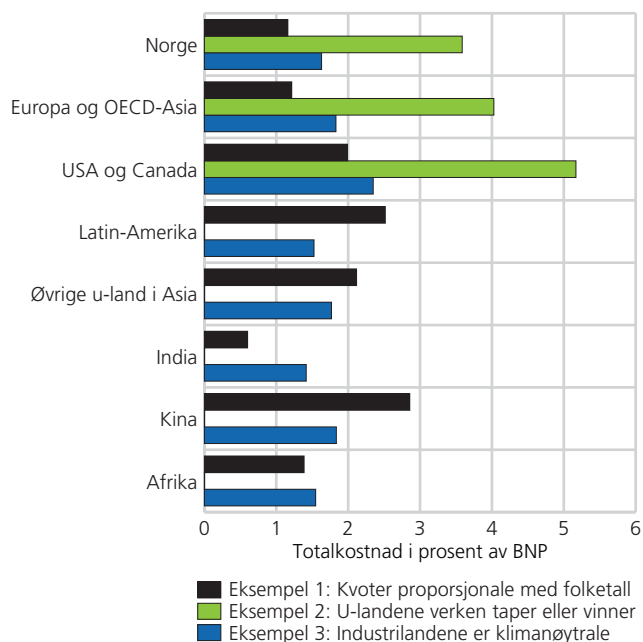
I regneeksempel 1 har hvert land/region fått en nasjonal utslippskvotepå i 2050 som står i forhold til befolkningen. Per capita utslippene i 2050 skal ned i 1,9 tonn CO<sub>2</sub> per hode. Altså får hvert land i dette eksemplet en kvote som er lik 1,9 tonn CO<sub>2</sub> multiplisert med folketallet i 2050.

Tabell 2. Regneeksempel 1. Utslippene i 2050 reduseres til 17,3 Gt CO<sub>2</sub>

	Nasjonal kvote		Simulerte utslipp MtCO <sub>2</sub>	Eksport av kvoter MtCO <sub>2</sub>	Utslippsreduksjon MtCO <sub>2</sub>	Kostnad utslippsreduksjon Milliarder NOK	Netto utgift kvotekjøp	Nettokostnad	
	Prosent BAU	MtCO <sub>2</sub>						Mrd. NOK	Prosent BNP
Afrika	40	3 763	2 612	1 151	6 702	3 686	-1 266	2 420	1,4
Kina	23	2 653	3 236	-583	8 303	4 567	641	5 208	2,9
India	53	3 123	1 657	1 465	4 253	2 339	-1 612	727	0,6
Øvrige Asia	32	3 948	3 411	537	8 752	4 814	-590	4 223	2,1
Latin-Amerika	20	1 449	1 982	-533	5 085	2 797	586	3 383	2,5
Nord-Amerika	10	839	2 405	-1 566	6 170	3 394	1 723	5 116	2,0
Andre i-land	22	1 536	2 001	-465	5 135	2 824	512	3 336	1,2
Norge	18	11	17	-6	43	24	6	30	1,2
Verden	28	17320	17320	0	44 443	24 444	0	24 444	1,8

Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Figur 5. Årlig nettokostnad av en klimaavtale for 2050 i tre regneeksempler



Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Det er lagt til grunn at utslippene i Kina i 2050 nærmer seg europeisk nivå (8,2 tonn CO<sub>2</sub> per capita). Kinas per capita utslipp i 2050 ligger altså over globalt gjennomsnitt, og Kina får en kvote som ligger på 23 prosent av deres BAU-utslipp. Indias per capita utslipp i 2050 ligger godt under globalt gjennomsnitt slik at Indias kvote blir mer romslig i forhold til BAU-utslippene.

Med de oppgitte forutsetninger vil en slik avtale totalt ha en kostnad på 1,8 prosent av global inntekt (BNP). Det paradoksale her er at det ikke er i-landene som får de største kostnadene hvis vi måler i prosent av BNP. Kina vil oppleve den største kostnaden, på 2,9 prosent av BNP. Men Latin-Amerika og øvrige Asia henger ikke langt etter, se tabell 2. Det henger sammen med at disse regionene har utviklet svært karbonintensive økonomier. Når det gjelder industrilandene, forutsetter

derimot IPCC i sin A1-bane at de fortsetter å ha en god økonomisk vekst gjennom århundret samtidig som CO<sub>2</sub>-utslippene faller.

I regneeksempel 1 er det lagt til grunn at Norge får en kvote på 11 MtCO<sub>2</sub> mens BAU-utslippene er på 60 MtCO<sub>2</sub>. For Norge blir det i dette tilfellet kostnadseffektivt å redusere utslippene med 43 MtCO<sub>2</sub> og importere utslippsrettigheter for 6 MtCO<sub>2</sub>. Norge får en årlig kostnad til utslippsreduksjoner på 24 milliarder kroner. I tillegg kommer en utgift til import av utslippsrettigheter på 6 milliarder kroner. Total norsk kostnad blir med disse forutsetningene på 30 milliarder, det vil si 1,2 prosent av BNP, se figur 5 og tabell 2.

Alle kostnadstall er her årlige tall. Dette er altså kostnader som påløper i 2050. Men det er naturligvis ikke bare i 2050 man skal redusere utslippene. De kostnadene vi ser her gir altså et øyeblikksbilde av en tenkt situasjon i 2050. I årene både før og etter 2050 vil det påløpe tilsvarende kostnader, avhengig av hvordan avtaleverket utvikles over tid.

Kostnadene i prosent av BNP er relativt lave her, i hvert fall for Norge. Men her må man huske på at man snakker om en rendyrket kostnadseffektiv klimapolitikk, der alle utslippsreduksjoner drives frem ved at det legges en lik pris på CO<sub>2</sub> i alle sektorer. Det vil medføre at kun billige tiltak, som for eksempel nedleggelse av ulønnsom industri, blir gjennomført mens alle dyre tiltak droppes. *Dersom man i stedet viderefører dagens klimapolitikk preget av lav grad av kostnadseffektivitet, vil både i-land og u-land stå overfor langt høyere kostnader dersom en avtale av disse dimensjoner skal gjennomføres.*

### Regneeksempel 2 – u-landene verken taper eller vinner

Av tabell 2 fremgår det at Kina og resten av u-landene i Asia utenom India samt landene i Latin-Amerika får relativt betydelige kostnader av den avtalen som er skissert i regneeksempel 1. Det vil altså si en avtale der nasjonale kvoter settes i forhold til landenes folketall. Paradoksalt nok kan en slik avtale bli vanskelig for de

Tabell 3. Regneeksempel 2. Utslippene i 2050 reduseres til 17,3 Gt CO<sub>2</sub>. U-landene har så store kvoter at de verken taper eller vinner på klimaavtalen\*

	Nasjonal kvote		Eksport av kvoter MtCO <sub>2</sub>	Utgift kvotekjøp	Nettokostnad	
	Prosent BAU	MtCO <sub>2</sub>			Milliarder NOK	Prosent BNP
Afrika	64	5 961	3 349	-3 684	2	0,0
Kina	64	7 385	4 149	-4 564	3	0,0
India	64	3 783	2 125	-2 338	1	0,0
Øvrige Asia	64	7 785	4 374	-4 811	3	0,0
Latin-Amerika	64	4 523	2 541	-2 795	2	0,0
Nord-Amerika	-77	-6 588	-8 992	9 891	13 285	5,2
Andre i-land	-77	-5 482	-7 483	8 231	11 056	4,0
Norge	-77	-46	-63	69	93	3,6
Verden	28	17 320	0	0	24 444	1,8

Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Tabell 4. Regneeksempel 3. Utslippene i 2050 reduseres til 17 Gt CO<sub>2</sub>. Industrilandene er karbonnøytrale\*

	Nasjonal kvote		Eksport av kvoter MtCO <sub>2</sub>	Netto utgift kvotekjøp	Nettokostnad	
	Prosent BAU	MtCO <sub>2</sub>			Milliarder NOK	Prosent BNP
Afrika	38	3 507	896	-985	2 701	1,5
Kina	38	4 345	1 110	-1 220	3 346	1,8
India	38	2 226	568	-625	1 714	1,4
Øvrige Asia	38	4 580	1 170	-1 287	3 527	1,8
Latin-Amerika	38	2 661	679	-747	2 049	1,5
Nord-Amerika	0	0	-2 405	2 645	6 039	2,3
Andre i-land	0	0	-2 001	2 201	5 025	1,8
Norge	0	0	-17	19	42	1,6
Verden	28	17 320	0	0	24 444	1,8

Kilde: Statistisk sentralbyrå.

nevnte u-landene å akseptere, da kostnadene er relativt høye. I regneeksempel 2 har jeg derfor justert kvotene til u-landene til et nivå som er så romslige at de verken taper eller vinner på avtalen. I dette eksemplet får da u-landene en kvote som utgjør 64 prosent av deres BAU-utslipp i 2050. Samtidig får industrilandene *negative* kvoter på -77 prosent av deres BAU-utslipp.

Konseptet *negative kvoter* kan kreve en forklaring. Anta for eksempel at et land har utslipp i BAU på 200 millioner tonn. Anta så at dette landet har fått en negativ kvote på -77 prosent av BAU-utslippene, eller på -154 millioner er tonn CO<sub>2</sub>. Anta videre at dette landet reduserer utslippene til 100 millioner tonn. For at landet skal innfri sin forpliktelse, må det da kjøpe til sammen 254 millioner utslippstillatelser (hver utslippstillatelse legitimerer ett tonn CO<sub>2</sub>). 100 millioner av disse utslippstillatelsene går til å dekke opp for utslippene.

Kostnadene i prosent av BNP er presentert i figur 5. Se også tabell 3.

Kostnaden for Nord-Amerika har nå økt til 5,2 prosent av BNP og kostnaden for de andre i-landene er på 4,0 prosent. Den norske kostnaden er nå på 3,6 prosent av BNP.

### Regneeksempel 3 – i-landene er karbonnøytrale

Forutsetningen i regneeksempel 2, der i-landene har negative kvoter, kan høres ekstremt ut. I den norske klimadebatten har det vært mer fokus på karbonnøytralitet. Det betyr at i-landene ikke tildeles kvoter – det vil si en kvote på null. Dette er studert i regneeksempel 3.

I et slikt regime må industrilandene kjøpe alle kvotene de trenger, men de har ikke en *negativ* beholdning med kvoter i utgangspunktet, slik som i regneeksempel 2. Total utslippsreduksjon er den samme som i regneeksempel 1 og 2, og dermed blir kvoteprisen og fordelingen av utslippsreduksjoner mellom land også den samme.

Kanskje litt overraskende vil Norges kostnad i prosent av BNP i en slik avtale være lavere enn kostnaden til Kina (i prosent av Kinas BNP). Det henger sammen med det antatt høye utslippsintensiteten i kinesisk økonomi.

Det interessante her er altså at karbonnøytralitet ikke nødvendigvis er veldig attraktivt for u-landene. De får da raskt kostnader som er på nivå med industrilandenes kostnader, når vi måler i prosent av BNP.

## Konklusjon

I denne artikkelen har jeg først skissert noen sannsynlige/mulige utviklingstrekk for global befolkningsutvikling og utslippsutvikling gjennom det 21. århundre. De presenterte scenariene viser at selv med moderat vekst i per capita utslipp i u-landene, vil den totale globale utslippsveksten kunne bli sterk. Utslippene fra industrilandene vil bety stadig mindre og følgelig vil utslippsreduksjoner i industrilandene gi forholdsvis små klimagevinster.

Dette illustrerer hvor krevende det kan bli å få til en effektiv internasjonal klimaavtale. Skal en slik klimaavtale innebære at man begrenser oppvarmingen til 2 °C, vil det knapt være rom for økte per capita utslipp i gruppen av utviklingsland sett under ett.

Som det fremgår av figur 3 og 4, vil en utslippsbane som begrenser oppvarmingen til 2 °C trolig innebære utslippsreduksjoner i 2050 på rundt 70 prosent i forhold til BAU. Regneeksempel 1, 2 og 3 tar derfor utgangspunkt i en global avtale der totalt tillatte utslipp er på 28 prosent av BAU-utslippene. Med de forutsetninger som er gjort om kostnadsforhold krever dette en karbonpris på rundt 1100 kroner per tonn CO<sub>2</sub>.

En avtale der alle land får en kvote etter folketall vil ikke nødvendigvis være så gunstig for u-landene at de vil akseptere en slik avtale. Spesielt for Kina kan en slik avtaleform slå uheldig ut, ettersom Kina allerede er i ferd med å passere globalt gjennomsnitt for per capita utslipp.

Dersom u-landene skal gå i null, det vil si at de verken skal vinne eller tape på å være med i en avtale, må i-landene få *negative* kvoter. Nord-Amerika får da en kostnad på over 5 prosent av BNP og Norge får en kostnad på 3,6 prosent av BNP. Dersom u-landene ikke skal påføres noen kostnader av å være med på en klimaavtale, vil man altså lett påføre industrilandene betydelige kostnader, selv dersom full kostnadseffektivitet er lagt til grunn. Et avtalekonsept som inkluderer negative kvoter er dessuten ikke særlig salgbart. Konklusjonen er altså at en ambisiøs internasjonal klimaavtale med nødvendighet også må innebære store kostnader for u-landene.

Vi så også på en avtale der i-landene er karbonnøytrale, slik det har vært lovet at Norge skal bli allerede i 2030. Det innebærer i praksis en relativt jevn fordeling av kostnader mellom land målt i prosent av BNP. At industriland er karbonnøytrale gir altså ikke nødvendigvis en avtale som er attraktiv for u-landene.

Konklusjonen er at det er vanskelig å bygge et avtaleverk som kan sørge for at man når to graders målet. I u-landene vil man måtte implementere betydelige avgifter (eller på andre måter sørge for økte priser) på sluttforbruk av fossil energi. Selv i rike land er en slik politikk vanskelig å få implementert. Det kan også vise seg svært vanskelig å gjennomføre i u-landene.

## Appendix. Nærmere omtale av beregningene

### Sammenhengen mellom utslipp og konsentrasjon av CO<sub>2</sub>

I første del av denne artikkelen ble det presentert beregninger av sammenhengen mellom globale CO<sub>2</sub>-utslipp og CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i atmosfæren. Det er her lagt til grunn en sammenheng som er som følger:

$$C_t = (1 - d_t) C_{t-1} + bE_t$$

$$d_t = d_0(C_{t-1} - g)^{-a}$$

der  $C_t$  og  $E_t$  er henholdsvis beholdning av og utslipp til atmosfæren av karbon på tidspunkt  $t$ , mens  $a$ ,  $b$ ,  $d_0$  og  $g$  er parametre som er gitt følgende verdier:  $a = 1,1$ ,  $b = 0,7$ ,  $d_0 = 3,0$ ,  $g = 250$ . Denne modellen gir et bilde av sammenhengen mellom utslipp og konsentrasjon som fungerer rimelig for ulike utslippsscenarier for det 21. århundre, men egner seg ikke for å scenarier som går flere århundrer fremover.

### Modellen benyttet i regneeksempel 1, 2 og 3

I regneeksemplene 1, 2 og 3 er det benyttet en enkel kalibrert modell der hvert enkelt land har en lineær marginal kostnadskurve for utslippsreduksjoner som starter i origo. Disse er kalibrert til en forutsetning om at for alle land vil en utslippsreduksjon på 72 prosent forutsetter en marginalkostnad på 1100 kr/tonn CO<sub>2</sub>. Det er altså ikke tatt hensyn til at det kan være større potensial for rimelige utslippsreduksjoner i u-land enn i i-land. Videre antas det at det er et perfekt fungerende internasjonalt kvotemarked slik at marginalkostnaden i alle land er lik kvoteprisen, og alle land innfrir nøyaktig sine forpliktelser i avtalene som diskuteres.

Det er meget usikkert hvor høy pris på karbon som vil være nødvendig dersom man skal få utslippene på global basis ned i 17 GtCO<sub>2</sub> i 2050. IPCC (2007b) gir en pekepinn om hvor stor denne usikkerheten er. For et scenario der man styrer mot 550 ppm CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2100 antyder IPCC en pris i 2050 på mellom 30 og 155 US\$/tCO<sub>2</sub>. Det scenariet som presenteres i denne artikkelen er mer ambisiøst og skal helt ned i om lag 430 ppm CO<sub>2</sub> i 2100. Det kan derfor være lurt å legge seg på et noe høyere prisnivå i 2050. Jeg har derfor valgt å legge til grunn at vårt scenario vil kreve en CO<sub>2</sub>-pris i 2050 på 183 US\$ per tonn CO<sub>2</sub>. Jeg benytter i beregningene hele tiden en vekslingskurs på 6 kroner/dollar, slik at vi her snakker om en CO<sub>2</sub>-pris på 1100 kroner per tonn CO<sub>2</sub>.

Utslippene til et land  $i$ ,  $E_i$ , bestemmes ved følgende relasjon:

$$E_i = E_{oi} - b_i p$$

der  $E_{oi}$  er utslippene til land  $i$  ved BAU,  $p$  er kvoteprisen og  $b_i$  er en landspesifikk parameter. Parametrene  $b_i$  er

kalibrert til en forutsetning om at 72 prosent utslippsreduksjon i forhold til BAU i 2050 krever en CO<sub>2</sub>-pris på 183 US\$ per tonn CO<sub>2</sub>.

Med den lineære strukturen i modellen bestemmes kvoteprisen ved følgende relasjon:

$$p = \frac{\sum_i E_{0i} - \sum_i Q_i}{\sum_i b_i}$$

der  $Q_i$  er kvoten til land  $i$ .

## Referanser

Barrett, S., (2003): *Environment & Statecraft - The Strategy of Environmental Treaty-Making*, Oxford University Press, New York.

IPCC (2000): *Special Report on Emissions Scenarios*, Working Group III, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge, 595 pp.

IPCC (2005): *IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage*. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Metz, B., O. Davidson, H. C. de Coninck, M. Loos, and L. A. Meyer (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

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.

Marland, G., B. Andres, T. Boden (2007): *Global CO<sub>2</sub> Emissions from Fossil-Fuel Burning, Cement Manufacture, and Gas Flaring: 1751-2003*. Webpage of Carbon Dioxide Information Analysis Center, Tennessee, USA.

Tol, R.S.J. (2007): *Europe's Long Term Climate Target: A Critical Evaluation*, *Energy Policy*, **35** (1), 424-434.

United Nations (2004): *World Population to 2300*. United Nations, New York.

United Nations (2006): *United Nations Population Prospects. The 2006 Revision*, (<http://esa.un.org/unpp/>)

## Noter

<sup>1</sup> ” [...] dangerous anthropogenic interference with the climate system.” Se klimakonvensjonens artikkel 2.

<sup>2</sup> Tol (2007) går igjennom prosessen bak EU's beslutning om å sette et tograders mål, og viser at det for eksempel på ingen måte ligger en kostnads-nytte vurdering bak denne målfastsettelsen.

<sup>3</sup> I denne artikkelen fokuserer jeg på CO<sub>2</sub>. Men konsentrasjonen av metan og andre drivhusgasser har også økt og øker på grunn av økonomisk aktivitet. Enkelte frykter at den samlede konsentrasjonen av de ulike drivhusgassene allerede er så høy at man selv uten videre økning på sikt vil få en temperaturøkning på minst 2 °C. Det er nemlig betydelige treghetsmekanismer slik at dagens temperaturøkning på 0,8 °C ikke representerer en langsiktig likevekt gitt dagens konsentrasjon av klimagasser.

<sup>4</sup> Se Barrett (2003) for en introduksjon til denne litteraturen.

<sup>5</sup> A1 legger til grunn en noe høyere befolkningsvekst enn den som fremkommer i middelalternativet i FN's siste fremskrivninger. Jeg har derfor lagt til grunn per capita-utslippene i IPCCs A1-bane i SRES-scenariene, se IPCC (2000), og multiplisert disse med befolkningstallene i FN's siste befolkningsfremskrivninger. Jeg opererer imidlertid med noe mer dissagregerte tall enn IPCC ved at jeg har skilt ut Afrika, Kina og India som egne regioner, mens disse inngår i større aggregater i SRES.