

NR. 2/96

CO₂-reduksjoner i Nordsjøen

ISBN 82-7478-164-3
ISSN 0807-0946

1. Forord

Prosjektet "CO₂-reduksjoner i Nordsjøen" har vært finansiert med ett månedsværk fra Stiftelsen Miljøforskning, og omtrent et ukeværk fra Norges Naturvernforbund. Bakgrunnen for prosjektet er den aktuelle debatten om Norges klimapolitikk der regjeringens klimamelding står sentralt. Her argumenteres det for at det norske CO₂-målet om at utslippene i år 2000 ikke skal overskride 1989-utslippene bare kan nå dersom Nordsjøen holdes utenfor regnskapet, og reduksjoner i utslippene av andre klimagasser enn CO₂ regnes inn. Naturvernforbundet mener dette er en klar omgåelse av det opprinnelige klimamålet. Hvis målet ikke skal bli fullstendig uthult, så må petroleumsvirksomheten regnes med på linje med andre norske utslippkilder. Det blir derfor viktig å finne ut hva som kan gjøres i Nordsjøen for at utslippene der ikke skal øke så kraftig som regjeringen legger opp til i sine prognoser.

Dette prosjektet var ment å gi noen konkrete bidrag i så henseende. Ideen var i utgangspunktet å skaffe en oversikt over energiforsyningen på installasjonene på norsk sokkel i Nordsjøen for å finne ut hvilke muligheter til effektivisering som foreligger. Spesielt var det ønske om å se på hva som kan gjøres for å bedre virkningsgraden til gassturbinene. Fordi den tekniske informasjonen jeg søkte viste seg vanskeligere å få tak i enn først antatt, var det vanskelig innenfor rammen av et så begrenset prosjekt å ende opp med en konkret tiltakspakke for reduksjon av CO₂-utslippene i Nordsjøen. Jeg håper imidlertid at den informasjonen og de tankene omkring ulike aspekter ved CO₂-problematikken og norsk olje- og gassvirksomhet som presenteres på de følgende sidene gjør det lettere å fremme forslag til tiltak.

For å få tak i opplysninger om energiforsyningen i Nordsjøen tok jeg skriftlig kontakt med de 16 oljeselskapene som står oppført som feltoperatører i Nærings- og energidepartementet faktahefte 95 om norsk petroleumsvirksomhet. Ni av selskapene svarte på henvendelsen, og jeg vil spesielt takke for et interessant møte med Kama Strand, Bjørn Sand og Tor Tangen hos Norsk Hydro på Vækerø. Flere selskaper henviste til Oljeindustriens landsforening (OLF) som også fikk en formell henvendelse fra bransjen om svare på dens vegne. Hos OLF vil jeg spesielt takke Martin Eriksen som ga meg en oversikt over gassturbinene i Nordsjøen (se vedlegg). Jeg vil også takke Odd Magne Mathiasen i Oljedirektoratet for tilsendt oversikt over innbetalt CO₂-avgift. Kværner Energy og ABB Miljø arbeider med hver sine konsepter for forbedring av virkningsgraden til gassturbiner gjennom å utnytte en del av energien i eksosgassen. Jeg har vært i et møte med Otto von Ubisch hos Kværner Energy og hatt telefonisk kontakt med Pål Kloster hos ABB Miljø, og retter en takk til dem begge. Til slutt vil jeg takke Tore Brænd og Tore Killingland som har vært mine viktigste kontaktpersoner i Naturvernforbundet og Elin Tyse i Stiftelsen Miljøforskning som ga meg inspirasjon og nødvendig støtte for å få prosjektet i gang.

Oslo, desember 1995
Hermod Haug

2. Innhold

1. Forord	3
2. Innhold	4
3. Hovedkonklusjoner	5
4. Sammendrag	6
5. Er prognosene riktige?	8
6. CO ₂ -utslipp på norsk kontinentalsokkel	10
6.1 Fakling	10
6.2 Forbruket av energi	11
6.3 Produksjonen av energi	12
6.4 Fjerning av CO ₂	16
7. Utvinningsgrad og energieffektivitet.....	18
8. CO ₂ -avgiften.....	20
9. Kostnadseffektive utslippsreduksjoner	23
Vedlegg: Turbinoversikt fra Oljeindustriens landsforening	27

3. Hovedkonklusjoner

- * Utskiftning av de eldste og dårligste turbinene i Nordsjøen er ikke nøkkelen til store CO₂-reduksjoner fordi disse står for bare ca. to prosent av samlet installert effekt. Derimot kan 20-30 prosent reduksjon i CO₂-utslippene oppnås på plattformer med større og nyere turbiner ved å installere teknologi som omgjør varme fra eksosgassen til elektrisk kraft.
- * Argumentet om å sende vannkraft til sokkelen framfor å eksportere den kan begrunnes utelukkende med den lave virkningsgraden til gassturbinene i Nordsjøen i forhold til gasskraftverk på kontinentet. Det vil være en bedre ressursanvendelse og investere i bedre gassturbinteknologi som kan få virkningsgradene i Nordsjøen nærmere virkningsgraden til gasskraftverk på land.
- * CO₂-avgiften har gjort det lettere å vedta utvidelse av rørledningskapasiteten for gasstransport framfor å bygge flere pumpestasjoner drevet av gassturbiner. En del miljøinvesteringer som er lønnsomme med dagens CO₂-avgift vil først bli gjort når oljeselskapene vet at den er her for å bli. Den må derfor snarest mulig etableres på permanent basis. CO₂ fra reservoarene må inkluderes i CO₂-avgiften.
- * Fokuseringen på kostnadseffektive utslippsreduksjoner flytter fokuset for rettferdig fordeling av CO₂-utslippene fra CO₂ per hode til CO₂ per krone. Det faktum at utslippene per hode er høyest i land der kostnadene ved å redusere CO₂-utslippene er størst, tilsier at prinsippet om kostnadseffektive utslippsreduksjoner er lite egnet til å fordele forpliktelse om utslippsreduksjoner mellom land. Prinsippet kan imidlertid være nyttig ved prioritering mellom tiltak på nasjonalt nivå.

4. Sammendrag

I Klimameldingen heter det at økt gassproduksjon står for 70 prosent av den samlede norske utslippøkningen på 16 prosent fra 1989 til 2000. Nærings- og energidepartementet (NOE) har ikke gitt noe godt svar på beregningene Erik Lindeberg ved Sintef har gjort for Natur og Ungdom (NU) der han konkluderer med at økningen i CO₂-utslippene i Nordsjøen i dette tidsrommet ikke skyldes økt gassvirksomhet, men økt oljevirkosomhet. Stemmer Lindebergs beregninger, kan ikke lenger økningen i norske CO₂-utslipp framholdes som nødvendige for at andre land skal sikres miljøvennlig norsk gass.

Gassturbiner står for 84 prosent av CO₂-utslippene i Nordsjøen, og det er derfor viktig å øke virkningsgraden til gassturbinene for å redusere CO₂-utslippene. En forsert utskifting av de eldste og dårligste turbinene (virkningsgrad lavere enn 20 prosent) er ikke kostnadseffektivt fordi disse er mange, men så små at de ikke utgjør mer enn 2,1 prosent av samlet innstallert effekt. Hele 87 prosent av innstallert effekt utgjøres av turbiner større enn 15 MW med virkningsgrad fra 26 til 36 prosent, og en forbedring av disse turbinene ville derfor kunne få stor betydning. Hvis for eksempel virkningsgraden for en turbin øker fra 30 til 40 prosent, så kan samme energimengde produseres med 25 prosent lavere CO₂-utslipp. Både Kværner Energy og ABB Miljø utvikler teknologi som vil gjøre en slik forbedring mulig gjennom å utnytte en del av varmen i eksosgassen.

De som ønsker å føre elektrisitet i kabel fra land til plattformene i Nordsjøen mener dette er en god anvendelse av vannkraft fordi gassmengden som i dag går med til å drive turbinene da blir frigitt for salg og kan erstatte kullkraft på kontinentet. Teoretisk oppnås på denne måten større CO₂-reduksjoner enn om den samme mengde vannkraft i stedet for å sendes til sokkelen blir eksportert til kontinentet for å erstatte kullkraft. Dette er riktig så lenge virkningsgraden til turbinene i Nordsjøen er lavere enn virkningsgraden til gasskraftverkene på kontinentet, fordi vannkraften da vil frigi mer gass på sokkelen enn den gassen som går med for å produsere samme mengde elektisk kraft på kontinentet. Imidlertid er kostnadene ved elektrifisering så høye at det sannsynligvis er et mye bedre alternativ å investere i tiltak som øker virkningsgraden til gassturbinene på sokkelen.

Av andre alternativer til gassturbiner så kan vindmøller være interessante for isolerte enheter med lavt energibehov, men vil neppe gi et stort bidrag samlet sett på grunn av den begrensede plassen og det store energibehovet på de viktigste plattformene. Utnyttelse av den geotermiske energien i reservoarene til å dekke deler av kraftbehovet er derimot en mulighet som bør utredes nærmere.

35 prosent av energiforbruket på sokkelen går til transport av gass. Her er store effektiviseringer allerede i ferd med å skje ved at det bygges nye rørledninger med så stor diameter at det ikke lenger er nødvendig å bruke ekstra energi for å pumpe gassen gjennom.

Sett fra et miljøsynspunkt er CO₂-avgiften viktig som et bidrag til en nødvendig

vidning av skatter og avgifter over mot bruk av ressurser og da spesielt ikke-fornybare ressurser. Det kan imidlertid være aktuelt å endre avgiften slik at det blir større sammenheng mellom avgiftssatsen og karbon-innholdet per energienhet for de ulike fossile brenslene. En del gassforekomster inneholder CO₂ (opptil ni prosent) som må skilles fra gassen før salg. Hittil har dette ført til utslipp av CO₂ uten at CO₂-avgift er blitt pålagt. Dette er CO₂ i konsentrert form som kan deponeres i gass-, olje- eller grunnvannsreservoar under havbunnen til en kostnad som er lavere enn CO₂-avgiften. Det er derfor viktig at CO₂ i reservoargassen blir inkludert ved revisjonen av CO₂-avgiften.

De fleste er enige om at CO₂-avgiften har hatt positiv virkning på vedtak om å utvide rørledningskapasiteten framfor å bygge flere pumpestasjoner, men mange innen oljebransjen uttrykker skepsis til om den forøvrig har hatt særlig stor miljøeffekt. Det er vanskelig å forstå at en avgift som innebærer en fordobling av kostnaden ved å bruke gass på sokkelen ikke skulle fremme en mer effektiv bruk av gassen. Det er derfor rimelig å anta at det er usikkerheten omkring CO₂-avgiftens videre skjebne som gjør oljeselskapene tilbakeholdne med å investere i mer effektiv gasskraftteknologi. Det er derfor viktig at CO₂-avgiften etableres som en permanent ordning for at flere slik investeringer med sikkerhet blir lønnsomme for oljeselskapene. Dette vil også virke stimulerende for bedrifter som utvikler ny og bedre teknologi.

Kostnadseffektive utslippsreduksjoner har blitt et motebegrep når det gjelder å forklare hvordan de globale CO₂-utslippene skal reduseres. Høyest utslipp per innbygger finner vi i i-landene der utslippsreduksjoner i global målestokk ikke er kostnadseffektive fordi det generelt ligger større økonomisk verdiskapning bak hvert tonn CO₂ enn i u-landene. Fokuset på kostnadseffektive utslippsreduksjoner er således i ferd med å føre debatten om rettferdig fordeling av utslipp vekk fra CO₂ per hode til CO₂ per krone.

I praksis vil kostnadseffektive utslippsreduksjoner bety at de verste miljøsinkene tar i bruk allerede godt etablert teknologi som i seg selv er lønnsom på grunn av at den gir reduserte energikostnader. Dette ville de sannsynligvis ha gjort uansett dersom de var blitt fratatt sine energisubsidier og utsatt for konkurranse. Men det skal mer til enn en global utjevning av kostnadsforskjellene ved reduksjon av CO₂-utslipp for å løse klimaproblemene. Vi trenger tvert imot økt fokusering på tiltak som per i dag ikke er kostnadseffektive. Bare ved å presse rike land som har mye verdiskapning bak hvert tonn utslipp av CO₂, og hvor utslippsreduksjoner følgelig blir kostbare, til å redusere sine CO₂-utslipp, så vil det skapes markeder og utviklingsmuligheter for ny teknologi som på sikt totalt vil revolusjonere beregningene av hva som er kostnadseffektive tiltak på globalt nivå.

5. Er prognosene riktige?

Ifølge klimameldingen og nærings- og energiminister Jens Stoltenbergs svar til Paul Chaffey (SV) i spørretimen 31. mai 1995, vil CO₂-utslippene fra petroleumssektoren øke fra 7,2 til 11,1 millioner tonn fra 1989 til 2000. Dette er en økning på 3,9 millioner tonn eller 54 prosent. Denne økningen står for 70 prosent av den samlede norske utslippsøkningen på 16 prosent. Videre gjentas det flere ganger at utslippsøkningen som følge av økt produksjon og transport av gass vil utgjøre 70 prosent av økningen fra petroleumssektoren, og at dette utgjør ca. 50 prosent (70 prosent av 70 prosent) av den totale norske utslippsøkningen.

NOE har ikke gitt noe godt svar på beregningene Erik Lindeberg ved Sintef har gjort for NU der utslippsøkningene beregnes til 2,1 millioner tonn CO₂ og ikke 3,9 som klimameldingen opererer med.¹ Videre hevder Lindeberg at hele denne økningen skyldes økt oljeproduksjon. Den økte gassproduksjonen vil ikke føre til økte utlipp, fordi gassfeltene Heimdal og Frigg blir faset ut, andelen av assosiert gass fra oljefeltene går ned og Trollfeltet, som vil stå for mesteparten av produksjonsøkningen, vil bli drevet av vannkraft.

Svaret fra Jens Stoltenberg i spørretimen da Paul Chaffey konfronterte ham med konklusjonen fra Lindebergs rapport, var selvmotsigende. På den ene siden fastholdt han at gassen ville stå for 75 prosent av utslippsøkningen fra 1989 til 2000. På den andre siden redegjorde han for at utslippene allerede fram til i dag var økt med to millioner av de totalt 3,9 millioner tonnene som er beregnet fram til år 2000. Disse to millioner tonnene kom fra økt oljeutvinning fordi gassproduksjonen ikke var blitt vesentlig endret siden 1989.

I år 2000 ville oljeproduksjonen ikke være så veldig forskjellig fra i dag, mens gassproduksjonen ville være en god del høyere. Ut fra informasjonen fra Stoltenberg ser vi at selv om all videre økning i CO₂-utslippene i Nordsjøen fra i dag til år 2000 kommer fra gass, så vil likevel ikke gassen stå for mer enn 1,9 av 3,9 millioner tonn, det vil si mindre enn 50 prosent og ikke 75 prosent som han framholdt i svaret. For å få logisk konsistens i Stoltenbergs resonnement, så måtte faktisk utslippene av CO₂ fra oljeproduksjonen gå ned med nesten én million tonn CO₂ fra i dag til år 2000, og utslippene fra gassproduksjonen øke tilsvarende mye mer.

Det er altså to poenger som kan slås fast allerede før man begynner å diskutere tiltak for å redusere utslippsveksten i Nordsjøen. Det ene er at selv en "la det skure politikk" uten noen nye klimatiltak ser ut til gi en mye lavere utslippsøkning enn det regjeringens prognoser legger opp til. Det andre er at diskusjonen om hvorvidt CO₂-

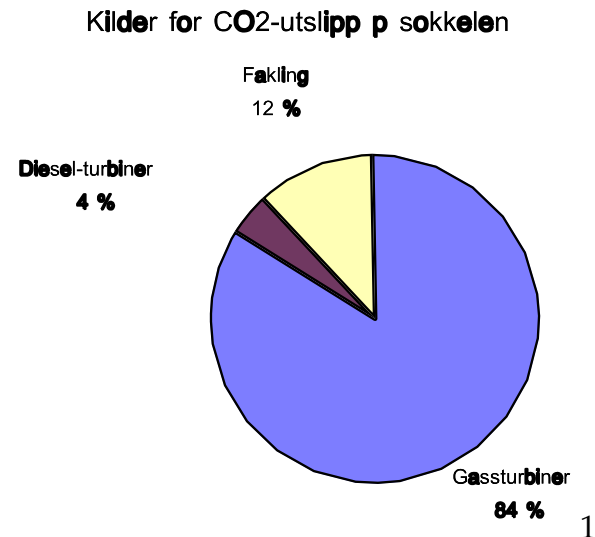
¹ Erik Lindeberg: Analyse av de norske CO₂-utslippene fra petroleumsindustrien i perioden 1989 til 2000. Rapport til NU, 1995.

reduksjoner andre steder som følge av økt norsk gass eksport legitimerer økte norske CO₂-utslipp, ikke er særlig interessant dersom det er økt oljeutvinning og ikke økt gassproduksjon som gir økning i de norske CO₂-utslippene.

6. CO₂-utslipp på norsk kontinentalsokkel

Figuren nedenfor viser hvordan CO₂-utslippene i Nordsjøen er fordelt på utslippskilder:²

Figur 1



6.1 Fakling

Utslippene fra fakling er blitt kraftig redusert de siste årene. På britisk side fakles det ifølge Klimameldingen 10 ganger så mye med samme produksjonsvolum.

Behandling og kompresjon av gass er teknisk sett den mest kompliserte operasjonen på produksjonsplattformene. På grunn av vanskeligheter som oppstår må gass av og til slippes ut for å unngå farlige trykkoppbygginger, og denne gassen blir faklet.

Faklingen er mindre fra rene gassfelt enn fra oljefelt med assosiert gass, fordi det for en ren gassplattform er økonomisk svært viktig at gassprosesseringen forløper uten for mange problemer. Faklingen er også mindre ved eldre plattformer på grunn av de driftserfaringene man erverver etter hvert.

Det er opplagt både teknisk mulig, og i enkelte tilfelle økonomisk interessant, å redusere faklingen ytterligere, for eksempel ved installasjon av reserveprosesskapasitet og systemer for oppfangning av gass under lavt trykk. På Gullfaks A og C er det innstallert anlegg for gjenvinning av fakkalgass, og en regner med at investeringen vil være inntjent i løpet av 1-2 år på grunn av økt gassalg og spart CO₂-avgift.³ Lindeberg mener at faklingen kan reduseres med 90 prosent hvis

² Oljedirektoratets årsberetning, 1994.

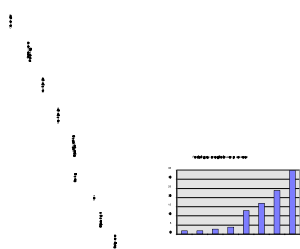
³ T. Palm og H. Lynnebakken: Tiltak for reduksjon av CO₂-utslipp i Norge. Bellona

den begrenses til nødstilfeller som har å gjøre med sikkerhet og enkelte spesielle vedlikeholdsoperasjoner.⁴

6.2 Forbruket av energi

De største CO₂-utslippene kommer fra kraftgenerering. I 1992 var det samlede energibehovet på norsk sokkel 6,9 TWh.⁵ Energibruken var fordelt på følgende kilder:⁶ gasseskport (35 prosent), prosess og hjelpesystemer (24 prosent), vanninjeksjon (17 prosent), gassinjeksjon (13 prosent). Resten er fordelt på oljeeksport med rørledning, boring, oljelasting til havs og boligkvarter, slik som vist på figuren nedenfor:

Figur 2:



2

Av flere grunner er det spesielt viktig å se på gasstransporten: Andelen av energiforbruket er allerede høy, gasseskporten vil øke kraftig i årene framover, men det finnes også gode muligheter for å redusere energibehovet ved transport av gass. Ved å bygge større rørledninger overflødigjøres pumpestasjoner som trengs for å presse gassen gjennom når rørkapasiteten er mindre. De nye rørledningene til kontinentet, Europipe (i drift fra 1995) og Zeepipe (fase 1 i drift fra 1993, fase 2 fra 1996/97), har større tverrsnitt enn tidligere rørledninger og har ikke pumpestasjoner langs rørledningen. Dette tilsier at CO₂-utslippene fra transport ikke kommer til å øke selv om transportvolumet fordobles.

Erik Lindeberg foreslår at behovet for de to pumpestasjonene på den gamle Norpipeledningen til Emden elimineres med at det legges et ekstra rør til Emden. Dette vil kunne redusere CO₂-utslippene med 0,6 millioner tonn/år. En annen måte

Working papers nr. 1:95.

⁴ Erik Lindeberg: Analyse av de norske CO₂-utslippene fra petroleumsindustrien i perioden 1989 til 2000. Rapport til NU, 1995.

⁵ OLF Miljøprogram Fase II, Sammendragsrapport, 1993, side 38.

⁶ Samme kilde, figur side 38.

å redusere utslippene på, er å bygge større gasslagre som øker bufferkapasiteten der rørledningene føres i land, slik at døgnvariasjonen i gjennomstrømningen avtar og behovet for pumping på dagtid dermed reduseres.

Når det gjelder energi til prosessering så skulle det også være mulig med innsparinger. Det høye trykket i olje og gasstrømmene representerer en stor energimengde. Ved separasjon av olje og gass mister gassen trykket og må etterpå komprimeres på nytt. Gassens trykkfall under separasjonen frigir energi som bare delvis blir utnyttet i separasjonsprosessen. Jeg antar at det i hvert fall ligger et stort teoretisk energiøkonomiseringspotensial her, men det gjenstår en del videre forsknings- og utviklingsarbeid.

Energiforbruket ved vann- og gassinjeksjon har jeg drøftet i kapittel 6 under overskriften "Utvinningsgrad og energieffektivitet".

6.3 Produksjonen av energi

Mesteparten av den energien som brukes i Nordsjøen, blir produsert av gassturbiner. Virkningsgraden til disse turbinene kan variere fra under 20 prosent for de eldste turbinene på Ekofiskfeltet og opp til 37 prosent på de nyeste turbinene.

Ekofiskfeltet er under opprustning og mange av de minst effektive turbinene i Nordsjøen er derfor i ferd med å forsvinne. I Klimameldingen regnes det med en reduksjon i CO₂-utslippene på 250.000 tonn eller 12 prosent som følge av teknologiforbedringer, blant annet overgang til nye gassturbiner, på Ekofisk. Det regnes med en reduksjon på ytterligere 200.000 tonn fra Ekofiskområdet som følge av omlegging av transportsystemet.⁷

Når man snakker om virkningsgrader på opp imot 60 prosent for gasskraftverk dreier dette seg om store anlegg (flere hundre MW), med såkalt Combined Cycle som vil si at en del av energien i eksosgassen fra gassturbinene varmer opp vann som fordamper og driver en damp turbin. For anlegg i størrelsesorden 20 MW som er det vanlige i Nordsjøen, så er 37 prosent det beste man får til med dagens teknologi så lenge man ikke henter ut mer energi fra eksosgassen. Energien i røykgassen er på flere plattformer tatt i bruk til oppvarmingsformål, men behovet for varme er svært begrenset⁸ og det er viktig å finne fram til systemer som kan øke den elektriske virkningsgraden.

Det finnes ennå ikke systemer på markedet som lager mer elektrisitet fra eksosgassen til små (mindre enn 20 MW) turbiner. Den samme

⁷ Klimameldingen, side 126.

⁸ I størrelsesorden et par prosent av det totale energiforbruket går til oppvarmingsformål.

dampturbinteknologien som brukes ved de store Combined Cycle verkene kan i prinsippet brukes, men blir i praksis alt for plasskrevende og tung for installasjon på plattformene. ABB Miljø arbeider med å utvikle denne teknologien slik at den blir lettere og mindre plasskrevende. En prototype er nesten klar for utprøving. Kværner energy arbeider med en annen teknologi for utnyttelse av eksosenergien. De utvikler en varmluftturbin som drives av luft som blir varmet opp av eksosgassen i en varmeveksler. Teknologien vil være kommersielt tilgjengelig om et par år. Begge teknologiene under utvikling vil kunne øke virkningsgraden med om lag 10 prosent.

Her er det viktig å merke seg at 10 prosent økning i virkningsgraden gir en økning i energieffektiviteten på hele 29 prosent som igjen betyr en reduksjon i CO₂-utslippene på 22 prosent.⁹ Best økonomi oppnås naturligvis når systemet tas med i planleggingen av nye produksjonsanlegg. Med framtidig produksjon fra skip, slik som på Norne-feltet, vil jeg anta at plass- og vektproblemene også blir av mindre betydning enn på dagens plattformer. Imidlertid arbeider både ABB og Kværner aktivt med å lage systemene så fleksible at de også kan kobles til gassturbiner som alt er installert på dagens plattformer.

Fra OLF har jeg fått en turbinoversikt for norsk sokkel som gjelder utbygde felt samt felt besluttet utbygd per 1994.¹⁰ Oversikten viser turbinmodeller med virkningsgrad, innstallert effekt per enhet og antall enheter som brukes med henholdsvis gass og diesel, og som en utledning av dette total installert effekt. Jeg har samlet de ulike turbinene i denne oversikten i virkningsgradsintervaller og utarbeidet følgende tabell:

Figur 3:

⁹ Regnestykket er basert på en økning i virkningsgraden på 10 prosent fra 35 prosent til 45 prosent. Dette gir 29 prosent mer energi fordi $45 \text{ prosent} : 35 \text{ prosent} = 129$ prosent. Samme energimengde kan nå produseres med 78 prosent av den gassen man tidligere måtte bruke fordi $100 \text{ prosent} : 129 \text{ prosent} = 78$ prosent. Det betyr at man har spart 22 prosent ($100 \text{ prosent} - 78 \text{ prosent}$) av gassen og dermed redusert CO₂-utslippene tilsvarende. (Pål Kloster i ABB nevnte som eksempel at deres system vil kunne øke virkningsgraden til en turbin fra 30 prosent til 45 prosent, hvilket betyr at man får ut 50 prosent mer energi, eller reduserer CO₂-utslippene med 33 prosent ved produksjon av samme energimengde.)

¹⁰ Se vedlegg.

v. grd.	installert effekt (MW)				antall enheter		
	pr.enh.	totalt	gass	diesel	totalt	gass	diesel
ukjent	3,0	9	0	9	3	0	3
-> 20%	1,3	59	31	27	45	24	21
21-25%	11,0	242	227	15	22	17	5
26-30%	18,4	1143	1009	134	62	48	14
31% ->	20,8	1328	676	652	64	33	31
Totalt		2780	1943	837	196	122	74
ukjent	3,0	0,3%	0,0%	1,1%	1,5%	0,0%	4,1%
-> 20%	1,3	2,1%	1,6%	3,3%	23,0%	19,7%	28,4%
21-25%	11,0	8,7%	11,7%	1,8%	11,2%	13,9%	6,8%
26-30%	18,4	41,1%	51,9%	16,0%	31,6%	39,3%	18,9%
31% ->	20,8	47,8%	34,8%	77,9%	32,7%	27,0%	41,9%

3

Før tallene analyseres må det nevnes at innstallert effekt ikke henger entydig sammen med produsert mengde energi. Multipliserer vi den installerte effekten på 2780 MW med 365*24 h/år kommer vi til 24 TWh/år som er i størrelsesorden tre ganger så mye som faktisk produsert energi. En del av de minste turbinene fungerer som drivkraft for nødaggater, brannpumper, etc. og vil brukes svært lite. Innstallert effekt for diesel er også påfallende høy i forhold til for gass tatt i betraktning at dieselbruk bare står for fire prosent av CO₂-utslippene på sokkelen, hvilket tyder på at turbinene som drives av diesel står i ro en stor del av tiden.

De turbinene som har dårligst virkningsgrad (under 20 prosent) utgjør bare 2,1 prosent av samlet innstallert effekt, sannsynligvis en enda lavere andel av energiproduksjonen (se forrige avsnitt), men hele 23 prosent av antall enheter. De er med andre ord mange og små og med liten samlet betydning for utslippene av CO₂, og det kan derfor stilles spørsmålsteget ved kostnadseffektiviteten av en forsert utskiftning av de minste og dårligste turbinene, utover den utskiftningen som følger av opprustningen av Ekofiskfeltet og andre moderniseringer.

Det er interessant å merke seg at hele 89 prosent av den installerte kapasiteten utgjøres av turbiner med en virkningsgrad høyere enn 25 prosent. Av disse utgjør små turbiner med mindre enn 15 MW pr. enhet bare to prosent.¹¹ Holder vi de små utenfor, ser vi at 87 prosent av innstallert effekt er turbiner større enn 15 MW med en virkningsgrad på over 25 prosent. Dette er svært interessant fordi det faller

¹¹ Dette kan ikke leses ut av figur 3, men kan utledes fra turbinoversikten som ligger til grunn. Se vedlegg.

sammen med turbinene som er målgruppen for både ABB og Kværners satsing på å øke virkningsgraden ved å hente ut en del av energien i eksosgassen.

Denne oversikten over turbinene i Nordsjøen viser at utskiftning av de eldste og dårligste turbinene ikke er nøkkelen til store utslippsreduksjoner i Nordsjøen. Innstallering av teknologi som kan utnytte energi fra eksosgassen og heve virkningsgraden til 40-45 prosent for de beste og største av turbinene som er i bruk, utgjør derimot et stort potensial for energiøkonomisering og reduserte CO₂-utslipp i Nordsjøen.

På britisk sektor i Nordsjøen har Amoco nylig utplassert to mindre gassplattformer som får dekket 80-90 prosent av sine energibehov av vindmøller. Plattformene er begge utstyrt med to fem kW vindmøller. Fem kW er bare en 1/4.000-del av 20 MW som er en vanlig størrelse for gassturbiner i Nordsjøen. Det dreier seg altså her om plattformer med et svært lavt energibehov. De er ubemannede og jeg antar at energien som behøves bare er for å styre en gasstrøm videre til en større plattform. Det finnes større vindmøller å få tak i, helt opp til 1-2 MW, men da er det snakk om vingelengder på 40-50 meter, og det er kanskje ikke så greit å ha i nærheten av et helikopterdekk.

Som Amocos prosjekt viser, så er vindmøller et interessant alternativ for små enheter med et lavt energiforbruk. Imidlertid kan det se ut som om utviklingen i Nordsjøen går mer i retning av bruk av undervannsinnstallasjoner som får sin energiforsyning fra en sentral hovedplattform eller et produksjonsskip. Det er med andre ord ikke så lett å forestille seg at vindmøller vil få en sentral plass i energiforsyningen på oljeplattformene.

Vannkraft ført i kabler fra land er et alternativ til bruk av gassturbiner. Trollfeltet som er under utvikling, vil bli drevet av vannkraft. Her er det verdt å merke seg at størstedelen av kraftbehovet er flyttet til land fordi gassen kommer til å gå ubehandlet i rørledning inn til Kollsnes for prosessering. Trollfeltet er også det feltet på norsk sokkel i Nordsjøen som ligger nærmest land. I OLFs Miljøprogram Fase II er kostnadene ved elektrifisering vurdert. Kostnadene er selvfølgelig mye høyere ved ombygging av felt enn ved utbygging av nye felt. Kostnadene stiger med økt avstand fra land, men de synker med økt kraftoverføring fordi driftsutgiftene ved bruk av elektrisitet er lavere enn ved bruk av gass. OLF konkluderer med at vannkraft ikke er konkurransedyktig unntatt for nye felt nær land med stort kraftbehov. De fikk et tysk konsulentbyrå til å utføre en undersøkelse som viste at hvis samme energimengde vannkraft ble eksportert til Tyskland, så ville CO₂-utslippene gå ned mer enn ved å bruke vannkraften i Nordsjøen.

Bellona argumenter derimot i sin studie¹² for at den samlede regionale CO₂-reduksjonen blir større enn CO₂-reduksjonen i Nordsjøen fordi den gassen som ikke

¹² T. Palm og H. Lynnebakken: Tiltak for reduksjon av CO₂-utslipp i Norge. Bellona working papers nr. 1:95.

blir brent i Nordsjøen, kan eksporteres og erstatte bruk av kull på kontinentet. Bellona går inn for at 60 prosent av energibehovet på plattformene dekkes av vannkraft i år 2005, hvilket vil kreve 8,4 TWh vannkraft. De har beregnet at hvis 8,4 TWh vannkraft brukes i Nordsjøen, og den frigjorte gassen brukes til erstatning for kull i kullkraftverk på kontinentet, så blir de totale CO₂-reduksjonene 22 millioner tonn (hvorav seks i Nordsjøen), mens hvis 8,4 TWh vannkraft eksporteres og erstatter kullkraft, så blir CO₂-reduksjonene 8,6 millioner tonn.

Forskjellen mellom 22 millioner og 8,6 millioner tonn i regionale utslipp høres imponerende ut, men det er viktig å merke seg at hele denne forskjellen utelukkende skyldes forskjeller i virkningsgrad mellom gass turbinene i Nordsjøen og et gasskraftverk på land. Hadde det ikke vært noen forskjell her, så ville den frigjorte gassen ha gitt 8,4 TWh på land slik den gir i Nordsjøen og ha samme virkning som å eksportere 8,4 TWh vannkraft. Dette betyr at jo mer virkningsgraden av turbinene i Nordsjøen nærmer seg virkningsgraden til gasskraftverkene på land, jo svakere blir argumentet for å elektrifisere Nordsjøen.

I Norwegian Oil Review 7/95 beskrives Einar Langsets idé om å utnytte gamle oljeplattformer til produksjon av elektrisitet fra geotermisk energi. Det fins i dag ca. 45 plattformer på norsk sokkel. De fleste har brønner på 3.000 meters dyp eller mer. Temperaturen i brønnene er mellom 90 og 150°C og hver plattform kan ha opptil 50 brønner. Når oljeproduksjonen tar slutt så kan plattformene og brønnene brukes til å hente opp geotermisk energi. Man lager et lukket system der vann sirkulerer opp og ned mellom brønnene og plattformen. I brønnene blir vannet varmet opp og på plattformen avgis varmen og omgjøres til elektrisk kraft. I første omgang kan kraften leveres til omkringliggende plattformer som fortsatt er i produksjon. På sikt kan også kraft føres til land. Dette høres ut som et prosjekt som absolutt bør utredes videre.

6.4 Fjerning av CO₂

På gassfeltet Sleipner Vest inneholder gassen i reservoarene ca. ni prosent CO₂. Før salg må CO₂-prosenten ned i under to prosent. Dette er et kommersielt krav hvis hensikt er å redusere korrosjonen i gassledningsnett. Selv om utslipp av CO₂ fra reservoarene foreløpig ikke er omfattet av CO₂-avgiften, så har Statoil, som er operatør for feltet, vurdert ulike alternativ til utslipp til atmosfæren. Mulige steder for plassering av CO₂ er tomme gass- og oljereservoar, injeksjon i oljereservoar i drift for å få ut mer olje, undersjøiske grunnvannsreservoar eller utslipp til havet på store dyp. Løsningen Statoil har valgt er injisering av CO₂ i undersjøiske grunnvannsreservoar.

Ved Nansen Senter for Miljø og Fjernmåling i Bergen arbeides det med modeller for utslipp av CO₂ på ulike havdyp. Det eksisterer en utveksling av CO₂ mellom havet og atmosfæren, men avhengig av hvor og på hvilket dyp CO₂ slippes ut, så kan det ta mer enn 1000 år før det vender tilbake til atmosfæren.

På oljefeltene er det gode muligheter for å kvitte seg med ren CO₂ uten at kostnadene blir for høye, slik Sleipner Vest prosjektet til Statoil viser. Problemet er å isolere CO₂. Fra reservoargassen er ikke dette så vanskelig og representerer heller ingen stor tilleggskostnad fordi CO₂ må fjernes fra gassen i alle tilfelle. Å isolere CO₂ fra eksosgassen fra gassturbinene er imidlertid mye mer kostbart. Gassturbinene drives med et temmelig stort luftoverskudd så eksosgassen er egentlig mest luft og bare noen få prosent CO₂. Men flere har tro på muligheten for fjerning av CO₂. Kværner arbeider med å utvikle en absorpsjonsteknologi for CO₂ som de håper skal kunne anvendes offshore. Lindeberg mener at et gasskraftverk offshore med fjerning av CO₂ er økonomisk mulig. Kostnadene ved å fjerne CO₂ vil bli mer enn veiet opp av spart CO₂-avgift.

7. Utvinningsgrad og energieffektivitet

En god del av økningen i anslagene for de norske petroleumsreservene i den senere tiden skyldes utvikling av teknologi som gjør det mulig å hente mer olje ut av eksisterende felt. Ny borreteknologi gjør det mulig å borre ikke bare vertikalt, men i alle mulige retninger, samt å endre retningen for borret etter at man har begynt å borre. Man kan på den måten med stor presisjon styre seg fram til oljeførende lag som er så tynne at de tidligere ikke ble regnet som mulige å nå. Med utviklingen av undersjøiske brønnhodestasjoner kan små satelittfelter utnyttes på en økonomisk måte ved at de knyttes opp mot hovedplattformen på det sentrale feltet.

Vel så viktig er utviklingen av metoder for injeksjon av vann eller gass for å vedlikeholde trykket i reservoaret etter hvert som oljen tappes ut. Gass har i tillegg den effekten at den får olje til å løsne fra veggene i reservoarene. Mesteparten av gassen som injiseres kan hentes ut igjen etter at oljeproduksjonen er avsluttet. Injeksjon av vann og gass krever mye energi og det betyr at energibehovet per produsert enhet øker etter hvert som et felt blir eldre, og energibehovet vil øke enda mer etter hvert som nye metoder for å øke utvinningsgraden av feltene tas i bruk.

Et nærliggende spørsmål blir da hvorvidt økt utvinningsgrad er ønskelig sett fra et miljøsynspunkt. Burde vi i stedet nøye oss med å ta opp den oljen og gassen som er lettest tilgjengelig i hvert felt for så å flytte plattformene til nye felt? Før dette besvares kan det være greit å kjenne til noen grunnleggende forskjeller mellom oljefeltene i Nordsjøen og i Midtøsten. Oljeutvinningen i Nordsjøen er kjennetegnet ved svært høye investeringskostnader, mens det å sette opp oljetårn i ørkenen i Midtøsten til sammenligning er rimelig. Dette er forklaringen på at oljeutvinning i Midtøsten er lønnsom selv med oljepriser som ville gitt store tap i Nordsjøen.

Men når det gjelder de variable kostnadene så er forholdet omvendt. I Midtøsten, i USA og i mange andre oljefelt i verden så *pumper* man olje. I Nordsjøen så drives oljen ut av trykket i reservoaret. Dette gir både svært lave driftskostnader og svært lavt energiforbruk ved utvinning av olje i Nordsjøen. Situasjonen er altså den at ved stadig synkende oljepriser så vil man gå med tap i Nordsjøen før man går med tap i Saudi-Arabia, men til tross for dette vil ved fortsatt synkende pris kranene stenges tidligere i Midtøsten enn i Nordsjøen.

Selv om energiforbruket per produsert enhet øker ved økt utvinningsgrad vil likevel energiforbruket ligge betraktelig under det som trengs for å pumpe olje andre steder, og det er derfor vanskelig å gå i mot økt utvinningsgrad for oljefeltene ut fra et energieffektivitetskriterium.

Imidlertid er det andre forhold enn energiforbruket som må tas med i betraktning når utvinningsgraden øker. For eksempel vil mengden produsert vann, det vil si vann som kommer opp sammen med oljen og som må frasepareres, øke. Rensing av produsert vann er påbudt, men det er alltid noe kjemikalier igjen i vannet som slippes ut i sjøen. Dette problemet kan fjernes dersom det produserte vannet pumpes ned igjen som erstatning for en del av det sjøvannet som brukes til vanninjeksjon,

slik enkelte selskaper har begynt å eksperimentere med.

8. CO₂-avgiften

Norge var tidlig ute med å fastlegge et offisiell klimamål. I 1989 ble det i forbindelse med debatten i Stortinget om oppfølging av Verdenskommisjonen for miljø og utvikling vedtatt som mål å stabilisere CO₂-utslippene på 1989-nivå innen år 2000. Senere ble CO₂-avgiften vedtatt som et av virkemidlene for å oppnå målet. CO₂-avgiften har vært virksom siden 1. januar 1991.

For olje og gass som forbrennes på sokkelen, er avgiften i dag på 83 øre/liter olje og 83 øre/Sm³ gass. Dette er ikke en liten avgift. For olje tilsvarer det rundt 20 dollar fatet, og både for olje og gass representerer avgiften mer enn en fordobling av råvareprisen. I 1993 var statens inntekter fra CO₂-avgifter i Nordsjøen nesten 2,4 milliarder kroner, hvilket var omtrent en tiendedel av statens samlede skatteinntekter fra petroleumsvirksomheten.

CO₂-avgiften er rimeligvis ikke spesielt populær i oljeindustrien, der mange sier den mer er en ren fiskal avgift enn en miljøavgift. ECON gjorde en studie i fjor av virkningen av CO₂-avgiften. De konkluderer med at det har vært en energieffektivisering på åtte prosent i Nordsjøen siden avgiften ble innført, men at bare en femtedel av dette kan tilskrives miljøavgiften.¹³ Både Econ og folk jeg har snakket med fra Hydro uttrykte bekymring for at CO₂-avgiften vil føre til at utvinningsgraden for eksisterende felt blir noe lavere og at enkelte marginale felt ikke vil bli utbygget. Alle er imidlertid enige om at CO₂-avgiften har hatt en positiv virkning når det gjelder vedtak om å utvide rørledningskapasiteten framfor å bygge pumpestasjoner.

I Klimameldingen sies det ikke hva som vil bli CO₂-avgiftens framtidige utforming, men at dette vil bli foreslått av Grønn skattekommisjon som skal framlegge sin innstilling før sommeren 1996. Personlig mener jeg at CO₂-avgiften er eksempel på en type skatt som er svært ønskelig fra et miljøvernssynspunkt. Slik jeg ser det bør det legges betydelig mer skatt på bruk av råvarer, spesielt ikke-fornybare. Arbeidskraft bør skattlegges lavere.

Her kan en for eksempel tenke seg at arbeidsgiveravgiften fjernes og at inntekt og inntektsskatt reduseres parallelt slik at en oppnår at arbeidernes kjøpekraft opprettholdes samtidig med at arbeidskraften blir billigere for bedriftene. En kan også argumentere for at overskuddsbeskatningen samtidig bør bli lavere, fordi at med dyre råvarer og billig arbeidskraft, så vil en bedrift som klarer og tjene penger være en bedrift som utnytter råstoffene godt og skaper arbeidsplasser, og dermed også være en bedrift som sannsynligvis vil fortsette å gjøre flere "grønne" investeringer hvis den blir sittende igjen med en større del av overskuddet etter skatt.

¹³ Econ Energi og Sintef. Rapport 326/94. Virkninger av CO₂-avgift på olje- og gassutvinning i Norge. Delrapport 4: Sammendrag og hovedkonklusjoner.

Selv om CO₂-avgiften bør forsvares er det klart rom for å forbedre den. Den kan for eksempel endres slik at det blir større sammenheng mellom avgiftssatsen og karboninnholdet per energienhet for de ulike fossile brenslene, hvilket ser ut til å være oppfatningen også i Klimameldingen. I dag pålegges en liter olje og en Sm³ gass samme CO₂-avgift. En liter olje og en Sm³ gass inneholder omtrent samme energimengde, men karbon-/hydrogenforholdet er mye høyere for olje, som følgelig gir mer CO₂ per energienhet. Naturgass fra forskjellige kilder kan også gi ulik mengde CO₂-utslipp avhengig av blandingsforholdet mellom metan, etan, propan, etc. i gassen. Et annet moment er at utslipp av CO₂ som finnes blandet med naturgass i reservoarene, og som skilles ut før eksport, i dag ikke er omfattet av CO₂-avgiften. Dette hullet bør tettes igjen ved en revisjon av CO₂-avgiften, noe som Statoil alt har tatt høyde for i det omtalte prosjektet på Sleipner Vest.

Jeg vil her stort sett holde meg til å skrive om CO₂-avgiften offshore, fordi her har Norge svært stor frihet til å bruke avgifter som miljøpolitisk virkemiddel. Det samme kan man vel også si at gjelder innenlands transport. Når det gjelder konkurranseutsatt industriproduksjon er det klart at den nasjonale uavhengigheten i valg av virkemidler er noe mindre. Vi har fått høre mange ganger at det hjelper lite å legge CO₂-avgift på norsk industriproduksjon, hvis resultatet blir at den flagger ut til land som ikke har CO₂-avgifter. En innføring av avgift her må opplagt kobles opp mot andre avgifts- og skattelettelser for bedriftene, hvis da ikke andre land innfører tilsvarende CO₂-avgifter samtidig. Arbeidet for internasjonalt harmoniserte CO₂-avgifter for konkurranseutsatt sektor er svært viktig, men dette må ikke få avspore debatten om CO₂-avgiften i Nordsjøen. Her har vi frihet til å ha den CO₂-avgiften vi måtte ønske uansett hva andre land måtte foreta seg.

Når det gjelder oljeindustriens klager over CO₂-avgiften går de først og fremst på to forhold. Det ene er at avgiften er blitt en ny melkeku for staten. Den har kommet i tillegg til og ikke i stedet for andre avgifter. Vi behøver ikke mene så mye om hva som er et passende samlet skattenivå for oljeindustrien, men stå på at CO₂-avgiften er et godt eksempel på den type skattlegging av bedrifter som vi ønsker. Hvis skattetrykket samlet sett er for høyt, så bør reduksjonen komme i form av mindre skatt på overskudd, og ikke i form av lavere CO₂-avgift.

Den andre innvendingen går på at CO₂-avgiften har liten reell miljøvirkning, med unntak av teknologivalg for bygging av gassrørledninger. Det må bety at den har liten innvirkning på valg av gassturbiner på plattformene. Begrunnelsen er at når man kjøper nye gassturbiner, så kjøper man det beste som fins på markedet uansett, fordi brenngass spart betyr mer gass solgt. Når det gjelder utskiftning av eldre turbiner, så er dette kostbart. Ikke bare på grunn av pris og installasjonskostnader, men også fordi produksjonen må stanse opp under utskiftningen, at det ikke er lønnsomt selv med dagens nivå på CO₂-avgiften.

Det kan være noe sant i dette, men her bør man merke seg at hvis man skal veie en investering mot framtidige innsparinger er det viktig å være klar over hvilke innsparinger man vil oppnå. Her er det derfor ikke bare CO₂-avgiftens størrelse i dag som er viktig, men også hvordan den vil utvikle seg framover. Erik Lindeberg

fortalte meg på IEA-møtet i juni 1995 at han var sikker på at en CO₂-avgift på dagens nivå ville utløse flere investeringer i Nordsjøen hvis oljeselskapene var sikre på at den ikke ville bli vesentlig redusert i årene framover.

Et annet viktig moment til forsvar for CO₂-avgiften er at vi ikke bare må se på hvilke valg den leder til hos oljeselskapene i dag. Den vil også gi nye muligheter for valg i morgen fordi CO₂-avgiften virker som et incentiv for utvikling av ny energisparende teknologi offshore. De tidligere omtalte prosjektene til ABB Miljø og Kværner Energy er gode eksempler på dette.

9. Kostnadseffektive utslippsreduksjoner

I Klimameldingen argumenteres det gjennomgående for viktigheten av kostnadseffektive utslippsreduksjoner og felles gjennomføring. Idéen er at man reduserer utslippene mest effektivt ved å begynne med de kildene som gir størst utslippsreduksjon per investert krone. Teoretisk sett er den absolutte motsetningen til kostnadseffektiv utslippsreduksjon at utslipp fra alle kilder reduseres med en bestemt prosentvis ut fra dagens nivå eller nivået på et bestemt historisk tidspunkt. Denne ekstremvarianten av prosentvis reduksjon er ikke særlig interessant i praksis, men samme prosentvise reduksjon for alle land innen samme økonomiske kategori bør fortsatt regnes med som alternativ til kostnadseffektiv utslippsreduksjon, om ikke annet så for å belyse en del viktige poeng som ellers lett vil forsvinne.

En opplagt innvending mot samme prosentvise reduksjon for alle land er at det ikke tas hensyn til hvilken innsats ulike land allerede har gjort for å redusere utslippene før referansetidspunktet. Et land som allerede har iverksatt mange tiltak for å redusere utslippene, vil bli straffet for dette fordi ytterligere reduksjoner vil bli mer kostbare enn reduksjoner for et land som i utgangspunktet har gjort lite. Ut ifra denne betraktningen kan kostnadseffektiv gjennomføring virke mer rettferdig fordi de landene som har gjort minst, da automatisk blir de første til å iverksette tiltak fordi investeringer i utslippsreduksjoner gir best effekt hos dem.

Forfølger man tankegangen litt videre er det klart at når det er billig å redusere utslipp så er det fordi det ligger lite produksjon bak hver utslippsenhet og vice versa. Når utslipp er et onde, må de begrenses til de utslippene som gir høyest verdiskapning per enhet sluppet ut. Dette tilsier også en mest mulig effektiv bruk av innsatsfaktoren som forårsaker utslippet; de fossile brenslene for CO₂-utslippenes vedkommende.

Til tross for de ovennevnte teoretisk sett svært tiltalende egenskapene ved kostnadseffektiv utslippsreduksjon, så finnes det også en del uheldige sider som ikke så ofte kommer fram i debatten. Betoningen av kostnadseffektiv utslippsreduksjon er i ferd med å vri debatten om rettferdig fordeling av utslipp vekk fra CO₂ per hode til CO₂ per krone. Tradisjonelt har vi vært vant til å tenke på det som urettferdig at energiforbruk per innbygger er mye høyere i enkelte land enn i andre. Det er ikke tilfeldig at det er land med godt utviklede økonomier som gjør seg til talsmenn for en slik tenkemåte.

Hvor kostnadseffektivt man forurenses og hvor mye man forurenses er fundamentalt forskjellige ting. Hvis man begynner å lete etter sammenhenger, vil man raskt oppdage at den sammenhengen man finner på makronivå er den motsatte av hva man venter å finne på mikronivå. De landene som forurenses mest kostnadseffektivt vil være blant de som forurenses mest og omvendt. Som et eksempel kan vi se på energiforbruk¹⁴ og økonomi. Vi kjenner alle de enorme forskjellene i energiforbruk

¹⁴ Dette ville her vært mer logisk koherent og sett på sammenhengen mellom CO₂-utslipp og økonomi, men resonnetet som følger ville ikke blitt så forskjellig om jeg

per capita mellom rike og fattige land. Ser vi på sammenhengen mellom økonomisk vekst og vekst i energiforbruket finner vi imidlertid at et typisk u-land trenger en vekst i energiforbruket på 1,2 prosent for å oppnå en vekst i bruttonasjonalproduktet (BNP) på én prosent, mens for et i-land er det tilstrekkelig med en vekst på 0,2 prosent i energiforbruket¹⁵. Det trengs 40 prosent mer energi for å skape de samme økonomiske verdier i et u-land som i et i-land.¹⁶

U-landene kan i teorien isolert sett redusere sine utslipp gjennom effektivisering av energibruken, men sannsynligheten taler for at denne effektiviseringen vil komme som en følge av en økonomisk utvikling som samlet sett vil bringe utslippene opp. Idéen om kostnadseffektiv utslippsreduksjon kan være positiv for u-landene hvis den medfører en teknologioverføring som vil stimulere økonomisk utvikling, men det representerer ingen løsning på klimaproblematikken. På en måte ligger det implisitt i prinsippet om kostnadseffektiv utslippsreduksjon på globalt nivå at utslippsreduksjoner i i-landene ikke vil være lønnsomme før u-landene er kommet opp på i-landenes økonomiske og teknologiske nivå. Da vil CO₂-utslippene per innbygger på verdensbasis ha økt fra 3,9 tonn til 11,4 tonn.¹⁷

En god del av investeringene i u-land som gir de mest kostnadseffektive reduksjonene i CO₂-utslipp, vil komme. Ikke fordi de er mer lønnsomme enn investeringer for å redusere utslipp i i-land, men fordi de er økonomisk lønnsomme i seg selv. For å få fortgang på slike investeringer vil sannsynligvis overgang til åpne energimarkeder der energisubsidier fjernes og internasjonalt harmoniserte CO₂-avgifter innføres, være mye mer effektive virkemidler enn å gi i-landene adgang til å avskrive reduserte CO₂-utslipp fra investeringer i u-land i sine egne CO₂-regnskap.

Slike virkemidler vil også være administrativt mye lettere håndterlige. Hvis man har en så sterk tro på markedet som troen på kostnadseffektiv utslippsreduksjon synes å forutsette, så kan man like gjerne tro at markedet rydder opp på egen hånd. Dette gjelder ikke generelt for alle forurensninger, men har noe for seg i slike tilfelle som forholdet fossile brensler og CO₂, der det er en relativt enkel sammenheng mellom forbruk av råstoff og forurensning.

Forurensninger redusert er råstoffer spart og representerer således et konkurransefortrinn for bedriftene. Slike markedsincentiver fungerer ikke i andre tilfelle, som for eksempel SO₂-utslippene der utslippsreduksjon i noen tilfelle kun kan oppnås ved å sette på en "rensedings" til slutt som fordyrer produksjonsprosessen. Her kan et tiltak med salgbare utslippskvoter som NHO har

byttet ut energiforbruk med CO₂-utslipp.

¹⁵ Helga Hernes sitt innlegg på ENS-konferansen i Stavanger.

¹⁶ Samme kilde.

¹⁷ Klimameldingen, side 67. Verdensgjennomsnitt og OECD-gjennomsnitt.

foreslått for å redusere SO₂-utslippene i Norge, ha mye for seg.

Jeg våger altså den påstanden at utviklingen uansett vil gå i retning av en global utjevning av kostnadsforskjellene ved reduksjoner av CO₂-utslipp hvis dagens trend mot økt frihandel og liberalisering av verdensøkonomien fortsetter. Men dette er på ingen måte nok til løse klimaproblemene. Det illustrerer derimot at fokuseringen på globalt kostnadseffektive tiltak kan være et blindspor. Hvis drivhuseffekten skal stanses, trenger vi tvert imot en økt fokusering på tiltak som *ikke* er kostnadseffektive.

Når man tenker kostnadseffektive utslippsreduksjoner gjør man beregninger basert på en statisk modell av hva som gir best effekt til lavest mulig pris ut fra dagens teknologiske situasjon. Det mest kostnadseffektive vil ofte vise seg å være levering av allerede etablert teknologi til de verste miljøsinkene. Konsekvensene vil bli at incentivene for utvikling av ny teknologi svekkes. Gasseksportørene vil juble og solenergi produsentene gå konkurs.

Sier man i stedet at alle land innen samme økonomiske kategori skal redusere sine CO₂-utslipp med en bestemt prosent, så presser man rike land som allerede har lave CO₂-utslipp i forhold til BNP, til å bli enda bedre til å redusere sine utslipp. Det vil skapes markeder og utviklingsmuligheter for ny teknologi som på sikt totalt vil revolusjonere beregningene av hva som er kostnadseffektive tiltak på globalt nivå.

Utviklingen av vind- og solenergi kan være illustrerende i så måte. Prisen på vindkraft har gått jevnt nedover siden oljekrisene på 70-tallet skapte ny blest omkring vindmøllene. I dag kunne vi ha produsert vindkraft på Vestlandet til 22 øre/kWh, mens vi importerer kullkraft til 17 øre/kWh. Hvis vindmøllemarkedet fikk et løft ved at for eksempel land som Danmark måtte kutte sine CO₂-utslipp med 10 prosent, så ville kanskje vindkraften ta det siste skrittet til å bli et konkurransedyktig alternativ til etablerte energikilder.

Jeremy Leggett fra Greenpeace sa på ENS-konferansen i Stavanger at hvis prisen på solcellepaneler hadde vært en tredjedel av det den er i dag, så ville det ikke være noen som tenkte på noen annen form for energiforsyning enn solceller. Prisene har vært i konstant fall siden de første solcellene så dagens lys en gang på midten av 50-tallet. At prisen på solceller skal kunne synke til en tredjedel av dagens pris er derfor ikke så usannsynlig, spesielt sett på bakgrunn av at prisen i dag er en hundredel av det den var for to tiår siden.

Hvis jeg skal være så dristig å forsøke på en konklusjon, så må den være at prinsippet om kostnadseffektiv utslippsreduksjon er interessant innenfor et begrenset geografisk område, men vil virke mot sin hensikt på globalt nivå. Kanskje det er tilstrekkelig at kostnadseffektive utslippsreduksjoner praktiseres innen de enkelte lands grenser så slipper man alt det byråkratiske rotet som vil oppstå med å lage regler for hvordan CO₂-reduksjoner i et land skal bokføres på et annet lands CO₂-regnskap.

Kamp mot subsidier på konvensjonell energi og for internasjonalt harmoniserte CO₂-avgifter (med frihet til å sette dem høyere hvis man vil) er egnede virkemidler for å redusere de globale CO₂-utslippene. I tillegg bør man dele land inn i kategorier etter økonomisk utvikling og næringslivsstruktur, der idéen er at alle land i samme kategori må sørge for samme prosentvise reduksjon i sine CO₂-utslipp.

Vedlegg: Turbinoversikt fra Oljeindustriens landsforening