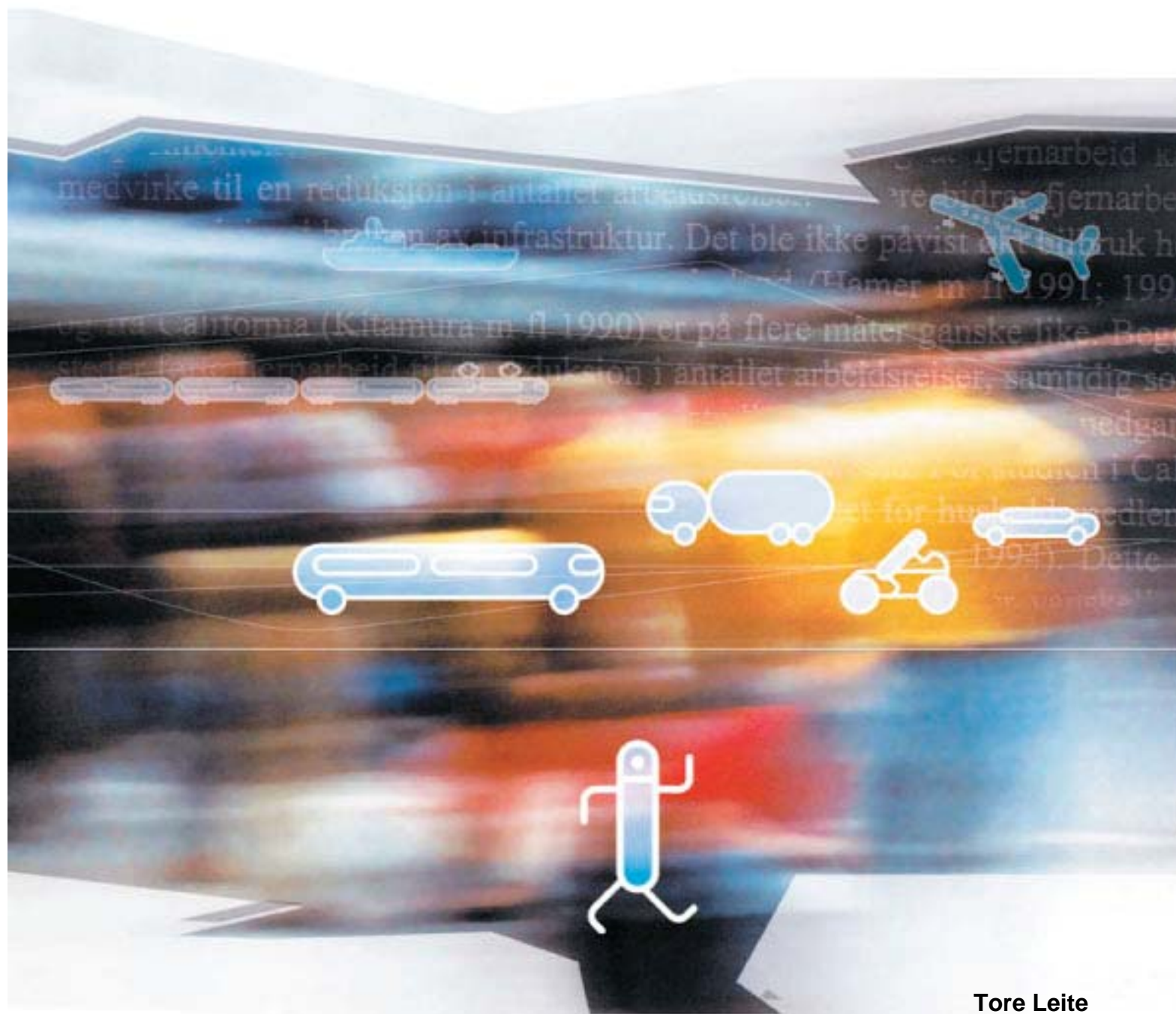


Kostnadseffektivitet for klimatiltak ved endret oljepris

Utredning for Lavutslippsutvalget



Kostnadseffektivitet for klimatiltak ved endret oljepris

Utredning for Lavutslippsutvalget

Tore Leite

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

Tittel: Kostnadseffektivitet for klimatiltak ved endret oljepris - Utredning for Lavutslippsutvalget

Forfatter(e): Tore Leite

TØI rapport 852/2006

Oslo, 2006-10

19 sider

ISBN Papirversjon

ISBN 82-480-0674-3 Elektronisk versjon

ISSN 0808-1190

Finansieringskilde:

Lavutslippsutvalget ved CICERO Senter for klimaforskning

Prosjekt: 3168 Lavutslipp

Prosjektleder: Tore Leite

Kvalitetsansvarlig: Rolf Hagman

Emneord:

Miljøvern; Klimapolitikk; Kostnadseffektivitet; Tiltak

Sammendrag:

Rapporten vurderer hvordan en høyere oljepris påvirker kostnadseffektiviteten for tiltak som reduserer utslipp av klimagasser. Vurderingen bygger på en klimatiltaksanalyse utarbeidet av Statens forurensningstilsyn (SFT) i 2005. Det er særlig tiltak for bruk av CO2 til økt oljeutvinning, tekniske tiltak på kjøretøy og elektrifisering av energiproduksjonen på sokkelen som er følsomme for endringer i oljeprisen. For tiltak innen stasjonær energiforsyning og transportsektoren vil en høyere oljepris generelt sett gjøre klimatiltakene mer kostnadseffektive. Rapporten finnes kun i elektronisk utgave.

Title: Oil price influence on cost efficiency of climate abatement measures

Author(s): Tore Leite

TØI report 852/2006

Oslo: 2006-10

19 pages

ISBN Paper version

ISBN 82-480-0674-3 Electronic version

ISSN 0808-1190

Financed by:

Norwegian Commission on Low Emissions

Project: 3168 Low emission

Project manager: Tore Leite

Quality manager: Rolf Hagman

Key words:

Environment; Climate Emission Abatement Policy; Cost efficiency

Summary:

This paper discusses how higher oil prices influence the cost efficiency of climate emission abatement. This is done on the basis of a cost efficiency analysis by the Norwegian Pollution Control Authority (SFT) from 2005. Use of CO2 for enhanced oil recovery, technical measures on vehicles and electrification of the offshore oil installations are the most important measures that are sensitive to changes in oil prices. For abatement measures within stationary energy supply and transportation, a presumed higher oil price will further increase cost efficiency. This report is available only in electronic version.

Language of report: Norwegian

Rapporten kan bestilles fra:
Transportøkonomisk institutt, biblioteket,
Postboks 6110 Etterstad, 0602 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - Telefax 22 57 02 90
Pris kr

The report can be ordered from:
Institute of Transport Economics, the library,
PO Box 6110 Etterstad, N-0602 Oslo, Norway
Telephone +47 22 57 38 00 Telefax +47 22 57 02 90
Price €

Copyright © Transportøkonomisk institutt, 2006

Denne publikasjonen er vernet i henhold til Åndsverkloven av 1961
Ved gjengivelse av materiale fra publikasjonen, må fullstendig kilde oppgis

Forord

Lavutslippsutvalget ble oppnevnt av Kongen i statsråd våren 2005. Utvalget har fått som hovedoppgave å utrede hvordan Norge kan oppnå betydelige reduksjoner i de nasjonale utslippene av klimagasser på lengre sikt (se www.lavutslipp.no). I 2005 la Statens forurensningstilsyn (SFT) fram en rapport som vurderer kostnadene ved å gjennomføre ulike tiltak for å redusere utslipp av klimagasser fram mot 2020. Lavutslippsutvalget har ønsket å få beskrevet hva en høyere oljepris vil ha å si for kostnadseffektiviteten for disse tiltakene.

Utredningen er gjennomført av Transportøkonomisk institutt (TØI) på oppdrag fra Lavutslippsutvalget. Oppdragsgivers kontaktperson har vært leder for Lavutslippsutvalgets sekretariat, Knut Alfsen. Rapporten er skrevet av forsker Tore Leite og bygger på et notat levert til Lavutslippsutvalget i desember 2005. Tore Leite var tidligere rådgiver i SFT og prosjektleder for SFTs klimatiltaksanalyse. Tekstbehandling har vært gjennomført av avdelingssekretær Tove Ekstrøm. Forsker Rolf Hagman har hatt ansvar for kvalitetssikring.

Oslo, oktober 2006
Transportøkonomisk institutt

Lasse Fridstrøm
instituttssjef

Jan Vidar Haukeland
avdelingsleder

Innhold

Sammendrag

1. Bakgrunn og metode for oppdraget fra Lavutslippsutvalget	1
2. Referansebane mot 2050	3
3. Betydning av høy oljepris for tiltakskostnader	4
3.1 Produksjon av elektrisitet	4
3.2 Olje- og gassproduksjon	8
3.3 Kraftkrevende industri	9
3.4 Oppvarming (stasjonær forbrenning).....	11
3.5 Transportsektoren	13
3.6 Jordbruk og avfall	16
Referanser.....	18

Sammendrag:

Kostnadseffektivitet for klimatiltak ved endret oljepris

Denne rapporten vurderer hvordan en høyere oljepris påvirker tiltakskostnadene i Statens forurensningstilsyns klimatiltaksanalyse (SFT 2005a). Fokus har vært på tiltak som vil ha betydning i forhold til Lavutslippsutvalgets referansebane for 2050. Lavutslippsutvalgets referansebane avviker på noen områder fra referansebanen til Statens forurensningstilsyn fram til 2020, og det er lagt til grunn betydelige utslipp blant annet fra kraftproduksjon og oppvarming i 2050.

Det er flere tiltak som vil være følsomme for variasjoner i oljeprisen – enten ved at økt oljepris gir større inntekter eller ved at økt oljepris fører til endrede energikostnader som igjen gir økte driftskostnader. For å nå en utslippsreduksjon på mellom 50 og 80 prosent fram mot 2050 vil viktige tiltak måtte være knyttet til kraftproduksjon, utfasing av olje og gass til oppvarmingsformål og en sterk reduksjon av utslippene fra mobile kilder. Petroleumsvirksomheten vil kunne bidra til betydelig utslippsreduksjoner i forhold til Lavutslippsutvalgets referansebane, hvis energibehovet dekkes ved lavutslipp kraftproduksjon fra land.

For flere av tiltakene, så som stasjonær energibruk, mobile kilder og industri, har det ikke vært mulig å gjennomføre direkte beregninger av følsomhet for endringer i oljeprisnivå. Resultatene i denne rapporten må sees i lys av dette.

Bruk av CO₂ til økt oljeutvinning og tekniske tiltak på kjøretøy er særlig følsomme for endringer i oljeprisen (da særlig biodrivstoff og elbiler). For tiltak innen stasjonær energiforsyning og transportsektoren vil en høyere oljepris generelt sett gjøre klimatiltakene mer kostnadseffektive. En høyere energipris kan også gjøre enkelte store tiltak som fangst av CO₂ til deponering og elektrifisering av norsk sokkel mindre kostnadseffektive.

Bruk av **CO₂ til økt oljeutvinning** kan være egnet til å etablere og finansiere en infrastruktur for en senere deponering av CO₂ på norsk sokkel. For bruk av CO₂ til økt oljeutvinning er det særlig to forhold som bestemmer tiltakets samfunnsøkonomiske lønnsomhet: hvor stor merutvinning av olje som kan oppnås og hvor høy oljeprisen blir (særlig i feltets senere produksjonsfase).

Kostnadseffektiviteten ved bruk av CO₂ til økt oljeutvinning for de feltene som er i produksjon i dag, vil være svært avhengig av tidspunkt for realisering. Dette på grunn av den begrensede levetiden for oljefeltene i Nordsjøen. Det betyr at det relativt raskt må "skaffes tilveie" tilstrekkelig mengde CO₂. CO₂-fangst til økt oljeutvinning er derfor først og fremst et tiltak for perioden 2010 til 2020.

En høy energipris vil øke merkostnadene ved **CO₂-fangst til deponering**.

Generelt sett vil tiltak for produksjon av ny **kraft fra fornybare kilder** både være avhengig av prisnivået for kraft og politiske retningslinjer/rammebetingelser for

Rapporten kan bestilles fra:

Transportøkonomisk institutt, Postboks 6110 Etterstad, 0602 Oslo

Telefon: 22 57 38 00 Telefax: 22 57 02 90

utbygging for eksempel av mikro- og minikraftverk samt vindenergi. Produksjon av ny fornybar energi kan sammen med tiltak for energieffektivisering trolig kunne sikre en tilstrekkelig energioppdekning i Norge også uten innfasing av gasskraft fram mot 2020 – og det bør vurderes om dette også kan gjelde fram mot 2050.

Tiltaket **kraft fra land** til oljeinstallasjoner vil både være følsomt for endringer i energiprisene fra kraftverket og endringer i avsetningspris for gass. Tiltaket vil være mindre følsomt for endringer i investeringskostnader. Kraft fra land vil på kort sikt kunne vurderes som et mulig kombinert tiltak for å redusere klimagassutslipp og utslipp av NO_x. Kraft fra land til eksisterende oljeinstallasjoner på sokkelen vil ha en relativ høy tiltakskostnad - også hvis tiltaket sees på som et kombinert tiltak for å redusere utslipp av CO₂ og NO_x.

I forhold til forutsetningene gitt i Lavutslippsutvalgets referansebane, så vil en reduksjon av utslipp fra **kraftkrevende industri** være sentral for å nå et lavutslippssamfunn. En økt oljepris vil kunne påvirke kostnadseffektiviteten for CO₂-fangst fra store punktkilder, tiltak knyttet til energieffektivisering, generell energieffektivisering og bruk av biobrensel i treforedlingsindustrien. Store deler av utslippende fra kraftkrevende industri vil være relatert til prosesser i metallindustrien. For prosessutslippene vil en økt oljepris ikke (aluminiumsproduksjon) eller i liten grad (ferro) påvirke tiltakenes kostnadseffektivitet.

For noen tiltak innen **energisektoren**, som fjernvarme og konvertering fra olje til bioenergi og solvarme, vil energiprisen generelt sett ha stor betydning for tiltakenes kostnadseffektivitet. I SFTs klimatiltaksanalyse er det lagt opp til en tilnærmet fullstendig utfasing av bruk av oljefyring fram til 2020.

Innen **transportsektoren** vil en høyere oljepris særlig påvirke kostnadseffektiviteten for økt bruk av biodrivstoff og innfasing av flere energieffektive biler og elbiler. Selv med en meget høy oljepris, så vil innfasing av brenselceller være et dyrt klimatiltak med de kostnadstall som vi kjenner i dag, men det er stor usikkerhet både om kostnader og tekniske muligheter for innfasing av brenselceller. For perspektivet fram mot 2050 kan andelen av brenselceller være høyere enn forutsatt i SFTs klimatiltaksanalyse.

Virkningen av høye oljepriser for tiltak som er relatert til **transportplanlegging** er ikke vurdert. Alle tiltakene har en betydelig negativ kostnad, gitt de forutsetninger som er lagt til grunn i SFTs klimatiltaksanalyse.

1. Bakgrunn og metode for oppdraget fra Lavutslippsutvalget

Denne utredningen gir en vurdering av hva en høyere oljepris (typisk 50 dollar per fat) vil ha å si for tiltakslisten i SFTs klimatilaksanalyse (SFT 2005a). Rapporten er skrevet på oppdrag fra Lavutslippsutvalget.

I rapporten gis en vurdering og beregning av endrede årlige tiltakskostnader (kroner per tonn CO₂-ekvivalent) ved en høyere oljepris enn det som er lagt til grunn i SFTs tiltaksanalyse. Fokus er rettet mot tiltak som vil ha stor betydning i forhold til Lavutslippsutvalgets referansebane for 2050. Dette skjer ved:

- Beregning av nye tiltakskostnader for utvalgte sektorer og tiltakstyper ved bruk av kildematerial fra SFTs klimatilaksanalyse
- Kvalitativ vurdering av oljeprisutviklings betydning for alle tiltakstyper i henhold til utvalgets kildeinndeling

Denne rapporten bygger på den metodikken som er lagt til grunn i SFTs klimatilaksanalyse (SFT 2005a). Dette innebærer bruk av annuitetsmetode for å beregne årlige merkostnader per tonn CO₂-ekvivalent redusert. Metodikken bygger på beregning av:

1. Årlige kapitalmerkostnader
2. Årlige besparelser og endrede driftskostnader
3. Utslippsreduksjon
4. Nytte knyttet til annen reduksjon av utslipp til luft (NO_x, partikler)

Kalkulasjonsrente for alle tiltak i denne rapporten er satt lik 4 prosent i henhold til nye anbefalinger om kalkulasjonsrente i samfunnsøkonomiske beregninger fra Finansdepartementet. Dette tilsvarer en risikofri rente på 2 prosent pluss et generelt risikotillegg på 2 prosent for alle tiltakene som er kostnadsberegnet. I SFTs klimatilaksanalyse er det lagt inn en forutsetning om en langsiktig oljepris på 27 dollar per fat olje. Denne forutsetningen er i overensstemmelse med forutsetningene i Finansdepartementets perspektivmelding (Stortingsmelding 8 (2004-2005)). For transportsektoren er det lagt til grunn en noe høyere bensinpris i 2020. Denne prisen tilsvarer en råoljepris på 35 dollar per fat. Med "høyere oljepris" menes i denne rapporten en oljepris som er høyere enn forutsetningene i SFTs analyse.

Beskrivelsen av tiltakene er tilpasset Lavutslippsutvalgets kildeinndeling og referansebane. Behandling av energiøkonomiseringstiltak vil også omfatte tiltak som reduserer behovet for å bruke elektrisitet til oppvarmingsformål. Potensialet for enøk i tiltaksanalysen er derfor synliggjort både i forhold til mulighetene for ny kraftproduksjon og i forhold til mulighetene for å redusere utslipp fra oppvarming innen industri, næringsbygg og boliger.

SFTs beregningsmodell inneholder ikke data som gjør det mulig å beregne virkningen av økt oljepris på årlige kapitalmerknader. Vurderingene i denne rapporten er derfor knyttet til årlige merinntekter og endrede driftskostnader.

Ved flere av tiltakene, så som stasjonær energibruk, petroleumsvirksomhet, areal- og transportplanlegging og industri, er det med SFTs data ikke mulig å gjennomføre direkte beregninger av følsomhet for endringer i oljeprisnivå.

Tiltakene er vurdert på bakgrunn av referansebanen i SFTs klimatiltaksanalyse for 2020 og Lavutslippsutvalgets referansebane for 2050. Referansebanene gir uttrykk for mulig utvikling av klimagassutslippene fra de forskjellige kildene, hvis det ikke iverksettes nye virkemidler for å redusere disse. Beskrivelsene av tiltakene i denne rapporten må sees i lys av disse forutsetningene.

2. Referansebane mot 2050

Referansebanen som er lagt til grunn i SFTs klimatilaksanalyse er i samsvar med Finansdepartementets perspektivmelding fra 2004 (Stortingsmelding 8 (2004-2005)). Lavutslippsutvalgets referansebane for 2050 bygger på en MSG6-kjøring¹ som angir årlig endring fra 2000 fram mot 2050 for de ulike utslippskildene. Dataene avviker delvis fra referansebanen i SFTs tiltaksanalyse for 2010 og 2020, men bygger på mange av de samme antagelsene om økonomisk utvikling. Det betyr likevel at de ikke vil være direkte samsvar mellom utslippstallene i SFTs referansebane og i Lavutslippsutvalgets referansebane fram mot 2020. Dette gjelder da både med hensyn til kildedefinisjoner og utslipp fra de enkelte kildene. I denne rapporten er det tatt hensyn til disse forskjellene. Referansebanen som ligger til grunn for Lavutslippsutvalgets arbeid kjennetegnes ved at:

- En stor del av de norske utslippene er knyttet til produksjon av elektrisitet i konvensjonelle gasskraftverk som til sammen gir et utslipp på 20 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2050.
- Produksjon av olje- og gass i Norge gir et utslipp på rundt 5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2050. Utslipp fra raffinier er inkludert i dette tallet.
- For kilden prosessindustri forutsettes det i referansebanen at de årlige utslippene øker til rundt 15 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2020.
- For transportsektoren er det i Lavutslippsutvalgets referansebane forutsatt en jevn vekst fram mot 2050. Dette gir et utslipp på 18 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2050 og en andel på rundt 26 prosent av de totale utslippene i referansebanen.
- Utslipp fra oppvarming (næring og boliger) antas økt fra 5 millioner tonn CO₂ i 2005 til rundt 6 millioner tonn fram mot 2020. Dette er nesten 2 millioner over utslippet fra de tilsvarende kildene i SFTs referansebane for 2020. Dette kan forklares med at Lavutslippsutvalgets referansebane har lagt til grunn en større bruk av gass til oppvarming enn i SFTs referansebane. I 2050 er det lagt til grunn et utslipp fra oppvarming av bygninger på 7 millioner tonn CO₂-ekvivalenter. Dette tilsvarer et forventet forbruk av olje og gass til oppvarming på over 30 TWh.

For å nå en utslippsreduksjon på mellom 50 og 80 prosent fra 2000 og fram til 2050 vil viktige tiltak måtte være knyttet til kraftproduksjon, utfasing av olje og gass til oppvarmingsformål, samt en sterk reduksjon av utslippene fra mobile kilder.

¹ MSG er en forkortelse for likevektsmodellen «Multi Sectoral Growth» som er utviklet i Statistisk Sentralbyrå. MSG-6 er den sjette generasjonen av MSG-modellen

3. Betydning av høy oljepris for tiltakskostnader

Et høyere prisnivå på råolje enn det som er lagt til grunn i SFTs klimatilaksanalyse vil kunne virke inn på kostnadseffektiviteten ved:

- å øke merinntekter eller øke driftsbesparelsene ved å gjennomføre tiltaket. Dette kan gi en betydelig bidrag til å bære merutgifter i form av kapitalkostnader og andre driftskostnader
- å påvirke prisnivået på kraft og gass i markedet. Hvis en økt råoljepris gir en generell økning av energiprisene vil dette også få betydning for beregningen av driftskostnader for flere av tiltakene i analysen.

Det er forutsatt at prisen på kraft, olje og gass vil samvariere. En analyse av hvordan oljeprisen påvirker prisnivået på kraft og gass ligger utenfor rammen av denne utredningen²

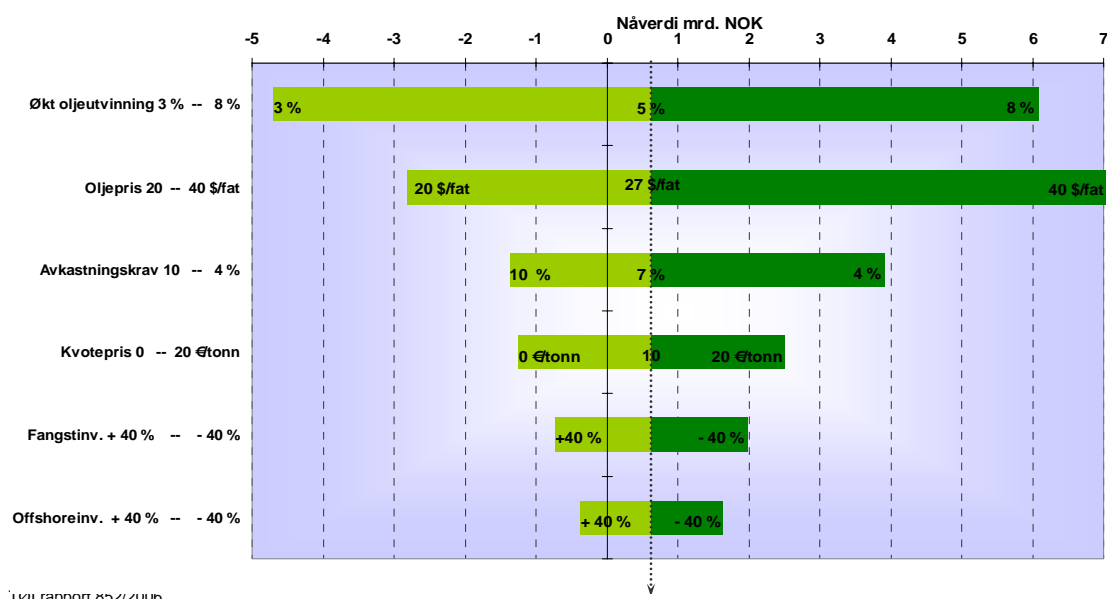
3.1 Produksjon av elektrisitet

Økt behov for elektrisitet vil i henhold til referansebanen kunne bli en betydelig kilde for utslipp av CO₂ fram mot 2050. I referansebanen er det lagt inn en produksjon på rundt 60 TWh i 2050. Mulig reduksjon av disse utslippene vil komme i form av fangst av CO₂ til deponering eller til økt oljeutvinning på sokkelen.

Fram mot 2050 vil mulighetene for **bruk av CO₂ til økt oljeutvinning** være avhengig av hvilke felt som er under produksjon og i hvilke områder av landet gasskraftverkene ligger. I dag er det flere gasskraftverk som planlegges i området som ligger tett opp til Nordsjøen og Norskehavet. Det betydelig usikkerhet knyttet til omfanget av produksjon av olje i Nordsjøen etter 2030.

Beregninger fra Oljedirektoratet viser at lønnsomheten ved bruk av CO₂ til økt oljeutvinning i stor grad vil være avhengig av oljeprisen. Ved bruk av CO₂ til økt oljeutvinning vil de største inntektene komme senere i produksjonsfasen og være særlig høye etter det tidspunktet hvor produksjonen på feltet ellers ville være avsluttet. Ved en høyere oljepris vil tiltaket som helhet både kunne finansiere ekstrakostnader ved separering og transportkostnader fram til oljefeltene.

² Forhold mellom oljepris, gasspris og kraftpris er blitt undersøkt i NFR-prosjektet "Gassmarkeder, menneskelig kapital og selskapsstrategier" (Petropol-programmet). Dette prosjektet skal blant annet undersøke hvordan pris på gass, olje, kull og elektrisitet samvarierer.



Figur 1 Eksempel på usikkerhet ved beregning av samfunnsøkonomisk lønnsomhet ved økt oljeutvinning på et norsk oljefelt. Kilde: Oljedirektoratet 2005a

Figur 1 viser at bruk CO₂ til økt oljeutvinning kan gi en positiv nåverdi på 600 millioner kroner. Det er da forutsatt fem prosent ekstra oljeutvinning sett i forhold til utvinningsgrad uten bruk av CO₂. Oljedirektoratet har i sine lønnsomhetsberegninger lagt til grunn syv prosent avkastning, en råoljepris på 27 dollar per fat, en kvotepreis på 10 Euro per tonn CO₂ og 50 prosent restverdi av fangstanlegg. Figuren viser at det særlig er to forhold som bestemmer tiltakets samfunnsøkonomiske lønnsomhet:

- Hvor stor merutvinning av olje tiltaket vil gi. Oljedirektoratet angir et usikkerhetsintervall på mellom 3 og 8 prosent merutvinning av olje.
- Oljeprisen over prosjektets levetid. Oljedirektoratet har lagt til grunn et intervall fra 20 til 40 dollar per fat olje.

Usikkerhetsintervallene i Figur 1 viser at det er en betydelig risiko knyttet til inntektssiden ved tiltaket. Oljedirektoratet har i sin rapport konkludert med at bruk av CO₂ til økt oljeutvinning ikke er bedriftsøkonomisk lønnsomt for linsenshaverne i dag (Oljedirektoratet 2005a).

Bruk av CO₂ til økt oljeutvinning kan være egnet til å etablere og finansiere en infrastruktur for en senere deponering av CO₂ på norsk sokkel. For at et slikt tiltak skal være samfunnsøkonomisk lønnsomt, så bør oljeprisen på sikt ligge over 30 dollar per fat olje eller mer. Tabell 1 viser hvordan merinntektene varierer målt som tiltakskostnad i SFTs modell for annuitetsberegning av tiltakskostnader.

Tabell 1: Kostnad per tonn CO₂ redusert 2020 ved ulik oljepris og ved 4 % kalkulasjonsrente. Investeringskostnad for separasjonsanlegg er satt til 1950 kroner per kW.

Oljepris	27 dollar/fat	40 dollar/fat	50 dollar/fat	60 dollar/fat
Tiltakskostnad	-75 Kr/tonn CO ₂ redusert	-510 Kr/tonn CO ₂ redusert	-850 Kr/tonn CO ₂ redusert	-1180 Kr/tonn CO ₂ redusert

TØI rapport 852/2006

Olje- og gasspris vil i mindre grad påvirke kostnadene for **fangst av CO₂ til deponering**. Investeringskostnadene vil i stor grad være knyttet til teknologisk utvikling med hensyn til separering av CO₂ i gasskraftverkene. Driftskostnadene vil være avhengig av energikostnader og utgjør en stor andel av de årlige merkostnadene ved realisering av deponeringstiltakene.

Tiltakskostnader ved fangst av CO₂ til deponering fordeler seg på separeringsanlegg, transport og boring av brønn/injisering. Kostnadene for deponering som er brukt i SFTs klimatilaksanalyse er beregnet av Aker Kværner for et ett-strengs fangstanlegg (Sanden 2005). Fangstanlegget som er kostnadsberegnet for Aker Kværner (Sanden 2005) bygger på et pilotanlegg som vil være mindre robust enn et anlegg med flere separasjonsenheter. Fangstanlegg for CO₂ i denne størrelsesorden er ikke tidligere blitt realisert, slik at det vil være usikkerhet knyttet til kostnadene. Investeringskostnaden for dette pilotanlegget vil være rundt 1500 kroner per kW (jamfør tabell 2), mens Oljedirektoratet i sin rapport har gått ut fra en kostnad på 3200 kroner per installert kW i dag og 1950 kroner per kW for fremtidig teknologi (Oljedirektoratet 2005a).

Separeringskostnadene utgjør rundt 40 prosent av de totale investeringskostnadene og inkluderer komprimering. I SFTs beregningsmodell er kapitalkostnadene 44 prosent av de totale årlige merkostnadene, mens 56 prosent er relatert til de årlige merkostnader for drift. En generell økning av energikostnadene vil kunne ha en like stor betydning for de årlige totale merkostnadene som en mulig reduksjon i investeringskostnadene på grunn av teknologisk utvikling (se tabell 2).

Tabell 2: Årlig merkostnad per tonn CO₂ redusert i 2020 for deponering avhengig av kostnader ved fangstanlegg og energipriser

		Kostnader for separasjonsanlegget kr/kW installert effekt			
		3200	1950	1500	1000
Prosentvis økning av driftskostnad knyttet til energipris	0 %	365 Kr/tonn CO ₂ redusert	330 Kr/tonn CO ₂ redusert	315 Kr/tonn CO ₂ redusert	300 Kr/tonn CO ₂ redusert
	25%	410 Kr/tonn CO ₂ redusert	375 Kr/tonn CO ₂ redusert	360 Kr/tonn CO ₂ redusert	345 Kr/tonn CO ₂ redusert
	50%	455 Kr/tonn CO ₂ redusert	420 Kr/tonn CO ₂ redusert	450 Kr/tonn CO ₂ redusert	390 Kr/tonn CO ₂ redusert

TØI rapport 852/2006

Alternativer til økt produksjon av gasskraft med CO₂-fangst vil både kunne være **økt produksjon av fornybar energi og tiltak som retter seg mot etterspørsels-siden**. Disse tiltakene kan også være knyttet til produksjon av varme som alternativ til direkte el-oppvarming (se oppvarming nedenfor). I SFTs tiltaksanalyse er ny produksjon av kraft fra fornybare kilder ikke lagt inn som kostnadsberegnet tiltak i analysen. I delutredning om stasjonær energi fra Civitas (Selvig/Gurigard 2005) er det lagt til grunn data om potensial for ny kraftproduksjon fra en NVE-utredning om grønne sertifikater (NVE 2004).

I utredningen fra NVE er det beregnet et mulig bedriftsøkonomisk potensial for ny kraft på rundt 70 TWh fram mot 2020, gitt en kraftpris på rundt 25 øre per kWh. Dette potensialet fordeler seg på 19 TWh vannkraft, 6 TWh gasskraft og 45 TWh ny fornybar kraft. Hvis økte oljepriser på sikt gir økt prisnivå på kraft så vil dette potensialet øke. Med en kraftpris på rundt 30 og 40 øre per kWh vil potensialet for bedriftsøkonomisk lønnsom kraftproduksjon være på mellom 70 og 200 TWh. (NVE 2004). Ressurstilgangen vil altså totalt sett være svært stor, men flere faktorer som miljøhensyn, nettbegrensninger, finansiering og teknisk kapasitet vil begrense tilgangen på ny fornybar kraft (Selvig/Gurigard 2005).

Generelt sett vil tiltak for produksjon av ny kraft fra fornybare kilder både være avhengig av prisnivået for kraft og politiske retningslinjer/rammebetingelser for utbygging av for eksempel av mikro- og minikraftverk og vindenergi. Det er derfor sannsynlig at det fram til 2020 bare kan realiseres en del av det teknisk-økonomiske potensialet. Utredningen fra NVE viser likevel at det vil være et betydelig potensial for en samfunnsøkonomisk lønnsom produksjon av ny fornybar energi og at denne vil kunne utløses ved en generelt høyt prisnivå på energi. En kombinasjon av ny produksjon av fornybar energi og energi-effektivisering vil trolig kunne sikre en tilstrekkelig energioppdekning i Norge mot 2020 også uten innfasing av gasskraft.

3.2 Olje- og gassproduksjon

Utslipp fra olje- og gassproduksjon er primært knyttet til kraftproduksjon i gassturbiner på sokkelen (OLF 2003). I SFTs tiltaksanalyse er det lagt inn kostnadsberegninger for ulike effektiviseringstiltak på norsk sokkel. Disse tallene baserer seg på beregninger fra Det Norske Veritas på oppdrag fra Oljeindustriens landsforening (DNV 2003).

I henhold til oljeindustriens Hvitebok om klimagassutslipp fra norsk sokkel (DNV 2003) er det kun 12 tiltak som vil være aktuelle også i 2020. Tiltakene med en kostnad opp mot 500 kroner per tonn CO₂ vil i år 2020 kunne gi en reduksjon på rundt 210.000 tonn. Dette kan indikere at det kun er en omfattende elektrifisering av norsk sokkel som etter 2010 vil kunne gi store reduksjoner fra denne kilden³.

Studier av kraft fra land utført av myndigheter og bransje viser gjennomgående høye kostnader per tonn CO₂ redusert (OLF 2003). I SFTs tiltaksanalyse er det lagt inn et aggregert tiltak for kraft fra land (SFT 2005a:33). Dette tiltaket kan gi en reduksjon på rundt 1,8 millioner tonn CO₂ i 2010 til en årlig merkostnad på rundt 590 kroner per tonn CO₂ redusert. I 2020 vil utslippet være rundt 1,1 millioner tonn og gi en årlig merkostnad 750 kroner per tonn CO₂ redusert. Det er da forutsatt 4 % kalkulasjonsrente.

En elektrifisering av sokkelen vil være følsomt for endringer i kraftprisene fra kraftverket og endringer i avsetningspris for gass. Tiltaket vil i noe mindre grad være følsomt for endringer i investeringskostnader.

Gjennom Gøteborgprotokollen har Norge et utslippstak på 156.000 tonn NO_x fra 2010. Dette innebærer en reduksjon på rundt 44.000 tonn NO_x fram til 2010. I en ny utredning fra Oljedirektoratet er kostnadene ved ulike teknologier for NO_x-reducerende tiltak på sokkelen beregnet. Disse tiltakene er knyttet til rensing, ombygging av turbiner og vann- og dampinjeksjon (Oljedirektoratet 2005b). Gjennomføres tiltak med en marginalkostnad opp til 100 kroner per kg NO_x, så vil dette gi en årlig reduksjon på 7000 tonn NO_x. Kraft fra land vil kunne vurderes som et alternativt tiltak for å redusere utslippene av NO_x. I dag anbefaler SFT å bruke en marginalkostnad på 25 ± 5 kroner per kg NO_x i beregninger av ekstern nytte ved å redusere NO_x-utslipp til luft (SFT 2005c). Hvis en inkluderer nytten av redusert NO_x, så vil tiltaket for elektrifisering, gjengitt i SFTs klimatiltaksanalyse, få en årlig merkostnad på rundt 510 kroner per tonn CO₂ redusert .

SFT viser til at det vil være nødvendig å gjennomføre flere større NO_x-reducerende tiltak med betydelig høyere kostnad for å nå kravet i Gøteborgprotokollen (SFT 2005c). Hvis vi legger til grunn kostnadene for tiltaket kraft fra land, men legger inn 100 kroner per kg NO_x redusert som ekstern nytte, så vil dette kunne redusere merkostnadene for tiltaket fra rundt 590 kroner til 270 kroner per tonn CO₂ redusert i 2010.

³ Det er usikkert hvor relevant tiltak iverksatt i perioden 2010 til 2020 vil være for referansebanen i 2050, ettersom prosjekt for elektrifisering av norsk sokkel særlig er knyttet til utvinning på felt i Nordsjøen og Norskehavet.

I et perspektiv fram mot 2050 vil kostnadsbildet se annerledes ut ettersom produksjonen vil være dominert av nye funn på felt i Norskehavet og Barentshavet. Ved utbygging av Snøhvit-feltet er det valgt en løsning med kraft fra land for offshoreinstallasjoner og levering av energi til nedkjøling av naturgassen til LNG (LNG-prosessanlegg). I konsesjonen er det satt krav om at det skal tilrettelegges for CO₂-håndtering (SFT 2003).

Hvilke energiløsninger som kan forventes i forhold til felt som vil være i produksjon i 2050 vil kreve en egen analyse og er ikke vurdert i denne rapporten. Særlig gjelder dette forholdet mellom produksjon av naturgass og olje, usikkerhet om produksjon i Nordsjøen etter 2030, mulighetene for nye funn i Norskehavet og i Barentshavet, og mulige fellesløsninger for energiforsyning og CO₂-håndtering med produksjonsfelt i russisk sone. Det kan være naturlig å legge til grunn at all produksjon av olje- og gass i 2050 bør skje med lavutslippsteknologi. Mulighetene for og kostnadene ved krafttilførsel fra land vil da være avhengig av hvor de enkelte feltene ligger.

3.3 Kraftkrevende industri

SFTs tiltaksanalyse bygger på Hvitebok om klimagassutslipp fra norsk landbasert prosessindustri (SINTEF/DNV 2003). Det er derfor ikke mulig å gjennomføre en kvantitativ vurdering av hvordan en økt oljepris påvirker forutsetningene i denne rapporten innenfor dette oppdraget. Beskrivelsen nedenfor bygger derfor på en kvalitativ vurdering.

Utslippene fra kraftkrevende industri i SFTs referansebane er fordelt på prosessrelaterte utslipp og stasjonær forbrenning. I 1990 var klimagassutslippene fra sektoren fordelt med rundt 70 prosent på prosess og 30 prosent på stasjonær forbrenning. I 2020 er det i referansebanen lagt til grunn at dette forholdet endrer seg til henholdsvis 82 prosent og 18 prosent. Det er da forutsatt at utslippene fra stasjonær forbrenning går noe ned, mens utslippene fra prosessene øker. Denne økningen skyldes at det i referansebanene er forutsatt økt produksjon både innen sementindustri, ferrolegering og aluminiumsindustrien. Tiltak i prosessindustrien vil derfor være de sentrale for en langsiktig reduksjon fra kraftkrevende industri (sett i forhold til forutsetningene i referansebanen).

Store tiltak og utfordringer i forhold til energiintensiv industri vil særlig gjelde følgende tiltak:

1. Gjennombrudd for teknologi som kan redusere prosessutslipp av CO₂ og den flourholdige klimagassen PFK fra aluminiumsindustrien. I forhold til Lavutslippsutvalgets forutsetning om en relativ stor vekst i denne sektoren, så vil et gjennombrudd for en slik teknologi kunne gi en utslippsreduksjon på rundt 5 til 5,5 millioner tonn i forhold til Lavutslippsutvalgets referansebane og en reduksjon på over 3 millioner tonn i forhold til SFTs referansebane for 2020.
2. Energieffektivisering og økt bruk av biokarbon i ferrolegeringsindustrien (ferrosililium) som kan gi en betydelig utslippsreduksjon.

3. Homogen spalting av lystgass som gir lavere utslipp fra gjødselproduksjonen
4. CO₂-fangst fra store punktkilder (for eksempel Grenlandsbedriftene) som mineralproduksjon, metallproduksjon og annen industri (i tillegg til petrokjemisk industri og raffinerier)
5. Energieffektivisering og bruk av biobrensel i treforedlingsindustrien

I SFTs tiltaksanalyse er det lagt inn en vurdering av teknisk potensial for industrien som gir en økt reduksjon på i overkant av 3 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i 2020. Det er da lagt til grunn et mulig teknologisk gjennombrudd som for eksempel bruk av inerte anoder i aluminiumsproduksjon, økt bruk av biokarbon innen ferrolegering og økt fangst av CO₂ (inklusive petrokjemisk industri og raffinerier).

Betydningen av en høy oljepris vil være liten for flere av tiltakene innen kraftkrevende industri som er kostnadsberegnet for 2020. Forutsatt priskonvergens mellom olje og fossilt kull vil en kunne tenke seg følgende virkning av en høy oljepris:

- CO₂-fangst fra fastlandsindustrien vil være følsom for økt oljepris på samme måte som tiltak for bruk av CO₂ for økt oljeutvinning. Usikkerheten om kostnader vil være stor og særlig være knyttet til hvilke tilknytningskostnader som forutsettes – for eksempel nærhet til transportrør. Oljeprisen vil få stor betydningen for tiltakenes samfunnsøkonomiske lønnsomhet. For CO₂-fangst fra Grenlandsbedriftene er det i SFTs tiltaksanalyse forutsatt transportrør for gass til og CO₂ fra Grenland, men det kan også tenkes transportløsninger med skip fra større industrielle punktkilder.
- Bruk av biokarbon/trekull som reduksjonsmiddel blir mer lønnsomt. Innfasing av biologisk karbon har en beregnet kostnadseffektivitet på rundt 380 til 1475 kroner per tonn CO₂ redusert, slik det er beregnet i SFTs tiltaksanalyse (ved 4 % kalkulasjonsrente). Det var da antatt et kostnadsberegnet reduksjonspotensial på rundt 560.000 tonn CO₂-ekvivalenter. Rundt 75 prosent av dette potensialet har en beregnet kostnad på rundt 380 kroner per tonn CO₂ redusert. Det er ingen eller små investeringskostnader knyttet til gjennomføringen av tiltaket. Kostnaden vil beregnes på bakgrunn av prisdifferansen mellom trekull og fossilt kull/koks. I denne rapporten er det ikke vurdert hvordan oljeprisen påvirker prisene på fossilt kull som leveres til metallindustrien. Hvis det forutsettes en forbedring av prisforholdet mellom trekull og kull på 20 prosent, så vil disse tiltakene få en bedre lønnsomhet, men fremdeles ha en lav kostnadseffektivitet. En stor innfasing av dette tiltaket vil derfor kreve en betydelig lavere pris på biokarbon for å bli kostnadseffektivt. Det må også foretas en nærmere vurdering av muligheten for å skaffe til veie en tilstrekkelig mengde biokarbon til denne industrien.

Tabell 3: Forbedret kostnadseffektivitet ved 20 % lavere kostnader som følge av prisstigning på fossilt kull som reduksjonsmiddel. Årlige merkostnader i kroner per tonn CO₂ redusert

	Kostnader beregnet av SINTEF 2003	Ved 20 % reduserte kostnader
Erstatning av kull med trekull i fer-sis/sis-bransjen	380 kr/ tonn CO ₂	304 kr/ tonn CO ₂
Erstatning av koks med trekull - Eramet Sauda	1004 kr/ tonn CO ₂	803 kr/ tonn CO ₂
Erstatning av koks med trekull - Tinfos Jernverk	1206 kr/ tonn CO ₂	965 kr/ tonn CO ₂
Erstatning av koks med trekull - Eramet Porsgrunn	1475 kr/ tonn CO ₂	1180 kr/ tonn CO ₂

TØI rapport 852/2006

- Reduserte kostnader for bruk av bioenergi i treforedlingsindustrien og i annen industri vil kunne gi reduserte utslipp fra kilden. I SFTs referansebane for 2020 er utslipp fra energibruk i treforedlingsindustrien 0,8 millioner tonn CO₂ og fra annen industri 0,5 millioner tonn CO₂. En beregning av virkningen av høye oljepriser vil trolig bli lik som for beregningen av økt konvertering fra olje til bio i industrien (se tabell 4 i avsnitt om oppvarming nedenfor). Dette betyr at tiltak som gjelder konvertering fra olje til bioenergi kan gå fra å ha en lav tiltakskostnad til å bli samfunnsøkonomisk lønnsomme.
- Bedre lønnsomhet for generell kraftrelatert energieffektivisering i industrien. Det er da forutsatt at kraftprisen samvarierer med oljeprisen også innen kraftkrevende industri.

3.4 Oppvarming (stasjonær forbrenning)

Kostnadseffektiviteten for tiltak på energisektoren er beregnet av Civitas (Selvig/Gurigard 2005) ved å sammenligne anslåtte merkostnader til investering (kr/kWh) med sparte driftsutgifter. De fleste av tiltakene i utredningen fra Civitas vil være samfunnsøkonomisk lønnsomme fram mot 2020. En meget høy kostnadseffektivitet for enkelte av tiltakene skyldes ”gunstig” forhold mellom reduksjon av klimagasser og lønnsomhet. Sett i forhold til 2020 viser tabell 4 nedenfor at det er et stort potensial for tiltak som kan komme som alternativ til energioppdekning med gasskraft (jmfør også potensial for produksjon av fornybar kraft).

Resultatene i tabell 4 bygger på en meget forenklet analyse. Det er lagt til en prosentvis økning av energikostnadene i Civitas beregningsmodell (Selvig/Gurigard 2005) som gir den samme økning i kraftprisen som for oljeprisen. Denne prisøkningen vil øke antall alternative prosjekter som kan la seg gjennomføre med bedriftsøkonomisk lønnsomhet for energileverandørene. En prisstigning på 50 prosent tilsvarer her en økning på rundt 8-9 øre per kWh, mens nettleien er forutsatt å være lik. Hvis det antas høye priser på gass, olje og el fram mot 2050, så vil det være samfunnsøkonomisk lønnsomt å fase ut olje til oppvarmingsformål. I referansebanen for 2020 står bruk av olje til oppvarming for

rundt 4,3 millioner tonn CO₂. I SFTs klimatiltaksanalyse er det lagt opp til en tilnærmet fullstendig utfasing av bruk av oljefyring fram til 2020.

Hovedresultatet fra tabellen er:

1. De fleste tiltak på energisektoren vil være samfunnsøkonomisk lønnsomme fram mot 2020 uavhengig av klimapolitiske virkemidler (men blir i dag ikke implementert i et større omfang). De viktigste tiltakene er en utbygging av fjern (og nær)varme og generelle tiltak for å redusere bruken av energi til oppvarmingsformål innen bolig, næring og industri.
2. For noen tiltak som fjernvarme og konvertering fra olje til bioenergi og solvarme, så vil en høyere olje- og kraftpris gjøre disse samfunnsøkonomisk lønnsomme, selv om de har en relativt høy kostnad i SFTs klimatiltaksanalyse.
3. Økt bruk av naturgass for å erstatte direkte el-oppvarming i boliger vil få en lavere kostnad per tonn CO₂ redusert, men dette tiltaket vil ikke bli samfunnsøkonomisk lønnsomt, hvis en forutsetter at prisene mellom gass, olje og elektrisk kraft samvarierer.

Det totale reduksjonspotensialet i SFT klimatiltaksanalyse vil være på rundt 12,5 millioner tonn CO₂-ekvivalenter (uskalert⁴) for 2020. 4,2 millioner tonn vil være knyttet til direkte utfasing av olje (uskalert). Realiseringene av dette potensialet vil i sin helhet være samfunnsøkonomisk lønnsomt.

I SFTs tiltaksanalyse er tiltakene skalert i forhold til gasskraftverk med CO₂-håndtering, slik at utslippsreduksjon gitt CO₂-håndtering kun vil gjelde for den andelen av tiltaket som er relatert til oljefyring.

Økt bruk av gass til boligoppvarming har en positiv klimaeffekt hvis varmen substituerer kraft produsert med konvensjonell kraft med lavere virkningsgrad. Ved lave kraftpriser vil dette tiltaket være lite kostnadseffektivt. Hvis vi, som i Lavutslippsutvalgets referansebane, antar at naturgass i et relativt stort omfang kan blir brukt til oppvarming i boliger, så vil dette tiltaket kunne bli en betydelig kilde til utslipp av klimagasser.

⁴ Effekten av at et tiltak gjennomføres kan være påvirket av andre tiltak som er iverksatt og som påvirket utslippet fra samme kilde. For beregningene av tiltakenes samlede kostnadseffektivitet og utslippspotensial må derfor tiltakene skaleres i forhold til hverandre. I summeringene og beregningene i SFTs klimatiltaksanalyse er det foretatt en slik skalering (SFT 2005a:16), men tabellene 9 – 12 i tiltaksanalysen viser tiltakene uten skalering.

Tabell 4: Årlig merkostnad i kroner per tonn CO₂ redusert for tiltak stasjonær energioppdekning ved økte energikostnader (strøm og olje, nettleie uendret) ved 4 % kalkulasjonsrente.

Tiltak	Redusert tonn fossil CO ₂ /Red. t. CO ₂ fossil og elektrisitet ⁵	i SFTs tiltaks-analyse	+ 5 % økte energi-kostnader	+ 25 % økte energi-kostnader	+ 50 % økte energi-kostnader
Kr/tonn CO₂ redusert					
ENØK	187 283/ 1 621 347	- 1040 til - 760	- 1075 til - 885	- 1200 til - 915	- 1355 til - 1065
50 % redusert energibehov i nybygg og rehab. bygg	415 449/ 3 861 501	- 210 til - 170	- 335 til - 210	- 455 til - 365	- 610 til - 520
Fjernvarme	1 724 592/ 1 045 950	-400 til - 0	-455 til - 30	-655 til - 150	-910 til - 305
Konvertering fra olje til bioenergi	1 128 164/-	-555 til 185	-600 til 157	-785 til 45	-1020 til - 95
Innfasing av varmpumpe	632 976/ -321 125	-1835 til - 840	-1925 til - 910	- 2290 til - 1190	- 2750 til - 1540
Innfasing av solvarme som erstatning for oljefyring	262 509/-	- 0 til 235	- 55 til 185	- 275 til - 0	- 555 til - 235
Konvertering fra el- oppvarming til naturgass⁶	-303 503/ 493 292	425	396	285	140

TØI rapport 852/2006

3.5 Transportsektoren

Kostnader ved tekniske tiltak på kjøretøy i SFTs klimatiltaksanalyse er blitt beregnet av Erik Figenbaum i SFT. Kilder for kostnadstall er primært hentet fra gjennomgang av internasjonal litteratur og kunnskap om kostnader i dag (ACEA, ACEA 2003, CONCAWE 2004, ECJCR 2002, ECJCR/IPTS 2002, HYPNET 2004), og SFT har lagt vekt på at det er betydelig usikkerhet knyttet til disse. I SFTs klimatiltaksanalyse er kostnadene for de tekniske tiltakene lagt inn som et gjennomsnitt av nedre og øvre kostnadsestimat. Beregningene i tabell 5 nedenfor

⁵ Kolonnen viser reduksjon (tonn CO₂) ved gjennomføring av tiltaket målt som a) CO₂-reduksjon fra redusert oljefyring og b) CO₂-reduksjon fra redusert oljefyring og utslipp fra marginal elproduksjon.

⁶ Tiltaket bygger på at naturgass til bolig erstatter elektrisitet til oppvarming som er produsert i konvensjonelt gasskraftverk (utslipp fra marginalproduksjon er satt lik 367 g per kWh). Hvis kraften produseres i gasskraftverk med CO₂-fangst, vil utslippene fra norsk kraftproduksjon være betydelig lavere.

bygger på SFTs kostnadstall og er gjengitt som middelveier. Det kan med andre ord være store variasjoner i anslagene for kostnadene ved gjennomføring av de ulike tiltakene.

For tekniske tiltak på kjøretøy gir SFTs klimatilaksanalyse en vurdering av følsomhet for ulik oljepris (SFT 2005a, s. 72 – 74).

SFTs klimatilaksanalyse beskriver flere tiltak som kan bidra til å øke reduksjonspotensialet utover det som lar seg kostnadsberegne i dag og som gjør det mulig å redusere utslippene fra mobile kilder med rundt 30 prosent sett i forhold til SFTs referansebane i 2020. Den samlede utslippsreduksjonen fra mobile kilder er anslått til å være rundt 6 millioner tonn CO₂ (skalert) og bygger på flere ulike tiltak:

- Flere energieffektive biler (markedsgjennombrudd for hybridbiler og sterke incentiver for kjøp av mindre biler med lavere forbruk)
- Økt innblanding av biodiesel og bioetanol gir til sammen en utslippsreduksjon på 10 prosent i forhold til referansebanen for kilden veitransport. Dette tiltaket vil da kreve innblanding i vanlig drivstoff på rundt 10 prosent og i tillegg økt bruk av ren biodiesel og bioetanol i deler av kjøretøyparken i Norge.
- Seks prosent av bilparken (med gjennomsnittlig kjørelengde) i 2020 er nullutslippsbiler (fem prosent brenselcellebiler og en prosent elbiler⁷). Det er betydelig usikkerhet om en slik rask innfasing mot 2020 vil være teknologisk mulig og om hvor høye kostnadene vil bli.
- Økt satsing på tiltak relatert til areal- og transportplanlegging
- Økt bruk av gass i kysttransporten
- Flytting av 10 % av flyreisene til bane

⁷ Det er forutsatt at det ikke vil være mulig med en bred innfasing av flere nullutslippsteknologier på samme tid. Det er derfor ikke lagt inn en økt innfasing av el-biler. Et scenario kan også tenkes der el-biler fases inn i stedet for hydrogenbiler. EU-kommisjonen antar at det ikke blir noen markedsutvikling av hydrogendrift før 2015, men har satt opp forløpige mål om en andel på to prosent i 2015 og fem prosent i 2020.

Tabell 5: Kostnad per tonn CO₂ redusert for kjøretøy (i 2020) ved ulike oljepriser. 35\$ per fat olje lagt til grunn som referanse for disse tiltakene. Tiltakskostnad som gjennomsnitt av øvre og nedre prisestimat i SFTs klimatilaksanalyse

Tiltak i SFTs tiltaksanalyse	Tiltakskostnad ved oljepris på 35 dollar/fat	Tiltakskostnad ved oljepris på 50 dollar/fat	Tiltakskostnad ved oljepris på 60 dollar/fat
Biodiesel 5 % innblanding	236 kr/tonn CO ₂	-49 kr/tonn CO ₂	-144 kr/tonn CO ₂
Bioetanol 5 % innblanding	353 kr/tonn CO ₂	143 kr/tonn CO ₂	-67 kr/tonn CO ₂
Energieffektive biler - diesel⁸	-1019 kr/tonn CO ₂	-1304 kr/tonn CO ₂	-1399 kr/tonn CO ₂
Energieffektive biler – bensin⁹	-1003 kr/tonn CO ₂	-1318 kr/tonn CO ₂	-1423 kr/tonn CO ₂
Nullutslippsbiler bensin til el	504 kr/tonn CO ₂	189 kr/tonn CO ₂	84 kr/tonn CO ₂
Nullutslippsbiler diesel til el	408 kr/tonn CO ₂	123 kr/tonn CO ₂	28 kr/tonn CO ₂
Nullutslippsbiler bensin til brenselcelle	1284 kr/tonn CO ₂	969 kr/tonn CO ₂	864 kr/tonn CO ₂
Nullutslippsbiler diesel til brenselcelle	1088 kr/tonn CO ₂	803 kr/tonn CO ₂	708 kr/tonn CO ₂
Økt energi-effektivisering - bensin⁹	1075 kr/tonn CO ₂	760 kr/tonn CO ₂	655 kr/tonn CO ₂
Økt energi-effektivisering - diesel	1372 kr/tonn CO ₂	1087 kr/tonn CO ₂	992 kr/tonn CO ₂
Kollektivtransport med nullutslippskjøretøy¹⁰	179 kr/tonn CO ₂	Ikke beregnet	Ikke beregnet

TØI rapport 852/2006

⁸ Tiltaket bygger på avtale mellom EU-kommisjonen og bilindustriens bransjeorganisasjoner (ACEA, JAMA, KAMA) om at CO₂-utslippene fra nye personbiler skal reduseres til 140 g/km innen 2008.

⁹ Tiltaket består i å energieffektivisere personbiler utover den energieffektivisering som ligger i tiltaket "Energieffektivisering i bensin- og dieslbiler (se fotnote 8) ved at gjennomsnittlig CO₂-utslipp fra nye personbiler skal være 120 g/km innen 2012.

¹⁰ For nullutslippskjøretøy er beregnet av Civitas (Stølan et al. 2004). Tiltaket har negativ tiltakskostnad (-277 kroner per tonn CO₂ redusert) også hvis en regner med nytten av redusert utslipp av NO_x og partikler.

For energi- og klimagassregnskap for hydrogen som energibærer vises til rapport fra SINTEF. Rapporten viser at det særlig er bruk av hydrogen som energibærer i brenselcellebiler som vil være miljø- og energimessig gunstig. Det er da forutsatt utslippsfri produksjon av en tilstrekkelig mengde hydrogen (Jordanger et al. 2002).

For kostnadsberegningene i tabell 5 for brenselcellebiler og elbiler er det lagt til grunn en mulig innfasing på en prosent fram mot 2020. Hvis vi legger til grunn en høy oljepris, så vil brenselcellebiler fremdeles være relativt dyre tiltak i henhold til de kostnadsestimatene vi kjenner i dag, mens elbiler vil komme bedre ut. SFTs anslag over teknisk potensial forutsetter en svært omfattende og rask innfasing av nullutslippsbiler fram mot 2020 og er ikke kostnadsberegnet.

Ved en betydelig kostnadssenkning og satsing på innfasing av brenselcellebiler fra rundt 2020, så vil det være mulig å nå en høyere andel av nullutslippskjøretøy i 2050. For perspektivet fram mot 2050 er det i dag ikke mulig å vurdere kostnader og mulighetene for nødvendige teknologiske gjennombrudd.

Det er ikke mulig å beregne virkningen av høye oljepriser for tiltak som er relatert til transportplanlegging innenfor rammen av dette oppdraget. Alle tiltakene har en betydelig negativ tiltakskostnad, gitt de valgte forutsetninger. Den samfunnsøkonomiske lønnsomheten økes ytterligere, hvis det beregnes ekstern nytte av redusert lokal luftforurensning, støy, ulykker og tid.

I SFTs tiltaksanalyse er det i vurderingen av teknisk potensial lagt inn en økning i utslippsreduksjonen fra tiltak rettet mot areal- og transportplanlegging på til over 600.000 tonn CO₂-ekvivalenter. Hvis det er mulig å realisere et "teknisk potensial" på rundt 1,3 millioner tonn fram mot 2020, så vil dette kunne bidra til at veksten fra veisektoren reduseres fra 34 til 24 prosent fra 1990 til 2020. Gjennomføres alle kostnadsberegnete tiltak rettet mot areal- og transportplanlegging i SFTs analyse, så vil tiltakene redusere veksten fra transportsektoren til 29 prosent fram mot 2020. I SFTs tiltaksanalyse er det ikke undersøkt hvilke virkemidler som vil være nødvendige for å utløse transportrelaterte tiltak, men en slik reduksjon kan synes svært ambisiøs fram mot 2020 (Leite 2005).

3.6 Jordbruk og avfall

I SFTs tiltaksanalyse er det utredet og kostnadsberegnet tiltak innen jordbruks- og avfallssektoren som vil kunne gi en utslippsreduksjon på 660.000 tonn CO₂-ekvivalenter i 2020. Utslippsvirkningen vil være knyttet til reduksjon av lystgass og metangass. For 2020 er det gjort en vurdering av teknisk potensial som gir en ytterligere reduksjon på opp mot en million tonn CO₂-ekvivalenter gitt dagens produksjonsmønster. Dette potensialet vil kunne realiseres mot 2050 og gi samfunnsøkonomiske lønnsomme tiltak ved at de samtidig reduserer avrenning av nitrat til vann. Tiltakene for landbruk i SFTs klimatiltaksanalyse vil ikke være følsomme for endringer i oljeprisen.

Behandling av våtorganisk landbruks- og annet avfall gjennom anaerob nedbrytning vil være et tiltak som trolig kan utvides ytterligere mot 2050. Teknisk

potensial for dette tiltaket var beregnet til å være 357.000 tonn CO₂-ekvivalenter i 2020. Økte energipriser vil gjøre denne typen tiltak mer lønnsomme.

SFTs tiltaksanalyse beskriver virkningen av forbud mot deponering av avfall fra 2009. Tiltaket er lagt inn i SFTs klimatiltaksanalyse som kostnadsnøytralt, da forbrenning av nedbrytbart avfall er inkludert i Civitas utredning for stasjonær energi (Selvig/Gurigard 2005).

Referanser

- ACEA (2003) : ACEA's statement on the potential for additional CO₂ reduction, with a view to moving further towards the community's objective of 120g CO₂/km by 2012. ACEA 27.11.2003
- ACEA: ACEA's CO₂ commitment, ACEA
- CONCAWE, EUCAR and European Commission Joint research centre (2004): Well to Wheel analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context, januar 2004
- DNV 2003, Hvitebok om klimagassutslipp fra norsk sokkel (oppdragsgiver: OLF), DNV Rapport Nr. 2003-0834, Revisjon nr. 4
- ECJRC (2002a): Techno-Economic analysis of Bio-alcohol production in the EU: a short summary. European Commission Joint Research centre (ECJRC), mai 2002
- ECJRC/IPTS (2002): Techno-Economic analysis of Bio-diesel production in the EU: A short summary for decision-makers, May 2002, Report EUR 20279 EN
- Eide, Hans Jacob (2005): "EuroPanorama" i: *Samferdsel* 10/2005
- EU: a short summary for decision-makers. May 2002. Report EUR 20279 EN
- HYNET (2004): Towards a European hydrogen energy roadmap. Executive report 12. mai 2004, Hynet
- Jordanger, Einar/Steffen-Møller-Holst/Ola Maurstad/Dag a. Brevik (2002): Hydrogen som energibærer. Energi- og utslippsregnskap for utvalgte energikjeder. En rapport utarbeidet for SFT og Enova SF (TR A5713), Oktober 2002
- Leite, Tore (2005): "Miljøvennlig transport: Lønnsomt, men vanskelig å gjennomføre" i *Samferdsel* 8/ 2005
- NVE (2004): Grønne sertifikater. Utredning om innføring av et pliktig sertifikatmarked for kraft fra fornybare energikilder. Revidert utgave NVE-rapport 11/2004
- OLF (2003): Elkraft fra land til norsk sokkel – tiltakskost og miljøeffekt, januar 2003.
- Oljedirektoratet (2005): Mulighetsstudier for prosjekter med CO₂-injeksjon, http://www.npd.no/NR/ronlyres/87FE5D85-8E20-46A1-9C07-4CC7BECEC7EF/0/CO2_rapport_norsk.pdf
- Oljedirektoratet (2005b): Utredning av mulige NO_x-reduserende tiltak på sokkelen, <http://www.npd.no/NR/ronlyres/80D2E282-23B9-42FE-8A3A-AB4BD86DA436/0/NOxrapport.pdf>

- Sanden, Knut (2005): Kostnadseffektivt anlegg for CO₂-fangst ”Fullskala demonstrasjonsanlegg”, Aker Kværner Engineering and Technology / GassTEK, Foredrag på konferansen Gass og energiteknologi, Langesund, 7. og 8. juni 2005
- Selvig, Eivind/Kjell Gurigard (2005): Nasjonal klimatiltaksanalyse 2004. Delanalyse: Stasjonær energibruk og –produksjon, Oslo (Civitas) 2005
- SINTEF/DNV (2004), Hvitbok om klimagassutslipp fra norsk landbasert prosessindustri (for PIL, NKIF og NOPEF), SINTEF-rapport Nr. STF24A03501, revidert februar 2004
- SFT (2003): Tillatelse til energianlegget i Snøhvit LNG, vedtak 26. mars 2003
www.sft.no
- SFT (2005a): *Reduksjon av klimagassutslipp i Norge. En tiltaksanalyse for 2010 og 2020* (TA 2121/2005), Statens forurensningstilsyn
- SFT (2005b): ”Biodrivstoff – Miljønotat”, upublisert SFT-notat til en interdepartemental arbeidsgruppe for biodrivstoff, juni 2005
- SFT (2005c): *Marginale miljøkostnader ved luftforurensning. Skadeposter og tiltakskostnader* (TA 2100/2005), Staten forurensningstilsyn
- STATUSCO₂: Implementing the Community Strategy to Reduce CO₂ emissions from Cars: Fourth annual report on the effectiveness of the strategy (Reporting year 2002). Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. Brussel 11.02.2004.
- Stølan, Arne (2004) (m.fl.): Areal- og transporttiltak for reduksjon av klimagassutslipp i byer og tettsteder, Civitas, 16. mars 2004
- Stortingsmelding 8 (2004-2005) Perspektivmeldingen 2004 - utfordringer og valgmuligheter for norsk økonomi,
<http://www.odin.no/fin/norsk/dok/regpubl/stmeld/006001-040030/hov002-bn.html>

Transportøkonomisk institutt

Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

- utfører forskning til nytte for samfunn og næringsliv
- har rundt 70 forskere med høy, flerfaglig samferdselskompetanse
- samarbeider med en rekke samfunnsinstitusjoner, forsknings- og undervisningssteder i Norge og i utlandet
- gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag av høy kvalitet innen områder som trafiksikkerhet, kollektivtransport, miljø, reisevaner, reiseliv, planlegging, beslutningsprosesser, transportøkonomi og næringslivets transporter
- driver aktiv forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, internett, tidsskriftet Samferdsel og andre nasjonale og internasjonale tidsskrifter

Transportøkonomisk institutt

Stiftelsen Norsk senter
for samferdselsforskning
P.b. 6110 Etterstad
0602 Oslo

Telefon 22 57 38 00

www.toi.no