



Center for
International Climate
and Environmental
Research - Oslo

Working Paper 1998:1

Kyoto-avtalen: Hva kan Norge gjøre?

Knut H. Alfsen



University of Oslo

ISSN: 0804-452X

Innhold

1. Innledning	3
2. Norske utfordringer	5
3. Mulige tiltak	7
3.1 Metanutslipp fra avfallsdeponier	7
3.2 Kraftkrevende industri	9
3.3 Kvotekjøp	10
3.4 Sokkelen	11
3.5 Skog	12
3.6 Transport	12
4. Oppsummering	13

1. Innledning

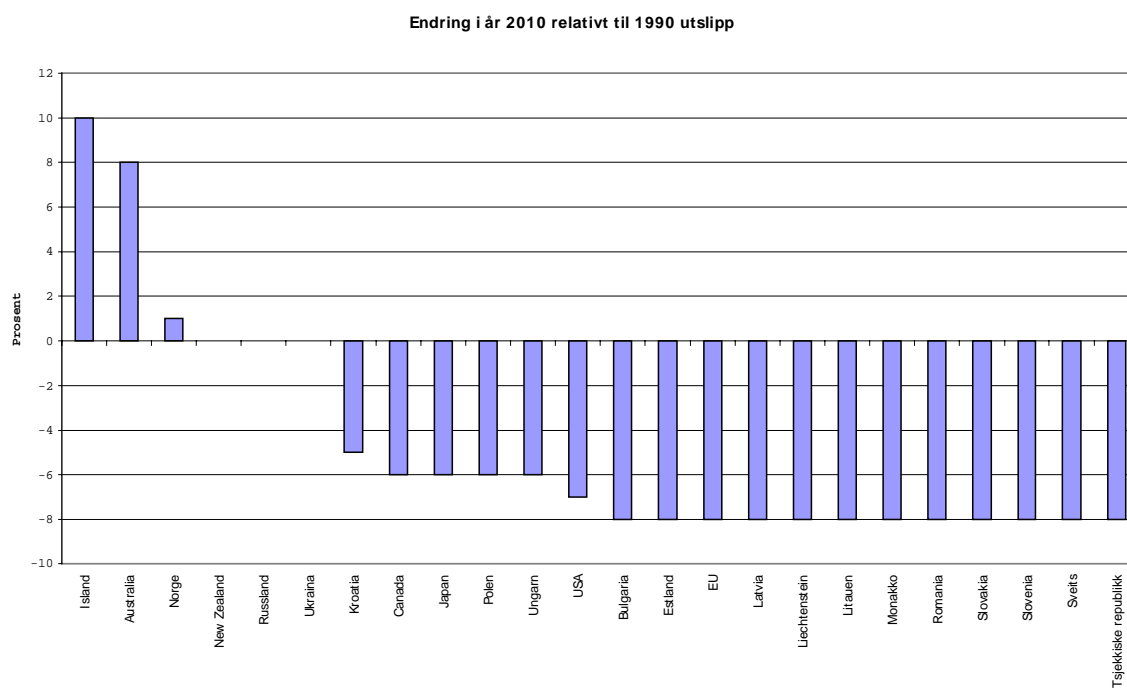
Ti timer og ti minutter på overtid kom man fram til en klimaavtale på det tredje partsmøtet til Klimakonvensjonen i Kyoto (COP-3) 11. desember 1997. Avtalen regulerer en rekke forhold, men fremdeles gjenstår mange detaljer. Dette gjelder først og fremst regler og prosedyrer for kvotehandel og felles gjennomføring av klimatiltak. Forhandlinger om dette er utsatt til senere partsmøter. Det første av disse (COP-4) finner sted i Buenos Aires 2.-13. november 1998.

Kyoto-avtalen kan kort sammenfattes slik:

- Avtalen omfatter seks klimagasser (karbondioksid - CO₂, metan - CH₄, lystgass - N₂O, perfluorkarboner – PKF (CF₄ og C₂F₆), hydrofluorkarboner - HFK og svovelheksafluorid - SF₆). Gassene skal sammenveies ved bruk av såkalt Global Warming Potentials – GWP – regnet med 100 års tidshorisont.
- Reduksjonsmålet for i-landene samlet er på 5,2 prosent innen perioden 2008-2012 sett i forhold til 1990-utslippene¹.
- Det er foretatt en byrdefordeling mellom landene. De fleste land, deriblant EU, skal redusere sine gjennomsnittlige utslipp i perioden 2008-2012 med 8 prosent relativt til 1990-nivået. USA skal redusere med 7 prosent, mens Japan skal redusere med 6 prosent. Land som New Zealand, Russland og Ukraina behøver bare stabilisere sine utslipp på 1990-nivå, mens Norge kan øke sine årlige utslipp med 1 prosent, Australia med 8 prosent og Island med 10 prosent over 1990-nivå innen perioden 2008-2012. Se figur 1.
- Det åpnes for kvotehandel, men med mulige restriksjoner på hvor store kvoter det enkelte land har anledning til å kjøpe. Dette vil bli tatt opp på neste partsmøte i Buenos Aires i november 1998.
- Det åpnes sannsynligvis for felles gjennomføring mellom i-land og for kreditering av nyplantet skog. Muligheten for felles gjennomføring med u-land gjennom en såkalt Clean Development Mechanism - CDM - drøftes på neste partsmøte.

¹ Man kan likevel i henhold til Kyoto-avtalen, om ønskelig, velge 1995 som referanseår for gassene PFK, HFK og SF₆. For Norge lønner det seg klart å velge 1990 som referanseår også for disse gassene.

Figur 1: Årlige utslippsreduksjoner for Annex-B² land i perioden 2008-2012 relativt til utslippsnivået i 1990.

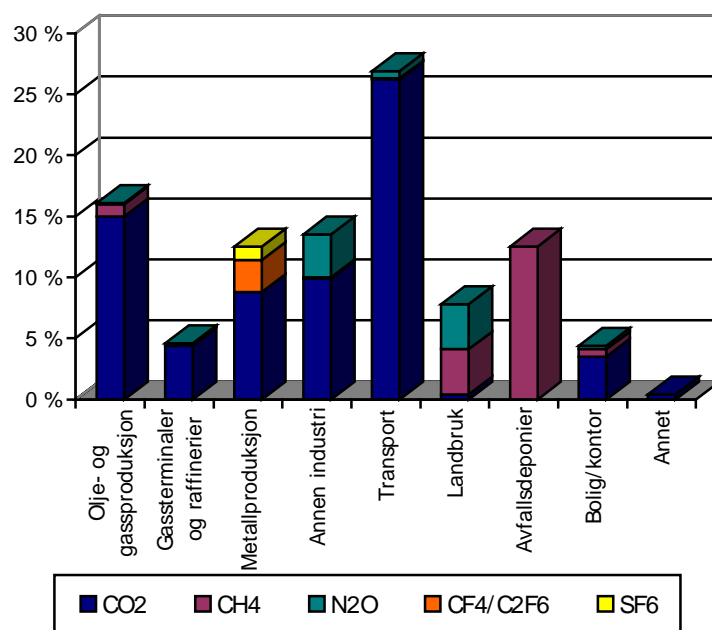


² Annex B-listen over land skiller seg fra den tidligere Annex I-listen ved at Tsjekia og Slovakia er delt og ved at Tyrkia er tatt ut av listen.

2. Norske utfordringer

Utslippene av de seks klimagassene i Norge utgjorde i 1990 54,1 millioner tonn CO₂-ekvivalenter. I 1996 viser foreløpige tall fra Statistisk sentralbyrå (SSB) at utslippene var økt med om lag 5 prosent fra 1990 til 57,2 millioner tonn CO₂-ekvivalenter. Kildefordelingen av disse utslippene er vist i figur 2.

Figur 2: Kildefordeling av klimagassutslipp i Norge i 1995.



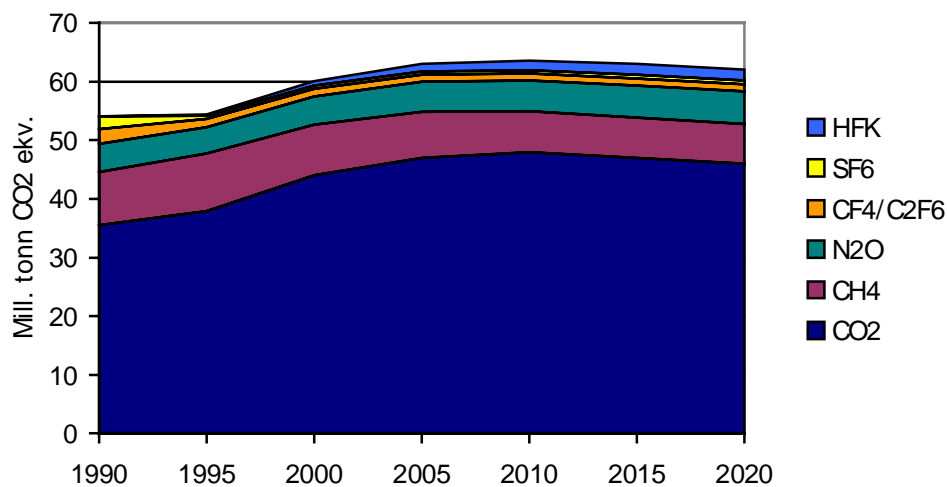
Prognoser for år 2010 antyder et samlet utslippsnivå på 64,6 millioner tonn CO₂-ekvivalenter, tilsvarende en samlet vekst på 19 prosent eller vel 10 millioner tonn CO₂-ekvivalenter over 1990 nivå. Se tabell 1 og figur 3.

Tabell 1: Norske utslipp av klimagasser i 1990, 1996 (foreløpige tall) og anslag for 2010.

Millioner tonn CO ₂ -ekvivalenter	1990	1996	2010
CO ₂	35,5	40,8	49,0
CH ₄	9,1	9,9	7,0
N ₂ O	4,8	4,5	5,2
CF ₄ ,C ₂ F ₆ (PFK)	2,5	1,3	1,2
SF ₆	2,2	0,5	0,6
HFK	-	0,3	1,6
Sum	54,1	57,2	64,6
Vekst		6 %	19 %

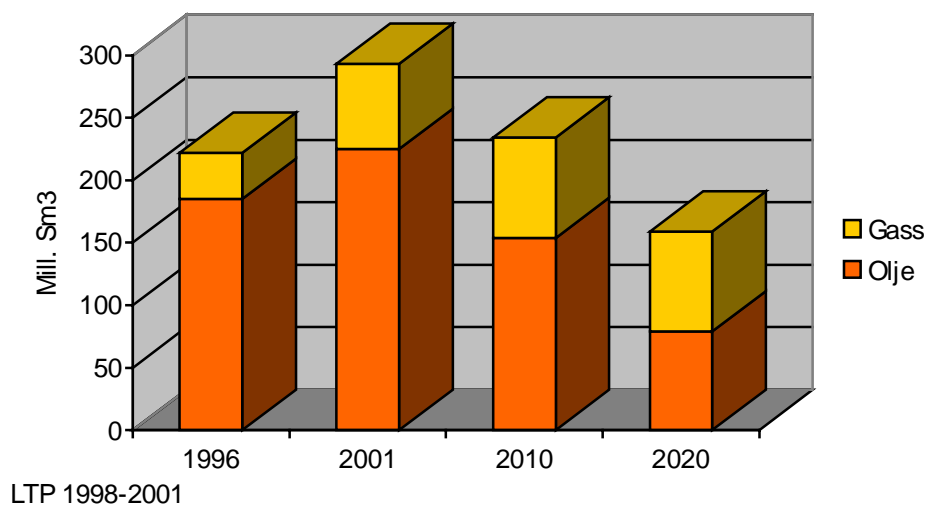
Kilde: SSB, Norges annen kommunikasjon til Klimakonvensjonen

Figur 3: Framskrivning av norske klimagassutslipp for 1990-2020.



Utslippsforløpet i Norge er i stor grad bestemt av aktiviteten i olje- og gasssektoren. Se figur 4. Aktiviteten er forventet å nå en topp tidlig i neste århundre. Framskrevne norske klimagassutslipp har av denne grunn et lokalt maksimum nettopp i årene rundt 2010.

Figur 4: Utviklingen i norsk olje- og gassproduksjon i henhold til Langtidsprogrammet 1998-2001.



I denne situasjonen står Norge ovenfor utfordringen å redusere klimagassutslippene i år 2010 med knappe 10 millioner tonn CO₂-ekvivalenter. Hvordan kan dette gjøres?

3. Mulige tiltak

I utgangspunktet er det en lang rekke energieffektiviseringstiltak som kan settes inn i husholdninger og bedrifter og som på lengre sikt vil redusere klimagassutslippene (se for eksempel J. Hille og H. V. Malvik: Norsk energibruk: Fra sløsing til løsning, Rapport 8/97, Framtiden i våre hender, Oslo).

Sentralt i denne sammenhengen står arbeidet med å skille mellom el-forbruk til varme- og elektrisitetsspesifikke formål. Mange av disse tiltakene er økonomisk lønnsomme allerede i dag, men gjennomføres ikke av ulike årsaker. Noe skyldes at den økonomiske lønnsomheten ikke er stor nok til at man finner det bryet verdt å gjennomføre gitt at budsjettandelen som går til energiformål er liten for mange i Norge. En annen grunn kan være manglende informasjon.

Om man imidlertid ser ut over dette vilnisset av små og større enøk-liknende tiltak, så kan man stille spørsmål om det finnes større tiltak vi som nasjon kan gjennomføre for å oppfylle kravene fra Kyoto-avtalen. Her peker noen mulige tiltak seg ut knyttet til metanutslipp fra avfallsdeponier, utslipp av PFK og SF₆ fra aluminiums- og magnesiumindustrien, reduksjon av karbonutslipp fra annen kraftkrevende industri og fra norsk olje- og gassvirksomhet, samt mulige tiltak for å øke opptak i skog. I tillegg kommer selvfølgelig "tiltak" i form av kvotekjøp i utlandet.

Nedenfor vil vi kort skissere mulighetene som kan ligge i denne type tiltak. Tallene som presenteres her er ikke "kvalitetssikret" i tilstrekkelig grad. Informasjonen må derfor tolkes som illustrativ.

3.1 Metanutslipp fra avfallsdeponier

Ett tiltak peker seg naturlig ut på grunn av sin størrelse og rimelige tiltakskostnad, nemlig å tette eller på annen måte utnytte de omfattende lekkasjer av metan (CH₄) som i dag finner sted fra søppelfyllinger og andre avfallsdeponier.

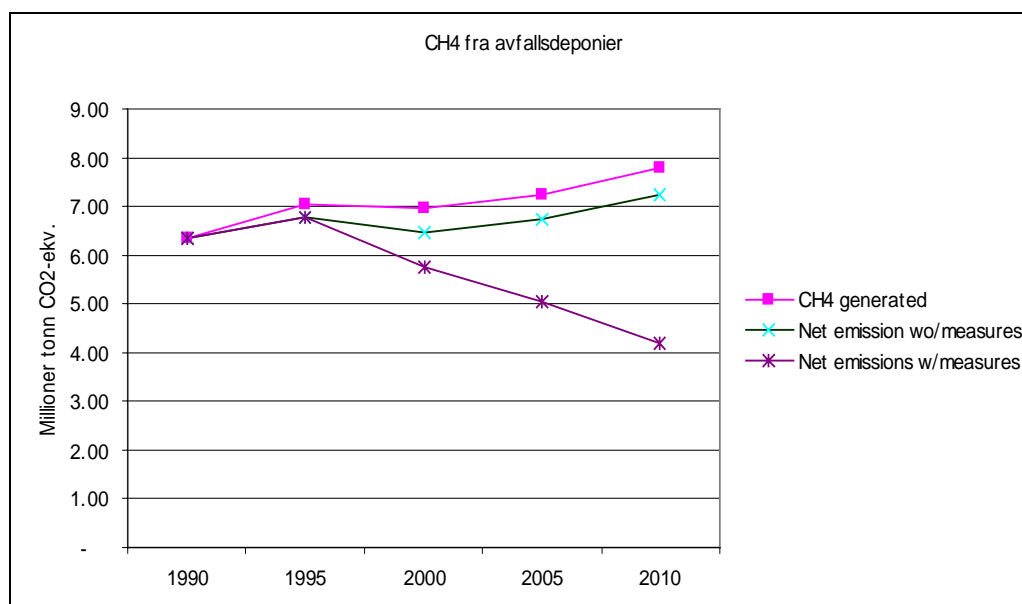
Tabell 2 og figur 5 viser framskrivninger av søppelmengder og metanutslipp fra slike fyllinger. Første rad av tabellen angir forventet mengde søppel framover. Deretter følger framskrivninger av generert metan, uttak av metan til forbrenning og netto utslipp av metan etter uttak. Metanutslippene måles i 1000 tonn (kt) metan. Deretter følger framskrevne utslipp av metan når man tar hensyn til planlagte tiltak mot slike utslipp over framskrivningsperioden. Til slutt angis effekten av disse tiltakene målt i kt metan og i CO₂-ekvivalenter (konvertert ved bruk av en GWP for metan på 21 svarende til en tidshorisont på 100 år). Planlagte tiltak er beregnet å redusere metanutslippene i år 2010 med vel 3 millioner tonn CO₂-ekvivalenter.

Tabell 2: Utslipp fra norske avfallsdeponier 1990-2020.

Avfallsdeponier	1990	1995	2000	2005	2010	2020
Generert mengde søppel (Mt)	2,55	2,84	2,74	2,85	3,05	3,20
Generert CH ₄ (kt)	302,00	335,00	332,00	345,00	370,00	390,00
Uttak av CH ₄ (kt)	-	12,70	25,00	25,00	25,00	25,00
Netto utslipp uten spesielle tiltak (kt)	302,00	322,30	307,00	320,00	345,00	365,00
Netto utslipp med tiltak (kt)	302,00	322,00	273,00	240,00	200,00	200,00
Effekten av tiltak (kt)	-	0,30	34,00	80,00	145,00	165,00
Effekten av tiltak (Mt CO ₂ ekv)	-	0,01	0,71	1,68	3,05	3,47

Kilde: Norway's second national communication under the Framework Convention on Climate Change – April 1997.

Figur 5: Metanutslipp fra norske avfallsdeponier.



Det er i ulike sammenhenger uttalt fra eksperthold at metanutslipp fra avfallsdeponier kan reduseres med mellom 50 og 70 prosent ved å legge forholdene til rette for oksidasjon av metan i deponiene. Regnet fra netto utslipp etter metan-uttak, men før andre tiltak settes inn, tilsvarer dette reduksjoner på fra 170 til 240 kt CH₄. Trekker man fra effekten av planlagte tiltak finner man da potensielle innbesparinger av metanutslipp (altså utover allerede planlagte tiltak) på fra 0,6 til vel 2 millioner tonn CO₂-ekvivalenter.

Kostnaden ved disse reduksjonene er usikker, men antakelig ikke stor. Det er antydnet "rensekostnader" helt ned i noen og trett kroner per tonn CO₂-ekvivalent fjernet. Som et forsiktig anslag vil vi her benytte en høyere kostnad tilsvarende 10\$/tonn CO₂-ekvivalent. Nedenfor vil vi anta at vi kan fjerne ytterligere 2 millioner tonn CO₂-ekvivalenter fra denne kilden. Dette anslaget må sies å være relativt optimistisk.

3.2 Kraftkrevende industri

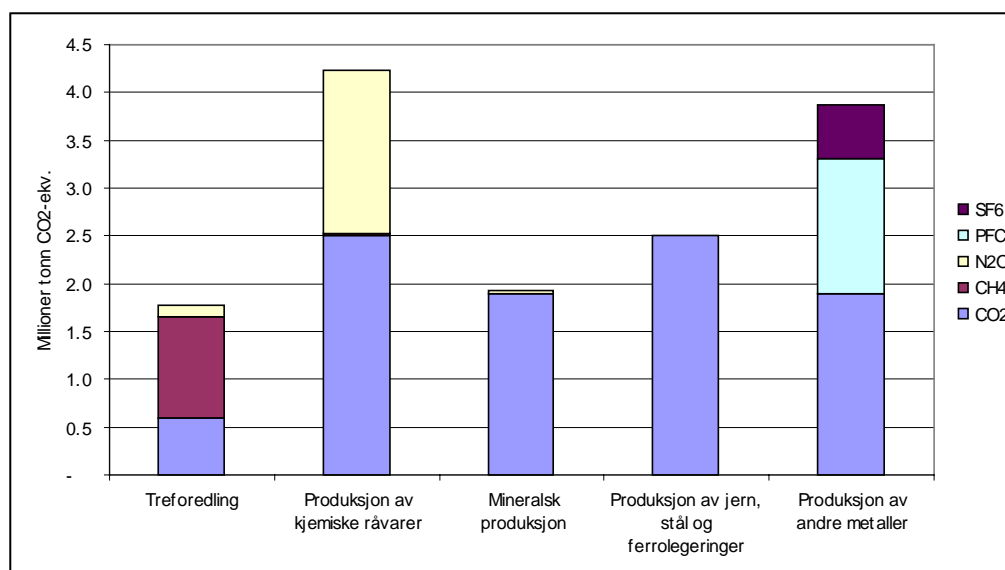
Utslippene av klimagasser fra en del kraftkrevende industrisektorer er vist i tabell 3 og figur 6. Utslippene av CO₂ utgjorde i 1995 knapt 25 prosent av de samlede norske CO₂-utslippene. Den samme andelen finner vi om vi ser på alle gassene under ett

Tabell 3: Utslipp av klimagasser fra kraftkrevende industri, 1995. Millioner tonn CO₂-ekvivalenter.

Kraftkrevende industri	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	PFK	SF ₆	Sum
Treforedling	0,6	1,1	0,1	-	-	1,8
Produksjon av kjemiske råvarer	2,5	0,0	1,7	-	-	4,2
Mineralsk produksjon	1,9	-	0,0	-	-	1,9
Produksjon av jern, stål og ferrolegeringer	2,5	-	-	-	-	2,5
Produksjon av andre metaller	1,9	-	-	1,4	0,6	3,9
Sum	9,4	1,1	1,9	1,4	0,6	14,3

Kilde: SSB

Figur 6: Utslipp av klimagasser fra kraftkrevende industri i 1995.

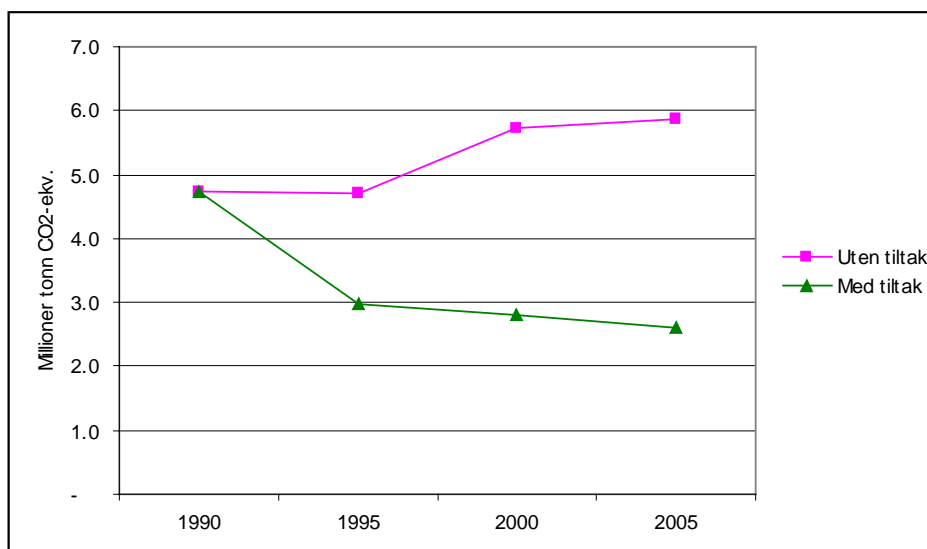


Kilde: SSB

Det har i enkelte uoffisielle sammenhenger vært pekt på at CO₂-utslippene fra denne delen av industrien antakelig kan halveres uten tap av mer en ca. 15 prosent av arbeidsplassene i sektoren. Dette ville i så fall tilsvare en reduksjon på nesten 5 millioner tonn CO₂. Vi kommer tilbake til dette nedenfor.

Aluminiumssektoren har inngått en frivillig avtale med myndighetene om reduksjoner av klimagassutslipp (Avtale om reduksjon av utslipp av klimagasser mellom Miljøverndepartementet og Aluminiumsindustrien, 9. juni 1997). Figur 7 antyder størrelsen på reduksjonen sammenliknet med utslipp som ville følge om ikke forholdet mellom utslipp og produsert mengde aluminium hadde blitt redusert.

Figur 7: Effekten av den frivillige avtalen i aluminiumssektoren på samlet klimagassutslipp.



Det er uklart hvor mye av denne reduksjonen som er blitt forskuttert i framskrivningene av de norske klimagassutslippene. Som et forsiktig anslag antar vi her at man kan redusere utslippet av klimagassene PFK og SF₆ med ytterligere en millioner tonn CO₂-ekvivalenter fra metallindustrien. Dette er antakelig heller ikke dyrt, men vil ramme et fåtall enkeltbedrifter. Det kan derfor være nødvendig med økonomisk støttet til disse bedriftene, eller andre økonomiske incentiver i form av en klimagassavgift.

Når det gjelder CO₂-utslipp fra den kraftkrevende industrien vil reduksjoner i utslipp antakelig forde så dyre tiltak at en del bedrifter vil måtte nedlegges. Hvorvidt dette er politisk ønskelig og mulig vites ikke. Her regner vi likevel med at karbonutslippene kan reduseres med i underkant av en tredjedel ved nedleggelse av de minst lønnsomme verkene.

3.3 Kvotekjøp

Med disse tiltakene på plass (avfallsdeponier = 2 millioner tonn CO₂-ekvivalenter, 'andre gasser' fra metallindustrien = 1 million tonn CO₂-ekvivalenter, og CO₂-utslipp fra hele den kraftkrevende industri = 3 millioner tonn CO₂-ekvivalenter) gjenstår et reduksjonsbehov på om lag 4 millioner tonn CO₂-ekvivalenter.

Det er gode grunner til å tro at Norge vil kunne kjøpe utslippskvoter for å dekke opp mesteparten av dette merutslippet. EU krevde for eksempel under forhandlingene i Kyoto at maksimalt 1/3-del av et lands reduksjoner kunne dekkes opp ved kvotekjøp. USA på sin side krevde at minst halvparten av reduksjonene kunne tas på denne måten. Gitt disse posisjonene synes det rimelig å tro at Norge minst kan få lov til å kjøpe en tredjedel av sitt reduksjonsbehov (3,3 millioner tonn CO₂-ekvivalenter) på kvotemarkedet.

Hvor dyrt blir så dette? Det er knyttet betydelig usikkerhet til hva kvoteprisen vil bli, men en begrunnet gjetning går i retning av 20\$ per tonn CO₂-ekvivalenter. Selv om det til nå har vært gjennomført få studier av virkningen av å inkludere flere klimagasser i et kvotehandelsystem, er det liten grunn til å tro at dette vil fordyre kvoteprisanslagene som er framkommet ved studier av markedet for karbonkvoter.

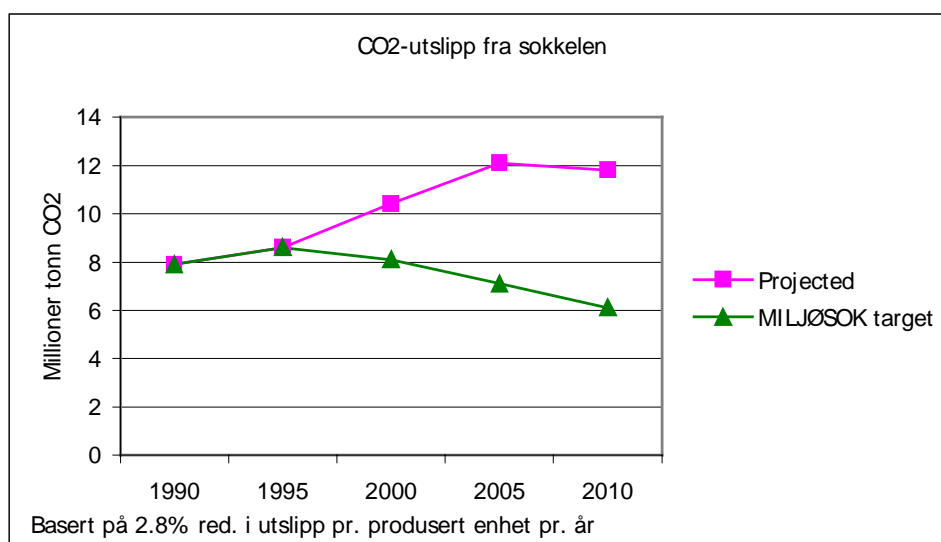
Om vi for illustrasjonens skyld antar at tiltakene i metallindustrien har et kostnadsnivå tilsvarende den norske CO₂-avgiften på bensin (50\$/t CO₂), kan vi enkelt regne ut at tiltakene vi har nevnt så langt sammen med kvotekjøp kommer til å koste oss rundt 1,8 milliarder kroner. Dette er mange penger, men ikke mer enn ca. 400 kroner per hode.

3.4 Sokkelen

Det har vært drevet et intens arbeid med å få redusert utslippene av klimagasser fra aktiviteten på norsk sokkel. Arbeidet i blant annet MiljøsoK (Oljedirektoratet, 1996) er nedfelt seg i flere ambisiøse mål om framtidige utslipp. Blant annet er det et mål å redusere CO₂-utslippene med 30-40 prosent per produsert kWh over perioden 1997-2012.

Om kraftforbruket på sokkelen følger forventet produsert volum, kan dette målet omregnes til en utslippsreduksjon på om lag 2,8 prosent per år fram til 2010. Figur 8 viser hva denne tolkningen av målet vil bety for utslippsreduksjonene.

Figur 8: Utslipp av klimagasser fra norsk sokkel med og uten tiltak.



Figuren antyder et reduksjonspotensial på nesten 6 millioner tonn CO₂-ekvivalenter. Hva prisen for dette vil være er uklart, men det er kanskje rimelig å tro at en tredobling av dagens CO₂-utslipp opp til ca. 1000 kr/t CO₂ vil kunne utløse reduksjoner i denne størrelsesorden.

3.5 Skog

Kyoto-avtalen åpner for kreditering av opptak av CO₂ i skog som følge av menneskeskapt tiltak. Mesteparten av opptakene i Norge kommer som følge av naturlig tilvekst. Anslag har antydnet et opptak på opp i mot 15 millioner tonn CO₂ rundt år 2010 fra naturlig tilvekst.

På mer usikkert grunnlag er det blitt antydnet at en ved aktiv skogplanting kan ta opp 1-2 millioner tonn CO₂ per år. Siden dette er særlig spekulativt på nåværende tidspunkt, velger vi i denne sammenheng å se bort fra skogtiltak.

3.6 Transport

Utslippene fra mobile kilder i 1995 er vist i tabell 4. I alt representerte disse utslippene nesten 40 av de totale utslippene i 1995. De største kildene innen denne sektoren er biltrafikk med nesten 60 prosent, innenriks sjøfart med vel 25 prosent og innenlands luftfart med 10 prosent. Utslipp fra utenriks sjø- og luftfart ikke er med i oversikten.

Tabell 4. Utslipp fra mobile kilder i 1995. Millioner tonn CO₂-ekvivalenter.

Transport	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Sum	Andel
Biltrafikk	8,4	0,0	0,2	8,7	58 %
-Bensindrevne	5,0	0,0	0,1	5,2	34 %
--Lette kjøretøy	4,9	0,0	0,1	5,1	34 %
--Tunge kjøretøy	-	-	-	-	0 %
-Dieseldrevne	3,4	0,0	0,1	3,5	24 %
--Lette kjøretøy	0,9	-	-	0,9	6 %
--Tunge kjøretøy	2,5	0,0	0,1	2,6	18 %
Motorsykler, mopeder, snøscootere	0,1	0,0	-	0,1	1 %
Motorredskap	0,8	0,0	-	0,8	5 %
Jernbane	0,1	-	-	0,1	1 %
Luftfart	1,4	-	0,0	1,4	10 %
Skip og båter	3,8	0,0	0,0	3,8	26 %
--Kysttrafikk, småbåter mm.	2,3	0,0	0,0	2,3	16 %
--Fiske	1,3	0,0	-	1,3	9 %
--Mobile oljerigger mm.	0,2	-	-	0,2	1 %
Sum mobil forbrenning	14,6	0,0	0,3	15,0	100%

Kilde: SSB og SFT

Det er vanskelig å peke på "enkle" og store tiltak rettet mot den stadig økende transportaktiviteten. Vi ser derfor bort fra tiltak mot transportaktiviteter i denne sammenhengen. Det kan imidlertid være verd å merke seg at CO₂-avgiften for diesel i dag er om lag halvparten av avgiften på bensin. En utjamning her kan derfor være aktuelt. Det kan imidlertid skape problemer med "lekkasje-effekter" hvis ikke naboland gjennomfører liknende tiltak. Videre er selvsagt internasjonal transport helt unntatt CO₂-avgifter.

4. Oppsummering

Tabell 5 gjengir de tiltakene vi har vært innom i dette notatet. Enhetskostnaden, samlet kostnad og kostnad per capita og relativt til BNP er også angitt i tabellen.

Som vi ser antyder tabellen at vi kan dekke opp reduksjonsbehovet på 10 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2010 med tiltak og kvotekjøp for i underkant av 2 milliarder 1996-kroner. Dette bygger på muligens optimistiske anslag for reduksjonspotensialet i avfallssektoren og den kraftkrevende industri. Til gjengjeld har vi nesten ikke tatt av de dyrere tiltakene i olje- og gassindustrien, og heller ikke regnet med kreditering som følge av skogtiltak.

Tallene er selvfølgelig svært usikre, og særlig kostnadsanslagene bygger på et svakt informasjonsgrunnlag. Alt i alt ser det likevel ut som en rimelig robust konklusjon at innenlandske tiltak og kvotekjøp som følge av Kyoto-avtalen ikke blir skremmende dyrt for Norge.

Tabell 5: Mulig inndekning av norske reduksjonsbehov i år 2010.

	Reduksjon	Pris	Kostnad	Akkumulert kostnad	Akkumulert per capita	Akkumulert kostnad i % av BNP
	Mt CO2 ekv.	\$/tCO2-ekv	Mldr. kr	Mldr. kr	1996-kr.	
CH4 avfallsfylling	2,0	10	0,142	0,142	32	0,01 %
"Andre gasser"	1,0	20	0,140	0,282	63	0,02 %
Kvoter (33%)	3,3	20	0,465	0,747	167	0,06 %
CO2 kraftkr. Industri	3,0	50	1,050	1,797	401	0,15 %
Sokkelen	5,7	143	5,700	7,497	1 674	0,62 %
Skog	?	?				
Sum	15,0		7,497		1 674	0,62 %

Kilde: Egne beregninger

Det som imidlertid kan bli adskillig dyrere for Norge er inntektstap som følge av reaksjoner i internasjonale olje- og gassmarkeder. CICERO-beregninger utført på usikkert grunnlag (Holtsmark, 1997) antyder kostnader av størrelsesorden 1 prosent av BNP (rundt regnet 15 milliarder kroner), altså 10 til 20 ganger høyere en kostnadene knyttet til tiltak og kvotekjøp. Faktisk er Norges mulige tap i olje- og gassformue mye større enn det andre land kan vente av kostnader som følge av Kyoto-avtalen. Men så er vi da også rikere enn de fleste av disse landene, nettopp som følge av olje- og gassformuen.

Som illustrert i dette notatet er det ikke grunn til å tro at innenlandske tiltak som følge av Kyoto-avtalen vil bli særlig dyrt for Norge. Særlig er det kanskje verdt å merke seg at tiltakene som er benyttet her, ikke vil påvirke den jevne nordmann i særlig grad, og slett ikke vil gjøre det nødvendig med større endringer i konsummønster og livsstil.

På denne bakgrunn kan det være grunn til å spørre om en tiltakspakke av det slaget som er lagt fram her er ønskelig. Bakgrunnen for spørsmålet er en forventning om at Kyoto-avtalen bare er et første skritt i en lang prosess som vil føre til stadig sterkere krav om utslippsreduksjoner. Skal disse sterkere kravene kunne bli oppfylt kreves det for det første utvikling av ny teknologi og for det andre omlegginger av vårt

karbonintensive produksjons- og konsummønster. Dette fordrer antakelig en annen infrastruktur i samfunnet enn det vi har i dag , og økt satsing på utdanning på alle trinn. Alt dette vil nødvendigvis ta tid. I et slikt perspektiv er det viktig å gi signaler allerede i dag om kommende omlegginger, og slikt sett er tiltakene behandlet ovenfor kanskje uhensiktmessige som eneste respons på Kyoto-avtalen.

This is CICERO

CICERO was established by the Norwegian government in April 1990 as a non-profit organization associated with the University of Oslo.

The research concentrates on:

- International negotiations on climate agreements. The themes of the negotiations are distribution of costs and benefits, information and institutions.
- Global climate and regional environment effects in developing and industrialized countries. Integrated assessments include sustainable energy use and production, and optimal environmental and resource management.
- Indirect effects of emissions and feedback mechanisms in the climate system as a result of chemical processes in the atmosphere.

Contact details:

CICERO
P.O. Box. 1129 Blindern
N-0317 OSLO
NORWAY

Telephone: +47 22 85 87 50
Fax: +47 22 85 87 51
Web: www.cicero.uio.no
E-mail: admin@cicero.uio.no

