

**NOU**

Norges offentlige utredninger **2006: 18**

# Et klimavennlig Norge

Utredning fra et utvalg oppnevnt ved kongelig resolusjon 11. mars 2005.  
Avgitt til Miljøverndepartementet 4. oktober 2006

ISSN 0333-2306  
ISBN 82-583-0902-1  
ISBN 978-87-583-0902-1

---

Lobo Media AS

## Til Miljøverndepartementet

Ved kongelig resolusjon av 11. mars 2005 ble det oppnevnt et utvalg for å utrede hva som må gjøres for at Norges utslipp av klimagasser skal reduseres med 50-80 prosent innen 2050. Lavutslippsutvalget legger med dette fram sin innstilling.

Oslo, 4. oktober 2006

Jørgen Randers  
leder

Eli Arnstad

Ola Flåten

Alvhild Hedstein

Hanne Lekva

Lasse Nord

Sverre Aam

---

Knut H. Alfsen  
Kjell Arne Hagen  
Hege Westskog



## Innhold

<b>1</b>	<b>Sammendrag og anbefalinger</b> .....	11	4.1.2	Hvor kommer de ulike klimagassene fra? .....	34
1.1	Utvalgets helhetsløsning .....	11	4.1.3	Hva er de viktigste kildene til de samlede direkte utslippene av klimagasser? .....	38
1.2	Nødvendige første skritt .....	12	4.2	Hvor store utslipp er nordmenn ansvarlige for? («Norges fotavtrykk») .....	39
1.3	Veiledning for leseren .....	13	4.2.1	Hvor store er utslippene fra norske skip i utenriks sjøfart? .....	41
<b>2</b>	<b>Utvalgets mandat, sammensetning og arbeid</b> .....	15	4.3	Sammenfatning .....	42
2.1	Utvalgets mandat .....	15	<b>5</b>	<b>Utvalgets Referansebane: Hva skjer om Norge ikke foretar seg noe spesielt?</b> .....	43
2.2	Utvalgets sammensetning .....	15	5.1	Framtiden er usikker .....	43
2.3	Utvalgets arbeid .....	15	5.2	Forutsetninger om økonomisk vekst i Referansebanen .....	44
2.3.1	Åpne høringer .....	16	5.2.1	Internasjonal økonomi .....	44
2.3.2	Møter med bedrifter, organisasjoner, offentlige instanser og utdannings- og forskningsinstitusjoner .....	16	5.2.2	Teknologisk endring .....	46
2.3.3	Utvalgets hjemmeside og nyhetsbrev .....	16	5.2.3	Befolkningsutvikling og tilgang på arbeidskraft .....	46
2.3.4	Omtale i media .....	16	5.3	Framtidige økonomisk aktivitet: Bruttonasjonalprodukt (BNP) .....	46
2.3.5	Seminar om teknologisk endring .....	17	5.4	Privat konsum .....	47
2.3.6	Utredninger på oppdrag av Lavutslippsutvalget .....	17	5.5	Framtidig energibruk .....	48
2.3.7	Kjøp av kvoter .....	17	5.6	Framtidige utslipp .....	49
<b>3</b>	<b>Den globale klimautfordringen og konsekvenser for Norge: Hvorfor bør Norge redusere sine klimagassutslipp med to tredjedeler innen 2050?</b> .....	18	5.7	Noen framtidsbilder .....	50
3.1	Hva er den menneskeskapte drivhuseffekten? .....	18	5.8	Sammenfatning .....	51
3.2	Hva er kjernen av klimaproblemet? ..	21	<b>6</b>	<b>Teknologiske løsninger og atferdsendringer knyttet til norske utslippskilder: Hva kan gjøres?</b> .....	53
3.3	Hva gjøres internasjonalt for å bekjempe klimaproblemet? .....	22	6.1	Utslippsreducerende tiltak gjør mer enn å redusere utslipp .....	53
3.3.1	Utdyping: Kyoto-protokollen .....	23	6.2	To grunnleggende tiltak .....	54
3.4	Hva er dagens globale utslipp? .....	28	6.3	Transport (vei, bane, sjø og luft) .....	55
3.5	Hva bør en global utslippsmålsetting være? .....	26	6.3.1	Prioritering av teknologier .....	59
3.6	Hva kan de lokale effektene av klimaendringer bli? .....	27	6.3.2	Biodrivstoff .....	59
3.7	Er det fornuftig av Norge å redusere sine utslipp med to tredjedeler? .....	29	6.3.3	Lavutslippskjøretøy .....	60
3.8	Bør Norge redusere sine utslipp mye selv om andre land gjør lite? .....	30	6.3.4	Nullutslippskjøretøy .....	60
3.8.1	Utdyping: Virkemiddelbruk i norsk klimapolitikk .....	31	6.3.5	Reduksjon og effektivisering av transportarbeidet .....	62
3.9	Sammenfatning .....	33	6.3.6	Lavutslippsfartøy .....	63
<b>4</b>	<b>Den nasjonale klimautfordringen: Hvor store er Norges klimagassutslipp?</b> .....	34	6.3.7	Tiltak og utslippsreduksjoner fra transport i Lavutslippsbanen .....	63
4.1	Hvor store er Norges klimagassutslipp? .....	34	6.4	Oppvarming .....	64
4.1.1	Utslipp fra norsk territorium .....	34	6.4.1	Prioritering av tiltak .....	66
			6.4.2	Energieffektivisering i bygg .....	66
			6.4.3	Overgang til CO <sub>2</sub> -nøytral oppvarming .....	69

6.4.4	Tiltak og utslippsreduksjoner fra oppvarming i Lavutslippsbanen .....	69	8.2	Kan reduksjonskostnadene beregnes? .....	103
6.5	Metanutslipp fra jordbruk og avfall ..	70	8.3	Kostnadsestimer .....	104
6.5.1	Prioritering av tiltak .....	71	8.4	Sammenlikning med kostnader ved utslippsreduksjoner i utlandet ....	106
6.5.2	Metaninnsamling .....	72	8.5	Implikasjoner for eksport og import .....	106
6.5.3	Tiltak og utslippsreduksjoner fra jordbruk og avfallsdeponier i Lavutslippsbanen .....	73	8.6	Sammenfatning .....	107
6.6	Prosessindustri .....	73	<b>9</b>	<b>Økonomiske og administrative konsekvenser</b> .....	108
6.6.1	Prioritering av tiltak .....	74	9.1	Økonomiske konsekvenser .....	108
6.6.2	CO <sub>2</sub> -fangst og -lagring fra prosessutslipp .....	74	9.2	Administrative konsekvenser .....	109
6.6.3	Prosessomlegginger og energi-effektivisering i kraftkrevende industri .....	75	<b>10</b>	<b>Konklusjoner og anbefalinger</b> .....	111
6.6.4	Tiltak og utslippsreduksjoner fra prosessindustrien i Lavutslippsbanen .....	78	10.1	Utfordringen .....	111
6.7	Petroleumsvirksomhet .....	79	10.2	Viktige prinsipper .....	112
6.7.1	Prioritering av tiltak .....	80	10.3	Helhetsløsningen .....	112
6.7.2	Elektrifisering av sokkelen .....	80	10.3.1	Grunnleggende tiltak .....	112
6.7.3	Kostnader ved elektrifisering .....	81	10.3.2	Tiltak rettet mot utslipp fra transportaktiviteter .....	112
6.7.4	Tiltak og utslippsreduksjoner fra petroleumsvirksomheten i Lavutslippsbanen .....	81	10.3.3	Tiltak rettet mot utslipp fra oppvarming .....	113
6.8	Produksjon av elektrisitet .....	81	10.3.4	Tiltak rettet mot utslipp fra jordbruk og avfallsdeponier .....	113
6.8.1	Prioritering av tiltak .....	82	10.3.5	Tiltak rettet mot prosessindustri .....	113
6.8.2	Fornybar elektrisitetsproduksjon ....	84	10.3.6	Tiltak rettet mot utslipp fra petroleumssektoren .....	114
6.8.3	CO <sub>2</sub> -fangst og -lagring fra gasskraftverk .....	86	10.3.7	Tiltak rettet mot utslipp fra elektrisitetsproduksjon .....	114
6.8.4	Samlede kostnader og potensialer ...	91	10.4	Tiltak utover de som gis i helhetsløsningen .....	114
6.8.5	Tiltak og utslippsreduksjoner fra elektrisitetsproduksjonen i Lavutslippsbanen .....	91	10.5	Tiltak i inneværende stortingsperiode .....	115
6.9	Tiltak rettet mot utslipp i utlandet ....	93		<b>Litteraturliste</b> .....	116
6.10	Sammenfatning .....	93		<b>Vedlegg</b>	
<b>7</b>	<b>Utvalgets Lavutslippsbane:</b>		1	Sammendrag av utredninger gjort for Lavutslippsutvalget .....	120
	<b>En helhetsløsning</b> .....	95	2	Forslag som framkom på de åpne høringene i regi av Lavutslippsutvalget .....	122
7.1	Kriterier for valg av tiltak .....	95	3	Hvem Lavutslippsutvalget har hørt ...	125
7.2	Helhetsløsningen: Et klimavennlig Norge .....	95	4	Innlegg i Lavutslippsutvalgets stafett	126
<b>8</b>	<b>Hva vil det koste å redusere Norges klimagassutslipp?</b> .....	103			
8.1	Kostnader ved klimaendringer .....	103			

## Figuroversikt

Figur 3.1	Variasjoner i CO <sub>2</sub> -konsentrasjon (venstre skala) og temperatur (høyre skala) på Sydpolen gjennom de fire siste istider .....	18	Figur 3.15	Årlige utslipp fra ulike regioner historisk og i en bane som vil kunne stabilere CO <sub>2</sub> -utslippene på 450 ppm og forutsatt like utslipp pr. verdensborger .....	30
Figur 3.2	Årlige globale utslipp av CO <sub>2</sub> fra forbrenning av fossile brensler og arealbruksendringer 1850-2002 .....	19	Figur 3.16	Virkemiddelbruk i norsk klimapolitikk .....	32
Figur 3.3	Konsentrasjon av CO <sub>2</sub> og CH <sub>4</sub> gjennom de siste 1000 år .....	19	Figur 4.1	Fordeling av norske klimagassutslipp i 2004 etter gasser .....	36
Figur 3.4	Rekonstruksjon av temperaturvariasjoner på den nordlige halvkule de siste 1000 år samt temperaturmålinger de siste 130 år relativt til temperaturen 1960-1991.....	20	Figur 4.2	Årlige klimagassutslipp etter gasser 1990-2004 .....	36
Figur 3.5	Målte globale månedsmiddeltemperaturer 1880-2005 .....	20	Figur 4.3	Utslipp i 2003 i forhold til kravene i Kyoto-protokollen .....	37
Figur 3.6	Årlig gjennomsnittstemperatur målt på Blindern fra 1816 til 2005 .....	21	Figur 4.4	Årlige utslipp av klimagasser fra ulike kilder 1990-2004 .....	39
Figur 3.7	Gjennomsnittlig månedlig CO <sub>2</sub> -konsentrasjon 1959-2004, målt på Mauna Loa, Hawaii .....	23	Figur 4.5	Fordeling av klimagassutslipp i en del industrialiserte land. 2002 .....	39
Figur 3.8	Illustrasjon av Kyoto-protokollen. Figuren viser tildelte utslippsrettigheter eller kvoter relativt til utslipp i 1990 og forventede utslipp i 2010 under såkalte business-as-usual (BAU) antakelser i enkelte grupper av land .....	23	Figur 4.6	Årlige utslipp fra norsk territorium, utslipp knyttet til norsk import og eksport, samt norske utslipp korrigert for import- og eksportutslipp. 1980-2000 .....	40
Figur 3.9	Fordeling av «dagens» utslipp mellom land. Data er hentet fra perioden 1994-2003 .....	25	Figur 4.7	Antall ferieturer til de mest besøkte utenlandske feriemål. 2004 .....	41
Figur 3.10	Årlige klimagassutslipp pr. innbygger i noen industrialiserte land i 2002 .....	25	Figur 4.8	Direkte utslipp fra norsk territorium i 2000 målt pr. innbygger, samt utslippene korrigert for handel og feriereiser i utlandet («Norges fotavtrykk»). Mål for utslippene i 2050 .....	41
Figur 3.11	Årlige klimagassutslipp pr. innbygger i viktige regioner. De årlige utslippene er proporsjonal med boksenes flateinnhold .....	25	Figur 4.9	Årlige CO <sub>2</sub> -utslipp fra utenriks sjøfart. 1990-2003 .....	42
Figur 3.12	Fordeling av «skyld» for temperaturøkning når utslipp av klimagasser fra perioden 1890-2000 legges til grunn .....	26	Figur 5.1	Bruttonasjonalprodukt (BNP) fordelt på noen hovedsektorer i 1950 og i 2005 .....	43
Figur 3.13	Temperaturøkning (ved ny likevekt) som funksjon av klimagasskonsentrasjon ved ulike klimafølsomheter. Lav, gjennomsnittlig og høy følsomhet er henholdsvis 1,5, 3 og 6 grader C .....	26	Figur 5.2	Befolkningsframskrivninger til 2060 .....	45
Figur 3.14	Krav til framtidige årlige utslipp av CO <sub>2</sub> dersom man ønsker å stabilisere CO <sub>2</sub> -konsentrasjonen på henholdsvis 400, 450 og 550 ppmv .....	27	Figur 5.3	Utslipp av klimagasser pr. innbygger. Observert 1990-2004 og framskrevet i henhold til Referansebanen til 2050 .....	45
			Figur 5.4	Befolkningsstørrelse og gjennomsnittlig årlig vekst i prosent beregnet over fem års intervaller. Historiske tall for perioden 1850-2005. Framskrevet 2005-2050 i henhold til Referansebanen .....	46
			Figur 5.5	Utviklingen i BNP (verdiskaping) etter noen hovedsektorer i Referansebanen 2000-2050 .....	47
			Figur 5.6	Bruttonasjonalprodukt etter anvendelse i Referansebanen 2000-2050 .....	47

Figur 5.7	Privat konsum etter noen hovedgrupper i Referansebanen 2000-2050 .....	48	Figur 6.12	Illustrasjon av tiltak og reduksjoner i årlige utslipp fra prosessindustrien .....	79
Figur 5.8	Årlig energibruk etter vare i Referansebanen 2000-2050 .....	49	Figur 6.13	Årlige utslipp av klimagasser fra petroleumssektoren 1990-2004 .....	79
Figur 5.9	Anslag for framtidig norsk olje- og gassproduksjon .....	49	Figur 6.14	Årlige utslipp av klimagasser fra petroleumsvirksomheten historisk og i Referansebanen 1990-2050 .....	80
Figur 5.10	Historiske og framskrevne årlige utslipp av klimagasser i Referansebanen 1990-2050, samt mål for lavutslippssamfunnet i 2050 .....	52	Figur 6.15	Illustrasjon av tiltak og reduksjoner i årlige utslipp fra petroleumsvirksomheten .....	81
Figur 6.1	Årlige utslipp fra mobile kilder utenom utenriks sjø- og luftfart 1990-2004 .....	56	Figur 6.16	Årlig kraftproduksjon og forbruk i Norge 1975-2005 .....	82
Figur 6.2	Årlige utslipp fra transportaktiviteter utenom utenriks sjø- og luftfart historisk og i Referansebanen 1990-2050 .....	56	Figur 6.17	Årlige utslipp av klimagasser fra produksjon av elektrisitet historisk og i Referansebanen 1990-2050 .....	82
Figur 6.3	Utslipp fra ulike biler knyttet til produksjon og bruk .....	61	Figur 6.18	Potensialet for fornybar kraft som funksjon av kraftpris for ulike teknologier. «Industri» betegner gjenvunnet kraft fra industri .....	84
Figur 6.4	Spesifikt energibruk i ulike flåtegrupper .....	62	Figur 6.19	Vannkraftpotensialet pr. 1.1.2005 målt i TWh pr. år, referert tilsigsperioden 1970-1999 .....	85
Figur 6.5	Illustrasjon av tiltak og reduksjoner i årlige utslipp fra transport .....	65	Figur 6.20	Kostnad for gasskraft med og uten CO <sub>2</sub> -håndtering som funksjon av gasspris .....	90
Figur 6.6	Årlige utslipp av klimagasser fra oppvarming historisk og i Referansebanen 1990-2050 .....	65	Figur 6.21	Oppdekning av kraft i Lavutslippsbanen .....	93
Figur 6.7	Bruk av biomasse til energiformål i Norge. Aktuell bruk og samlet potensial .....	70	Figur 6.22	Illustrasjon av tiltak og reduksjoner i årlige utslipp fra produksjon av elektrisitet .....	93
Figur 6.8	Illustrasjon av tiltak og reduksjoner i årlige utslipp fra oppvarming .....	71	Figur 7.1	Illustrasjon av helhetsløsningen. Årlige utslipp av klimagasser historisk og i Referansebanen og i Lavutslippsbanen 1990-2050 .....	97
Figur 6.9	Årlige utslipp av klimagasser fra jordbruk historisk og i Referansebanen 1990-2050 .....	71	Figur 8.1	Årlige utslipp fra norsk territorium, utslipp relatert til eksport- og importaktiviteter og eksport- og importkorrigerede utslipp (fotavtrykket) i basisåret (1999), i Referansebanen år 2050 og i	
Figur 6.10	Illustrasjon av tiltak og reduksjoner i årlige utslipp fra jordbruk og avfallsdeponier .....	73			
Figur 6.11	Årlige utslipp av klimagasser fra prosessindustrien historisk og i Referansebanen 1990-2050 .....	74			



## Tabelloversikt

Tabell 1.1	Utvalgets helhetsløsning .....	12	Tabell 6.3	Utslipp fra transport i Lavutslippsbanen. MtCO <sub>2</sub> pr. år .....	64
Tabell 3.1	Industrilandenes utslippsbegrensninger i Kyoto-protokollen .....	24	Tabell 6.4	Endringer i utslipp fra Referansebanen til Lavutslippsbanen. MtCO <sub>2</sub> .....	64
Tabell 4.1	Utslipp av klimagasser til luft etter næring. 2004 .....	39	Tabell 6.5	Utslipp fra stasjonær forbrenning i Norge 1990-2004. Millioner tonn CO <sub>2</sub> -ekvivalenter pr. år. Prosentvise andeler i 1990 og 2004 og gjennomsnittlig årlig vekst 1990-2004 .....	65
Tabell 4.2	Drivhusgasser, deres oppvarmingspotensial og andel av norske utslipp i 1990 og 2004. Gjennomsnittlig årlig vekst og samlet vekst over perioden 1990-2004 .....	36	Tabell 6.6	Utslipp fra jordbruk og avfallsdeponier i Norge 1990-2004. Prosentvise andeler i 1990 og 2004 og gjennomsnittlig årlig vekst 1990-2004 .....	71
Tabell 4.3	Store utslippskilder i 1990 og 2004. Utslipp i MtCO <sub>2</sub> -ekv. pr. år og prosentvis andel av samlede utslipp. Gjennomsnittlig prosentvis årlig vekst fra 1990 til 2004 .....	39	Tabell 6.7	Utslipp fra prosessindustrien i 1990 og 2004. MtCO <sub>2</sub> -ekv. pr. år. Andeler av utslipp fra prosessindustrien i 1990 og 2004 og gjennomsnittlig årlig vekst .....	73
Tabell 5.1	Sektorfordeling og gjennomsnittlig årlig vekst i bruttonasjonalproduktet (BNP) i selgerpriser i Referansebanen i 2000 og 2050 ....	46	Tabell 6.8	Klimagassutslipp fra noen norske industribedrifter .....	74
Tabell 5.2	Bruttonasjonalprodukt (BNP) etter anvendelse. Andeler i Referansebanen i 2000 og 2050, samt gjennomsnittlig årlig vekst 2000-2050 .	47	Tabell 6.9	Utslipp fra petroleumsvirksomheten i 1990 og 2004. MtCO <sub>2</sub> -ekv. pr. år. Andel av petroleumrelaterte utslipp i 1990 og 2004 og gjennomsnittlig årlig vekst over perioden .	79
Tabell 5.3	Privat konsum. Sammensetning og andeler i Referansebanen i 2000 og 2050, samt gjennomsnittlig årlig vekst 2000-2050 .....	48	Tabell 6.10	Mulige prosjekter for elektrifisering .....	81
Tabell 5.4	Teoretisk energiinnhold i en del energivarer .....	48	Tabell 6.11	Ulike kostnadseksempler på økte kostnader ved gasskraft med CO <sub>2</sub> -håndtering .....	91
Tabell 5.5	Andel av ulike energivarer etter teoretisk energiinnhold i Referansebanen i 2000 og 2050. Prosent. Gjennomsnittlig årlig vekst i etterspørsel etter ulike energivarer over perioden 2000-2050, sammenholdt med årlig vekst i BNP og privat konsum. Prosent pr. år .....	49	Tabell 6.12	Forventet økning i elpris for ulike teknologier .....	91
Tabell 5.6	Anslag over klimagassutslipp fram mot 2050 i Referansebanen. MtCO <sub>2</sub> -ekvivalenter. Andel av utslipp i 2000 og 2050 og gjennomsnittlig årlig vekstrate 2000-2050. Prosent .....	50	Tabell 6.13	Nåværende modenhet for CCS komponenter. X indikerer det høyeste nivået av modenhet for hver komponent. Det finnes også mindre modne teknologier for de fleste teknologier .....	92
Tabell 6.1	Utslipp fra mobile kilder i 1990 og 2004 eksklusive utslipp fra utenriks sjø- og luftfart. MtCO <sub>2</sub> -ekv. pr. år. Fordeling av utslipp i 1990 og 2004 og gjennomsnittlig årlig vekst over perioden .....	56	Tabell 6.14	Sammenstilling av kostnader og mulig realiserbart potensial for produksjon av elektrisitet .....	92
Tabell 6.2	Utslipp fra transport i Referansebanen. MtCO <sub>2</sub> pr. år .....	63	Tabell 6.15	Energi, brukstid og effekt ved ulike produksjonsmåter .....	94
			Tabell 7.1	Utvalgets helhetsløsning .....	96
			Tabell 7.2	Forslag til tiltak for å redusere Norges klimagassutslipp. Effekt på utslipp, strøm- og biomasseforbruk	98
			Tabell 7.3	Inndekningsplan for elektrisitet og biomasse i Referanse- og Lavutslippsbanen, samt resulterende utslipp av klimagasser fra elektrisitetsproduksjon .....	99

Tabell 8.1	Partielle og totale effekter av tiltakene på bruttoprodukt, privat konsum og utslipp av klimagasser i 2050 relativt til Referansebanen .	105
------------	--	-----

Tabell 8.2	Prosentvis endring i brutto-produksjon i Lavutslippsbanen relativt til Referansebanen .....	106
Tabell 8.3	Prosentvis endring i privat konsum i Lavutslippsbanen relativt til Referansebanen .....	106

## Boksoversikt

Boks 1.1	Lavutslippsutvalgets teknologi-pakke - Satsing på utvikling av klimavennlige teknologier .....	13	Boks 6.3	Sverige: Kommissionen mot oljebærendet .....	58
Boks 3.1	FNs klimapanel (IPCC) om klimaendringer .....	19	Boks 6.4	Om totale utslipp fra ulike typer biler (livssyklusanalyser) .....	61
Boks 3.2	Sharp rise in CO <sub>2</sub> levels recorded	20	Boks 6.5	Trålerflåte eller kystflåte – hva gir minst utslipp? .....	62
Boks 3.3	Seks fakta om klima .....	22	Boks 6.6	CO <sub>2</sub> -lagring i treprodukter .....	67
Boks 3.4	Kontraksjon & konvergens .....	30	Boks 6.7	Tre eller sement i bygningssektoren – hva skal man velge? .....	68
Boks 3.5	Langsiktige klimamål i noen andre land .....	31	Boks 6.8	Bioenergi i Norge .....	70
Boks 4.1	Kyoto-forpliktelsen .....	37	Boks 6.9	Energi og effekt .....	83
Boks 4.2	Karbon i skog .....	38	Boks 6.10	Kostnaden ved CO <sub>2</sub> -håndtering ....	90
Boks 4.3	Ut å fly ... ..	41	Boks 6.11	Effekt i Lavutslippsbanen .....	94
Boks 5.1	Norges befolkning og utslipp av klimagasser .....	45	Boks 7.1	Hva du selv kan gjøre for å redusere dine klimagassutslipp .....	100
Boks 6.1	Hydrogenutvalget – noen av dets anbefalinger .....	55	Boks 7.2	Lavutslippsfamilien anno 2050 – noen spørsmål og svar .....	101
Boks 6.2	Om biodrivstoff .....	57			

## Kapittel 1

# Sammendrag og anbefalinger

Menneskeheten står ovenfor en formidabel utfordring: Å redusere de globale utslippene av klimagasser samtidig som man sikrer nødvendig økonomisk og sosial utvikling i den tredje verden. I FN's klimakonvensjon (United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC, 1992) er det nedfelt at den rike del av verden vil måtte redusere sine utslipp raskere og mer radikalt enn fattigere land. Ulike studier anslår videre at et kutt i klimagassutslippene med to tredjedeler i den rike verden innen midten av dette århundre vil være nødvendige for å unngå «skadelige klimaendringer».

Utvalget har fått i oppgave å utrede hvordan Norge kan redusere sine klimagassutslipp med 50-80 prosent fra dagens nivå innen 2050.

*Utvalgets hovedkonklusjonen er at å redusere norske utslipp med i størrelsesorden to tredjedeler innen 2050 er*

- nødvendig,
- gjørbart,
- og ikke umulig dyrt.

*Utvalget anbefaler at Norge etablerer en formell målsetting om å redusere klimagassutslippene fra norsk territorium med to tredjedeler innen 2050, og at denne målsettingen vurderes på ny i 2020. Målsettingen omfatter alle Kyoto-gassene og relaterer seg til utslippsmålet nedfelt i Kyoto-forpliktelsen.*

Utvalget har vurdert hva som kan være store kilder til norske utslipp fram mot 2050, og har vist hvilke tiltak som bør iverksettes for å redusere disse utslippene. En radikal omlegging av norsk livsstil i en mer klimavennlig retning ville kunne redusere framtidige utslipp mye. Utvalget har likevel ikke valgt å anbefale dette, blant annet fordi vi mener det vil være en umulig politisk oppgave å realisere. Utvalgets anbefalinger er derfor et lite antall, hovedsakelig teknologisk baserte, tiltak hvor hvert enkelt tiltak har et forholdsviss stort potensial for reduksjoner. Utvalget erkjenner at også disse tiltakene kan være vanskelig å få gjennomført. Derfor er det helt nødvendig at det norske samfunnet får en dyp forståelse for klimaproblemet og løsningene, slik at tiltakene skal kunne bli iverksatt.

Utvalget har lagt vekt på at tiltakene for å oppnå utslippsmålet innen 2050 bør være:

- *Få og store.* Utvalget har valgt ut et fåtall store tiltak, slik at beslutningsinnsatsen kan fokuseres.
- *Basert på relativt kjent teknologi.* Utvalget har med hensikt ikke valgt tiltak som i dag bare er på idé-stadiet, siden det synes fullt mulig å få til nødvendige reduksjoner med relativt kjent teknologi.
- *Politisk realiserbare.* Utvalget har fokusert på tiltak som bedømmes å være politisk realiserbare dersom det utvikles gode virkemidler. En rekke tiltak som krever store holdningsendringer er derfor utelatt.
- *Gi bidrag til internasjonal teknologiutvikling.* Tiltakene skal gi Norge muligheter til å yte bidrag til en ønsket internasjonal teknologiutvikling på klimasiden og samtidig gi grunnlag for ny næringsutvikling i Norge.
- *Kostnadseffektive.* Utvalget har lagt vekt på at tiltakene ikke skal være urimelig dyre sett i forhold til de utslippsreduksjoner de kan levere. Andre positive eller negative samfunnsmessige effekter som tiltakene kan ha er også vektlagt.
- *Robuste.* De forslåtte tiltakene skal i størst mulig grad være fornuftige under ulike antakelser om framtidig utvikling av økonomi, handel, energipriser, klimaavtaler, og lignende.

### 1.1 Utvalgets helhetsløsning

Utvalgets helhetsløsning består av i alt 15 tiltak, se tabell 1.1. Tiltakene retter seg i hovedsak mot spesifiserte og store utslippskilder, med unntak av to mer grunnleggende tiltak (tiltak 1 og 2) som utvalget ser på som en forutsetning for at de øvrige tiltakene skal bli realisert.

I tillegg til disse hovedsakelige teknologisk baserte tiltakene, vil utvalget understreke viktigheten av å:

- Arbeide for en global klimaprotokoll for ytterligere utslippsreduksjoner som inkluderer alle land og kilder, og støtte opp om det internasjonale arbeidet med å utvikle kvotehandelssystemene.

Tabell 1.1 Utvalgets helhetsløsning.

Kilde til utslipp	Tiltak
Grunnleggende tiltak	1: Iverksetting av en langsiktig nasjonal innsats for klimainformasjon - en vedvarende Klimavettkampanje. God og saklig faktainformasjon om klimaproblemet og hva som kan gjøres.
	2: Satsing på utvikling av klimavennlige teknologier gjennom langsiktig og stabil støtte til Lavutslippsutvalgets teknologipakke. Denne teknologipakken har hovedvekt på teknologier for CO <sub>2</sub> -fangst og -lagring, vindkraft (spesielt til havs), pellets- og rentbrennende ovner, biodrivstoff, solceller, hydrogenteknologier, varmepumper og lavutslippsfartøy, se boks 1.1.
Transport	3: Innfasing av lav- og nullutslippskjøretøy som hybridbiler, lette dieserbiler, elbiler og brenselcellebiler.
	4: Innfasing av CO <sub>2</sub> -nøytralt drivstoff som bioetanol, biodiesel, biogass og hydrogen.
	5: Reduksjon av transportbehovet gjennom bedre logistikk og byplanlegging.
Oppvarming	6: Utvikling og innfasing av lavutslippsfartøy.
	7: Energieffektivisering i bygg gjennom strengere bygningsstandarder, miljømerking og støtteordninger.
Jordbruk og avfallsdeponier	8: Overgang til CO <sub>2</sub> -nøytral oppvarming ved økt bruk av biomasse, bedre utnyttelse av solvarme, varmepumper, o.l.
	9: Innsamling av metangass fra gjødselkjellere og avfallsdeponier og utnyttelse av dette til energiformål.
Prosessindustri	10: Iverksetting av CO <sub>2</sub> -fangst og -lagring fra industri med store punktutslipp.
	11: Gjennomføring av prosessforbedringer i kraftkrevende industri.
Petroleumsvirksomhet	12: Elektrifisering av sokkelen og en økt andel av anleggene plassert på land.
	13: Utbygging av mer «ny fornybar» kraft gjennom utbygging av vind- og småkraft.
Elektrisitetsproduksjon	14: Iverksetting av CO <sub>2</sub> -fangst og -lagring fra gass- og kullkraftverk.
	15: Opprusting og effektivisering av elnettet for å redusere tap i nettet og gi mindre kraftverk lettere tilgang.

- Arbeide spesielt for å inkludere utslippene fra internasjonal luftfart og utenriks sjøfart i internasjonale avtaler om utslippsreduksjoner.
- Bidra til teknologiutvikling innen klimanisjer der Norge har særlige fortrinn. Framskaffelse av slike teknologier vil bidra til utslippsreduksjoner i utlandet.

## 1.2 Nødvendige første skritt

Tiltakene ovenfor vil redusere utslippene vesentlig på sikt. For å minimalisere kostnadene må imidlertid arbeidet med utslippsreduksjoner starte tidlig, slik at innføring av nye teknologiske løsninger fases inn når utstyr likevel skal fornyes. Gitt den lange levetiden til bygninger, infrastruktur og mas-

kiner er det helt essensielt at det gis tydelige politiske signaler om at dagens utslippsnivå er uakseptabelt. Dette gjøres best ved å sørge for at alle klimagassutslipp har en reell kostnad (avgift, kvotepris), at økonomisk nedskrivning av gammelt utslippsintensivt utstyr akselereres og ved at det gis sterke incentiver til utvikling av mer klimavennlig teknologi. Utvalget vil derfor fremme forslag om at følgende tiltak blir gjennomført allerede i inneværende stortingsperiode, dvs. før 2009:

1. *Iverksetting av informasjonstiltak knyttet til klimaproblemet («Klimavettkampanjen») – gjennom langvarig statstøtte til informasjon om klimaproblemet og hvordan enkeltindividene kan bidra til å redusere utslipp uten forringelse av sin livskvalitet.*
2. *Støtte til «Lavutslippsutvalgets teknologipakke» og teknologisatsingen anbefalt av Forskningsrå-*

### Boks 1.1 Lavutslippsutvalgets teknologipakke - Satsing på utvikling av klimavennlige teknologier

Lavutslippsutvalget vil peke på en rekke teknologier der Norge har en spesiell interesse og kompetanse til å yte vesentlige bidrag til det nødvendige globale arbeidet med å bekjempe skadelige klimaendringer. Dette gjelder først og fremst utvikling av teknologier knyttet til:

- CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring,
- vindkraft (spesielt møller til havs),
- pellets- og rentbrennende ovner,
- biodrivstoff,
- solceller,
- hydrogenteknologier,
- varmpumper og
- lavutslippsfartøy.

Langvarig og stabil støtte til det forsknings- og utviklingsarbeid som inngår i Lavutslippsutvalgets tiltakspakke bør sikres. Virkemidler kan spenne fra det helt grunnleggende; å øke den generelle interessen for naturfag i skolen, til det å bevilge nødvendige midler til forskning, utprøving og kvalifisering av nye teknologiske løsninger. Utover dette må det, i tråd med anbefalingen fra Forskningsrådets klimaforskningsutvalg (Norges forskningsråd, 2006), satses på samfunnsvitenskapelig forskning som kan bedre vår forståelse av hva som er eller kan bli effektiv virkemiddelbruk i klimapolitikken.

*dets klimaforskningsutvalg – gjennom store og langsiktige bevilgninger til prioriterte forskningsoppgaver, herunder forskning for økt forståelse av beslutningsprosesser tilknyttet klimatiltak.*

3. Videreutvikling av teknologiske nyvinninger gjennom etablering av pilot- og demonstrasjonsprosjekter.
4. Realisering av CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring i alle gass- og kullkraftverk.
5. Innfasing av lav- og nullutslippskjøretøy - gjennom mer miljøtilpassede bilavgifter (registreringsavgift, årsavgift, etc., for eksempel i tråd med NAFs forslag), statlig innkjøp og statlig pålegg om omsetning av biodrivstoff (minst 5 prosent av omsetningen innen 2009).
6. Økt satsing på CO<sub>2</sub>-nøytral fyring – gjennom støtte til varmesystemer basert på biobrensel og varmpumper og innføring av returpant på gamle olje- og gasskjeler.
7. Økt satsing på energieffektivisering – gjennom skjerpete bygningsstandarder for energiforbruket pr. m<sup>2</sup> i bygg.
8. Etablering av tydelige, stabile og langsiktige støtteordninger til utvikling av fornybare energikilder til erstatning for ordningen med «grønne sertifikater» som det ikke ble noe av. Her må også energileveranser til varmemarkedet inkluderes.
9. Stimulering av klimavennlige offentlige innkjøp gjennom omfattende motivasjons- og opplærings tiltak blant relevante ansatte og sterkere håndheving av reglene for offentlige innkjøp.
10. Utarbeiding (i departementene) av sektorvise tiltaksplaner og forslag til virkemidler for å nå målet om et klimavennlig Norge.
11. Arbeide aktivt for at det europeiske kvotehandels-systemet og systemet under Kyoto-protokollen

*videreutvikles, og at flere land og sektorer tar på seg bindende utslippsforpliktelser.*

En del av kostnadene ved disse tiltakene må bæres av fellesskapet (gå over statsbudsjettet), mens andre kan bæres av forurenseren og inngå som en del av en naturlig fornying. Utvalget foreslår noen tiltak som kan framstå som dyre i dag i forhold til andre tiltak. Dette gjelder i første rekke forslaget om utbygging av infrastruktur for fangst, transport og lagring av CO<sub>2</sub>. Utvalget mener likevel dette tiltaket er avgjørende for helhetsløsningen både i forhold til industriutvikling og elproduksjon nasjonalt, og i et globalt perspektiv, jf. teknologistudien framlagt av IEA i juni 2006 (IEA, 2006). Norge har komparative fortrinn i utvikling av denne teknologien i form av høy relevant kompetanse og egnede lagringssteder. Til tross for høye investeringskostnader i starten (som utvalget mener vil lønne seg økonomisk på sikt), er det oppmuntrende at vi finner, basert på beregninger utført av SSB (Åvitsland, 2006), at de nasjonaløkonomiske kostnadene ved gjennomføring av hele tiltakspakken er små.

### 1.3 Veiledning for leseren

Utredningen består av ti kapitler og fire vedlegg:

I *kapittel 2* gis en presentasjon av utvalgets mandat, sammensetning og arbeid. Her redegjøres det også for utvalgets presisering av mandatet når det gjelder å definere klimagasser og hva som skal regnes som norske utslipp.

*Kapittel 3* presenterer noen argumenter for at Norge bør arbeide for å redusere sine klimagassut-

slipp med i størrelsesorden to tredjedeler innen midten av dette århundre.

I *kapittel 4* redegjøres det for Norges historiske klimagassutslipp – både størrelse og hva som er kildene.

*Kapittel 5* tegner et bilde av hva som kan skje med hensyn til klimagassutslipp dersom Norge ikke setter inn tiltak (en utvikling som benevnes «Referansebanen»). Fra denne framgår det hva som er utfordringen når utslippene i 2050 skal reduseres til ca. en tredjedel av dagens utslipp.

I *kapittel 6* gjennomgås så en rekke mulige tiltak rettet mot de største norske kildene til utslipp. Det tekniske potensialet blir beskrevet, og utvalgets valg og «dosering» av ulike tiltak blir skissert. Faktagrunnlaget for dette kapitlet bygger på eksterne utredninger.

I *kapittel 7* presenterer utvalget sin helhetsløsning for hvordan Norge kan bli et klimavennlig samfunn (en utvikling som benevnes «Lavutslippsbanen»).

Kostnadene knyttet til Lavutslippsbanen er estimert i *kapittel 8*.

*Kapittel 9* skisserer så økonomiske og administrative konsekvenser av utvalgets anbefalinger.

*Kapittel 10* inneholder utvalgets konklusjoner og konkrete anbefalinger for hvordan Norge kan bli et klimavennlig samfunn innen 2050.

Utvalget har valgt å legge ved referanser for de eksterne utredningene utvalget har bestilt og brukt (vedlegg 1), forslag som ble presentert på de fire åpne høringene avholdt i 2005 og 2006 (vedlegg 2), liste over møter med ulike instanser (vedlegg 3) samt inviterte innlegg som ble publisert på utvalgets nettside (vedlegg 4).

## Kapittel 2

# Utvalgets mandat, sammensetning og arbeid

### 2.1 Utvalgets mandat

---

Ved oppnevningen av utvalget ved Kongelig resolusjon av 11. mars 2005, ble utvalget gitt følgende mandat:

«Utvalgets hovedoppgave er å utrede hvordan Norge kan oppnå betydelige reduksjoner i de nasjonale utslippene av klimagasser på lengre sikt – en «nasjonal klimavisjon for 2050». Utvalget skal utrede ulike scenarier for hvordan et «lavutslippssamfunn» kan utvikles i løpet av en 50-årsperiode. Utvalget skal blant annet skissere scenarier hvor de nasjonale utslippene av klimagasser reduseres med 50-80 prosent innen 2050. Utvalget skal ha et hovedfokus på mulighetene som ligger i å utvikle og ta i bruk ny teknologi, herunder vurdere hvilke tiltak som kreves for å utløse de teknologiske potensialene. Sentrale utviklingstrekk i samfunnet må vurderes ut fra hvilke muligheter de gir for å skape et «lavutslippssamfunn». Potensialet for utslippsreduksjoner i alle relevante sektorer må vurderes. I tillegg bør utvalget så langt som mulig vurdere kostnader og andre konsekvenser knyttet til de ulike scenariene, også i et makroøkonomisk perspektiv, og herunder sammenlikne kostnadene ved utslippsreduksjoner nasjonalt med kostnader for tilsvarende reduksjoner i andre land. I sitt arbeid må utvalget ha bred kontakt og dialog med det sivile samfunn. Relevante fagmiljøer må inkluderes aktivt i prosessen. Dette kan skje gjennom debattmøter, offentlige høringer og ved at det inviteres til innspill gjennom Internett-konsultasjoner. Sluttoproduktet av utvalgets arbeid presenteres i en NOU-rapport. Utvalget gis en tidsramme på 18 måneder.»

Utvalget har altså fått i mandat å analysere hvordan Norge kan redusere sine utslipp av klimagasser med om lag to tredjedeler innen ca. 2050. Vi ser for oss at denne utslippsreduksjonen kan realiseres ved å introdusere et sett med tiltak eller «kiler», dvs. ulike måter å redusere utslippene på framover fra en bane som ville kunne inntreffe uten ekstra tiltak. Disse tiltakene kan dels være av teknologisk natur, det vil si reduksjon av utslippene ved å introdusere ny og mer klimavennlig teknologi. Tiltakene kan imidlertid også ha en atferdsmessig karakter der utslippsreduksjonene realise-

res ved for eksempel å redusere aktivitetsnivået (kjøre mindre bil, senke innetemperaturen, produsere mindre), eller ved strukturomlegginger (overgang fra vei til bane og lignende).

De klimagassene vi har valgt å fokusere på er de gassene som er regulert i Kyoto-protokollen under FNs klimakonvensjon (United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC). Dette omfatter karbondioksid (CO<sub>2</sub>) som den viktigste gassen, metan (CH<sub>4</sub>), lystgass (N<sub>2</sub>O), perfluorkarboner (PFK), hydrofluorkarboner (HFK) og svovelheksafluorid (SF<sub>6</sub>).

Når utslippene skal reduseres med mellom 50 og 80 prosent, måler vi det mot nivået angitt som tak for norske klimagassutslipp i Kyoto-protokollen for perioden 2008-2012. Dette nivået, som er 1 prosent høyere enn de nasjonale utslippene i 1990, representerer 50,3 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr. år (MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år). Målet er altså å bringe dette utslippet ned til i størrelsesorden 10-25 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år innen 2050.

### 2.2 Utvalgets sammensetning

---

Utvalget har hatt følgende sammensetning:

- Professor Jørgen Randers, Oslo, leder
- Adm. direktør Eli Arnstad, Stjørdal
- Professor Ola Flåten, Tromsø
- Direktør Alvhild Hedstein, Oslo
- Direktør Hanne Lekva, Stavanger
- Direktør Lasse Nord, Porsgrunn
- Konserndirektør Sverre Aam, Trondheim.

Sekretariatet har bestått av:

- Forsknings sjef Knut H. Alfsen, Oslo
- Assisterende direktør Kjell Arne Hagen, Skedsmo
- Forsker Hege Westskog, Hurum.

### 2.3 Utvalgets arbeid

---

Utvalget har fra oppnevningen i mars 2005 og til avlevering av sluttrapport i oktober 2006 hatt femten møter, hvorav to av møtene gikk over to dager.

Utvalgets mandat understrekte behovet for å ha bred kontakt med det sivile samfunn og relevante fagmiljøer. Utvalget har prioritert denne delen høyt i sitt arbeid. Det har skjedd gjennom fire åpne høringer, møter med relevante fagmiljøer, møter med ulike bedrifter og organisasjoner, møter med departementer og underliggende etater, samt opprettelse og jevnlig oppdatering av en hjemmeside.

Utvalget vil takke oppdragsgiver, Miljøverndepartementet, for oppdraget og for et godt samarbeid underveis i arbeidet med utredningen. Utvalget ble gitt stor grad av frihet i tolkning og oppfølging av mandatet. Det har vært jevnlig møter mellom departementet og utvalget hvor departementet har blitt oppdatert om framdriften i arbeidet og hvor praktiske sider ved utvalgets arbeid har blitt diskutert. Departementet har ellers vært orientert om arbeidet i utvalget gjennom saklister og referater fra møtene.

### 2.3.1 Åpne høringer

Utvalget har avholdt fire åpne høringer i henholdsvis Stavanger, Tromsø, Trondheim og Oslo. Høringene ble annonsert i lokalavisene samt at det ble sendt invitasjoner pr. brev og e-post til en lang rekke bedrifter, organisasjoner, offentlige instanser, samt utdannings- og forskningsinstitusjoner. Det var en god spredning blant deltakerne. Høringen i Stavanger samlet 40 personer, i Tromsø 25, i Trondheim 60 og i Oslo 75.

Utfordringen til deltakerne var formulert i annonseteksten: «Norge har en klimautfordring – har *du* en løsning?» Høringene frambrakte et mangfold av innspill og forslag til utvalget. Disse er gjengitt i vedlegg 2. Listen består etter en viss redigering av 132 innspill og forslag, og fordeler seg med 15 knyttet til olje- og gassvirksomheten, 15 til fornybar energi/enøktiltak, 10 til utslippskutt, 16 til kraft/oppvarming/bygg, 30 til økonomiske virkemidler, 6 til folkeopplysning og 13 til transport. I tillegg kom det 27 andre forslag.

### 2.3.2 Møter med bedrifter, organisasjoner, offentlige instanser og utdannings- og forskningsinstitusjoner

Utvalgets leder har sammen med representanter fra sekretariatet hatt møter med 11 departementer og 5 underliggende etater. Det har vært avholdt møter med representanter fra miljøorganisasjonene, oljeselskaper, og bransjeorganisasjoner. Videre har det vært møte med Norges forsknings-

råds klimaforskningsutvalg. Utvalget har også hatt møter med forskere ved NTNU og SINTEF i Trondheim og med forskere ved Institutt for energiteknikk på Kjeller. Samlet møterunde har bestått av nærmere 40 formelle møter i tillegg til et stort antall henvendelser pr. telefon og e-post, se vedlegg 3.

Innspillene som utvalget har fått gjennom innlegg til hjemmesiden, de åpne høringene og i møterunden har vært nyttige i utvalgets arbeid.

### 2.3.3 Utvalgets hjemmeside og nyhetsbrev

Utvalget opprettet en egen hjemmeside i mai 2005 ([www.lavutslipp.no](http://www.lavutslipp.no)). Hjemmesiden har blitt daglig oppdatert med presseklipp av relevans for utvalgets felt. Utvalget har i ulike sammenhenger oppfordret til innspill til sitt arbeid. Disse innspillene har fortløpende blitt publisert på hjemmesiden. I tillegg har utvalget satt i gang en stafett der utvalgte kunnskapsrike personer i samfunnet har blitt invitert til å gi innspill vedrørende de utfordringer som utvalget jobber med, se vedlegg 4. Hjemmesiden inneholder også bakgrunnsmateriale om dagens politikk i Norge på relevante områder, politikk i andre land, samt om internasjonale forpliktelser. Dessuten inneholder hjemmesiden lenker til bakgrunnsinformasjon om klima og energi. Gjennomsnittlig har hjemmesiden hatt 700 sidevisninger pr. dag.

Lavutslippsutvalget har også hatt et elektronisk nyhetsbrev. Dette er blitt sendt ut to ganger pr. uke til litt over 300 abonnenter.

### 2.3.4 Omtale i media

Utvalgets arbeid har vært omtalt i media, både i aviser, tidsskrifter, tv og radio. Det er i første rekke utvalgets leder som har stått for mediekontakten, men også andre utvalgsmedlemmer og sekretariatsleder har her vært aktive. Størstedelen av medieopplagene har kommet som resultat av at utvalget selv har kontaktet journalister.

Utvalgets medlemmer har skrevet til sammen seks kronikker. Fire av disse ble publisert i forkant av de åpne høringene i Stavanger, Tromsø, Trondheim og Oslo og fungerte dermed også som informasjon om disse høringene.

Utvalget har også gjennomført en befolkningsundersøkelse om kunnskaper og holdninger til drivhuseffekt og utslipp av klimagasser, samt om holdninger til tiltak og atferdsendring for å redusere klimagassutslippene. Resultatene ble presentert i media og på utvalgets hjemmeside.



### 2.3.5 Seminar om teknologisk endring

Utvalget arrangerte et seminar som fokuserte på forutsetninger for teknologisk endring. Seminaret hadde forvaltningen som målgruppe og samlet snaut 50 deltakere.

### 2.3.6 Utredninger på oppdrag av Lavutslippsutvalget

Utvalget har bestilt og fått levert flere utredninger som har vært viktig grunnlagsmateriale for utvalgets arbeid, se vedlegg 1. Institutt for energiteknikk (IFE) gjennomførte, i samarbeid med Transportøkonomisk institutt (TØI), en utredning av teknologiske tiltak for reduksjon av klimagassutslipp, samt analyser av scenarier for reduksjon av klimagassutslipp fram mot 2050 basert på MARKAL-modellen (et metodeverktøy for energisystemmodellering). Stiftelsen Idébanken har foretatt en utredning av tiltak for utslippsreduksjoner knyttet til atferdsmessige endringer. Ved Trans-

portøkonomisk institutt har utvalget fått utført en vurdering av kostnadseffektivitet for klimatiltak ved endret oljepris. Statistisk sentralbyrå (SSB) har utarbeidet referansescenariet og lavutslipps-scenariet for utvalget basert på modellberegninger foretatt ved hjelp av SSBs MSG 6-modell. Basert på kostnadstall fra utvalget har så SSB beregnet den samfunnsøkonomiske kostnaden av utvalgets samlede tiltakspakke eller helhetsløsning. Endelig har SSB vurdert import- og eksportrelaterede klimagassutslipp i Referanse- og Lavutslippsbanen. Utredningene er kort omtalt i vedlegg 1.

### 2.3.7 Kjøp av kvoter

For å dekke opp CO<sub>2</sub>-utslipp fra alle flyreiser utvalgsmedlemmene og sekretariatet har foretatt i forbindelse med utvalgsarbeidet, har utvalget kjøpt 41 kvoter i det norske kvotehandelsystemet, svarende til 41 tonn CO<sub>2</sub> til en samlet kostnad av kr. 7.236.

## Kapittel 3

# Den globale klimautfordringen og konsekvenser for Norge: Hvorfor bør Norge redusere sine klimagassutslipp med to tredjedeler innen 2050?

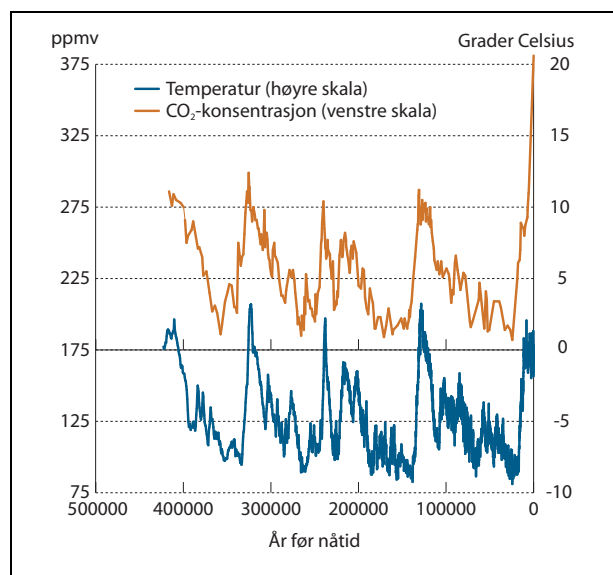
### 3.1 Hva er den menneskeskapte drivhuseffekten?

Jordens klima har alltid vært i endring gjennom de 4,6 milliarder år kloden har eksistert. Likevel er dagens klimaendringer dramatiske, fordi de er store, de er globale, de skjer hurtig og de er i stor grad menneskeskapte (IPCC, 2001).

I store trekk har jorden gjennom sin historie opplevd fire-fem såkalte istidsperioder, perioder der jorden har gått inn og ut av istider. I mellom disse istidsperiodene har det vært varmt, langt varmere enn i dag, og snø og is har så godt som vært fraværende fra klodens overflate. I dag er jorden i en istidsperiode som startet for rundt 2,5 mill. år siden, og har siden den gang vært igjennom flere titalls istider. Figur 3.1 viser temperaturvariasjonene gjennom de fire siste istidene over de siste 400 000 år i Antarktis (ved forskningsstasjonen Vostok). Den siste istiden sluttet for ca. 12 000 år siden, og den neste antas å komme om ca. 40 000 år. Det er i perioden etter siste istid at menneskene har utviklet sin sivilisasjon, med byer, skriftspråk osv. Den menneskelige sivilisasjon har med andre ord aldri opplevd de virkelig store klimaendringene som følger fra overgang fra en istid til en mellomistid, ei heller de store og hurtige variasjonene vi finner spor av under siste istid.

Konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren har gjennom hele denne perioden fulgt temperaturvariasjonene tett, se figur 3.1. I dag er situasjonen eksepsjonell i den forstand at konsentrasjonen av CO<sub>2</sub>, som nå er på ca. 380 ppmv, er høyere enn den har vært den siste million år. Man kan ikke med sikkerhet si det samme om temperaturen, men den stiger raskt.

Årsakene til disse klimaendringene er mange, men kan grovt deles inn i to typer: Endringer i ytre drivkrefter og indre tilbakekoplingsmekanismer. Med ytre drivkrefter forstår vi forhold som solens utstråling, jordens bane rundt solen, kontinentenes plassering på jordoverflaten og lignende. Altså



Figur 3.1 Variasjoner i CO<sub>2</sub>-konsentrasjon (venstre skala) og temperatur (høyre skala) på Sydpolen gjennom de fire siste istider.

Kilde: Petit et al. (1999), Barnola et al. (1999).

forhold som påvirker klimasystemet, men som selv ikke påvirkes av dette. De indre tilbakekoplingsmekanismene derimot er tettere koplet til klimasystemet.

Jordens refleksjonsevne er for eksempel med på å bestemme hvor mye av solenergien som absorberes ved overflaten og påvirker således klimaet. Samtidig er klimaet med på å bestemme hvor mye snø og is det er på jorden til enhver tid. Dette påvirker refleksjonsevnen og er et eksempel på en positiv tilbakekoplingsmekanisme; en mekanisme som forsterker signalet utenfra. Blir det varmere reduseres mengden snø og is, og mer varme absorberes. Dermed stiger temperaturen ytterligere.

Vegetasjon kan være et eksempel på en negativ tilbakekoplingsmekanisme. I et varmere klima vil, om det er nok nedbør, normalt vegetasjonen vokse fortere. Dette binder CO<sub>2</sub> fra atmosfæren, en viktig

### Boks 3.1 FNs klimapanel (IPCC) om klimaendringer

Allerede i 2001 konkluderte FNs klimapanel med følgende:

«Mesteparten av den observerte oppvarmingen over de siste 50 år er sannsynligvis forårsaket av økt konsentrasjon av drivhusgasser som følge av menneskelig aktivitet.

Økningen i midlere global overflate-temperatur i det 21. århundre har sannsynligvis vært raskere enn noen annen gang de siste 10 000 år.

Nesten alle landområder vil høyst sannsynlig oppleve sterkere oppvarming enn det globale gjennomsnittet, med flere svært varme dager og hetebølger og færre kalde dager og kuldebølger.

Økningen i havnivå i det 21. århundre vil fortsette i flere hundre år.

Det hydrologiske kretsløpet vil forsterkes. Økte midlere nedbørsmengder og mer intense nedbørsperioder er meget sannsynlig over mange områder.

Økt sommertørke og fare for lengre tørkeperioder er sannsynlig over det indre av kontinentene på midlere breddegrader.»

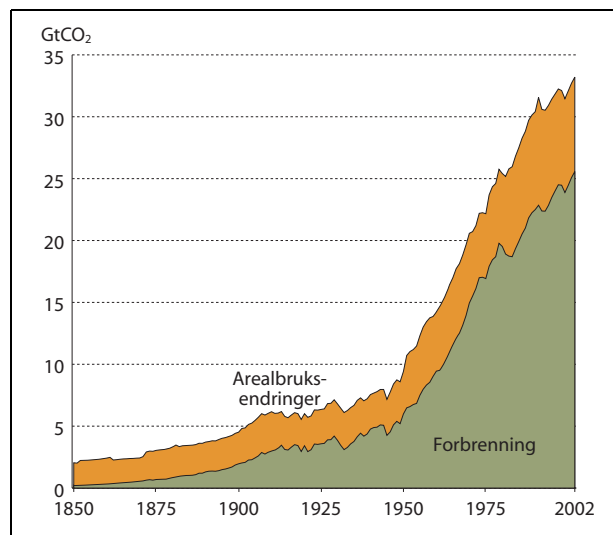
Fra IPCCs synteserapport til den tredje hovedrapporten (2001). Den fjerde hovedrapporten ventes ferdig i 2007.

drivhusgass, og bidrar dermed til å bremse oppvarmingen.

Det er mangfoldige slike tilbakekoplingsmekanismer som opererer på ulike tidsskalaer, og som gjør det krevende å forstå klimasystemet og forutsi framtidige klimaendringer.

På toppen av de naturlige klimavariasjonene har klimaet nå fått en ny drivkraft, nemlig menneskeskapte utslipp av drivhusgasser. Etter den industrielle revolusjon for om lag 200 år siden har man i stadig økende tempo tatt opp karbonholdig kull, olje og gass fra undergrunnen og gjennom forbrenning sluppet ut karbondioksid ( $\text{CO}_2$ ) til atmosfæren.  $\text{CO}_2$  er en drivhusgass som slipper igjennom kortbølget stråling fra solen, men hindrer langbølget varmestråling fra jorden i å unnsnippe. Dermed stiger temperaturen.

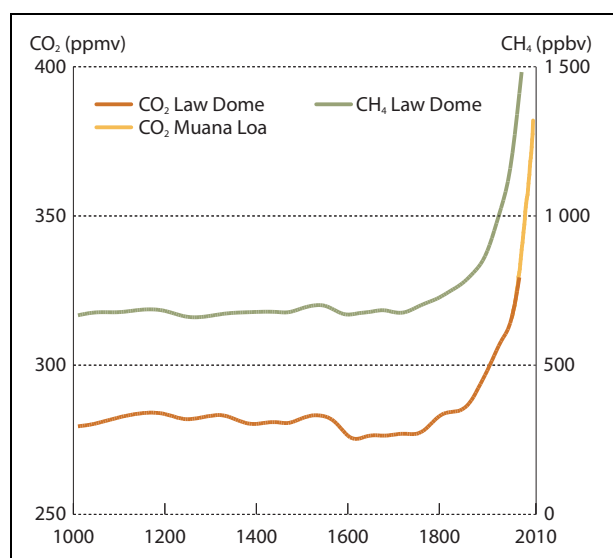
Den menneskeskapte drivhuseffekten skyldes altså stadig økende utslipp av klimagasser som  $\text{CO}_2$  samt nedbygging av økosystemenes evne til å ta opp  $\text{CO}_2$  (sistnevnte omtales som sluk for kar-



Figur 3.2 Årlige globale utslipp av  $\text{CO}_2$  fra forbrenning av fossile brenstoffer og arealbruksendringer 1850-2002.

Kilde: Marland et al. 2006.

bon) først og fremst gjennom avskogning. Den viktigste drivhusgassen i atmosfæren er likevel vanddamp ( $\text{H}_2\text{O}$ ), men dette er en komponent som i liten grad slippes ut direkte. Mengden av vanddamp i atmosfæren er hovedsakelig styrt av temperaturen og den fordampningen av vann denne medfører. Som tillegg kommer forekomst av gasser som karbondioksid ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ), lystgass ( $\text{N}_2\text{O}$ ) og en lang rekke andre gasser som mer



Figur 3.3 Konsentrasjon av  $\text{CO}_2$  og  $\text{CH}_4$  gjennom de siste 1000 år.

Kilde: Etheridge et al. 2002.

### Boks 3.2 Sharp rise in CO<sub>2</sub> levels recorded

By David Shukman, BBC science correspondent.

US climate scientists have recorded a significant rise in the concentration of carbon dioxide in the atmosphere, pushing it to a new record level. BBC News has learned the latest data shows CO<sub>2</sub> levels now stand at 381 parts per million (ppm) - 100ppm above the pre-industrial average. The research indicates that 2005 saw one of the largest increases on record - a rise of 2.6 ppm. The figures are seen as a benchmark for climate scientists around the globe.

The US National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) has been analysing samples of air taken from all over the world, including America's Rocky Mountains. The chief carbon dioxide analyst for NOAA says the latest data confirms a worrying trend that recent years have, on average, recorded double the rate of increase from just 30 years ago.

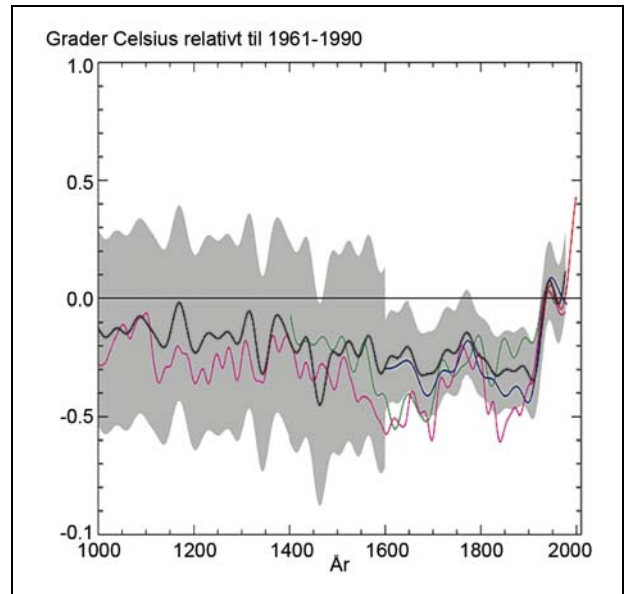
«We don't see any sign of a decrease; in fact, we're seeing the opposite, the rate of increase is accelerating,» Dr Pieter Tans told the BBC.

The precise level of carbon dioxide in the atmosphere is of global concern because climate scientists fear certain thresholds may be «tipping points» that trigger sudden changes. The UK government's chief scientific adviser, Professor Sir David King, said the new data highlighted the importance of taking urgent action to limit carbon emissions.

«Today we're over 380 ppm,» he said. «That's higher than we've been for over a million years, possibly 30 million years. Mankind is changing the climate.»

Source: <http://news.bbc.co.uk/go/pr/fr/-/2/hi/science/nature/4803460.stm>. Published: 2006/03/14 00:12:43 GMT. © BBC MMVI

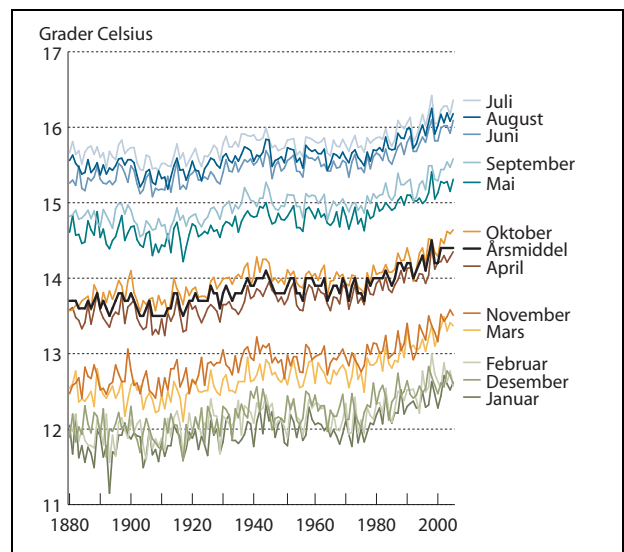
direkte styres av menneskeskapt utslipp. Den klart viktigste drivhusgassen blant disse er CO<sub>2</sub> som hovedsakelig kommer fra forbrenning av fossile brensler som kull, olje og gass. Økte utslipp av disse gassene siden den industrielle revolusjonen har ført til økt konsentrasjon av klimagasser i atmosfæren, se figur 3.3. På ca. 200 år har konsentrasjonen av CO<sub>2</sub> i atmosfæren steget med 30 prosent over det naturlige maksimumsnivået vi har hatt minst de siste 670 000 år. Dette har medvirket



Figur 3.4 Rekonstruksjon av temperaturvariasjoner på den nordlige halvkule de siste 1000 år samt temperaturmålinger de siste 130 år relativt til temperaturen 1960-1991.

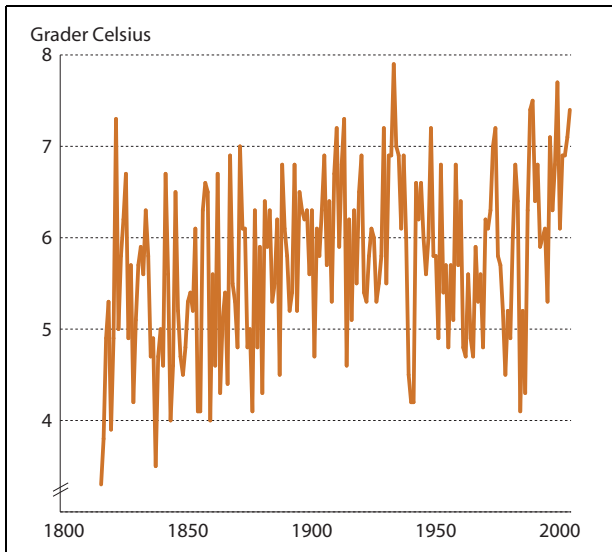
Kilde: IPCC (2001a).

til at den globale gjennomsnittstemperaturen har økt med ca. 0,6 grader siden den industrielle revolusjonen. Temperaturen er nå høyere enn den har vært på svært lenge (sett i historisk målestokk), og den vokser raskt, se figur 3.4, figur 3.5 og figur 3.6.



Figur 3.5 Målte globale månedsmiddeltemperaturer 1880-2005.

Kilde: [ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/anomalies/global\\_meanT\\_C.all](ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/anomalies/global_meanT_C.all)



Figur 3.6 Årlig gjennomsnittstemperatur målt på Blindern fra 1816 til 2005.

Kilde: [www.rimfrost.no/met.no](http://www.rimfrost.no/met.no)

Disse menneskeskapte klimaendringer blir ofte framhevet som en av de største miljø- og samfunnstruslene man står overfor i dag. FNs klimapanel (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) har i stadig klarere ordelag påpekt at det er overveiende sannsynlig at man i dag observerer menneskeskapte klimaendringer, og at om det ikke gjøres noe med klimagassutslippene, vil det kunne oppstå betydelige skader som følge av klimaendringer de kommende tiår. Dette bildet er om mulig enda klarere i nordområdene. Der har en observert og forventer fortsatt en utvikling med temperaturendringer som er omtrent det dobbelte av hva en observerer og forventer globalt (ACIA, 2004, 2005).

De fleste av klimagassene har svært lang levetid eller omløpstid i atmosfæren, slik at det spiller liten rolle hvor gassene slippes ut for effekten på klimaet<sup>1</sup>. Omvendt så blir det da slik at det i hovedsak heller ikke spiller noen rolle hvor utslippsreduksjoner finner sted om man vil motvirke den menneskeskapte drivhuseffekten. Fordelingen av utslippsreduksjoner mellom land og sektorer blir derfor til syvende og sist et økonomisk, etisk og politisk spørsmål.

<sup>1</sup> Et unntak her er utslipp av partikler som, med unntak av mørke sotpartikler, virker avkjølede. Partiklene har som regel en relativt kort levetid i atmosfæren (fra noen timer til noen uker) slik at effekten av disse blir mer lokal rundt utslippsstedet.

### 3.2 Hva er kjernen av klimaproblemet?

Klimaproblemet har så mange dimensjoner at det kan være vanskelig å peke presist på hva «kjernen» av klimaproblemet er. Faktisk er det flere forhold som hver for seg er alvorlige nok, men som sammen gjør at klimaproblemet med rette blir oppfattet som en svært alvorlig trussel:

- Under siste istid (som varte fra ca. 90 000 til 12 000 år før vår tid) opplevde jorden et svært ustabil klima med voldsomme svingninger over kort tid. Etter siste istid har imidlertid klimaet «roet seg ned». Det er i denne perioden med «pent vær» at menneskene har klart å etablere hva man i dag forstår med sivilisasjon: Stedfast jordbruk, byer, skriftspråk, osv. Det er en fare for at sterke pådriv på klimaet, for eksempel i form av raske og store utslipp av klimagasser, kan provosere klimaet til å bli mer ustabil, med de vanskeligheter dette vil medføre blant annet for bosetting og jordbruk.
- De industrialiserte landene har til nå stått for de største utslippene av klimagasser og klimaendringer i de kommende tiårene er derfor hovedsakelig forårsaket av de rike landene. Samtidig er det hevet over tvil at det er de fattige landene som rammes hardest av klimaendringer. Vår «vestlige livsstil» er derfor med på å begrense mulighetene for sosial og økonomisk utvikling i den fattige delen av verden. Sånn sett er klimaproblemet et viktig element i konflikten mellom «nord» og «sør».
- De ekstremt raske klimaendringene menneskelig aktivitet nå påtvinger naturen truer økosystemenes tilpasningsevne. Enten man liker det eller ikke er vår sivilisasjon avhengig av en lang rekke velfungerende økosystemer. Raske klimaendringer truer derfor på en grunnleggende måte grunnlaget for vår sivilisasjon.
- Mer ekstrem fordeling av nedbør som følge av økt oppvarming medfører økt fare for flom, ras og lignende på den ene siden, og økt fare for tørke og generell vannmangel på den andre siden. Begge deler skaper flyktninger som i sin tur kan skape sosial uro i tillegg til den nøden som genererer flyktninger i første omgang.
- Økt oppvarming øker sannsynligheten for ekstreme hetebølger. Dette dreper de svakeste i samfunnet, men medfører også produktivitetssvikt av stort omfang, slik man fikk oppleve det i Europa sommeren 2003.
- En viktig side ved klimaproblemet er at det ikke spiller noen stor rolle hvor utslippene finner sted. Det kreves derfor en global og koordinert innsats for å «løse» problemet. Dette gjør

### Boks 3.3 Seks fakta om klima

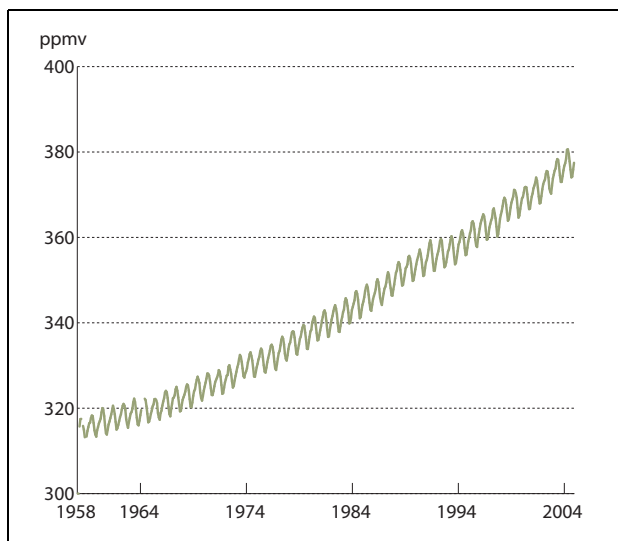
1. *Forskerne er enige om at en vesentlig del av de klimaendringene man nå observerer er menneskeskapte.* FNs klimapanel vurderer all vitenskapelig kunnskap om hva som påvirker klimaet. Panelet har konkludert at «mesteparten av oppvarmingen observert over de siste 50 årene kan tilskrives menneskelige aktiviteter.» Konklusjonen har fått tilslutning fra mange uavhengige forskningsorganisasjoner.
2. *Selv om menneskets utslipp av CO<sub>2</sub> bare er 5 prosent av de naturlige, kan det forårsake klimaproblemer.* De naturlige utlippene inngår i et kretsløp og blir tatt opp igjen i naturen. De menneskeskapte utlippene kommer på toppen av de naturlige, og naturen klarer ikke å absorbere alt. Rundt halvparten av våre utslipp blir igjen i atmosfæren. En god sammenligning er et budsjett i ubalanse. Hvis inntektene er 100 mill. og utgiftene like store er de i balanse. Hvis du øker utgiftene med bare 2 mill. høres det kanskje ikke så mye ut. Men hvis utgiftene er 2 mill. høyere enn inntektene over lengre tid får du et problem.
3. *Selv om det er vanskelig å si sikkert hvordan været blir i morgen er det likevel mulig å si noe om hvordan det blir om hundre år.* Det er stor forskjell på hva man kan si med sikkerhet om været på kort sikt og været over lengre perioder (som er det vi kaller klima). Du ville kanskje ikke veddet på at det blir varmere i morgen enn i dag. Men kanskje på at det blir varmere 15. juli enn 15. januar? Været varierer mye fra dag til dag, men det har regelmessige variasjoner over lengre tidsrom. Disse variasjonene bestemmes av strålingen inn til jorda. Vi vet at det økte innholdet av klimagasser i atmosfæren vil føre til at mer varmestråling
4. *Klimaendringer er ikke bare et problem for framtida.* Klimaendringene vil riktignok bli mer alvorlige lengre fram i tid, men de finner sted allerede. Den globale temperaturen har økt med 0,6 grader de siste 150 år. Endringene vil trolig skje raskere i framtida, og de vil være irreversible. Klimagassene vi slipper ut i dag vil forbli i atmosfæren i opp til flere hundre år, og klimaet vil fortsette å endre seg lenge etter vi har kuttet utlippene. Derfor er det for sent med tiltak når alvorlige klimaendringer har vist seg.
5. *At variasjoner i klima er naturlig betyr ikke at det er uproblematisk.* Klimaet har alltid endret seg. Vi vet også mye om hva som forårsaket endringene. Men at det har vært naturlige klimaendringer tidligere betyr ikke at menneskeskapte endringer er uproblematiske. Også fortidens klimaendringer hadde alvorlige konsekvenser. Det er trolig at Mayasivilisasjonen gikk under på grunn av klimaendringer (tørke). Videre er vi tilpasset det klimaet vi lever i. Endringer vil medføre smertefulle og kostbare tilpasninger.
6. *Varmere vær er både godt og dårlig nytt for Norge.* Klimaendringer kan føre med seg visse fordeler for Norge. Jordbruket kan bli mer produktivt, og vi vil få flere varme somre. Men mest trolig vil vi ikke få en jevn økning i temperatur eller nedbør. Vi vil kunne få sterkere stormer, og kraftigere nedbør som kan gi flom. Norge vil likevel være godt rustet til å møte moderate klimaendringer. Poenget er derfor at mens Norge isolert sett kan oppleve noen fordeler, vil størsteparten av verden oppleve langt mer negative konsekvenser. Det har økonomiske, politiske og moralske følger.

det svært utfordrende å få til bindende avtaler om utslippsreduksjoner.

### 3.3 Hva gjøres internasjonalt for å bekjempe klimaproblemet?

På 1980-tallet, etter knapt tretti år med kontinuerlige målinger av CO<sub>2</sub>-innholdet i atmosfæren, målinger som viste en ubrutt voksende trend, se figur 3.7, bredte det seg en uro i visse forskerkret-

ser knyttet til at hvis denne trenden ikke blir brutt, så vil man etter hvert uvegerlig oppleve menneskeskapte klimaendringer. Verdens meteorologiorganisasjon (WMO) og FNs miljøorganisasjon (UNEP) gikk derfor i 1988 sammen om å etablere FNs klimapanel (IPCC = Intergovernmental Panel on Climate Change). Dette panelet settes sammen av forskere nominert og oppnevnt av verdens regjeringer, og har som mandat å sammenfatte den vitenskapelige kunnskapen nedfelt i litteraturen om alle sider ved klimaproblemet; fra utslipp, via



Figur 3.7 Gjennomsnittlig månedlig CO<sub>2</sub>-konsentrasjon 1959-2004, målt på Mauna Loa, Hawaii.

Kilde: Keeling, C.D. and T.P. Whorf. 2005.

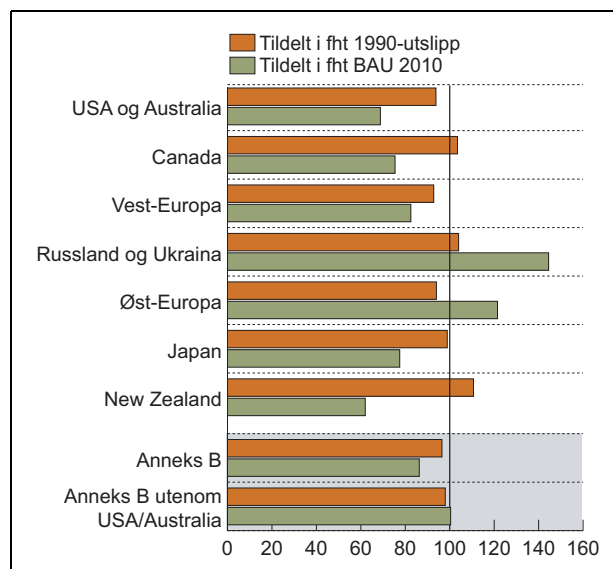
endringer i klimasystemet, og til effekter på mennesker, dyr og samfunn. Den første rapporten (First assessment report) kom i 1990 og ga viktig informasjon til toppmøtet i Rio de Janeiro om miljø og utvikling som fant sted i 1992. Under dette møtet ble nesten samtlige av verdens land enige om den såkalte klimakonvensjonen (United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC, 1992) som har som mål å bekjempe «skadelige klimaendringer». Det ble videre slått fast at det i første omgang er de industrialiserte landenes ansvar å få redusert sine utslipp. U-landene skal gis muligheter til økonomisk og sosial utvikling før de pålegges utslippsforpliktelser.

Dette ble senere konkretisert i den såkalte Kyoto-protokollen, der hvert av de industrialiserte landene fikk fastsatt et øvre tak på sine utslipp av klimagasser i perioden 2008-2012, se avsnitt 3.3.1. Taket ble satt som en andel av utslippene i et basisår, som regel 1990. Samlet skulle dette redusere utslippene fra de industrialiserte land med om lag 5 prosent fra 1990-nivå, se figur 3.8. USA og Australia trakk seg imidlertid fra avtalen, så pr. i dag gir ikke avtalen utslippsreduksjoner av betydning. Årsaken til at USA trakk seg var at de fant det urimelig at de skulle redusere sine utslipp mye uten at viktige konkurrenter i verdensmarkedet som Kina og India behøvde å redusere sine utslipp. Dette illustrerer at fordelingsproblemer knyttet til utslippsreduksjoner er et vanskelig tema.

### 3.3.1 Utdyping: Kyoto-protokollen

I FNs klimakonvensjon, som er godkjent av nær alle verdens land, er det nedfelt en forpliktelse om å bekjempe skadelige klimaendringer (artikkel 2). Etter at denne konvensjonen ble framforhandlet under toppmøtet i Rio de Janeiro i 1992, startet man allerede året etter med forhandlinger for å konkretisere denne forpliktelsen. Resultatet ble Kyoto-protokollen, som ble undertegnet i 1997 etterfulgt av videre forhandlinger om det mer detaljerte regelverket. I dag har alle industriland utenom USA og Australia ratifisert Kyoto-protokollen. Protokollen fastsetter handlingsregler og begrensninger på utslipp av i alt seks (grupper av) klimagasser fra de industrialiserte landene. Gassene er karbondioksid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), lystgass (N<sub>2</sub>O), perfluorkarbon (PFK), hydrofluorkarbon (HFK) og svovelheksafluorid (SF<sub>6</sub>).

Kyoto-protokollen regulerer industrilandenenes utslipp fra eget territorium i perioden 2008-2012, se tabell 3.1, men innfører også tre såkalte fleksible mekanismer som gjør at utslippsforpliktelsene kan oppfylles på andre måter enn ved å redusere egne utslipp. Et land med utslippsforpliktelse kan således investere i utslippsreducerende tiltak i et annet industrialisert land, og få godskrevet de utslippsreduksjoner som dermed oppnås. Denne type tiltak kalles «felles gjennomføring» (joint implementation - JI). Alternativt kan et land kjøpe kvoter av et



Figur 3.8 Illustrasjon av Kyoto-protokollen. Figuren viser tildelte utslippsrettigheter eller kvoter relativt til utslipp i 1990 og forventede utslipp i 2010 under såkalte business-as-usual (BAU) antakelser i enkelte grupper av land.

Kilde: Lavutslippsutvalget.

Tabell 3.1 Industrilandenes utslippsbegrensninger i Kyoto-protokollen.

Land	Nasjonal kvote i forhold til 1990-utslipp (i prosent)*
Bulgaria, Liechtenstein, Monaco, Romania, Sveits, EU-25 minus Kypros, Ungarn, Malta og Polen	92
USA	93
Canada, Ungarn, Japan, Polen	94
Kroatia	95
New Zealand, Russland, Ukraina	100
Norge	101
Australia	108
Island	110

\* Noen land med såkalte overgangsøkonomier, dvs. tidligere kommunistiske land, er gitt anledning til å velge et annet basisår enn 1990 på grunn av den spesielle situasjonen i disse landene rundt 1990. EU-15-landene ble gitt anledning til å omfordele EU-kvoten seg imellom.

Kilde: UNFCCC.

annet land med utslippsforpliktelser (kvotehandel). Endelig åpner den såkalte grønne utviklingsmekanismen (Clean Development Mechanism - CDM) for at et industrialisert land med utslippsforpliktelser under visse betingelser kan investere i utslippsreducerende tiltak i et u-land uten slik forpliktelse og få godskrevet utslippsreduksjonene.

I tillegg til fordelingen vist i tabell 3.1, har de «gamle» EU-landene, dvs. de landene som var medlemmer av EU før utvidelsen 1.5.2004 (EU-15), foretatt en intern byrdefordeling av det overordnede målet der særlig enkelte søreuropeiske land har fått nasjonale kvoter som ligger langt over 1990-utslippene. Tyskland har derimot fått redusert sin kvote til 79 prosent av 1990-utslippene.

Siden 1990 har utviklingen vært preget av fallende utslipp i land med overgangsøkonomier, lav utslippsvekst i Vest-Europa og høy utslippsvekst i USA. Situasjonen er derfor at de tidligere kommandøkonomiene, hovedsakelig Russland og Ukraina, har kvoter som mer enn dekker hva som ventes å bli deres utslipp i første forpliktelsesperiode (2008-2012), EU har samlet sett en kvote som er noe mindre enn forventede utslipp i denne perioden, mens USA fikk en kvote som ligger betydelig lavere enn forventede utslippene, se figur 3.8. Dette var en av årsakene til at USA sammen med Australia valgte å trekke seg fra Kyoto-protokollen.

### 3.4 Hva er dagens globale utslipp?

Det er ikke lett å finne helt ut sammenliknbare tall for klimagassutslipp fra alle verdens land (det er lettere om man bare ser på utslipp av CO<sub>2</sub>), men

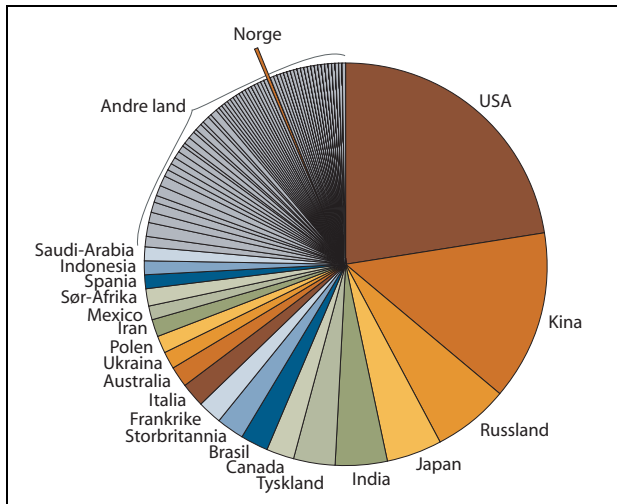
ved å bruke tall innrapportert til FN's klimapanel for noen ulike år rundt år 2000 (fra 1994 til 2003) finner man et samlet utslipp på nesten 30 milliarder tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr. år. Dette svarer til et gjennomsnittlig utslipp på 4,8 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr. person og år. Da er ikke den stadige binding av karbon i skog trukket fra. På den annen side er ikke samtlige utslipp av de langlivede fluorholdige industrielle gassene tatt med (de såkalte F-gassene PFK, HFK og SF<sub>6</sub>). Fordelingen av utslippene blant landene er illustrert i figur 3.9 der dessverre (eller snarere heldigvis!) ikke alle land er synlige. Vi ser at de fem største utslippslandene står for ca. 50 prosent av de samlede utslipp, med USA ansvarlig for nesten 25 prosent.

Figur 3.10 viser klimagassutslipp pr. innbygger i noen utvalgte industrialiserte land. Norges utslipp var i 2005 55 MtCO<sub>2</sub>-ekv. hvorav 44 mill. tonn er CO<sub>2</sub>. Fordelt på ca. 4,6 mill. innbyggere, gir det nesten 12 tCO<sub>2</sub>-ekv. pr. innbygger når alle klimagasser telles med, og nesten 10 tCO<sub>2</sub> om bare CO<sub>2</sub> regnes med.

Om vi ser på dagens klimagassutslipp pr. innbygger i enkelte større regioner blir bildet som i figur 3.11. Nord-Amerika, Midt-Østen, Japan og Europa ligger alle over det globale gjennomsnittet. Norge, med sitt utslipp på 12 tCO<sub>2</sub>-ekv. pr. innbygger og år ligger blant de land som har høyest utslipp pr. innbygger, bare «slått» av Oseania, Nord-Amerika og Russland.

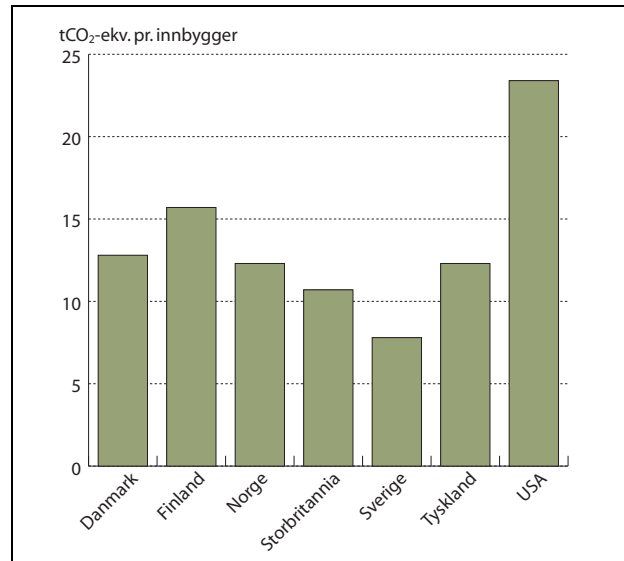
Enkelte u-land, med Brasil i spissen, er opptatt av de akkumulerte historiske utslipp som en indikator på hvem som «har skyld» for klimaendringene. Det er klart at om man bare ser på CO<sub>2</sub> fra fossil forbrenning, så har de industrialiserte lan-





Figur 3.9 Fordeling av «dagens» utslipp mellom land. Data er hentet fra perioden 1994-2003.

Kilde: Data er hovedsakelig fra år rundt 1999 og er hentet fra: <http://ghg.unfccc.int/tables/queries.html> (30.03.2006). Der data har manglet er det tatt CO<sub>2</sub> data fra CDIAC: [http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/em\\_cont.htm](http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/em_cont.htm) (mars 2006).

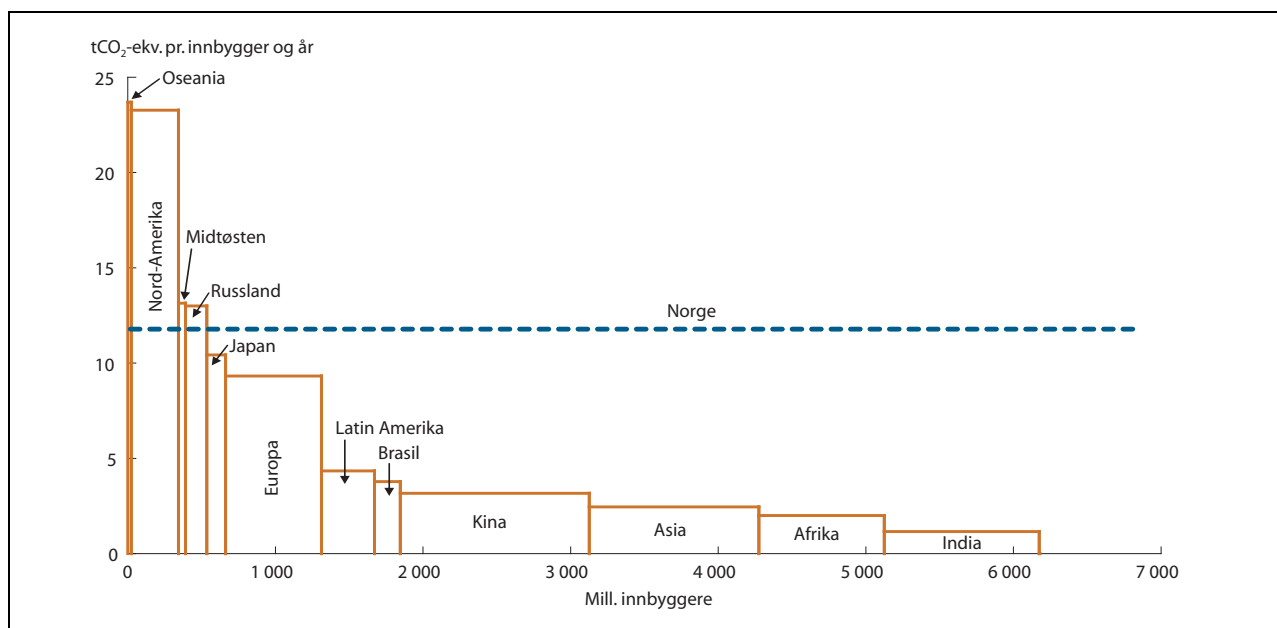


Figur 3.10 Årlige klimagassutslipp pr. innbygger i noen industrialiserte land i 2002.

Kilde: UNFCCC <http://ghg.unfccc.int> (mars 2006).

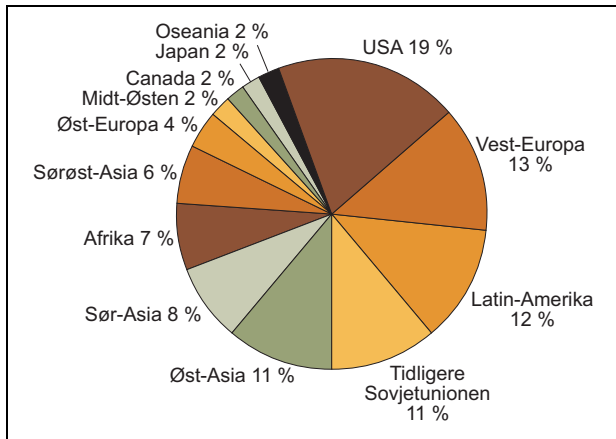
dene stått for det helt overveiende største andelen av disse utslippene gjennom historien. Om man tar med andre klimagasser og andre kilder til utslipp endres imidlertid bildet noe. Figur 3.12 bygger på regionale utslipp av klimagasser, inklusive utslipp som skyldes avskogning, over perioden 1890-2000 (Fuglestad og Romstad, 2006). Ved hjelp av en enkel klimamodell er så disse utslippene omsatt til

temperaturendringer. Figuren viser fordelingen av «skylden» for temperaturøkningen fordelt på enkelte store regioner. Ved denne måten å regne på framstår u-landene med en relativt større andel av historisk «skyld» enn om man ser på utslipp av CO<sub>2</sub> fra fossil forbrenning alene. Mens OECD-landene typisk er ansvarlig for 70 prosent av temperaturøkningen når bare utslipp fra fossile brensler



Figur 3.11 Årlige klimagassutslipp pr. innbygger i viktige regioner. De årlige utslippene er proporsjonal med boksenes flateinnhold.

Kilde: Data er hovedsakelig fra år rundt 1999 og er hentet fra: <http://ghg.unfccc.int/tables/queries.html> (30.3.2006).



Figur 3.12 Fordeling av «skyld» for temperaturøkning når utslipp av klimagasser fra perioden 1890-2000 legges til grunn.

Kilde: Fuglestad og Romstad (2006).

tas med, får u-landene et langt større ansvar når utslipp som følge av avskogning o.l. inkluderes.

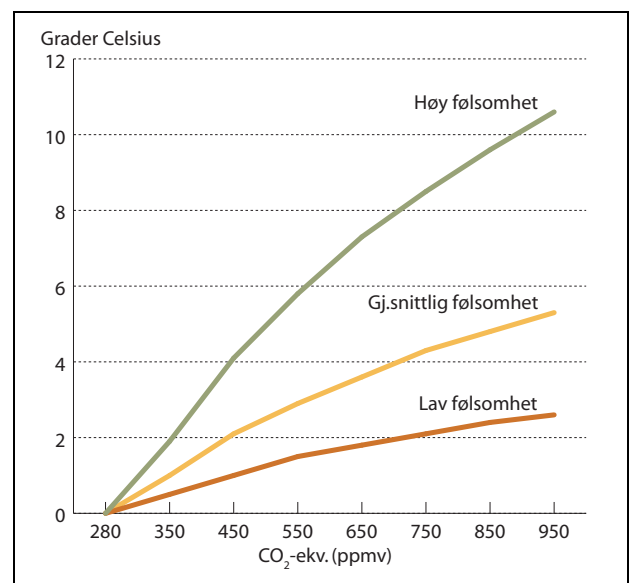
### 3.5 Hva bør en global utslippsmåling være?

FNs klimakonvensjon har som erklært målsetting å bekjempe «skadelige klimaendringer». Dessverre er det svært usikkert hvor store utslipp klimasystemet tåler uten at vi får «skadelige klimaendringer». Til dette kommer usikkerheten knyttet til hva det faktisk vil koste å begrense og redusere utslippene. Riktig utslippsnivå lar seg derfor vanskelig fastslå presist. Det er likevel mulig å tentativt tallfeste noen mulige utslippsmål. EU har i flere sammenhenger, mye basert på tyske studier (WBGU, 2003a), erklært som målsetting at den gjennomsnittlige globale middeltemperatur ikke bør stige med mer enn 2 °C utover før-industrielt nivå<sup>2</sup> (økningen til nå er på om lag 0,6 °C). Tyskland legger i tillegg til at temperaturøkningen ikke må skje for raskt, presisert til at temperaturøkningen ikke må overstige 0,2 °C pr. tiår. Det er imidlertid viktig å være klar over at grensen på 2 °C temperaturøkning på ingen måte garanterer mot skadelige klimaendringer. Snarere er det slik at det blir ansett å være et realistisk kompromiss

<sup>2</sup> «[...] overall global annual mean surface temperature increase should not exceed 2°C above pre-industrial levels in order to limit high risks, including irreversible impacts of climate change; RECOGNISES that 2°C would already imply significant impacts on ecosystems and water resources [...]». (2610th Council Meeting, Luxembourg, 14 October 2004, Council 2004, 25-26 March 2004)].

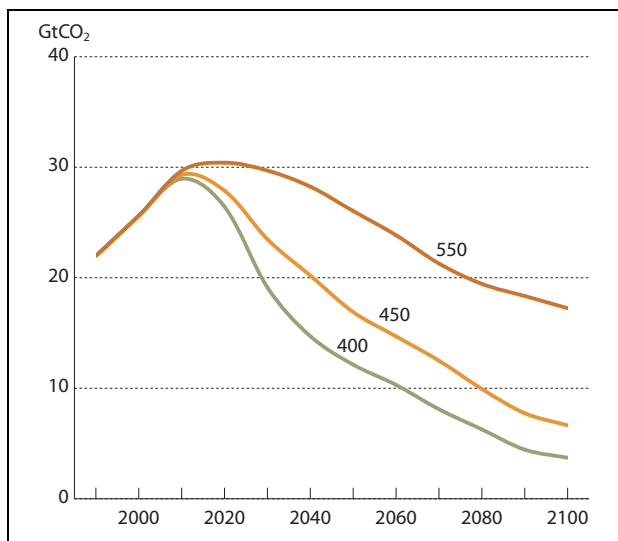
mellom klimaskader og kostnader ved utslippsreduksjoner.

På grunn av klimasystemets kompleksitet og de mange tilbakevirkningsmekanismene som finnes i systemet, er det ingen enkel og fullt ut kjent sammenheng mellom konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren på den ene side, og økningen i global middeltemperatur på den andre siden. De fleste modellstudier antyder likevel at man har relativt stor sannsynlighet for å holde målsettingen om maksimum 2 °C økning i global middeltemperatur om konsentrasjonen av klimagasser ikke overstiger ca. 400-450 ppmv CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, se figur 3.13. Tar man hensyn til den forventede utvikling i ikke-CO<sub>2</sub>-gassene, tilsvarer dette et tak på CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen alene i atmosfæren på ca. 350-400 ppmv (Eickhout et al., 2003, WBGU, 2003b, Azar, 2005). I dag er konsentrasjonen i overkant av 380 ppmv, opp fra et nivå på rundt 280 ppmv i før-industriell tid. Man er med andre ord allerede over det nivået man må stabilisere klimagasskonsentrasjonen på om man skal ha rimelig grad av sannsynlighet for å holde oss under 2 °C økning i global middeltemperatur framover. Skal man nå målsettinger om å stabilisere konsentrasjonen av klimagasser på rimelige nivå, må de globale utslippene rundt regnet halveres fram mot 2050, og med fortsatt store reduksjoner deretter, se figur 3.14.



Figur 3.13 Temperaturøkning (ved ny likevekt) som funksjon av klimagasskonsentrasjon ved ulike klimafølsomheter. Lav, gjennomsnittlig og høy følsomhet er henholdsvis 1,5, 3 og 6 grader C.

Kilde: Basert på formelen  $T = S \cdot \log(CO_2/280) / \log(2)$  der T er temperaturøkningen og S følsomheten uttrykt som likevektsøkning i temperatur ved en dobling av CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen fra før-industrielt nivå. (Meinshausen, 2004).



Figur 3.14 Krav til framtidige årlige utslipp av CO<sub>2</sub> dersom man ønsker å stabilisere CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen på henholdsvis 400, 450 og 550 ppmv.

Kilde: Meinshausen (2004).

Det er trist å fastslå at målet om å halvere de globale utslippene innen 2050 synes urealistisk, blant annet på grunn av nødvendig økonomisk og sosial utvikling i den fattige delen av verden.

Et mer realistisk mål er å søke å stabilisere klimagasskonsentrasjonen på om lag det dobbelte av hva konsentrasjonen var i før-industriell tid, det vil si på et nivå av størrelsesorden 550 ppmv. Da må CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen alene stabiliseres på om lag 450 ppmv. En typisk bane som leder til ca. 450 ppmv CO<sub>2</sub>-konsentrasjon, og dermed rundt 550 ppmv CO<sub>2</sub>-ekvivalent konsentrasjon i det lange løp, er belyst av Criqui et al. (2003). Her tillates de globale utslippene å øke med opp til 35 prosent fra 1990 til 2020, for så å reduseres til et nivå på 15 prosent under 1990-nivå i 2050, med ytterligere reduksjon til et nivå 30 prosent under 1990-nivå i 2100. Denne banen er også benyttet i en nyere studie fra European Environment Agency (EEA) om krav til klimapolitikken i EU (EEA, 2005). Dette tilsier at verdens pr. capita utslipp av CO<sub>2</sub> i dag må omtrent halveres til om lag 2,2 tonn CO<sub>2</sub> rundt 2050. Norske utslipp av CO<sub>2</sub> alene i dag (2004) tilsvarer rundt regnet 10 tonn CO<sub>2</sub> pr. capita. Disse må altså reduseres med om lag 70-80 prosent om utslippene skal bli likt fordelt pr. innbygger i 2050 og målsettingen om å stabilisere CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen på om lag 450 ppmv i det lange løp skal være innen rekkevidde.

*Selv en relativt svak målsetting om å stabilisere klimagasskonsentrasjonen i atmosfæren på ca. 550 ppmv, med ventet temperaturøkning på mellom 3 og*

*4 grader C, tilsier altså at Norge, sammen med andre industrialiserte land, bør redusere sine utslipp med om lag to tredjedeler innen midten av dette århundre.*

### 3.6 Hva kan de lokale effektene av klimaendringer bli?

Nesten uansett hva man i dag gjør med de globale utslippene vil jorden, på grunn av tregheter i klimasystemet – først og fremst knyttet til havet – oppleve fortsatt temperaturøkning og klimaendringer i tiårene framover. I store trekk vil oppvarmingen bli størst i områder og på tider som i dag er relativt kjølige. Det er også ventet at nedbørsøkningen vil bli mer ekstremt fordelt med mer nedbør i allerede fuktige områder og mindre i tørre områder. I Norge vil klimaendringene i noen grad fordele seg på samme måte (RegClim, 2006). Det er lite tvil om at denne utviklingen vil være til skade for de fleste mennesker i de fleste områdene på jorda, og at skadene vil øke betydelig med økende temperatur. Det er først fra midten av dette århundret og utover at man har muligheter for å endre denne utviklingen. Dette bildet er vel dokumentert i de siste rapportene fra FN's klimapanel (IPCC, 2001a, b, c).

En innfallsvinkel for å diskutere fornuftige utslippsmål for Norge er å se på hvilke muligheter Norge har for å delta i en verdensomspennende avtale som sikter mot å redusere klimaendringer i framtiden. Hvor mye utslippene bør reduseres er til syvende og sist et spørsmål om hvilke ulemper utslippsreduksjonene fører med seg sammenliknet med de ulempene en tilpasning til klimaendringer innebærer.

Det knytter seg imidlertid meget stor usikkerhet til hvilke ulemper, og eventuelle fordeler, klimaendringer vil medføre for Norge.

Temperaturøkninger gir forlenget vekstsesong for næringer som jord- og skogbruk. I utgangspunktet er dette en fordel for disse næringene, selv om mer nedbør kan føre til jorderosjon og følgelig merkostnader i jordbruket. Nye skadedyr vil ventelig få innpass, mens andre kan få redusert utbredelse. Det har imidlertid vært pekt på at økonomien i jordbruket i Norge først og fremst er et politisk spørsmål, og avhenger i liten grad av vekstforhold. For skogbruket, som er sterkt eksponert for internasjonal handel, er situasjonen en annen. Endringer på verdensmarkedet, for eksempel som en følge av virkninger av klimaendringer på skog i andre land, er viktigere enn hva som skjer med produktiviteten av norsk skog. Mest sannsynlig er det at tilbudet av trevirke kan øke i flere regioner

og føre til lavere priser på verdensmarkedet. Lavere priser gir en velferdsgevinst for forbrukerne, men skogeierne vil miste inntekter.

Mer nedbør kan gi merinntekter for norsk elektrisitetsforsyning. Det knytter seg imidlertid kostnader til å utnytte potensialet for å øke kraftproduksjonen. Anslag over endring i nedbør tyder på at den største økningen kommer på høsten, særlig i de store kraftfylkene på Vestlandet. Dette er den tiden på året magasinene allerede er fulle. Derfor vil det kreves større magasinkapasitet, og det er grunn til å tro at det vil bli dyrt å utvide denne. På den annen side må en anta at prisen på elektrisitet også vil øke, blant annet som følge av klimapolitikk i Europa. Mer skog og endringer i vindforhold kan også få virkninger på mulighetene til å produsere ny fornybar energi i form av biomasse og vindkraft.

Klimaendringer virker inn på havtemperatur og havstrømmer, og gjennom det på havbruk og fiske-rier. Det er imidlertid svært vanskelig å si hvordan, fordi man strengt tatt ikke vet hvordan forholdene i havet endrer seg med klimaet. Økt vanntemperatur gir generelt bedre vekstvilkår for fisk. Dersom temperaturen i Norskehavet øker vil blant annet torskebestanden kunne øke, men det er også sannsynlig at den vil flytte nordover og inn i Barentshavet. Nye arter kan komme inn i Norskehavet eller eksisterende arter, som makrell, vil flytte nordover. For oppdrettsnæringen antas det at laks og ørret vil vokse forttere dersom vanntemperaturen øker. Dette fører til at fisken kan slaktes tidligere enn nå, og således redusere kostnadene i næringen. På den annen side kan det bli oppblomstring av giftige alger og større risiko for parasitter og sykdommer.

Det er ikke bare de ressursbaserte næringene som blir påvirket av klimaendringer. Ekstreme vær-situasjoner med påfølgende flom, skred eller direkte ødeleggelse krever reparasjoner, som i og for seg er en fordel for bygge- og anleggsektoren, men som i en nasjonal sammenheng innebærer et formuestap. Høyere temperatur vil redusere oppvarmingsbehovet i boliger og næringsbygg, men øke behov for avkjøling.

Lengre sommersesong gjør at flere vil gå eller sykle i stedet for å bruke motorisert transport, men på landsbasis motvirkes dette av at det blir mer nedbør, som trekker motsatt vei. I enkelte byer kan endringene i transportmønsteret bli merkbare. For langdistansetransport utgjør oftere stengte veier en mulig konsekvens, men en vet foreløpig lite om hvordan dette vil slå ut.

Det er sannsynlig at klimaendringer også vil få virkninger for turistnæringen i Norge. Det synes som om vintersportssteder som må basere seg på

en betydelig kortere sesong er mest utsatt. Eventuelle virkninger for sommerturisme er mer usikre. Det er forholdsvis lite kunnskap om hvor avhengig sommerturisme er av vær og vind, selv om mye tyder på at nordmenns ønsker om å feriere i Norge er mer følsomt for klima – i betydning av siste par års vær – enn utlendingers.

Det gir god mening å uttrykke eventuelle næringsøkonomiske konsekvenser av klimaendringer, som de som er nevnt ovenfor, i form av samlede økonomiske konsekvenser for Norge. I mange sammenhenger gir imidlertid et aggregert tall for et helt land utilstrekkelig informasjon om virkningene av klimaendringer. Et eksempel er virkninger av ekstreme hendelser som orkan, flom eller skred. Disse rammer normalt bare en liten del av befolkningen. Det er derfor grunn til å tro at et anslag over kostnad, beregnet som reduksjon i økonomisk aktivitet («endring i BNP»), vil bli relativt små. I noen tilfeller kan effekten på BNP til og med bli positiv fordi gjenoppbygging gjerne medfører økt økonomisk aktivitet gjennom mobilisering av ellers uutnyttede ressurser. Til sammenlikning vil en liten endring i tilpasningen hos alle i befolkningen, som for eksempel mindre fyringsutgifter, kunne få merkbare økonomiske konsekvenser.

Videre betyr ikke nødvendigvis en liten reduksjon i næringsinntektene at de sosiale kostnadene blir små. Det vil blant annet avhenge av hvor lett det er å gjennomføre de nødvendige omstillingene blant dem som blir rammet. Igjen er det snakk om lokale forhold som gjør konsekvensene større enn det som går fram av et aggregert tall for hele landet. Man skal derfor tolke anslag over virkningene av klimaendringer for et helt land med forsiktighet. Dette bidrar til å vanskeliggjøre en avveining mellom kostnadene ved utslippsreduksjoner og ulemperne ved tilpasning.

Utfordringen består i å finne uttrykk for de samlede nasjonale konsekvenser som i rimelig grad kan sammenliknes med konsekvensene av å redusere utslipp. Det kan pekes på to faktorer som bør inkluderes i nasjonale anslag over ulemper og kostnader ved å tilpasse seg klimaendringer.

Den ene er lokale omstillingskostnader. Dersom inntektsgrunnlaget forsvinner, for eksempel på grunn av at fiskebestanden flytter seg, vil de samlede konsekvensene avhenge av om de fiskerne som blir berørt bor i et lite lokalsamfunn eller i en større by. I lokalsamfunnet er det vanligvis få eller ingen alternative sysselsettingsmuligheter. Det kan føre til fraflytning, noe som igjen rammer andre næringer i lokalsamfunnet. I et større bysamfunn vil den rammede fiskeren lettere kunne

finne alternativt arbeid. Det gjør at andre næringer blir berørt i mindre grad og samfunnet blir derfor mer robust for slike endringer.

Den andre faktoren er kostnader som skyldes formuestap knyttet til klimaendringer. Klimaendringer kan føre til at verdien av bygninger og anlegg endres. I eksempelet ovenfor vil fiskeren som bor i et lokalsamfunn sannsynligvis bli påført et formuestap fordi det blir vanskeligere å omsette boligen, og således skaffe seg penger til å kjøpe ny bolig på et nytt sted. Tapet er derfor reelt. Verdien av boligen til fiskeren i bysamfunnet vil ikke påvirkes, i alle fall ikke i samme grad. Verdi av bygninger og anlegg kan også bli direkte berørt av klimaendringer dersom sannsynligheten for ødeleggelse ved ekstreme hendelser, som flom eller skred, øker som følge av klimaendring.

Oppsummeringsvis kan man slå fast at Norge som nasjon er relativt robust for klimaendringer så lenge ikke Atlanterhavsstrømmen svekkes for mye<sup>3</sup>. Enkelte lokalsamfunn vil imidlertid kunne bli hardere rammet. På nasjonalt nivå og i det korte løp vil likevel de største ulempene ved klimaendringene trolig komme gjennom sosial uro i det internasjonale samfunnet.

### 3.7 Er det fornuftig av Norge å redusere sine utslipp med to tredjedeler?

Norge står i dag for omtrent 2 promille av verdens klimagassutslipp. Det kan derfor stilles spørsmål ved om Norge bør ha som målsetning å begrense egne utslipp vesentlig. Dette er en problemstilling Norge langt fra er alene om å stå overfor. Langt de fleste av verdens vel 200 nasjoner er i mer eller mindre grad i samme situasjon; deres egne klimagassutslipp teller lite i et globalt perspektiv, se figur 3.9. Nettopp dette er et kjennetegn og en spesiell utfordring i klimasammenheng. Hvordan skal man få til avtaler som hindrer at enkeltland blir gratispassasjerer på andre lands forsøk på ansvarlighet i klimaproblematikken?

Ett er i hvert fall sikkert: Skal man ha noen som helst mulighet til å få enighet om en global avtale om reduksjoner i klimagassutslipp, må særlig et velstående land som Norge være villig til å

delta. Klimakonvensjonen har nettopp nedfelt at de rike og industrialiserte landene må gå foran i bestrebelsene på å redusere utslippene, delvis fordi de har stått for størstedelen av de historiske menneskeskapte utslippene (jf. figur 3.11), og delvis fordi de har ressurser til å bære kostnadene ved å gå først.

Er så en to tredjedeler reduksjon av klimagassutslippene over noen tiår et riktig nivå på et utslippsmål for Norge? Svaret på dette henger sammen med hvordan man synes at byrdene ved utslippsreduksjoner skal fordeles mellom verdens land og folk. Det finnes etter hvert en meget stor litteratur som går igjennom ulike rettferdighetsprinsipper basert blant annet på velstandsnivå (evne til å betale), historiske utslipp (gjøre opp for tidligere synder), befolkningsnivå (behov for å kunne slippe ut), mm., samt varianter der de ulike elementene veies sammen (se f.eks. Ringius et al., 2002). Det foregår også en diskusjon om hvordan og hvor fort slike utslippsmålsettinger bør innføres.

Det har likevel etter hvert blitt mange som forfekter det syn at på lang sikt bør mulighetene til å slippe ut klimagasser fordeles mellom jordens folk med en *lik mengde pr. innbygger og år*. Dette er en enkel fordelingsregel som også har en intuitiv rettferdighetstolkning (selv om noen vil hevde at folk i svært varme eller svært kalde strøk bør få tildelt større kvoter enn folk i mer tempererte områder). Fordelingen av utslipp pr. innbygger i dag svært ujevnt fordelt, se figur 3.11. Man må derfor akseptere en overgangperiode der utslippsnivåene pr. innbygger konvergerer før man når den endelige fordelingsnøkkelen. Denne ideen om «kontraksjon og konvergens» («contraction and convergence») har lenge blitt forfektet av Meyer (2000) ved Global Commons Institute, se boks 3.4. Denne måten å begrense utslippene på innebærer at Norge bør redusere sine utslipp med om lag to tredjedeler i løpet av en femti års periode. Sett i lys av dette, kan det synes fornuftig å utrede hvordan Norge kan nå et slikt ambisiøst utslippsmål.

Til dette kommer det faktum at enkelte andre industrialiserte land som Storbritannia, Sverige og Frankrike og enkelte stater på østkysten av USA og California har allerede vedtatt eller utredet målsettinger som er av samme karakter, se boks 3.5.

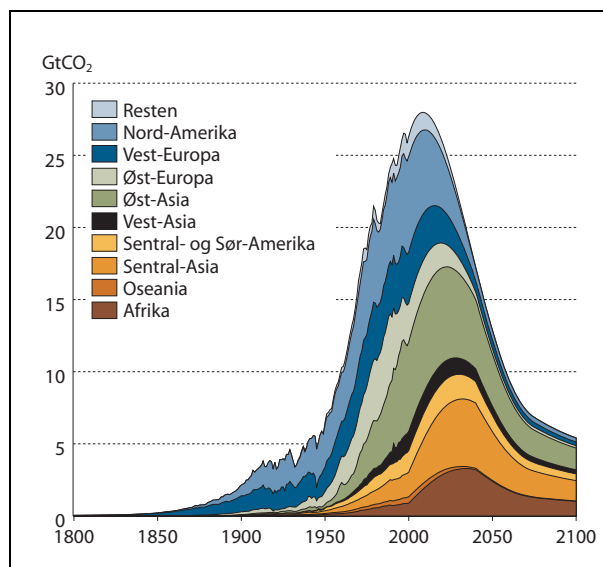
*Utvalget mener Norge bør tilhøre den gruppen av land som søker å ta ansvar for sin andel av klimagassutslippene.*

<sup>3</sup> Det er spekulasjoner om at raske klimaendringer kan bidra til å stoppe «Golfstrømmen». Dette anses som lite sannsynlig, men en global oppvarming kan likevel bidra til å svekke den varme havstrømmen mot våre områder. Om Golfstrømmen skulle stanse, vil Norge kunne bli ubeboelig på sikt.

### Boks 3.4 Kontraksjon & konvergens

Ideen om «kontraksjon og konvergens» («contraction & convergence») gir en tilnærming til spørsmålene om hvor mye det er nødvendig å redusere klimagassutslippene, og hvordan dette kan oppnås. Grunnleggende foreslås det at hver innbygger etter en overgangsperiode skal ha lik rett til å slippe ut klimagasser, slik at forskjellene mellom utslipp pr. innbygger i ulike land utjevnes. Det vil selvsagt være svært vanskelig å foreta drastiske kutt i klimagassutslippene over et kort tidsrom for både å nærme seg det som totalt er nødvendig av utslippsreduksjoner, og nå en lik fordeling av utslippene mellom alle jordens innbyggere. Man må derfor akseptere en overgangsperiode der utslippsnivåene pr. innbygger konvergerer før man når den endelige fordelingsnøkkelen og begrenser totalutslippet til et nivå hvor skadelige klimaendringer unngås.

Figur 3.15 illustrerer hvordan utslippene i ulike regioner vil utvikle seg om man over en femti års periode skal nærme seg en bane som stabiliserer CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen på rundt 450 ppmv og man samtidig skal nå fram til like utslipp pr. innbygger.



Figur 3.15 Årlige utslipp fra ulike regioner historisk og i en bane som vil kunne stabilere CO<sub>2</sub>-utslippene på 450 ppm og forutsatt like utslipp pr. verdensborger.

Kilde: <http://www.gci.org.uk/>

### 3.8 Bør Norge redusere sine utslipp mye selv om andre land gjør lite?

I mandatet til utvalget er vi bedt om å utrede mulighetene for at Norge kan redusere sine klimagassutslipp med 50-80 prosent over en tidshorison på 40-50 år. Dette tilsier at målet for Norges utslippsreduksjon er gitt uansett om den globale utviklingen for eksempel går i retning av at svært få andre land gjør noe med sine utslipp. En målsetting som har denne karakteren tilsier at Norges rolle ikke lenger utelukkende er å bidra til en kostnadseffektiv klimapolitikk på global basis, men også å være en pådriver internasjonalt for en pro-aktiv klimapolitikk. Dette vil gjøre det mulig for Norge å opptre som *rollemodell* på den internasjonale arena. Det kan tenkes at om Norge for eksempel velger å utvikle og selv bære kostnadene ved å implementere og bruke teknologier for CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring i et stort omfang, så kan dette danne grunnlag for at enkelte andre land vil gjøre det samme når det gjennom norske erfaringer er framskaffet mer sikker informasjon om effekter, kostnader osv. av å implementere slik

teknologi. Også andre pilotteknologier kan tenkes utprøvd i Norge som brenselceller i båter, klimavennlig produksjon av aluminium, silisium og sement, o.l.

Hvis Norge kan utvikle slike teknologier, vil dette kunne ha betydningen for hvordan andre land vil utvikle sine regelverk for klimagassutslipp. Den samme effekten kan også oppnås ved at Norge spiller en aktiv og konstruktiv rolle i de internasjonale klimaforhandlingene.

Et ytterligere argument for sterke nasjonale klimamål bygger på en tro om at verden vil måtte redusere sine utslipp av klimagasser før eller siden, og at det i den forbindelse vil bli et marked for klimavennlige teknologier. Det kan derfor ligge næringsmessige interesser i å gå tidlig inn for utvikling av slike løsninger. Investering i klimavennlig teknologi i næringer som har store utslipp kan også bidra til at denne type næringer kan opprettholdes i Norge også under et regime der utslippene må reduseres betraktelig.

Endelig kan det framheves at Norge, uansett klimafremtid, vil trenge og ha nytte av høy teknologisk kompetanse. Slik kompetanse kan like godt bygges

### Boks 3.5 Langsiktige klimamål i noen andre land

*Storbritannia:* Man har vedtatt et langsiktig klimamål om å redusere Storbritannias utslipp av klimagasser med 60 prosent innen 2050. I meldingen til parlamentet «Our Energy Future – creating a low carbon economy» fra februar 2003 fastsettes dette, og samtidig diskuteres det hvordan målet kan nås. De vektlegger en sterk satsing på fornybar energi sammen med reduksjoner i energiforbruket. Et viktig virkemiddel for å oppnå målet vil være bruk av et kvotehandelsystem. Videre framheves det at det også skal satses på forskning for å frambringe nye teknologier eller forbedre eksisterende teknologier.

*Frankrike:* Frankrike har fastsatt et mål om å redusere sine klimagassutslipp med 75 – 80 prosent innen 2050 under forutsetning av at andre land også gjør det samme. Frankrikes klimahandlingsplan fra 2004 setter opp en rekke tiltak for å nå landets kortsiktige Kyoto-forpliktelser, og tiltak som er viktige for å nå det langsiktige målet. Dette er tiltak knyttet til mange sektorer som transportsektoren, bygningssektoren, industri, primærnæringer og energisektoren. Den framhever fem satsingsområder for tiltak; bruk biodrivstoff, skatterabatt for de som har miljøvennlige boliger, merking av energivarer, finansielle incentiver basert på klimagassutslipp og arbeid med bærekraftig bruk av luftkjøling (air-conditioning).

*Sverige:* I en svensk offentlig utredning fra 2000 gis et forslag til en svensk strategi for reduksjon av utslipp av klimagasser. Her foreslås et langsiktig klimamål hvor Sverige skal redusere sine klimagassutslipp med 50 prosent fra 1990-nivå innen 2050. En rekke tiltak for å redusere utslippene fram mot 2010 er foreslått. Tiltakslisten spenner fra internasjonalt engasjement til kommunal energiplanlegging, fra vindkraftsprogram til større bruk av biobrensel og fra energieffektive vinduer til økte opptak i karbonsluk. I 2004 kom så den svenske regjeringen med en

redegjørelse for hva som er dens mål på miljøområdet. Her fastslås det at Sverige skal jobbe internasjonalt for at det globale utslippet av klimagasser stabiliseres på et nivå som er under 550ppm i atmosfæren. Innen 2050 er målet å redusere utslippene av klimagasser i Sverige til et nivå under 4,5 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter pr. innbygger og år. Dette svarer til en reduksjon på litt i overkant av 40 prosent.

*California:* Guvernør Arnold Schwarzenegger sa i 2005 at California skal ha som mål å stabilisere utslippet av klimagasser på 2000-nivå innen 2010, redusere utslippene til 1990-nivå innen 2020 og redusere utslippet med 80 prosent under 1990-nivået innen 2050. En kommisjon avga innstilling på hvordan dette kan gjøres i mars 2006.

*Delstater i New England i USA og de østlige provinsene i Canada:* Politiske ledere i delstater i New England i USA og de østlige provinsene av Canada vedtok i 2001 en klimahandlingsplan. Her fastsetter de et mål om å stabilisere utslippet av klimagasser til 1990-nivå innen 2010, om å redusere utslippet av klimagasser med 10 prosent fra 1990-nivå innen 2020 og et langsiktig mål om å redusere utslippene med 75 til 85 prosent fra dagens nivå. Planen skisserer 9 tiltaksområder som spenner fra etablering av en database over utslipp til tiltak innenfor energiproduksjonssektoren.

*New Mexico, USA:* Guvernør Bill Richardson i New Mexico ga i 2005 en erklæring hvor han ber om at det nedsettes en rådgivningsgruppe for hvordan New Mexico kan nå ulike klimamål. Klimamålene som gruppen skal vurdere er stabilisering av New Mexicos utslipp av klimagasser på nivået i 2000 innen 2012 og 10 prosent og 75 prosent under dette nivået i henholdsvis 2020 og 2050. Videre skal det etableres en database for klimagassutslipp, og det skal utarbeides en rapport over arbeidet med å redusere utslippet hvert år.

opp ved storstilt satsing på utvikling av klimavennlige teknologier som ved annen type satsing.

#### 3.8.1 Utdyping: Virkemiddelbruk i norsk klimapolitikk

Norge var tidlig ute med å sette et mål for å redusere utslippet av klimagasser. I 1989 bestemte Stor-

tinget å sette et mål om å stabilisere Norges CO<sub>2</sub>-utslipp på 1989-nivå innen år 2000. Denne målsettingen ble fulgt opp med innføringen av CO<sub>2</sub>-avgiften i 1991. Denne omfatter per i dag ca. 70 prosent av CO<sub>2</sub>-utslippene, og ca. 50 prosent av de samlede utslippene av klimagasser. Utover på 1990-tallet ble det imidlertid klart at det kunne bli vanskelig å nå

målet om å stabilisere det innenlandske utslippet på 1989-nivå innen år 2000. Internasjonalt var Norge derfor blant de land som tok initiativ til å opprette fleksible mekanismer (kvotehandling, den grønne utviklingsmekanismen og felles gjennomføring) for å få en mer kostnadseffektiv reduksjon av utslippene. Under Kyoto-prosessen var Norge del av Paraplygruppen som sto sterkt på for å få inkludert de fleksible mekanismene i Kyoto-protokollen. Under Kyoto-protokollen påtok Norge seg en forpliktelse om å ikke øke sitt årlige utslipp med mer enn 1 prosent i forhold til 1990 nivå i Kyoto-

protokollens måleperiode (2008-2012). Målet kan imidlertid nås ved bruk av fleksible mekanismer.

I april 1998 la Bondevik I-regjeringen fram en stortingsmelding (St.meld. nr. 29, 1997-1998) om Norges oppfølging av Kyoto-protokollen og en stortingsproposisjon (St. prp. nr. 54, 1997-1998) om Grønne skatter. I disse to dokumentene ble det foreslått nye virkemidler som et første skritt for å oppfylle Kyoto-forpliktelsen. Regjeringen foreslo bl.a. å innføre en avgift på 100 kroner pr. tonn CO<sub>2</sub> for virksomheter som ikke betalte avgift, eller som hadde lavere avgift enn dette. Stortingsflertallet

Kilde	Utslipp MtCO <sub>2</sub> -ekv.	Kilde	Kvotesystem	Overenskomst
Petroleums- virksomhet	15	CO <sub>2</sub> -avgift for petroleums- virksomheten er 297kr/tCO <sub>2</sub> for olje og 338kr/tCO <sub>2</sub> for gass.	Gassprosesserings- og terminaler er underlagt det tidlige kvotesystemet	
Prosess- industri	15	CO <sub>2</sub> -avgift for treforedlingsindustri, sildemel- og fiskemelinindustri er 86-101 kr/tCO <sub>2</sub> . Miljø-avgift på klimagassene HFK og PFK lik 190,55 kr/tCO <sub>2</sub> -ekv.	Treforedlingsindustri, fiskemel- og sildemelindustri med energianlegg over 20MW er omfattet av det tidlige kvotesystemet for denne delen av utslippet. Petrokjemisk industri, raffinerier, stålproduksjon og mineralsk produksjon er underlagt det tidlige kvotesystemet.	For den delen av prosessindustrien som ikke er omfattet av CO <sub>2</sub> -avgiften er det inngått en overenskomst med MD om å redusere utslippet. MD har også inngått en avtale med elektrobransjen om reduserte utslipp av SF <sub>6</sub> .
Transport - land	11	CO <sub>2</sub> -avgift på bensin er 341 kr/tCO <sub>2</sub> , på mineralolje (autodiesel) 199 kr/tCO <sub>2</sub> .		
Transport - luft	1	CO <sub>2</sub> -avgift på mineralolje er 199kr/tCO <sub>2</sub>		
Transport - sjø	4	CO <sub>2</sub> -avgift på mineralolje er 169-199kr/tCO <sub>2</sub>		
Oppvarming	5	CO <sub>2</sub> -avgift på mineralolje er 199kr/tCO <sub>2</sub>	Fjernvarmeanlegg er omfattet av det tidlige kvotesystemet.	
Avfall	1,5	CO <sub>2</sub> -avgift på avfall til forbrenning er 41,28 kr/tonn		
Jordbruk	4,5			

Figur 3.16 Virkemiddelbruk i norsk klimapolitikk.

Kilde: Lavutslippsutvalget.



ønsket imidlertid at et nasjonalt kvotesystem skulle utredes og det ble nedsatt et kvoteutvalg som konkluderte med at nesten 90 prosent av klimagassutslippene i 1997 kunne inkluderes i et norsk kvotesystem (NOU 2000:1). Året etter kom en stortingsmelding (St. meld. 54, 2000-2001; Klimameldingen) som fulgte opp dette arbeidet. Den daværende regjeringen (Stoltenberg I) sluttet seg til prinsippene om et bredest mulig kvotesystem, men fant likevel ut at enkelte utslippskilder, som for eksempel avfallsdeponier, var vanskelig å inkludere fra starten av. Det foreslåtte omfanget av kvotesystemet ble derfor noe redusert.

Året etter kom Bondevik II-regjeringen med en tilleggsmelding (St.meld. nr. 15, 2001-2002) til Klimameldingen, der det ble foreslått at bedrifter som betaler CO<sub>2</sub>-avgift på hoveddelen av sine utslipp unntas fra kvotehandelssystemet. Dette ble vedtatt, og omfanget av (det tidlige) kvotesystemet (2005-07) ble dermed redusert til ca. 27 prosent av norske utslipp.

Siden den gang har EU innført et eget regionalt kvotehandelssystem der kun utslipp av CO<sub>2</sub> (altså ingen andre klimagasser) fra større forbrenningsanlegg, raffinerier, treforedlingsindustri og prosessutslipp fra jern-, stål- og sementproduksjon inngår (Direktiv 2003/87/EC). Regjeringen foreslo i 2004 at det norske kvotehandelssystemet i store trekk skulle følge EUs system. Det norske kvotehandelssystemet dekker nå rundt 10 prosent av de norske utslippene.

I dag reguleres dermed de norske utslippene av klimagasser på en rekke ulike måter. En del sektorer er pålagt CO<sub>2</sub>-avgift med variable satser avhengig av type brensel og sektor utslippene finner sted i. Videre har Norge fra 2005 innført et nasjonalt kvotehandelssystem etter modell av EUs system. Det finnes også frivillige overenskomster med deler av industrien om å redusere

klimagassutslippene. Elektrobransjen inngikk 2002 en frivillig avtale med Miljøverndepartementet om å redusere utslippet av SF<sub>6</sub> med 13 prosent innen 2005 og 30 prosent innen 2010 relativt til utslippet i 2000. Miljøverndepartementet inngikk videre i 2004 en avtale med Prosessindustrien om å redusere klimagassutslippene med 20 prosent fra 1990-nivå innen 2007. Avtalen gjelder for den delen av industrien som ikke er omfattet av CO<sub>2</sub>-avgiften. Figur 3.16 gir en oversikt over hvordan de ulike utslippene er regulert for de ulike utslippskildene.

### 3.9 Sammenfatning

---

Vi har ovenfor beskrevet den trolige virkningen av klimaendringer i Norge og presentert noen argumenter for at Norge bør arbeide for å redusere sine klimagassutslipp med i størrelsesorden to tredjedeler innen midten av dette århundret. En slik avgjørelse i dag betyr imidlertid ikke at man er «bundet til masten» de neste 45 år. Som alltid vil en fornuftig strategi være å stake ut en kurs, etablere noen langsiktige intensjoner og mål og legge til rette for at disse kan oppnås. Mye vil imidlertid skje både i Norge og i vår omverden som gjør at det vil være fornuftig å foreta en ny vurdering av målsettingen om 10-15 år. Foruten at vi da har et nytt grunnlag for å vurdere om målsettingen om sterke reduksjoner i klimagassutslippene fortsatt er fornuftig, vil vi helt sikkert også ha ny kunnskap som tilsier at planene om *hvordan* utslippene bør reduseres bør bli revurdert.

*Utvalget mener at Norge bør etablere en formell målsetting om å redusere klimagassutslippene fra norsk territorium med to tredjedeler innen 2050 sett i forhold til Norges Kyoto-forpliktelse, og revurdere denne målsettingen på nytt i 2020.*

## Kapittel 4

# Den nasjonale klimautfordringen: Hvor store er Norges klimagassutslipp?

Som diskutert i kapittel 2 er utvalgets oppgave å angi hvordan Norge kan bli et «lavutslippssamfunn», definert ved at utslippene av klimagasser skal reduseres med mellom 50 og 80 prosent innen 2050 fra «dagens nivå». Utvalget har presisert «dagens nivå» til det utslippstaket Kyoto-protokollen setter på norske utslipp i perioden 2008-2012, dvs. 50,3 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år, tilsvarende 1 prosent over utslippsnivået i 1990. På samme vis er «klimagasser» definert som kurven av gasser dekket av Kyoto-protokollen (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, PFK, HFK og SF<sub>6</sub>) og der deres klimavirkning finnes ved å veie dem sammen som i Kyoto-protokollen.

Et første trinn i å løse oppgaven med å angi hvordan norske klimagassutslipp kan reduseres, er å forstå bedre *hvor* utslippene av klimagasser kommer fra, samt å ha en formening om hva fremtiden vil bringe av økte utslipp. Dette vil bli beskrevet i dette og neste kapittel, først gjennom å beskrive historiske utslipp i Norge i dette kapitlet. Deretter, i kapittel 5, vil vi presentere en mulig langsiktig utslippsutvikling for Norge (heretter benevnt «Referansebanen») fram mot 2050. Utvalget har valgt å bruke Referansebanen som et utgangspunkt for å adressere spørsmålet om hvordan norske utslipp kan reduseres på lang sikt.

### 4.1 Hvor store er Norges klimagassutslipp?

Det er mange måter å definere «norske utslipp» på. For det første, og mest vanlig, er det å se på direkte utslipp fra norsk territorium (inklusive Svalbard). Denne definisjonen ligger for eksempel til grunn for Kyoto-protokollen som regulerer framtidige utslipp fra enkelte industrialiserte land, deriblant Norge (se avsnitt 3.3.1 om Kyoto-protokollen og boks 4.1 om Kyoto-forpliktelsene). Definisjonen omfatter da blant annet utslipp som følge av produksjon av eksportvarer i Norge. For eksempel vil utslipp fra produksjon av olje og gass, som hovedsakelig brukes av andre enn nordmenn, telle med i Norges utslippsregnskap. Omvendt belastes utlandet med utslipp knyttet til produksjon av de

varer Norge importerer for egne investering og konsum. Det samme gjelder for nordmenns feriereiser og lignende som gir utslipp i utlandet.

Om vi korrigerer for disse forholdene får vi en annen definisjon av «norske utslipp», ofte omtalt som «Norges fotavtrykk» i klimasammenheng. Fotavtrykket angir med andre ord hvor store utslipp Norge kan sies å forårsake, uansett hvor disse utslippene finner sted.

I dette kapitlet skal vi innom begge disse betraktningmåtene, men legger hovedvekten på den første og mest vanlige definisjonen av «norske utslipp», nemlig hvor store utslipp som kommer fra norsk territorium.

#### 4.1.1 Utslipp fra norsk territorium

Norske utslipp av klimagasser fra norsk territorium har økt fra et nivå på 49,8 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år i 1990 til 55,1 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år i 2004, det vil si med om lag 10 prosent. Utslippsnivået i dag svarer om lag til 12 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. pr. innbygger og år og ligger omtrent 10 prosent over Kyoto-forpliktelsen Norge har for utslipp av klimagasser i perioden 2008-2012.

De tre viktigste klimagassene er karbondioksid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) og lystgass (N<sub>2</sub>O) med bare mindre bidrag fra de fluorholdige gassene (F-gassene). Det går fram av tabell 4.1 og figur 4.1 at CO<sub>2</sub> dominerte utslippene i 2004 med en andel på nesten 80 prosent. Metan (CH<sub>4</sub>) og lystgass (N<sub>2</sub>O) sto hver for nesten 10 prosent. Figur 4.2 viser at andelen CO<sub>2</sub> har vært økende de siste årene.

#### 4.1.2 Hvor kommer de ulike klimagassene fra? Karbondioksid - CO<sub>2</sub>

Menneskeskapte utslipp av CO<sub>2</sub> er hovedsakelig knyttet til forbrenning av fossilt brensel for framdrift av biler, båter og fly, for oppvarming av boliger og næringsbygg og for generering av prosessvarme til industrien, men blir også dannet uten forbrenning ved ulike kjemiske prosesser i industrien, for eksempel ved elektrodene i aluminiumsovnene. Det norske utslippet av CO<sub>2</sub> i 2004 var i

Tabell 4.1 Utslipp av klimagasser til luft etter næring, 2004.

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFK <sup>1</sup>	PFK <sup>2</sup>	SF <sub>6</sub>	CO <sub>2</sub> - ekv.
	Mill. tonn	1 000 tonn	1 000 tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Mill. tonn
<i>I alt</i>	43,8	228,0	15,9	227,0	131,5	11,5	55,1
<i>Energisektorene i alt</i>	15,7	40,4	0,2	2,5	0,0	2,3	16,6
Utvinning av olje og gass <sup>3</sup>	13,4	35,8	0,1	2,3	0,0		14,2
Utvinning av kull	0,0	2,7	0,0	0,1	-		0,1
Oljeraffinering	1,8	1,7	0,0	0,1	-		1,8
Elektrisitetsforsyning <sup>4</sup>	0,4	0,2	0,0	0,1	-	2,3	0,5
<i>Industri i alt</i>	11,1	10,6	6,2	45,5	131,5	8,7	14,4
Oljeboring	0,0	0,1	0,0	0,1	-		0,1
Treforedling	0,5	3,9	0,1	0,1	-		0,6
Produksjon av kjemiske råvarer	2,9	0,9	6,0	0,1	-		4,7
Mineralsk produksjon <sup>5</sup>	1,9	0,0	0,1	0,1	-		1,9
Prod. av jern, stål og ferrolegeringer	2,5	0,5	0,0	1,1	-		2,5
Prod. av andre metaller	2,3	0,0	0,0	1,1	131,5	8,6	3,4
Prod. av metallvarer, båter, skip og plattformer	0,2	0,0	0,0	26,1	-	0,1	0,2
Prod. av tre-, plast-, gummi-, grafiske og kjemiske varer	0,2	5,1	0,0	1,7	-		0,3
Prod. av forbruksvarer	0,7	0,0	0,0	15,3	0,0		0,8
<i>Andre næringer i alt</i>	11,6	167,9	9,2	153,7	0,0	0,2	18,3
Bygg og anlegg	0,6	0,0	0,1	3,1	-		0,7
Jordbruk og skogbruk	0,5	104,9	8,2	2,3	-		5,2
Fiske og fangst	1,4	0,1	0,0	9,0	0,0		1,5
Landtransport, innenriks	4,1	0,2	0,1	13,3	0,0		4,2
Sjøtransport, innenriks	1,7	0,4	0,0	4,9	0,0		1,7
Luftransport <sup>6</sup>	0,9	0,0	0,0	0,8	-		1,0
Annen privat tjenesteyting	1,8	0,4	0,1	111,7	0,0	0,2	2,1
Offentlig kommunal virksomhet <sup>7</sup>	0,2	61,8	0,5	5,6	0,0		1,7
Offentlig statlig virksomhet	0,4	0,0	0,0	3,2	0,0		0,4
Private husholdninger	5,4	9,1	0,4	25,3	-	0,4	5,8

<sup>1</sup> Fordeling på næring er usikker.

<sup>2</sup> Inkluderer C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>, CF<sub>4</sub> og C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>.

<sup>3</sup> Inkluderer gassterminal, transport- og forsyningsskip.

<sup>4</sup> Inkluderer utslipp fra søppelforbrenningsanlegg.

<sup>5</sup> Inkluderer bergverk.

<sup>6</sup> Kun innenriks luftfart, inkludert utslipp over 1 000 m.

<sup>7</sup> Inkluderer vannforsyning.

Kilde: Utslppsregnskapet til Statistisk sentralbyrå og Statens forurensningstilsyn, versjon februar 2006.  
Se <http://www.ssb.no/klima> for mest oppdaterte tall.

overkant av 43 mill. tonn som er 27 prosent høyere enn nivået i 1990. De viktigste CO<sub>2</sub>-kildene i Norge er petroleumsvirksomheten offshore (30 prosent), veitrafikk (22 prosent), fyring med olje, gass og

kull (18 prosent), og prosessutslipp fra landbasert industri (16 prosent). Prosessutslippene kommer hovedsakelig fra produksjon av metaller og skyldes ikke forbrenning av fossile brensler. Utslip-

Tabell 4.2 Drivhusgasser, deres oppvarmingspotensial og andel av norske utslipp i 1990 og 2004. Gjennomsnittlig årlig vekst og samlet vekst over perioden 1990-2004.

Drivhusgasser	Oppvarmingspotensialer (GWP100)	Andel 1990 (prosent)	Andel 2004 (prosent)	Gj.snittlig årlig vekst 1990-2004 (prosent pr. år)	Samlet vekst 1990-2004 (prosent)
Karbondioksid - CO <sub>2</sub>	1	69	79	1,7	27
Metan - CH <sub>4</sub>	21	10	9	-0,3	-4
Lystgass - N <sub>2</sub> O	310	10	10	0,7	10
Hydrofluorkarboner - HFK	2 547	0	1	105	..
Perfluorkarboner - PFK	6 648	7	1	-11	-81
Svovelheksafluorid - SF <sub>6</sub>	23 900	4	0	-18	-93
I alt		100	100	0,7	11

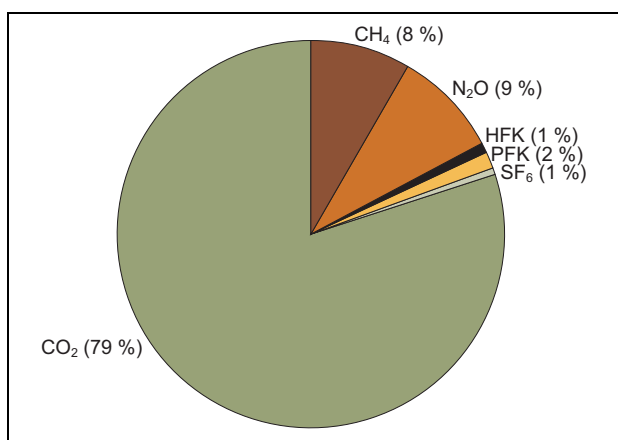
Kilde: Utslppsregnskapet til Statistisk sentralbyrå og Statens forurensningstilsyn.

pene i petroleumsvirksomheten er først og fremst knyttet til produksjon av kraft i gassturbiner på plattformene.

Tilveksten i norske skoger absorberer nå om lag 15 MtCO<sub>2</sub> pr. år, det vil si 44 prosent av CO<sub>2</sub>-utslippene i Norge (Statistisk sentralbyrå, 2005). Dette opptaket regnes imidlertid ikke med når norske utslipp beregnes i henhold til Kyoto-protokollen, og vi ser bort fra dette i fortsettelsen. Se boks 4.2.

#### Metan - CH<sub>4</sub>

De norske metanutslippene er om lag 228 tusen tonn pr. år, tilsvarende 4,8 MtCO<sub>2</sub>-ekv. Dette utslippet er dominert av utslipp fra avfallsfyllinger (40 prosent) og utslippet fra husdyr og husdyrgjødsel på til sammen 39 prosent. Metan fra avfallsfyllin-



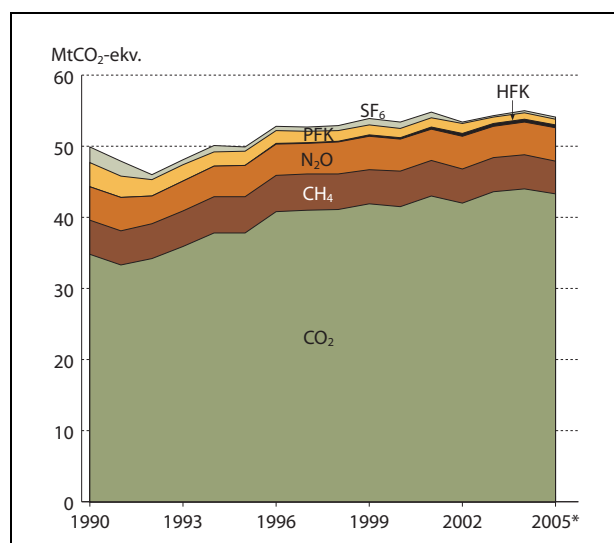
Figur 4.1 Fordeling av norske klimagassutslipp i 2004 etter gasser.

Kilde: Utslppsregnskapet til Statistisk sentralbyrå og Statens forurensningstilsyn.

ger, husdyr og husdyrgjødsel oppstår ved nedbrytning av organisk materiale uten tilførsel av oksygen. Metanutslippene har vokst kraftig gjennom hele etterkrigstiden først og fremst pga. økt avfallsdeponering. De siste årene er utslippene imidlertid redusert, blant annet som følge av metaninnsamling fra avfallsdeponier, slik at de nå ligger litt under 1990-nivå.

#### Lystgass - N<sub>2</sub>O

De norske lystgassutslippene er anslått til vel 16 tusen tonn pr. år, tilsvarende 5 MtCO<sub>2</sub>-ekv. Nesten 50 prosent av dette utslippet skyldes bruk av nitrogenholdig kunst- og husdyrgjødsel i jordbruket og dyrking av myrer til jordbruksformål, mens 32 pro-



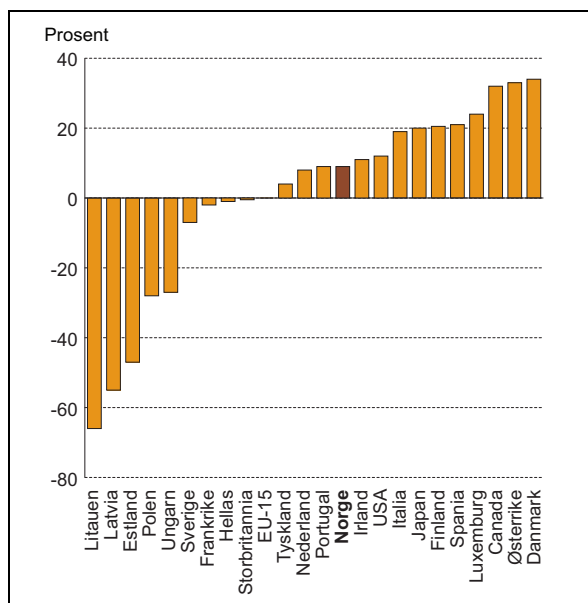
Figur 4.2 Årlige klimagassutslipp etter gasser 1990-2004.

Kilde: Utslppsregnskapet til Statistisk sentralbyrå og Statens forurensningstilsyn.

### Boks 4.1 Kyoto-forpliktelsen

Mange industriland har med Kyoto-protokollen for første gang påtatt seg bindende internasjonale forpliktelser om begrensning og reduksjon i klimagassutslipp. Størrelsen på forpliktelsen varierer fra land til land. Mens Norge kan øke sine årlige klimagassutslipp med 1 prosent i måleperioden 2008-2012 i forhold til 1990, må EU redusere sine utslipp med 8 prosent. Forpliktelsene til Japan og Canada er henholdsvis 7 og 6 prosent reduksjon. Innad i EU er utslippsforpliktelsene ytterligere differensiert slik at for eksempel Tyskland må redusere sine utslipp med 21 prosent, mens Sverige kan øke sine med 4 prosent i forhold til 1990. De fleste av de landene som ble medlem av EU i 2004 har også en forpliktelse som er på 8 prosent reduksjon.

Norske utslipp lå i 2004 10 prosentpoeng over Norges Kyoto-forpliktelse. Danmark, Canada og Østerrike overskred sine Kyoto-forpliktelser med mer enn 30 prosentpoeng i 2003, mens Japan, Finland, Spania og Luxemburg lå 20-24 prosentpoeng over. Irske utslipp lå rundt 10 prosentpoeng over Kyoto-kravet. Tyskland har redusert sine utslipp med 18 prosent siden 1990, men hadde fortsatt en 4 prosentpoengs reduksjon igjen før Kyoto-forpliktelsen ble oppfylt. Sverige, Storbritannia og Frankrike ligger an til å



Figur 4.3 Utslipp i 2003 i forhold til kravene i Kyoto-protokollen.

klare å oppfylle Kyoto-protokollen uten å måtte kjøpe utslippskreditter gjennom kvotehandel og andre Kyoto-mekanismer. Mange av de gamle østblokklandene, som f.eks. Russland antas også å klare sine forpliktelser.

Kilde: SSB (Valgaktuelt 2005).

sent er knyttet til produksjon av salpetersyre (til nitrogenholdig kunstgjødsel). Utslippene fra veitrafikken (16 prosent) har vært økende siden 1989, på grunn av innføringen av personbiler med katalysator.

På samme måte som for metan økte lystgassutslippene betydelig helt fram til begynnelsen på 80-tallet, primært på grunn av økt produksjon og bruk av kunstgjødsel. Etter 1990 har det imidlertid vært en viss nedgang i utslippsveksten på grunn av prosessomlegginger i salpetersyreproduksjonen – slik at den totale utslippsveksten fra 1990 til 2004 bare var 5 prosent.

#### F-gasser - PFK, HFK og SF<sub>6</sub>

Utslippene av de såkalte F-gassene (langlivede klimagasser som inneholder fluor); perfluorkarbon (PFK), hydrofluorkarbon (HFK) og svovelheksa-

fluorid (SF<sub>6</sub>), står i alt for om lag 1 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år, som svarer til mindre enn 2 prosent av de samlede utslippene.

Utslipet av PFK er i Norge totalt dominert av utslipp fra produksjon av aluminium. Fra 1990 til 2004 ble utslippet redusert med nesten 80 prosent.

HFK brukes i kjøleanlegg, som brannslukningsmiddel, til produksjon av skumplast mm. og er i dag svært aktuelle som erstatningsstoffer til ozonnedbrytende stoffer (KFK, HKFK og haloner). I 1990 var forbruket av HFK neglisjerbart, men har i løpet av 90-tallet økt betydelig. I 2004 tilsvarte forbruket et reelt utslipp på 0,24 MtCO<sub>2</sub>-ekv.

Svovelheksafluorid (SF<sub>6</sub>) brukes som dekk-gass i produksjon av metaller, først og fremst magnesium. I tillegg brukes noe SF<sub>6</sub> i gassfylte elektrisitetsbrytere (GIS). Etter mange år med reduserte utslipp var det samlede SF<sub>6</sub>-utslippet 0,28 MtCO<sub>2</sub>-ekv. i 2004.

### Boks 4.2 Karbon i skog

Innholdet av karbon i en skog er tilnærmet konstant over tid. Den mengde CO<sub>2</sub> som trær og planter tar opp under veksten, blir i det lange løp balansert av nedbrytningsprosesser som frigjør samme mengde. De boreale (nordlige) skogøkosystemene skiller seg imidlertid litt fra en slik likevektstilstand, ved at det foregår et netto opptak av CO<sub>2</sub>, i hovedsak på grunn av akkumulering av torv i myrene.

I følge beregninger fra Statens forurensnings-tilsyn (SFT) er det samlede norske opptaket av CO<sub>2</sub> i skogøkosystemene, beregnet til mellom 14 og 17 mill. tonn pr. år. For å ha noe å sammenlikne dette opptaket med, er det samlede norske utslippet på ca. 43 mill. tonn. Hovedårsaken til det store netto opptaket av CO<sub>2</sub> i norsk skog skyldes at vi har relativt store arealer stående som ungsog. Denne i og for seg unaturlige situasjonen skyldes at vi tidligere har avvirket, og derved frigjort store mengder CO<sub>2</sub> som det nå er plass til å fylle opp igjen. Dette er noe av årsaken til at tilveksten i boreale skoger bør holdes utenfor klimaregnskapet.

#### CO<sub>2</sub> og skogforvaltning

Avskoging er heldigvis ikke noe problem i Norge, og vi har få arealer å plante til uten at det kommer i konflikt med andre interesser eller problemstillinger. Under norske forhold handler det derfor mer om å optimalisere skogens lagrings-

evne enn å øke opptaket. Mens opptaket skjer i form av CO<sub>2</sub> hos plantene, forgår lagringen i form av forskjellige karbonforbindelser i planter, dyr, jord og sedimenter. For å kunne sammenlikne disse størrelsene må CO<sub>2</sub> omregnes til rent karbon. Omregningsforholdet mellom karbon i form av CO<sub>2</sub> og rent karbon er 3,67 : 1. Det vil si det samme som at 3,67 tonn CO<sub>2</sub> inneholder ett tonn rent karbon. Totalt inneholder de norske skogøkosystemene hele 1,9 milliarder tonn, eller gigatonn (Gt), karbon. Dette utgjør et sted mellom 400 og 500 ganger den samlede årlige tilveksten. I denne sammenheng er det viktig å være klar over at selv om hovedopptaket foregår i trærne, er det ikke her det største karbonlageret finnes. Hele 50–60 prosent av skogøkosystemenes karbonlager er i skogsjord, mens myr utgjør ca. 35 prosent. Trærne, med stamme, kvist og bar står for ca. 10 prosent, og selve tømmerstokken utgjør ikke mer enn 5–6 prosent av skogens karbonlager. Selv om usikkerheten i tallene er betydelig, er det klart at det viktigste i denne sammenheng er hvordan ulike skogbrukstiltak påvirker det store karbonlageret i skogsjord og myr. Vi bør innrette oss slik at vi i minst mulig grad reduserer dette lageret. Det er verdt å merke seg at positive tiltak i denne sammenheng – mer blanded skog, økt omløpstid og større andel lukket hogst – også vil ha en positiv effekt på det biologiske mangfoldet.

#### 4.1.3 Hva er de viktigste kildene til de samlede direkte utslippene av klimagasser?

Som vi har sett kommer utslipp av klimagasser fra forbrenning av fossile brensler til oppvarming eller som drivstoff i transportsammenheng, samt som direkte utslipp fra enkelte industri- og nedbrytningsprosesser. Figur 4.4 viser utslipp av klimagasser sortert etter den kildeoppdelingen vi finner det nyttig å anvende i den videre analysen<sup>1</sup>. Om man slår sammen oppvarming, jordbruk og avfall til en

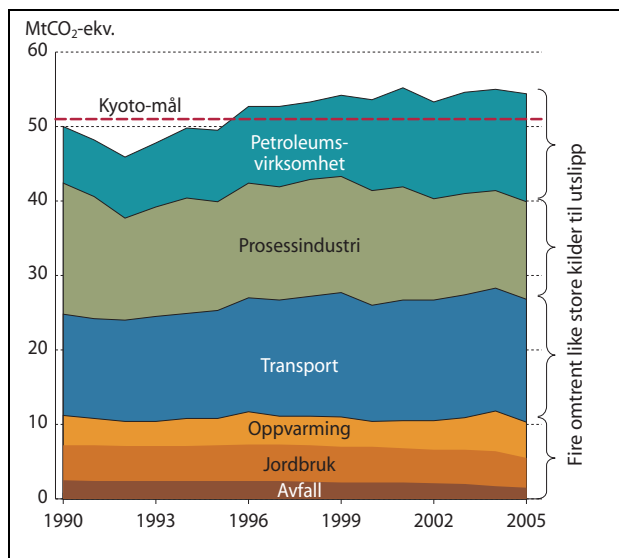
gruppe, får man en oppdeling av dagens utslipp i fire omtrent like store kilder. Tabell 4.3. viser nivå-tall, andeler og gjennomsnittlig årlig vekst i utslippet av klimagasser over perioden 1990-2004 etter samme kildeinndeling.

Fra tabellen går det fram at de kildene som bidro mest til utslippene i 2004 var:

- Transport, som sto for 30 prosent.
- Prosessindustri, med knappe 25 prosent.
- Petroleumsvirksomhet, som bidro med 25 prosent.

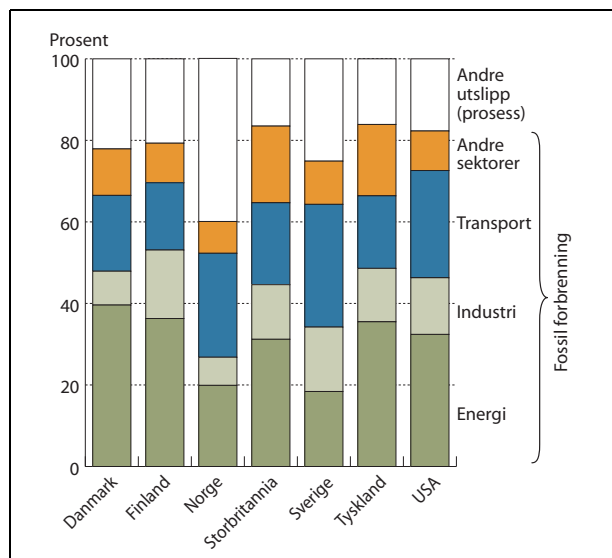
Til sammen representerte utslipp fra disse kildene 80 prosent av utslippene i 2004. Blant de resterende 20 prosent er utslipp fra oppvarming, landbruk og avfallsfyllinger.

<sup>1</sup> Kildene er henholdsvis 1) petroleumsvirksomhet, 2) prosessindustri som i vår sammenheng omfatter produksjon av metaller, kjemiske råvarer og mineralske produkter i tillegg til treforedling og raffinering av jordolje, 3) innenriks transport både på land, til sjøs og i luften, 4) oppvarming som inkluderer all oppvarming i alminnelig industri, tjenesteyting og private husholdninger, 5) jordbruk og 6) avfallsdeponier.



Figur 4.4 Årlige utslipp av klimagasser fra ulike kilder 1990-2004.

Kilde: Utslippsregnskapet fra Statistisk sentralbyrå og Statens forurensningstilsyn.



Figur 4.5 Fordeling av klimagassutslipp i en del industrialiserte land. 2002.

Kilde: UNFCCC, <http://ghg.unfccc.int>

Over tid har industriutslippene avtatt, mens særlig utslippene fra olje- og gassvirksomheten har økt sammen med de transportrelaterte utslippene.

Sammenliknet med en del andre viktige land kommer en relativt stor andel av klimagassutslippene i Norge direkte fra industrielle prosesser, se figur 4.5. Dette henger sammen med den store andel kraftkrevende industri vi har i Norge, der særlig reduksjonsprosesser knyttet til framstilling av metall fører til høye utslipp. Videre har Norge med sitt vannkraftsystem en meget spesiell og

klimavennlig kraftsektor som pr. i dag nesten ikke slipper ut CO<sub>2</sub>, i motsetning til de fleste andre land der denne sektoren er en stor utslippskilde.

## 4.2 Hvor store utslipp er nordmenn ansvarlige for? («Norges fot-avtrykk»)

I utslippsoversikter og internasjonale avtaler som Kyoto-protokollen fokuseres det på direkte

Tabell 4.3 Store utslippsskilder i 1990 og 2004. Utslipp i MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år og prosentvis andel av samlede utslipp. Gjennomsnittlig prosentvis årlig vekst fra 1990 til 2004.

	1990	2004	Andel 1990	Andel 2004	Årlig vekst 1990-2004
	MtCO <sub>2</sub> -ekv.	MtCO <sub>2</sub> -ekv.	Prosent	Prosent	Prosent pr. år
Produksjon av elektrisitet	0,1	0,2	0	0	4,6
Petroleumsvirksomhet	7,6	13,6	15	25	4,2
Prosessindustri	17,6	13,1	35	24	-2,1
Transport	13,6	16,5	27	30	1,4
Oppvarming	4,0	5,4	8	10	2,2
Jordbruk	4,7	4,7	9	9	-0,1
Avfall	2,5	1,7	5	3	-2,8
<b>Sum</b>	<b>50,1</b>	<b>55,1</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0,7</b>

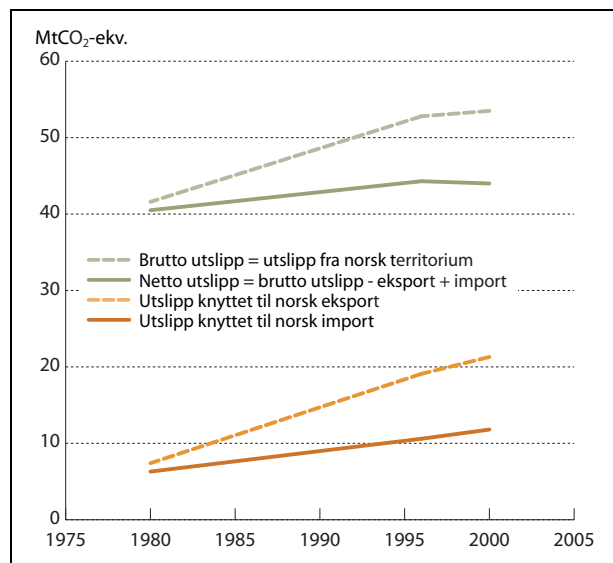
Kilde: Utslippsregnskapet til Statistisk sentralbyrå og Statens forurensningstilsyn pr. februar 2006. Se <http://www.ssb.no/klima> for mest oppdaterte tall.

utslipp fra et lands territorium. Disse utslippene kommer dels fra produksjon av varer og tjenester og dels fra konsum. Ikke alle varer og tjenester brukes imidlertid innenlands. Særlig i Norge eksporteres en vesentlig del av det som produseres. Petroleum og produkter fra kraftkrevende industri (metaller og kjemikalier) er viktige eksportvarer, men også fiske og fiskeoppdrett spiller en rolle i denne sammenheng. På denne måten belastes Norge for utslipp som er knyttet til varer og tjenester som brukes i andre land. På den annen side slipper Norge i Kyoto-sammenheng å svare for de varer og tjenester nordmenn importerer for eget konsum. I tillegg kommer de utslipp som er knyttet til nordmenns konsum i utlandet i forbindelse med reiser og opphold der, samt betydelige utslipp fra Norges store utenriksflåte. Utenriks flytrafikk er en siste utslippsskilde som ikke bør glemmes.

Hvor store er så utslippene knyttet til eksport, import og norsk aktivitet i utlandet? Et alternativt utslippregnskap som kan svare på dette finnes dessverre ikke, men vi kan likevel gjøre noen grove overslag som illustrerer hvordan Norges utslipp fortoner seg når vi korrigerer for disse forholdene. Utvalget anbefaler at det arbeides videre med å etablere statistikk over utslipp knyttet til «Norges fotavtrykk» i klimasammenheng.

Overslaget vi presenterer her bygger på at de registrerte norske utslippene som stammer fra eksportsektorene trekkes fra, og utslippet knyttet til import av varer og tjenester legges til, utslipp fra norsk territorium. Anslag fra Bruvoll og Fæhn (2004, 2005) tyder på at utslippene som stammer fra eksportsektoren var om lag 20 MtCO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2000<sup>2</sup> svarende til omtrent 35 prosent av utslippene fra norsk territorium.

Vi har ikke statistikk for utslippene som er knyttet til import av varer og tjenester. Vi kan imidlertid få et anslag på disse ved å anta at produksjonen i utlandet skjer med «tilpasset norsk teknologi», dvs. vi beregner utslipp i utlandet ved å benytte norske utslippskoeffisienter, korrigert for kjente avvik i noen store importland. Bruvoll og Fæhn (2005 a,b) gir et anslag på utslipp knyttet til import av varer og tjenester med denne forutsetningen, og antyder at disse var på noe over 10 MtCO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2000. Figur 4.6 illustrerer grovt hvordan utviklingen har vært de siste 20 år. De to nederste linjene i figuren viser eksport- og importrelaterte utslipp. Fra å være omtrent like store i 1980 har eksportrelaterte utslipp vokst ras-



Figur 4.6 Årlige utslipp fra norsk territorium, utslipp knyttet til norsk import og eksport, samt norske utslipp korrigert for import- og eksportutslipp. 1980-2000.

Kilde: Bruvoll og Fæhn, 2005.

kere enn de importrelaterte utslippene, først og fremst som følge av økt petroleumsaktivitet. I dag er de eksportrelaterte utslippene ca. 10 MtCO<sub>2</sub>-ekv. høyere enn utslippene relatert til norsk import.

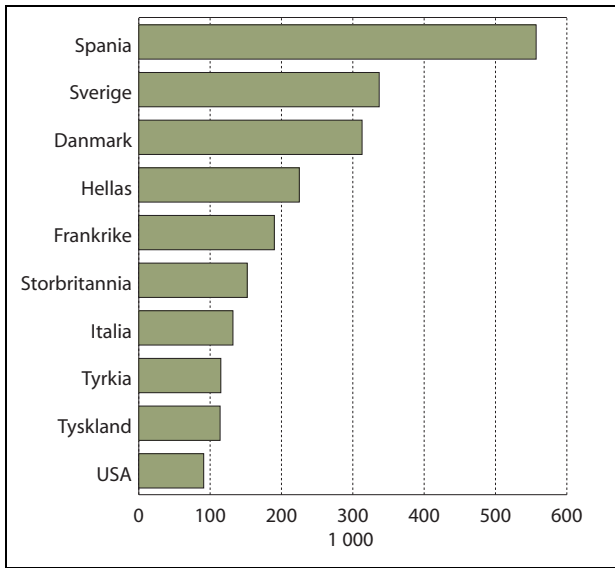
Enda grovere blir dessverre anslaget for utslipp knyttet til nordmenns konsum i utlandet, som hovedsakelig finner sted i forbindelse med feriereiser. Vi tar her utgangspunkt i antall ferieturer til noen viktige ferieland, se figur 4.7, avstanden til disse, antakelser om forbruk av flybensin pr. km og utslipp av CO<sub>2</sub> pr. liter forbrukt. Vi finner da et samlet CO<sub>2</sub>-utslipp fra slike flyreiser på 2,3 MtCO<sub>2</sub> pr. år. Legger vi til reiser til andre land, samt forretningsreiser, anslår vi de årlige utslippene til å være 4-5 MtCO<sub>2</sub>-ekv.

For å bestemme utslipp knyttet til konsum i utlandet, benytter vi informasjon om antall charterreisende. Ved å anta at et gjennomsnittlig opphold i utlandet varer en uke og at konsumrelaterte utslipp pr. uke i utlandet er som i Norge, finner vi at dette øker utslippene med om lag 0,1 MtCO<sub>2</sub>. Samlet finner vi at omtrent halvparten av Norges «utslippsfordel» knyttet til eksport og import, oppveies når vi tar hensyn til utslipp knyttet til nordmenns reiser i utlandet.

«Korreksjonen» fra handel (det vil si differansen mellom import og eksportrelaterte utslipp) og feriereiser i utlandet utgjør et fradrag fra de direkte norske utslippene på ca. 5 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år. Årsa-

<sup>2</sup> Da er kun utslipp av CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O inkludert. Dette er likevel de dominerende gassene.





Figur 4.7 Antall ferieturer til de mest besøkte utenlandske feriemål. 2004.

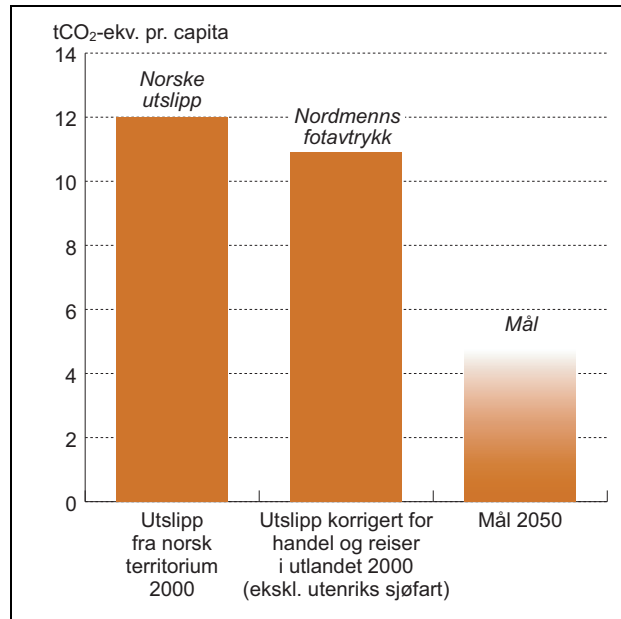
Kilde: Statistisk sentralbyrå.

ken til at Norges fotavtrykk er mindre enn utslipp fra norsk territorium er i hovedsak eksporten av olje og gass. I framtiden vil denne eksporten bli mindre slik at man rundt 2050 har en situasjon der fotavtrykket er større enn det direkte utslippet.

Målsettingen for 2050 er å få norske utslipp redusert med om lag to tredjedeler, ned til 10-25 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år. Om vi holder utslipp fra utenriks sjøfart utenom, får vi derfor et bilde som i figur 4.8 av dagens utslipp målt pr. innbygger når vi ser på henholdsvis direkte utslipp fra norsk territorium (venstre søyle), og utslipp pr. innbygger korrigert for eksport, import og feriereiser i utlandet (midt-erste søyle; «fotavtrykket»). Den tredje søylen i figuren viser utslippsmålet for 2050 fordelt på alle nordmenn. Gitt den omtrentlige målsettingen ser vi at det spiller mindre rolle hvordan de norske utslippene defineres. I fortsettelsen velger vi derfor å forholde oss til norske utslipp definert som direkte utslipp fra norsk territorium.

#### 4.2.1 Hvor store er utslippene fra norske skip i utenriks sjøfart?

Utslipp fra utenriks sjø- og luftfart er ikke inkludert i de nasjonale utslippene slik disse rapporteres til FNs klimakonvensjon. Det lages i Norge likevel oversikter over utslipp fra norske skip i utenriks sjøfart. Disse tallene er imidlertid langt mer usikre enn tallene som inngår i de nasjonale utslippsrapportene til FN og andre. På usikkert grunnlag kan vi likevel fastslå at utenriks sjøfart i alt står for vel 10 MtCO<sub>2</sub> pr. år, og enkelte år helt opp mot 15



Figur 4.8 Direkte utslipp fra norsk territorium i 2000 målt pr. innbygger, samt utslippene korrigert for handel og feriereiser i utlandet («Norges fotavtrykk»). Mål for utslippene i 2050.

Kilde: Lavutslippsutvalget.

MtCO<sub>2</sub>, se figur 4.9. Dette representerer i størrelsesorden 20 prosent av norske samlede klimagassutslipp slik disse rapporteres til FNs klimakonvensjon<sup>3</sup>.

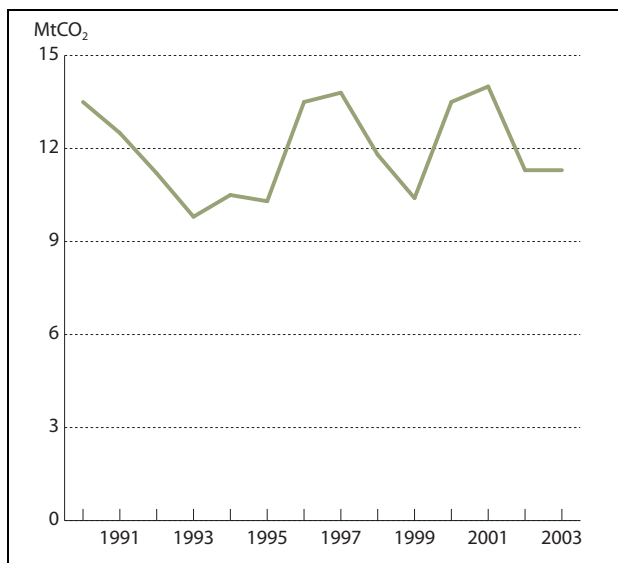
#### Boks 4.3 Ut å fly ...

Fire personer flyr Oslo-Bangkok-Oslo, dvs. 30 400 km. På denne turen forbruker de fire personene 2 130 liter flybensin. En tommelfingerregel er at du forbruker 30 liter flybensin pr. flytime pr. flysete. Energimengden i 2 130 liter flybensin tilsvarer:

- Å kjøre 26.600 kilometer i en vanlig personbil – nesten to års bilkjøring.
- Å kjøre 106.500 kilometer i en turbuss.
- Energi nok til å varme opp en 100 kvm leilighet i to år.
- Nok til at fire personer kan dusje hver dag i åtte år.

Kilde: Lavutslippsutvalget.

<sup>3</sup> Utslipp fra utenriks sjø- og luftfart innenfor norsk territorium er inkludert i utslippsstatistikken og utgjorde mindre enn en halv prosent av de nasjonale utslipp i 2003 (ca. 95 og 79 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekv. fra hhv utenriks sjøfart og utenriks luftfart).



Figur 4.9 Årlige CO<sub>2</sub>-utslipp fra utenriks sjøfart. 1990-2003.

Kilde: Statistisk sentralbyrå.

### 4.3 Sammenfatning

Gjennomgangen ovenfor gir oss i store trekk følgende bilde:

- Klimagassutslippene er i dag omkring 54 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år.
- Klimagassutslippene fra norsk territorium har økt med ca. 10 prosent siden 1990.
- CO<sub>2</sub> står for omtrent 80 prosent av utslippene.
- Utslippene stammer fra fire omtrent like store kilder:
  - petroleumsvirksomhet,
  - prosessindustri,
  - transport, og
  - oppvarming, jordbruk og avfallsdeponier.
- Følgene kilder til utslipp er ikke inkludert: Utenriks sjøfart (med i størrelsesorden 10-15 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år) og utenriks flytransport (med ca. 4-5 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år). Det er vanskelig å finne pålitelige data for disse utslippene.
- Utslippsnivået til Norge endres ikke mye i et langsiktig perspektiv om vi prøver å korrigere for eksport, import og nordmenns konsum i utlandet.

## Kapittel 5

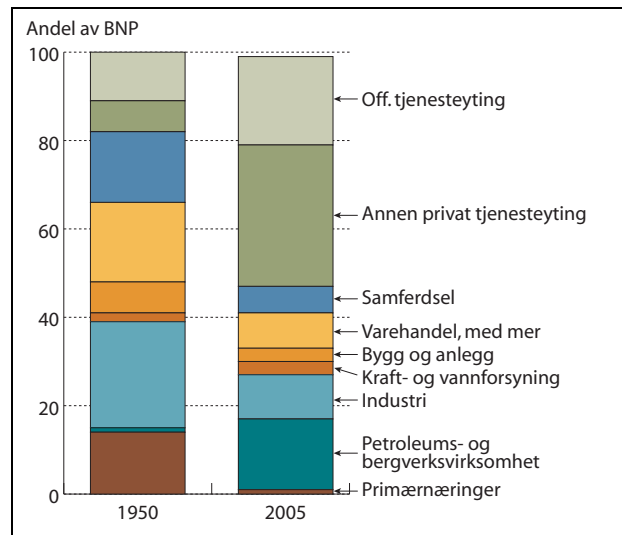
# Utvalgets Referansebane: Hva skjer om Norge ikke foretar seg noe spesielt?

### 5.1 Framtiden er usikker

Utfordringen ved å redusere framtidige utslipp med om lag to tredjedeler i forhold til dagens nivå er selvfølgelig knyttet til hvor store de framtidige nasjonale utslippene vil bli. Framtidig utslippsnivå er imidlertid svært usikkert, særlig når vi er interessert i en så lang tidshorisont som fram mot år 2050. På kort sikt vil konjunkturutviklingen ha mye å si for utslippene: Relativt høye utslipp når industrien går for fullt og man har tilnærmet full sysselsetting, og lavere utslipp når det er overkapasitet og høye ledighetstall i økonomien. På lenger sikt betyr utviklingen av næringsstrukturen i Norge mer.

Figur 5.1 illustrerer hvordan næringsstrukturen i Norge har endret seg siden midten av forrige århundre. Viktige næringer som hvalfangst og tømmerfløting har forsvunnet, mens nye aktiviteter som petroleumsaktiviteten dukket opp. Det er klart at de neste femti år vil medføre minst like store endringer. Sentrale spørsmål er blant annet hva som skjer med den kraftkrevende industrien de neste decenniene? Bygges den ned/flagger den ut på grunn av høy kraftpriser e.l., eller satses det tvert imot på denne industrien, for eksempel på basis av massiv utbygging av gasskraft? Dette har betydning for utslippene fra denne sektoren, men vil også bety mye for kraftbalansen framover og dermed behovet for ny kraft. På lignende vis kan man spørre om hva skjer med havfiske og oppdrett. Vinner den ene på bekostning av den andre, vil klimaendringer lede til redusert havfiske, eller får vi vekst i begge typer fiske? Videre utbygging eller nedbygging av olje- og gassektoren betyr også mye for framtidige klimagassutslipp. Endelig vil type livsstil vi velger, energiintensiv og ressursødende eller miljøskånsom og energisparende, selvfølgelig spille en rolle.

På så lang sikt som 40-50 år vil det meste av det tekniske utstyret i form av maskiner og lignende, og mange, men ikke alle, av bygningene, være byttet ut. Hva som vil finnes kommersielt tilgjengelig av teknologi, og hva vi velger å sette inn istedenfor



Figur 5.1 Bruttonasjonalprodukt (BNP) fordelt på noen hovedsektorer i 1950 og i 2005.

Kilde: Statistisk sentralbyrå.

dagens utstyr vil bety mye for framtidige utslipp. Den teknologiske utviklingen, som i stor grad bestemmes utenfor Norge, er derfor avgjørende for om utslippene vil vokse forttere eller saktere enn de gjør i dag, og om vi faktisk vil kunne klare å redusere våre klimagassutslipp framover.

Alt dette og mer til gjør det nesten umulig å si med noen grad av sikkerhet hva som faktisk vil være den framtidige utslippsutviklingen (i avsnitt 5.7 er det skissert noen alternativer). Likevel har vi behov for å skissere en mulig utslippsframtid, for med noen grad av tydelighet å kunne vise hvordan Norge kan bli et lavutslippssamfunn. En slik «referanseutvikling» vil av alle de årsaker som er beskrevet ovenfor måtte bli noe tilfeldig.

Vi har valgt en referanseutvikling der vi antar at det internasjonale samfunnet i liten grad lykkes i å redusere utslippet av klimagasser. Dette drar i retning av høye framtidige utslipp fordi Norge i liten grad får drahjelp utenfra for å redusere egne utslipp. Samtidig har vi valgt et oljeprisnivå som ligger noe over det som har vært vanlig i norske framtidbilder de siste årene, og dette kan bidra til å

dempe utslippene. Om vi omvendt hadde antatt at det internasjonale samfunn ville innføre omfattende tiltak mot klimagassutslipp framover, ville dette medføre en lavere internasjonal pris på olje på grunn av redusert global etterspørsel, noe som ville redusere veksten i norsk BNP og derfor også antakelig våre utslipp. Det ville vært interessant å foreta nærmere studier av betydningen av vesentlig lavere global etterspørsel etter olje og gass på norsk økonomi i et femtiårs perspektiv.

Den antatte utslippsutviklingen framover som utvalget har valgt å legge til grunn, heretter kalt Referansebanen, kan derfor sies å være «sånn noenlunde midt på treet»; ikke veldig optimistisk, men heller ikke dypt pessimistisk, med hensyn på framtidige norske utslipp.

Referansebanen er åpenbart urealistisk i den forstand at det er usannsynlig at den faktisk vil bli virkeliggjort. Utvalget vil likevel hevde at dette er av underordnet betydning for utvalgets arbeid. Det sentrale er at utvalget kan vise hvordan Norge selv i det valgte framtidsbildet med stadig økende klimagassutslipp kan snu trenden og dermed bli et mer klimavennlig samfunn på sikt.

Den makroøkonomiske modellen MSG 6 er benyttet ved framskrivninger av økonomisk aktivitet i Norge fram mot 2050 og de tilhørende klimagassutslippene. Basisåret for modellen er 1999, og alle senere år er representert ved modellsimuleringer. Dette gjør at resultater for historiske år fram til i dag normalt vil avvike noe fra faktiske observasjoner. Som vi vil se anslår for eksempel MSG-modellen utslippene i år 2005 til å være noe høyere enn de foreløpige observasjonene som foreligger.

MSG-modellen inneholder tallfestede beskrivelser av sammenhenger i norsk økonomi, basert på historiske data, og lager økonomisk konsistente framskrivninger basert på disse. De viktigste drivkreftene bak økonomisk vekst, slik som befolkningsutvikling, produktivitetsutvikling, petroleumsinntekter og forhold på verdensmarkedet, er likevel bestemt utenfor modellen.

I Referansebanen er antakelsen om befolkningsvekst, økonomisk vekst, teknologisk endring og andre såkalte eksogene anslag, «konvensjonelle» i den forstand at de er mye likt med det som tidligere er lagt til grunn i forbindelse med regjeringens Perspektivmelding 2004 (St. meld. 8, 2004-2005), SFTs tiltaksanalyse (SFT, 2005) og andre offisielle dokumenter. Et unntak er behandlingen av prosessindustrien, der utvalget i Referansebanen legger til grunn noe lavere vekst enn det som har vært vanlig. Et annet unntak er at vi har lagt til grunn en noe høyere langsiktig oljepris enn det som har vært vanlig. Vårt valg, svarende til 30

USD/fat med dagens valutakurs, er likevel lavt sett i lys av dagens observerte priser.

I likhet med nær alle andre analyser av framtidig utvikling legger vi ikke inn i Referansebanen forventede kostnader (eller inntekter) som følge av de klimaendringer som med all sannsynlighet vil finne sted fram mot år 2050. Det er meget stor sannsynlighet for at disse tilpasningskostnadene over en periode på nesten femti år vil få et omfang som vil påvirke vår nasjonaløkonomi. Usikkerhet om størrelsene på - og karakteren av - disse kostnadene og eventuelle merinntekter gjør at utvalget likevel har valgt å se bort fra disse i Referansebanen. I tillegg kommer at de i stor grad vil bli bestemt av hva utlandet velger å gjøre, og, siden klimaendringene fram mot 2050 allerede er mer eller mindre fastlagt av historiske utslipp, vil dermed tilpasningskostnadene og eventuelle merinntekter være omtrent de samme i både utvalgets Referansebane og i Lavutslippsbanen (der utvalgets anbefalinger er implementert).

På dette og andre områder er det stor usikkerhet knyttet til utviklingen både i de ytre drivkreftene og også eventuelle endringer i virkemåten til norsk økonomi. Framskrivningene er likevel verdifulle for utvalget, fordi de tillater oss å tallfeste utfordringen knyttet til å få realisert et lavutslipps-samfunn. Dessuten vil vesentlige innsikter illustreres ved forskjellene mellom Referansebanen og Lavutslippsbanen. De er i mindre grad avhengig av de absolutte nivåer i Referansebanen. Nedenfor presenteres enkelte elementer av Referansebanen i mer detalj.

## 5.2 Forutsetninger om økonomisk vekst i Referansebanen

### 5.2.1 Internasjonal økonomi

Utviklingen i norsk økonomi er sterkt påvirket av hva som skjer internasjonalt. I Referansebanen legger vi til grunn at Norge fortsatt vil ha en stor og åpen handel med nær sagt alle andre land.

Priser på olje og gass er særlig viktige for Norge. I Referansebanen antar vi at oljeprisen stabiliseres på 230 kr. pr. fat fra 2008 (tilsvarende om lag 30 USD/fat med dagens valutakurs). Dette er høyere enn gjennomsnittlig oljepris de siste 15 årene, men betydelig under dagens prisnivå. Prisen for naturgass er antatt å utvikle seg i takt med oljeprisen. Det forutsettes videre 4 prosent årlig realavkastning på Statens petroleumsfond. De siste årenes fallende priser, knyttet til økt import fra land med lave produksjonskostnader, er forventet å stoppe opp.

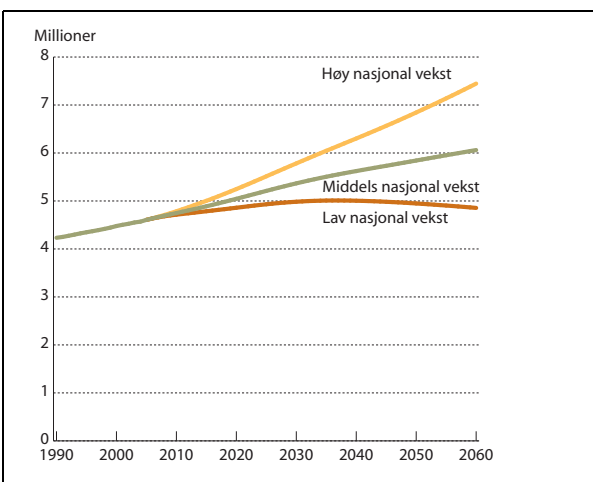
### Boks 5.1 Norges befolkning og utslipp av klimagasser

I 1665 bodde det 440 000 personer i Norge. I 1822 passerte folketallet én million, i 1890 ble den andre millionen nådd, i 1942 den tredje og i 1975 den fjerde. I dag bor det om lag 4,6 mill. i Norge. Hva kan man si om framtiden?

Nøkkeltall 2004:

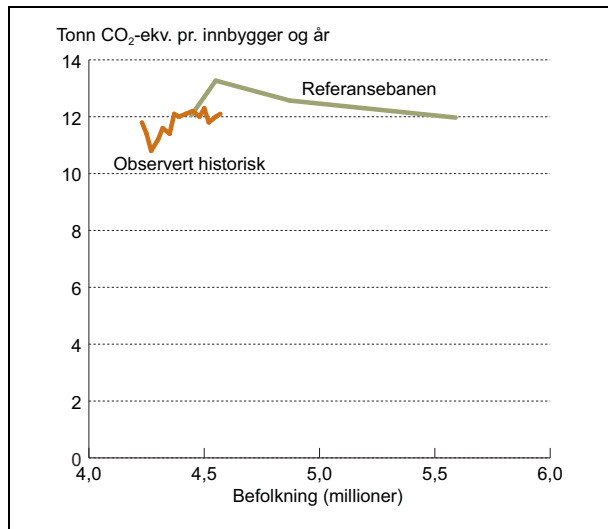
+Levendefødte	56 951
-Døde	- 41 200
+Innvandring	36 482
-Utvandring	- 23 271
=Befolkningsvekst	28 962
Folketall 1.1. 2005	4 606 363

Statistisk sentralbyrå lager med jevne mellomrom befolkningsframskrivninger. Den siste ble publisert i 2005, og har med framskrivninger av folketallet helt til 2060. Grunnlaget for framskrivningene er antakelser om nøkkelparametere som fruktbarhet, forventet levealder og netto innvandring. Ved å variere på disse størrelsene fås en rekke baner. Figur 5.2 viser en lav, en middels og en høyvekst bane. Disse antyder at Norges befolkning rundt 2050 vil ligge på mellom 5 og 7 mill. mennesker.



Figur 5.2 Befolkningsframskrivninger til 2060.

Kilde: Statistisk sentralbyrå. <http://www.ssb.no/emner/02/03/folkfram/>



Figur 5.3 Utslipp av klimagasser pr. innbygger. Observert 1990-2004 og framskrevet i henhold til Referansebanen til 2050.

Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Hvordan vil dette påvirke utslippet av klimagasser? Går vi litt tilbake i historien finner vi at utslippene av klimagasser i Norge har økt med ca. 10 prosent fra 1990 og fram til 2004. Over samme periode har utslippene pr. innbygger økt med 2 prosent mens befolkningen har økt med 8 prosent. Utslippetsintensiteten er derfor relativt konstant ved økende befolkning, se figur 5.3 som viser både observerte intensiteter og intensiteter slik de framkommer i vår Referansebane. Bruker vi observert utslipp pr. innbygger i 2004 og multipliserer med framskrevet befolkning finner vi utslippsnivåer på mellom 60 og 85 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2050. Referansebanen, som bygger på en befolkningsframskrivning omtrent som middelalternativet i figur 5.2, anslår et samlet utslippsnivå på ca. 70 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2050.

### 5.2.2 Teknologisk endring

I framskrivningene legges det til grunn en vekst i total faktorproduktiviteten (det vil si eksogen teknologisk endring) på 1½ prosent pr. år for fastlandsøkonomien samlet. Dette er om lag som gjennomsnittet for perioden 1970-1990; noe høyere enn produktivitsveksten på 1980-tallet, og noe lavere enn produktivitsveksten på 1970- og 1990-tallet. Over en periode på nesten 50 år innebærer denne forutsetningen at vi i 2050 kan produsere nesten dobbelt så mye med samme innsatsfaktorbruk som nå. I noen tilfeller er det forståelig hvordan en slik økning i produktiviteten kan finne sted, i andre tilfeller kan det synes i overkant optimistisk.

### 5.2.3 Befolkningsutvikling og tilgang på arbeidskraft

Befolkningsutviklingen bygger på middelalternativet til SSB befolkningsframskrivning fra 2001<sup>1</sup>. Dette innebærer at antall personer i arbeidsfør alder (20-66 år) øker med omtrent 16 prosent over framskrivningsperioden. Samtidig reduseres denne aldersgruppen relative størrelse fra 61 til 56 prosent av befolkningen. I historisk sammenheng innebærer dette en relativt lav befolkningsvekst, se figur 5.4. Det som likevel er spesielt er at befolkningsveksten i hovedsak drives av en netto innvandring. En antakelse om jevnt økende innvandring over tid gjør at i overkant av 1 mill. innbyggere i 2050 kommer fra denne gruppen.

<sup>1</sup> Statistisk sentralbyrå har laget nye befolkningsframskrivninger etter dette. Utvalget har likevel valgt å legge framskrivningen fra 2001 til grunn, da denne er mest bruk i meldinger og utredninger i det siste.

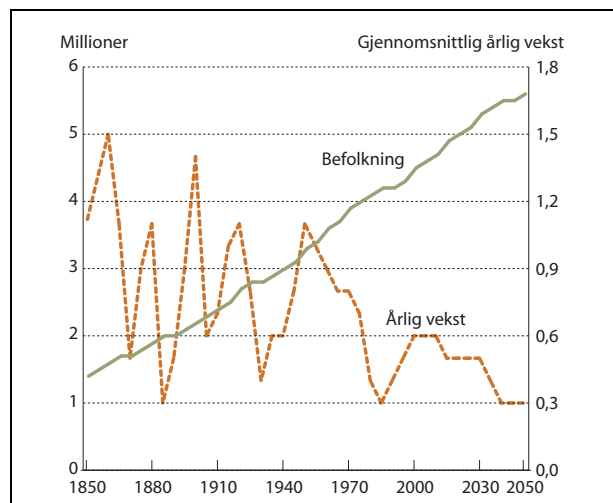
Tabell 5.1 Sektorfordeling og gjennomsnittlig årlig vekst i bruttonasjonalproduktet (BNP) i selgerpriser i Referansebanen i 2000 og 2050.

	Andel 2000	Andel 2050	Gjennomsnittlig årlig vekst
	Prosent	Prosent	Prosent pr. år
Produksjon av elektrisitet	2	1	1,2
Petroleumsvirksomhet	16	2	-1,9
Prosessindustri	4	5	2,4
Transport	5	8	2,7
Annen næringsvirksomhet	58	66	2,1
Jordbruk	1	0*	0,6
Avgifter etc.**	15	17	0,1
BNP i alt	100	100	1,9
BNP pr. innbygger			1,2

\* 0 i andel betyr at dette er mindre enn 0,5.

\*\*Referanser til «Avgifter etc.» henspiller på den verdiskapning som betales til fellesskapet i form av skatter, avgifter o.l. fratrukket subsidier til næringene.

Kilde: Statistisk sentralbyrå og Lavutslippsutvalget.



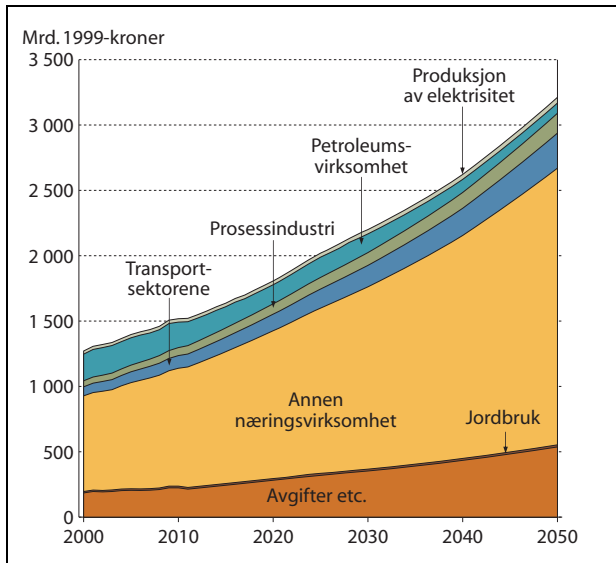
Figur 5.4 Befolkningsstørrelse og gjennomsnittlig årlig vekst i prosent beregnet over fem års intervaller. Historiske tall for perioden 1850-2005. Framskrevet 2005-2050 i henhold til Referansebanen.

Kilde: Statistisk sentralbyrå, Lavutslippsutvalget.

Yrkesfrekvens og gjennomsnittlig årlig arbeidstid er forutsatt nær uendret framover.

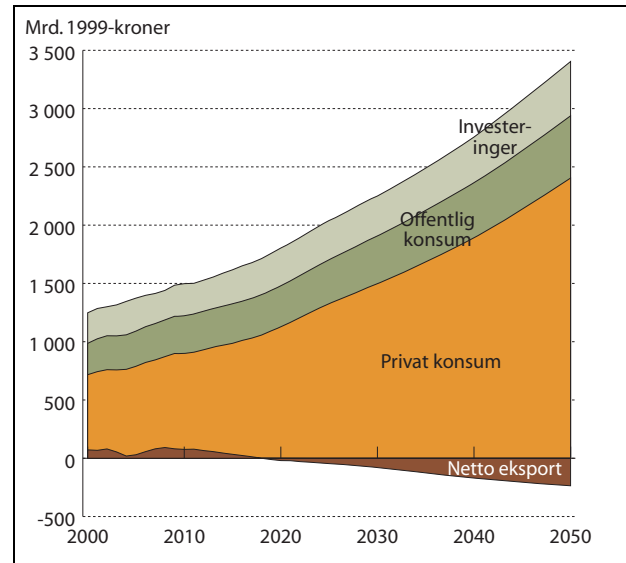
### 5.3 Framtidige økonomisk aktivitet: Bruttonasjonalprodukt (BNP)

Basert på antagelsene presentert foran, kan vi skissere en økonomisk utvikling som i figur 5.5 og tallfestet i tabell 5.1. Den generelle likevektsmodellen MSG 6 til Statistisk sentralbyrå er benyttet til tall-



Figur 5.5 Utviklingen i BNP (verdiskaping) etter noen hovedsektorer i Referansebanen 2000-2050.

Kilde: Lavutslippsutvalget.



Figur 5.6 Bruttonasjonalprodukt etter anvendelse i Referansebanen 2000-2050.

Kilde: Statistisk sentralbyrå og Lavutslippsutvalget.

festingen. Basisåret for beregningene er 1999, men av presentasjonsmessige grunner velger vi å presentere framskrivningene fra år 2000.

Den årlige økonomiske veksten i Referansebanen er noe lavere enn 2 prosent pr. år i gjennomsnitt over framskrivningsperioden. Dette er historisk sett lavt, og skyldes primært den forventede lave veksten i arbeidsstyrken. Sektorbildet domineres av den avtagende betydningen av petroleumssektoren, relativt sterk vekst i transportsektorene samt en økende andel tjenesteyting.

Figur 5.6 og tabell 5.2 viser anvendelsen av bruttonasjonalprodukt i Referansebanen. Det er først og fremst privat konsum som vokser. I år 2000 utgjorde privat konsum 42 prosent av BNP. I 2050

øker denne andelen til hele 64 prosent. Lavere antatt vekst i offentlig konsum (i gjennomsnitt 1,4 prosent pr. år) og investeringer (1,1 prosent pr. år) frigjør ressurser til privat konsum.

## 5.4 Privat konsum

Privat konsum har en gjennomsnittlig årlig vekst på 2,8 prosent i Referansebanen, se tabell 5.3 og figur 5.7. Dette er høyere enn den gjennomsnittlige årlige veksten i økonomien på 1,9 prosent pr. år. Dette er delvis en følge av antatt relativt svak vekst i offentlig sektor som vil frigjøre ressurser til privat konsum. Verd å merke seg er den sterke veksten i

Tabell 5.2 Bruttonasjonalprodukt (BNP) etter anvendelse. Andeler i Referansebanen i 2000 og 2050, samt gjennomsnittlig årlig vekst 2000-2050.

	2000	2050	Gjennomsnittlig årlig vekst
	Prosent	Prosent	Prosent pr. år
Privat konsum	51	75	2,8
Offentlig konsum	21	17	1,4
Realinvesteringer	21	15	1,1
Lagerendinger	2	1	1,4
Eksport	39	21	0,6
Import	-33	-28	1,6
BNP	100	100	1,9

Kilde: Statistisk sentralbyrå og Lavutslippsutvalget.

Tabell 5.3 Privat konsum. Sammensetning og andeler i Referansebanen i 2000 og 2050, samt gjennomsnittlig årlig vekst 2000-2050.

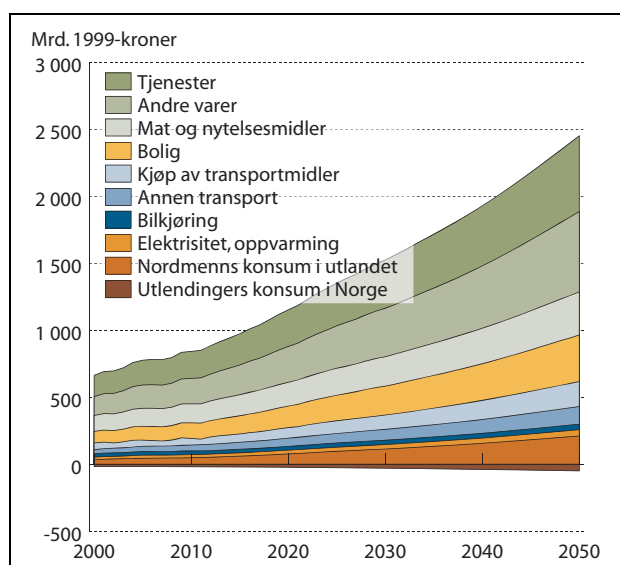
	2000	2050	Gjennomsnittlig årlig vekst
	Prosent	Prosent	Prosent pr. år
Mat og nytelsesmidler	18	13	2,1
Elektrisitet, oppvarming	3	2	1,8
Bilkjøring	4	2	1,1
Kjøp av transportmidler	8	8	3,6
Annen transport	5	5	3,0
Bolig	13	14	2,7
Andre varer	22	25	3,1
Tjenester	25	24	2,7
Nordmenns konsum i utlandet	5	9	4,2
Utlendingers konsum i Norge	-3	-2	1,9
Privat konsum i alt	100	100	2,8
Privat konsum som andel av BNP	51	75	

Kilde: Statistisk sentralbyrå og Lavutslippsutvalget.

nordmenns konsum i utlandet i Referansebanen samt at utgifter til bensin og fyringsolje vokser saktere enn samlet konsum og utgjør bare små og fallende budsjettdandeler.

## 5.5 Framtidig energibruk

I MSG-modellen benyttes energivarer som innsatsfaktorer i produksjonen dels direkte, og dels indi-



Figur 5.7 Privat konsum etter noen hovedgrupper i Referansebanen 2000-2050.

Kilde: Statistisk sentralbyrå og Lavutslippsutvalget.

ekte gjennom leveranser fra andre sektorer, for eksempel gjennom bruk av transporttjenester. I tillegg konsumeres energivarer i form av elektrisitet, autodiesel, bensin og brensel i private husholdninger. Samlet sett viser figur 5.8 at energi til stasjonære formål dominerer framfor energi brukt til transportformål gjennom hele framskrivningsperioden i Referansebanen.

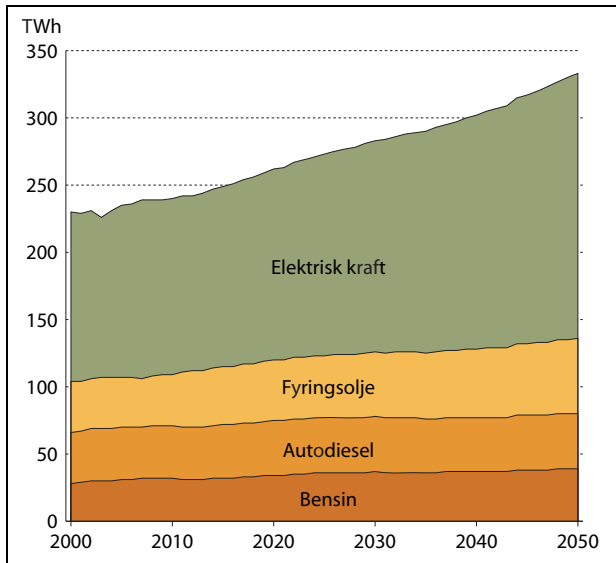
Tabell 5.5 viser anslag over gjennomsnittlig årlig vekst i etterspørselen etter de forskjellige energivarene for perioden 2000-2050, samt den årlige veksten i BNP og privat konsum. Vi ser at den samlede etterspørselen etter energivarer er vesentlig lavere enn den økonomiske veksten. Dette gjenspeiler forutsetningene i Referansebanen om vesentlig bedringer i energieffektiviteten i økonomien over de neste femti år.

Tabell 5.4 Teoretisk energiinnhold i en del energivarer.

	GJ/tonn	TWh/mill. tonn
Bensin	43,9	12,2
Diesel, Lett fyringsolje	43,1	12,0
Tung fyringsolje	40,6	11,3
Metan	50,2	14,0
Kull	28,1	7,8
Ved	16,8	4,7

Kilde: Statistisk sentralbyrå.

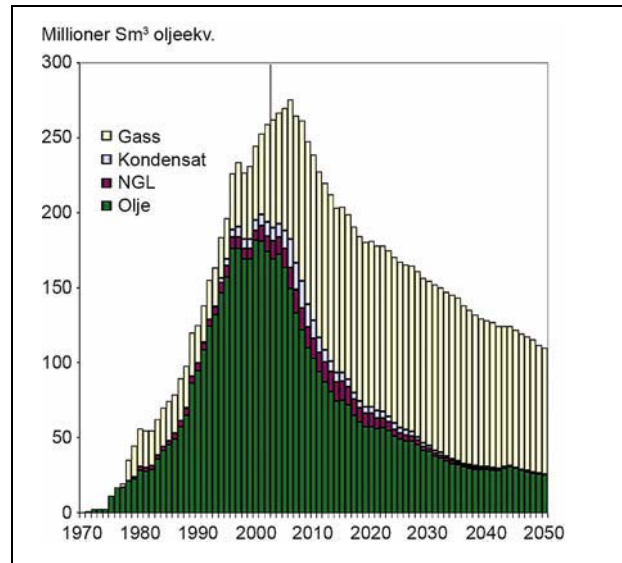




Figur 5.8 Årlig energibruk etter vare i Referansebanen 2000-2050.

Kilde: Statistisk sentralbyrå og Lavutslippsutvalget.

Det er i det siste tatt initiativ for utrede økt foredling av naturgass i Norge før den selges til utlandet (GassMaks). Tanken er å foredle opp mot 10 prosent av norsk gassproduksjon ved produksjon av plastprodukter, proteiner, metanol og drivstoff. Ti prosent av norsk gassproduksjon i 2050 vil ha en energiinnhold på mer enn 80 TWh. Hvis en slik satsing realiseres vil dette komme på toppen i figur 5.8 etter en lengre oppbyggingsperiode. En slik satsing kan realiseres uten vesentlig økning i norske klimagassutslipp.



Figur 5.9 Anslag for framtidig norsk olje- og gassproduksjon.

Kilde: Oljedirektoratet.

## 5.6 Framtidige utslipp

Basert på den økonomiske vekstbanen og forbruket av energivarer i Referansebanen, kan utslipp av klimagasser beregnes. Tabell 5.6 og figur 5.10 viser resultatene.

Samlet øker klimagassutslippene fra knappe 55 MtCO<sub>2</sub>-ekv. i 2000 til et nivå på nesten 70 MtCO<sub>2</sub>-ekv. i 2050, altså med noe over 25 prosent. Dette er vesentlig lavere enn både BNP-veksten (152 prosent) og veksten i privat konsum (311 prosent). Den største utslippsveksten kommer fra introduksjon av gasskraft; ca. 20 «typiske» gasskraftverk som i 2050 leverer ca. 59 TWh elektrisitet til forbrukerne og står for utslipp av ca. 20 MtCO<sub>2</sub>-ekv., sva-

Tabell 5.5 Andel av ulike energivarer etter teoretisk energiinnhold i Referansebanen i 2000 og 2050. Prosent. Gjennomsnittlig årlig vekst i etterspørsel etter ulike energivarer over perioden 2000-2050, sammenholdt med årlig vekst i BNP og privat konsum. Prosent pr. år.

	Etterspørsel 2000	Andel 2000 Prosent	Etterspørsel 2050	Andel 2050 Prosent	Gjennomsnittlig årlig vekst Prosent pr. år
Bensin	2,3 mill. tonn	12	3,2 mill. tonn	12	0,7
Autodiesel	3,2 mill. tonn	17	3,4 mill. tonn	12	0,2
Fyringsolje	3,1 mill. tonn	16	4,7 mill. tonn	17	0,8
Elektrisk kraft	126 TWh	55	197 TWh	59	0,9
Energivarer i alt	229 TWh	100	333 TWh	100	0,8
BNP					1,9
Privat konsum					2,8

Kilde: Statistisk sentralbyrå og Lavutslippsutvalget.

Tabell 5.6 Anslag over klimagassutslipp fram mot 2050 i Referansebanen. MtCO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Andel av utslipp i 2000 og 2050 og gjennomsnittlig årlig vekstrate 2000-2050. Prosent\*.

	2000	2005	2020	2035	2050	Andel 2000	Andel 2050	Gjennom- snittlig årlig vekst
	MtCO <sub>2</sub> - ekv.	MtCO <sub>2</sub> - ekv.	MtCO <sub>2</sub> - ekv.	MtCO <sub>2</sub> - ekv.	MtCO <sub>2</sub> - ekv.	Prosent	Prosent	Prosent pr. år
Produksjon av elektrisitet	0	0	5	11	20	0	29	11,2
Petroleumsvirksomhet	10	15	10	7	5	19	7	-1,4
Prosessindustri	15	13	18	16	15	28	22	0,0
Transport	17	16	18	18	18	31	26	0,1
Oppvarming	5	5	6	6	7	9	10	0,7
Jordbruk/Avfall	7	6	4	4	4	13	6	-1,1
I alt	54	54	60	62	69	100	100	0,5

\* Utslipp i historiske år er basert på modellsimulering og kan avvike noe fra faktiske utslipp.

Kilde: Lavutslippsutvalget.

rende til nesten 30 prosent av de samlede utslipp. På den annen side finner vi den største reduksjonen i utslipp fra petroleumssektoren som reduserer sine utslipp med om lag to tredjedeler fram mot 2050 uten spesielle tiltak fordi den norske produksjonen av olje og gass er antatt å falle som vist i figur 5.9.

## 5.7 Noen framtidbilder

### Bilde 1: Dyr olje

Sterk etterspørsel fra Sørøst-Asia, politisk uro i Midtøsten og få nye funn gjør at olje- og gassprisene fortsetter å stige fra dagens nivå på rundt 70USD/fatet og 2 kr/Sm<sup>3</sup>. Dette drar med seg kullprisen, som så leder til rekordhøye elektrisitetspriser i hele det europeiske elmarkedet, inklusive det norske. Alternative energikilder som biomasse, vind og sol, blir dermed konkurransedyktige vis-à-vis fossile energikilder samtidig som det blir økt fokus på å redusere all energibruk.

Norges framtidige kraftbehov påvirkes i betydelig grad av hva som skjer med de vel 30 TWh pr. år som i dag brukes av den kraftintensive industrien. Allerede i dag ser vi en viss nedbygging av denne industrien i Norge, og viktige aktører som Norsk Hydro og Elkem har signalisert at framtidig produksjon i økende grad vil skje utenfor Europa. Høyere elektrisitetspriser bidrar til å akselerere denne prosessen, og frigjør nærmere 30 TWh kraft innen 2030. Dette reduserer det norske energibehovet kraftig samtidig som framtidig kraftforsy-

ning holdes karbonfri. Den nye kraften som trengs får vi fra vindkraft (på land og ikke minst til havs) og kraft fra småkraftverk som delvis også går til eksport.

Høye elpriser gjør det mer lønnsomt å installere varmpumper for mer effektiv utnyttelse av elektrisitet til oppvarming. Dessuten fortrenger bioenergi i form av pellets, flis, ved og biogass all olje på oppvarmingsmarkedet. Utslippene knyttet til all form for stasjonær forbrenning reduseres derfor nesten til null.

På lignende vis gjør høye drivstoffpriser det attraktivt å blande inn stadig økende andeler biodrivstoff i bensin og diesel. Dette reduserer nettoutslippene av CO<sub>2</sub> fra transportsektoren. Ved hjelp av moderate avgiftsomlegginger oppmuntres folk til å kjøpe stadig mer utslippsvennlige biler i form av små dieselmotorer, hybridbiler eller elbiler. Dette reduserer utslippene fra denne sektoren ytterligere. I tillegg kommer at høyere drivstoffpriser demper veksten i transportarbeidet. Over tid gjen-speiler dette seg i mer kompakte byer og tettsteder.

For petroleumssektoren gjør de høye energiprisene det mer lønnsomt å utvinne marginale felt og letevirksomheten trappes derfor opp. Sektorens utslipp reduseres imidlertid fortløpende ved at stadig flere av de nye anleggene legges på havbunnen og på land og forsynes med utslippsfri kraft. De få plattformene som står igjen får deler av sitt kraftbehov dekket av lokale vindmøller tilpasset store havdyp og fra land. I tillegg kommer en naturlig nedtrapping av aktiviteten ettersom de største og mest lønnsomme feltene tømmes.

I dette framtidsbildet vil de høye energiprisene langt på vei alene føre til sterkt reduserte klimagassutslipp. Det forutsetter likevel at man i tide investerer i nødvendig teknologiutvikling som vindmøller for dypt vann, nye produksjonsteknologier for biodrivstoff, automatiserte pelletskamener, varmepumper og lavutslippsfartøy.

#### *Bilde 2: Sterk klimapolitisk satsing*

Skader som kan relateres til klimaendringer kommer fortere, hyppigere og sterkere enn ventet. Hetebølgen i Europa fra 2003 kommer tilbake allerede i 2009, og tørkesomme i Sør-Europa gjør at skog- og lyngbranner brer om seg. Akutt vannmangel gjør golfferier i sydlige strøk til et fjernt minne, og selv alpinferier i Alpene er det nå blitt vanskelig å få arrangert. Flere orkaner i nærheten av Manhattan har også økt bekymringen for skadelige klimaendringer hos den nyvalgte administrasjonen i USA. Etter mange år med stillstand i de internasjonale klimaforhandlingene innfører derfor de rike landene et bredt og sterkt kvotehandelsregime allerede fra 2012.

Dette sikrer en høy pris på klimagassutslipp og leder til storstilt satsing på CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring i kraftsektoren. Norge har vært tidlig ute med å utvikle og prøve ut denne teknologien, og flere norske selskap gjør det svært godt som leverandører til tjenester til dette markedet. I tillegg kommer tjenester Norge tilbyr for lagring og sikker oppbevaring av CO<sub>2</sub> under havbunnen i Nordsjøen. Dette er inntekter som kommer godt med, for olje- og gassinntektene er nesten helt tørket inn ettersom den globale etterspørselen etter fossile brenslere er blitt redusert.

Foruten sterk reduksjon i klimagassutslippene fra kraftsektoren, velger flere land å regulere egne utslipp ved å innføre personlige kvoter for innbyggerne. Dette viser seg meget effektivt over tid, da salg av lav- og nullutslippsbiler nærmest eksploderer, og ferieveanene legges om i retning av kortreiste ferier.

Oppdrettsnæringen i Norge får det imidlertid tyngre da de møter økte kostnader fra så vel frakt av fisk som kjøp av fôr. Kvoteprisen gjør det også tyngre for trålflåten å tjene penger, mens kystfisket blomstrer. I det hele foretrekkes nå kortreist mat på grunn av prisen, og det blir igjen eksotisk og dyrt å spise nypoteter fra fjerne himmelstrøk tidlig i mai.

Petroleumsindustrien sliter og bygges raskt ned utenom den delen som håndterer CO<sub>2</sub>. Det er uaktuelt med ny letevirksomhet og selv haleproduksjon fra felt i drift blir ulønnsom. For resten av

industrien og på kraftsiden får vi en utvikling som i mangt og meget minner om framtidsbilde 1 skissert ovenfor, i det høye kvotepriser kompenserer for fallende råvarepriser på fossil energi og sikrer god lønnsomhet for fornybar energi og energiefektivisering.

#### *Bilde 3: Intet lederskap*

Etter femten år med intense klimaforhandlinger blir det nå klart at man ikke kommer noen vei. Motsetninger mellom i-land og u-land, mellom oljestater og i-land uten egne oljeressurser, og faktisk også innad i gruppene av i-land og u-land, gjør at hele prosessen kjører seg fast. I 2012 står man uten noen oppfølging av Kyoto-protokollen, og selv om noen land velger å bekjempe stadig økende klimagassutslipp, går nå mesteparten av innsatsen til å forbrede seg på klimaendringene. Sterkere innvandringsvern og økte forsvarsutgifter er to av trekene som går igjen i nesten alle i-land og som gjør at tilpasningskostnadene blir høye.

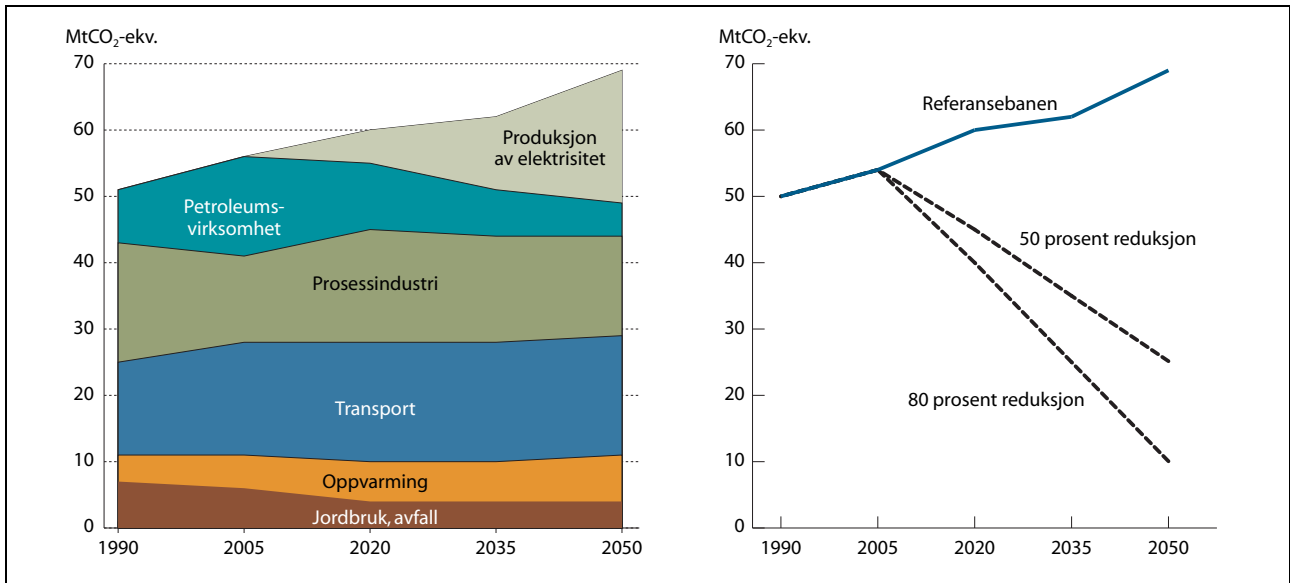
I Norge oppleves en situasjon med økende kraftbehov og relativt store klimagassutslipp fra kraftkrevende industri, transport, petroleumssektoren og oppvarming, i tillegg til de nye utslippene fra gasskraftverkene. Myndighetene venter, som et forsiktig anslag, 50 prosent økning i norske klimagassutslipp fram mot 2050 med om lag like store bidrag fra hver av utslippskildene nevnt ovenfor.

Likevel er det noen framsynte som ser at skadene fra klimaendringer over tid vil tvinge fram utslippsreduserende tiltak internasjonalt. De argumenterer derfor sterkt for at Norge bør gripe sjansen til både å redusere egne utslipp og utvikle de teknologier og tjenester som vil bli nødvendige når «resten av verden våkner opp». Kan så Norge innenfor dette perspektivet klare å redusere sine utslipp med to tredjedeler?

*Det er utfordringen i framtidsbilde 3 utvalget har valgt å se nærmere på, og svaret på spørsmålet ovenfor er heldigvis: Ja - selv i en situasjon der resten av verden gjør lite eller ingenting for å redusere sine utslipp, er det mulig å angi tiltak som vil redusere de norske utslippene med om lag to tredjedeler i forhold til «dagens utslipp» uten at det blir veldig dyrt.*

## **5.8 Sammenfatning**

Som vist foran i kapittel 4, er situasjonen i 2005 at de fire kildene «Petroleumsvirksomhet», «Prosessindustri», «Transport» og «Oppvarming» sammen med utslipp fra «Jordbruk og avfall» hver utgjør ca.



Figur 5.10 Historiske og framskrevne årlige utslipp av klimagasser i Referansebanen 1990-2050, samt mål for lavutslippssamfunnet i 2050.

Kilde: Statistisk sentralbyrå og Lavutslippsutvalget.

¼ av utslippene. I Referansebanen fram mot 2050 finner vi at:

- De samlede utslippene øker med omtrent 25 prosent, en svakere årlig vekst enn vi har hatt historisk.
- Utslipp fra gasskraftverk tar mer eller mindre over rollen til petroleumssektoren med hensyn på klimagassutslipp.
- Utslippene fra prosessindustrien reduseres svakt.
- Betydningen av transport øker.

I Referansebanen i 2050 har vi derfor fortsatt fire omtrent jevnstore utslippskilder, se figur 5.10, men nå består de av gasskraft, prosessindustri, transport og en samlekategori av petroleumsvirksomhet, oppvarming, jordbruk og avfall. Det er klart at skal målet om å redusere utslippet med to tredjedeler nås innen 2050 så må det gjennomføres betydelige utslippskutt fra alle utslippskildene.

## Kapittel 6

# Teknologiske løsninger og atferdsendringer knyttet til norske utslippskilder: Hva kan gjøres?

Hva kan så gjøres for å redusere utslippene fram mot 2050 i forhold til utviklingen i Referansebanen? I dette kapitlet vil vi i hovedsak gå gjennom en rekke mulige tiltak rettet mot de største norske kildene til utslipp.<sup>1</sup> Det tekniske potensialet vil bli beskrevet for hver kilde, og utvalgets valg og «dosering» av ulike tiltak vil bli skissert. En helhetlig løsning vil bli presentert i kapittel 7.

Før den kildebaserte gjennomgangen i dette kapitlet vil vi imidlertid først peke på noen bieffekter knyttet til ulike typer utslippsreducerende tiltak. Dette er nyttig når valg av tiltak og dosering skal begrunnes. Deretter går vi gjennom de tekniske reduksjonspotensialene, men starter med og begrunner to grunnleggende tiltak i form av økt informasjons- og forskningsvirksomhet. Dette er tiltak som utvalget ser som nødvendige forutsetninger for de øvrige tiltak.

### 6.1 Utslippsreducerende tiltak gjør mer enn å redusere utslipp

Når man innfører tiltak for å redusere klimagassutslipp, skjer selvfølgelig mer enn at utslippene går ned. Ekstra kostnader vil som regel påløpe og dermed påvirke vår levestandard. I noen tilfeller kan også utslippene i utlandet øke som følge av norske utslippreduksjoner. Videre er det slik, spesielt når det gjelder store tiltak, at de kan påvirke graden av teknologiutvikling i første omgang og deretter næringsutviklingen i landet på lengre sikt. I vurderingen av hvilke tiltak som kan være nyttige i bekjempelsen av klimagassutslipp og størrelsen på tiltakene, må slike bieffekter tas hensyn til.

I utgangspunktet kan utslippene uttrykkes som et produkt av to faktorer: aktivitetsnivå multiplisert med utslippsintensitet (utslipp pr. aktivitetsnivå). Eksempler på en slik enkel dekomponering er at utslipp fra veitransport kan uttrykkes som antall kilometer kjørt multiplisert med utslipp pr. kjørt

kilometer, utslipp fra boligoppvarming kan uttrykkes som antall kvadratmeter som varmes opp multiplisert med utslipp pr. kvadratmeter pr. år, osv. Aktivitetsnivået kan videre deles inn i konsum og produksjonsaktiviteter rettet inn mot eksportmarkedet. Basert på denne dekomponeringen kan det være nyttig å dele mulige tiltak inn i noen hovedgrupper:

1. Redusert eksport fra Norge (reduisert aktivitet i Norge).
2. Redusert konsum i Norge (reduisert aktivitet i Norge).
3. Redusert utslippsintensitet i Norge.
4. Norskfinansierte utslippsreduksjoner i utlandet (reduisert aktivitet og intensitet i utlandet).

Redusert eksport fra Norge, særlig av kraftkrevende produkter og petroleum, vil opplagt ha stor effekt på norske utslipp. Gitt at den globale etterspørselen etter disse produktene likevel ikke vil endre seg særlig som følge av redusert norsk eksport, vil imidlertid ikke de globale utslippene reduseres. Snarere vil de kunne øke om man tror at Norge produserer med mer miljøvennlig teknologi enn det som er tilfellet i andre land. Norsk økonomisk aktivitet vil bli redusert ved redusert eksport fra Norge, i hvert fall i første omgang til omstilling til annen virksomhet er gjennomført. Den økonomiske aktiviteten vil bli mer permanent redusert om den alternative virksomheten ikke er like produktiv som den eksportrettede virksomheten. BNP i Norge vil derfor gå ned som følge av tiltaket. Gitt at vi i utgangspunktet hadde gode forutsetninger for å drive den eksportrettede virksomheten vil også vår kompetanse på dette og dermed vår allmenne konkurranseevne svekkes. Mulighetene for videre nærings- og teknologiutvikling vil også bli redusert - i hvert fall innen de bransjene som blir berørt.

På tilsvarende måte kan man gå igjennom ventede effekter av eventuelt redusert konsum i Norge. Effektene er stort sett de samme som å redusere eksporten, selv om de globale utslippene vil bli marginalt redusert ved redusert konsum i Norge.

<sup>1</sup> Faktagrnnlaget for dette kapitlet bygger mye på eksterne utredninger og er derfor ikke kvalitetssikret av utvalget i alle detaljer.

Hvis man derimot, istedenfor å redusere aktivitetensnivået i Norge, tar sikte på å redusere utslippssintensiteten, blir effektene noe annerledes. For det første vil økt satsing på teknologiutvikling og -implementering for å få til redusert utslippssintensitet i Norge ha neglisjerbare direkte konsekvenser for utslippene i utlandet. På sikt kan imidlertid utslippene reduseres ved at Norge bringer ny teknologi til markedet og demonstrerer egenskapene ved den nye teknologien. BNP vil ventelig bli redusert som følge av økte kostnader, men økt teknologisk kompetanse vil kunne motvirke økte kostnader og lede til konkurransefortrinn og ny næringsutvikling på sikt.

Endelig, hvis en skulle velge å «kjøpe seg fri» ved å kjøpe utslippsreduksjoner i utlandet, så vil selvfølgelig utslippene der reduseres, mens utslippene her hjemme opprettholdes. En slik form for tiltak vil redusere den andelen av BNP som vi kan bruke til konsum og investeringer her hjemme, men uten mulighet for positive bivirkninger på vår egen kompetanseoppbygging.

Samlet sett synes det å være gode grunner for å velge en type tiltak som baserer seg på teknologiutvikling og -bruk med sikte på å redusere utslippssintensiteten. De har den fordel at utslippseffekten av dem er relativt forutsigbar og, som vi vil se senere, i det store og hele tilstrekkelige til å oppnå de utslippsreduksjonene vi er ute etter i denne sammenheng.

Opp mot slike teknologisk baserte tiltak kan man stille tiltak som baserer utslippsreduksjonene på atferdsendringer. Dette er dels tiltak der man reduserer aktiviteten, for eksempel kjører mindre, men omfatter også tiltak der man gjennom endret atferd reduserer utslippssintensiteten, for eksempel kjører mer drivstofføkonomisk. Generelt sett vil hvert enkelt atferdstiltak føre til mindre reduksjoner i utslipp enn rene teknologiske tiltak. De kan likevel ha stor effekt gjennom at «mange tar små skritt i riktig retning». Skal man få til dette, er det imidlertid etter utvalgets mening viktig at samfunnet signaliserer en felles vilje til tiltak. Dette kan hensiktsmessig skje gjennom satsing på store teknologiprojekter, og er således nok et argument for at samfunnet prioriterer denne type tiltak.

Utvalget mener at et lite antall teknologiske løsninger er i stand til å kunne levere det alt vesentligste av de utslippsreduksjoner vi ønsker innen 2050. Med utgangspunkt i Referansebanen, er det disse løsningene som til sammen skal til for å realisere hva utvalget kaller *Lavutslippsbanen*, det vil si den banen som vil innfri kravet i mandatet om 50 til 80 prosent reduksjon i klimagassutslippene innen 2050. Hvilke konkrete teknologiske løsninger som

foretrekkes vil selvfølgelig avhenge av utslippskilder og de potensielle utslippsreduksjonene som de ulike teknologiske løsningene kan levere. Dette drøftes nærmere nedenfor, etter at vi først omtaler to grunnleggende tiltak utvalget oppfatter som nødvendige for at de øvrige tiltakene skal la seg gjennomføre.

## 6.2 To grunnleggende tiltak

Utover de tekniske tiltakene som vil bli beskrevet i de neste avsnittene, ser utvalget sterkt behov for to mer grunnleggende tiltak:

1. En sterk og langvarig satsing på helhetlig informasjon til den norske befolkningen om klimaproblemet og de mulighetene man har til å redusere Norges klimagassutslipp.
2. Økt satsing på kompetanseoppbygging, forskning og utvikling av klimavennlige teknologier.

Begrunnelsen for å inkludere det første tiltaket (informasjon til befolkningen) er at dette er nødvendig for å skape politisk aksept for en aktiv klimapolitikk, og for å få gjennomført tiltak i alle sektorer. Dersom offentlige utgifter til forskning og utvikling skal økes som ledd i å bekjempe utslipp av klimagasser, er det avgjørende at befolkningen forstår begrunnelsen og godtar denne. Forståelse for hvorfor slike og andre virkemidler innføres er derfor viktig.

Informasjon om klimaproblemet og konkrete løsninger kan for øvrig gi et grunnlag for individuelle atferdsendringer, som igjen vil bidra til reduserte klimagassutslipp.

Begrunnelsen for det andre tiltaket (forskning og utvikling) er flerdelt. For det første trenger man bedre teknologier innen felt som CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring, vindkraft (spesielt til havs), pellets- og rentbrennende ovner, produksjon av biodrivstoff, produksjon av solceller, utvikling av varmepumper, utvikling av lavutslippsskip og satsing på hydrogenteknologier (se boks 6.1). Innenfor disse feltene har Norge gode fagmiljøer og tildels naturgitte fortrinn som gjør at man har komparative fortrinn i internasjonal sammenheng for å utvikle nettopp denne type teknologi. Slik teknologiutvikling kan sees på som Norges bidrag til det globale teknologiløftet som er nødvendig for å «løse» klimaproblemet og som investering i framtidsrettet næringsutvikling.

For det andre vil økt langsiktig satsing på denne type forskning og utvikling kunne motivere flere ungdommer til å ta relevant utdanning og planlegge en karriere innen teknologifaget, når de

### Boks 6.1 Hydrogenutvalget – noen av dets anbefalinger

En av hovedanbefalingene fra Hydrogenutvalget er at det etableres et nasjonalt hydrogenprogram med forankring i Norges forskningsråd (NOU 2004:11). Dette programmet skal i første rekke dekke forskning knyttet til utvikling av hydrogenteknologi og demonstrasjonsprosjekter. En av hovedambisjonene i en norsk hydrogensatsing bør i følge utvalget være å være tidlig bruker av hydrogenkjøretøy.

Innenfor grunnleggende og strategisk forskning trekker utvalget blant annet fram membraner, lagringsteknologier, forbrenning og katalysatorer som teknologiområder av stor betydning og hvor Norge allerede har god kompetanse. Det pekes også på at Norge bør satse på å utvikle kompetanse på bruk av brenselceller i skip. Deretter nevnes viktigheten av å etablere gode demonstrasjonsprosjekter. Utvalget nevner følgende mulige kandidater til demonstrasjonsprosjekter:

- Nordisk «hydrogenkorridor»: Stavanger- Oslo-Malmö-København.
- Pilotprosjekt knyttet til produksjon av hydrogen og kraft fra naturgass med CO<sub>2</sub>-håndtering.
- Pilotprosjekt for å introdusere hydrogen-naturgassblandinger.

- Etablering av nasjonalt forskningsorientert testlaboratorium.
- Brenselcelleprosjekt i ferger.

De gjennomgår videre flere energikilder som hydrogen kan produseres fra, og framhever at Norge samlet sett har et fortrinn som gjør hydrogen fra norsk sokkel til en interessant langsiktig løsning. Imidlertid anser de ikke produksjon av hydrogen fra naturgass uten CO<sub>2</sub>-håndtering for anvendelse til stasjonære formål som et reelt alternativ.

Utvalget anbefaler en gradvis økning i den samlede offentlige finansieringen av hydrogensatsingen, fra om lag 50 mill. i 2005 til 100-150 mill. i 2014.

På bakgrunn av innstillingen fra Hydrogenutvalget kom regjeringen høsten 2005 med en hydrogenstrategi. Regjeringen opprettet i den forbindelse en Hydrogenplattform som skal favne om alle forsknings- og utviklingsprogrammer og støtteordninger knyttet til hydrogensatsingen. Det er også opprettet et strategisk råd - Hydrogenrådet - som skal være rådgivende for de aktiviteter som omfattes av strategien.

Plattformen skal administreres av Forskningsrådet i tett samarbeid med Gassnova, Enova og Innovasjon Norge.

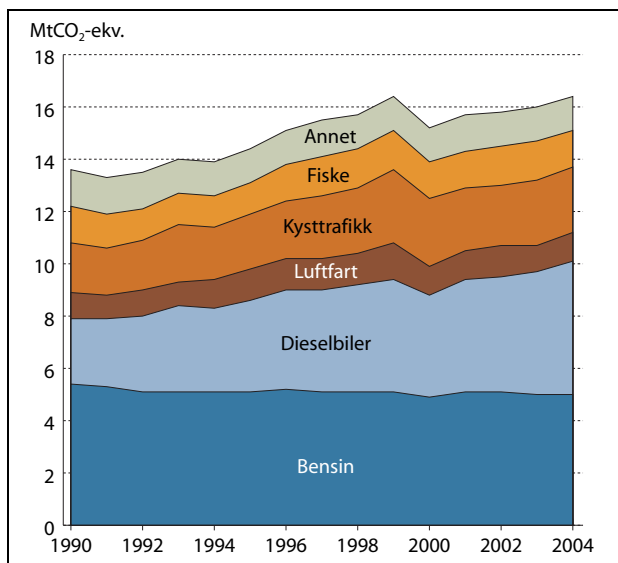
ser at Norge har ambisjoner om å være verdensledende innen enkelte av klimateknologiene. Denne kompetanseoppbyggingen vil landet uten tvil dra nytte av også utover de effektene det vil ha på Norges klimagassutslipp, og det vil kunne danne grunnlag for ny næringsutvikling. En stor og langsiktig satsing på teknologiutvikling vil gi «spin-offs» i form av kompetanse og andre produkter som vil være av verdi for samfunnet uavhengig av eventuelle anvendelser i klimasammenheng. Utvalget vil imidlertid understreke at satsingen må være langsiktig og troverdig. Usikkerhet omkring rammebetingelsene vil være særdeles skadelig for både rekruttering og villigheten blant annet fra det private næringsliv til å satse på denne type teknologiutvikling.

*Uten at disse to tiltakene (informasjon og forskning) på plass har utvalget mindre tro på at de andre anbefalingene vi fremmer vil kunne gjennomføres.*

### 6.3 Transport (vei, bane, sjø og luft)

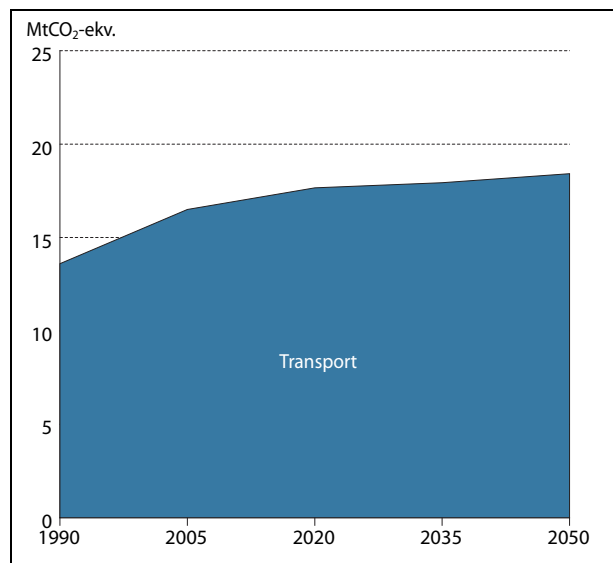
Landtransport i Norge består av transport på vei og bane. I tillegg skjer et betydelig transportarbeid med skip og fly. I dag bruker kjøretøy, skip og fly i all hovedsak fossile drivstoff i form av bensin, diesel og andre drivstoff som gir utslipp av CO<sub>2</sub>. Samlet sto mobile utslipp, utenom utenriks sjø- og luftfart, for 16,5 MtCO<sub>2</sub>-ekv. i 2004. Dette utgjorde 30 prosent av de samlede utslippene dette året. Over perioden fra 1990 til 2004 økte de mobile utslippene med 21 prosent, mens de samlede utslippene økte med 10 prosent, se tabell 6.1 og figur 6.1. Transportrelaterte utslipp har derfor hatt en kraftigere vekst enn andre utslipp historisk sett.

I Referansebanen brytes denne veksttrenden ved at den generelle økonomiske veksten er noe lavere enn historiske tall, se figur 6.2. I tillegg kommer slike forhold som at utslipp fra fiske er forventet.



Figur 6.1 Årlige utslipp fra mobile kilder utenom utenriks sjø- og luftfart 1990-2004.

Kilde: Statistisk sentralbyrå.



Figur 6.2 Årlige utslipp fra transportaktiviteter utenom utenriks sjø- og luftfart historisk og i Referansebanen 1990-2050.

Kilde: Statistisk sentralbyrå og Lavutslippsutvalget.

tet å bli redusert fram mot 2050, og annen sjøtransport heller ikke vokser i særlig grad i Referansebanen. Utslippene fra transport vil likevel være 15 prosent over dagens nivå i 2050 i henhold til Referansebanen og andelen av samlede utslipp holder seg på nesten 30 prosent i 2050. Tiltak mot klimagassutslipp fra transportsektoren er derfor helt sentralt for å nå målet om et lavutslippssamfunn. Hvilke muligheter eksisterer så for å redusere utslippene fra transportaktivitetene?

En mulighet er å redusere transportarbeidet i samfunnet ved for eksempel å endre fundamentale bosetnings- og lokaliseringmønstre slik at nødvendige arbeidsreiser reduseres. Urbaniseringen

av samfunnet kan derfor hilses velkommen fra et utslippsperspektiv. Økt bruk av lokalt produserte varer vil også redusere transportbehovet. Bedre logistikkplanlegging vil kunne redusere andelen av tomgodskjøring. Endelig kan man kutte ned på, eller i hvert fall bremse den raskt voksende feriereisingen ved å legge om nordmenns reise- og ferievaner.

Lavutslippsbiler er tilgjengelige i dag enten i form av ekstremt energieffektive dieseldrevne kjøretøy, gasskjøretøy eller som hybrider hvor man kombinerer en bensinmotor med en el-motor. CO<sub>2</sub>-utslipp fra en dieselmotor er ca. 20 prosent lavere sammenliknet med en tilsvarende bensinmotor.

Tabell 6.1 Utslipp fra mobile kilder i 1990 og 2004 eksklusive utslipp fra utenriks sjø- og luftfart. Fordeling av utslipp i 1990 og 2004 og gjennomsnittlig årlig vekst over perioden.

	1990	2004	Andel 1990	Andel 2004	Gjennomsnittlig årlig vekst
	MtCO <sub>2</sub> -ekv.	MtCO <sub>2</sub> -ekv.	Prosent	Prosent	Prosent pr. år
Bensinbiler	5,4	5,0	37	30	-0,6
Dieselbiler	2,5	5,1	15	31	5,2
Luftfart	1,0	1,1	9	7	1,3
Skip og båter - Kysttrafikk mm.	2,2	2,7	21	16	1,4
Skip og båter - Fiske	1,4	1,5	10	9	0,2
Annet (moped, snøscooter, mm)	1,1	1,1	8	7	0,3
I alt	13,6	16,5	100	100	1,4

Kilde: Statistisk sentralbyrå.



CO<sub>2</sub>-utslippet fra begge typer motorer kan reduseres ytterligere ved å ta i bruk biodrivstoff (se boks 6.2). Men reduksjonen vil avhenge av typen bioprodukt og derfor må livssyklusanalyser være gjennomført før man kan si noe om nivå. Likevel er det kjent at biodiesel framstilt fra enkelte avfallsoljer kan gi opp til 100 prosent reduksjon. Det er ikke behov for spesialtilpassede motorer ved lav innblanding (5 prosent) av biokomponenter. Enkelte bilprodusenter gir full garanti ved bruk av biodiesel i en ordinær dieselbil, mens 100 prosent ren eller høye bioalkoholinnblandinger i bensin krever at gummi- og plastmaterialer i motor og drivstoffsystem er tilpasset dette.

Elbiler og biler drevet av brenselceller bruker teknologier som har mulighet til å gi nullutslipp-skjøretøy. Elbilen finnes allerede på markedet, men batteriegenskapene er foreløpig for dårlig til at den er blitt svært utbredt. Et gjennombrudd i

batteriteknologi kan på sikt gjøre dette til en svært anvendbar og populær form for kjøretøysteknologi, men dette er forventet å ta lang tid.

Brenselcellebil krever gjennombrudd i brenselcelleteknologi for å bli kommersielt interessant, og det er også nødvendig å utvikle ny infrastruktur og lagringsteknologi for hydrogen som drivstoff for å sikre en større utbredelse. Med de teknologiske og økonomiske utfordringene som gjenstår for produksjon av framfor alt brenselceller er det derfor lite sannsynlig at denne teknologien vil bidra til nevneverdig reduksjoner av klimagassutslipp fra transportsektoren før 2020. Så får framtiden vise om og når forskning på nye materialer, driftsikkerhet, kuldeegenskaper og andre utfordringer kan lede til et hydrogensamfunn uten utslipp av klimagasser fra transportsektoren. Det som er sikkert er at dette vil kreve langsiktig og fokusert forskningsinnsats på global basis.

### Boks 6.2 Om biodrivstoff

Drivstoff produsert med utgangspunkt i fornybart materiale blir ofte kalt biodrivstoff. Det betyr at den samme mengden CO<sub>2</sub> som blir frigjort ved forbrenning, bindes opp igjen når planten vokser opp igjen. Slike drivstoff inngår derfor i naturens naturlige karbonkretslop og bidrar derfor ikke til drivhuseffekten på samme måte som fossile drivstoff gjør, der man slipper ut mer CO<sub>2</sub> enn naturen er i stand til å binde opp etterpå. I mange tilfeller brukes det fossile innsatsfaktorer i produksjonen av biodrivstoff, ofte i form av transport eller kunstgjødsel. Forskjellige biodrivstoff kan derfor ha ulik klimapåvirkning alt etter hvordan de har blitt produsert og hvor langt de har blitt transportert. Livssyklusanalyser er derfor nødvendig for å kunne si noe om total utslippsgevinst.

Det finnes mange ulike typer biodrivstoff; her nevnes bare de typene som kan benyttes i allerede eksisterende infrastruktur – enten i ren form eller som innblanding. De mest aktuelle drivstoffene er biodiesel, bioetanol og – til en viss grad – biogass.

*Biodiesel:* I Norge i dag er biodiesel det biodrivstoffet som er best kjent. Biodiesel kan grovt sett framstilles enten av planteoljer eller dyrefett; produksjonen av biodiesel i Norge er i dag hovedsakelig basert på fiskeoljer og brukt frityrfett. Det importeres også mindre mengder diesel produsert av planteoljer. I Europa er det vanligst å

bruke rybs og raps (canola) i produksjonen av planteoljebasert diesel.

Skogen står for det klart største potensialet for biodrivstoff, og i dag er produksjon av diesel fra tremasse det mest aktuelle alternativet. Store deler av drivstoffetterspørselen kan dekkes med miljøvennlig syntetisk biodiesel i Norge. Teknologien går i all hovedsak ut på å danne syntese-gass, CO og H<sub>2</sub>, fra biomasse, som så reagerer i en Fischer-Tropsch reaktor som produserer forskjellige hydrokarboner, inkludert diesel, derav navnet syntetisk biodiesel. Teknologien er i på randen av kommersialisering, det planlegges for eksempel i Tyskland fem store anlegg som hver skal produsere 200 000 tonn diesel årlig innen 2010. (Det samlede forbruk av diesel i Norge er til sammenlikning ca. 2 mill. tonn pr. år).

*Bioetanol:* Bioetanol kan produseres med utgangspunkt i planter som inneholder sukker, cellulose eller stivelse, for eksempel ulike sorter korn, mais, sukkerrør, sukkerroer, poteter og til og med trevirke. Verdens største produsent av bioetanol er Brasil, som lager 15 milliarder liter i året, produsert med utgangspunkt i sukkerrør.

*Biogass:* Biogass kan ikke blandes med verken diesel eller bensin og krever derfor en helt egen infrastruktur. Imidlertid kan bensinmotorer kjøres på biogass, og derfor kan dette biodrivstoffet benyttes i kombinasjon med bensin ved hjelp av en separat tank.

Kilde: <http://www.zero.no/transport/bio/200511151626>

### Boks 6.3 Sverige: Kommissionen mot oljebæring

«Kommissionen mot oljebæring» ble opprettet av regjeringen i desember 2005. Oppdraget var å presentere en konkret strategi for å til år 2020 bryte Sveriges avhengighet av olje - så at det skal finnes alternativer om prisen stiger - og påtagelig redusere vår faktiske oljebruk. Dermed kan Sverige bedre sikre sin langsiktige energiforsyning, redusere klimapåvirkning, utvikle ny teknologi, forbedre konkursekraften og bedre bruke energiresurserne fra skog og jordbruk.

Kommissionen har arbeidet for at Sverige til år 2020 skal kunne nå følgende mål:

- Energieffektivisering av hele samfunnet med minst 20 prosent.
- 40-50 prosent mindre bensin og diesel i vekttransportene.
- 25-40 prosent mindre olje i industrien.
- Ingen olje i oppvarmingen av bosteder og lokaler.

*Alternativa drivmedel:* Den største forbruken av oljeprodukter skjer i trafikken. For å bryte den avhengighet kreves en rask tilvekst i bruken av alternative drivstoffer. Produksjonen av drivstoffer fra det svenske skog- og jordbruket må øke.

*Effektive transport:* Den mulige produksjonen av drivstoffer begrenses av skog- og åkerareal likt som av energiinngangen ved produksjonen. For å det fremtidige tilbudet av alternative drivstoffer skal kunne dekke etterspørselen, kreves en redusert energiinngang for person- og lastbiler. Kommissionen vil se utviklede incitament for drivstofferløse kjøretøyer og redusert utslipp av koldioxid. Drivstoffer-effektivitet bør inkluderes

som en faktor i miljøklasseringen av biler. For å lette konsumentenes valg bør et energimerke-system vurderes. Trafikplaneringen kan forbedres med blant annet ITS (intelligente transportsystem) og GPS. Samtidig bør stimuleres. Kommissionen foreslår også en rad tiltak for å effektivisere og redusere godstransport på vei, styrke kollektivtrafikken og tåget, og stimuleres til IT-bruk, for å eksempelvis øke distansarbeidet.

*Bosteder og lokaler:* Olje som brukes for oppvarming har redusert raskt de siste årtionene. For å i praksis ta bort all olje i oppvarmingen er en økning av drivstoffer og økt energieffektivitet nødvendig. Kommissionen foreslår at byggreguleringene strammes og incitament skapes som øker viljen til bygge energieffektivt. Reduksjonen av direkte oppvarming med el bør påskyndes. Staten bør gå foran i effektiviseringsarbeidet. Fjernvarmen har en sentral rolle i utbyggingen av olje.

*Industrien:* Kommissionen setter opp ambisjonen til å halve andelen oppvarmingsolje i industrien skal erstattes med drivstoffer til 2020 og at olje i prosessene - der så er mulig - erstattes med drivstoffer eller energigasser.

*Forskning:* Kommissionen peker også på en rad forsknings- og utviklingsprosjekt som langsiktig kan bli avgjørende for å ytterligere redusere vår bruk av olje. Det gjelder blant annet solceller, drivstofferceller, hybridkjøretøyer, vindenergi og forbedringer av energisystemene i bosteder og industri.»

Kilde: Rapporten «På vei mot et oljefritt Sverige» kan lastes ned fra: [http://www.sweden.gov.se/sb/d/6316/a/66280;jsessionid=apRPIZpiuX8\\_](http://www.sweden.gov.se/sb/d/6316/a/66280;jsessionid=apRPIZpiuX8_)

Det forekommer forsøk, utprøving og - i begrenset omfang - ordinær bruk av slike drivstoffer i Norge. I Sverige er man på dette området kommet betydelig lenger, blant annet som følge av regler om at man skal ha tilgang til denne type drivstoffer. Dette er et ledd i å oppfylle Sveriges målsetting om å bli oljeuavhengig innen 2020, se boks 6.3. Statens forurensningstilsyn (SFT) har på oppdrag av Miljøverndepartementet utredet planer for innblanding av drivstoffer i Norge og foreslår påbud om slik innblanding (se Statens forurensningstilsyn, 2006a, b). Biodiesel og bioetanol er CO<sub>2</sub>-nøytrale drivstoffer som produseres i, men også importeres til Norge. Disse biolo-

giske drivstoffer brukes enten direkte som drivstoff, eller blandes inn i fossile bensin og diesel og bidrar derved til reduksjon av klimagassutslippet.

Videre vil også bruk av naturgass kunne gi utslippsreduksjoner. Naturgass gir, ved lik virkningsgrad som marine oljer og diesel i forbrenningsprosessen, ca. 25 prosent reduksjon av klimagassutslipp. Ved bruk av biogass vil alle netto klimagassutslipp kunne elimineres. Gass som drivstoffer er på vei inn som et miljøtiltak i norsk skipsindustri og norsk skipsfart, etter vellykkede forsøk med gassfergen Glutra. Gassbussprosjektet i Bergen omfatter 80 gassbuss og tre fyllestasjoner.

Gassbussene i Bergen gir på grunn av lavere virkningsgrad på gassmotorer enn på dieselmotorer imidlertid kun en marginal reduksjon (5 prosent) av klimagasser.

Fly bruker lette fraksjoner av fossile diesellojer, og bidrar til utslipp av klimagasser i forskjellige lag av atmosfæren. Det er mulig å produsere også dette drivstoffet fra biomasse, men kravene til drivstoffkvalitet gjør dette meget krevende i dag. Klimaeffekten av utslipp i høyere luftlag gjør imidlertid at en eventuell overgang til bioflybensin ikke vil bli klimanøytralt på samme måte som biodrivstoff til kjøretøy. Likevel vil det effektive utslippet kunne reduseres noe.

Det tekniske potensialet er forskjellig for de ulike transportformene, og de teknologiske mulighetene er også usikre i et perspektiv lengre fram enn 2020. Fram til 2020 finnes det imidlertid et stort teknisk potensial for å redusere drivstofforbruk og utslipp av klimagasser fra personbiler og fra alle kjøretøy i bytrafikk. En innfasing av drivstoff som er produsert fra biomasse, er mulig i den samme tidsperioden.

Farten i overgangen til mer energieffektiv og kostbar framdriftteknologi for kjøretøy vil selvsagt være avhengig av prisene på de ulike former for drivstoff. Høyere priser på fossile energibærere vil stimulere til bruk av mer miljøvennlig teknologi og også bruk av biobaserte drivstoff.

### 6.3.1 Prioritering av teknologier

I drøftingen av utslippsreduksjoner fra transportsektoren fokuserer utvalget på tiltak som vurderes å ha størst samlet effekt. Elektrifisering av Nordlandsbanen eller redusert klimagassutslipp fra fly blir dermed ikke diskutert. Luftfart bidro med utslipp av 1,1 MtCO<sub>2</sub> i 2004, men alternative teknologier som i vesentlig grad kan redusere utslippene av klimagasser fra fly er ikke godt nok utredet, og fly har kun et marginalt potensial for reduksjon i drivstofforbruk. Hydrogen er et mulig drivstoff for fly, men det er lite som tyder på kommersiell bruk innen luftfart (Skedsmo og Hagman, 1998).

Utvalget er av den oppfatning at det både bør satses på en overgang til bruk av klimavennlige kjøretøy og bruk av biobaserte drivstoff. Dette skyldes at utfordringene innenfor transportsektoren er såpass store at begge typer tiltak er nødvendige. Utvalget ser videre for seg at lavutslippskjøretøy vil være en naturlig satsing i nær framtid, mens nullutslippskjøretøy vil bli mer betydningsfulle fram mot 2050.

Utvalget har også valgt å inkludere utvikling og innføring av lavutslippsfartøy på sin tiltaksliste. Vi

mener at Norge her kan spille en rolle internasjonalt når det gjelder å utvikle miljøvennlig teknologi. På bakgrunn av norsk maritim kompetanse og pågående forsøk med gassferjer er derfor dette tiltaket inkludert.

Utvalget foreslår derfor fire tiltak for å bidra til reduserte utslipp fra transport fram mot 2050:

- Innfasing av biodrivstoff.
- Innfasing av en større andel lavutslippskjøretøy og nullutslippskjøretøy.
- Effektivisering av transportarbeidet.
- Utvikling og innføring av lavutslippsfartøy.

### 6.3.2 Biodrivstoff

Forsøk, utprøving og i begrenset omfang ordinær bruk av CO<sub>2</sub>-nøytrale energibærere stimuleres og forekommer i økende grad i Norge. Biogass fra avfall, biodiesel fra biologiske oljer og bioetanol produseres i begrenset omfang i Norge. For å oppnå en stor nok omsetning for rasjonell drift planlegges økt import. For å erstatte 5 prosent av det fossile drivstoffet må det med dagens forbruk skaffes cirka 240 tusen tonn biodrivstoff pr. år (Hagman og Figenbaum, 2005). De biologisk baserte energibærerne kan brukes direkte som drivstoff i forbrenningsmotorer, eller de kan blandes med fossil bensin og diesel. Ved innblanding med 2-5 prosent etanol eller biodiesel (FAME – Fatty Acid Methyl Esters) bidrar dette på en ukomplisert måte til reduksjon av klimagasser, uten at det er nødvendig med justeringer eller forandringer av motorer.

Ulempene med biodrivstoffer er at produksjonskostnadene nå er omtrent dobbelt så høye som for fossil diesel og bensin (ved en oljepris på 60 USD pr. fat). Utfordringen blir dermed å produsere biodrivstoff billigst mulig med størst mulig virkningsgrad og utbytte. Dagens produksjonskostnad er på rundt 5 kr. pr. liter biodrivstoff og må altså reduseres vesentlig for å konkurrere med fossil bensin og diesel, som koster fra 1 til 3 kr. pr. liter ved oljepriser på fra 25 til 75 USD pr. fat.

Biodiesel og etanol produsert fra landbruksvekster er første generasjons biodrivstoff. Oljeselskaper og forskningsmiljøer i Norge er opptatt av å utvikle prosesser for produksjon av syntetiske biologiske energibærere som har samme bruks- og lagringsegenskaper som fossile drivstoff. Disse drivstoffene kalles Biomass to liquids (BTL), og vil i motsetning til første generasjons biodiesel (FAME) ikke ha begrenset lagringstid. Etanol fra cellulose og BTL vil kunne bli neste generasjons syntetiske biodrivstoffer. Prosesser for utvinning av etanol fra cellulose og BTL fra tremasse trenger

imidlertid å utvikles videre og trenger tid for å bli kommersielt tilgjengelig.

Det teoretiske potensialet for reduksjon av klimagasser ved overgang til bioenergi og biodrivstoff er på lang sikt 100 prosent. I praksis er EUs mål om å erstatte 20 prosent av det fossile drivstofforbruket med alternative energibærere innen 2020 et optimistisk scenario. Av de 20 prosent alternative drivstoffene er det i 2020 mulig at en fjerdedel kan være første eller andre generasjons biodrivstoffer. Internasjonal mangel og høy pris på fossil energi kan gjøre BTL konkurransedyktig på et tidligere tidspunkt. En begrensende faktor for produksjon av biomasse til BTL fram mot 2050 kan bli behovet for dyrkbar mark til matproduksjon og cellulose til tømmer og papir, samt bevaring av biologisk mangfold. Det er mulig at videre utvikling av bioteknologi kan redusere betydningen av disse begrensningene.

### **6.3.3 Lavutslippskjøretøy**

De mest nærliggende reduksjonsmulighetene for personbiler, utenom overgang til biodrivstoff, er nye tekniske løsninger med økt virkningsgrad fra tank til hjul, lettere biler og hybridteknologi. Alle-rede i dag er disse løsningene kommersielt tilgjengelige og innenfor rekkevidde for mange personbileiere.

For tungtransport over lange avstander er potensialet for høyere energieffektivitet på kort sikt mer begrenset. Tunge kjøretøy bruker stort sett dieselmotorer. Disse er meget effektive energi-formere og godt egnet for transport av tungt gods over lange avstander med lastebil. Større bruk av biodiesel og utvikling av hybride dieslbiler vil imidlertid redusere de effektive utslippene av CO<sub>2</sub>.

For busser og distribusjonsbiler i bytrafikk er, på samme måte som for tungtransport, mulighetene for økt energieffektivitet på kort sikt begrenset. Potensialet for reduksjon i utslipp av klimagasser fra busser og distribusjonsbiler i bytrafikk er likevel større på mellomlang sikt (5-15 år). Potensialet på mellomlang sikt kan realiseres med nye, effektive naturgassmotorer og med hybridteknologi (dieselmotorer i kombinasjon med elektrisk drift).

En større satsing på dieselmotorer innenfor personbilssegmentet kan gi reduksjoner i utslippet av klimagasser. Overgang fra bensinmotorer til dieselmotorer i personbiler gir, på grunn av dieselmotorenes høyere virkningsgrad, en reduksjon av klimagasser på ca. 25 prosent. En slik overgang kan imidlertid øke uheldige partikkelutslipp om

ikke moderne filtre brukes. Blant personbiler av forskjellig størrelse og vekt som nyregistreres i dag er om lag tre fjerdedeler utstyrt med bensinmotor og om lag en fjerdedel med diesel.

### *Hybridteknologi*

Hybride kjøretøy kombinerer bruk av forbrenningsmotor og elektrisk motor i ett og samme kjøretøy. Ideen bak denne kombinasjonen er å gjenvinne noe av bremseenergien og kunne utnytte de beste egenskapene fra begge motorteknologier. Det finnes flere hybridkonsepter. Hybridteknologi kan være enkle og rimelige løsninger som sparer 5-10 prosent eller omfattende teknologiske løsninger som i spesielle tilfeller kan spare 30-50 prosent energi.

Forbrenningsmotorer i hybridbiler kan være av en hvilken som helst type og den kan bruke en rekke forskjellige drivstoffer. Ideen med hybridløsninger er at forbrenningsmotoren skal operere i driftsområder der utslippene er lave og virkningsgraden er høy. Forbrenningsmotoren kan gå på tilnærmet optimalt konstant turtall under de beste driftsbetingelser. Hybridbilen gir også mulighet for økt bruk av elektrisitet som energikilde i byer med redusert lokal forurensning som resultat. I motsetning til rene elbiler er begrenset rekkevidde ikke et problem for hybridbilen.

Toyota var i 1997 først med hybridbiler som kunne produseres i kommersielt omfang. Toyotas hybridbil Prius har et framdriftssystem som kombinerer generering av elektrisk energi med direkte mekanisk drift. Toyota Prius første modell hadde et snittforbruk ved blandet kjøring på 0,51 liter bensin/mil og utslipp av 120 gram CO<sub>2</sub>/km. 2004 modellen har ytterligere redusert bensinforbruk og utslipp til 104 gram CO<sub>2</sub>/km. Dette er vesentlig lavere en snittet av nye biler som kjøpes i dag som ligger nærmere 200 g CO<sub>2</sub>/km, men det er likevel ikke lavere enn de mest drivstoffgjerrige småbilene.

Bybusser med dieselmotorer har både utslipp av klimagasser og utslipp som bidrar til lokal forurensning særlig i byområder. Med et typisk stopp og start kjøremønster vil bybusser egne seg for hybriddrift med elektrisk motor og batterier. Bybusser konkurrerer ofte med kostbare skinne-gående transportsystemer, og kan derfor også tåle de ekstra kostnadene som hybriddrift medfører.

### **6.3.4 Nullutslippskjøretøy**

#### *Elbiler*

En batterielektrisk bil drives av en elektromotor som får strøm fra en batteripakke. Elbilens styrke

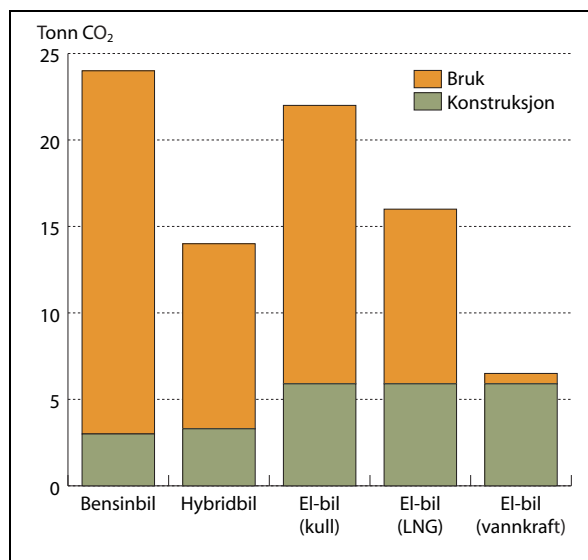
### Boks 6.4 Om totale utslipp fra ulike typer biler (livssyklusanalyser)

At elbiler slipper ut lite klimagasser når de kjører er velkjent, men hvordan ser egentlig utslippsregnskapet ut når man også tar hensyn til utslipp ved produksjon av kjøretøy og drivstoff (i dette tilfellet elektrisitet)? Er det fremdeles slik at nullutslippskjøretøyet er så mye bedre enn andre alternativer som hybridbiler eller hypereffektive dieselbiler?

Kiyotaka Tahara og kollegaer ved Universitetet i Tokyo har studert enkeltprosessene som skal til for å bygge og drive en bil. Detaljeringsgraden har gjort det mulig å sammenlikne biler som bare avviker i motorsystem. Det vil si de har korrigert for forskjeller som skyldes fysisk utforming av karosseri, type hjul, interiør, osv.

Mesteparten av energiforbruket knyttet til en bil kommer fra bruken av bilen. Type drivstoff spiller derfor en stor rolle når klimavennligheten til en bil skal bedømmes. Av denne grunn blir det også viktig å se på hvordan den nødvendige elektrisitet til elektriske biler framskaffes.

Figur 6.3 oppsummerer resultatene til Tahara og medarbeidere. Den viser samlede utslipp av CO<sub>2</sub> knyttet til et typisk livsløp for en bil delt opp i konstruksjons- og driftsfasen, og for tre typer av biler: vanlige bensinbiler, hybridbiler der det i tillegg til en forbrenningsmotor også inngår en elektromotor som drives av omdannet bremseenergi, og elektriske biler. Elbilene er igjen inndelt i tre grupper avhengig av hvordan elektrisiteten framskaffes: fra kullkraftverk, gasskraftverk basert på LNG eller fra vannkraft.



Figur 6.3 Utslipp fra ulike biler knyttet til produksjon og bruk.

Kilde: Tahara et al. (2001).

Vi ser at det spiller en stor rolle hvordan elektrisiteten framskaffes. Basert på kullkraft blir faktisk ikke elbiler særlig mer klimavennlige enn vanlige bensinbiler. Mest klimavennlige er elbiler der elektrisiteten framskaffes fra vannkraft (eller annen fornybar kraft) selv om det «koster» mer å produsere en slik bil enn en vanlig bensinbil. Hybridbiler reduserer livssyklusutslippene med nesten 50 prosent i følge denne studien. Da er det antatt at bilen drives på vanlig bensin. Med biodrivstoff reduseres utslippene ytterligere.

er at motoren har høy virkningsgrad (den er energieffektiv). En typisk elbil bruker mellom 2 og 3 kWh nettstrøm pr. mil, dvs 1-3 kr. pr. mil med dagens elpriser. Om man ser bort fra eventuelle kjøle- og varmesystemer med fossile energibærere er elbiler nullutslippsbiler dersom elektrisiteten som benyttes kommer fra utslippsfrie kilder.

Dagens begrensede muligheter til å lagre elektrisk energi er den største hindringen for elektriske kjøretøy. Elektriske biler med batterier som energilager vil i overskuelig framtid være beheftet med sin egen vekt som et stort problem. Med en typisk rekkevidde på 100 km og 300 kg batterier er elbiler er miljøvennlig, men kostbart nisjeprodukt.

En radikal forbedring i mulighetene for å lagre elektrisk energi ville imidlertid gjøre elektriske biler attraktive. En effektiv lagringsmulighet for elektrisk energi som har akseptabel lav vekt ville

gjort at elektrisk drift ville konkurrere ut alle andre former for framdrift. Det er nå en positiv utvikling på området slik at dette kan bli en interessant mulighet fram mot 2050, men det er mindre trolig at dette kan være et konkurransedyktig alternativ de nærmeste 15 årene. Studier av rapporter om batterier, energiforbruk og utviklingen innen bilindustrien gir ingen overbevisende indikasjoner på at elektriske kjøretøy vil bli et konkurransedyktig alternativ for transportsektoren i tiden fram til 2020.

#### Brenselcellekjøretøy med hydrogen som drivstoff

Gjennom mange år er det bygget opp en visjon om hydrogen og brenselceller som løsningen på framtidens transportutfordringer. Det er imidlertid et behov for nye materialer og forbedringer av drift-

sikkerhet før denne teknologien kan bli konkurransedyktig.

Oppfatningene om når og hvorvidt hydrogen kan bli et konkurransedyktige alternativer varierer sterkt. Som for elbiler gis det i ulike studier ingen overbevisende indikasjoner på at hydrogen kan bli et konkurransedyktig alternativ for transportsektoren de nærmeste 15 årene.

Det teoretiske potensialet for reduksjon av klimagassutslipp ved hjelp av brenselcellekjøretøy og hydrogen som drivstoff er 100 prosent. Forutsetningen for dette er at hydrogenet produseres uten utslipp av klimagasser. I praksis er usikkerheten relatert til utbredelsen av brenselceller og hydrogen meget stor. Vi velger å bruke et revidert EU-mål om å erstatte 5 prosent fossil drivstoff med hydrogen i 2025 som et optimistisk potensial for kjøretøy med brenselceller. Hvis brenselcelletek-

nologien får et teknologisk og økonomisk gjennombrudd før 2025 samtidig som infrastruktur med hydrogen bygges opp, kan imidlertid en utskifting av kjøretøyparken med nullutslippskjøretøy være mulig innen 2050.

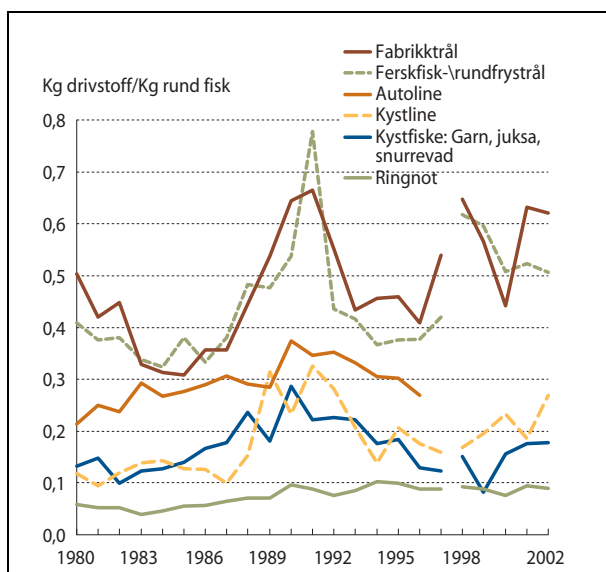
### 6.3.5 Reduksjon og effektivisering av transportarbeidet

Blant de mest lønnsomme tiltakene mot klimagassutslipp er samordning av transportarbeidet slik at det totale behovet for transport reduseres, for eksempel gjennom økt satsing på kollektivtransport, samordning av godstransport og endret kjøreatferd (SFT, 2005). Dette gjelder både på gods- og personsiden og for transport på vei, bane, sjø og i luft.

#### Boks 6.5 Trålerflåte eller kystflåte – hva gir minst utslipp?

Den norske fiskeflåten står for i overkant av 3 prosent av de norske CO<sub>2</sub>-utslippene. Utslipp av CO<sub>2</sub> varierer imidlertid med hvilke flåtegruppe det er snakk om. Utslipper fra kystfiskeflåten pr. tonn fanget fisk er betydelig lavere enn utslippet fra trålerflåten. Det framgår helt klart av figuren under at det er stor forskjell mellom de ulike flåtegruppene.

I rapporten fra SINTEF som figuren er hentet fra, gjennomgås også andre studier av energiforbruk i fiskeflåten for å se om konklusjonene er robuste.



Figur 6.4 Spesifikt energibruk i ulike flåtegrupper.

Gjennomgående bekreftes bildet fra SINTEF-rapporten. Bunntrålfiske framstår som mer energikrevende enn fiske med garn, line og snurrevad, og dermed også som mer utslippsintensivt. Hele forskjellen kan sannsynligvis ikke forklares ved bruk av ulike redskap, også reguleringer av fiske kan gi noe av forklaringen, men det redskapsmessige framheves i SINTEF-rapporten som et vesentlig element.

Forskjellene mellom utslippet i ulike flåtegrupper reiser selvsagt spørsmålet om hvordan framtidens fiskeflåte skal se ut. Skal kystfisket prioriteres framfor trålfiske for å redusere utslippet fra fiskeflåten, eller er det tilstrekkelig med utslippsreducerende tiltak uten å forandre dagens struktur på fiskeflåten? Rapporten fra SINTEF viser at det er mulig å gjøre mye innenfor dagens struktur når det gjelder utslippsreduksjoner. Endringer i framdriftssystem og propell, samt i energisystemet vil kunne gi gevinster på 10 til 20 prosent i forhold til i dag. Videre vil det kunne oppnås betydelige utslippsreduksjoner ved overgang til naturgass som energibærer. Med en slik overgang kan CO<sub>2</sub>-utslippet reduseres med 20 prosent (og NO<sub>x</sub>-utslippet med 85 prosent). Også atferdsmessige tiltak kan gi effekter. Ved tiltak som redusert hastighet og energivennlig operasjonsmønster, kan man få effekter i form av redusert energiforbruk på opp mot 20 prosent. Så mulighetene er der, det er «bare» å ta dem i bruk.

Kilde: [http://www.sintef.dk/docs/ener\\_red.pdf](http://www.sintef.dk/docs/ener_red.pdf)

Det har historisk vist seg vanskelig å få realisert potensialet for redusert transportarbeid. Dette henger nok sammen med uegnet infrastruktur, lokalisering av bosted og arbeidsplasser og mangel på gode og mer effektive alternativer som kollektivtransport. Slike strukturelle vanskeligheter er det imidlertid mulig å gjøre noe med på lang sikt om man systematisk og kontinuerlig legger klimaeffektivitet til grunn for planarbeidet.

Noen utslippsreduksjoner kan også realiseres ved å endre kjøreatferd i mer miljøvennlig retning. Det er likevel slik at de samlede reduksjoner i utslipp ikke blir veldig store som følge av slike tiltak.

### 6.3.6 Lavutslippsfartøy

Utslipp fra innenriks sjøfart utgjorde ca. 25 prosent av de samlede klimagassutslipp fra transportsektoren i 2004, tilsvarende om lag 4 mill. tonn/år. Det ventes ingen sterk økning i dette utslippet framover.

Flåten av skip, nasjonalt og internasjonalt, er kompleks i oppbygging, og ulike funksjoner dekkes av omkring 100 ulike skipstyper. Sammensetningen av flåte både med hensyn til ulike funksjonskrav og spredning i alder, vanskeliggjør enkle og generelle betraktninger knyttet til reduksjon av totale utslipp. Med lang levetid (> 20 år) for de enkelte skip vil utskiftingstiden for hele den norske flåten også være betydelig. Lang utviklingstid for nye innovative skip og lang levetid for eksisterende skip gjør at implementering av ny teknologi vil ta lang tid.

Naturgass som alternativt drivstoff innenfor sjøtransport er likevel en ny og framtidsrettet mulighet som har et potensial til å bidra til reduksjon av CO<sub>2</sub>- (og NO<sub>x</sub>-) utslippet. Ved overgang fra marin dieselolje (MDO) til naturgass som drivstoff oppnås en reduksjon av CO<sub>2</sub> på ca. 25 prosent. Der som naturgass erstattes med biogass blir reduksjonen 100 prosent.

Operasjonelle forhold knyttet til de forskjellige fartøytyper medfører imidlertid at naturgass ikke

vil være aktuelt for alle typer fartøy. I dag er naturgass i bruk på ferger og forsyningsfartøy, og prosjekter er i gang for å vurdere naturgassdrift for enkelte andre fartøysgrupper. Enkelte fiskefartøyer er også en aktuell fartøygruppe for konvertering til gassdrift. For den norske innenriksflåten kan en se for seg at opptil halvparten av flåten kan benytte naturgass som drivstoff i 2050.

Strengere utslippskrav i internasjonal skipsfart sannsynliggjør økt interesse for naturgass som drivstoff også på skip i internasjonal fart mellom Norge og Europa. Infrastruktur kan enkelt etableres og tilgjengeligheten av LNG er sterkt økende i hele verden. Prising av naturgass gjør at dette også kan være et interessant drivstoff fra et kommersielt synspunkt og at naturgass dermed vil være konkurransedyktig mot marin dieselolje.

Norge har lange og gode tradisjoner i utvikling av marin teknologi. Videre utvikling av gassdrevne fartøy og, i et lenger perspektiv, muligens skipsmaskineri basert på brenselceller, kan bidra til å redusere utslippene fra sjøfarten (både innenriks og utenriks). Selv om norske utslipp er begrenset, kan norsk teknologiutvikling her gi bidrag til globale utslippsreduksjoner.

### 6.3.7 Tiltak og utslippsreduksjoner fra transport i Lavutslippsbanen

Tabell 6.2 viser hvordan utslippene fra norsk transport utvikler seg i Referansebanen.

Referansebanen forutsetter en drøy dobling av transportvolumet i Norge fra 2005 til 2050. Med en teknologisk framgang som observert historisk, vokser utslippene likevel bare med 16 prosent, og veitrafikkutslippene bare med 13 prosent. I Referansebanen i 2050 har man 15 prosent lavutslippskjøretøy, og 17 prosent av drivstoffet er ikke-fossilt. Energieffektiviteten i kjøretøyflåten forutsettes å få en bedring på tretti prosentpoeng over perioden 2005-2050.

For å redusere de utslippene som kommer fra veitrafikken, anbefaler utvalget at man kombinerer to tiltak

Tabell 6.2 Utslipp fra transport i Referansebanen. MtCO<sub>2</sub> pr. år.

	2005	2020	2035	2050
Veitransport	11,4	12,5	12,5	12,9
Innenriks fly transport	1,2	1,9	2,3	2,5
Innenriks sjøtransport	1,7	1,9	1,8	1,8
Fiske	1,6	1,4	1,3	1,2
Sum transportutslipp	15,9	17,7	17,9	18,4

Kilde: Lavutslippsutvalget.

Tabell 6.3 Utslipp fra transport i Lavutslippsbanen. MtCO<sub>2</sub> pr. år.

	2005	2020	2035	2050
Veitransport	11,4	8,7	4,0	1,3
Innenriks flytransport	1,2	1,9	2,3	2,5
Innenriks sjøtransport	1,7	0,9	0,8	0,0
Fiske	1,6	1,4	1,3	1,2
Innsparing fra mindre transportvolum (ikke sektorfordelt)	0,0	0,0	-1,0	-1,0
Sum transport utslipp	15,9	12,9	7,4	4,0

Kilde: Lavutslippsutvalget.

- a) Innfasing av lav- og nullutslippskjøretøy.  
b) Innfasing av CO<sub>2</sub>-nøytralt drivstoff til erstatning for fossile drivstoff.

Utvalgets anbefaling innebærer en akselerasjon av den tekniske utvikling som allerede finner sted i Referansebanen. I 2050 er kjøretøyflåten således delt 50/50 mellom lavutslipps- og nullutslippskjøretøy. Nullutslippskjøretøy er elbiler og/eller brenselceller basert på hydrogen som drivstoff. Lavutslippskjøretøyene har en biodrivstoffandel på 80 prosent. Energieffektiviteten i kjøretøyene er imidlertid forutsatt å være den samme som i Referanseutviklingen (og i hovedsak bestemt i utlandet). Bedre logistikk og mer transporteffektiv utbygging av byer og infrastruktur, gjør at 1 MtCO<sub>2</sub> spares på transportrelaterte utslipp mot slutten av perioden i Lavutslippsbanen. Disse forutsetningene leder til utslipp i Lavutslippsbanen som vist i tabell 6.3 der det også er tatt hensyn til virkninger av utvikling og bruk av lavutslippsfartøyer.

Vi ser at utslippene fra transport reduseres betydelig fra Referanse- til Lavutslippsbanen.

Tabell 6.4 viser hvordan den samlede reduksjon fordeler seg på a) hva man ville ha oppnådd om man bare økte bruken av lav- og nullutslippsbiler, og b) hva man ytterligere oppnår ved å øke bruken av biodrivstoff i denne kjøretøyflåten.

Resultatene av de fire tiltakene utvalget anbefaler overfor transportutslipp, er sammenfattet i tabell 7.2 og vist grafisk i figur 6.5.

Storstilt innføring av nullutslippsbiler (elbiler og/eller brenselceller basert på hydrogen som drivstoff) vil kunne trenge elektrisk kraft av størrelsesorden 12 TWh i 2050 i tillegg til det alminnelige forbruket. Dette må selvfølgelig være produsert uten klimagassutslipp dersom tiltaket skal ha full effekt.

## 6.4 Oppvarming

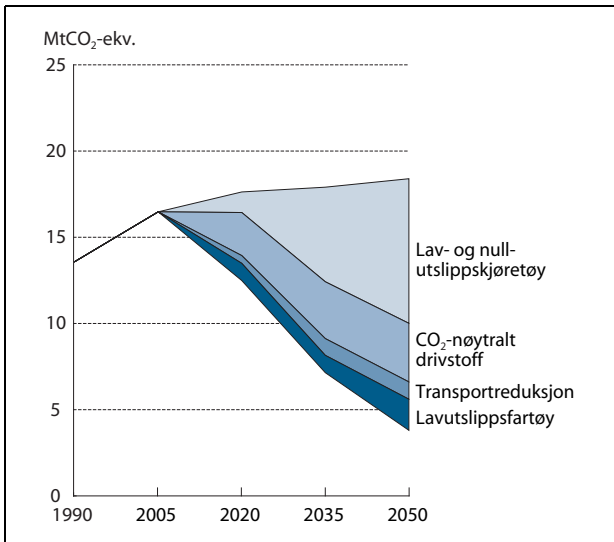
Utslipp fra det som her kalles oppvarming omfatter CO<sub>2</sub>-utslipp fra stasjonær forbrenning innenfor alminnelig industri, primærnæringer, husholdninger og tjenesteytende sektor, samt utslipp fra forbrenning av avfall. Vi holder med andre ord utslipp

Tabell 6.4 Endringer i utslipp fra Referansebanen til Lavutslippsbanen. MtCO<sub>2</sub>.

	2005	2020	2035	2050
Veitransport	0,0	-3,8	-8,5	-11,6
a) vha bedre kjøretøy	0,0	-1,2	-5,5	-8,4
b) vha biodrivstoff	0,0	-2,5	-3,3	-3,4
Innenriks flytransport	0,0	0,0	0,0	0,0
Innenriks sjøtransport	0,0	-1,0	-1,0	-1,8
Fiske	0,0	0,0	0,0	0,0
Innsparing fra mindre transportvolum (ikke sektorfordelt)	0,0	0,0	-1,0	-1,0
Samlet endring i transportutslipp	0,0	-4,8	-10,5	-14,4

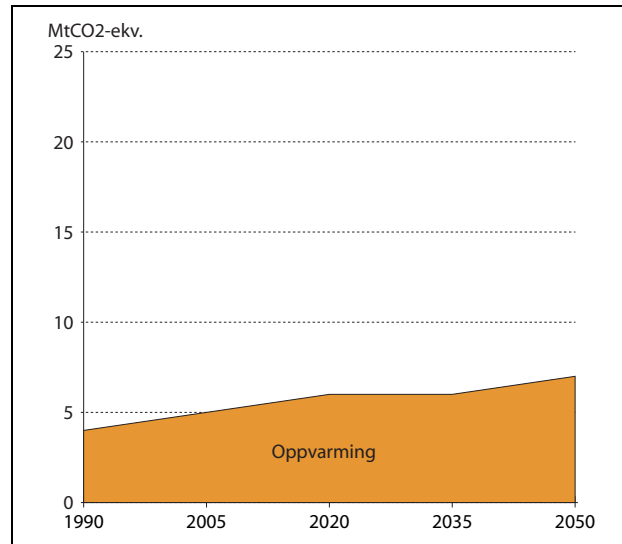
Kilde: Lavutslippsutvalget.





Figur 6.5 Illustrasjon av tiltak og reduksjoner i årlige utslipp fra transport.

Kilde: Lavutslippsutvalget.



Figur 6.6 Årlige utslipp av klimagasser fra oppvarming historisk og i Referansebanen 1990-2050.

Kilde: Statistisk sentralbyrå og Lavutslippsutvalget.

fra petroleumsvirksomheten og prosessindustrien utenfor, selv om en mindre del av utslippene derfra relaterer seg til oppvarmingsbehov. Innenfor det vi betrakter som oppvarming her, var utslippene litt i overkant av 3 MtCO<sub>2</sub>-ekv. i 2004, se tabell 6.5. I Referansebanen er denne type utslipp forventet å øke med vel 30 prosent, og vil i dette framtidsbildet utgjøre om lag 10 prosent av samlede utslipp i 2050, se figur 6.6.

Utslipet knyttet til oppvarming kan reduseres på ulike måter både gjennom atferdstiltak og teknologisk baserte løsninger. Utslippene kan reduseres gjennom å redusere etterspørsel etter energi, for eksempel ved å gjennomføre energieffektiviseringstiltak. Samtidig kan man sørge for den oppvarmingen som må skje, skjer ved bruk av kilder som ikke gir opphav til klimagassutslipp.

Til oppvarming kan man benytte energibærere som olje, kull, gass og ved direkte, eller elektrisitet produsert av ulike energibærere. Fossile energikilder som brennes i kjeler eller ovner for å produsere damp eller varmt vann kan i prinsippet helt erstattes av ikke-fossile energikilder, og derved redusere utslippene av klimagasser. Ved bruk av elektrisitet til oppvarming er de direkte utslippene av klimagasser lite, da elektrisitet for en stor del produseres uten klimagassutslipp i Norge. Da elektrisitet er en mangelvare i dag og sannsynligvis vil være det også i framtiden, og dessuten har høy kvalitet i form av evne til å utføre arbeid av mange slag, har vi valgt å påpeke muligheten for å erstatte elektriske panelovner med bioenergi, fjernvarme og varmepumper.

Tabell 6.5 Utslipp fra stasjonær forbrenning i Norge 1990-2004. Prosentvis andeler i 1990 og 2004 og gjennomsnittlig årlig vekst 1990-2004.

	1990	2004	Andel 1990	Andel 2004	Gjennomsnittlig årlig vekst
	MtCO <sub>2</sub> -ekv.	MtCO <sub>2</sub> -ekv.	Prosent	Prosent	Prosent pr. år
Andre næringer	2,4	2,0	61	62	-1,5
Husholdninger	1,5	1,0	37	32	-2,5
Avfall	0,1	0,2	3	6	4,2
I alt	4,0	3,2	100	100	-1,6

Kilde: Statistisk sentralbyrå.

#### 6.4.1 Prioritering av tiltak

Utvalget mener det er mulig å redusere utslipp knyttet til oppvarming mye. Tiltak kan gjøres for å effektivisere energibruken både i næringsbygg og i boliger. Videre mener utvalget at all oppvarming bør være CO<sub>2</sub>-nøytral i 2050. I sum anbefaler utvalget to tiltak relatert til oppvarming:

- Energieffektivisering i bygg.
- Overgang til CO<sub>2</sub>-nøytral oppvarming, i hovedsak ved bruk av biobrensel og varmepumper.

#### 6.4.2 Energieffektivisering i bygg

##### *Energieffektivisering i boliger*

Mulighetene for energieffektivisering er i kontinuerlig endring både fordi tiltak realiseres og fordi nye muligheter utvikles. Forskning og teknologiutvikling bidrar til å øke potensialet. Informasjon, holdningsendringer og kompetanseoppbygging bidrar til å forsere realiseringen av energieffektiviseringsmulighetene.

Utvikling av husholdningenes stasjonære energibruk avhenger av en rekke faktorer som blant annet befolkning, antall boliger, boligareal og privat konsum. Fra analyser av historisk energibruk ser en at husholdningenes totale energibruk har vært relativt konstant siden 1994, mens den har sunket pr. husholdning/areal (Dokka et al, 2004).

Energibruken til utstyr i husholdningene har økt betydelig de siste årene. For å gjøre forbrukere mer bevisste på ulike apparaters energibruk, er et EU-direktiv innført (Directive 92/75/EC) som pålegger alle produsenter å merke sine produkter med energi- og ressursforbruk. Hvis forbrukerne velger de mest energieffektive apparatene, vil energibruken bli redusert og produsentene vil bli påvirket til å utvikle stadig mer energieffektive produkter. Direktivet om energimerking omfatter i dag kjøleskap, fryser, tørketromler, vaskemaskiner, oppvaskmaskiner, varmtvannsberedere, belysningskilder, klimaanlegg og ovner. Direktivet om energieffektivitetskrav omfatter kjøleskap, fryser og kombinasjoner av disse.

Bygningsenergidirektivet er et annet EU-initiativ, og har som målsetting å bidra til økt energieffektivitet i bygningsmassen (DIRECTIVE 2002/91/EC). Direktivet inneholder bestemmelser om:

- en rammemetode som kan beregne bygningers energieffektivitet
- minstekrav til energieffektivitet i nye bygninger og i større bygninger som renoveres
- energimerking av bygninger ved oppføring, salg eller utleie

- krav til synlig energimerking i offentlige bygninger over 1000 m<sup>2</sup>
- regelmessig inspeksjon av kjelanlegg - alternativt andre tiltak som gir samme effekt
- regelmessig inspeksjon av kjøle- og luftkondisjoneringsanlegg.

I framskrivninger av energibruk i boliger benyttet i Referansebanen inngår det ikke noen generell effektivisering. I en eksisterende gjennomsnittlig bolig er det likevel et stort potensial for reduksjon i energibruken, og anslagene for hvor stort potensialet er avhenger sterkt av energiprisene. Mange kilder hevder at energibruken kan reduseres med ca. 20 prosent ved å forbedre energieffektiviteten (bl.a. NVE, 2005b, Rosenberg og Espegren, 2005, NOU 1998:11).

I SFTs tiltaksanalyse (Statens forurensningstilsyn, 2005) er mulighetene for energieffektivisering i boliger antatt til 7 prosent av total energibruk (samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltak) (Civitas, 2005). Det er forutsatt at energibesparelsene fordeles seg likt mellom de ulike energibærerne. Eksempler på energieffektiviseringstiltak er: Etterisolering, utskifting av vinduer, varmepumper, varmegjenvinning og varmestyringssystemer.

Fram mot 2050 vil forhåpentligvis en stor del av boligmassen være bygd med god isolasjon og energieffektive vinduer, slik at denne delen av energieffektiviseringstiltakene vil være fullført. Økt bruk av heltre i konstruksjon av boliger vil dessuten kunne bidra til lagring av karbon i lange tider. Slike omlegginger skjer imidlertid ikke av seg selv; det er behov for tiltak. Av gledelige tegn kan vi nevne at det blant annet vil bli innført en lov om energimerking av bygninger og inspeksjon av tekniske anlegg; noe som vil bidra til energieffektivisering. Det vil bli stilt minstekrav om energieffektivitet ved nybygging, energisertifikat og inspeksjonsordninger vil innføres, og i framtiden vil man kunne forvente at energieffektiviteten er vesentlig bedre enn i dag.

En lavenergibolig har i dag et totalt energibehov på ca. 100 kWh/m<sup>2</sup>, hvilket er omtrent halvparten av energibehovet til en bolig bygd etter dagens forskrifter. Det reduserte energibehovet oppnås blant annet gjennom bedre isolasjon av bygningskroppen, vinduer med lite varmetap og gjenvinning av varmen i ventilasjonsluften. I forslaget til energimerking av boliger er kravet til den beste merkeklassen (A) satt til mindre enn 70 kWh/m<sup>2</sup> (Dokka et al., 2004). Spesifikk energibruk var 214 kWh/m<sup>2</sup> i enebolig i 2001, mens det i blokkleiligheter var 174 kWh/m<sup>2</sup> (Espegren et al., 2005).

### Boks 6.6 CO<sub>2</sub>-lagring i treprodukter

I forbindelse med CO<sub>2</sub> og klima er det hvor mye karbon vi klarer å holde ute av kretsløpet over tid som er avgjørende. Siden skog og treprodukter henger så nøye sammen, er det viktig å ha litt innsikt i de relative størrelsene det er snakk om. Lageret av karbon i treprodukter i Norge (bygninger, papir, avfall og lignende) er av SFT beregnet til å utgjøre i underkant av 11 MtCO<sub>2</sub>. Dette utgjør bare 5,7 promille av samlet lager i hele skogøkosystemet. Når vi kun ser på størrelsen av karbonlagrene, er altså lageret i treprodukter i dag nærmest ubetydelig sammenliknet med lageret i skogene, og spesielt jordsmonnet. Se boks 4.2.

I klimasammenheng er den årlige netto endringen i disse lagrene viktigere enn selve lagerstørrelsen. Også på dette området har SFT fått utført beregninger. Hvert år tilsvarer netto økning av karbonlageret i treprodukter ca. 0,5 MtCO<sub>2</sub>, mens tilsvarende økning for skog tilsvarer 14–17 MtCO<sub>2</sub>, det vil si ca. 30 ganger høyere.

Årlig forbruk av tømmer i treprodukter i Norge tilsvarer ca. 9 MtCO<sub>2</sub> (justert for import/eksport). Selv med usikkerhet i tallene gir dette

en meget lav lagringseffektivitet for karbon. Kun 5–6 prosent av årlig tilført karbonmengde fra tømmerstokken finnes igjen som netto årlig økning i lagret karbonmengde i treproduktene. At det er så liten økning i lageret av treprodukter kommer av den korte levetiden for papirprodukter, rivning av eldre bygninger, nedbrytning av avfall og annet. For å øke skogbrukets rolle i klimasammenheng er det derfor viktig å bidra til å øke lagringstiden for skogprodukter. I denne sammenheng er den korte levetiden for papir et stort problem. Ca. 50 prosent av tømmeret går til papirproduksjon, og gjennomsnittlig levetid for papir er ikke mer enn ett drøyt år. Denne virkeligheten gjør resirkulering av papir til et ganske effektivt tiltak for å heve skogproduktens bidrag. Det papiret som ikke kan resirkuleres bør gå til energigjenvinning. Utover dette ligger det et stort potensial i produktutvikling av mer varige produkter, og produkter som kan erstatte varer som betong, stål og aluminium. Problemet med sistnevnte gruppe er store utslipp av CO<sub>2</sub> under produksjon. (Se forøvrig boks 6.7).

I tillegg til de teknologiske baserte energieffektiviserings tiltakene, vil atferdsmessige tiltak kunne bidra til å redusere energiforbruket i boliger. Atferdstiltak kan innebære å senke temperaturen i fyringssesongen, redusert brukstid for lys og redusert bruk av elektriske apparater. En annen viktig faktor for å redusere energibruken i boliger, er å sørge for at boligarealet pr. bolig ikke øker framover.

I sin utredning om energimerking av boliger fra 2004 (Dokka et al., 2005) regner SINTEF med en gjennomsnittstemperatur – utlignet over alle deler av huset og fyringssesongen – på 21° C. Utlignet på hele boligmassen i Norge, regner en med at 1° C senkning av temperaturen i fyringssesongen gir en reduksjon på knapt 8 prosent i energibruken til romoppvarming, eller vel 5 prosent i samlet energibruk i boligene.

Dersom boarealet øker med 1 prosent pr. år fram mot 2050, vil belysning kreve hele 7 TWh dersom dagens belysningsmønster og -teknologi beholdes. Hvis man reduserer bruken av lys til 4

lyskilder pr. husstand (og 2,2 personer pr. husstand) vil derimot belysningen kreve 1,25 TWh i 2050. Differansen på nesten 6 TWh svarer til 2,4 MtCO<sub>2</sub>. Om lag 75 prosent av energibruken til belysning faller imidlertid innenfor fyringssesongen. *Med uendret miks av energibærere til oppvarming*, blir derfor nettoreduksjonen i CO<sub>2</sub>-utslipp bare om lag 0,8 Mt. Har det skjedd et skift mot CO<sub>2</sub>-frie energibærere og/eller mer effektive teknologier (varmepumper) til romoppvarming, vil derimot effekten av å redusere bruken av lys til det nødvendige, kunne plassere seg hvor som helst i intervallet 0,8-2,4 MtCO<sub>2</sub>.

Ny belysningsteknologi basert på dioder vil redusere energibehovet for belysning dramatisk.

#### *Energieffektivisering i industri og næringsbygg*

Tjenesteytende sektor brukte i 2002 ca. 52 TWh energi, hvorav 79 prosent var elektrisitet og 15 prosent var fyringsolje. Det er så vidt kjent ikke nylig gjort noe grundig arbeid med å beregne potensia-

let for energieffektivisering i næringsbygg, men mange ulike kilder hevder at energibruken kan reduseres med ca. 20 prosent ved å forbedre energieffektiviteten (bl.a. NVE, 2005b, Rosenberg og Espegren, 2005, NOU 1998:11).

I SFTs tiltaksanalyse (Statens forurensningstilsyn, 2005) er mulighetene for energieffektivisering i næringsbygg antatt til 7 prosent av total energibruk (dette omfatter kun samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltak) (Civitas, 2005). Det er forutsatt at energibesparelsene fordeler seg likt mellom de ulike energibærerne. Eksempler på energieffektiviseringstiltak er: etterisolering, utskifting av vinduer, varmegjenvinning, varmepumper og var-

mestyringssystemer. En effektivisering innenfor 7 prosent av energibruken er samfunnsøkonomisk lønnsom og den samfunnsmessige merkostnaden for gjennomføring er derfor satt til null.

Fram mot 2050 vil sannsynligvis en stor del av bygningsmassen være bygd med god isolasjon og energieffektive vinduer, slik at denne delen av energieffektiviseringstiltakene vil være fullført. Som nevnt ovenfor vil det blant annet bli innført en lov om energimerking av bygninger og inspeksjon av tekniske anlegg, som vil bidra til energieffektivisering.

Den siste oppdateringen av energieffektivisering i industrien ble gjort i forbindelse med arbeidet med NOU 1998:11 Energi- og kraftbalansen i Norge mot 2020. Totalt enøk-potensial med investeringer på inntil 5 kr/kWh og inklusive framtidige teknologier ble beregnet til ca. 17 TWh/år. Enøk-potensialet innenfor alminnelig industri (unntatt produksjon av mineralske produkter), ble beregnet til 1,4 TWh elektrisitet og 1,9 TWh termisk energi (Rosenberg, 1998). Dette tilsvarte den gang ca. 22 prosent av elforbruket og ca. 26 prosent av termisk energibruk. Hvis kun tiltak med en investeringskostnad lavere enn 1 kr/kWh tas med, var potensialet hhv 14 prosent elektrisitet og 17 prosent termisk energi.

På samme måte som for energieffektivisering i boliger, vil det også for energieffektivisering i industri og næringsbygg være muligheter for atferdsmessige endringer som kan redusere energiforbruket. Det er en del å hente på å redusere innetemperaturen i arbeidstiden og redusere den ytterligere om natten da man i de fleste tilfelle ikke benytter byggene. Ved for eksempel å senke normert vintertemperatur med 3° C i de nevnte bygningstypene (fra et gjennomsnitt på 21° C) vil en i gjennomsnitt spare 12 prosent av normert energibruk. Ved å la temperaturen falle ned til 10° C om natten, samt å gjøre det samme i rom som til enhver tid ikke er i bruk, vil en spare minst ytterligere 5 prosent av opprinnelig norm.

I tillegg er det også for yrkesbygg muligheter til å spare energi gjennom mindre og mer effektiv bruk av lys.

Resultater fra Bransjenettverket for energibruk i norsk industri (Bransjenettverket for energibruk i norsk industri, 1999) viser at bedrifter som har etablert energiledelse, har en bedre ressursutnyttelse enn andre i samme bransje. I gjennomsnitt har disse bedriftene redusert energibruk pr. produsert enhet med 5 prosent mer enn de øvrige bedriftene.

Hvis man i potensialet for energieffektivisering i 2020 og 2050 inkluderer økte krav til bygnings-

### Boks 6.7 Tre eller sement i bygningssektoren – hva skal man velge?

Økt treforbruk vil kunne gi reduserte klimagassutslipp dersom dette erstatter andre og mer belastende materialer i bygningssektoren. Den klimamessige gevinsten ved for eksempel overgang fra betong til massivt tre kan grovt anslås til 0,4 tCO<sub>2</sub>-ekv. pr. tonn økt treforbruk. Tilsvarende tendenser gjelder for overgang fra lette stålkonstruksjoner til massivt tre og for overgang fra lette bindingsverkskonstruksjoner i tre til massivt tre, selv om utbyttet her er noe lavere (henholdsvis 0,3 og 0,25 tCO<sub>2</sub> pr. tonn økt treforbruk).

Ved omlegging av byggemåten ved en midtels økning i treforbruket (en økning i bruk av trematerialer til 40 prosent av det tekniske potensialet) i nye bygg, vil vi kunne oppnå en innsparing i klimagassutslippene på ca 0,3 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år. Dette tilsvarer 20-30 prosent av klimabelastningene knyttet til produksjon av nye bygninger i Norge. I størrelsesorden kan dette sammenliknes med de reduksjoner man kan oppnå ved at energiforbruket i nybygg reduseres med 30 prosent. Og disse tiltakene utelukker ikke hverandre. Her er det snakk om «ja takk, begge deler».

I tillegg til innsparingene ved overgang til tre og treprodukter i nybygg som umiddelbart vil kunne godskrives i det nasjonale klimaregnskapet etter prinsippene i Kyoto-protokollen, vil trevirke også binde opp CO<sub>2</sub> gjennom fotosyntesen, og bygningsmassen vil dermed kunne fungere som et CO<sub>2</sub>-lager (se boks 6.6).

Kilde: Bjørn Berge og Stein Stoknes 2004. Mot en klimanøytral byggebransje? Arkitektnytt 8-2004, [http://www.arkitektur.no/page/Miljo/Miljo\\_nyheter\\_kort\\_liste/8627/47508.html](http://www.arkitektur.no/page/Miljo/Miljo_nyheter_kort_liste/8627/47508.html)

standarder etc., vurderer utvalget at energibruken kan reduseres med 20 prosent i forhold til Referansebanen. En stor del av denne energibesparelsen vil være redusert forbruk av elektrisitet, da det er den største energikilden i næringsbygg.

### 6.4.3 Overgang til CO<sub>2</sub>-nøytral oppvarming

#### *Erstatning av olje og gass*

Husholdningssektoren brukte i 2002 3,4 TWh olje og parafin (tilsvarende omtrent 0,3 mill. tonn). Dette kan antas i sin helhet å bli brukt til forbrenning i oljekjeler eller parafinovner. Disse kjelene og ovnene kan erstattes av tilsvarende utstyr som bruker bioenergi i form av flis, pellets (brenselpellets består av treflis, som er tørket og komprimert til små sylindere med en typisk diameter på 6-8mm) eller ved. Noe økt bruk av bioenergi vil kunne skje uten investeringer, da mange har mulighet for vedfyring, men hvis mesteparten av oljeforbruket skal erstattes med bioenergi, vil det være behov for investeringer i nytt utstyr. Vedfyring kan også medføre lokale forurensningsproblemer i tettbygde strøk. I byene bør derfor olje- og gassfyring primært erstattes med rentbrennende ovner.

Parafinovner kan direkte erstattes av vedovner eller pelletskaminer. En pelletskamin er dyrere enn en vedovn, men er samtidig enklere i bruk med automatisk mater og termostat. Den plasseres i et oppholdsrom hvor den avgir direkte varme. Vanligvis regner en at pelletskaminer avgir maksimalt 10-12 kW, hvilket vil være nok til å varme opp en boflate på 150-200 m<sup>2</sup>. Som regel vil det være fordelingen av varmen som vil begrense hvor mange kvadratmeter en kamin kan dekke.

I en bolig med sentralvarmeanlegg er det mulig å investere i en bioenergikjel, som enten bruker ved, flis eller pellets. Kjelen må stå i et eget fyrrom i boligen og knyttes til en akkumulatortank. Alle typer fyrkjeler må ha en akkumulatortank, men en vedkjel trenger en større tank enn andre fyrkjeler, for at man skal slippe å fyre hele døgnet. En pelletskjel har den fordel at den kan brenne døgnkontinuerlig og har dermed ikke behov for en like stor akkumulatortank som en vedkjel.

Hvis man antar at det meste av utskiftingen skjer når det likevel må erstattes, vil merkostnaden bli lavere, samtidig som utskiftingshastigheten blir redusert.

*Tjenesteytende sektor* brukte i 2002 3,5 TWh olje (tilsvarende om lag 0,3 mill. tonn olje, hovedsakelig fyringsolje 1 og 2). Det antas at dette brennes i oljekjeler, og disse kan da i prinsippet erstattes av bioenergikjeler eller fjernvarme (produsert med fornybare energikilder).

Utslippene fra alminnelig industri består hovedsakelig av utslipp fra forbrenning av fyringsoljer og noe fra gass. En del av dette brukes direkte i for eksempel tørker, men det meste brennes i kjeler, og kan dermed erstattes av bioenergi.

#### *Erstatning av elektrisitet*

Totalt elektrisitetsforbruk i *private husholdninger* var ca. 35 TWh i 2002. Av dette brukes ca. 41 prosent til romoppvarming og varmtvann, dvs ca. 14 TWh i 2002 (Larsen og Nesbakken, 2005). Dette kan i prinsippet erstattes med andre energikilder, men det krever store investeringer da en stor del brukes for direkteoppvarming i panelovner. I nye hus vil kostnadene være vesentlig lavere, og fram mot 2050 vil mulighetene for redusert bruk av elektrisitet til oppvarming derfor øke.

Bruk av varmepumper vil kunne redusere elektrisitetsforbruket til oppvarmingsformål. I gjennomsnitt regner man med at det kan reduseres med to tredjedeler ved bruk av varmepumper av god kvalitet.

*I næringsbygg* er ca. 36 prosent av total energibruk elektrisitet til oppvarming (Enova, 2005). Total årlig energibruk i næringsbygg er ca. 36 TWh (Civitas, 2005), dvs ca. 13 TWh elektrisitet brukes årlig til oppvarming i dag.

I industri og næringsbygg brukes det i dag elkjeler for produksjon av damp eller varmt vann. I 2002 var forbruket ca. 5,7 TWh. Dette kan erstattes av kjeler som bruker andre energibærere som for eksempel bioenergi eller det kan erstattes av varmepumper eller fjernvarme.

### 6.4.4 Tiltak og utslippsreduksjoner fra oppvarming i Lavutslippsbanen

Utvalget er av den oppfatning at de to tiltakene utvalget anbefaler for å redusere utslippet relatert til oppvarming; energiøkonomisering i bygg og overgang til CO<sub>2</sub>-nøytral oppvarming, så godt som helt kan fjerne klimagassutslippene (7 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år) fra oppvarming i 2050. Utvalget mener at hvert av de to tiltakene kan bidra med omtrent like store utslippskutt fram mot 2050, se figur 6.8.

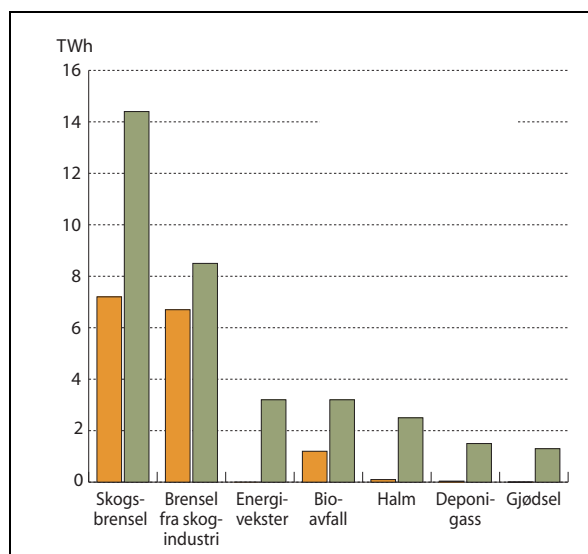
I løpet av perioden 2005 til 2050 mener utvalget at Norge bør kunne redusere den energi som går med for å holde et areal på en viss temperatur med omlag en tredjedel. Videre bør man i løpet av den samme perioden kunne redusere utslippene pr. enhet energi brukt til oppvarming meget vesentlig. For det første ved at bruken av olje fases helt ut. Dernest ved at det benyttes mye mer ved/pellets (biomasse) som brennes i energieffektive ovner.

### Boks 6.8 Bioenergi i Norge

Bioenergi er energi dannet ved omforming av plante- og dyrematerialer til energi. Det vanligste er bruk av ved og pellets i mindre ildsteder, bruk av flis, bark, halm, briketter og fast avfall i større varmesentraler, bruk av foredlet biobrensel i små og store kjeleanlegg, bruk av biogass av gjødsel og avfall til kraft-/varmeproduksjon og bruk av biodiesel og bioetanol til transport (se boks 6.2). Dette er produkter fra skogbruk, skogindustri, jordbruk, agro-industri, husholdninger, næringsmiddelindustri og biomassebasert industri.

Bruk av bioenergi har mange miljøfordeler. Den er fornybar, og gir ingen utslipp av klimagasser fordi plantene opptar karbondioksid fra atmosfæren når de vokser. Den har lite utslipp av svoveldioksid, og dersom man anvender biologisk avfall til energiproduksjon, sparer man ressurser. Det må imidlertid understrekes at det fordres en god forbrenningsteknologi for ikke å få lokale forurensingsproblemer. Tradisjonell vedfyring kan for eksempel gi lokale utslipp av karbonmonoksid, tjærestoffer og partikler. Nye ovner med bedre forbrenningsteknologi kan redusere disse utslippene med opp til 90 prosent. Avfallsforbrenning kan også slippe ut en del partikler, uforbrente hydrokarboner, SO<sub>x</sub>, HCL, tungmetaller og dioksiner. Med bruk av renseteknologi er det mulig å redusere også disse utslippene. Det er videre viktig å understreke at biomasseprodukter som biobrensel og biodrivstoff må produseres på en miljøvennlig måte ved hjelp av fornybare energikilder for å få full uttelling for reduksjon i utslipp.

Biomasse er en ressurs vi har mye av i Norge. Den årlige tilveksten av biomasse i Norge er ca. 425 TWh. Den største delen av dette er imidlertid lite tilgjengelig biomasseressurser. I dag utnyttes ca. 15 TWh til energiformål, mens potensialet for bruk av bioenergi i Norge er ca. 35 TWh.



Figur 6.7 Bruk av biomasse til energiformål i Norge. Aktuell bruk og samlet potensial.

Kilde: Energigården, <http://www.energigarden.no/>

Og til slutt ved at en del av strømmen som benyttes brukes via varmepumper, for å øke virkningsgraden.

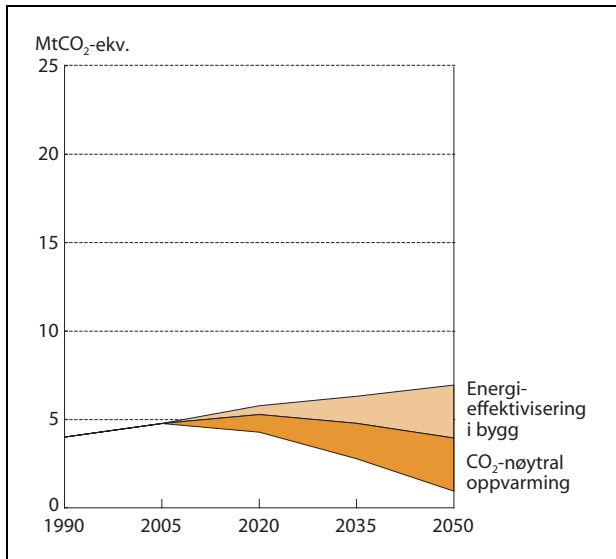
### 6.5 Metanutslipp fra jordbruk og avfall

Norges totale jordbruksareal utgjør ca. 10 mill. dekar, dvs. 3,4 prosent av samlet landareal. Det alt vesentlige brukes til produksjon av husdyrfôr i form av gras, høy og korn til kraftfôr. Utslipp av drivhusgasser fra sektoren var i 1990 ca. 4,7 MtCO<sub>2</sub>-ekv. og utslippene har fra da av vært omtrent uendret fram til i dag.

Utslipp fra avfallsdeponier kommer, i likhet med landbruket, hovedsakelig fra utslipp av metan som er en ca. 21 ganger kraftigere klimagass enn CO<sub>2</sub>. De norske metanutslippene i 2004 tilsvarte om lag 5,1 MtCO<sub>2</sub>-ekv. Av dette utslippet utgjorde husdyr og husdyrgjødsel til sammen 39 prosent

eller tilnærmet 2 MtCO<sub>2</sub>-ekv. Utslipp fra avfallsdeponier utgjorde om lag en like stor andel. Det er i dag ca. 70 deponianlegg med metangassgjenvinning i drift og noen få under planlegging eller utbygging.

Landbruket har de siste tiårene vært gjennom en kontinuerlig omstilling og antall bruk med husdyr er redusert dramatisk. Det kan trolig forventes at dette vil fortsette, og man får i så fall et større innslag av industrielt landbruk med få og store enheter. Antall husdyr vil også kunne reduseres og det kan bli en endret fordeling mellom de ulike dyreslag. Avgjørende for denne utviklingen er framtidige beslutninger knyttet til nasjonal og internasjonal landbrukspolitik. I et perspektiv på 30 til 50 år vil en stor andel av bruk med dyrehold trolig komme opp i en størrelse som gir grunnlag for bygging av rasjonelle biogassanlegg på hver enhet. Det vil imidlertid være snakk om store anleggsinvesteringer og en eller annen form for



Figur 6.8 Illustrasjon av tiltak og reduksjoner i årlige utslipp fra oppvarming.

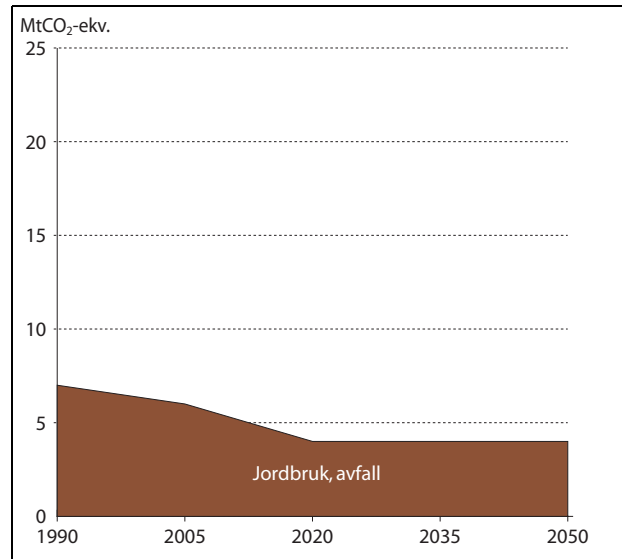
Kilde: Statistisk sentralbyrå og Lavutslippsutvalget.

finansieringsordning må trolig på plass for å utløse dette potensialet.

Referansebanen legger til grunn en moderat reduksjon i jordbruksproduksjonen med i snitt 0,3 prosent pr. år. Utslipp fra avfallsdeponier vil falle som konsekvens av at det blir forbud mot deponering av organisk avfall fra 2009. Samlet reduseres derfor utslippene i dette framtidsbildet som vist i figur 6.9 og vil i 2050 stå for mindre enn 5 prosent av de samlede utslippene.

### 6.5.1 Prioritering av tiltak

SFT omtaler i sin rapport (Statens forurensnings-tilsyn, 2005) følgende tiltak for landbruket:



Figur 6.9 Årlige utslipp av klimagasser fra jordbruk historisk og i Referansebanen 1990-2050.

Kilde: Statistisk sentralbyrå og Lavutslippsutvalget.

- Senking av nitrogeninnholdet i fôr og forbedret foring av husdyr.
- Redusert nitrogen gjødsling av jordbruksareal.
- Biogassproduksjon ved anaerob nedbrytning av gjødsel og våtorganisk avfall.

Gjennomføring av disse tiltakene vil kunne gi en reduksjon på vel 0,3 MtCO<sub>2</sub>-ekv. i 2010 og rundt 0,7 MtCO<sub>2</sub>-ekv. i 2020.

For avfallssektoren har SFT vurdert fire tiltak som aktuelle:

- Behandling av nedbrytbart avfall.
- Energiutnyttelse av metangass fra deponi.
- Oppsamling av metangass fra deponi uten uttak.
- Økt oppsamling av metangass fra deponi med uttak.

Tabell 6.6 Utslipp fra jordbruk og avfallsdeponier i Norge 1990-2004. Prosentvis andeler i 1990 og 2004 og gjennomsnittlig årlig vekst 1990-2004.

	1990	2004	Andel 1990	Andel 2004	Gjennomsnittlig årlig vekst
	MtCO <sub>2</sub> -ekv.	MtCO <sub>2</sub> -ekv.	Prosent	Prosent	Prosent pr. år
Husdyr	1,7	1,9	24	30	0,7
Husdyrgjødsel	0,9	0,9	12	14	-0,2
Nitrogengjødsling	0,7	0,6	9	10	-0,5
Andre landbruksutslipp	1,3	1,3	18	21	0,0
Avfallsdeponigass	2,5	1,5	35	23	-3,7
Forbrenning av avfall og deponigass	0,1	0,2	2	3	4,7
<b>I alt fra jordbruk og avfallsdeponier</b>	<b>7,1</b>	<b>6,3</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>-0,8</b>

Kilde: Statistisk sentralbyrå.

Utvalget foreslår kun ett prioritert tiltak for kilden jordbruk og avfall:

- Metangassinnsamling

Tiltaket favner både metangassgjenvinning fra husdyrgjødsel og metangassuttak på avfallsdeponier, og er beskrevet nærmere under. Beskrivelsene i neste avsnitt er bygget på en rapport fra Norconsult (Norconsult, 2004). Det er lagt til grunn at forbudet mot deponering av nedbrytbart avfall innføres fra 2009. Dette vil medføre økte utslipp fra forbrenning, mens utslippsreduksjonen av metangass som følger av forbudet vil få gradvis økt betydning på lenger sikt. Utslippene fra deponier er vanligvis slutt ca. 30 år etter siste deponering.

### 6.5.2 Metangassinnsamling

#### *Metangassgjenvinning fra husdyrgjødsel*

I 1999 hadde Norge 1.031.000 storfe, 99.000 griser, 953.000 sauer og 3.181.000 høner. Årlig produserer disse ca. 12-14 mill. tonn husdyrgjødsel. Hvis denne gjødselmengden hadde blitt behandlet i biogassanlegg, ville det gitt en gassproduksjon på henholdsvis 213 mill. m<sup>3</sup> pr. år med et energiinnhold på ca. 1,2 TWh (Energigården, 2001).

Det er i dag strenge miljøkrav til spredning av husdyrgjødsel i landbruket. Dette har gjort det nødvendig å samle opp både vått og tørt organisk avfall i gjødselkjellere eller gjødselkummer over lengre tid.

Biogassproduksjon fra våtorganisk avfall, som husdyrgjødsel og kloakkslam, kan gjøres ved å pumpe massen inn i en gass tett reaktor (ferråningstank) som varmes opp. Her ferråtnes massen uten tilgang på oksygen og bryes ned av naturlig forekommende bakterier. Restproduktene er biogass (CH<sub>4</sub> + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>S + annet) og et flytende gjødselprodukt som kan spres på landbruksareal. I motsetning til et komposteringsanlegg (aerob nedbrytning) hvor energien frigjøres som varme, produseres stort sett ikke varme i et biogassanlegg. Prosessen må som regel tilføres varme for å kunne holde en temperatur på 40 °C. Avhengig av temperaturen vil oppholdstiden for biomassen i reaktoren være fra 12 til 25 dager.

I år 2000 var det i Norge 17 bioreaktorer knyttet til renseanlegg som behandlet kloakkslam. Disse produserte en gassmengde tilsvarende ca. 0,08 TWh. I tillegg var det to reaktorer innenfor næringsmiddelindustrien, tre reaktorer i annen industri og to reaktorer for behandling av husdyrgjødsel i landbruket. Etter dette er det bygget ytterligere noen få mindre gårdsanlegg.

Omdanning av husdyrgjødsel i en anaerobisk prosess er en stor teknologisk utfordring da en skal oppnå flere ting samtidig. I tillegg til konvertering av gjødsel til biogass, skal en redusere luktplagen og oppnå en god vannkvalitet samtidig som en opprettholder en god driftsøkonomi. Fram til i dag har gassproduksjonen i mange anlegg vært for lav, noe som skyldes oppblomstring av metanbakterier som følge av et for høyt innhold av ammonia i husdyrgjødsel.

Flere fullskala anlegg er bygget i Danmark med kapasitet på ca. 40 m<sup>3</sup> husdyrgjødsel pr. dag. Dette tilsvarer gjødsel fra ca. 1000 storfe eller ca. 10.000 griser eller ca. 400.000 høner. Det må forventes at teknologien utvikles til også å fungere tilfredsstillende i anlegg med mindre kapasitet.

Vårt desentrale landbruk med små besetninger og store avstander mellom brukene, er ugunstig i forhold til bygging og drifting av anlegg for biogassproduksjon. Størrelsen på anleggene må vurderes opp mot kostnadene og utslippene knyttet til transport av flytende gjødsel til større fellesanlegg. Med et forbud mot deponering av organisk avfall fra 2009, vil en kunne få flere aktører til å bygge anlegg for biogassproduksjon. Både landbruket og næringsmiddelindustrien kan da bli leverandører av råstoff.

SFT (Statens forurensningstilsyn, 2005) anslår et reduksjonspotensial i 2020 på henholdsvis 0,36 MtCO<sub>2</sub>, med biogassproduksjon ved anaerob nedbrytning. Kostnaden for dette er anslått til ca. -311 kr/kg CO<sub>2</sub>. Når det gjelder anaerob biogassproduksjon kan innblanding av våtorganisk avfall være avgjørende for lønnsomheten. Sparte utgifter til alternativt avfallsbehandling er det viktigste bidraget til dette.

#### *Nye metangassuttak og opprustning av eksisterende metangassuttak på avfallsdeponier*

Totalt utgjør nye metangassuttak og opprustning av eksisterende metangassuttak en reduksjon på ca. 7,7 prosent i forhold til dagens utslipp fra norske deponier. I forhold til dagens uttak på ca. 24 000 tonn CH<sub>4</sub> i eksisterende anlegg, vil en med alle tiltakene kunne øke dagens deponigassuttak med ca. 55 prosent.

Det vil også kunne installeres generatoranlegg for strømproduksjon ved alle anlegg av en viss størrelse - ca. 30 anlegg. Dette vil kreve en investering på henholdsvis 60 mill. kr. og en årlig drift på ca. 5 mill. kr. Årlig vil det kunne gi en strømproduksjon på 0,04 TWh til en energipris på under 35 øre/kWh.



Hvis det forutsettes en økning av metangassuttak og omdanning med rundt 15 prosent til 75 prosent, vil dette gi en utslippsreduksjon på rundt 0,3 MtCO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Total utslippsreduksjon fra sektoren blir med dette rundt 0,9 MtCO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2020.

Samlet for landet vil disse tiltakene kreve en investering på ca. 70 mill. kr. og en årlig driftsutgift på ca. 6 mill. kr. Totalt vil dette resultere i en reduksjon av metangassutslippene på anslagsvis 13 500 tonn CH<sub>4</sub> tilsvarende nesten 0,3 MtCO<sub>2</sub>-ekv.

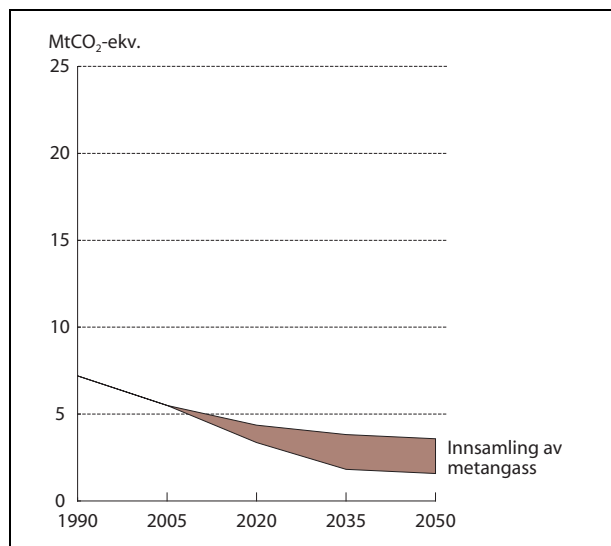
Tiltakene vil ha sin største effekt de neste 20 til 30 år. I 2050 vil utslippene fra gamle deponier uansett være så små at anleggene ikke vil kunne operere. Realisering av de omtalte tiltak vil således resultere i en raskere reduksjon av utslippene ned mot null.

### 6.5.3 Tiltak og utslippsreduksjoner fra jordbruk og avfallsdeponier i Lavutslippsbanen

Utvalget vurderer det slik at det kan bli vanskelig å fjerne veldig mye av klimagassutslippene fra jordbruk og avfallsdeponier. Delvis er mye gjort allerede eller vil bli gjort i Referansebanen. Delvis vil mange små anlegg kunne gjøre det vanskelig å forsvare store investeringer i metaninnsamling. I Lavutslippsbanen ser en derfor for seg en reduksjon på om lag 2 MtCO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2050. Dette vil generere noe kraft; i størrelsesorden 0,5 TWh.

## 6.6 Prosessindustri

Prosessindustrien omfatter i denne sammenheng produksjon av metaller, kjemiske råvarer, papir og papirmasse, kjemiske og mineralske produkter, samt raffinering av olje. Utslippene omfatter både



Figur 6.10 Illustrasjon av tiltak og reduksjoner i årlige utslipp fra jordbruk og avfallsdeponier.

Kilde: Lavutslippsutvalget.

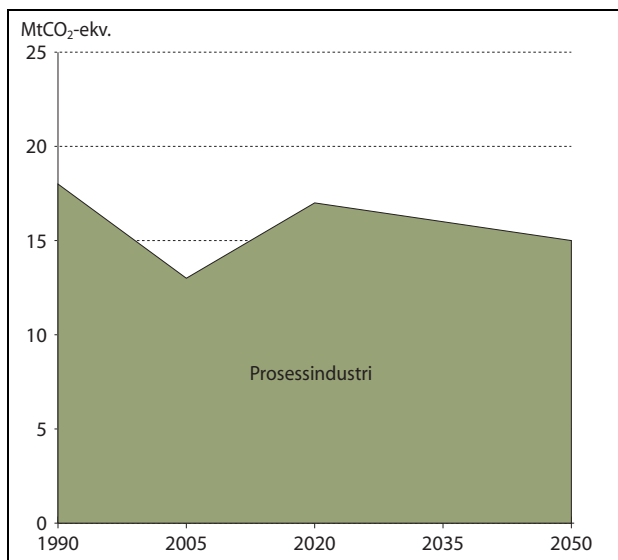
stasjonær forbrenning og prosessutslipp, det vil si utslipp fra forbrenning av fossile brensler og utslipp som kommer direkte fra kjemiske prosesser. Sammensetningen av utslippskilder i prosessindustrien går fram av tabell 6.7. Metallproduksjon har redusert sine utslipp med nesten 50 prosent over perioden 1990 - 2004 og gått fra å være den dominerende utslippskilden innen prosessindustrien til nå å ha utslipp litt lavere enn kjemisk industri og raffinering.

Figur 6.11 viser utviklingen av klimagassutslipp fra prosessindustrien i perioden 1990-2050. Utslippene når en topp på ca. 17 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år rundt 2015 og avtar deretter fram mot 2050 der de når et nivå litt under 15 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år. Andelen av samlede nasjonale utslipp reduseres derved fra ca. 35 prosent i 1990 til 22 prosent i 2050.

Tabell 6.7 Utslipp fra prosessindustrien i 1990 og 2004. Andeler av utslipp fra prosessindustrien i 1990 og 2004 og gjennomsnittlig årlig vekst.

	1990	2004	Andel 1990	Andel 2004	Gjennomsnittlig årlig vekst
	MtCO <sub>2</sub> -ekv.	MtCO <sub>2</sub> -ekv.	Prosent	Prosent	Prosent pr. år
Treforedling	0,2	0,5	1	4	5,7
Kjemisk industri og raffinering	5,8	5,9	33	44	0,2
Mineralproduktindustri	1,4	1,6	8	12	1,2
Metallproduksjon	10,2	5,5	58	41	-4,3
Prosessindustri i alt	17,6	13,6	100	100	-1,8

Kilde: Statistisk sentralbyrå.



Figur 6.11 Årlige utslipp av klimagasser fra prosessindustrien historisk og i Referansebanen 1990-2050.

Kilde: Statistisk sentralbyrå og Lavutslippsutvalget.

En viktig årsak til at Norge har en relativt stor prosessindustri er først og fremst tilgangen til vannkraft. De naturgitte forutsetningene er imidlertid ikke lenger like åpenbare. Det norske kraftsystemet er del av det nordiske og europeiske systemet, og norsk vannkraft er en begrenset ressurs. De siste kraftkontraktene med politisk bestemte (lave) priser løper ut i 2012, og kraftkrevende industri opplever derfor en gradvis overgang til kommersielle kontrakter. Alternative løsninger har vært diskutert for å sikre den kraftkrevende industrien kraftpriser som er konkurransedyktig med de betingelsene sammenlignbare bedrifter har i andre land (industrikraftmarked). Utviklingen av kraftprisen vil være en viktig parameter for kraftkrevende industri framover.

Dersom deler av norsk kraftkrevende industri flyttes ut av landet, vil det bidra til at de norske klimagassutslippene reduseres. Dersom produksjonsvolumet opprettholdes i et annet land, vil de globale utslippene være konstant, eller øke. En økning kommer som følge av at elektrisitet som hovedsakelig er produsert av norsk vannkraft substitueres med kraft med til dels høye CO<sub>2</sub>-utslipp, eksempelvis kullkraft.

### 6.6.1 Prioritering av tiltak

Det er særlig to typer tiltak utvalget ser at kan redusere utslippene fra prosessindustrien vesentlig:

- CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring fra prosessutslipp
- Prosessomlegginger og energieffektivisering

Muligheten for CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring har blitt mye diskutert i forbindelse med fossilt baserte kraftverk (gasskraft her i landet), men er faktisk vel så egnet til å redusere utslipp fra store industrielle punktkilder. Årsaken er at CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i avgassene ofte er høyere fra slike industrielle punktkilder enn fra kraftverk, og gasskraftverk i særdeleshet.

Prosessomlegging innen kraftintensiv industri er avhengig av videre forskning og utvikling. Energifrisene er videre av betydning for gjennomføring av prosessomlegging innen prosessindustrien. Ulike støtteordninger har en positiv virkning på gjennomføringsgraden som følge av at både lønnsomheten og motivasjonen øker.

### 6.6.2 CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring fra prosessutslipp

Utslippene fra prosessindustrien kommer for det meste fra store punktkilder. Det eksisterer derfor et betydelig potensial for rensing av CO<sub>2</sub>-utslipp fra denne industrien i Norge. Mulighetene for CO<sub>2</sub>-håndtering fra industrien er imidlertid mindre studert enn mulighetene for rensing fra gasskraftverk, og tilgangen på publiserte, stedsspesifikke data er derfor liten (NVE, 2005a). Konsentrasjonen av CO<sub>2</sub> i avgassene er likevel som regel høyere enn fra gasskraftverk. Fangstprosessen kan derfor bli mer effektiv når den anvendes på store industrikilder enn den vil være ved anvendelse på gasskraftverk.

I tabell 6.8 er nivået på dagens klimagassutslipp presentert fra noen av de bedrifter som har størst utslipp.

Tabell 6.8 Klimagassutslipp fra noen norske industribedrifter.

	Klimagassutslipp MtCO <sub>2</sub> -ekv. pr. år
Statoil ASA Mongstad	1,75
Gassco AS, Kårstø	1,65
Norcem AS, Grenland	0,95
Yara AS, Grenland	0,7
Noretyl AS, Grenland	0,5
Norcem AS, Kjøpsvik	0,4
Statoil ASA, Tjeldbergodden	0,4
Esso Norge AS, Slagentangen	0,3

Kilder: NVE, 2005a og www.sft.no.

Industriene i Grenland representerer en stor konsentrasjon av norske CO<sub>2</sub>-utslipp. Skagerak Energi har levert forhåndsmelding til myndighetene om bygging av et fullskala gasskraftverk med CO<sub>2</sub>-håndtering i Grenland. Gasskraftverket planlegges ved bruk av konvensjonell aminrensing og gassen er tenkt fraktet med skip eller i rør til Nordsjøen.

Hvis det blir gasskraftverk med CO<sub>2</sub>-håndtering på Mongstad og i Grenland, er det vurdert som mulig å redusere utslippene fra eksisterende industri med om lag 3 MtCO<sub>2</sub> pr. år med dagens produksjonsvolumer. Det er meget vanskelig å anslå hvor mye aktivitetene innenfor de aktuelle bedriftene vil forandres i Referansebanen fram mot 2050, og dagens nivå er derfor et anslag også for potensialet i 2020 og i 2050.

### 6.6.3 Prosessomlegginger og energieffektivisering i kraftkrevende industri

#### *Aluminium*

Det er tre store produsenter av aluminium i Norge, Hydro Aluminium, Elkem og Sør-Norge Aluminium. Aluminium produseres enten ved Søderbergteknologi eller ved prebaketeknologi. Ved produksjon av aluminium er utslippene avhengig av hvilken teknologi som brukes. Generelt sett er utslippene større fra Søderberg enn fra prebaked, både av CO<sub>2</sub> og av perflourkarboner (PFK). Gjennomsnittlige utslipp av klimagasser er for 2005 beregnet til 1,77 tonn CO<sub>2</sub>-ekv./tonn aluminium for prebaked-anlegg og 2,94 tonn CO<sub>2</sub>-ekv./tonn aluminium for Søderberganlegg (Nestaas et al., 2002). I 2003 ble det produsert 1,2 mill. tonn aluminium, og elektrisitetsforbruket var 19,5 TWh, dvs 16,4 kWh/kg aluminium (www.odyssee-indicators.org).

Det er forventet at aluminiumproduksjon basert på Søderbergteknologi vil bli nedlagt innen 2013. Hydro har besluttet å legge ned Søderbergproduksjonen ved Høyanger og Årdal innen utgangen av 2006. Søderbergproduksjonen ved både Karmøy og Lista må oppgraderes betydelig for å tilfredsstille framtidige miljøkrav, og anleggene vil enten legges ned eller bygges om til prebakeceller innen 2013.

Aluminiumsprodusenter har generelt gode muligheter for fortsatt drift i Norge. Det har de senere år vært gjennomført store investeringsprosjekter i sektoren, markedssituasjonen for aluminium er positiv og de norske prebakeanleggene er stort sett konkurransedyktige med anlegg i verden for øvrig. Fram mot 2020 vil det derfor fortsatt være en betydelig aluminiumsindustri i Norge. Det

er imidlertid mulig å se for seg et scenario hvor en får større utflytting av norsk aluminiumsindustri innen 2050. Eksempelvis har Hydro Aluminium inngått avtale om å bygge et stort aluminiumsverk i Qatar og når dette anlegget er i drift fra 2009 vil 25 prosent av Hydros aluminiumsproduksjon komme herfra.

#### *Prosessomlegginger i aluminiumsindustrien*

Med dagens produksjon er det beregnet et teknisk potensial for energieffektivisering i aluminiumsindustrien på totalt 2 TWh/år (IFE, 2002). Av dette har bransjen prioriterte tiltak tilsvarende et potensial på 1,2 TWh/år med tilhørende investeringskostnad på 660 mill. kr og reduksjon i CO<sub>2</sub>-utslipp på 0,4 mill. tonn. Tiltakene er hovedsakelig knyttet til varmegjenvinning, oppgradering av eksisterende Søderberg- og prebakeanlegg og reduksjon av eltap i likerettere og skinner.

Nye teknologier som reduserer energibruken vesentlig kan også bli kommersielt tilgjengelige i perioden fram til 2050. En teknologi som det er forsket på lenge, men som enda ikke er mulig å ta i bruk, er inerte anoder. Disse lages av materiale som ikke forbrukes i elektrolyseprosessen, slik at det under elektrolysen produseres O<sub>2</sub> i stedet for CO<sub>2</sub>. Disse nye materialene; cermets (keramisk + metall) av nikkeloksyd eller jernoksyd innebærer at prosessen for å framstille karbonanoder elimineres. Man ser for seg at spesifikk energibruk kan bli redusert med 15 prosent og produksjonen av dagens anoder helt vil falle bort. Det er imidlertid stor usikkert knyttet til om og eventuelt når teknologien vil være tilgjengelig og også hva den vil koste.

#### *Magnesium*

Metallisk magnesium ble tidligere produsert ved Norsk Hydro i Porsgrunn, men denne produksjonen er nå nedlagt. Støping av magnesium er fortsatt i drift og medfører utslipp av SF<sub>6</sub>. Tidligere ble SO<sub>2</sub> benyttet som dekk-gass, men særlig av hensyn til arbeidsmiljø gikk en over til bruk av SF<sub>6</sub> i løpet av perioden 1979 – 1982. Utstøpingen skjer uten oppsamling eller gjenvinning, og utslippet av SF<sub>6</sub> er således lik forbruket.

Mye tyder på at støperiet også vil bli nedlagt innen kort tid. Om så ikke skulle skje er det et mulig tiltak å fase ut bruken av SF<sub>6</sub> og i stedet gå over til igjen å benytte SO<sub>2</sub> som dekk-gass. SFT vurderer potensialet for redusert klimagassutslipp til 0,1 MtCO<sub>2</sub>-ekvivalenter (Statens forurensningstilsyn, 2005).

### Ferrolegeringer

I 2002 sto produksjon av jern, stål og ferrolegeringer for ca. 42 prosent av total metallproduksjon i Norge (Statistisk sentralbyrå og SFT, Utslippsregnskapet). De største produsentene innen ferrolegering i Norge er Elkem og Fesil. Det dominerende produktet er ferrosilisium. Det produseres også andre produkter som ferrokrom, silisiummetall og mikrosilica. Produktene har ulik renhetsgrad og svært ulike markedspriser.

Kraftforbruket i ferrolegeringsindustrien lå på rundt 7 TWh/år fram til 2001. I løpet av noen måneder ble kraftforbruket betydelig redusert som følge av at kraftprisene doblet seg fra ca. 10 øre/kWh til rundt 20 øre/kWh. Månedsförbruket ble redusert fra 0,6 TWh/mnd til ca. 0,4 TWh/mnd (ECON, 2004). Flere bedrifter stengte midlertidig ned enheter som følge av de høye prisene.

Generelt sett er norsk ferrolegeringsindustri mer utsatt for svingninger i kraftprisen enn det aluminiumsindustrien er. På litt sikt, og ved stigende kraftpriser er det ikke usannsynlig at deler av ferrolegeringsindustrien vil legge ned i Norge.

### Prosessomlegginger i ferrosilisiumproduksjonen

Både ferrosilisium og silisiummetall produseres i halvåpne ovner. Råstoffet for silisium er kvarts ( $\text{SiO}_2$ ) som reduseres med karbon, i form av kull, koks og/eller trekull til Si og CO. Det brukes også en del treflis for å få en mer åpen «charge». Karboninnholdet i flis utnyttes delvis som reduksjonsmiddel. Det finnes pr. i dag ikke noe alternativ til karbon som reduksjonsmiddel. Flis er det dyreste reduksjonsmiddel man kan benytte, og det vil ikke være økonomisk mulig å erstatte vesentlige mengder fossile reduksjonsmaterialer med flis. Spesielle tilfeller hvor man kan få tilgang på tørr flis fra rivningsmaterialer vil være et unntak, men det er små muligheter for å kunne erstatte mer enn tilsvarende noen få 10 000 tonn  $\text{CO}_2$  (Nestaas et al, 2002).

Avgassen, mest CO og noe SiO brenner på toppen av chargen til  $\text{CO}_2$  og  $\text{SiO}_2$  (silikastøv), og temperaturen i avgassen som suges av er opptil 900 °C. Silikastøvet filtreres fra i posefiltre, og derfor må gassen kjøles først. Dermed er det mulig å gjenvinne store deler av tilført energi som varme eller å bruke den til produksjon av elektrisk energi. De norske produsentene har særlig gjennom de siste 20-30 år effektivisert sin produksjon både med hensyn til forbruk av elektrisk kraft og av reduksjonsmaterialer, og framstår nå som de mest effektive produsenter i verden. Fra 1990 til 2001 ble

utslippet redusert fra 3,8 til 3,5 tonn  $\text{CO}_2$ -ekv./tonn FeSi ved produksjon av ferrosilisium og fra 4,6 til 4,5 tonn  $\text{CO}_2$ -ekv./tonn Si ved produksjon av Si-metall. Disse reduksjoner skyldes til dels at forbruket av biokarbon (trekull og flis) økte fra tilsvarende 0,5 til 0,6 tonn  $\text{CO}_2$ /tonn (FeSi+Si) i løpet av perioden. Utslippene ligger (paradoksalt nok) allerede betydelig under definert BAT<sup>2</sup> (IPPC-BREF), som er 4,24 for FeSi 75 prosent og 6,21 for Si-metall.

Ytterligere energieffektivisering og  $\text{CO}_2$ -reduksjoner kan oppnås på ulike måter:

- Utnyttelse av varme avgasser til elektrisk kraftproduksjon, eventuelt varmeleveranse hvor det ligger til rette for det. Teknisk potensial for elektrisk kraftproduksjon er 1,23 TWh/år.
- Optimalisering av hjelpekraftsystemene. Teknisk potensial er 0,08 TWh/år.
- Optimalisering av elektriske kraftoverførings-systemer til ovnene. Teknisk potensial er 0,15 TWh/år.

Utnyttelse av høytemperatur avgass eller brennbar avgass til elektrisk kraftproduksjon eller varmeleveranse er en løsning som klart kan bidra mye til reduksjon av netto elektrisk kraftforbruk og utslipp av  $\text{CO}_2$  i ferrolegeringsindustrien. Optimalisering av hovedprosess og driftsoptimalisering er en kontinuerlig prosess hvor man ved økt bruk av automatisering og forståelse tilstreber å forbedre utbyttet fra ovnene og redusere det spesifikke kraftforbruket. Det har vært en forbedring av det spesifikke kraftforbruket fra 1990 og fram til i dag. Denne utviklingen vil fortsette, men det er ikke klart hvor langt man kan nå i dette arbeidet.

Med dagens produksjon er det avdekket et totalt potensial for enøktiltak og kraftgenerering i ferrolegeringsindustrien på 1,3 TWh med en investeringskostnad på 2,8 mrd kr. Den tilhørende reduksjonen i  $\text{CO}_2$ -utslipp er på 0,46 Mt $\text{CO}_2$  (IFE, 2002).

Trekull har høyere reaktivitet med SiO-gass enn koks (og forkokset kull), og vil faktisk også gi en svak økning i silisium-utbyttet og litt lavere kraftforbruk pr. tonn produsert metall. Denne fordelene av å benytte trekull avhenger av produksjonstype og av smelteovnen. Bedriftene har da også allerede gjennomført tiltak som har redusert  $\text{CO}_2$ -utslippene med i alt ca. 240 000 tonn ved å benytte trekull og flis i sin produksjon av silisiummetall og høysilisiumholdig FeSi. Disse tiltakene er gjennomført til null kostnad, dvs at merkostnad til kjøp av trekull til en pris av ca. 3500 kr/tonn Fix

<sup>2</sup> BAT = Best Available Technology

C mot ca. 1500 kr/tonn Fix C for kull, oppveies ved økt produksjon og redusert kraftforbruk ved at ca. 15 prosent av karbonet tilføres som trekull og flis. Økes andelen av karbon fra trekull så blir fordelene mindre.

Trekull benyttes i dag normalt ikke ved produksjon av standard FeSi (med 75 prosent eller lavere silisiuminnhold), men trekull kan i visse situasjoner brukes for å kompensere begrensninger i ovners elektriske utrustning. Ikke gjennomførte tiltak omfatter også bruk av trekull ved produksjon av ferrosilisium, men her er det ikke funnet noen tiltak som koster under ca. 300 kr/tonn CO<sub>2</sub>.

Tiltakene vil som regel kunne gjennomføres uten investeringer. Dermed blir det ingen forskjell på samfunnsøkonomisk og bedriftsøkonomisk kostnad, og man kan hele tiden beregne kostnaden med grunnlag i prisdifferansen mellom trekull og kull.

SFT vurderer at klimagassene kan reduseres med nesten 0,5 MtCO<sub>2</sub>-ekvivalenter ved å erstatte fossilt kull med trekull til en gjennomsnittlig kostnad på 380 kr/tonn CO<sub>2</sub> (Statens forurensningstilsyn, 2005). Det er også et potensial å erstatte koks med trekull på 133 000 tonn CO<sub>2</sub>, men her er kostnaden vurdert til 1240 kr/tonn CO<sub>2</sub>.

### *Karbider*

Utslipp av klimagasser fra produksjon av karbider består hovedsakelig av CO<sub>2</sub> og mindre mengder CH<sub>4</sub>. I 2001 var de spesifikke utslippene ved silisiumkarbidproduksjon 2,42 tonn CO<sub>2</sub>-ekv./tonn SiC crude. I 2003 var produksjonen av kalsiumkarbid midlertidig stanset og utslippsprognosene fra denne produksjonen er derfor usikre. Total produksjon av silisiumkarbid i 2003 var 36 500 tonn (www.sft.no), hvilket gir et klimagassutslipp på ca. 0,09 MtCO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Produksjonen er nesten halvert fra 2001, da total produksjon var 69 500 tonn SiC. I 1995 var produksjonen 83 600 tonn SiC.

Total elektrisitetsforbruk ved produksjon av karbider var i 2001 ca. 4 TWh.

### *Kjemisk industri*

Yaras fabrikk i Porsgrunn er i dag eneste produksjonssted for ammoniakk i Norge. Ammoniakken benyttes som råstoff i Yaras produksjon av kunstgjødsel. Ved anlegget i Porsgrunn benyttes i dag våtgass (propan, butan og etan blanding) som råstoff for produksjon av hydrogengass og som energikilde i prosessen.

Utslippene av CO<sub>2</sub> fra ammoniakkproduksjonen kan reduseres noe ved overgang fra våtgass til

naturgass som råstoff og energikilde. Reduksjonen kommer som følge av at naturgass har et høyere innhold av hydrogen og høyere spesifikt energiinnhold enn den våtgassen som i dag benyttes. Samlet vil en kunne oppnå en reduksjon i utslippene av CO<sub>2</sub> på ca. 15 prosent (Statens forurensningstilsyn, 2000).

Tiltaket innebærer ingen betydelige investeringsbehov ved bedriften. Imidlertid betinger tiltaket tilgang til naturgass gjennom naturgassledning eller etablering av mottaksanlegg for nedkjølt naturgass. Dette innebærer store investeringer som vil være et viktig hinder for gjennomføring av tiltaket. Slike investeringer i infrastruktur må vurderes i en større sammenheng og involvere flere mulige brukere av naturgass.

Yara produserer salpetersyre ved fabrikkene i Porsgrunn og Glomfjord. I denne produksjonen brennes ammoniakk med luft og danner nitrogenoksider som så absorberes i vann til salpetersyre. I prosessen dannes imidlertid også betydelige mengder lystgass, N<sub>2</sub>O, som går til utslipp. Mengden er primært avhengig av forbrenningsteknologi og produksjonsnivå. Produksjon av salpetersyre er den klart viktigste industrielle kilden til utslipp av N<sub>2</sub>O i Norge.

Ved Yara i Porsgrunn ble en ny fabrikklinje satt i drift tidlig på 90-tallet. Det ble da implementert en egenutviklet teknologi der mengden N<sub>2</sub>O generert ble opp mot 70 prosent lavere enn ved konvensjonell teknologi. Denne teknologien kan være aktuelt å implementere i produksjonslinjer basert på trykkforbrenning. For produksjonslinjer basert på atmosfærisk trykk mener Hydro at implementering av slik teknologi er så omfattende at dette i realiteten tilsier bygging av nye fabrikklinjer. Ut fra dette er det derfor aktuelt å eventuelt implementere tiltaket ved ytterligere to av produksjonslinjene, en i Porsgrunn og en i Glomfjord. For hver av disse vil en da kunne oppnå en utslippsreduksjon på 60 – 70 prosent. SFT vurderer potensialet for de to fabrikkene til ca. 543 tusen tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (Statens forurensningstilsyn, 2005).

Yara arbeider også med utvikling av alternative tiltak til slike relativt omfattende ombygginger av anleggene. Dette gjelder i første rekke utvikling av katalysatorer som kan redusere utslippet ytterligere og uten for store ombygginger av eksisterende anlegg.

### *Treforedlingsindustrien*

Treforedlingsindustrien brukte i 2003 ca. 13 TWh energi, hvorav 6 TWh var elektrisitet.

Prosessindustriens Landsforening (PIL) gjennomførte i 2002 sammen med Enova en analyse av potensialet for mer miljøeffektiv energibruk og produksjon i norsk prosessindustri (IFE, 2002). I samarbeid med bedriftene ble det identifisert tiltak som innenfor en kostnad på 2 kr./kWh<sup>3</sup> til investeringer kan redusere energibruken med 1,7 TWh/år i tiltakenes levetid. 82 prosent av potensialet gjelder termisk energi. Enøk-tiltakene vil redusere bruken av elektrisitet, olje og innkjøpt biobrensel. Med elektrisitet beregnet som produsert i gasskraftverk, tilsvarer redusert energibruk en reduksjon av fossilt CO<sub>2</sub> på 0,36 Mt/år. I tillegg kan substitusjon utgjøre 0,33 Mt/år fossilt CO<sub>2</sub>. Treforedlingsbransjen valgte å prioritere økt bruk av biobrensel og intern utnyttelse av spillvarme, som de mest interessante tiltakene. Intern utnyttelse av spillvarme har et potensial på 0,54 TWh/år over tiltakenes levetid til en investeringskostnad på 0,28 kr/kWh. Det ble kartlagt 3,9 TWh/år prosessvann og kjølevann fra fabrikkene med temperatur 25-55 °C.

Forskning og utvikling vil gi nye energioptimale løsninger som utvider energieffektiviseringspotensialet. Noen teknikker som kan bli aktuelle er:

- Impulspressing. Dette har lenge vært en lovende teknologi med potensial for betydelig reduksjon av dampforbruket i tørkepartiet. Teknikken er imidlertid fortsatt ikke tatt kommersielt i bruk. Condebelt-teknikken, som også kan redusere dampforbruket i tørkepartiet, har muligens et større potensial.
- Varmepumper som kan produsere damp for papirmaskin. Slike varmpumper er under utprøving. Hvis disse kan utvikles til kostnadseffektive installasjoner, vil mange fabrikker kunne heve gjenvinningsgraden for termisk energi betydelig.
- Mer energieffektive raffinører/raffineringskonsepter. Teoretisk energibehov for å defibrere flis er betydelig lavere enn kraftforbruket i TMP anleggene i dag. Utvikling pågår fortløpende og kan i framtiden supplere eller øke energieffektiviseringspotensialet.
- Systemomlegginger og ny bruk av eksisterende teknikk. Ved slike omlegginger kan termisk energibruk i sulfatprosessen reduseres betydelig.

### Sement

Norcem produserer sement i Brevik og i Kjøpsvik, og har utslipp av CO<sub>2</sub> fra ovnene som brenner kalkstein til klinker. Klimagassutslippene er både fra prosessen og fra forbrenning av energivarer, og de kommer fra kalkstein, kull, foredlet avfall (FAB), spillolje, bildekk, biomasse mm. Norcem Brevik planlegger å øke andelen biobrensel i årene framover, fra ca. 10 prosent i perioden 1998-2001 til ca. 60 prosent i perioden 2005-2007. Utslippene var i gjennomsnitt 0,95 mill. tonn CO<sub>2</sub> pr. år i perioden 1998-2001 (Haugen, 2005). Om lag to tredjedeler av utslippene kommer fra spalting av kalkstein. CO<sub>2</sub>-utslippet fra spalting av kalkstein utgjør ca. 0,54 tonn pr. tonn klinker. Dette utslippet kan ikke reduseres (Nestaas et al., 2002).

Hvis biobrenselandelen øker til 60 prosent, vil reduksjonen i energirelaterte CO<sub>2</sub>-utslipp bli ca. 0,05 MtCO<sub>2</sub> pr. år. Den bedriftsøkonomiske kostnaden for dette er beregnet til 190 kr/tonn CO<sub>2</sub>. I tillegg til substitusjon av fossile brenslere med biobrensel, er det beregnet et energieffektiviseringspotensial i mineralindustrien på ca. 0,1 MtCO<sub>2</sub> pr. år (Nestaas et al., 2002). Dette er imidlertid et tiltak med dårlig bedriftsøkonomisk lønnsomhet.

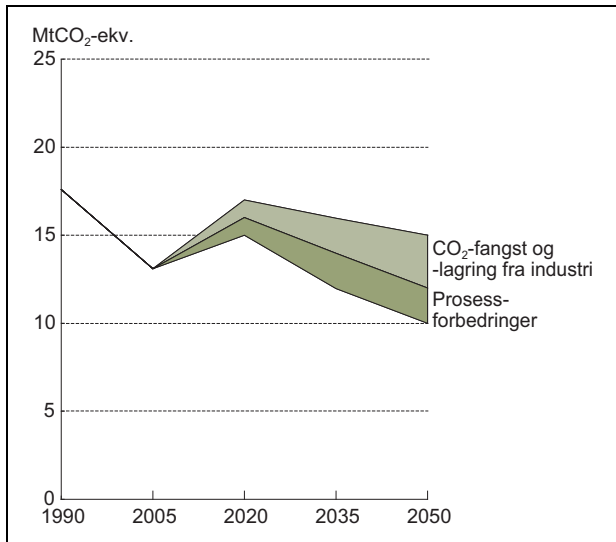
### 6.6.4 Tiltak og utslippsreduksjoner fra prosessindustrien i Lavutslippsbanen

Etter utvalgets mening er det fullt ut mulig å redusere utslippene fra prosessindustrien betraktelig og til rimelige kostnader, om bare investeringer og omlegginger gjøres som et ledd i den naturlige utbyggingstakten. Klimagasser, og spesielt CO<sub>2</sub> forekommer her i mengder og konsentrasjoner som gjør det attraktivt å tenke på CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring. En innvending kan være mangel på infrastruktur (transportrør, lager), men dette vil i noen grad kunne løses ved egnet relokalisering av industrien.

Gjennomgangen over viser også at det er et potensial for klimagassreduksjoner gjennom prosessforbedringer og generelle enøktiltak. Dette vil også frigjøre kraft, av størrelsesorden 3 TWh i 2050. Igjen fordrer noe av dette en mer sentral lokalisering av industrien enn det som er tilfellet i dag.

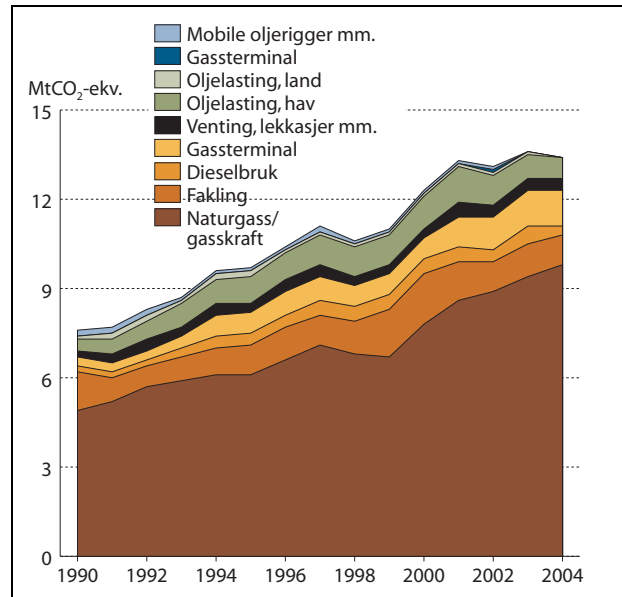
Etter utvalgets syn kan det realiseres en reduksjon på 6 MtCO<sub>2</sub>-ekv. i 2050, med hovedvekten fra CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring, se figur 6.12.

<sup>3</sup> Med vanlig antakelse om avskrivningstid og rentenivå, svarer dette til en produksjonskostnad på om lag 0,2 kr./kWh.



Figur 6.12 Illustrasjon av tiltak og reduksjoner i årlige utslipp fra prosessindustrien.

Kilde: Lavutslippsutvalget.



Figur 6.13 Årlige utslipp av klimagasser fra petroleumssektoren 1990-2004.

Kilde: Statistisk sentralbyrå.

## 6.7 Petroleumsvirksomhet

Utvinning av olje og gass sto i 2004 for temmelig nøyaktig en fjerdedel av de samlede klimagassutslippene i Norge, opp fra et nivå på ca. 15 prosent i 1990. Utslippene fra petroleumsvirksomheten er derfor de som har vokst raskest av alle utslipp de siste fjorten årene. Det er særlig bruk av naturgass i gassturbiner på plattformene som bidrar til høye utslipp fra petroleumsvirksomheten, se tabell 6.9 og figur 6.13.

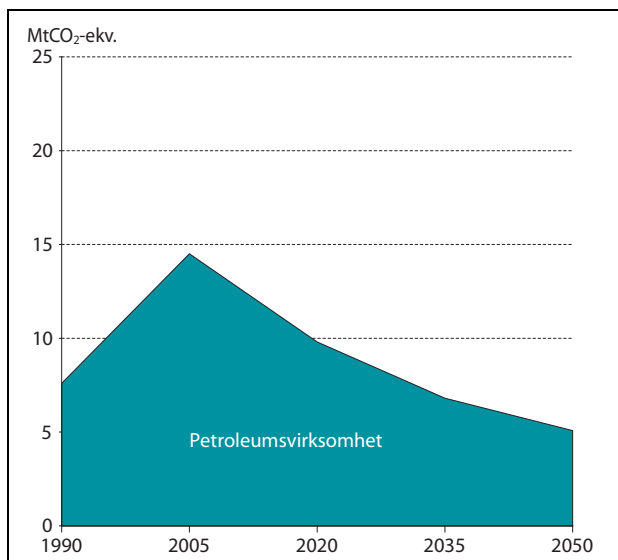
Selv om olje- og gassnæringen gjennom de siste tiårene har fått en stadig større betydning for norsk økonomi, ser man nå begynnelsen på en

gradvis reduksjon i aktivitetsnivået i næringen. I løpet av 30 år med petroleumsproduksjon på norsk kontinentalsokkel har man likevel produsert mindre enn en fjerdedel av de totale petroleumsressursene. Dette illustrerer at virksomheten kan ha et langsiktig perspektiv. For at petroleumsaktiviteten skal vedvare, må imidlertid olje- og gassprisene holde seg på et rimelig høyt nivå, næringen og myndighetene må satse på å utvikle ressursene kostnadseffektivt og miljøutfordringene må tas hånd om på en forsvarlig måte.

Tabell 6.9 Utslipp fra petroleumsvirksomheten i 1990 og 2004. Andel av petroleumrelaterte utslipp i 1990 og 2004 og gjennomsnittlig årlig vekst over perioden.

	1990	2004	Andel 1990	Andel 2004	Gjennomsnittlig årlig vekst
	MtCO <sub>2</sub> -ekv.	MtCO <sub>2</sub> -ekv.	Prosent	Prosent	Prosent pr. år
Gassbruk	4,9	9,8	65	73	5,0
Fakling	1,3	1,0	17	7	-1,9
Dieselbruk	0,2	0,3	3	2	3,2
Gassterminal	0,4	1,2	5	9	9,4
Venting, lekkasjer mm.	0,2	0,4	3	3	3,8
Oljelasting, hav	0,4	0,7	6	5	3,4
Oljelasting, land	0,1	0,0	2	0	-10,7
<b>Petroleumsvirksomhet i alt</b>	<b>7,6</b>	<b>13,5</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>4,2</b>

Kilde: Statistisk sentralbyrå.



Figur 6.14 Årlige utslipp av klimagasser fra petroleumsvirksomheten historisk og i Referansebanen 1990-2050.

Kilde: Statistisk sentralbyrå og Lavutslippsutvalget.

I Referansebanen, som bygger på informasjon fra Oljedirektoratet, antas det at både aktiviteten og dermed klimagassutslippene vil falle fra et historisk toppnivå rundt 2005 til et nivå ca. to tredjedeler under dagens nivå i 2050, se figur 5.9. Dermed reduseres utslipp fra petroleumsvirksomheten fra et nivå på rundt 13-14 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år til ca. 5 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år i 2050.

Det samlede energibehovet på norsk kontinentalsokkel var i 2002 om lag 14 TWh hvorav ca. 8 TWh elektrisitet (Stortingsmelding nr. 9, 2002 – 2003). Dette tilsvarte 6-7 prosent av samlet innlands kraftforbruk. Energiforbruket anslås videre å øke til ca. 18 TWh/år i 2005, hvorav om lag 10 TWh/år er elektrisitet, og til å være like høyt eller høyere fram mot 2012. Petroleumsvirksomheten vil dermed kunne bli en sentral faktor i den norske kraftteterspørselen ved tilknytning til kraftnettet.

### 6.7.1 Prioritering av tiltak

Utvalget legger vekt på ett tiltak for å redusere klimagassutslippene fra sokkelen:

- Elektrifisering av sokkelen.

Dette tiltaket forutsetter at det finnes tilstrekkelig kraft som kan overføres fra landbaserte kraftanlegg, eventuelt i kombinasjon med utbygging av vindkraft til havs.

### 6.7.2 Elektrifisering av sokkelen

Kraftproduksjon med bruk av naturgass og dieselolje er hovedårsaken til utslipp av CO<sub>2</sub> fra norsk sokkel. Den nest største kilden til CO<sub>2</sub>-utslipp er gassfakling. Gassfakling er i utgangspunktet ikke tillatt utover det som er nødvendig av sikkerhetsmessige årsaker. Faklingsnivået i Norge er derfor lavt sammenliknet med andre land, og nivået har vært stabilt de siste årene, se figur 6.13 (OD, 2005).

På sokkelen benyttes turbiner både for kraftproduksjon og til direkte drift av kompressorer og pumper etc. Turbiner som driver utstyr direkte, kan ikke erstattes av kraft fra land uten at turbinen erstattes av elektromotorer. Det er en meget omfattende og kostbar prosess. I 2008 kan man oppnå en reduksjon på 4,7 MtCO<sub>2</sub> ved bortfall av utslipp fra elektrisitetsproduserende turbiner. Dersom alle turbinene på sokkelen blir erstattet med kraft fra land, vil det redusere CO<sub>2</sub>-utslippene med 9,4 mill. tonn pr. år i henhold til Oljedirektoratet og Norges vassdrags- og energidirektorat (OD og NVE, 2002). For nye felt der det er mulig å benytte kraft fra land vil det ikke være behov for gassdrevne turbiner.

Erstatning av større deler av gasskraften på norsk sokkel med kraft fra land kan være et viktig CO<sub>2</sub>-reducerende tiltak dersom denne kraften genereres uten vesentlige utslipp av CO<sub>2</sub>. Full effekt av reduksjon i CO<sub>2</sub>-utslippene vil man få dersom kraften genereres ved bruk av fornybare energikilder. Kraft fra land vil også bidra positivt både med hensyn på arbeidsmiljø, sikkerhet og vedlikeholdskostnader.

Dersom vindturbiner tilpasset store havdyp blir tatt i bruk, vil disse kunne forsyne norsk sokkel med deler av nødvendig elektrisitet. Her er det imidlertid fortsatt uløste oppgaver, men teknologien utprøves i prototypskala og vil om få år være klar for demonstrasjon.

I prinsippet kan CO<sub>2</sub>-utslippene fra kraftproduksjon på norsk sokkel reduseres til null ved at fornybar kraft fra land og vindturbiner på store havdyp forsyner petroleumsvirksomheten på norsk sokkel. Det gir en maksimal reduksjon i utslipp på 3,6 MtCO<sub>2</sub>/år i 2020 og 2,4 MtCO<sub>2</sub>/år i 2050.

Dersom elkraft fra land er basert på gasskraftverk med CO<sub>2</sub>-håndtering vil reduksjonen i utslipp bli noe mindre sammenliknet med fornybar kraftproduksjon. Produksjon av elektrisitet i landbaserte gasskraftverk med CO<sub>2</sub>-håndtering er langt mer energi- og CO<sub>2</sub>-effektiv enn dagens kraftproduksjon på sokkelen. Dersom man antar en rensegrad på 85 prosent vil de totale utslipp fra kraft-



Tabell 6.10 Mulige prosjekter for elektrifisering.

Tiltak	Utslippsreduksjon (mill. tonn pr.år)	Investering (mill. kr)	Samfunnsøkonomisk tiltakskostnad (kr/tonn CO <sub>2</sub> )
Kraft fra land til feltene i sørlige Nordsjøen	0,7	2,2	588
Kraft fra land til Tampen-området	0,77	3,8	860
Del-elektrifisering av Troll B&C	0,1	0,9	991

Kilde: OLF, 2003.

produksjonen for å dekke elektrisitetsbehovet på norsk sokkel være i størrelsesorden 0,5 MtCO<sub>2</sub>/år i 2020 og 0,3 MtCO<sub>2</sub>/år i 2050. Den tilhørende netto-reduksjon i utslippene blir således 3,1 MtCO<sub>2</sub> i 2020 og 2,1 MtCO<sub>2</sub> i 2050.

Dersom kraften fra land kommer fra gasskraftverk uten CO<sub>2</sub>-håndtering vil reduksjonen i utslipp bli betydelig mindre. Utslippsreduksjonen vil da komme som følge av bedret virkningsgrad for landbasert gasskraftverk. De totale utslippene fra kraftproduksjon ville da være i størrelsesorden 2,1 MtCO<sub>2</sub>/år i 2020 og 1,4 MtCO<sub>2</sub>/år i 2050. Netto-reduksjonen i utslipp vil da være 1,5 MtCO<sub>2</sub>/år i 2020 og 0,6 MtCO<sub>2</sub>/år i 2050.

### 6.7.3 Kostnader ved elektrifisering

I forbindelse med et fellesprosjekt i regi av Oljedirektoratet (OD) og Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) er det foretatt en beregning av de samfunnsøkonomiske kostnadene ved å elektrifisere sokkelen (OD og NVE, 2002). Utgangspunktet for analysen er de tre områdene Sørlige Nordsjø, Osebergområdet (inkl. Troll B og C) og Norskehavet.

Brutto akkumulerte utslippsreduksjoner på sokkelen over hele analyseperioden, forutsatt at kraften fra land er uten utslipp, vil være 25 MtCO<sub>2</sub>. Investeringsbehovet for å oppnå disse besparelsene er i overkant av 10 mrd kr (i 2003-kr., verdien er ikke neddiskontert) (OD og NVE, 2002).

I rapporten «Elkraft fra land til norsk sokkel» (OLF, 2003) er det beskrevet flere mulige prosjekter for elektrifisering, se tabell 6.10. Generelt for disse prosjektene er at tiltakskostnaden er høy.

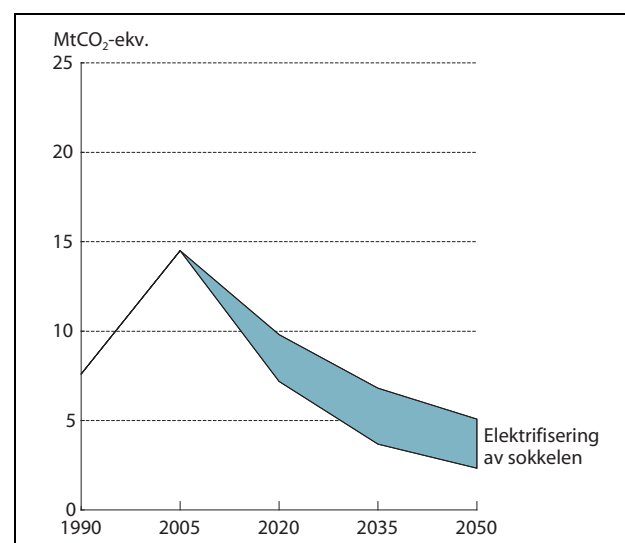
### 6.7.4 Tiltak og utslippsreduksjoner fra petroleumsvirksomheten i Lavutslippsbanen

Den samlede aktiviteten i petroleumsvirksomheten avtar fram mot 2050 i Referansebanen, og dermed også klimagassutslippene. Etter utvalgets mening

er det sannsynlig at mesteparten av aktiviteten i 2050 vil drives fra landbaserte anlegg, noe som gjør det relativt enkelt å «elektrifisere» virksomheten. Dette krever imidlertid kraft fra klimavennlige kilder for at tiltaket skal ha ønsket klimaeffekt. Utvalget ser for seg at om lag halvparten av utslippene fra petroleumsvirksomheten i Referansebanen i 2050 kan fjernes. Dette kan kreve ca. 9 TWh ekstra krafttilførsel som kan komme fra gasskraft med CO<sub>2</sub>-håndtering, eventuelt i kombinasjon med vindkraft til havs om man lykkes med å utvikle vindturbiner tilpasset store havdyp.

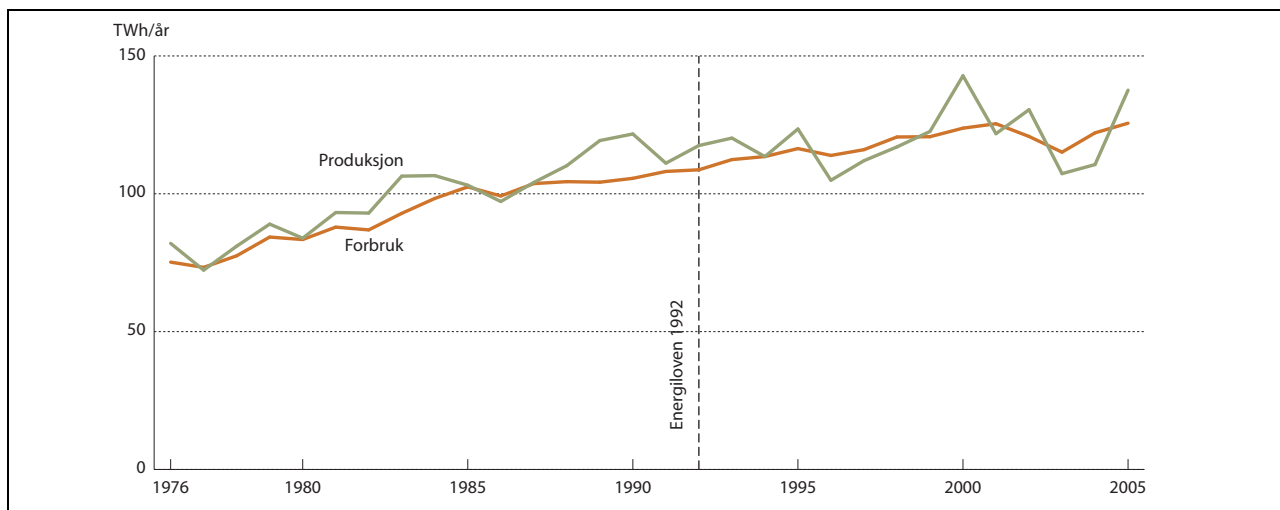
## 6.8 Produksjon av elektrisitet

Norsk kraftforsyning er i dag i hovedsak basert på vannkraft, med store årlige variasjoner i produksjonen og begrenset men voksende overføringskapasitet mot utlandet. Figur 6.16 viser den historiske utviklingen av produksjon og forbruk av kraft i perioden fra 1975 til 2005.



Figur 6.15 Illustrasjon av tiltak og reduksjoner i årlige utslipp fra petroleumsvirksomheten.

Kilde: Statistisk sentralbyrå og Lavutslippsutvalget.



Figur 6.16 Årlig kraftproduksjon og forbruk i Norge 1975-2005.

Kilde: Statkraft.

Det norske landbaserte kraftsystemet er i 2005 bygget ut til en årlig midlere produksjonsevne (dvs. med nedbør som i perioden 1961-1990) på om lag 120 TWh, hvorav vel 119 TWh kommer fra vannkraft (NVE, 2005a). Hittil har den landbaserte kraftproduksjon i Norge vært så og si uten klimagassutslipp (unntaket er kullkraftproduksjon på Svalbard og enkelte dieselaggregater). Dette vil imidlertid i Referansebanen endre seg drastisk fram mot 2050, se figur 6.17.

I Referansebanen vil klimagassutslippene ved elektrisitetsproduksjon øke til vel 4 MtCO<sub>2</sub>-ekviva-

lenter i 2020 og til hele 18,4 MtCO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2050. Det er antatt at CO<sub>2</sub>-utslippene er fra konvensjonell gasskraft og vil da i 2050 tilsvare en elektrisitetsproduksjon på ca. 59 TWh.

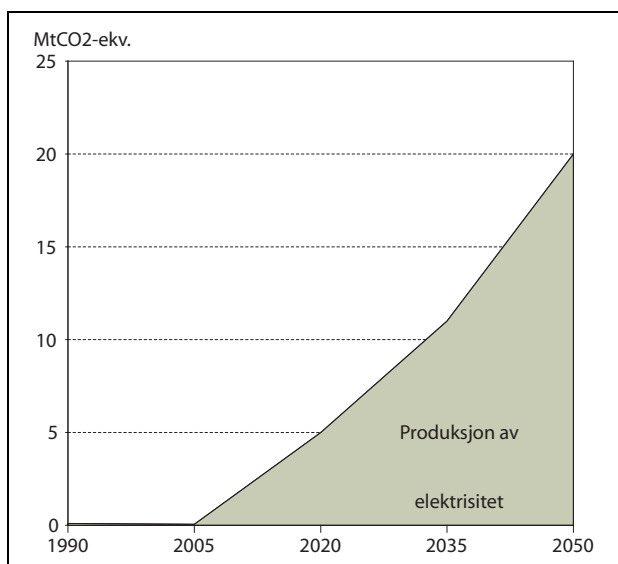
### 6.8.1 Prioritering av tiltak

Det finnes en lang rekke klimavennlige teknologier for å produsere elektrisk kraft. I tillegg er det selvfølgelig mulig å redusere behovet for kraft, for eksempel ved å unngå å bruke elektrisitet til oppvarming – en unødvendig bruk av en høyverdig energiform. Dette ble i noen grad behandlet i avsnittet om oppvarming. Her konsentrerer vi oss om klimavennlige teknologier for produksjon av kraft.

Utbygging av *vindkraft* har et stort potensial i Norge. Fram mot 2020 vurderer NVE at ca. 7 TWh/år vil bli bygget ut og totalt potensial (inklusive vindmøller til havs) er anslått til mer enn 100 TWh/år.

Videre utbygging av *vannkraft* er begrenset til småkraftverk og opprustning/utvidelse av gamle vannkraftverk, da utbygging av nye store vannkraftverk er politisk uaktuelt. Potensialet for småkraftverk er av NVE vurdert til ca. 24 TWh/år, hvorav ca. 5 TWh/år anses realistisk utbygget innen en tiårsperiode. Opprustning og utvidelse av gamle vannkraftverk har et potensial på ca. 11 TWh/år.

Energitap i eksisterende *elektrisitetsnett* er anslått til 8-9 TWh/år. Med dagens rammebetingelser er det trolig mulig å oppnå reduksjon i tapene på 2-4 TWh/år innen 2050.



Figur 6.17 Årlige utslipp av klimagasser fra produksjon av elektrisitet historisk og i Referansebanen 1990-2050.

Kilde: Statistisk sentralbyrå og Lavutslippsutvalget.

### Boks 6.9 Energi og effekt

Elektrisitetsproduksjon og –forbruk har både en *energi-* og en *effektdimensjon*. Effekt er definert som energi pr. tidsenhet og har måleenheten Watt (W). Hvis en bestemt mengde energi brukes over lang tid, medfører det lav effekt, brukes den i løpet av kort tid så medfører det høy effekt. Sammenhengen mellom energi og effekt uttrykkes ofte som *brukstid*, som er definert som det antall timer det vil ta å produsere hele årsproduksjonen dersom det produseres med maksimal installert effekt hele tiden. Tilsvarende på forbrukssiden. Kraftintensiv industri har for eksempel en lang brukstid ( gjerne over 8000 timer pr. år), det vil si at de bruker lite effekt i forhold til energimengden. På den andre siden har man forbruk til oppvarming, som har en kort brukstid (typisk 2500 til 3000 timer pr. år), det vil si at effekten er høy i forhold til energimengden. En bedrift innenfor den kraftintensive industrien som bruker 800 GWh, vil typisk ha en maksimal effekt på ca. 100 MW. Hvis den tilsvarende energimengden hadde vært brukt til oppvarming, ville maksimaleffekten vært 300 MW.

Brukstiden er også en viktig egenskap til produksjonssystemet. Noen teknologier har lang brukstid, for eksempel kjernekraft og store kullkraftverk. Vannkraft har en relativt kort brukstid, det vil si at den kan levere mye effekt, noe som er gunstig i forhold til et forbruk som har store variasjoner. Mange nye fornybare energikilder er spesielle i denne sammenhengen: de kan levere mye effekt, men denne effekten kan ikke kontrolleres. Den produseres når ressursen (for eksempel vind) er tilgjengelig, og ikke nødvendigvis når det er behov for den. Disse teknologier har derfor et lavt *effektbidrag*. For vind kan den være helt ned til null for enkeltmøller eller vindparker, og opp til en 10-15 prosent av installert effekt ved tilstrekkelig geografisk spredning.

En utbygging av produksjonssystemet med lang brukstid og/eller basert på nye fornybare energikilder fører derfor til at man dekker opp energien, men får et effektunderskudd. Dette betyr at man ikke kan levere kraft til alle som ønsker det når etterspørselen er på det høyeste, noe som skjer på svært kalde vinterdager i det nordiske systemet. Man kan også si det slik at man får dårlig leveringssikkerhet om vinteren.

Elproduksjon med *solceller (PV)* er vurdert å ha et relativt lite potensial i Norge. Norsk produksjon av solceller har imidlertid i løpet av kort tid utviklet seg til å bli en stor industri og kan over tid yte viktige bidrag til globale utslippsreduksjoner.

Utnyttelse av *geotermisk* energi for produksjon av elektrisitet krever normalt temperaturer i undergrunnen på over 150°C, hvilket fordrer et bedre geotermisk grunnlag enn det norske.

Utviklingen av *bølgeenergi* representerer en relativt ung teknologi, som er forbundet med stor usikkerhet. En vurdering i 1990 ga et teoretisk potensial for kystnære installasjoner på 2-6 TWh/år og et realistisk potensial ble anslått til 0,2-0,4 TWh/år. I NOU 1998:11 ble det vurdert at bølgekraft neppe kunne bidra med mer enn 0,5 TWh/år i 2020. Flytende anlegg til havs kan imidlertid ha langt større potensial, jf. nye initiativ av Hydro, Fred. Olsen, NTNU med flere. Med den usikkerheten som fortsatt foreligger har vi valgt å ikke vurdere bølgekraft nærmere.

Det er knyttet stor usikkerhet til potensialet for *tidevannsenergi*. Ett anslag er at potensialet i Nord-Norge er 2 TWh/år, men dette er ikke verifisert.

Trolig er potensialet relativt lite, og denne kilden til kraft er derfor ikke vurdert nærmere.

For *saltgradienter* er det teknisk utbyggbare potensialet anslått til 15 TWh/år. Statkraft SF vurderer saltkraft som en interessant energikilde på lengre sikt. Prinsippet bak saltkraft er osmose, et fenomen som brukes i naturen av alle levende organismer. I saltkraft brukes osmose til å transportere ferskvann gjennom en membran og til saltvann ved høyt trykk. Stor usikkerhet gjør likevel at vi ikke vurderer denne teknologien nærmere her.

Varmemarkedet vil trolig også i framtiden være det viktigste markedet for *bioenergi* i Norge. Elproduksjon fra bioenergi er mest aktuelt i forbindelse med samtidig varmeproduksjon, hvilket begrenser potensialet i Norge. Elproduksjon fra avfall, uten samtidig varmeproduksjon, har en lav totalvirkningsgrad (og dårlig økonomien) og det gis pr. i dag ikke konsesjon. Med en sterk satsing på konvertering av oppvarming fra elektrisitet og olje til bioenergi vil det kunne aktualisere en utbygging av kombinerte kraft-varmeverk basert på bioenergi.

*Kjernerkraft* er vurdert som politisk uaktuelt, og er derfor ikke en av de analyserte kildene til ny kraft.

Ingen av de hittil beskrevne energiproduksjonsteknologiene produserer drivhusgasser, men de kan redusere annen energiproduksjon eller bidra til at en stadig økende energietterspørsel kan dekkes av energi produsert uten CO<sub>2</sub>-utslipp.

*Gasskraft med CO<sub>2</sub>-håndtering* er foreløpig ikke kommersielt tilgjengelig. Teknologi for rensing av CO<sub>2</sub> finnes, men er energikrevende og fortsatt relativt kostbar.

Fra denne listen har utvalget valgt å fokusere på produksjon av elektrisitet fra vind og fra småskala vannkraftverk, samt gasskraftverk med CO<sub>2</sub>-håndtering, da disse er bygget på tildels kjent teknologi og til sammen har et stort realiserbart potensial. Vindkraft og småvannkraft er begge basert på elektrisitetsproduksjon fra fornybar energi.

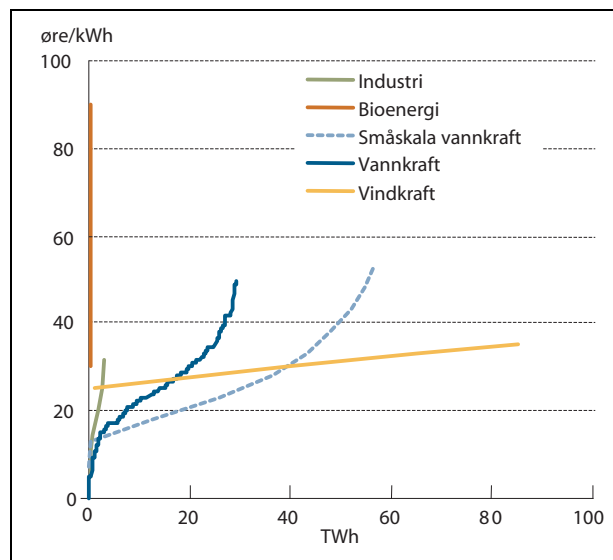
### 6.8.2 Fornybar elektrisitetsproduksjon

Det samlede energipotensialet for ny fornybar kraft sett under ett er svært stort. Potensialet er i figur 6.18 angitt som en funksjon av kraftpris. Figuren er hentet fra NVE, som har publisert en oversikt over potensial for ny kraftproduksjon som kan inngå i ordningen med grønne sertifikater (NVE, 2004a). I praksis vil det ikke være ressurstilgangen, men andre faktorer som miljøhensyn, nettbegrensninger og finansiering som på kort sikt vil begrense tilgangen på ny fornybar kraft.

#### Vindkraft

Vind er sammen med sol den energiteknologien som vokser sterkest på verdensbasis med en økning på mer enn 25 prosent pr. år. I 1990 var det i Norge utbygd ca. 1,6 MW med en årlig produksjon på i overkant av 0,004 TWh, mens det i dag er bygget ut en kapasitet i Norge på ca. 274 MW, med en årlig produksjon på 0,8 TWh.

Moderne vindturbineteknologi er i det alt vesentlige utviklet gjennom de siste 20 år, og kan på mange måter fortsatt sies å være umoden. Den største turbinytelsen som i dag kan leveres er ca. 5 MW, men det er under planlegging vindmøller med ytelse opp mot 10 MW. Til nå har turbinen i det alt vesentlige basert seg på en teknologi med asynkrongeneratorer og store girkasser for å få et tilstrekkelig turtall tilpasset generatoren. Utviklingen går mot nye generatorene med lavere turtall. Girsystemet kan da fjernes og bladrotor og generator settes på samme aksel og får samme turtall.



Figur 6.18 Potensialet for fornybar kraft som funksjon av kraftpris for ulike teknologier. «Industri» betegner gjenvunnet kraft fra industri.

Kilde: NVE, 2004a.

Teknologien blir da mer robust og krever mindre vedlikehold. Enercon har nå i flere år levert disse løsningene. Det norske firma ScanWind har utviklet og leverer samme løsning, men de har i tillegg utviklet en ny og forbedret generator basert på permanentmagnet teknologi.

Utviklingen videre vil ha fokus på lettere og rimeligere komponenter og man vil trolig få en neste generasjon generatorer som mer er tilpasset de spesielle kravene som stilles til en moderne vindturbin. Det samme gjelder for bladene som både må gjøres lettere og rimeligere. Det vil i større grad satses på bruk av karbonfiber forutsatt at prisen på disse materialene reduseres, og mer automatiserte produksjonsmetoder. Det er således fortsatt et stort potensial for kostnadsreduksjoner.

Landbaserte vindparker har en synlig negativ miljøbelastning. Dette er en av grunnene til at det nå bygges vindparker til havs på grunt vann. Teknologien som er utviklet for land, blir tilpasset forholdene i sjø og fundamenteres på havdyp ned mot ca. 25 meter. Det er kun mindre endringer i forhold til materialvalg og tilgjengelighet for service som her er nødvendig. Dette løser imidlertid ikke alle problemer med «visuell forurensning».

Det er imidlertid under utvikling havturbiner tilpasset store havdyp. Med sin kompetanse innen offshore olje og gass, satser flere norske firma på slike løsninger. Lykkes de med dette, vil vindparker til havs totalt kunne endre vår oppfatning om vindkraft og det er vanskelig å se begrensninger i forhold til et mulig utbyggingspotensial. Det er

fortsatt uløste oppgaver, men teknologien prøves nå i prototypskala, og vil om få år være klar for demonstrasjon (HyWind, www.hydro.com).

### Potensiell utslippsreduksjon

Myndighetenes mål er 3 TWh vindenergi innen 2010. NVE har i dag gitt konsesjon til utbyggere som gjør at målet kan nåes med god margin. Det er beregnet et realistisk potensial for vindkraft i Norge på ca. 10 TWh som er realiserbart innen 2020 og realistiske estimater på mer enn 20 TWh innen 2050. Kostnadene har gradvis gått ned (selv om de har økt noe i det siste), og gunstige parker produserer i dag kraft til 35-40 øre/kWh alle kostnader inkludert. Norsk Hydro anslår kostnaden ved sine anlegg til å være i området 50-60 øre/kWh ved 7 prosent avkastning og dagens kostnadsnivå for turbiner etc. Dette gjelder for landbaserte anlegg.

Til havs kan det bygges ut en tilsvarende kapasitet nær land på dyp ned mot 40 meter. I tillegg er det som nevnt under utvikling teknologi som er tilpasset store havdyp og således mulig å bygge ut en kapasitet på mange hundre TWh vindenergi langs norskekysten i perioden fram til 2050. Kostnadene for havbasert vindkraft i grunne farvann ligger i dag minst 10-20 prosent over landbaserte anlegg. Kostnadene for flytende turbiner på store havdyp er vanskelig å estimere, men vil ligge enda høyere.

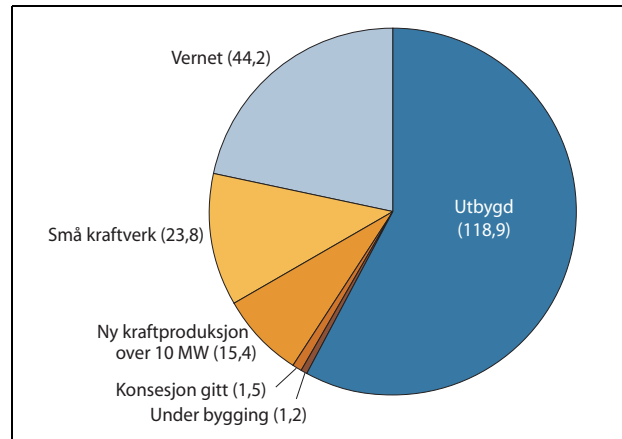
Det som begrenser potensialet på land er blant annet (ikke prioritert rekkefølge):

- restriksjoner med hensyn til inngrep i naturen
- restriksjoner basert på forsvarrets anlegg
- restriksjoner med hensyn til dyre- og fugleliv
- kapasitetsproblemer i overføringsnett
- klimamessige problemer knyttet til ising.

Innen 2050 vil teknologien for landbaserte turbiner være forbedret og kostnadene redusert pr. installert MW. Turbiner for installasjoner på store havdyp vil trolig være utviklet og produsere kraft til konkurransedyktige priser.

Dette vil gi oss en unik mulighet til å forsyne olje- og gassinstallasjoner på sokkelen med rimelig kraft. I kombinasjon med kraft fra land, kan dette gjøre elektrifisering av plattformer meget aktuelt.

Hvis en antar at det i 2050 er bygget ut 60 TWh vindkraft i Norge, det alt vesentlige i form av store havparker både på grunt og dypt vann, vil dette kunne utgjøre en utslippsreduksjon på 21 MtCO<sub>2</sub><sup>4</sup>. Av de 60 TWh, er anslagsvis 20 TWh landbasert, mens 40 TWh er til havs.



Figur 6.19 Vannkraftpotensialet pr. 1.1.2005 målt i TWh pr. år, referert tilsigsperioden 1970-1999.

Kilde: NVE (www.nve.no).

Hvis vindparker til havs blir en realitet, vil begrensningen for utbygging i norske farvann bli behovet for kraft og prisen i markedet. Parkene bygges så nært markedet som mulig for å redusere overføringskostnadene, og dermed blir kraftbehovet i Norge og Norden en begrensende faktor. Blir det en storstilt utbygging av olje- og gassvirksomheten i Barentshavet, vil dette kunne gi et økt kraftbehov der ved elektrifisering av offshorevirksomheten.

### Småvannkraft

Det har de siste årene vært jobbet aktivt fra myndighetenes side for å få til en økt etablering av små vannkraftverk. Hensikten har vært å bidra til å øke krafttilgangen, øke verdiskapingen og gjennomføre prosjekter som har positiv effekt for distriktene i Norge.

Det totale teknisk/økonomiske utbyggbare vannkraftpotensialet pr. 1.1.2005 er beregnet til en årlig produksjon på 205 TWh, med øvre investeringsgrense på 3 kr./kWh årlig produksjon<sup>5</sup> (www.nve.no). Det innebærer en betydelig endring fra tidligere grunnet økt kunnskap om potensial for små kraftverk. NVE har beregnet det teknisk/økonomiske potensialet for små kraftverk til 23,8 TWh, som det framgår av figur 6.19. Vannkraftpotensialet i figuren inkluderer supplering av verneplan av 18.2.2005, men inkluderer ikke potensial for små kraftverk i verneplan I-IV.

Tilsiget til de norske vannkraftverkene, regnet som mulig nyttbar kraftproduksjon, er ca. 119 TWh i et normalår. Variasjonen i tilsiget er stor fra år til

<sup>4</sup> Omregnet til gasskraftverk.

<sup>5</sup> Med vanlig antakelse om avskrivningstid og rentenivå, svarer dette til en produksjonskostnad på om lag 30 øre/kWh.

år og produksjonen kan variere fra 150 TWh i år med mye nedbør («våte år») til 90 TWh i år med lite nedbør («tørre år»).

Generelt har nye, store vannkraftprosjekter en høyere utbyggingskostnad enn tidligere fordi de økonomisk mest gunstige allerede er utbygd. Kostnaden for enkelte av prosjektene vil være mer enn 20-30 øre/kWh. For større vannkraftprosjekter er en forsiktig vurdering at det kan realiseres ca. 1-2 TWh til en kostnad på ca. 15 øre/kWh innen 2010 og ca. 5 TWh fram til 2020 til en kostnad på opp til 25 øre/kWh.

Små vannkraftverk innbefatter vannkraftverk med installert kapasitet mindre enn 10 MW. Disse vannkraftverkene er igjen inndelt i tre grupper:

- Mikrokraftverk: under 100 kW.
- Minikraftverk: mellom 100 kW og 1 MW.
- Småkraftverk: mellom 1 MW og 10 MW.

Vannkraftteknologien er vel utviklet, og ulike turbiner benyttes for ulike fallhøyder og vannføringer.

Ved beregning av kostnader for bygging av småkraft er det viktig å ta hensyn til parametere som brutto fallhøyde, rørgatens lengde, turbinens slukeevne, avstand til nærmeste vei og avstand til nærmeste kraftlinje.

#### *Potensiell utslippsreduksjon*

Med utgangspunkt i NVEs ressurskartlegging er det funnet et samlet potensial for utbygging av små vannkraftanlegg på omkring 18 TWh med en investeringskostnad under 3 kr/kWh. I tillegg er det et potensial på omtrent 6 TWh fra Samla plan. Dette gir et total potensial for små kraftverk på i størrelsesorden 24 TWh med en investeringskostnad under 3 kr/kWh. Omregnet til gasskraft tilsvarer dette en utslippsreduksjon på 8,8 MtCO<sub>2</sub> pr. år.

Det er også beregnet et potensial på i overkant av 7 TWh med investeringskostnad mellom 3 og 5 kr/kWh årlig produksjon. Dersom dette inkluderes i potensialet, blir det totale potensialet for småkraft 32 TWh med en tilhørende utslippsreduksjon på 11,2 MtCO<sub>2</sub> pr. år.

I det totale potensialet for små vannkraftverk er det gjort mange forenklinger, og det er ikke tatt hensyn til miljøforhold, eiendomsforhold eller nettkapasitet. Disse forholdene tilsier at det mulige realiserbare potensialet er lavere enn det teoretisk beregnede potensialet. Hvor mye av det totale potensialet som vil bli bygget ut avhenger av både av ulike virkemidler som benyttes, av biodiversitetshensyn og lokalbefolkningens vurdering av miljøproblemer knyttet til små vannkraftanlegg.

Utbygging av 5 TWh innen 2015 oppfattes av NVE som en realistisk målsetting med dagens kraftpris, anslått til ca. 25 øre/kWh (NVE, 2004c).

Innen 2050 er det realistisk å anslå at totalt 15 TWh vil bli bygd ut, mens en optimistisk vurdering av utbygd småkraft øker anslaget til 24 TWh.

#### **6.8.3 CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring fra gasskraftverk**

Olje- og energidepartementet mottok i 2002 en NOU om gassteknologi, miljø og verdiskaping, hvor mulige teknologier for gasskraftverk med CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring er beskrevet (NOU 2002:7), og beskrivelsen nedenfor er i hovedsak hentet fra denne og fra NVEs rapport «Naturgass, en generell innføring» (NVE, 2004b), men se også NVE (2005a).

Gasskraft med CO<sub>2</sub>-håndtering innebærer at CO<sub>2</sub> skilles ut i forkant, underveis eller i etterkant av kraftproduksjonsprosessen, og så lagres permanent eller utnyttes slik at CO<sub>2</sub> ikke slippes ut i atmosfæren. CO<sub>2</sub>-håndteringen omfatter fire trinn:

- CO<sub>2</sub>-fangst.
- Tørring og kompresjon av CO<sub>2</sub>.
- Transport av CO<sub>2</sub>.
- Langtidslagring av CO<sub>2</sub>.

#### *CO<sub>2</sub>-fangst*

Rensing av CO<sub>2</sub> fra fossil kraftproduksjon er en mulighet til å gjøre kraftproduksjon mer miljøvennlig og dermed mer akseptabel for samfunnet. Typisk er det slik at fangst av CO<sub>2</sub> fra kullkraft og industri vil være enklere og mer kostnadseffektiv enn fangst fra gasskraft, fordi kullkraft og mange industrielle utslipp har en høyere konsentrasjon og partialtrykk av CO<sub>2</sub> i sin røykgass. På den annen side må man fange mer CO<sub>2</sub> fra kullkraftverk enn fra gasskraftverk pr. produsert kWh. Rensekostnaden pr. produsert kWh er derfor nokså lik for kull- og gasskraft.

#### *Røykgassrensing*

Røykgassrensing (post combustion removal) benyttes som betegnelse for prosesser som skiller ut CO<sub>2</sub> fra eksosen etter at forbrenningen i kraftverket har funnet sted. Absorpsjon ved hjelp av en aminløsning er den best kjente teknologien for å fjerne CO<sub>2</sub> fra eksosgass. Utskillingen av CO<sub>2</sub> skjer ved at eksosen fra kraftverket føres gjennom et tårn («absorber», «scrubber»). I dette tårnet kommer eksosen i kontakt med en absorpsjonsvæske som gjør at CO<sub>2</sub> løses opp i væsken. Væsken, som er anrikt med CO<sub>2</sub>, går deretter ut av tårnet i bun-

nen og sendes til en regenerator («stripper»). Der tilføres varme, og løsningsmiddelet slipper CO<sub>2</sub>, som går ut på toppen av regeneratoren. Rensegraden for CO<sub>2</sub> vil typisk være 85 prosent.

Prosessen med å skille ut CO<sub>2</sub> fra resten av eksosen er energikrevende, og det vil kreve 10-30 prosent mer naturgass for å produsere en kWh kraft sammenliknet med et gasskraftverk uten CO<sub>2</sub>-håndtering. Virkningsgraden i kraftverket synker fra 57 til anslagsvis 47-52 prosent. Kostnaden for den «rene» gasskraften blir dermed 20-40 prosent høyere enn kostnaden for «skitten» gasskraft.

Fordeler med teknologien for separering av CO<sub>2</sub> fra eksosgassen er at den er utprøvd, både ved produksjon av CO<sub>2</sub> til industrielle formål, rensing av naturgass og fjerning av CO<sub>2</sub> fra syntesegass. Kraftverket vil i liten grad påvirkes av selve separasjonsprosessen, og kraftverket vil kunne kjøres uavhengig av driftsstans i rensaneanlegget dersom konsesjonsbetingelsene tillater det. Som en selvstendig enhet kan også rensaneanlegget ettermonteres på kraftverket når økonomien eventuelt gjør en slik løsning interessant. Dette gjør det mulig å benytte beste tilgjengelige teknologi på selve kraftverket.

Slik eksosrensing kan benyttes på kullkraftverk, oljekraftverk, gasskraftverk og andre typer eksosgassutslipp. Teknologien kan dermed ha stort potensial med tanke på at den internasjonale kraftproduksjonen er dominert av kull.

#### *Avkarbonisering av naturgass*

Ved separasjon av CO<sub>2</sub> før forbrenning (såkalt pre-combustion decarbonisation) omdannes (reformeres) naturgass til en gassblanding bestående av hydrogen og CO (såkalt syntesegass). I etterfølgende trinn omformes CO til CO<sub>2</sub> som deretter vaskes ut av gassblandingen. Fjerningen av CO<sub>2</sub> skjer under trykk. Ved hjelp av denne prosessen fjernes karbonet fra brensløst før forbrenning i gassturbinen finner sted. Den hydrogenrike gassen som er igjen etter utskilling av CO<sub>2</sub> benyttes til forbrenning i kraftverket istedenfor naturgass. En typisk sammensetning av en slik brenngass kan være 46 prosent hydrogen, 40 prosent nitrogen, 13 prosent vanddamp og noe karbonmonoksid, metan og CO<sub>2</sub>.

Hydrogengassen vil ha redusert energiinnhold sammenliknet med den opprinnelige naturgassen. Dette innebærer at samlet virkningsgrad i kraftverket med dagens teknologinivå blir redusert til 45-47 prosent. Samtidig vil det fortsatt slippes ut noe CO<sub>2</sub>, rensegraden kan typisk være 83-86 prosent.

Det har vært mye diskusjon om hvorvidt moderne gassturbiner kan akseptere et brensel bestående av en større andel hydrogen. Generelt finnes det mange eksempler på at gassturbiner brenner hydrogenholdig brensel. Det som er spesielt ved separasjon før forbrenning er at hydrogen er den eneste brennbare gassen i brensløst.

Fordelen med teknologien er at den er moden sett i forhold til de ulike komponentene som inngår i teknologien. Det finnes imidlertid ikke eksempler på eksisterende fullskala anlegg med en tett integrasjon mellom reformeringsanlegg og kraftverk.

Ulempene ved teknologien er det store energitapet i prosessen ved å omforme naturgass til en hydrogenrik gass (syntesegass) og at det i dag kun synes å finnes én leverandør for den aktuelle type gassturbin.

#### *Forbrenning med rent oksygen - Oxyfuel*

Oxyfuel benyttes som en betegnelse på en type kraftverk der forbrenningen skjer med konsentrert oksygen istedenfor luft. Fordelen med dette er at eksosen etter forbrenningen kun inneholder CO<sub>2</sub> og vanddamp, i motsetning til eksosen fra et vanlig kraftverk som i tillegg inneholder store mengder nitrogen. Vanddamp og CO<sub>2</sub> kan deretter enkelt skilles fra hverandre ved en nedkjøling med kjølevann. Det meste av vanddampen kondenserer, mens CO<sub>2</sub> forblir i gassform. Metoden krever imidlertid tilgang på oksygen, og det er derfor nødvendig med oksygenproduksjon i tilknytning til kraftverket. Dette vil med dagens teknologi typisk gjøres ved (kryogen) separasjon av oksygen fra luft. Dette er på samme måte som CO<sub>2</sub>-separasjon en energikrevende prosess og redusere anleggets totale virkningsgrad.

Et oxyfuel-anlegg kan enten leveres som et dampanlegg eller som et kombikraftanlegg. Konseptet for et kombinert kraftverk er ikke tilgjengelig i dag fordi den krever tekniske modifikasjoner av gassturbinen. CO<sub>2</sub> og luft er gasser med betydelig forskjell i egenskaper og en standard gassturbin kompressor og gassturbin er dårlig tilpasset dette konseptet. Hovedutfordringen for en oxyfuel kombikraftløsning blir å utvikle en ny gassturbinløsning med utgangspunkt i dagens teknologi.

Estimat for både virkningsgrad og kostnader for oxyfuel-teknologiene vil måtte ses i forhold til et annet tidsperspektiv enn metodene for eksosgassrensing og avkarbonisering av brenselet som er beskrevet foran.

### *Utvikling av CO<sub>2</sub>-håndteringsteknologier*

I CO<sub>2</sub> Capture Project (CCP) (Thomas and Bensons (Eds.), 2005) er det studert en rekke ulike teknologier for CO<sub>2</sub>-håndtering både før og etter forbrenning. For teknologier med gassrensing etter forbrenning konkluderer man at det er store muligheter for videre kostnadsreduksjoner ved forbedring av absorpsjon av CO<sub>2</sub>.

For teknologier med CO<sub>2</sub>-håndtering før forbrenning konkluderer prosjektet med at flere nye teknologier har potensial for store kostnadsreduksjoner slik at disse kan konkurrere med eksisterende «best available technology» (BAT). I prosjektet er det studert en rekke ulike konsepter for håndtering av CO<sub>2</sub> før forbrenning. Det forventes at nye teknologier kan utvikles og demonstreres i perioden 2010-15.

Norske aktører deltar aktivt i EUs forskningsprosjekter innenfor CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring og har opparbeidet en sterk posisjon innenfor dette området. Disse prosjektene har et samlet omfang på over 1 milliard kr., og sentrale norske partnere i prosjektene er Statoil, Hydro, Store Norske Spitsbergen Grubekompani, SINTEF, NTNU, IRIS og NIVA.

### *Kompresjon, transport og lagring*

Utskilt CO<sub>2</sub> må komprimeres, tørkes og gjøres flytende for å kunne transporteres på en hensiktsmessig måte. Transport kan skje i rørledninger eller i båt. Transport av CO<sub>2</sub> i rørledning vurderes som mest sannsynlig ved de fleste anvendelser, fordi det er snakk om store gassvolumer. Utskilt CO<sub>2</sub> kan brukes som innsatsfaktor i industriell virksomhet, bindes til mineraler, lagres i undergrunnen eller injiseres i produserende petroleumsreservoarer for økt oljeutvinning.

Det finnes tre hovedtyper av geologiske formasjoner som har potensial til å lagre store mengder av CO<sub>2</sub>:

- vannførende geologiske formasjoner (akviferer)
- ikke-utvinnbare kullformasjoner
- produserende og ikke-produserende petroleumsreservoarer.

### *Vannførende geologiske formasjoner*

Hovedprinsippet ved lagring av CO<sub>2</sub> i vannførende lag i geologiske formasjoner i undergrunnen går ut på å injisere CO<sub>2</sub>-gass i tilnærmet ren form inn i porerommene i egnede bergarter.

For at deponering av CO<sub>2</sub> skal være praktisk mulig, må CO<sub>2</sub> lagres i tett fase, det vil si i tilnærmet flytende form. CO<sub>2</sub> vil være i denne fasen ved et dyp på om lag 800 meter under havoverflaten. Dette innebærer at lagring av CO<sub>2</sub> på et generelt grunnlag er uinteressant i bergarter som ligger grunnere enn 800 meter under havoverflaten.

Injeksjon i akviferer er en relativt ny tanke som har sin åpenbare styrke i store volum tilgjengelig plass. I Nordsjøen finnes det sandsteinsakviferer med svært stor utstrekning og tykkelse. Disse har kapasitet til å lagre store mengder CO<sub>2</sub> for eksempel fra kraftstasjoner i Nord-Europa i flere hundre år framover. For å få redusert transportkostnadene ville det imidlertid vært gunstig om man hadde funnet lagringsmuligheter i kystnære områder. I disse områdene er det imidlertid gjort få geologiske studier for å kartlegge hvor og om en har egnede akviferer til deponeringsformål.

### *Kullformasjoner*

Et annet lagringsmedium er ikke utvinnbare kullformasjoner. CO<sub>2</sub> kan injiseres i kullformasjoner, hvor kullet absorberer CO<sub>2</sub> og gir det et permanent lagringssted forutsatt at kullet aldri utvinnes. En ønsket sideeffekt av denne metoden er også at CO<sub>2</sub> muliggjør utvinning av metan ved at CO<sub>2</sub> fortrenger metan absorbert i kullet.

### *Forlatte petroleumsreservoarer*

CO<sub>2</sub>-injeksjon kan også være aktuelt i olje- og gassfelt som ikke lenger utvinnes. Disse reservoarene har inneholdt olje og gass, og antas fortsatt tette. Disse reservoarene er derfor i utgangspunktet ideelle for langvarig lagring. Dessuten er reservoaregenskapene vanligvis grundig utforsket og kartlagt.

Selv om det geologisk og teknologisk er mulig å bruke slike reservoarer til lagring av CO<sub>2</sub>, forventes det at denne lagringsmuligheten er mindre attraktiv økonomisk, sammenliknet med bruk av CO<sub>2</sub> til økt oljeutvinning. På den annen side kan lokalisering og nærhet til punktkilden tale for en slik lagringsmulighet.

### *Produserende petroleumsreservoarer*

Bruk av CO<sub>2</sub> til økt oljeutvinning offshore peker seg ut som en interessant, men krevende anvendelse for CO<sub>2</sub>, fordi oljeselskapene vil ha en viss betalingsvilje for levert CO<sub>2</sub>. Et slikt konsept kompliserer imidlertid gjennomføringen av gasskraft



med CO<sub>2</sub>-håndtering, blant annet på grunn av følgende forhold:

- *Størrelse.* Oljereservoarer er avhengig av store mengder CO<sub>2</sub> dersom en først skal ta i bruk CO<sub>2</sub> for økt oljeutvinning. Dette medfører at investeringer og risiko i totalprosjektet (gasskraft med CO<sub>2</sub>-håndtering, transport og støtte for økt oljeutvinning) blir tilsvarende store.
- *Plattform og reservoar.* Bruk av CO<sub>2</sub> for økt oljeutvinning stiller krav til type av reservoar og utvinningsstrategi, samt til materialkvaliteter på offshoreinstallasjonen. Det er store variasjoner i feltenes egnethet for CO<sub>2</sub>-injeksjon.
- *Tidsperspektiv.* CO<sub>2</sub>-injeksjon er kun aktuelt i visse faser av et reservoars levetid. Store mengder CO<sub>2</sub> må kunne leveres når dette etterspørres og etter avsluttet bruk i ett felt må en finne annen bruk for CO<sub>2</sub>. Dette stiller store krav til samtidighet i beslutninger mellom de ulike aktørene, noe som utgjør en stor utfordring.
- *Koordinering av aktører.* Bruk av CO<sub>2</sub> på sokkelen vil sannsynligvis kreve et større CO<sub>2</sub>-system med flere uavhengige CO<sub>2</sub>-leverandører og flere ulike felt som mottakere av CO<sub>2</sub> til økt oljeutvinning. Kun aktører med betydelig finansiell styrke vil kunne delta i etableringen av en CO<sub>2</sub>-kjede. Disse aktørene vil ikke nødvendigvis ha samme interesser, og vil også kunne ha interesser som varierer over tid. Det vil være en utfordring å få de nødvendige aktørene til å trekke i samme retning.
- *Andre CO<sub>2</sub>-kilder.* For et oljeselskap som ønsker å utnytte CO<sub>2</sub>-injeksjon for økt oljeutvinning er prisen på CO<sub>2</sub> levert til feltet avgjørende. Andre CO<sub>2</sub>-kilder enn norsk gasskraft vil kunne konkurrere på pris. Dette vil gjelde blant annet CO<sub>2</sub>-utskilling fra danske kullkraftverk som har mer konsentrert CO<sub>2</sub> i avgassen, noe som gjør utskillingen billigere pr. tonn og gir større mengder CO<sub>2</sub>.
- *Regularitet.* CO<sub>2</sub> til økt oljeutvinning krever jevn tilgang på CO<sub>2</sub>, noe som stiller store krav til produksjonsanlegg på land, transportform og eventuelt etablering av CO<sub>2</sub>-lagre.

Av alle disse grunner anbefaler utvalget at man konsentrerer seg om rene lagringsløsninger i første omgang, med økt oljeutvinning som en mulig opsjon. Da blir beslutningsprosessene enklere, selv om man i innledningsfasen må stille med mer kapital for å komme i gang. Faren er dessuten tilstede for å miste synergier med danske og engelske lagringsløsninger om fokuset blir for sterkt på økt oljeutvinning.

Gasskraft med CO<sub>2</sub>-håndtering vil med de teknologiene som i dag synes mest utviklet, gi økte produksjonskostnader i størrelsesorden 15 – 20 øre/kWh i forhold til konvensjonelle gasskraftverk. Det vil si en økning av produksjonskostnadene med 50-70 prosent, avhengig av markedsprisene på olje og gass. Det knytter seg imidlertid forventninger til at videre teknologiutvikling kan redusere håndteringskostnadene, både gjennom lavere investeringskostnader for komponentene som inngår og mindre effektivitetstap ved CO<sub>2</sub>-innfangingen.

Dersom CO<sub>2</sub> kan nyttes til økt oljeutvinning på kontinentalsokkelen, vil dette gi et inntektsbidrag til CO<sub>2</sub>-håndteringen, men vil også medføre økte kostnader som følge av ekstra investeringer på plattformen.

Dersom CO<sub>2</sub>-utslipp får en kostnad, for eksempel gjennom et kvotesystem for CO<sub>2</sub> basert på tankegangen i Kyoto-avtalen, vil det selvfølgelig bidra positivt til økonomien i CO<sub>2</sub>-håndtering. Et stramt kvoteregime for CO<sub>2</sub>, vil derfor bidra til å gjøre CO<sub>2</sub>-injeksjon for økt oljeutvinning mer lønnsomt. Gassco har konkret vurdert seks mulige feltutnyttninger av CO<sub>2</sub> og funnet alle å være ulønnsomme under dagens forhold (Gassco, 2006). NVE skal i nær framtid vurdere en ren deponiløsning knyttet til CO<sub>2</sub> fangst fra Kårstø. Resultatene herfra vil foreligge høsten 2006.

#### *Potensiell utslippsreduksjon*

Den potensielle utslippsreduksjonen ved bruk av gasskraftverk med CO<sub>2</sub>-håndtering er her relatert til konvensjonell gasskraft, uten CO<sub>2</sub>-håndtering og med dagens teknologi. I Referansebanen til Lavutslippsutvalget er klimagassutslippene fra elektrisetsproduksjon i 2050 beregnet til vel 18 MtCO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Hvis gasskraftverkets virkningsgrad blir redusert fra 58 til 49 prosent ved CO<sub>2</sub>-håndtering og rensegraden er 86 prosent, vil CO<sub>2</sub>-utslippene bli redusert med 84 prosent (CO<sub>2</sub> unngått) (NVE, 2005a). I forhold til Referansebanen tilsvarende dette en reduksjon av utslippene på vel 15 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år. Utslippene fra produksjon av elektrisitet vil da være ca. 3 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år, hvis alt annet er lik Referansebanen.

NVE har i sin vurdering av gasskraft med CO<sub>2</sub>-håndtering lagt til grunn en langsiktig elektrisetspris på 25 øre/kWh i basisalternativet. Man tar utgangspunkt i en råoljepris på 30 USD/fat, hvilket gir en gasspris i basisscenariet på 84 øre/Sm<sup>3</sup>. I IEAs World Energy Outlook (IEA, 2004) er det antatt en utvikling i råoljepris fra 22 USD/fat i 2010 til 29 USD/fat i 2030.

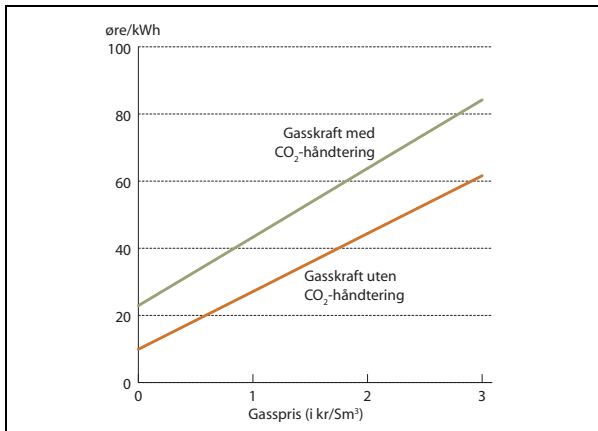
**Boks 6.10 Kostnaden ved CO<sub>2</sub>-håndtering**

Både gassfyrte og kullfyrte kraftverk kan styres med CO<sub>2</sub>-håndtering, slik at de ikke bidrar til vesentlig økning av utslippet av klimagasser. Slik «CO<sub>2</sub>-rensing» innebærer (i prinsippet) at man fanger CO<sub>2</sub>en i røygassene fra kraftverket, komprimerer den og lagrer den i dyptliggende deponier. Denne prosessen er energikrevende, og forbruker ca. 15 – 20 prosent av energien fra kraftverket. Dermed synker virkningsgraden – det kreves altså mer gass eller kull for å produsere det samme antall brukbare kWh elektrisitet. Prosessen er heller ikke perfekt, den fjerner typisk bare 80 – 90 prosent av CO<sub>2</sub>en.

Kostnadene for slik CO<sub>2</sub>-håndtering framgår av nedenstående figur, som gjelder for gasskraftverk av den typen som er under bygging på Kårstø (dvs. et 400 MW anlegg som kan produsere 3,2 TWh pr. år uten CO<sub>2</sub>-håndtering og 2,7 TWh pr. år med CO<sub>2</sub>-håndtering). Figuren viser hvorledes prisen på gasskraft stiger med den pris verket må betale for gassen som brennes. Figuren viser videre hvor mye strømprisen øker dersom man i tillegg «renser» avgassen ved å fange inn 85 prosent av CO<sub>2</sub>en, komprimere den og lagre den i dyptliggende deponier. Jo dyrere gassen er desto dyrere er kostnaden for CO<sub>2</sub>-rensing. Men om man måler påslaget i prosent, så synker det med økende gasspris, fordi kostnaden for gasskraft stiger enda fortere.

Figuren baserer seg på Lavutslippsutvalgets egne estimat, som er som følger: Investeringskostnaden for gassverket forutsettes å være 2,2 mrd kr. Når verket kjøres uten CO<sub>2</sub>-håndtering, forutsettes det å produsere 400 MW i 8 000 timer pr. år. Med en forutsatt virkningsgrad på 58 prosent, betyr det at verket bruker 550 millioner Sm<sup>3</sup> gass pr. år. Investeringskostnaden for renseanlegget (inklusive fangst, komprimering og transport) forutsettes å være 2,4 mrd kr. hvorav 1,8 mrd kr for renseanlegg og komprimeringsanlegg og 0,6 mrd kr for andel i anleggs-

get går, gir verket kun 338 MW, men i samme antall



Figur 6.20 Kostnad for gasskraft med og uten CO<sub>2</sub>-håndtering som funksjon av gasspris.

Kilde: Lavutslippsutvalget.

kostnader for transport og lagring. Når renseanlegget går, gir verket kun 338 MW, men i samme antall timer pr. år. Dette tilsvarer en virkningsgrad på 49 prosent. Uten CO<sub>2</sub>-håndtering slipper verket ut 1,1 MtCO<sub>2</sub> pr. år, med CO<sub>2</sub>-håndtering reduseres dette tallet til 0,17 MtCO<sub>2</sub> pr. år. I alle tilfelle forutsetter vi 20 års avskrivningstid og en kalkulasjonsrente 7 prosent pr. år, slik at annuiteten blir 9,4 prosent pr. år. Det er viktig å understreke at våre anslag er usikre. Andre analytikere bruker tall som varierer med pluss minus 30 prosent rundt dem vi har valgt.

Figuren illustrerer følgende poeng. For det første, at prisen på gasskraft er sterkt avhengig av gassprisen. Ved en gasspris på 1 kr/Sm<sup>3</sup>, vil gasskraften koste 27 øre/kWh – og altså være konkurransedyktig med for eksempel vannkraft. Men dersom gassprisen er 2 kr/Sm<sup>3</sup>, blir kraftprisen hele 44 øre/kWh – og dyrere enn vindkraft. Den framtidige gasspris er vanskelig å forutsi, men Russland krevde 1,60 kr/Sm<sup>3</sup> for å levere gass til Ukraina vinteren 2005/06. Prisen for gass levert 2007 på Endex-børsen i Nederland er for tiden rundt 2,25 kr/Sm<sup>3</sup>.

For det andre, tilleggskostnaden for CO<sub>2</sub>-håndtering er også avhengig av gassprisen. Kostnaden varierer fra 13 til 22 øre/kWh i figuren bare som følge av endret gasspris.

For det tredje, tilleggskostnaden for CO<sub>2</sub>-håndtering på 13-22 øre/kWh er et langt mindre tillegg enn det som kan følge av variasjoner i gassprisen. Man burde med andre ord være mer opptatt av framtidig gasspris enn av rensekostnad. Men som en tommelfingerregel kan man si at i det sannsynlige, høye prisområdet for gass, vil påslaget for CO<sub>2</sub>-håndtering være rundt 40 prosent. Det betyr at CO<sub>2</sub>-håndtering er dyrere enn kjøp av kvoter, som hittil i 2006 har variert i pris fra 4 til 8 øre/kWh.

Til sist, «realistisk» CO<sub>2</sub>-håndtering kan foretas for to formål. Etter at man har samlet inn CO<sub>2</sub>en fra avgassen fra kraftverket, og komprimert den, kan den enten lagres, eller brukes for økt oljeutvinning. I begge tilfelle må den komprimerte CO<sub>2</sub>en transporteres i rør til anvendelses-/lagringsstedet. I begge tilfelle vil CO<sub>2</sub>en ende i dyptliggende fjellformasjoner. Og i begge tilfelle vil kostnaden ved å samle inn, komprimere og transportere CO<sub>2</sub>en bli omtrent den samme. Alle disse kostnadene er inkludert i figuren.

Men dersom CO<sub>2</sub> benyttes til å øke oljeutvinningen fra et felt, så vil man også få en inntekt, nemlig nettobidraget fra den ekstra olje som produseres. Men slik anvendelse av CO<sub>2</sub>en krever ekstra investeringer i det felt der CO<sub>2</sub>en skal benyttes, og det er en utfordring at oljefelt bare kan nyttiggjøre seg CO<sub>2</sub>en i visse faser av feltets levetid. Gassco har nylig gjort beregninger av ulike foreliggende kombinasjoner i Norge, og ikke funnet noen av dem lønnsomme (Gassco, 2006). Bellona konkluderte med det motsatte i 2005, men betraktet da den norske sokkelen under ett og i et meget langt tidsperspektiv.

Tabell 6.11 Ulike kostnadseksempler på økte kostnader ved gasskraft med CO<sub>2</sub>-håndtering.

Kilde	Ekstrakostnad (øre/kWh)
IEA	13-15
MIT	13-15
DoE	14-16
CCP	12-16
SFA Pacific	16-18
Aker Kværner	10-15
SINTEF	9-16

Kilde: NOU 2002:7.

Ekstrakostnadene ved CO<sub>2</sub>-håndtering på Tjeldbergodden og Kårstø er av NVE beregnet til ca. 11-12 øre/kWh (NVE, 2005a). NOU 2002:7 presenterer en sammenligning av økte kostnader ved gasskraft med CO<sub>2</sub>-håndtering som varierer mellom 9-18 øre/kWh, se tabell 6.11.

Et viktig initiativ for å videreutvikle gasskraftteknologi med CO<sub>2</sub>-deponering internasjonalt, er CO<sub>2</sub> Capture Project (CCP) (Thomas and Bensons (Eds.), 2005). CCP startet opp våren 2000, og prosjektet består i dag av til sammen ni oljeselskaper. Fra norsk side deltar Hydro. Tabell 6.12 viser noen foreløpige konklusjoner med hensyn til ulike teknologikonsepter som har vært vurdert av prosjektet. Teknologikonseptene i tabellen er sortert etter ulik modningsgrad. For de teknologiene som kan sies å være utviklet tilstrekkelig til utprøving i dag, er det anslått en økning i produksjonskostnadene på 12-16 øre/kWh.

CCP skisserer også potensial for kostnadsreduksjoner over tid for de teknologiene som dette prosjektet omhandler. Disse anslagene vil være forbundet med større usikkerhet. Tabell 6.12 gir grove anslag for 400 MW kraftverk, kompresjon til 100 bar, 100 km rørledning og én injeksjonsbrønn. Statoils estimater for norske forhold ligger høyere enn estimatene i tabellen.

Det forventes at videre teknologiutvikling vil redusere innfangingskostnadene for CO<sub>2</sub>, både gjennom enklere anleggsutforming, lavere invest-

ringskostnader for komponentene som inngår, gjennom mer effektive absorbenter og gjennom lavere energibruk.

Tabell 6.13 viser en oversikt over teknologisk modenhet av de ulike komponentene som inngår i CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring, slik FNs klimapanel nylig sammenfattet kunnskapsstatusen (Metz et al, 2005).

#### 6.8.4 Samlede kostnader og potensialer

I tabell 6.14 er det presentert en sammenstilling av de vurderte teknologiene for produksjon av elektrisitet. Eventuelle kostnader for utbygging av elektrisitetsnettet inngår ikke i kostnadsestimatene i tabell 6.14. Spesielt ved utbygging av gasskraft og større utbygging vindkraft, vil det ved mange lokaliseringer være behov for forsterkinger i overføringsnettet.

#### 6.8.5 Tiltak og utslippsreduksjoner fra elektrisitetsproduksjonen i Lavutslippsbanen

Til sammen vil fornybar energiproduksjon i form av vind og småkraft ha mulighet å dekke hele behovet for ny elektrisitetsproduksjon i henhold til Referansebanen, som er på hele 69 TWh pr. år. I tillegg kommer de teknologier som ikke er studert nærmere her, som med dagens kunnskap er vurdert å ha et samlet maksimalt potensial på ca. 40 TWh pr. år elektrisitet, jf. avsnitt 6.8.1.

Hvis man i stedet benytter gasskraft med CO<sub>2</sub>-håndtering, vil om lag 85 prosent av klimagassutslippene fjernes.

Figur 6.21 viser hvordan utvalget ser for seg kraftoppdekningen i Lavutslippsbanen. Se også tabell 7.2 for en tallmessig framstilling. Utvalget har valgt å vektlegge at Norge kan ha et komparativt fortrinn i å utvikle teknologi innenfor CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring. Gasskraft med CO<sub>2</sub>-håndtering er derfor fra utvalgets side tillagt tilsvarende vekt som fornybar kraftproduksjon. Dette innebærer at gasskraft med CO<sub>2</sub>-håndtering står for ca. halvparten av økningen i elektrisitetsproduksjonen utover det ordinær vann-

Tabell 6.12 Forventet økning i elpris for ulike teknologier.

Teknologi	Kostnad kr./tonn CO <sub>2</sub> unngått	Økning i elpris, øre/kWh
CCP-teknologier der bygging kan starte nå (ferdig ca. 2003)	300 - 400	12 - 16
CCP-teknologier med demoanlegg (~25MW) (2004 - 2005)	250 - 325	10 - 13
CCP-teknologier med demoanlegg (~25MW) (2007 og senere)	200 - 250	8 - 10

Kilde: NOU 2002:7.

Tabell 6.13 Nåværende modenhet for CCS komponenter. X indikerer det høyeste nivået av modenhet for hver komponent. Det finnes også mindre modne teknologier for de fleste teknologier.

CCS component	CCS technology	Research phase <sup>a</sup>	Demonstration phase <sup>b</sup>	Economically feasible under specific conditions <sup>c</sup>	Mature market <sup>d</sup>
<i>Capture</i>	Post-combustion			X	
	Pre-combustion			X	
	Oxyfuel combustion		X		
	Industrial separation				X
<i>Transport</i>	Pipeline				X
	Ship			X	
<i>Geological storage</i>	Enhanced oil recovery (EOR)				X <sup>e</sup>
	Gas or oil fields			X	
	Deep saline formations			X	
	Enhanced coalbed methane recovery (ECBM) f		X		
<i>Ocean storage</i>	Direct injection (dissolution type)	X			
	Direct injection (lake type)	X			
<i>Mineral carbonation</i>	Natural silicate minerals	X			
	Waste materials		X		
<i>Industrial uses of CO<sub>2</sub></i>					X

<sup>(a)</sup> Research phase means that the basic science is understood, but the technology is currently in the stage of conceptual design or testing at the laboratory or bench scale, and has not been demonstrated in a pilot plant.

<sup>(b)</sup> Demonstration phase means that the technology has been built and operated at the scale of a pilot plant, but further development is required before the technology is ready for the design and construction of a full-scale system.

<sup>(c)</sup> Economically feasible under specific conditions means that the technology is well understood and used in selected commercial applications, for instance if there is a favourable tax regime or a niche market, or processing on the order of 0.1 MtCO<sub>2</sub>/yr with fewer than five replications of the technology.

<sup>(d)</sup> Mature market means that the technology is now in operation with multiple replications of the technology worldwide.

<sup>(e)</sup> CO<sub>2</sub> injection for EOR is a mature market technology, but when used for CO<sub>2</sub> storage, it is only "economically feasible under specific conditions".

<sup>(f)</sup> ECBM is the use of CO<sub>2</sub> to enhance the recovery of the methane present in unminable coal beds through the preferential adsorption of CO<sub>2</sub> on coal. Unminable coal beds are unlikely to ever be mined, because they are too deep or too thin. If subsequently mined, the stored CO<sub>2</sub> would be released.

Kilde: Metz et al. (2005).

kraft kan levere (som forøvrig ventes å øke noe utover i perioden som følge av klimaendringer). Den andre halvdelens dekkes opp av ny vindkraft (landbasert så vel som til havs) samt småkraft.

I den senere tid har gass blitt meget dyrt slik at kullkraft kan bli mer lønnsom enn gasskraft. Det er

derfor mulig at et framtidssbilde med betydelige mengder kullkraft kan være like realistisk som et bilde med gasskraft. Dette har imidlertid liten betydning for tankebildet i denne rapporten, da vi forutsetter at utslippene kan renses på samme vis som fra gasskraft og ikke gi større utslipp av CO<sub>2</sub>

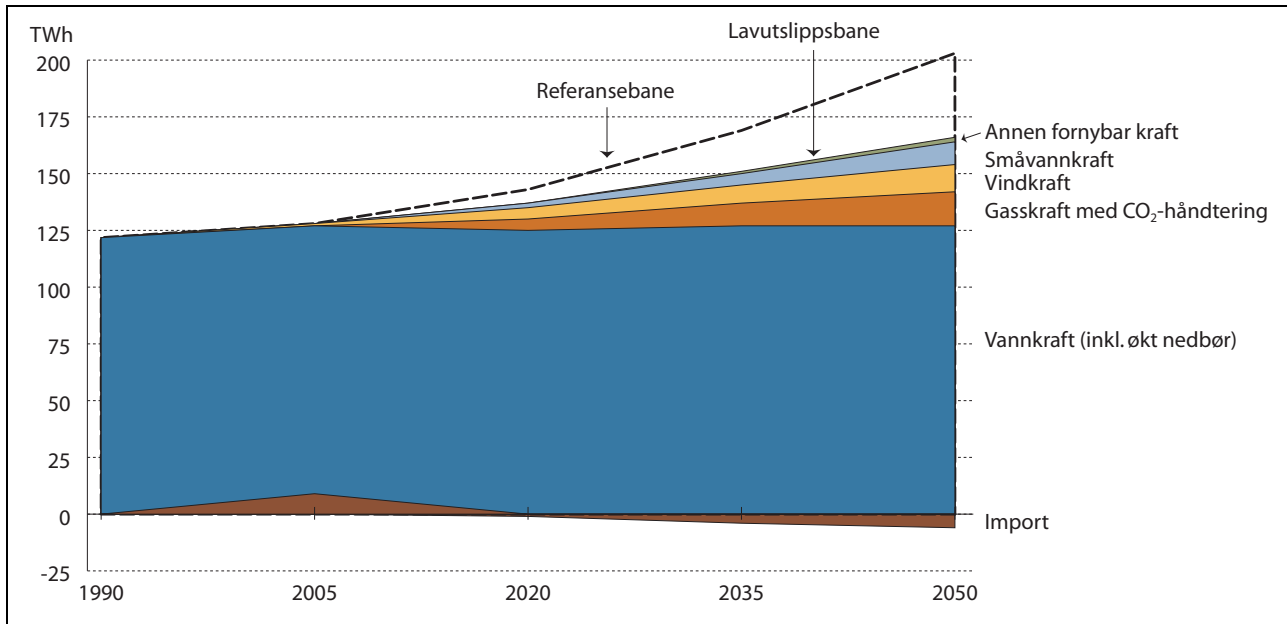
Tabell 6.14 Sammenstilling av kostnader og mulig realiserbart potensial for produksjon av elektrisitet.

	Kostnad		Realiserbart potensial	
	øre/kWh	kr/tonn CO <sub>2</sub>	TWh (el)	MtCO <sub>2</sub>
Vindkraft	25-35	-	60	21
Småskala vannkraft-investering: <3 kr/kWh	< ca. 30	-	24	9
Gasskraftverk med CO <sub>2</sub> -håndtering	34 <sup>1)</sup>		69 <sup>2)</sup>	18 <sup>2)</sup>
Ekstra kostnad for CO <sub>2</sub> -håndtering	8-10	200-250		

<sup>1)</sup> Med en forventet gasspris på 84 øre/Sm<sup>3</sup>.

<sup>2)</sup> Potensialet er antatt lik behovet for ny elektrisitet i henhold til Referansebanen.

Kilde: IFE, 2006.



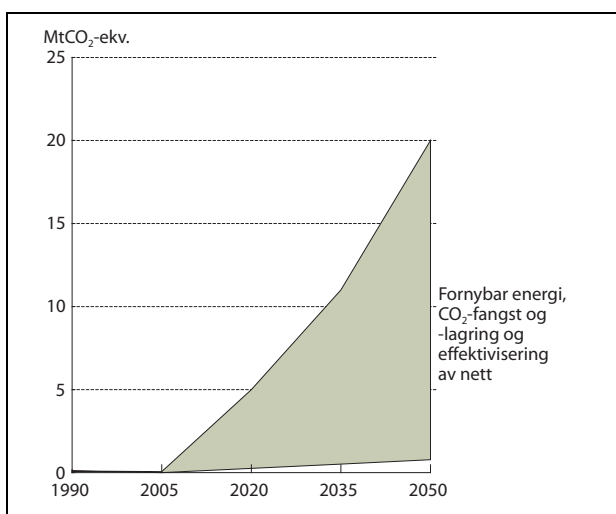
Figur 6.21 Oppdekning av kraft i Lavutslippsbanen.

Kilde: Statistisk sentralbyrå og Lavutslippsutvalget.

pr. kWh elektrisitet produsert. Dette forutsetter høyere rensesgrad for kullkraftverk enn gasskraftverk, men dette regnes som realistisk.

## 6.9 Tiltak rettet mot utslipp i utlandet

Vi har tolket utvalgets mandat dit hen at det er utslipp fra norsk territorium som skal reduseres med om lag to tredjedeler fra «Kyoto-nivået» innen 2050. Slik sett vil ikke tiltak for å redusere utslipp i



Figur 6.22 Illustrasjon av tiltak og reduksjoner i årlige utslipp fra produksjon av elektrisitet.

Kilde: Lavutslippsutvalget.

utlandet svare på utvalgets oppgave. Når vi likevel tar med slike tiltak blant de som kan være aktuelle, skyldes det at enkelte andre av utvalgets tiltak faktisk kan føre til at utslipp i utlandet kan øke. Vi har allerede nevnt at tiltak som fører til at for eksempel metallproduksjonen flytter til utlandet, ikke vil redusere de globale utslippene. Dette henger igjen sammen med at verdens etterspørsel etter metaller ikke blir redusert som følge av våre tiltak mot utslipp. Alt i alt kan vi derfor få den uønskede situasjonen at de globale utslippene av klimagasser øker som følge av nasjonale tiltak for å redusere nettopp disse utslippene. For å motvirke dette ønsker utvalget å peke på muligheten norske bedrifter og myndigheter har til å redusere klimagasser i utlandet. Dette kan enklest skje innenfor områder med kvotehandlingssystemer ved at man kjøper opp et antall kvoter tilsvarende de økte utslippene. Alternativt kan man gå inn med direkte investeringer i prosjekter som vil føre til reduserte klimagassutslipp. Dette kan være alt fra utvikling av fornybare energiresurser til innsamling og bruk av metan fra avfallsdeponier, for bare å nevne to typer av prosjekter.

## 6.10 Sammenfatning

Gjennomgangen i dette kapitlet viser tydelig at det ikke mangler på muligheter til å redusere utslippene fra hver av hovedkildene vesentlig.

### Boks 6.11 Effekt i Lavutslippsbanen

De tre vesentligste kildene til ny kraft i Lavutslippsbanen er gasskraft med CO<sub>2</sub>-håndtering, vindkraft og småvannkraft. Gasskraft med CO<sub>2</sub>-håndtering vil være knyttet opp mot langsiktige gassavtaler og mulige CO<sub>2</sub>-avtaler. I dag er det ofte lite fleksibilitet i slike avtaler, og det vil være naturlig å anta at slike kraftverk vil ha en lang årlig brukstid. 12 TWh pr. år vindkraft vil være spredt i hele Norge, og vi kan da anslå en tilgjengelighet av maksimaleffekten på 15 prosent. Småvannkraft har normalt lite magasin, og har derfor liten eller ingen effekt tilgjengelig på kalde vinterdager. Effektbidraget fra disse tre hovedbidragene til ny produksjon vil da bli som vist i tabell 6.15.

Gitt at dagens system er i effektmessig balanse, vil det derfor måtte skaffes nesten 5 000 MW effekt for dekning av etterspørselen ved framtidig høylast i et slikt scenario. Dette tilsvarer 17 prosent av den installerte effekten i dagens vannkraftsystem. Det reelle underskuddet kan bli høyere fordi alminnelig forbruk (med kort brukstid) vil utgjøre en langt større andel av totalforbruket i 2050.

Et slikt effektunderskudd kan håndteres på flere måter, for eksempel ved økt installasjon i eksisterende vannkraftverk, tiltak for å redusere effektforbruket under høylast ved økt forbrukerfleksibilitet eller bruk av gassturbiner. Det siste alternativet vil lede til høye utslipp, men fordi turbinene brukes kun kortvarig kan det totale utslippbildet likevel bli akseptabelt.

Tabell 6.15 Energi, brukstid og effekt ved ulike produksjonsmåter.

	Energi (TWh/år)	Brukstid (timer/år)	Tilgjengelig ved høylast (Prosent)	Effekt (MW)
Gasskraft med CO <sub>2</sub> -håndtering	26,5	8 000	100	3 312
Vindkraft	12,0	3 000	15	600
Småvannkraft	10,0	4 000	10	250
Sum produksjon	48,5			4 162
Forbruk som skal dekkes	48,5	5 400	100	8 981
Underskudd ved framtidig høylast				4 819

Kilde: Lavutslippsutvalget.

## Kapittel 7

# Utvalgets Lavutslippsbane: En helhetsløsning

Forrige kapittel gikk igjennom det tekniske potensialet for utslippsreduksjoner knyttet til ulike kilder. Når utvalget skal sette sammen sin «helhetsløsning» for hvordan utslippene kan reduseres til et nivå ca. to tredjedeler under dagens nivå, så må imidlertid flere forhold enn bare det tekniske potensialet for utslippsreduksjoner vurderes.

### 7.1 Kriterier for valg av tiltak

Det er mange ulike kriterier som kan legges til grunn for valg av utslippsreducerende tiltak. Utvalget har i sitt valg av tiltak for å oppnå utslippsmålet i 2050 lagt vekt på at disse i størst mulig grad skal være:

- *Få og store.* Utvalget har valgt ut et fåtall store tiltak i stedet for mange små, slik at beslutningsinnsatsen kan fokuseres.
- *Basert på relativt kjent teknologi.* I dette ligger det at utvalget har valgt tiltak som i stor grad bygger på kjent eller gjenkjennbar teknologi. Vi har med hensikt ikke valgt hva man kan kalle «visjonær» teknologi, dvs. løsninger som i dag bare er på idé-stadiet, siden det synes fullt mulig å få til nødvendige reduksjoner med relativt kjent teknologi. Vi vil imidlertid understreke at vi også ser det som viktig at «visjonær» teknologi utvikles.
- *Politisk realiserbare.* Utvalget har fokusert på tiltak som bedømmes å være lettere å få politisk aksept for. En rekke tiltak som krever store holdningsendringer er derfor utelatt.
- *Gi bidrag til internasjonal teknologiutvikling.* Tiltakene skal gi Norge muligheter til å yte bidrag til en ønsket internasjonal teknologiutvikling og samtidig gi grunnlag for ny næringsutvikling i Norge.
- *Kostnadseffektive.* Utvalget har lagt vekt på at tiltakene ikke skal være urimelig dyre sett i forhold til de utslippsreduksjoner de kan levere, samt andre positive eller negative samfunnsmessige effekter de kan ha.
- *Robuste.* Det vil si at de forslåtte tiltakene i størst mulig grad skal være fornuftige under ulike antakelser om framtidig utvikling av

økonomi, handel, energipriser, klimaavtaler, og lignende.

Valg av disse kriteriene betyr imidlertid ikke at utvalget mener at andre kriterier er uviktige, men at dette har vært de kriteriene utvalget har tillagt størst vekt i sitt arbeid.

### 7.2 Helhetsløsningen: Et klimavennlig Norge

Hvilke teknologiske og atferdsmessige tiltak som inngår i helhetsløsningen er i stor grad styrt av hvilke utslippskilder man har og forventer å få framover i tillegg til kriteriene beskrevet ovenfor. Helhetsløsningen utgjør etter utvalgets syn en robust tiltakspakke for å sikre at Norge utvikler seg til et mer klimavennlig samfunn på lang sikt. Mer spesifikt vil tiltakene resultere i en *Lavutslippsbane* som vil redusere utslippene med om lag to tredjedeler i forhold til utslippsnivået spesifisert i Kyoto-protokollen innen 2050.

Tiltakene i helhetsløsningen er vist i tabell 7.1. De to første tiltakene er av generell karakter og omhandler henholdsvis informasjonstiltak og generell teknologiutvikling. De øvrige tiltakene er innrettet mot spesifikke utslippskilder som angitt i tabellen.

Den valgte helhetsløsning kan være urealistisk med hensyn på dosering av de ulike tiltakene, men skisserer etter utvalgets syn likevel en fornuftig retning for den videre utvikling, og kan derfor brukes til å avlede fornuftige mål for norsk klimapolitikk på kortere sikt. Målene, tiltakene og virkemidlene vil selvfølgelig måtte vurderes etter som tiden går, men bør samtidig ikke endres for ofte. Dette siste følger av at langsiktige og stabile rammebetingelser er helt nødvendig om man skal ha håp om å få til den nødvendige teknologiske utviklingen. En tidsperiode på 10-15 år bør derfor gå før målsettingene vurderes endret i vesentlig grad.

Virkingen på utslipp av utvalgets helhetsløsningen er illustrert i figur 7.1 og nærmere tallfestet i tabell 7.2.

Tabell 7.1 Utvalgets helhetsløsning.

Kilde til utslipp	Tiltak
Grunnleggende tiltak	1: Iverksetting av en langsiktig nasjonal innsats for klimainformasjon - en vedvarende Klimavettkampanje. God og saklig faktainformasjon om klimaproblemet og hva som kan gjøres.
	2: Satsing på utvikling av klimavennlige teknologier gjennom langsiktig og stabil støtte til Lavutslippsutvalgets teknologipakke. Denne teknologipakken har hovedvekt på teknologier for CO <sub>2</sub> -fangst og -lagring, vindkraft (spesielt til havs), pellets- og rentbrennende ovner, biodrivstoff, solceller, hydrogen teknologier, varmepumper og lavutslippsfartøy.
Transport	3: Innfasing av lav- og nullutslippskjøretøy som hybridbiler, lette dieserbiler, elbiler og brenselcellebiler.
	4: Innfasing av CO <sub>2</sub> -nøytralt drivstoff som bioetanol, biodiesel, biogass og hydrogen.
	5: Reduksjon av transportbehovet gjennom bedre logistikk og byplanlegging.
Oppvarming	6: Utvikling og innfasing av lavutslippsfartøy.
	7: Energieffektivisering i bygg gjennom strengere bygningsstandarder, miljømerking og støtteordninger.
Jordbruk og avfallsdeponier	8: Overgang til CO <sub>2</sub> -nøytral oppvarming ved økt bruk av biomasse, bedre utnyttelse av solvarme, varmepumper, o.l.
	9: Innsamling av metangass fra gjødselkjellere og avfallsdeponier og utnyttelse av dette til energiformål.
Prosessindustri	10: Iverksetting av CO <sub>2</sub> -fangst og -lagring fra industri med store punktutslipp.
	11: Gjennomføring av prosessforbedringer i kraftkrevende industri.
Petroleumsvirksomhet	12: Elektrifisering av sokkelen og en økt andel av anleggene plassert på land.
Elektrisitetsproduksjon	13: Utbygging av mer «ny fornybar» kraft gjennom utbygging av vind- og småkraft.
	14: Iverksetting av CO <sub>2</sub> -fangst og -lagring fra gass- og kullkraftverk.
	15: Opprusting og effektivisering av elnettet for å redusere tap i nettet og gi mindre kraftverk lettere tilgang.

Kilde: Lavutslippsutvalget.

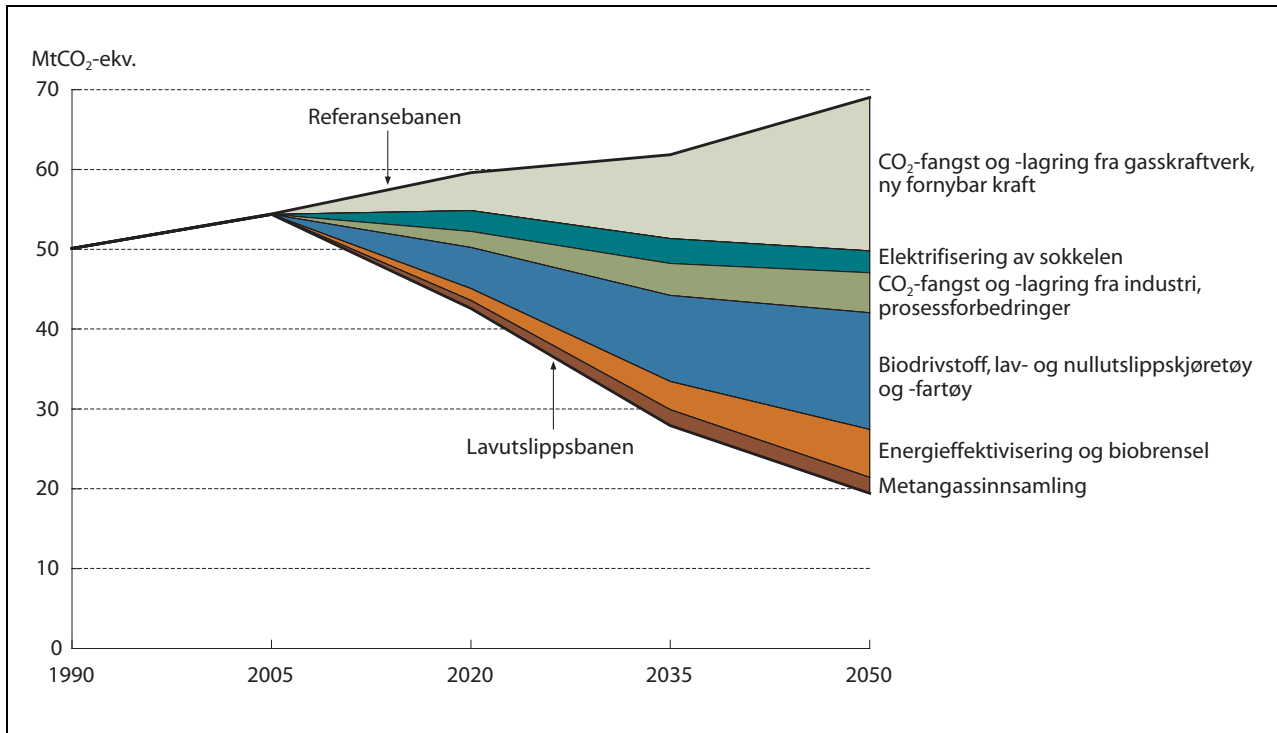
Utvalgets tiltak representerer et konkret eksempel på «kilebegrepet» slik det ble introdusert av Pacala og Socolow (Pacala og Socolow, 2004). Der skisserte de i grove trekk hvordan hovedklasser av tiltak basert på kjent og tilgjengelig teknologi kunne introdusere «kiler» i en tenkt utslippsbane slik at klimagassutslippene ble stabilisert på global skala innen midten av århundret.

Det går fram av figur 7.1 at det er særlig to tiltak som vil føre til store utslippsreduksjoner: CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring fra gasskraftverk og andre store industrikilder, og forslagene om endringer i transportsektoren. Av disse er det sannsynligvis transportutslippene som kan være mest krevende å redusert mye.

Det er derfor avgjørende at det satses på flere tiltak samtidig: Satsing på biodrivstoff vil redusere utslippene umiddelbart, her er mye teknologi allerede tilgjengelig. Men biodrivstoff vil neppe være den globale løsningen for hele transportsektoren. Derfor må det også satses på nullutslippsteknologi – blant annet med hydrogen som energibærer. Den teknologiske utviklingen av hydrogendrevne transportmidler er avhengig av utvikling i utlandet, mens når det gjelder utvikling av hydrogen som drivstoff er Norge langt fremme på noen områder, og bør fortsatt være det, ikke minst gjennom demonstrasjonsprosjekter.

Når det gjelder CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring, eksisterer teknologien som trengs. Videre utvikling og





Figur 7.1 Illustrasjon av helhetsløsningen. Årlige utslipp av klimagasser historisk og i Referansebanen og i Lavutslippsbanen 1990-2050.

Kilde: Lavutslippsutvalget.

demonstrasjon av fullskala implementering er derfor fullt ut mulig, men krever statlig engasjement.

CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring og transporttiltak er imidlertid i seg selv ikke nok til å levere den ønskede utslippsreduksjonen på lang sikt. Også tiltak rettet mot oppvarming, petroleumsvirksomhet, jordbruk og avfallsdeponier må implementeres for å nå målet om et lavutslippsamfunn. Den store bredden av tiltak gjør det på samme tid både mer krevende og lettere å gjennomføre helhetsløsningen. Mer krevende fordi det er mange tiltak som skal settes i verk, hver med sitt sett av virkemidler. Lettere, fordi «alle» må bidra til realiseringen av lavutslippsamfunnet. Som et sentralt eksempel er det ingen tvil om at man ved fokusert satsing kunne fase ut bruken av alle fossile brenslere for oppvarming allerede innen 2020. I denne sammenheng understreker utvalget betydningen av at man ikke faser inn nye fossile brenslere i tiden framover.

Tabell 7.2 kvantifiserer bidragene til utslippsreduksjoner, effekter på kraftforbruket og biomasseforbruket i utvalgets helhetsløsning. For hvert til-

tak er først situasjonen i Referansebanen angitt, før endringer som følge av tiltakene angis. Summert gir dette til slutt situasjonen i Lavutslippsbanen.

Tabellen er basert på følgende forutsetninger: Forbrenning av 1 Mt fyringsolje skaper 11 TWh varme og leder til utslipp av 3,1 MtCO<sub>2</sub>. Produksjonen av 1 TWh strøm fra gasskraftverk leder til utslipp av 0,34 MtCO<sub>2</sub>. Produksjonen av 1 TWh varme med vedfyring krever 0,5 Mm<sup>3</sup> trevirke. Produksjonen av 1 Mt biodrivstoff krever 4 Mn<sup>3</sup> trevirke. Utslipp i 2005 er basert på modellsimuleringer og kan avvike noe fra faktiske utslipp.

Merk at effekter av de generelle tiltakene 1 og 2 ikke er kvantifisert.

Tabell 7.3 angir så hvordan oppdekningen av kraftforbruket i Referansebanen og Lavutslippsbanen vil være, og utslippskonsekvenser i de to banene. Til slutt i tabellen vises hvordan biomasseforbruket kan dekkes opp. Mulige virkemidler for implementering av tiltakene og tiltak i inneværende stortingsperiode omtales i kapittel 10.

Tabell 7.2 Forslag til tiltak for å redusere Norges klimagassutslipp. Effekt på utslipp, strøm- og biomasseforbruk.

	Klimagassutslipp MtCO <sub>2</sub> -ekv./år				Forbruk av nettstrøm TWh/år				Forbruk av biomasse Mm <sup>3</sup> /år			
	2005	2020	2035	2050	2005	2020	2035	2050	2005	2020	2035	2050
<i>Transport</i>												
<i>Referansebanen</i>	16	18	18	18	2	2	2	2	0	0	0	0
3 Lav- og nullutslippskjøretøy	0	-1	-6	-8	0	1	7	12	0	0	0	0
4 CO <sub>2</sub> -nøytralt drivstoff	0	-3	-3	-3	0	0	0	0	0	5	7	8
5 Transportreduksjon	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
6 Lavutslippsfartøy	0	-1	-1	-2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lavutslippsbanen</i>	16	13	7	4	2	3	9	14	0	5	7	8
<i>Oppvarming</i>												
<i>Referansebanen</i>	5	6	6	7	28	34	38	42	4	4	5	5
7 Energieffektivisering i bygg	0	-1	-2	-3	0	-4	-6	-15	0	-1	-2	-3
8 CO <sub>2</sub> -nøytral oppvarming	0	-2	-2	-3	0	-3	-8	-12	0	2	4	6
<i>Lavutslippsbanen</i>	5	3	3	1	28	27	24	15	4	5	7	8
<i>Jordbruk og avfall</i>												
<i>Referansebanen</i>	6	4	4	4	2	1	1	1	0	0	0	0
9 Metaninnsamling	0	0	-2	-2	0	0	0	-1	0	0	0	0
<i>Lavutslippsbanen</i>	6	4	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0
<i>Prosessindustri</i>												
<i>Referansebanen</i>	13	17	16	15	41	38	36	36	10	11	11	12
10 CO <sub>2</sub> -fangst og -lagring fra industri	0	-1	-2	-3	0	0	0	0	0	0	0	0
11 Prosessforbedringer	0	-1	-2	-2	0	-1	-1	-2	0	0	-1	-2
<i>Lavutslippsbanen</i>	13	15	12	10	41	37	35	34	10	11	10	10
<i>Petroleumsvirksomhet</i>												
<i>Referansebanen</i>	15	10	7	5	1	0	0	0	0	0	0	0
12 Elektrifisering av sokkelen	0	-3	-3	-3	0	3	6	9	0	0	0	0
<i>Lavutslippsbanen</i>	15	7	4	2	1	3	6	9	0	0	0	0
<i>Elektrisitetsproduksjon</i>												
<i>Referansebanen (fra tabell 7.3)</i>	0	5	11	20								
<i>Lavutslippsbanen (fra tabell 7.3)</i>	0	0	1	1								
<i>Kraftdistribusjon</i>												
<i>Referansebanen</i>					11	13	16	20	0	0	0	0
15 Opprusting av elnettet					0	-1	-2	-4	0	0	0	0
<i>Lavutslippsbanen</i>					11	12	14	16	0	0	0	0
<i>Øvrig aktivitet</i>												
<i>Referansebanen</i>	0	0	0	0	44	53	71	96	0	0	0	0
<i>Lavutslippsbanen</i>	0	0	0	0	44	50	59	74	0	0	0	0
<i>Sammendrag for Norge</i>												
<i>Sum referansebanen</i>	54	59	62	69	128	142	165	197	14	15	16	17
<i>Sum lavutslippsbanen</i>	54	42	28	19	128	134	148	162	14	21	24	26

Noen summer stemmer ikke på grunn av avrundingsfeil.

Kilde: Lavutslippsutvalget.

Tabell 7.3 Inndekningsplan for elektrisitet og biomasse i Referanse- og Lavutslippsbanen, samt resulterende utslipp av klimagasser fra elektrisitetsproduksjon.

Inndekningsplan for nettstrøm (TWh pr. år)		2005	2020	2035	2050
<i>Referansebanen</i>					
Forbruk		128	142	165	197
Produksjon	Vannkraft	118	125	127	127
	Gasskraft uten CO <sub>2</sub> -håndtering	0	13	32	59
	Vindkraft	1	3	6	10
Import	Import av kraft (= forbruk - produksjon)	9	1	0	1
<i>Lavutslippsbanen</i>					
Forbruk		128	134	148	162
Produksjon	Vannkraft	118	125	127	127
Tiltak 14	Gasskraft med CO <sub>2</sub> -håndtering	0	5	10	15
Tiltak 13a	Vindkraft	1	7	10	15
Tiltak 13b	Småvannkraft	0	4	5	6
Tiltak 13c	Annen fornybar kraft	0	1	2	3
Import	Import av kraft (= forbruk - produksjon)	9	-8	-6	-4
Resulterende klimagassutslipp fra strømproduksjonen (MtCO <sub>2</sub> pr. år)		2005	2020	2035	2050
<i>Referansebanen</i>					
	Gasskraft uten CO <sub>2</sub> -håndtering (overføres til tabell 7.2)	0	5	11	20
<i>Lavutslippsbanen</i>					
	Gasskraft med CO <sub>2</sub> -håndtering (overføres til tabell 7.2)	0	0	1	1
Inndekningsplan for biomasse (Mm <sup>3</sup> pr. år)		2005	2020	2035	2050
<i>Referansebanen</i>					
Forbruk		14	15	16	17
Memo	Tilvekst i norsk skog	25	30	35	40
Produksjon	Avvirkning i norske skoger	10	11	12	13
	Energivekster	0	0	1	2
	Anvendt avfall	1	2	2	2
Import	Import av virke (= forbruk - produksjon)	3	1	1	0
<i>Lavutslippsbanen</i>					
Forbruk		14	21	24	26
Memo	Tilvekst i norsk skog	25	30	35	40
Produksjon	Avvirkning i norske skoger	10	13	16	19
	Energivekster	0	1	2	3
	Anvendt avfall	1	2	2	2
Import	Import av virke (= forbruk - produksjon)	3	5	4	2

Kilde: Lavutslippsutvalget.

### **Boks 7.1 Hva du selv kan gjøre for å redusere dine klimagassutslipp**

- Kjøp lavutslippsbil når du skal skifte bil. Vurder om du kan fylle biodrivstoff på din bil. Bor du i by, vurder medlemskap i et bilkollektiv framfor å eie din egen bil – det er enkelt, billig og bra!
- Gå eller sykle korte avstander framfor å kjøre bil. Det er bra for deg og bra for klimaet. Ta tog eller buss der det er tilgjengelig. Det gir tid til lesing og er behagelig– bare prøv!
- Bygg Svanemerket hus, eller etterisoler huset/leiligheten du bor i og erstatt strøm, olje og gass med fornybar varme som overskudds-/avfallsenergi, ved og pellets. For en bygård kan det være lønnsomt å erstatte den gamle oljefyren med en sentralfyr for biobrensel.
- Kjøp elektriske produkter i energiklasse A og/eller med et offisielt miljømerke.
- Kjøp miljømerkede varer og tjenester - da gjør du ditt til at utslippene reduseres, og til at de miljøbevisste produsentene får et konkurransefortrinn.
- Slå av lyset i tomme rom og slå av maskiner og apparater som ikke er i bruk.
- Færre flyturer og kjøttmiddager reduserer klimagassutslipp – erstatt det med henholdsvis tog- og fjellturer og gode grønnsaker.

### Boks 7.2 Lavutslippsfamilien anno 2050 – noen spørsmål og svar

*Vil vi ha lavere levestandard i 2050 enn i dag?*

Nei, levestandarden kan faktisk øke selv om man reduserer utslippet av klimagasser med 50-80 prosent. Det vi forbruker i 2050 vil imidlertid være mer utslipps- og miljøvennlig enn det vi forbruker i dag.

*Vil lavutslippsamfunnet være preget av forbud og påbud?*

Det er fullt mulig å oppnå en kraftig utslippsreduksjon uten innskrenkning av vår frihet. Det finnes i dag kjent teknologi på de fleste områder som kan bidra til å redusere utslippet av klimagasser uten at vi behøver å forsake mye. Valg av disse teknologiene kan fremmes ved hjelp av økonomiske virkemidler og økt kunnskap om de ulike valgmulighetene. Der atferdsendring er påkrevet kan dette også stimuleres ved å gjøre det dyrere å velge de miljøfiendtlige alternativene enn de miljøvennlige i tillegg til bruk av informasjon. Det må iverksettes en langsiktig nasjonal innsats for klimainformasjon som kan bidra til å øke bevisstheten om de miljøvennlige alternativene.

*Kan jeg kjøre bil?*

Ja, vi bruker bil i 2050. Store deler av bilparken er imidlertid erstattet med null- eller lavutslippskjøretøy. Nullutslippskjøretøyene kan være elektriske biler eller hydrogenbiler. Bruk av biodrivstoff eller hybridkjøretøy er en annen mulighet som gir betydelige lavere utslipp pr. kjørte kilometer enn dagens kjøretøy. Vi vil nok i tillegg ha noen kjøretøy som benytter fossile drivstoff, men denne type drivstoff er sannsynligvis betydelig dyrere enn andre mer miljøvennlige alternativer.

*Flyr vi like mye som før?*

Lufttransport benyttes hyppig også i 2050, men veksten framover bør begrenses. Utvalget foreslår ikke tiltak med betydelige utslippsreduksjoner for lufttransport. Utvalget poengterer imidlertid at det bør arbeides for å redusere antall flykilometer og for å utvikle biodrivstoff for fly. I tråd med dette er det mulig det vil bli dyrere å reise med fly enn det er i dag, blant annet fordi verdenssamfunnet trolig vil kreve kjøp av «off-

sets» eller kvoter for flyreiser og at vi derfor vil ta færre ferieturer utenlands med fly enn det vi gjør i dag.

*Vil det bli gratis kollektivtransport i byene?*

Utvalget har transportreduksjon som et av sine tiltak. Utvalget har imidlertid i tråd med sitt mandat, i liten grad gitt anbefalinger når det gjelder virkemidler. «Gratis» kollektivtransport i byene, det vil si kollektivtransport betalt over skatteseddelen, kan være et tiltak for å oppnå en reduksjon i transporten sammen med bruk av avgifter for å redusere personbiltransport.

*Kan jeg ha det like varmt og lyst inne som før?*

Det er fullt mulig å oppnå betydelige reduksjoner i utslippet av klimagasser uten at innetemperaturen reduseres, og vi må gå omkring i tussmørket. Man kan bygge hus i dag hvor energibehovet er veldig lavt, for eksempel Svanemerket hus, og man kan basere den oppvarmingen man trenger på bioenergi og sol. Når det er sagt, er det selvsagt ønskelig at vi ikke bruker energi unødvendig. Det behøver ikke å bety at komforten vår reduseres om vi ikke har lys i rom vi ikke er i, og om vi senker temperaturen inne mens vi sover eller er ute av huset.

*Kommer det forbud mot å bygge hus med bare elektrisk oppvarming?*

Det er sannsynlig at framtidige bygningsstandarder vil gi tydeligere retningslinjer for nybygg både når det gjelder antall kWh pr. kvadratmeter, og når det gjelder valg av varmekilder. Disse vil da være betydelig skjerpet i forhold til dagens gjennomsnittsnivåer for nybygg og kanskje forby elektrisk oppvarming som eneste varmekilde. Vi vil i mye større grad varme husene våre ved hjelp av ulike former for bioenergi, solvarme og benytte varmepumper. Når nye hus bygges vil man også kunne bygge såkalte «nullenergihus» med tilnærmet null tilførsel av energi utenfra, eller i noen tilfeller også såkalte «pluss-hus» som kan levere energi. «Hemmeligheten» er svært god isolasjon, og utnyttelse av passiv og aktiv solvarme eventuelt sammen med bruk av jordvarme til vannbåren gulvvarme.

*Boks 7.2 fortsetter*

*Vil vi kaste like mye som før?*

Om vi kaster like mye som før i 2050, så utnyttes i alle fall avfallet som en ressurs. Vi vil gjenvinne mer, kompostere mer og produserer energi av avfallet. Utvalget foreslår innsamling av metan som et tiltak for å redusere utslipp fra avfallsdeponier. Dette vil også være aktuelt for jordbrukssektoren.

*Kan jeg spise den samme maten som tidligere?*

Man vil sannsynligvis kunne ha et like bredt tilbud av ulike typer mat som i dag. Maten vil imidlertid i mye større utstrekning være produsert og transport til oss på en miljøvennlig måte. Vi vil derfor sannsynligvis spise mer grønt, mer økologisk og mer kortreist mat. Dette kan man få til gjennom å gjøre denne type mat billigere enn annen mat og øke kunnskapen om miljøvennlige alternativer.

*Vil våre naturopplevelser forringes av vann- og vindkraftutbygging?*

Utvalget anbefaler at satsingen på fornybare energikilder intensiveres. Dette innebærer økt satsing på både vindkraft og småvannkraft. Det er imidlertid ikke behov for en størstilt utbygging av nye kraftkilder for å dekke Norges kraftbehov. Både energiøkonomisering og strukturendringer bidrar til av kraftbehovet bare får en moderat økning fram mot 2050. En del av den nye vindkraften vil også komme til havs. Norskekysten blir dermed ikke full av vindmøller, og alle elver vil ikke være regulert til kraftformål.

## Kapittel 8

# Hva vil det koste å redusere Norges klimagassutslipp?

### 8.1 Kostnader ved klimaendringer

Tiltak for å redusere utslippene av klimagasser vil koste. Utvikling og utskifting av ny teknologi koster, og nye tekniske løsninger er ofte dyrere i en introduksjonsfase. De direkte reduksjonskostnadene er imidlertid ikke de eneste kostnadene av interesse. Tiltakene vil over tid medføre endrete priser på en lang rekke varer og tjenester og derigjennom endret sammensetning av den økonomiske veksten framover. Siden de norske produksjonssektorene normalt har ulik produktivitetsvekst, kan omstilling føre til for eksempel lavere økonomisk vekst dersom tiltakene fører til at høyproduktive (industri-)sektorer vokser mindre enn lavproduktive (tjeneste-)sektorer. For å bestemme eventuelle kostnader knyttet til slik omstilling trenses en modell av økonomiens virkemåte. I tillegg kommer omstillingskostnader knyttet til at bedrifter kan bli tvunget til å legge ned som følge av reduksjonstiltak. Et siste kostnadselement vi vil nevne her er knyttet til klimaendringene selv som vil nødvendiggjøre tilpasningstiltak. Høyere havnivå og endring i temperatur, vind og nedbør vil for eksempel gjøre at brygger, veier og bygninger blir dyrere å bygge i framtiden.

Oppsummert har vi grovt sett tre kostnadselementer:

1. Reduksjonskostnader knyttet direkte til reduksjonstiltakene.
2. Omstillingskostnader knyttet til endringer i næringsstruktur.
3. Tilpasningskostnader knyttet til klimaendringene.

I dette kapitlet prøver vi å vurdere eventuelle merkostnader knyttet til en utvikling som beskrevet i Lavutslippsbanen sett i forhold til utviklingen i Referansebanen.

Utvalget har valgt å se på en situasjon der resten av verden ikke gjør nok for å redusere sine klimagassutslipp til at det har betydning for den forventede klimautviklingen, verken i Referanse- eller Lavutslippsbanen. Tilsvarende vil tilgang på internasjonal teknologi ikke endres fra den ene banen til den andre. Det er derfor ingen grunn til å

tro at tilpasningskostnadene vil endre seg fra Referansebanen og til Lavutslippsbanen. Om resten av verden skulle velge en mer aktiv klimapolitikk, ville dette bidra til å redusere tilpasningskostnadene noe og tilgangen og kostnadene ved å benytte klimavennlige teknologier ville blitt lavere. På den annen side ville en aktiv klimapolitikk i global sammenheng redusere etterspørsel etter fossile brensler, deriblant norsk olje og gass, med lavere pris som resultat. Fallet i internasjonal etterspørsel vil kunne medføre et tap for Norge. Utvalget har som nevnt valgt å legge til grunn at resten av verden ikke gjennomfører store klimatiltak og har derfor ikke forsøkt å estimere kostnaden forbundet med redusert internasjonal etterspørsel etter olje og gass. En slik analyse ville imidlertid vært interessant om enn svært krevende å gjennomføre, og utvalget foreslår derfor at dette blir gjort på et senere tidspunkt.

Utvalget mener videre at de omstillingskostnadene som relaterer seg til bedriftsnedleggelse og opprettelse ikke vil være vesentlig forskjellige i Lavutslippsbanen og Referansebanen gitt utvalgets forutsetninger. I et så langt tidsperspektiv som fram mot 2050 vil den naturlige økonomiske utviklingen medføre stor utskifting av bedrifter og kapitalutstyr slik at den korreksjon som skal til for å følge Lavutslippsbanen neppe vil ha merkbare merkostnader av denne karakter. Endringer i næringsstrukturen kan imidlertid tenkes å ha makroøkonomiske effekter, og det kan også de direkte reduksjonskostnadene ha. Utvalget ba derfor Statistisk sentralbyrå å modellere disse effektene innenfor rammen av den generelle likevektmodellen MSG 6.

### 8.2 Kan reduksjonskostnadene beregnes?

Når man skal beregne kostnader for å gjennomføre tiltak over en 45 års periode, vil kostnadsanslagene med nødvendighet bli usikre. Det er flere årsaker til dette:

Kostnadene ved å gjennomføre det enkelte tiltak er usikre. Selv for kjent teknologi finner man til

dels svært ulike kostnadsanslag. Videre vil teknologiske nyvinninger redusere kostnadene over tid på en måte som ikke er fullt ut kjent. For genuint nye og uprøvde teknologier er selvfølgelig usikkerheten enda større.

Utviklingen internasjonalt vil ofte ha stor betydning for en liten og åpen økonomi som den norske. Det er knyttet stor usikkerhet til hva som vil være utviklingen internasjonalt både når det gjelder hvor progressive andre land vil være når det gjelder sin klimapolitikk, og den teknologiske utviklingen. Hvis resten av verden handler i tråd med Lavutslippsutvalgets tilrådning og reduserer sine klimagassutslipp med i størrelsesorden to tredjedeler, vil etterspørselen etter petroleumsprodukter sannsynligvis reduseres kraftig. Dette vil redusere prisen på olje og gass og dermed gi Norge reduserte inntekter. *Men selv om Norge kan tape på redusert global etterspørsel etter petroleumsprodukter, mener utvalget at trusselen verden står overfor ved fortsatt store klimagassutslipp er så alvorlig at Norge må arbeide internasjonalt for store globale utslippsreduksjoner.*

Som nevnt over, så vil partielle kostnadsanslag bare fortelle en del av historien om kostnadene knyttet til en pakke med tiltak. Skal vi få et bedre bilde av de totale kostnadene fordrer det at vi tar hensyn til hvordan de ulike tiltakene virker sammen, og, ikke mindre viktig, hvordan økonomien vil reagere når kostnadsforhold knyttet til energibruk og produksjon i enkelte sektorer endrer seg. Disse såkalte kryssløpseffektene krever normalt at man bruker en empirisk basert modell av økonomien og dens mange sammenhenger for å tallfeste totalkostnaden. Som kjent er det mange usikkerhetsmomenter knyttet til en økonomisk modell, både struktur og antakelser om viktige eksogene forhold som befolkningsutvikling, teknologisk endring med mer. De anslagene man legger inn i modellen vil selvsagt ha betydning for de kostnadsanslagene man får. De beregningene utvalget har fått fra SSB bygger på partielle kostnadsanslag og utslippsvirkninger for hvert enkelt tiltak. Disse bygger i sin tur for en stor del, men ikke utelukkende på utredningen utvalget har fått fra IFE (IFE, 2006). SSBs beregninger viser den samlede effekten av tiltakene på næringsutvikling og makroøkonomiske kostnader.

Samlet betyr dette at de kostnadsestimatene som vi viser nedenfor er beheftet med usikkerhet. Formålet med å oppgi estimatene for den samlede tiltakspakken er imidlertid ikke å gi nøyaktig anslag for de kostnadene som kan påregnes ved utvalgets samlede tiltakspakke. Vårt siktemål er

heller å vise at det sannsynlige nivået for de samlede samfunnsøkonomiske kostnadene er små. Det er på denne bakgrunn kostnadsanslagene under bør forstås og tolkes.

### 8.3 Kostnadsestimater

Statistisk sentralbyrå har benyttet MSG 6 i sin estimering av de samfunnsøkonomiske kostnadene ved utvalgets tiltakspakke. Utvalgets anslag over ulike kostnader og utslippsreduksjoner knyttet til tiltakene som innføres er lagt inn i modellen og en alternativ utviklingsbane for norsk økonomi er simulert. De grunnleggende antakelsene i Referansebanen som befolkningsutvikling og lignende er beholdt, se kapittel 5.

Det har vært vanskelig å finne gode kostnadsanslag for tiltakene knyttet til energieffektivisering i boliger og næringsbygg, samt transportreduksjonene. Mange hevder at disse har negative kostnader, det vil si at de er samfunnsøkonomiske lønnsomme. Andre hevder at det er skjulte kostnader som gjør at disse potensialene ikke utløses av seg selv i dag. Vi har valgt å legge inn en mindre kostnad (3 øre pr. kWh spart målt i 1999-kr.) knyttet til energieffektivisering i boliger og næringsbygg. Kostnader ved transportreduksjoner har vi imidlertid satt til null. Når tiltak legges inn med null kostnad bidrar de til en effektivisering av økonomien som isolert sett gir en økning i BNP. Det er heller ikke lagt inn kostnader eller utslippsvirkninger av tiltak knyttet til økt informasjonsinnsats (Klimavettkampanjen) og økt forskningsinnsats.

Beregningene er ytterligere dokumentert i rapporter fra SSB (Åvitsland, 2006, Bruvoll, 2006). Hovedresultatene er vist i tabell 8.1.

Det går fram av tabellen at de samlede effektene på BNP og privat konsum i 2050 er mindre enn  $\pm 1/2$  prosent målt relativt til nivåene i Referansebanen. Fortegnet på BNP-endringen er faktisk positivt som følge av antakelse om effektivitetsforbedringer i transport uten kostnader og lave kostnader på energieffektivisering i bygg. Vi legger ikke vekt på fortegnet her, men mener å ha sannsynliggjort at de samlede samfunnsøkonomiske kostnadene knyttet til utvalgets helhetsløsning er så små at dette i seg selv ikke kan være et avgjørende argument mot gjennomføringen av tiltakene.

Næringssammensetningen blir imidlertid noe endret, men heller ikke den framstår som dramatisk. Tabell 8.2 viser en vesentlig reduksjon i produksjon av elektrisitet og noe nedgang i bruttoproduksjonen i eksportrettede næringer (prosessin-



Tabell 8.1 Partielle og totale effekter av tiltakene på bruttoprodukt, privat konsum og utslipp av klimagasser i 2050 relativt til Referansebanen.

	Antatte kostnader pr. enhet Faste 1999-kr.	Endringer i brutto- produkt Mrd 99-kr.	Endringer i privat konsum Mrd 99-kr.	Endringer i klimagass- utslipp MtCO <sub>2</sub> -ekv.
<i>Transport</i>				
3 Lav- og nullutslippskjøretøy	504 kr./tCO <sub>2</sub> -ekv.	-3,7	-8,8	-12,9
4 CO <sub>2</sub> -nøytralt drivstoff (biodrivstoff)	353 kr./tCO <sub>2</sub> -ekv.			
5 Transportreduksjon	0	2,3	2,5	-1,5
6 Lavutslippsfartøy	887 kr./tCO <sub>2</sub> -ekv.	-0,3	-1,5	-2,0
<i>Oppvarming</i>				
7 Energieffektivisering i boliger (30 prosent)	0,03 kr./kWh			
7 Energieffektivisering i næringsbygg (15-20 prosent)	0,03 kr./kWh	11,4	12,9	-13,9
8 CO <sub>2</sub> -nøytral oppvarming (biovarme, sol, ...)	-	0	0	-3,1
<i>Jordbruk og avfall</i>				
9 Metaninnsamling	50 kr./tCO <sub>2</sub> -ekv.	-0,04	-0,05	-1,7
<i>Prosessindustri</i>				
10 CO <sub>2</sub> -fangst og -lagring fra industri	270 kr./tCO <sub>2</sub> -ekv.	-1,1	-0,7	-3,4
11 Prosessforbedringer	270 kr./tCO <sub>2</sub> -ekv.	-1,1	-0,5	-2,5
<i>Petroleumsvirksomhet</i>				
12 Elektrifisering av sokkelen	el.kostnader	-0,6	-0,8	-0,7
<i>Elektrisitetsproduksjon</i>				
13 Vind- og småkraft	0,30 kr./kWh	-2,2	-4,3	-6,9
14 Gasskraft med CO <sub>2</sub> -håndtering	350 kr./tCO <sub>2</sub> -ekv. = 0,12 kr./kWh	-6,8	-4,9	-16,7
<i>Lavutslippsbanen: Samlet effekt</i>		<i>4,4</i>	<i>-1,6</i>	<i>-47,5</i>
Memo: Nivå i Referansebanen i 2050		3 211	2 404	67

Kilde: Lavutslippsutvalget.

dustri og petroleumsaktivitet). Samlet produksjon reduseres likevel ikke med mer enn ½ prosent i 2050.

Sammensetningen av privat konsum vris også bort fra utslippsintensive aktiviteter som bilkjøring og kjøp av biler og over til andre samferdselstjenester og andre tjenester, men vridningene er likevel små; av størrelsesorden 1 prosent eller så.

*Konklusjonen er derfor entydig: Utvalgets tiltakspakke har minimale samfunnsøkonomiske konsekvenser sett i et makroøkonomisk perspektiv. Det synes heller ikke som om omstillingsproblemene behøver å bli store gitt at man fordeler de nødvendige omstillinger over hele perioden fram mot 2050.*

Konklusjonen er i tråd med flere internasjonale studier i det siste. For eksempel har The Energy Journal nylig utgitt et spesialnummer om modeller med såkalt endogen teknologisk endring, der et flertall av modellstudiene viser lave kostnadsnivåer i tråd med våre beregninger (The Energy Journal, 2006, Edenhofer et al., 2006). Ennå mer interessant er en studie fra California som ble publisert i mars i år (Climate Action Team, 2006), der en kommisjon hadde som mål å redegjøre for hvordan klimagassutslipp i California kan reduseres med i størrelsesorden 80 prosent relativt til 1990-nivå innen 2050. Kommisjonen kom opp med en tiltaksliste ikke ulik den Lavutslippsutvalget

Tabell 8.2 Prosentvis endring i bruttoproduksjon i Lavutslippsbanen relativt til Referansebanen.

	2005	2020	2035	2050
Produksjon av elektrisitet	0,0	-6,3	-13,5	-20,5
Petroleumsvirksomhet	0,0	-0,6	-1,9	-5,2
Prosessindustri	0,0	-1,1	-2,0	-2,5
Transportsektorene	0,0	0,4	0,8	0,8
Annen næringsvirksomhet	0,0	0,1	0,1	0,1
Jordbruk	0,0	0,0	0,0	0,0
I alt	0,0	-0,1	-0,2	-0,5

Kilde: Lavutslippsutvalget.

fremmer, og har beregnet de økonomiske kostnadene til å være svært små. Endelig finner vi at IEA i sin rapport til G8-møtet sommeren 2006 i stor grad bekrefter det vi kommer fram til når det gjelder ulike teknologiers potensial for å levere utslippsreduksjoner og kostnadene ved dette, dog med et unntak for mulighetene til å redusere utslipp fra transport så drastisk som utvalget anbefører (IEA, 2006). Det synes derfor som utvalgets konklusjoner er mye i tråd med andre nyere internasjonale studier på feltet.

#### 8.4 Sammenlikning med kostnader ved utslippsreduksjoner i utlandet

Selv om de samlede kostnader ved utvalgets helsestløsning er små, framstår flere av enkelttiltakene som kostbare i dag sett i forhold til for eksempel kvoteprisen i EUs kvotehandelssystem siste år (av størrelsesorden €20 pr. tonn CO<sub>2</sub> eller om lag kr. 160 pr. tonn CO<sub>2</sub>). Utvalget legger likevel stor vekt på at disse tiltakene har karakter av å være

investeringer i norsk kompetanseoppbygging og næringsutvikling i tillegg til rene utslippsreduserende tiltak. Vi advarer derfor mot en for kortsiktig kostnadsminimering ved valg av tiltak for å håndtere et så langsiktig og strukturelt problem som klimaproblemet.

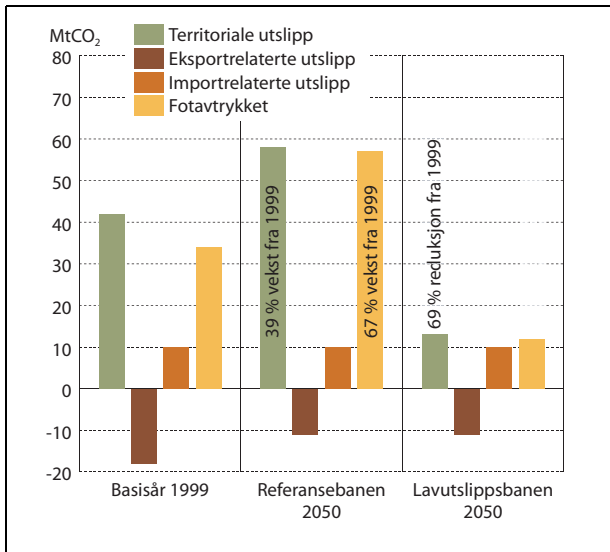
#### 8.5 Implikasjoner for eksport og import

Vi har i kapittel 3 drøftet ulike definisjoner av «norske utslipp». Vi så der at det kunne være av interesse å skille ut utslipp knyttet til norsk eksportaktivitet samt beregne utslipp knyttet til norsk import av varer og tjenester, for å få et uttrykk for samlede utslipp av klimagasser knyttet til nordmenns levestett («fotavtrykket»). Figur 8.1 viser utslippene av CO<sub>2</sub> i basisåret (1999), samt i 2050 i henholdsvis Referansebanen og Lavutslippsbanen. Vi ser med andre ord bort fra utslipp av andre klimagasser enn CO<sub>2</sub>.

Tabell 8.3 Prosentvis endring i privat konsum i Lavutslippsbanen relativt til Referansebanen.

	2005	2020	2035	2050
Mat og nytelsesmidler	0,0	0,1	0,2	0,2
Elektrisitet, oppvarming	0,0	0,0	0,1	0,0
Bilkjøring	0,0	-0,7	-2,7	-2,4
Kjøp av transportmidler	0,0	-2,1	-5,6	-3,4
Annen transport	0,0	0,7	1,8	1,5
Bolig	0,0	0,1	0,1	-0,2
Andre varer	0,0	0,2	0,3	0,3
Tjenester	0,0	0,2	0,4	0,3
Nordmenns konsum i utlandet	0,0	0,2	0,3	0,2
Utlendingers konsum i Norge	0,0	0,0	0,0	0,0
I alt	0,0	0,0	-0,1	-0,1

Kilde: Lavutslippsutvalget.



Figur 8.1 Årlige utslipp fra norsk territorium, utslipp relatert til eksport- og importaktiviteter og eksport- og importkorrigerede utslipp (fotavtrykket) i basisåret (1999), i Referansebanen år 2050 og i Lavutslippsbanen år 2050.

Kilde: Bruvoll, 2006.

Mens vi i basisåret hadde et relativt stort «eksportoverskudd» av klimagassutslipp, først og

fremst som følge av høy petroleumsaktivitet, så reduseres dette overskuddet i 2050 til omtrent null i Referansebanen. Dette gjør at veksten i «fotavtrykket» er vesentlig høyere enn veksten i de direkte utslippene. Videre ser vi at «fotavtrykket», som rundt år 2000 var 20 prosent lavere enn utslippene fra norsk territorium, i 2050 er omtrent likt med disse utslippene.

I Lavutslippsbanen reduseres utslippene av CO<sub>2</sub> fra norsk territorium med om lag to tredjedeler fra 1999-nivå til Lavutslippsbanens nivå i 2050. Ser vi på endringer i «fotavtrykket», det vil si utslipp fra norsk territorium korrigeret for eksport- og importrelaterte utslipp, er reduksjonen også omtrent to tredjedeler. Igjen finner vi at det spiller mindre rolle om vi ser på direkte utslipp fra norsk territorium eller på «fotavtrykket» definert som eksport- og importkorrigeret utslipp.

## 8.6 Sammenfatning

*Etter utvalgets syn er det ikke grunnlag for å hevde at utvalgets helhetsløsning blir kostbar i nasjonaløkonomisk forstand. Utvalget mener også at med god utnyttelse av tiden fram mot 2050, så vil omstillingskostnadene bli små.*

## Kapittel 9

# Økonomiske og administrative konsekvenser

Utvalget er i sitt mandat bedt om å ha hovedfokus på mulighetene som ligger i å utvikle og ta i bruk ny teknologi, herunder vurdere hvilke tiltak som kreves for å utløse de teknologiske potensialene. Utvalgets helhetsløsning for hvordan Norge kan bli et klimavennlig lavutslippssamfunn er gjengitt i kapitlene 7 og 10. I tillegg er utvalget bedt om så langt som mulig å vurdere kostnader og andre konsekvenser knyttet til de ulike scenariene, også i et makroøkonomisk perspektiv, og herunder sammenlikne kostnadene ved utslippsreduksjoner nasjonalt med kostnader for tilsvarende reduksjoner i andre land. Utvalget har i kapittel 8 gitt sine vurderinger av hvilke samfunnsøkonomiske kostnader som er knyttet til å gjøre Norge til et lavutslippssamfunn.

Dette kapitlet er viet de økonomiske konsekvenser for staten og administrative konsekvenser for både staten og andre forvaltningsnivåer.

### 9.1 Økonomiske konsekvenser

Utvalget har en entydig konklusjon i kapittel 8: Utvalgets tiltakspakke har minimale samfunnsøkonomiske konsekvenser sett i et makroøkonomisk perspektiv. Det synes heller ikke som omstillingsproblemene behøver å bli store gitt at man benytter tiden fram mot 2050 til nødvendige omstillinger. Det er interessant å merke seg at tilsvarende konklusjoner trekkes i offentlige utredninger i andre land.

Mange av de tiltakene utvalget foreslår krever skatte- og avgiftspolitiske tiltak. Det ligger utenfor utvalgets mandat å vurdere hvilke tiltak som er best egnet. I kapittel 10 er det likevel gitt noen eksempler på økonomiske virkemidler. Derimot vil vi nedenfor påpeke noen områder der direkte statlig økonomisk medvirkning er påkrevd.

Utvalget understreker viktigheten av at det settes i gang tiltak raskt for på den måten å få til en mest mulig gradvis overgang til et lavutslippssamfunn. Offentlig støtte i den tidlige fasen i denne prosessen er viktig. Ulike typer støtteordninger er

aktuelle. Utvalget vil understreke behovet for langsiktig satsing slik at aktørene som skal stimuleres opplever forutsigbarhet. Et eksempel på langsiktighet er opprettelsen av fond eller fast øremerking av avgifter, slik for eksempel Enova er finansiert.

Utvalget vil trekke fram følgende områder der en direkte økonomisk medvirkning er påkrevd:

- En sterk og langvarig satsing, for eksempel finansiert gjennom å øremerke en andel av inntektene fra CO<sub>2</sub>-avgiften, på helhetlig informasjon til landets innbyggere om klimaproblemet og de muligheter Norge har for å redusere sine klimagassutslipp – Klimavettkampanjen.
- Økt satsing på kompetanseoppbygging, forskning og utvikling, utprøving av klimavennlige teknologier – jf. utvalgets teknologipakke.
- Økt satsing på samfunnsvitenskapelig forskning som kan bedre forståelsen av hva som er eller kan bli effektiv virkemiddelbruk i klimapolitikken, jf. Forskningsrådets klimaforskningsutvalg (Norges forskningsråd, 2006).
- Tilskudd til/avgiftsfritak for produksjon av CO<sub>2</sub>-nøytralt drivstoff, samt økt støtte til forskning på effektiv framstilling av biodrivstoff fra cellulose.
- Støtte til utvikling og utprøving av gassdrevne skip og fiskefartøy av ulike slag – også med tanke på eksport.
- Direkte investeringsstøtte ved overgang til bruk av biobrensler og andre fornybare varmekilder i bygg.
- Støtte til investeringer i anlegg for innsamling av metan fra norske gårdsbruk.
- Støtte til bygging av demonstrasjonsanlegg knyttet til CO<sub>2</sub>-fangst- og -lagring fra gasskraft og industri med store punktutslipp.
- Støtte til teknologiforbedring knyttet til prosessutslipp fra kraftkrevende industri.
- Økonomisk stimulering som fremmer teknologiutvikling innen CO<sub>2</sub>-fangst, utvikling av havmøller (vindmøller på dypt vann), solceller, varmpumper, hydrogen og gassdrevne skip og etablering av infrastruktur for lagring av CO<sub>2</sub>.

## 9.2 Administrative konsekvenser

Utvalget mener at å gjøre Norge til et klimavennlig samfunn er nødvendig, gjørbart, og ikke umulig dyrt. Likevel kan det være vanskelig å få iverksatt de nødvendige tiltak for å oppnå målet innen 2050. Disse problemene er ikke minst av administrativ karakter, dvs. knyttet til institusjonelle, organisatoriske og politiske forhold.

Arbeidet med å gjøre Norge til et klimavennlig samfunn krever deltakelse fra mange aktører innen alle sektorer. Med en slik omfattende oppgave er koordinering og klargjøring av arbeids- og rollefordeling mellom statlige organer, mellom de ulike forvaltningsnivåene, og mellom offentlig og privat sektor av stor betydning.

Nedenfor vil utvalget peke på noen av de administrative utfordringene, og til en viss grad angi hvordan disse kan møtes.

Utvalget går inn for en omfattende og langvarig informasjon til befolkningen om klimaproblemet og om mulighetene for å redusere klimagassutslipp til et nivå som gjør Norge til et klimavennlig samfunn. Utvalget begrunner denne satsingen med at informasjon er en nødvendig forutsetning for å skape politisk aksept for en aktiv klimapolitikk. Dessuten kan informasjon om klimaproblemet gi et grunnlag for individuelle atferdsendringer på lengre sikt, og dette vil bidra til reduserte klimagassutslipp. Oppgaven kan ivaretas av en eller flere eksisterende statlige/private institusjoner som Statens forurensingstilsyn, Enova og/eller CICERO Senter for klimaforskning som av myndighetene er gitt en nasjonal rolle knyttet til informasjon om klima og klimapolitikk.

Formidling av kunnskap om klimaproblemet og mulige løsninger er en oppgave som må påhvile utdanningsinstitusjoner på alle nivåer. Teknologitviking er en nøkkelfaktor på veien til et klimavennlig samfunn. Derfor er det viktig å stimulere flere ungdommer til å ta relevant utdanning innen realfag og teknologiske fag.

Klimaproblemet angår alle sektorer. Utvalget mener at arbeidet som er igangsatt med å utarbeide sektorvise klimaplaner og sektorvise klimamål er et viktig initiativ. Samordning av disse planene er viktig og må løftes opp på et høyt politisk nivå.

Utvalget mener det er et nødvendig arbeid som er satt i gang knyttet til å klimavasker norsk lovverk. Departementet begrunner igangsettelsen av dette arbeidet med at det er store utfordringer knyttet til et miljøproblem som involverer mange samfunnssektorer og mange aktører. Det vises videre til at det nasjonalt er innført flere virkemidler som er rettet direkte inn mot utslipp av klimagasser.

Staten vil gjennom sin innkjøpspolitikk ha klar innvirkning på hva som tilbys i markedet. Regjeringen må sørge for at miljøhensyn ivaretas ved praktisering av regelverket for offentlige innkjøp. Staten kan gjennom store innkjøp, for eksempel av kjøretøy, være med på å utvikle et marked for lav- og nullutslippskjøretøy.

Også innenfor bygg er staten en stor aktør. Statsbygg er Norges største sivile eiendomsaktør og forvalter mer enn 2,2 mill. kvadratmeter eiendom. Statsbygg kan derfor være et lokomotiv og standardsetter i bygge-, anleggs- og eiendomsnæringen. Statsbygg rapporterer årlig til Fornyings- og administrasjonsdepartementet på resultatkrav knyttet til klimakorrigert energiforbruk i bygningsmassen (kravet er for tiden på maksimum 210 kWh/m<sup>2</sup>/år). Utvalget mener at det i tillegg bør innføres CO<sub>2</sub>-rapportering, og at statlige bygninger skal ha minimumskrav til energimerking i den nye bygningsenergiforskriften.

Utvalget har gjennom de høringer som er gjennomført fått innspill som tilsier at kommunenes kompetanse med hensyn til å utarbeide og implementere energi- og klimaplaner heller er blitt svekket enn styrket de senere årene. For å avhjelpe denne situasjonen bør et sentralt eller regionalt statlig organ få i oppdrag å bistå kommunene i arbeidet med planene og bidra til kompetanseoverføring. Dette gjelder særskilt ved å satse på:

- kommunene som aktive bidragsytere for å få ned utslipp fra transport gjennom økt fokus på fortetting, utbygging langs kollektivnett og satsing på kollektivtrafikk,
- kommunene som sentrale aktører i satsingen på energieffektiviseringstiltak gjennom bygging av lavenergibygg og ved alternative oppvarmingstiltak iverksatt gjennom kommunale planprosesser og tiltak i egen drift,
- kommunene som foregangsaktører i klimapolitikken gjennom miljøsertifiseringsordninger.

Utvalget tar til orde for en massiv satsing på forskning og utvikling. Utvalget begrunner dette med behovet for utvikling av teknologier som bidrar til lavere utslipp av klimagasser. Norge har på en del områder gode fagmiljøer og tildels naturgitte fortrinn som gjør at man har komparative fortrinn i internasjonal sammenheng for å utvikle nettopp denne type teknologi. Slik teknologitviking kan sees på som Norges bidrag til det globale teknologiløftet som trenges for å «løse» klimaproblemet. En stor og langsiktig satsing på teknologitviking vil gi «spin-offs» i form av kompetanse og andre produkter som vil være av verdi for samfunnet uavhengig av eventuelle anvendelser i klimasammenheng.

Forskningsrådets klimaforskningsutvalg ble oppnevnt etter initiativ fra Miljøverndepartementet. Arbeidet ble ferdigstilt i august 2006. Lavutslippsutvalget støtter rapportens påpekning av behovet for å samordne klimaforskning og forskning for reduksjon av klimagassutslipp både mellom departementer og innad i Forskningsrådet (Norges forskningsråd, 2006).

Rapporten fra Klimaforskningsutvalget viser blant annet følgende hovedtrekk som bakgrunn for sine forslag til overordnede tiltak:

«Engasjement i klimaforskning fra flere departementer er for svak. Dette gjelder både deres bidrag til finansiering av klimaforskning og deres forståelse og formidling av kunnskapsbehov mht klimaendringenes betydning for egen sektor og sektorens betydning for klimagassutslipp.

Næringslivets engasjement og involvering i klimaforskning er for snever. Det er en sterk og god satsing på CCS<sup>1</sup>, men lite involvering i forskning på konsekvenser av klimaendringer for egen næringsvirksomhet.»

og

«Med hensyn til forskning på teknologiske løsninger for å oppnå reduksjon av klimagassutslipp, er det behov for en bredere tilnærming enn dagens, og det er behov for forskning på implementering av teknologiske løsninger. I særlig grad gjelder dette en bedre forståelse av

politiske og samfunnsmessige barrierer og effektive incentiver for teknologisk innovasjon og å ta i bruk eksisterende teknologi.»

Lavutslippsutvalget stiller seg bak Klimaforskningsutvalgets beskrivelse av situasjonen. Lavutslippsutvalget støtter også følgende forslag i klimaforskningsutvalgets rapport:

«Eksisterende programmer omfatter forskning på teknologiske løsninger for reduksjon av energirelaterte utslipp (RENERGI) og CCS (CLIMIT<sup>2</sup>), men åpner ikke for hele bredden av mulige teknologier for utslippsreduksjoner. Utvalget foreslår derfor at:

- Det satses bredere på forskning på teknologiske løsninger for å få fram mulige utslippsreducerende tiltak også i sektorer hvor CCS av forskjellige grunner ikke er aktuelt.
- Klimaperspektiv bør innarbeides i øvrig teknologisk og særlig næringsrettet forskning, for å få fram nye muligheter for næringsutvikling. Dette er et klart underprioritert område i norsk forskning og politikk.»

Endelig framhever utvalget:

«Det bør satses på forskning på organisering og virkemidler for å realisere infrastruktur som er nødvendig for å implementere ny teknologi (energiteknologi, CCS etc). Forskningen må også inkludere virkemidler som stimulerer utvikling og implementering av ny teknologi.»

<sup>1</sup> CCS = Carbon capture and storage, det vil si CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring.

<sup>2</sup> RENERGI og CLIMIT er forskningsprogrammer i Norges forskningsråd (CLIMIT i samarbeid med Gassnova).

## Kapittel 10

# Konklusjoner og anbefalinger

Dagens utslipp av klimagasser er så høye at radikale endringer er nødvendig for å få til en utvikling mot lavere utslipp globalt. Dette er så krevende at trusselen om beslutningsvegring er stor.

Desto gledeligere er det for utvalget å kunne peke på en rekke tiltak som gjør at Norge, uten urimelige ofre, kan utvikle seg til å bli et Lavutslipps-samfunn - et klimavennlig samfunn innen 2050. Dette er selvfølgelig ikke nok til «å redde verden», men vil, om tiltakene gjennomføres, likevel kunne yte verdifulle bidrag til den internasjonale teknologiutvikling som er nødvendig for å få redusert og reversert den globale veksten i utslipp av klimagasser på lengre sikt. I tillegg vil Norge kunne spille en rolle ved å være et forbilde for andre lands bestrebelser med å redusere sine klimagassutslipp.

Utvalget har sannsynliggjort at en slik nasjonal omstilling kan skje uten dramatiske kostnader, selv om omstillingsprosessen tidvis kan komme til å føles dramatiske for enkelte grupper og sektorer i samfunnet. Tid til omstilling er her en nøkkelfaktor. Med god tid, og ved å gjøre endringer når endringer likevel er naturlig, kan mye av omstillingskostnadene reduseres. Dette betyr likevel ikke at Norge ikke behøver å gjøre noe i dag. For å senke omstillings- og reduksjonskostnadene, må man allerede fra innværende stortingsperiode holde fokus på å redusere klimagassutslipp, og i alle sammenhenger søke å unngå å skape nye kilder til utslipp.

Dette er krevende, blant annet fordi man ofte møter synspunktet at om Norge bare opprettholder, eller til og med øker, sine utslipp, vil de globale utslippene kunne reduseres. Dette fordi Norge i noen sammenheng (men langt fra alle) har mer utslippsvennlig teknologi enn mange andre land. Norsk vannkraft blir ofte trukket fram som et slikt fortrinn, selv om bruk av denne til industriproduksjon over tid vil medføre at annen kraftbruk i landet må dekkes opp med alternative kraftkilder, som noen ganger vil kunne være lite klimavennlige.

Noe er det selvfølgelig i slik argumentasjon, men den oppleves likevel problematisk av flere grunner.

For det første krever slik global tenkning at man også tar inn over seg de utslipp norsk import av varer og tjenester genererer. Dette er utslipp man i dag har til dels dårlig kunnskap om og som oppleves som «fjernere» fra den alminnelige forbruker enn de utslipp fabrikken og trafikken i nabolaget genererer. Det kan derfor være lettere å få redusert utslippene fra lokale kilder selv om man i prinsippet burde ha alle internasjonale koplinger gjennom handelsstrømmene for øyet når klimapolitikken utformes.

Dernest kommer at nordmenns livsstil, med store og varme hus, feriereiser til fjernliggende strøk og sans for varer fra de samme steder, er mer utslippsintensiv enn de fleste andres livsstil. Dette tilsier at det er fornuftig å prioritere tiltak mot utslipp fra norsk territorium.

### 10.1 Utfordringen

Globalt sett må utslippet av klimagasser reduseres kraftig på lang sikt dersom man skal unngå «skadelige klimaendringer». Alt tyder på at for å oppnå et bærekraftig nivå på klimagassene i atmosfæren, må utslippene av klimagasser i den industrialiserte verden reduseres med 50-80 prosent på lang sikt. I tillegg må u-landenes utslippsvekst begrenses for deretter å stoppe opp og reverseres.

Om intet gjøres er det trolig at norske klimagassutslipp minst vil kunne øke til anslagsvis 70 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år i 2050 fra dagens utslippsnivå på knappe 55 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år. Regjeringen ønsker å synliggjøre hvordan norske utslipp kan reduseres med mellom 50 og 80 prosent i forhold til Norges Kyoto-forpliktelse på ca. 50 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år, dvs til et sted mellom 10 og 25 MtCO<sub>2</sub>-ekv. pr. år i 2050. Lavutslippsutvalget har derfor fått i oppgave å utrede hvordan Norge kan oppnå en 50-80 prosent reduksjon i dagens utslipp av klimagasser innen 2050.

*Hovedkonklusjonen til utvalget er at dette er nødvendig, gjørbart, og ikke umulig dyrt. Likevel erkjenner utvalget at det kan være vanskelig å få iverksatt de tiltakene som er nødvendige for å oppnå målet innen 2050 og å få startet arbeidet med utslippsre-*

*duksjonene tidlig nok. Vi har i denne utredningen anbefalt en helhetsløsning for å oppnå reduksjonsmålet innen 2050, og vil i dette kapitlet anbefale konkrete kortsiktige tiltak.*

## 10.2 Viktige prinsipper

Utvalget ønsker først å framheve noen viktige prinsipper som bør legges til grunn for arbeidet med å iverksette tiltak og virkemidler for å oppnå en 50-80 prosent reduksjon av de norske klimagassutslippene. Disse prinsippene er ment å være et grunnlag for politikktutforming på området:

1. Tiltakene bør forankres godt i befolkningen gjennom et systematisk informasjonsarbeid der klimaproblemet beskrives med utgangspunkt i vitenskapelig kunnskap og muligheter for utslippsreduksjoner klargjøres (en Klimavettkampanje). Utvalget mener dette må til for å skape nødvendig politisk aksept for utvalgets forslag til tiltak.
2. Alle priser bør avspeile de eksterne kostnadene eller gevinstene ved produksjon og forbruk av varer og tjenester. Spesielt gjelder dette kostnader knyttet til utslipp av klimagasser. På denne måten vil forbrukerne få bedre veiledning om hva som er klimavennlig atferd. I tillegg vil man sikre likebehandling av ulike klima- og energiteknologier og sikre at ingen sektorer faller utenom virkemiddelbruken. Stabilt høye priser på fossil energi og klimagassutslipp er effektive virkemiddel i klimapolitikken. Høye energi- og utslippspriser vil bidra til å sette i gang tallrike tiltak for å redusere klimagassutslippene, inklusive alle tiltakene i utvalgets helhetsløsning.
3. Forbrukerne må gis informasjon om miljøeffektene av sine valg gjennom standardisert merking av varer og tjenester med hensyn på klimabelastningen ved produksjon og bruk av disse.
4. Det må gis langsiktige og troverdige signaler om hva som er nødvendige utslippsreduksjoner, for å spre dem over tid og dermed begrense omstillingskostnadene. Teknologiskifter må så langt som mulig gjøres som ledd i den naturlige utskifting av utstyr og ved etablering av nye anlegg. Når ny teknologi er kommersielt tilgjengelig, må det stimuleres til en forsert implementering.

## 10.3 Helhetsløsningen

Tabell 7.2 viser hvilke tiltak utvalget mener Norge bør satse på fram mot 2050 for å oppnå en

50-80 prosent reduksjon av klimagassutslippene innen 2050. Tabellen viser også våre anslag for størrelsen på utslippsreduksjonen fra hvert enkelt tiltak.

De foreslåtte tiltakene er beskrevet nedenfor sammen med utvalgets skisse av mulige virkemidler. Innledningsvis legger utvalget stor vekt på to generelle tiltak som oppfattes som grunnleggende i forhold til å få gjennomført de øvrige tiltakene.

### 10.3.1 Grunnleggende tiltak

*Tiltak 1: Iverksetting av en langsiktig nasjonal innsats for klimainformasjon - Klimavettkampanjen:* For å bidra til nødvendig kunnskapsheving og holdningsendring i det norske folk, og til å lette den politiske aksepten for Lavutslippsutvalgets forslag, bør det iverksettes en langsiktig nasjonal innsats for å informere om klimaproblemet og å vise hvorledes enkeltindivider kan bidra til reduserte utslipp av klimagasser uten å forringe sin livskvalitet.

Denne satsingen kan for eksempel finansieres gjennom å øremerke en andel av inntektene fra CO<sub>2</sub>-avgiften til dette formålet og kan delfinansieres over Enovas fond.

*Tiltak 2: Satsing på utvikling av klimavennlige teknologier - Lavutslippsutvalgets teknologipakke:* Langvarig og stabil støtte til det forsknings- og utviklingsarbeid som inngår i Lavutslippsutvalgets tiltakspakke bør sikres. Dette gjelder først og fremst utvikling av teknologier knyttet til: CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring, vindkraft (spesielt til havs), pellets- og rentbrennende ovner, biodrivstoff, solceller, hydrogenteknologier, varmpumper og lavutslippsfartøy.

Virkemidler her spenner fra det helt grunnleggende, å øke den generelle interessen for naturfag i skolen, til å bevilge nødvendige midler til forskning, utprøving og kvalifisering av nye teknologiske løsninger. Utover dette må det, i tråd med anbefalingen fra Klimaforskningsutvalget, satses på samfunnsvitenskapelig forskning som kan bedre vår forståelse av hva som er eller kan bli effektiv virkemiddelbruk i klimapolitikken.

### 10.3.2 Tiltak rettet mot utslipp fra transportaktiviteter

*Tiltak 3: Innfasing av lav- og nullutslippskjøretøy:* Overgangen fra tradisjonelle biler, busser og lastebiler til kjøretøy som bruker lite fossilt drivstoff pr. kjørt kilometer må akselereres. Slike kjøretøy er tilgjengelige allerede i dag i form av hybridbiler,



biodrivstoffbiler og små, effektive dieserbiler. Det bør også satses på tiltak for å fremme overgang til nullutslippsbiler som ikke bruker fossilt drivstoff. Det er her snakk om biler med elektrisk drift enten basert på batterier eller brenselceller. Mulighetene for sistnevnte avhenger i stor grad av den internasjonale teknologiutviklingen.

Virkemidler for å oppnå slike overganger kan for eksempel være å innføre et miljødifferensiert avgiftssystem, å sette utslippskrav ved offentlig innkjøp av kjøretøy og å innføre utslippskrav til kjøretøy som gjøres strengere i takt med den teknologiske utviklingen.

*Tiltak 4: Innfasing av CO<sub>2</sub>-nøytralt drivstoff:* Fossile drivstoff bør i størst mulig grad erstattes med CO<sub>2</sub>-nøytrale drivstoff (bioetanol, biodiesel, biogass og hydrogen), som i noen grad kan produseres i Norge.

Dette kan for eksempel oppnås gjennom å lovfeste tilgjengelighet og omsetning av biodrivstoff, ved å forsterke bruken av miljødifferensierte drivstoffavgifter og/eller gjennom tilskudd til produksjon av CO<sub>2</sub>-nøytrale drivstoff. Det bør også gis økt støtte til forskning på effektiv framstilling av biodrivstoff fra cellulose og klimavennlig produksjon av hydrogen.

*Tiltak 5: Reduksjon av transportbehovet:* Behovet for transport bør reduseres, både når det gjelder transport av personer og gods, for eksempel ved overgang til kollektive eller samordnete gods-transportløsninger.

Flere virkemidler kan være aktuelle for å oppnå en slik reduksjon, blant annet bruk av arealplanlegging med sikte på fortetting i byer, statlig støtte til utbygging og tilrettelegging av et godt kollektivtilbud og bruk av økonomiske incentivmekanismer som for eksempel å fjerne fordelsbeskatning på månedskort betalt av arbeidsgiver.

*Tiltak 6: Utvikling av lavutslippsfartøy:* Staten bør, i samarbeid med verftsnaeringen og rederiene, medvirke til videre utvikling og utprøving av gassdrevne skip, fartøy drevet med brenselceller og miljøvennlige fiskefartøy – også med tanke på eksport. Lavutslippsenergiforsyning til skip i havn hører med i dette bildet. I fiske og fangst bør energieffektivitet og lavutslipp innføres som et forvaltningskriterium.

### 10.3.3 Tiltak rettet mot utslipp fra oppvarming

*Tiltak 7: Energieffektivisering i bygg:* Energiforbruket pr. kvadratmeter bygg bør senkes ved mer energi- og klimaeffektiv bygging og, spesielt, drift av bygg. Så raskt som mulig må det stilles krav om

at nye boliger og bygg skal ha et netto årlig energiforbruk som er lavere enn 100 kWh/m<sup>2</sup> (solvarme ikke inkludert).

Dette kan oppnås ved å ha en målrettet informasjons- og kursvirksomhet på området, ved å kreve energimerking av bygg ved kjøp og salg, ved å innføre høyere energiavgifter og ved å ha ulike statlige støtteordninger for eksempel gjennom Husbanken og Enova.

*Tiltak 8: Overgang til CO<sub>2</sub>-nøytral oppvarming:* All bruk av olje og gass for fyringsformål må erstattes med biobrensel (ved, flis, pellets) i rentbrennende ovner, andre fornybare varmekilder (inklusive varmpumper) og forbrenning av (sortert) avfall.

Virkemidler for å oppnå dette kan være forbud mot installasjon av nye olje-/gasskjeler, eventuelt i kombinasjon med returpant på gamle anlegg, høyere avgifter på fossile brenslere og statlig støtte ved overgang til bruk av biobrenslere og andre fornybare varmekilder. Det er også viktig at byggeforskriftene krever fleksible energiløsninger i alle store nye bygg, slik at det er lett å tilpasse seg til framtidig teknologi.

### 10.3.4 Tiltak rettet mot utslipp fra jordbruk og avfallsdeponier

*Tiltak 9: Innsamling av metan fra gjødselkjellere og avfallsdeponier:* Den vedtatte innsamlingen av metan fra deponier må fullføres, og metan fra gjødselkjellere bør innsamles. Det bør oppmuntres til økt bruk av biogass (det vil si innsamlet metan) for energiformål.

Dette kan oppnås gjennom pålegg om innsamling av metan fra husdyrgjødsel, kombinert med statlig støtte til investering i nødvendige anlegg.

### 10.3.5 Tiltak rettet mot prosessindustri

*Tiltak 10: Iverksetting av CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring fra industri med store punktutslipp:* Det må snarest utvikles infrastruktur for innsamling, transport og lagring av CO<sub>2</sub>, også fra andre land enn Norge. Ved nyanlegg med store punktutslipp, må det legges til rette for CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring.

Incentiver for utvikling av anlegg for CO<sub>2</sub>-fangst kan for eksempel være forbud mot utslipp fra store punktkilder kombinert med statlig kjøp av CO<sub>2</sub>, introduksjon av andre økonomiske incentiver som øker kostnaden ved CO<sub>2</sub>-utslipp og statlig støtte til bygging av anlegg.

*Tiltak 11: Gjennomføring av prosessforbedringer i kraftkrevende industri:* Teknologiutviklingen med sikte på å redusere prosessutslippene av klimagas-

ser må videreføres gjennom utvikling av mer klimavennlige prosesser og økt bruk av spillvarme.

Dette kan for eksempel skje ved å gi statlig støtte til teknologiutvikling på dette området eller ved å etablere incentiver for reduserte CO<sub>2</sub>-utslipp.

### 10.3.6 Tiltak rettet mot utslipp fra petroleumssektoren

*Tiltak 12: Elektrifisering av sokkelen:* Klimagassutslippene fra produksjon og transport av petroleum bør reduseres ved at framtidige installasjoner i størst mulig grad legges på land og tilføres CO<sub>2</sub>-nøytral elektrisitet. Alternativt bør elektrisitet tilføres fra land via kabel der det kostnadmessig ligger til rette for dette, eventuelt i kombinasjon med bruk av vindturbiner plassert langt fra kysten. Det må også arbeides videre med prosessforbedring på installasjonene.

Virkemidler for å få dette til kan være statlige krav til utbyggingsløsninger, pålegg om elektrifisering ved framtidige installasjoner på sokkelen, bruk av statlige subsidier ved elektrifisering eller økte kostnader ved CO<sub>2</sub>-utslipp slik at incentivet for å elektrifisere øker.

### 10.3.7 Tiltak rettet mot utslipp fra elektrisitetsproduksjon

*Tiltak 13: Utbygging av mer «ny fornybar» kraft:* For å dekke behovet for kraft i Norge i tiårene framover, bør man utover kraften fra eventuelle gass- eller kullkraftverk med CO<sub>2</sub>-håndtering, også stimulere til CO<sub>2</sub>-nøytral produksjon av kraft, først og fremst fra fornybare kilder, som vind, småvann, biomasse, sol samt økt utnyttelse av omgivelsesvarme og avfallsvarme. En utbygging av produksjonssystemet basert på nye fornybar elektrisitet kan føre til at man dekker opp det årlige elbehovet, men får et effektunderskudd (det vil si manglende evne til å levere store mengder kraft på kort tid i toppbelastningsperioder). Et slikt effektunderskudd kan håndteres på flere måter, for eksempel ved at storforbrukere betales for å redusere sitt kraftuttak så lenge presset varer eller ved økt installasjon i eksisterende vannkraftverk. Økt satsing på biobrensel til oppvarming vil også redusere effektbehovet.

Økt produksjon av «ny fornybar» kraft og varme kan stimuleres gjennom statlige støtteordninger.

*Tiltak 14: Iverksetting av CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring fra gass- og kullkraftverk:* Det må settes i gang arbeid med pilot- og demonstrasjonsprosjekter for

innsamling av CO<sub>2</sub> fra gasskraftverk. I tillegg må infrastruktur for transport og lagring av CO<sub>2</sub> etableres raskt, gjerne også med sikte på å ta imot CO<sub>2</sub> fra andre land enn Norge.

Utvalget legger stor vekt på at dette gjøres i et omfang som sikrer nødvendig teknologiutvikling selv om det i enkeltår ikke skulle være stor nok innenlands etterspørsel etter den produserte kraften. Slik ren kraft vil alltid kunne eksporteres til en høy pris.

*Tiltak 15: Opprusting og effektivisering av elnettet:* Dette vil redusere nettapet, øke overføringskapasiteten mot utlandet og dessuten kunne gi små kraftverk basert på vind eller småkraft lettere tilgang for leveranser til nettet. Det er imidlertid en utfordring å utforme reguleringsregimet på en måte som avslører flaskehalsen i systemet og gir tilstrekkelige incentiver til nødvendig opprusting og fornyelse av nettet. De rette myndigheter (NVE) bør arbeide videre med denne problemstillingen.

## 10.4 Tiltak utover de som gis i helhetsløsningen

I tillegg til helhetsløsningen ønsker utvalget å fremme forslag til tiltak som dels øker sannsynligheten for at de foreslåtte tiltakene blir politisk realiserbare, og dels sikrer at de nasjonale tiltakene faktisk fører til reduserte utslipp på global skala. Disse tilleggstiltakene er som følger:

*Norske bidrag til reduserte klimagassutslipp i utlandet:* Norge kan best bidra til reduserte utslipp i utlandet ved å medvirke til teknologiutvikling innen nisjer der Norge har særlige fortrinn. Etter utvalgets mening, og som nevnt i Tiltak 2, omfatter dette teknologiutvikling for CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring, vindkraft (spesielt møller plassert til havs), pellets- og rentbrennende ovner, biodrivstoff, solceller, hydrogenteknologier, varmepumper og lavutslippsfartøy. Etablering av infrastruktur for lagring av CO<sub>2</sub> er kanskje det viktigste bidraget til å redusere utlandets utslipp av klimagasser. Det bør som nevnt gis langsiktig støtte til teknologiutvikling innen disse feltene.

*Norsk støtte til et internasjonalt kvotesystem:* Den enkleste måten å redusere utslipp i utlandet på er likevel ved at Norge kjøper kvoter i et internasjonalt velfungerende kvotehandelssystem. Dette forutsetter at det finnes et operativt kvotehandelssystem, og Norge bør derfor støtte utviklingen av slikt. Alternativt kan Norge gå inn med direkte investeringer i prosjekter som vil føre til reduserte klimagassutslipp (for eksempel i form av felles gjennomføringsprosjekter eller prosjekter under

den grønne utviklingsmekanismen under Kyoto-protokollen). I alle tilfelle må Norge arbeide for en global klimaprotokoll for ytterligere utslippsreduksjoner som inkluderer flest mulig sektorer og land.

*Reduserte utslipp fra internasjonal luftfart og utenriks sjøfart:* Norge må ta initiativ til og støtte opp under internasjonale forhandlinger om regulering av klimagassutslipp fra internasjonal luft- og skipsfart. Norges forhandlinger/diplomati må være rettet mot å få til «utvidet deltakelse» med hensyn til sektorer (fly/skip/bransjer) og land/regioner i systemet opprettet under Kyoto-protokollen.

### 10.5 Tiltak i inneværende stortingsperiode

---

For å redusere norske klimagassutslipp med 50-80 prosent fra dagens nivå innen 2050 må flere tiltak iverksettes nå. Utvalget framhever følgende tiltak som helt nødvendige i inneværende stortingsperiode for å sikre de første skritt mot et klimavennlig Norge.

1. Iverksetting av informasjonstiltak knyttet til klimaproblemet («Klimavettkampanjen») – gjennom langvarig statstøtte til informasjon om klimaproblemet og hvordan enkeltindividet kan bidra til å redusere utslipp uten forringelse av sin livskvalitet.
2. Støtte til «Lavutslippsutvalgets teknologipakke» og teknologisatsingen anbefalt av Forskningsrådets klimaforskningsutvalg – gjennom store og langsiktige bevilgninger til prioriterte forskningsoppgaver, herunder forskning for økt forståelse av beslutningsprosesser tilknyttet klimatiltak.
3. Videreutvikling av teknologiske nyvinninger gjennom etablering av pilot- og demonstrasjonsprosjekter.
4. Realisering av CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring i alle gass- og kullkraftverk.
5. Innfasing av lav- og nullutslippskjøretøy - gjennom mer miljøtilpassede bilavgifter (registreringsavgift, årsavgift, etc., for eksempel i tråd med NAFs forslag), statlig innkjøp og statlig pålegg om omsetning av biodrivstoff (minst 5 prosent av omsetningen innen 2009).
6. Økt satsing på CO<sub>2</sub>-nøytral fyring – gjennom støtte til varmesystemer basert på biobrensel og varmpumper og innføring av returpant på gamle olje- og gasskjeler.
7. Økt satsing på energieffektivisering – gjennom skjerpete bygningsstandarder for energiforbruket pr. m<sup>2</sup> i bygg.
8. Etablering av tydelige, stabile og langsiktige støtteordninger til utvikling av fornybare energikilder til erstatning for ordningen med «grønne sertifikater» som det ikke ble noe av. Her må også energileveranser til varmemarkedet inkluderes.
9. Stimulering av klimavennlige offentlige innkjøp gjennom omfattende motivasjons- og opplæringstiltak blant relevante ansatte og sterkere håndheving av reglene for offentlige innkjøp.
10. Utarbeiding (i departementene) av sektorvise tiltaksplaner og forslag til virkemidler for å nå målet om et klimavennlig Norge.
11. Arbeide aktivt for at det europeiske kvotehandlingsystemet og systemet under Kyoto-protokollen videreutvikles og at flere land og sektorer tar på seg bindende utslippsforpliktelser.

## Litteraturliste

- ACIA, 2004: Impacts of a warming Arctic: Arctic Climate Impact Assessment, Cambridge University Press, Cambridge.
- ACIA, 2005: Arctic Climate Impact Assessment, Cambridge University Press, Cambridge.
- Azar, C., 2005: Post-Kyoto climate policy targets: costs and competitiveness implications, *Climatic change* 5, p. 309-328.
- Barnola, J.M., D. Raynaud, C. Lorius and N.I. Barkov, 1999: Historical CO<sub>2</sub> record from the Vostok ice core, In Trends: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A.
- Bjørnstad, E. et al., 2005: Evaluering av tilskuddsordningen til varmpumper, pelletskaminer og styringssystemer, NFT-rapport 2005:2.
- Bransjenettverk for energibruk i norsk industri, 1999: Årsrapport 1998, Kjeller.
- Bruvoll, A., 2006: Virkninger på utslipp i andre land ved Lavutslippsutvalgets tiltak, kommer i Økonomiske analyser.
- Bruvoll, A. og T. Fæhn, 2005: Rett i hodet på naboen? Globale miljøvirkninger av norsk økonomisk vekst og miljøpolitikk, Økonomiske analyser 2/2005, Statistisk sentralbyrå, Oslo.
- Bruvoll, A. og T. Fæhn, 2004: Transboundary environmental policy effects: Markets and emission leakages. Discussion paper DP 384, Statistics Norway, Oslo.
- Chapuis, Denis, 2003: PSA's Diesel Hybrid Electric Vehicles – presentation at EVS 20.
- Civitas, 2005: Nasjonal klimatiltaksanalyse. Delanalyse om tiltak innenfor stasjonær energibruk og –produksjon, Civitas AS.
- Climate Action Team, 2006: Climate Action Team Report to Governor Schwarzenegger and the California Legislature: Executive Summary, California Environmental Protection Agency.
- Criqui, A. Kitous., M. Berk, M. den Elzen, B. Eickhout, P. Lucas, D. van Vuuren, N. Kouvaritakis, D. Vanregemorter, B. de Vries, H. Eerens, R. Oostenrijk, L. Paroussos, 2003: Greenhouse gases reduction pathways in the UNFCCC process up to 2025, Technical Report — European Commission, Environment DG, Brussels.
- Dokka, T. H., T. Wigenstad og L. Myhre, 2004: Energimerking av nye boliger – Hovedprosjektrapport, STF22 A04517, Nov. 2004.
- Ecodriving Finland, 2006: <http://www.ecodriving.com/nor/ecodriving.html> .
- ECON, 2004: Kraftintensiv industris respons på høye kraftpriser vinteren 2002/2003, ECON, Notat 2004-005.
- Edenhofer, O., K. Lessmann, C. Kemfert, M. Grubb and J. Köhler, 2006: Induced technological change: Exploring its implications for the economics of atmospheric stabilization: Synthesis report from the innovation modeling comparison project, *Energy Journal special issue*, Vol. 27 (3).
- EEA, 2005: Climate change and a European low-carbon energy system, EEA-report No 1, 2005, Copenhagen, 76 pp.
- Eickhout, B., Den Elzen, M.G.J. and Vuuren, D.P. van, 2003: Multi-gas emission profiles for stabilising greenhouse gas concentrations: Emission implications of limiting global temperature increase to 2°C. RIVM Report 728001026. The Netherlands.
- Energigården, 2001: Bioenergi, miljø, teknikk og marked, Energigården (<http://www.energigarden.no/bioenergibok/index.htm>).
- Enova, 2005: Bygningsnettverkets energistatistikk 2004, Enova-rapport 2005:2.
- Enova, 2006a: <http://www.enova.no/?itemid=79>.
- Enova, 2006b: <http://www.enova.no/?itemid=83> .
- Espegren, K. Aa., E. Rosenberg, og A. Fidje, 2005: Energibruksutvikling 1980-2020 – historisk utvikling, drivkrefter og fremskrivninger, IFE/KR/F-2005/098, Kjeller.
- Etheridge, D.M., L.P. Steele, R.J. Francey, and R.L. Langenfelds, 2002: Historical CH<sub>4</sub> Records Since About 1000 A.D. From Ice Core Data, In Trends: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A.
- EU, 2002: Directive 2002/91/EC of The European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings,

- [http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2003/l\\_001/l\\_00120030104en00650071.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2003/l_001/l_00120030104en00650071.pdf).
- Fuglestad, J. S. og B. Romstad, 2006: Hvem har skylden for global oppvarming?, Cicerone, 2006 (2): pp. 14-15.
- Gassco, 2006: Innledende forhandlinger mellom de kommersielle aktørene i en CO<sub>2</sub>-kjede, Dokument nr. ØKKU-RA-6004, [http://odin.dep.no/filarkiv/282990/Gassco\\_CO<sub>2</sub>\\_verdikjede\\_OED\\_7\\_juni\\_06.pdf](http://odin.dep.no/filarkiv/282990/Gassco_CO2_verdikjede_OED_7_juni_06.pdf).
- Germiso, M., 2005: Kortreist, langreist eller vegetarisk? Sammenhengen mellom mat og klimagassutslipp, Arbeidsnotat 10/05, Framtiden i våre hender.
- Hagman, R. og E. Figenbaum, 2005: Tekniske virkemidler for reduksjon av miljøbelastning fra vegtrafikk i Norge – Intervjuer med industri og kunnskapssentre om prioritert forskning og hensiktsmessige miljøtiltak, TØI-rapport 808/2005.
- Haugen, H. A., 2005: Norsk CO<sub>2</sub> AS, Tel-Tek report no. 2204060-1, September 2005.
- IEA, 2004: *World Energy Outlook 2004*, Paris.
- IEA, 2006: *Energy technology perspectives. Scenarios & strategies to 2050*, Paris.
- Indahl, B., D. E. Sommervoll og J. Aasness, 2001: Virkninger på forbruksmønster, levestandard og klimagassutslipp av endringer i konsumpriser, Notater 2001/20, Statistisk sentralbyrå, Oslo.
- IFE, 2002: Potensialet for mer miljøeffektiv energibruk og produksjon i norsk prosessindustri, Enova og PIL, IFE/KR/F-2002/144, KNE 24489-RV-0003-E1, Kjeller/Oslo 2002.
- IFE, 2006: Reduserte klimagassutslipp 2050: Teknologiske kiler - innspill til Lavutslippsutvalget, IFE/KR/F – 2006/045.
- IMO, 2000: Study of Greenhouse Gas Emissions from Ships, Issue no. 2 - 31 March 2000.
- IPCC, 2001: Synteserapport til 3. hovedrapport, <http://www.ipcc.ch/pub/un/syngeng/spm.pdf>.
- IPCC, 2001a: *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC, 2001b: *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC, 2001c: *Climate Change 2001: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Keeling, C.D. and T.P. Whorf, 2005: Atmospheric CO<sub>2</sub> records from sites in the SIO air sampling network, In Trends: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A.
- Kommissionen mot oljeberoendet, 2006: På väg mot ett oljefritt Sverige, <http://www.sweden.gov.se/sb/d/6316/a/66280;jsessionid=apRPIZpiuX8>
- Larsen, B.M., og R. Nesbakken, 2005: Formålsfordeling av husholdningenes elektrisitetsforbruk 2001, Rapport 2005/18, Statistisk sentralbyrå, Oslo.
- Marintek, 2000: CO<sub>2</sub>-utslipp fra skipsfarten – Forprosjekt, MARINTEK-rapport 236033.00.01, desember 2000.
- Marland, G., T.A. Boden, and R. J. Andres, 2006: Global, Regional, and National Fossil Fuel CO<sub>2</sub> Emissions, In Trends: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A.
- Meinshausen, M., 2004: On the risk of overshooting 2°C, Presentasjon gitt på: Side-Event «Climate Risks and 2°C» at COP-10, Buenos Aires, 15 December 2004.
- Metz, B., O. Davidson, H. de Coninck, M. Loos and L. Meyer (Eds.), 2005: *IPCC Special report on carbon dioxide capture and storage*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Meyer, A., 1998: The Kyoto Protocol and the Emergence of «Contraction and Convergence» as a Framework for an International Political Solution to Greenhouse Gas Emissions Abatement, In: *Man-Made Climate Change - Economic Aspects and Policy Options*, O. Hohmayer and K. Rennings (Eds), Zentrum für Europäischer Wirtschaftsforschung (ZEW) Physica-Verlag.
- Meyer, A., 2000: *Contraction & Convergence: The Global Solution to Climate Change*, Published by Green Books on behalf of The Schumacher Society.
- Nestaas, I., M. Lehmann, og T. Lindstad, 2002: Hvitbok om klimagassutslipp fra norsk landbasert prosessindustri, DNV-rapport 2002-1609 og Sintef-rapport STF24A03501, 2003.

- Norconsult, 2004: Tiltak for å redusere utslipp av metangass fra avfallsdeponier (Utredning for SFT), Oslo.
- Norges forskningsråd, 2006: Nasjonal handlingsplan for klimaforskning – Styrking av strategisk helhet og langsiktighet i norsk klimaforskning.
- NOU 1998:11: Energi- og kraftbalansen i Norge mot 2020.
- NOU 2000:1: Et kvotesystem for klimagasser.
- NOU 2002:7: Gassteknologi, miljø og verdiskaping.
- NOU 2004:11: Hydrogen som framtidens energibærer.
- NVE, 2004a: Grønne sertifikater, NVE-rapport 11/2004.
- NVE, 2004b: Naturgass en generell innføring, NVE-rapport 12/2004.
- NVE, 2004c: Beregning av potensial for små kraftverk i Norge, NVE-rapport 19/2004.
- NVE, 2005a: Gasskraft med CO<sub>2</sub>-håndtering – Verdikjedevurderinger, NVE-rapport 20/2005.
- NVE, 2005b: Energimerking av bygninger, Faktaark nr. 3 2005.
- OD og NVE, 2002: Kraftforsyning fra land til sokkelen, Fellesrapport. [http://www.nve.no/FileArchive/85/kraft\\_til\\_sokkelen.pdf](http://www.nve.no/FileArchive/85/kraft_til_sokkelen.pdf)
- OD, 2005: Petroleumsressursene på norsk kontinentalsokkel, Oljedirektoratet.
- OLF, 2003: Elkraft fra land til norsk sokkel. <http://www.olf.no/miljo/miljorapporter/?13599>
- Opplysningsrådet for veitrafikken, 2004: Bil og vei, Statistikk 2004.
- Pacala, S. and R. Socolow, 2004: Stabilization Wedges: Solving the Climate Problem for the Next 50 Years with Current Technologies, *Science*, vol. 305, pp. 968-972.
- Petit, J.R., J. Jouzel, D. Raynaud, N.I. Barkov, J.-M. Barnola, I. Basile, M. Bender, J. Chappellaz, M. Davis, G. Delayque, M. Delmotte, V.M. Kotlyakov, M. Legrand, V.Y. Lipenkov, C. Lorius, L. Pépin, C. Ritz, E. Saltzman, and M. Stievenard, 1999: Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica, *Nature* 399: 429-436. Data hos: [http://cdiac.ornl.gov/trends/temp/vostok/jouz\\_tem.htm](http://cdiac.ornl.gov/trends/temp/vostok/jouz_tem.htm)
- RegClim, 2006: Klimaet i Norge om 50 år, Brosjyre på <http://Regclim.met.no/>, se under Fakta om klima.
- Ringius, L., A. Torvanger and A. Underdal, 2002: Burden sharing and fairness principles in international climate policy, *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 2 (1): pp. 1-22.
- Rosenberg, E., 1998: Enøk-potensialet i industrien 1995, IFE/KR/F-97/246, Kjeller.
- Rosenberg, E. og K. Aa. Espegren, 2004: Energy efficiency in Norway 1990-2002 – Monitoring tools for energy efficiency in Europe: The Odyssee and MURE projects, IFE/KR/E-2004/001, Kjeller.
- Rosenberg, E. og K. Aa. Espegren, 2005: Modell for energietterspørsel i Møre og Romsdal – med innledende analyser av effekten av økte priser, IFE/KR/F-2004/229, Kjeller.
- Skedsmo, A. og R. Hagman, 1998: Energiforbruk og avgassutslipp fra transportmidler med tradisjonelle og alternative drivstoffer, Teknologisk Institutt.
- Statens forurensningstilsyn, 2000: Reduksjon av klimagassutslipp i Norge – en tiltaksanalyse for 2010, SFT-rapport, <http://www.sft.no/publikasjoner/luft/1708/ta1708.pdf>.
- Statens forurensningstilsyn, 2005: Reduksjon av klimagassutslipp i Norge: Oppdatert tiltaksanalyse for 2010 og 2020, SFT-rapport, <http://www.sft.no/klima/> og <http://www.sft.no/publikasjoner/luft/2121/ta2121.pdf>.
- Statens forurensningstilsyn, 2006a: SFTs forslag til virkemidler for økt bruk av biodrivstoff, Svar på oppdrag fra Miljøverndepartementet, Notat av 5.4.2005, <http://www.sft.no/nyheter/dbafile14981.html>.
- Statens forurensningstilsyn, 2006b: [http://www.sft.no/nyheter/brev/biodrivstoff\\_virkemidler\\_md050406.pdf](http://www.sft.no/nyheter/brev/biodrivstoff_virkemidler_md050406.pdf).
- Statistisk sentralbyrå, Utslipp av klimagasser – nasjonale tall. Statistikkbanken <http://www.ssb.no>
- Statistisk sentralbyrå, 2005: Naturressurser og miljø 2004, SA65, 2005.
- Stortingsmelding nr. 29, 1997-1998: Norges oppfølging av Kyoto-protokollen, Miljøverndepartementet.
- Stortingsmelding nr. 54, 2000-2001: Norsk klimapolitikk, Miljøverndepartementet.
- Stortingsmelding nr. 15, 2001-2002: Tilleggsmelding til St.meld. nr. 54 (2000-2001), Norsk klimapolitikk, Miljøverndepartementet.
- Stortingsmelding nr. 8, 2004-2005: Perspektivmeldingen 2004 - utfordringer og valgmuligheter for norsk økonomi, Finansdepartementet.
- Stortingsmelding nr. 9, 2002-2003: Om innenlands bruk av naturgass mv., Olje- og energidepartementet.
- Stortingsproposisjon nr. 54, 1997-1998: Grønne skatter, Finansdepartementet.

- Tahara, K. et al., 2001: Comparison of CO<sub>2</sub> Emissions from Alternative and Conventional Vehicles, *World Resources Review* v.13 n.1, pp. 52-60.
- The Energy Journal, 2006: Endogenous technological change and the economics of atmospheric stabilisation special issue. *The Energy Journal special issue* Vol 27 (3).
- Thomas, D.C. and S.M. Bensons (Eds.), 2005: Carbon Dioxide Capture for Storage in Deep Geological Formations - Results from the CO<sub>2</sub> Capture Project, Vol. 1 & Vol. 2., [www.CO2Captureproject.org](http://www.CO2Captureproject.org)
- UNFCCC, 1992: United Nations Framework Convention on Climate Change, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>.
- WBGU, 2003a: German Advisory Council on Global Change: Climate protection strategies for the 21st century: Kyoto and beyond, Special Report 2003, WBGU, Berlin, Germany.
- WBGU, 2003b: German Advisory Council on Global Change: World in transition: towards sustainable energy systems. WBGU Berlin. 2004. Website [www.co2e.com](http://www.co2e.com)
- Åvitsland, T., 2006: Reductions in greenhouse gas emissions – calculations for «The low emission commission», kommer i serien Rapport fra Statistisk sentralbyrå, Oslo.
- Noen kilder til internasjonale utslippsdata:*
- UNFCCC: <http://ghg.unfccc.int/tables/queries.html>
- CDIAC: [http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/em\\_cont.htm](http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/em_cont.htm)
- WRI: <http://cait.wri.org/>
- World data centre for greenhouse gases: <http://gaw.kishou.go.jp/wdcgg.html>
-

## Vedlegg 1

# Sammendrag av utredninger gjort for Lavutslippsutvalget<sup>1</sup>

*Utredning fra Institutt for Energiteknikk (IFE):  
Reduserte klimagassutslipp 2050: Teknologiske kiler  
– innspill til Lavutslippsutvalget*

I dette arbeidet har IFE kartlagt mulige teknologiske tiltak for å oppnå en 50-80 prosent utslippsreduksjon i klimagassutslippene innen 2050. Rapporten gir en oversikt over mulige teknologitiltak, kostnader for disse og realiserbart potensial i 2050. Utredningen viser at de teknologiske tiltakene som er studert langt på vei har et potensial tilsvarende en 50-80 prosent utslippsreduksjon i 2050. Det er særlig satsing på vindkraft, småvannkraft, gasskraft med CO<sub>2</sub>-håndtering og erstatning av olje med bioenergi til oppvarming samt en overgang fra kraftkrevende industri til krafteksporterende industri som gir de største utslagene.

IFE har videre benyttet MARKAL-modellen for Norge for å analysere hvilke tiltak som velges når det legges restriksjoner på det totale CO<sub>2</sub>-utslippet i Norge. Bildet som tegnes er i store trekk sammenfallende med utvalgets helhetsløsning. Analysen fra IFE viser likevel at innenfor transportsektoren vil det med MARKAL-modellen bli noe mindre CO<sub>2</sub>-nøytralt drivstoff og mindre lavutslippskjøretøy enn det utvalget foreskriver. Når det gjelder oppvarming stemmer MARKAL-analysene godt overens med de anslagene for utslippsreduksjoner som er angitt av Lavutslippsutvalget. For prosessindustrien gir MARKAL-modellen noe større utslippsreduksjoner knyttet til CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring enn anslått av utvalget. Videre gir MARKAL-modellen noe mindre utslippsreduksjoner knyttet til elektrifisering av sokkelen enn anslått av utvalget. Når det gjelder elproduksjonen, velger MARKAL-modellen mer energieffektivisering, mindre hydrogen og mindre elektrifisering av sokkelen enn utvalgets forslag. Den totale elproduksjonen er derfor mindre ved bruk av MARKAL-modellen enn ved utvalgets anslag. Andre tiltak har små avvik i forhold til utvalgets anslag eller er ikke modellert av IFE.

*Utredning fra Stiftelsen Idébanken: Atferdskiler*  
Stiftelsen Idébanken ved John Hille har kartlagt mulige atferdsmessige tiltak som kan redusere utslippet av klimagasser fram mot 2050. I tilknytning til de atferdsmessige tiltakene er også virkemidler og effekten på globale utslipp vurdert. I alt er 12 tiltak vurdert som strekker seg fra transport til oppvarming og annen energibruk i boliger og næringsbygg til endringer i matvarekonsum og jordbruksdrift. Utredningen viser at potensialet for atferdsmessige endringer er av mindre størrelsesorden enn for de teknologiske tiltakene. Det er særlig økt arealeffektivitet i boliger og yrkesbygg, redusert energibruk til boligoppvarming og oppvarming i yrkesbygg og redusert omfang av flyreiser som gir de største potensielle reduksjonene i energibruk og klimagassutslipp.

*Utredning fra Transportøkonomisk institutt (TØI):  
Vurdering av kostnadseffektivitet for klimatiltak ved  
endret oljepris. Notat til Lavutslippsutvalget*

Dette notatet vurderer betydningen av høyere oljepris for tiltakslisten i SFTs klimatiltaksanalyse. Det er flere tiltak som er følsomme for variasjoner i oljeprisen – enten ved at økt oljepris gir større inntekter eller ved at økt oljepris fører til endrede driftskostnader. En høyere oljepris kan også gjøre enkelte store tiltak mindre kostnadseffektive – som for eksempel fangst av CO<sub>2</sub> til deponering. Analysen i utredningen viser at det særlig er følgende tiltak som er følsomme for endringer i oljeprisen: bruk av CO<sub>2</sub> til økt oljeutvinning, tekniske tiltak på kjøretøy (da særlig biodrivstoff og elbiler) og elektrifisering av energiproduksjonen på sokkelen. For tiltak innen stasjonær energiforsyning og transport vil en høyere oljepris generelt sett gjøre klimatiltakene mer kostnadseffektive.

*Utredning fra Statistisk sentralbyrå (SSB)*

På basis av innspill fra utvalget med hensyn til tiltakskostnader og -effekter, har SSB ved hjelp av den generelle likevektsmodellen MSG 6 kvantifi-

<sup>1</sup> Merk: Rapportene finnes på <http://www.lavutslipp.no>



sert de makroøkonomiske konsekvensene av utvalgets helhetsløsning (Åvitsland, 2006). Virkningene viser seg å være gjennomgående små vurdert i et makroperspektiv. For eksempel beregnes BNP i 2050 til å være ca. 0,2 prosent høyere i Lavutslippsbanen enn i Referansebanen.

SSB har også tallfestet utslipp knyttet til norsk eksport og import i henholdsvis Referansebanen

og Lavutslippsbanen, for derigjennom å belyse samlede utslipp knyttet til norsk aktivitet («fotavtrykket») (Bruvoll, 2006). I dag er «fotavtrykket» til en nordmann faktisk lavere enn de samlede utslipp pr. innbygger fra norsk territorium, fordi Norge produserer mange CO<sub>2</sub>-intensive varer for eksport. I framtiden vil Norges «fotavtrykk» omtrent tilsvare utslipp fra Norges territorium.

---

## Vedlegg 2

# Forslag som framkom på de åpne høringene i regi av Lavutslippsutvalget

### *Olje og gass:*

- Redusert oljeutvinning - oljesparing til senere generasjoner
- CO<sub>2</sub>-lagring og CO<sub>2</sub> til meroljeutvinning
- Oljenæringen inn i kvotehandelssystemet
- Petroleumsfrie soner i Barentshavet og i Lofoten
- Elektrifisering av sokkelen
- Etablering av fossilfrie områder
- Gasskraftverk med CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring
- Eksport av ren gasskraft
- Gasskraftverk på plattform
- Like konkurransevilkår – krav om CO<sub>2</sub>-fangst og -lagring i hele Europa samtidig
- Nasjonal politikk for bruk av naturgass – unngå mange små punktutslipp
- Sørge for at gass ikke utkonkurrerer bioenergi
- Unngå distribusjonsnett for gass
- Biokjel som grunnlast og olje som topplast
- Forby fossilt brennstoff i faste installasjoner og for eksempel i trucker, busser, hydrosjer, postbiler og ferger

### *Fornybar energi/enøk:*

- Fylle gapet mellom tilgangen på bioenergi og strømmeterspørselen med CO<sub>2</sub>-fri fossil kraft
- Satse på fornybar energi
- Tidevannskraftverk
- Utvikle kombinerte vind- og bølgekraftverk
- Vindkraft
- Storstilt satsing på teknologiutvikling for vindkraft til havs
- Bygge ut mer vannkraft og bedre kraftutnyttelse i eksisterende anlegg og redusere overføringstapet i strømmettet
- Tilstrekkelig overføringskapasitet til utlandet for å få samme kraftpris i Norge som i Europa
- Energiøkonomisering
- Utbygging av infrastruktur for hydrogen
- Brenn heller avfall enn olje
- Vannbåren varme i nye kommunale bygg
- Bruke kunnskaper fra oljeindustrien til å utnytte jordvarme

- Øke bruken av biodrivstoff og biobrensel, sette krav til kvaliteten på biodrivstoff, lage biodrivstoff fra trevirke
- Reservere tømmer for papir, ikke biodiesel

### *Kraft/oppvarming/bygg:*

- Legge om til bruk av bioenergi til oppvarming
- Fjerne barrierer mot å ta i bruk varmepumper i privatboliger
- Endre plan- og bygningsloven
- Energieffektive bygg – innføre krav og stimuleringsiltak
- Bruke elektrisitet og olje kun der det er uunnværlig
- Mer energisparende byggematerialer
- Bruke trevirke i bygg og eksportere norsk byggeskikk med trematerialer
- Satse på øyeblikksoppvarming av rom og vann
- Utfase alle oljekjeler gjennom vrakpant og økt bruken av biokjeler
- Vedfyrte fjernvarmeanlegg og fjernvarmeutbygging i samtlige tettsteder i Norge
- Reservere elektrisitet til mer høyverdige formål enn boligoppvarming
- Halvere energibruken i nye bygg ved passive løsninger og redusere energibruk i eksisterende bygg
- Videreutvikle konseptet med boligen som energileverandør (plusshus)
- Sertifikater for lavutslippsbygg
- Forby panelovner
- Bygge ut private vindmøller kombinert med solceller slik at boliger blir selvforsynte

### *Transport:*

- Øke bruk av sykkel, gå mer og etablere bilfrie dager
- Mer satsing på kollektivtransport – bedre, billigere, hyppigere avganger, bussfiler og hydrogenbusser, samt etablere konkrete mål for kollektivandel
- Satse på hydrogenbiler og hybridbiler
- Høyhastighetstog

- Flere hydrogenbusser
- Kompiskjøring
- Endre ferievaner vekk fra flyreiser
- Stoppe langpendling
- Fremme kortreist mat, mer selvforsynte lokal-samfunn
- Fjerne transportflaskehalsen i tømmertransporten og unødig krysstransport av trevirke
- Bruke byplanlegging for å redusere transport-behov
- Gi flere fiskekvoter til kystfiskere på bekostning av trålflåten
- Ikke bygge veier
- Innføre rushtidsavgift, forby parkering og bygge ut tilbud for «park and ride»

#### Økonomiske virkemidler:

- Øremerke CO<sub>2</sub>-avgiften til klimatiltak
- CO<sub>2</sub>-avgift på flytrafikk – øremerket fattigdomsbekjempelse
- Inkludere de som er fritatt for CO<sub>2</sub>-avgift i avgiftssystemet
- Høyere pris på elektrisitet og olje
- Sette av 30 milliarder kr. pr. år til løsning av problemet
- Internalisere de eksterne kostnadene av fossil energi
- Ha likebehandling av biodiesel og bioetanol i avgiftssystemet
- Innføre grønne sertifikater på biodrivstoff og etablere marked for grønn kraft
- Sørge for at det utvikles et varmemarked i Norge
- Øke tilskuddet til skogplanting
- Unngå rask økning i avgifter på olje
- Innføre grønne sertifikater for elektrisitet og varme
- Innføre CO<sub>2</sub>-avgift på gass
- Fond for enøk-investeringer utover Enovas nåværende
- Sørge for at klimakostnader blir tatt med i samfunnsøkonomiske beregninger
- Investere i alternativ energi i utlandet gjennom Petroleumsfondet
- Investere i fornybar energi, ikke fossil
- Ikke gi gratiskvoter
- Gi støtte til vindkraft i samme størrelsesorden som i Storbritannia
- Subsidiere drivstoff i kollektivtrafikken ved overskuddet fra høy oljepris
- Vri skattesystemet – fra bil til sykkel
- Gi støtte til fleksimotorer
- Revidere bilavgiftssystemet – legg avgiften på bruken

- Styrke kollektivtilbudet gjennom veiprisning
- Ha permanente avgiftsfritak for biodrivstoff – og innføre krav om omsetning av biodrivstoff
- Vise vei internasjonalt når det gjelder CO<sub>2</sub>-rensing finansiert av staten
- Mer midler til miljøtiltak og forskning – finansiert av miljøavgifter
- Skattefritak for gratis busskort fra arbeidsgiver
- Vri forskningsbudsjettene fra satsing på forskning innenfor olje- og gassektoren til forskning på løsning av klimaproblemet
- Endre avfallsavgiften slik at eksport av avfall unngås

#### Folkeopplysning:

- Omregne energi til bensinekvivalenter for å øke forståelse hos folk
- Sørge for at folk engasjerer seg i klimaspørsmålet, rette opp misoppfatninger i samfunnet
- Bevisstgjøring av befolkningen gjennom informasjon og kommunale holdningskampanjer – også om transport
- Klimarådgivere i skolen
- Bruke eksemplets makt – politikere må gå foran
- Opprette et «Livskvalitetsråd» med positivt budskap

#### Andre forslag:

- Erstatte kull med trekull i smelteverkene
- Fange klimagasser fra avfallsdeponier, gjødsel- og sementproduksjon
- Benytte seg av internasjonalt varebytte med CO<sub>2</sub>-store punktutslipp i utlandet også aktuelle
- Utvide mulighetene for å inkludere binding av CO<sub>2</sub> i skog innenfor Kyoto-protokollen
- Øke karbonlagringen ved å øke bruken av papp og plank
- Inkludere utenriks skipsfart, luftfart og norsk turisme i utlandet i de utslippskategoriene som utvalget vurderer
- Forhindre økte utslipp i utlandet med de tiltakene som settes inn
- La barskogen vokse inntil vi får maksimal binding av CO<sub>2</sub>
- Sette krav til maksimum utslipp pr. kilo transport og passasjerkilometer
- Satse på lavutslippsteknologi innen fiskeri
- Bedre rammevilkårene til skogindustrien slik at den blir værende i Norge
- En helhetlig virkemiddelpolitikk
- Klare konsesjonsregler for nye fornybare energikilder

- Utbygging av energieffektiv infrastruktur
  - Tenke globalt, handle lokalt - legge Fredrikstad-erklæringen til grunn i kommunene
  - Satse på lokale og nasjonale fortrinn – for eksempel utvikling av fiskebåtmotorer
  - Ta jordbruksavtalen i bruk
  - Miljøsertifisering av universitet, skoler og kommunal virksomhet
  - Optimalisere tildeling av barnehageplasser med hensyn til hvor folk bor
  - Energieffektivitet som en del av arkitektutdannelsen, økte stillingsressurser til energi- og klimaarbeid i lokal forvaltning, flere NTNU-sivilingeniører i arbeid med klimaproblemstillinger, flere jobber i fornybar energi og energisparende teknologi
  - Kontinuitet i satsingen på kommunalt klimaarbeid fra sentralt hold
  - Skape et tungt kommersielt miljø med lavutslipp som fokus
  - Få opp farta i Norge når det gjelder implementering av EU-direktivene
  - Sørg for at strukturendringer er klimavennlige
  - Klimavaske alle offentlige planer
  - Beregne kostnadene ved ikke å gjøre noe
  - Slå hull på myten om at alt må være kostnadseffektivt
  - Klargjøre rammebetingelsene for private institusjoner som vil satse på fornybar energi
  - Ta fram gamle forslag fra for eksempel LA21-arbeidet
  - Økt gjenvinning av returpapir, redusert avfallsmengde og sortere ut våtorganisk avfall
  - Vri forbruket fra ting til opplevelser
  - Konkurransefortrinn å være miljøvennlig
  - Senke forbruket og stoppe forbruksveksten
  - Kopiere britiske Carbon Trust
  - Ikke forutsette enorm vekst i energiforbruket
  - Kopiere Danmarks suksess med vindmøller – utvikle teknologi og forretningskonsepter innen lavutslipp med sentralt initiativ og kommersiell oppfølging
  - Benytte et globalt perspektiv i utvalgets arbeid – gå vekk fra Kyoto-tilnærmingen
-

### Vedlegg 3

## Hvem Lavutslippsutvalget har hørt

### *Åpne høringer arrangert:*

- Stavanger – 24.10.05
- Tromsø – 21.11.05
- Trondheim – 19.01.06
- Oslo – 17.02.06

### *Møter i departementer:*

- Olje- og energidepartementet – 26.08.05
- Finansdepartementet – 26.08.05
- Samferdselsdepartementet – 11.10.05
- Nærings- og handelsdepartementet – 11.10.05
- Landbruks- og matdepartementet – 05.01.06
- Fiskeri- og kystdepartementet – 06.01.06
- Kommunal- og regionaldepartementet – 18.01.06
- Barne- og likestillingsdepartementet – 30.01.06
- Kunnskapsdepartementet – 16.02.06
- Fornyings- og administrasjonsdepartementet/  
Statsbygg – 24.04.06

### *Møter med organisasjoner o.a. arrangert*

- Sintef og NTNU – 20.09.05

- Institutt for energiteknikk – 14.10.05
  - Forskningsrådets klimaforskningsutvalg – 02.11.05
  - Statens forurensningstilsyn – 02.11.05
  - Bellona – 02.11.05
  - Norges Naturvernforbund – 03.12.05
  - Gassnova – 07.12.05
  - Norges Automobilforbund – 08.12.05
  - Norges Bondelag – 20.12.05
  - Petoro AS – 03.01.05
  - WWF – 05.01.06
  - Norsk Petroleumsinstitutt – 06.01.06
  - Exergo – 11.01.06
  - Natur og Ungdom, Energi og klimautvalget – 11.01.06
  - LO – 17.01.06
  - NHO – 27.01.06
  - Statoil – 17.02.06
  - Hydro – 17.02.06
  - Skogeierforeningen m.fl. – 25.04.06
  - Gassco – 19.06.06
  - Oljedirektoratet – 19.06.06
-

## Vedlegg 4

# Innlegg i Lavutslippsutvalgets stafett

## Internasjonal avtale om teknologiutvikling

Av Stein Lier-Hansen, administrerende direktør i  
Prosessindustriens Landsforening (PIL)

Nedenfor vil vi peke på noen grep vi mener må tas for at vi skal nå de målene som er satt for reduksjon av CO<sub>2</sub> nasjonalt og internasjonalt.

*1. Globalt – Fra 2013 bør FNs Klimakonvensjon ha på plass en ny protokoll som fremmer teknologiutvikling (global avtale for klimagassreducerende teknologi)*

Kyoto-protokollen har en rekke store mangler som må rettes opp når det skal forhandles om en ny protokoll etter 2013. Kyoto-protokollen er langt på vei blitt en ren Europaprotokoll (pluss Japan, New Zealand og Canada) og utøver ingen kraft i arbeidet med å redusere klimagassutslippene. Snarere tvert om. Vi ser at EUs kvotehandel som er basert på Kyoto-protokollen, så langt er mislykket fordi handelen promoterer økt produksjon av kullkraft på bekostning av mindre utslippsintensiv kraftproduksjon og energiintensiv industri.

Som basis for de nasjonale klimagasstrategiene er det viktig at vi får på plass en global avtale som fremmer teknologiutvikling og som alle land kan slutte seg til. Dvs. at USA, Kina, India og andre store utviklingsland må inn i avtalen. I en global avtale vil det være mulig å etablere en effektiv kvotehandel i motsetning til den regionale handelen som gjør langt større ugagn enn nytte.

## 2. Nasjonale tiltak

De nasjonale tiltakene må rettes mot en kombinasjon av egen teknologiutvikling, import av ny teknologi, aktivt bruk av lovverket og andre administrative tiltak og ikke minst samarbeidsløsninger mellom myndigheter og berørt industri. Incentivordninger, samarbeidsløsninger og teknologiutvikling bør i særlig grad rettes mot petroleumssektoren. På dette feltet er Norge store og burde ha økonomisk styrke til å ta en internasjonal lederrolle i utvikling av klimareducerende teknologi og løsninger.

## CO<sub>2</sub>-fangst – transport – trykkstøtte eller lagring

På kontinentalsokkelen er geologien gunstig med tanke på lagring av store mengder CO<sub>2</sub>. Klimagasen kan lagres enten i vannførende geologiske lag, i uttømte olje- og gassfelt eller i oljefelt som produserer.

Med en modell som er riktig utformet, er det mulig at CO<sub>2</sub> brukt til økt oljeutvinning både kan gi økt oljeproduksjon, merinntekter til oljeselskapene, landbasert industri og staten samtidig som det langt på vei bidrar til å løse CO<sub>2</sub>-problemet. CO<sub>2</sub> vil ikke lenger være et problem, men en etterspurt vare.

For at vi skal kunne realisere en nasjonal CO<sub>2</sub> dugnad med en verdikjede helt fra utslipp til lagring, må staten i første omgang ta lederrollen slik at vi kommer i gang.

## Samarbeidsløsninger med industrien

Prosessindustrien har inngått en frivillig avtale med regjeringen om reduksjon av sine CO<sub>2</sub>-utslipp med 20 prosent. Dette er et positivt samspill mellom industri og næringsliv som gir resultater og fører til at tiltak i verksettes i riktig rekkefølge.

Denne type avtalekonsepter vil også kunne brukes i andre sektorer. For eksempel at sektorer får større muligheter/forpliktelser til utslippskutt og teknologiutvikling som motytelse for avgiftskutt/fritak eller andre incentivordninger.

## Aktivt bruk av lovverket for å stimulere til enøk og økt bruk av fornybar energi

Myndighetene bør lage rammebetingelser som gjør at nye private og offentlige bygg i fremtiden blir varmet opp på en energieffektiv måte og gjerne med vannbåren og annen alternativ oppvarming. Viktige grep i denne sammenheng er støtteordninger og strenge krav i byggeforskrifter og kommuneplaner. Videre bør tilknytningsplikt til vannbårne varmesystemer vurderes og gjennomføres.

*Samferdselssektoren kan redusere utslippene kraftig ved å ta i bruk kjent teknologi og overgang til mindre forurensende energikilder*

Stikkord for denne sektoren er fornyelse av bilparken og forsert overgang til CO<sub>2</sub>-fri eller CO<sub>2</sub>-nøytral energi.

25. august 2005

### **Norge bør være ledende på miljø**

*Av Per Terje Vold, administrerende direktør i Oljeindustriens Landsforening (OLF)*

Utslipp av klimagasser er en utfordring som må løses gjennom internasjonale tiltak. Om Norge - som er en lilleputt i global utslippssammenheng - klarer å bli et lavutslippssamfunn har isolert sett liten betydning for miljøet på kloden. Det betyr imidlertid ikke at Norge skal løpe fra sitt klimaan-svar. Vi bør og skal ha som ambisjon å være ledende innen miljø.

Norge står overfor en stor utfordring når det gjelder å oppfylle sine klimaforpliktelser i henhold til Kyoto-protokollen. I dag står olje- og gassvirksomheten for om lag 27 prosent av de nasjonale CO<sub>2</sub>-utslippene. Med en så betydelig andel, vil naturligvis næringens deltakelse i kvotehandel bidra til å lukke gapet, slik at Norge vil nå sine klimaforpliktelser. Med bakgrunn i at regjeringen har uttrykt en klar målsetting om at Norge skal innfri denne forpliktelsen, må petroleumsindustrien delta i handel med utslippskvoter på linje med tilsvarende installasjoner i EU.

Norge har pr. dags dato noen av verdens strengeste miljøkrav og verdens høyeste miljøavgift på CO<sub>2</sub>-utslipp - om lag 330 kr. tonnet. Historisk har denne avgiften drevet oljeselskapene til å iverksette en rekke utslippsreducerende tiltak. Avgiften har faktisk medført at næringen har redusert utslippene av CO<sub>2</sub> med over 10 mill. tonn siden den ble innført i 1991. Dersom man ser på hva gjennomførte tiltak vil medføre av utslippsreduksjoner også ut levetiden for feltene offshore, vil man oppnå en reduksjon av CO<sub>2</sub>-utslippene på mer enn 50 mill. tonn.

Men hensikten med CO<sub>2</sub>-avgiften for oljebransjen er oppfylt. I dag er det få lønnsomme tiltak som ikke er gjennomført, og CO<sub>2</sub>-avgiften har dermed utspilt sin rolle som pådriver for ytterligere utslippsreduksjoner. CO<sub>2</sub>-avgiften er i dag er ren fiskal avgift som ikke gir bedre miljø, og er således ikke et godt og kostnadseffektivt virkemiddel for at Norge skal oppnå ambisjonen om å bli et lavutslippssamfunn innen 2050.

En reallokering av avgiftsmidlene til innovasjon, forskning og investering i CO<sub>2</sub>-reducerende tiltak vil være et langt bedre virkemiddel for å oppnå ambisjonen om lavutslippssamfunnet enn videreføring av avgiften. Dette vil bidra til utslippsreduksjoner i et langsiktig perspektiv, og vil samtidig kunne bidra til å øke verdiskapingen og gi flere arbeidsplasser.

OLF anser CO<sub>2</sub>-injeksjon som ett av flere tiltak som under gitte og spesielle forutsetninger kan bidra til å øke utvinningen på norsk sokkel. For oljeselskapene er det imidlertid i dag isolert sett ikke lønnsomt å bruke CO<sub>2</sub> som tiltak for å øke oljeutvinningen. OLF er derfor interessert i å se nærmere på Bellona og Gasstek sine initiativ de siste ukene, hvor de for første gang setter bruk av CO<sub>2</sub> for økt oljeutvinning i et industrielt perspektiv. Olje- og gassindustrien vil bruke tiden fremover til å sette seg inn i disse rapportene.

Man må se utover Norges grenser for å bekjempe klimautfordringene, og ikke bare utvikle et lavutslippssamfunn nasjonalt, men også internasjonalt. For å oppnå tilstrekkelige utslippsreduksjoner, vil et kvotehandelssystem kun være ett av flere virkemidler. I tillegg vil det være avgjørende at den norske FoU-innsatsen intensiveres for å utvikle miljøvennlige løsninger.

15. september 2005

### **Hele det norske samfunnet må bli miljøvennlig**

*Av Ane Hansdatter Kismul, leder i Natur og Ungdom*  
Klimaendringene er farlige. Været blir villere, varmere og våtere. Det gir oss orkaner i USA og ekstremvær på Vestlandet. Klimaendringene er urettferdige fordi verdens fattigste rammes aller hardest. I fjor sommer sto tre fjerdedeler av Bangladesh under vann. Klimaendringene er allerede i gang, og det blir verre hvis vi ikke gjør noe. Derfor må Norge ha en ambisiøs klimapolitikk.

Klimaproblemet er globalt, og det trengs en internasjonal innsats for å kutte utslippene og skaffe hjelp til dem som rammes. Samtidig er hvert enkelt klimagassutslipp et lokalt utslipp. For å kutte klimagassutslippene globalt, må hvert enkelt land ta sin del av ansvaret. For at Norge skal kunne følge opp våre forpliktelser, i dag og i fremtiden, må vi lage en plan for hvordan hele samfunnet skal kunne gå i en mer miljøvennlig retning. Hver enkelt bil, hver eneste oljefyr og hver eneste fabrikk er et lokalt utslipp som styres av reguleringer og krav - eller mangel på dette. Samtidig som vi lager internasjonale kvotesystemer, må arbeidet

for å kutte bort og skape alternativer til hvert enkelt av de lokale utslippene settes i gang.

Det er umulig å lage en god plan dersom man ikke har et klart mål å styre etter. Lavutslippsutvalgets oppgave er å se på løsninger som reduserer utslippene med 50-80 prosent. Natur og Ungdom mener at målet må være å halvere utslippene våre innen 2020, og redusere videre mot 80 prosent fram til 2050. Norge må raskt vise at vi tar vår del av klimaansvaret. Vi har et stort ansvar for klimaforurensingen på kloden, en viktig del av landets inntekter er uløselig knyttet til økt forurensing fra olje- og gassprodukter. Utslippene fra gjennomsnittsnordmannen øker raskere enn utslippene fra gjennomsnittsnordamerikaner.

Noen forsøker å gjøre klimadiskusjonen til en kvotediskusjon. Men en så snever tilnærming gir ikke miljøresultater - vi trenger mange typer tiltak. Enkelte beslutningstakere i dette landet vil nok undersøke den langsiktige kvoteprisen før de tar en viktig avgjørelse, men det gjelder ikke flertallet. Til tross for stadige oppslag om bensinpriser må prisendringene være enorme før det hindrer oss i å kjøre bil til butikken. Derfor må se på hvilke tiltak som mest effektivt vil kutte utslippene i hver enkelt sektor av samfunnet. Den dagen vi har valget mellom store kostnader i bomringen og få parkeringsplasser på den ene siden og moderne, effektiv kollektivtrafikk på den andre vil også utslippene reduseres i samferdselssektoren.

Samtidig må kvotesystemet brukes på den måten som gir mest resultater. Det må bli dyrere, ikke billigere, å forurense. Derfor er det ikke miljøvennlig å slippe hvem som helst inn i kvotesystemet. Oljeindustrien driver nå en intens kampanje for å få bli med. Det må de gjerne få lov til, men da må de samtidig beholde CO<sub>2</sub>-avgiften som de i dag betaler. Oljeindustrien argumenterer iherdig for at de skal slippe unna dagens avgift ved å betale en mye lavere kvotepris i stedet. Men det er ingen løsning å gjøre det billigere å forurense.

En framtidsrettet, moderne og nytenkende klimapolitikk vil ha positive konsekvenser langt utover de mill. tonn klimagasser vi vil redusere de norske utslippene med. Hvis vi i Norge virkelig setter i gang og kutter utslippene vil nye løsninger og teknologi som vi tar i bruk kunne eksporteres til andre land. Slik teknologi kan både bli en lønnsom handelsvare med andre rike land, og et viktig bidrag til fattigere land som i dag opplever sterk vekst i sine utslipp. Samtidig vil Norge kunne spille en unik og offensiv rolle i de internasjonale klimahandlingene, noe vi tidligere har vist at vi kan. Men hvis vi skal ha troverdighet når vi ber u-land og andre som i dag ikke har forpliktelser om å bli

med på nye avtaler, må vi vise at vi tar våre egne forpliktelser på alvor og at det er mulig å finne løsninger.

Vi har alle muligheter til å ta klimaproblemet på alvor. For å bruke disse mulighetene trengs politisk mot og vilje. Lavutslippsutvalgets oppgave må være å vise alle tiltakene vi kan sette i verk for å løse klimaproblemet.

27. september 2005

### **Bioenergi – lokale løsninger på globale klimaproblemer**

*Av Silje Schei Tveitdal, daglig leder i Norsk Bioenergiforening (NOBIO)*

Klimautfordringen er stor. Tiltak for å redusere utslippene av klimagasser i Norge og globalt fremstilles ofte som svært kostbare og avhengig av ny teknologiutvikling. Løsningene på klimaproblemet kan fremstilles enklere: Redusert bruk av olje og gass og økt bruk av fornybare energiresurser. Dette kan gjennomføres ved å ta i bruk velkjent teknologi for utnyttelse av bioenergi og andre fornybare energiresurser.

I Norge produseres det omlag 15 TWh bioenergi i året. I Sverige er produksjonen av bioenergi oppe i 110 TWh pr. år. Dette betyr ikke bare at Norge hittil har gjort en svært dårlig jobb i å utnytte sine bioenergiressurser, det betyr også at vi har store muligheter for å øke produksjonen. Den svenske regjeringen lanserte nettopp målet om at Sverige skal bli uavhengig av olje innen 2020. Dette skal skje ved å erstatte oljebruken med bioenergi og annen ny fornybar energi. I transportsektoren satser svenskene for fullt på biodrivstoff. Den samme utviklingen er mulig i Norge. Resultatet kan bli en ny stor energibransje som sysselsetter flere 1000 mennesker over hele landet.

#### *Biovarme kan erstatte olje til oppvarming*

I Norge skyldes ca 8 prosent av de totale klimagassutslippene oppvarming med fossile brensler (1999-tall). Vi har både moderne teknologi og tilstrekkelig nye fornybare energiresurser tilgjengelig til å konvertere denne fossile oppvarmingen til oppvarming basert på ny fornybar varme. Dette vil kunne gi store reduksjoner i de norske utslippene av klimagasser.

Norsk Bioenergiforening har nettopp gjennomført en stor studie av mulighetene for fornybar varme på Østlandet. Hovedkonklusjonen i rapporten er at det er mulig å introdusere 10 TWh fornybar varme på Østlandet til en gjennomsnittlig forbedring av rammevilkårene på 12 øre/kWh.



Konvertering fra olje til bioenergi kan gjennomføres innen alle sektorer. Fra pelletskjeler i eneboliger til større varmesentraler. I våre naboland etableres nå storskala kraftvarmeproduksjon basert på bioenergi.

De viktigste virkemidlene for å sikre overgang fra fossil til fornybar oppvarming er:

- grønne sertifikater for varme eller tilskudd til bioenergi tilsvarende sertifikatprisen
- vrakpant på oljekjeler
- CO<sub>2</sub>-avgift på naturgass

Den pågående introduksjonen av fossil gass til oppvarming fremstår som en stor barriere for økt bruk av bioenergi og annen ny fornybar oppvarming. Samtidig bygges det opp en infrastruktur for distribusjon av naturgass som vi vil være bundet til i tiår fremover. Denne infrastrukturen er i motsetning til et fleksibelt fjernvarmesystem kun basert på fossil energi. Fossilgassen utgjør dermed et dobbeltproblem: Den fortrenger CO<sub>2</sub>-nøytral energi og binder oss til langsiktig bruk av fossil energi.

#### *Biodrivstoff erstatter bensin og diesel*

Biodrivstoff er et klimanøytralt og et fornybart alternativ som innblandet i vanlig drivstoff kan benyttes direkte i diesel- og bensinmotorer. Innfasing av biodrivstoff er derfor en effektiv metode for å redusere CO<sub>2</sub>-utslippene i trafikkssektoren uten at det er nødvendig å foreta investeringer i ny motorteknologi. Innblandet i bensin og diesel vil det kun kreves moderate tilpasninger på distribusjonssiden. Disse forholdene gjør biodrivstoff til det klimatiltaket som pr. i dag kan gi raskest gevinst på utslippsiden i transportsektoren.

EU vedtok 8. mai 2003 et direktiv om at 2 prosent av fossilt drivstoff skulle erstattes av biodrivstoff i 2005. Mengden skal økes til 5,75 prosent i 2010. Videre vedtok EU et eget direktiv om beskatning og avgifter på biodrivstoff (oktober 2003). Taxation-direktivet gir landene anledning til å fjerne avgift på biodrivstoff. Norge har ingen avgift på biodiesel, og har til nå ikke implementert direktivet. Biodrivstoff er i dag 1-2 kr. billigere pr. liter enn mineraloljebasert drivstoff som må betale avgift.

Transportsektoren står for 25 prosent av CO<sub>2</sub>-utslippene i Norge. Bruk av biodrivstoff gir store ressurs- og miljømessige fordeler. For hver 50 mill. liter biodrivstoff Norge introduserer vil utslipp i transportsektoren reduseres med 1 prosent det vil si ca 140 tusen tonn redusert CO<sub>2</sub>-utslipp. Ved en 5 prosent innblanding av biodrivstoff betyr dette en

reduksjon av CO<sub>2</sub>-utslippene med ca 560 tusen tonn CO<sub>2</sub> pr. år.

Alle biologiske avfallsfraksjoner kan utnyttes til produksjon av biodrivstoff. For eksempel kan biodrivstoff produseres av destruksjonsfett, slakteriavfall, eller brukt stekefett. Bioetanol kan produseres av treavfall og papiravfall. Biogass produseres fra kloakkslam og våtorganisk avfall. Biodrivstoff løser dermed også avfallsproblemer, og kan gjøre matproduksjon renere ved at avfall som i dag blandes i dyrefôr i stedet blir biodrivstoff.

Viktigste virkemidler:

- Norge må implementere EUs biodrivstoffdirektiv.
- Avgiftsfritaket må videreføres for alt biodrivstoff.

7. oktober 2005

#### **Si nei til nye utslippkilder**

*Av Einar Håndlykken, daglig leder i ZERO*

Den mest effektive måten å unngå klimaendringer på, er om vi fra nå av ser at alle nye kjøretøy, industrianlegg og kraftverk måtte bygges med forurensningsfrie løsninger.

Alle kjøretøy, energi- og industrianlegg og andre forurensingskilder har begrenset levetid rent teknisk. Derfor vil de aller fleste av dagens kraftverk og industrianlegg uansett legges ned i løpet av de nærmeste årene. Dagens biler vil bli vraket. Spørsmålet er hva de erstattes med? Framtidens forurensingskilder er ennå ikke bygget. Prognosene som sier at verdens klimautslipp vil fortsette å vokse, baserer seg på at vi erstatter dagens anlegg med nye som forurenser. Dette gir oss en mulighet og et valg: Dersom alle nye kjøretøy og energi- og industrianlegg fra nå tar i bruk utslippsfri teknologi, vil utslippene gradvis reduseres til null etter hvert som de gamle forurensende anleggene stenges av rent tekniske årsaker. Vi i ZERO mener derfor at det aller viktigste er å sørge for at nye kjøretøy og energi- og industrianlegg baseres på ikke-forurensende alternativer. Det viktigste tiltaket mot klimaendringer vil være at vi slutter å bygge ut ny forurensende teknologi.

Derfor har vi i ZERO valgt å fokusere arbeidet vårt på å jobbe for de utslippsfrie løsningene, istedenfor å motarbeide de forurensende. Det betyr ikke at vi ikke er motstandere av fortsatt satsing på for eksempel oljeutvinning i sårbare områder, eller fossil energi uten rensing til kraftproduksjon - i ZERO er vi mot all forurensing. Men vi tror at vi bidrar bedre til å redusere utslippene gjennom å jobbe for det vi er for snarere enn mot det vi er mot.

Å være mot all forurensing, betyr overhodet ikke at vi ønsker verden tilbake til steinalderen. For i ZERO har vi vist, og vil fortsette å vise, at alle energi- og transporttjenester kan dekkes uten utslipp. Dette kan oppnås gjennom satsing på energiproduksjon basert på fornybar energi og fossil energi med CO<sub>2</sub>-rensing og bruk av ikke-forurensende energibærere og drivstoff som elektrisitet, hydrogen, bioenergi og vann.

I Norge burde vi i utgangspunktet ikke behøve å ha klimautslipp. For å få utslippene våre ned på et bærekraftig og rettferdig nivå, bør de i hvert fall reduseres med 90 prosent. ZEROs utgangspunkt er tall fra FNs klimapanel om at de globale utslippene av klimagasser må reduseres med opptil 80 prosent for å stabilisere innholdet av CO<sub>2</sub> i atmosfæren. Atmosfæren eies ikke av noen, men behøves av alle. Det er derfor ikke rettferdig at vi i de rike landene får slippe ut mer CO<sub>2</sub> enn resten av verden. Med utgangspunkt i et prinsipp om lik rett til utslipp av CO<sub>2</sub> for alle mennesker på kloden, og at utslippene bør reduseres med 80 prosent globalt, kommer man til at det akseptable utslippet av CO<sub>2</sub> pr. person på kloden er 1,1 tonn årlig. Det norske CO<sub>2</sub>-utslippet pr. person var i 2000 på 11,1 tonn. For at nordmenn ikke skal slippe ut mer CO<sub>2</sub> enn hva alle andre mennesker på kloden skal kunne gjøre, må vi altså kutte utslippene våre med 90 prosent.

#### *Er dette mulig?*

I Norge skyldes ca 8 prosent av de totale klimagassutslippene oppvarming med fossile brenslers. Trenger vi å bruke olje for å varme opp hus og næringsbygg til et par og tyve grader? Selvfølgelig ikke. Vi har bare manglet politikere som har hatt et sterkt nok ønske om å gjøre noe med det.

Om lag 20 prosent av klimautslippene våre er knyttet til vegtrafikken. Satsing på kollektivtrafikk, arealplanlegging, tilrettelegging for sykkel og så videre blir åpenbart viktig. Men om vi skal oppnå en utslippsreduksjon i transportsektoren på type 90 prosent, må vi bytte ut dagens fossile bensin og diesel med klimanøytrale, og aller helst helt utslippsfrie alternativer. I ZERO mener vi dette kan oppnås gjennom en bred satsing på biodrivstoff, elbiler og hydrogenbiler. Det vi vet er at satsing på litt bedre teknologi enn dagens, ikke vil være godt nok. Det bør absolutt bli mer attraktivt å bruke biler som forurenses mindre, men vi vet også at dette er en strategi som aldri vil føre fram. Hybridbiler og andre tiltak for redusert energiforbruk i hver enkelt bil, vil bli spist opp av veksten i antall biler, kjørte kilometer og økt størrelse på bilene.

Selv om hele verden skulle kjøre hybrid, vil utslippene fra transportsektoren sannsynligvis fortsette å vokse!

Det vi trenger er økt satsing på utvikling av batteribiler, statlig støtte til utbygging av hydrogenfyllestasjoner og et pålegg til alle som selger drivstoff om at de må selge en viss andel utslippsfrie eller klimanøytrale drivstoff. Det siste foreslo Torild Skogsholm og Knut Arild Hareide rett før de gikk av. Nå er det bare å håpe at de rød-grønne får det gjennomført!

På norsk sokkel står det i dag om lag 130 gass-turbiner og forurenses med en virkningsgrad langt lavere enn kullkraft. Til tross for motstanden mot gasskraftverk på fastlandet, får gasskraftverkene offshore stå i fred. Men gasskraft blir vel ikke bedre selv om det er vann rundt?! Ved å dekke energibehovet offshore gjennom kraft fra land, vil store utslippsreduksjoner kunne oppnås. BP har nylig besluttet å elektrifisere Valhall-plattformen, et tiltak som alene reduserer de norske klimautslippene med 300 000 tonn, omlag like mye som utslippet fra 100 000 norske biler!

Nøkkelen vil være økt utslippsfri energiproduksjon. I lengden hjelper det lite med satsing på elektrifisering, hydrogen og elbiler, hvis energien blir produsert på en forurensende måte. Helt avgjørende er det derfor at vi kraftig øker den utslippsfrie energiproduksjonen vår. Norges totale energiforbruk var i 2002 på 314,6 TWh. Av dette var 177 TWh fossil energi.

For å oppnå en utslippsreduksjon på 90 prosent, må bruken av fossil energi i Norge reduseres med 159 TWh, til 18 TWh. Det store spørsmålet blir; hvordan skal vi klare dette i løpet av så kort tid som mulig? Det som er helt sikkert er at dette krever en storstilt satsing på nye fornybare energikilder og energieffektivisering. Men vil dette være nok?

ZERO er tilhenger av kraftig satsing på nye fornybare energikilder og energieffektivisering, og har foreslått flere tiltak som vil bidra til dette. Et svært høyt anslag over potensialet for fornybar energi og energieffektivisering er på totalt 116 TWh. Det må understrekes at realisering av dette krever en svært, svært offensiv satsing. Men for å klare å redusere de norske klimagassutslippene til et økologisk forsvarlig nivå, må det altså likevel gjennomføres ytterligere tiltak. Dette er en av hovedårsakene til at ZERO mener at løsninger med CO<sub>2</sub>-deponering er en sentral del av de nødvendige tiltakene i arbeidet mot klimaendringer. Behovet for CO<sub>2</sub>-håndteringsløsninger blir enda tydeligere hvis en ser på energisituasjonen i land med mindre fornybare energiresurser enn Norge.

I tillegg vil teknologi for fangst og deponering av CO<sub>2</sub> kunne brukes på eksisterende industri. En stor andel av de globale CO<sub>2</sub>-utslippene kommer fra store punktutslipp fra kraftverk eller industri. Ca 1/3 av de globale utslippene av CO<sub>2</sub> kommer fra 10.000 store punktutslippsskilder. I Norge står de 20 største utslippsskildene for drøyt 15 prosent av CO<sub>2</sub>-utslippene. Med CO<sub>2</sub>-fangstteknologi vil store deler av disse utslippene kunne deponeres. I tillegg kan ny industriproduksjon bygges med CO<sub>2</sub>-rensing.

En gjennomgang av de ulike utslippsskildene vil vise at det er svært få – om noen – områder hvor det er nødvendig med utslipp av fossil CO<sub>2</sub>. Sett i lys av dette burde lavutslippsutvalget vurdere hvilket utgangspunkt for arbeidet sitt som er det rette. Er det sikkert at det mest fornuftige er å starte med å vurdere hvor vi skal kutte utslippene hen? I ZERO mener vi at utvalget bør vurdere å snu på problemstillingen og stille spørsmålet; hvor trenger vi å ha fossile CO<sub>2</sub>-utslipp i framtiden? Vårt svar er null.

24. oktober 2005

### **Norge kan bringe CO<sub>2</sub>-rensing fra visjon til virkelighet**

*Av Steinar Bysveen, administrerende direktør i Energibedriftenes landsforening (EBL)*

Bak dagens klimadiskusjon ligger to parallelle megatrender: Verdens trenger både mer energi og et bedre miljø. Behovet for energi er sterkt stigende, og aller mest i den tredje verden, samtidig som klimaproblemene blir stadig mer presserende.

Det nærliggende svaret (som ligger innbakt i begrepet «lavutslippssamfunn») er en gradvis overgang fra CO<sub>2</sub>-intensive til fornybare energiformer. Samtidig finnes løfterike planer om forsvarlig håndtering av CO<sub>2</sub> fra fossile kilder, som tross alt vil dominere energibildet også i kommende tiår.

Hensikten med Kyoto var å redusere utslippene av CO<sub>2</sub> for å forhindre en fremtidig klimakrise på jorda. For å oppnå det har man i EU lagt opp til virkemidler som gjør det mer lønnsomt å produsere og investere i ren kraft, og mindre lønnsomt å produsere kraft fra fossile brensler.

Når strømmen blir brukt spiller det ingen rolle hva den er laget av. Vannkraft og kullkraft har nøyaktig de samme anvendelsesområdene – belysning, oppvarming osv. Derfor omsettes all kraft i ett marked, med én pris, fornybar eller ei. Så når produksjonskostnadene, og dermed prisen, stiger på kullkraft som følge av CO<sub>2</sub>-kvoter, stiger prisen

også på annen kraft som vannkraft og vindkraft. Resultatet er økte incentiver for investeringer i ren kraft, slik meningen hele tiden var. At dette så i neste omgang skaper en ekstragevinst for produsenter av ren kraft, er en logisk konsekvens av virkemidlene som anvendes i oppfølgingen av Kyoto.

Kyoto-avtalen har gjort norsk vannkraft enda mer verdifull fordi den ikke skader klimaet på jorda. Om dette i neste omgang fører til fornyet interesse for vannkraft, avhenger av politiske vedtak. I henhold til Kyoto-logikken, burde økt lønnsomhet føre til økt utbygging av all fornybar energi, deriblant vannkraft. Så dersom vi får et oppsving i produksjon av fornybar energi, på bekostning av ikke-fornybar energi, vil Kyoto-hensikten være oppnådd.

Men: Et raskt blikk på miksen av verdensproduksjonen av energi, forteller oss at utfordringene i vår nære fremtid ikke kan løses bare med fornybar energi – til det er dimensjonene for store. De neste 30 årene vil verdens energiforbruk øke 60 prosent, og fossile energikilder vil forbli domnante i hele tidsrommet.

Derfor er de hjemlige forsøk som gjøres for å etablere en verdikjede for CO<sub>2</sub> viktig. Utfordringene for å realisere et slikt prosjekt dreier seg om mye mer enn utvikling av renseteknologi. Det dreier seg om valg av transportløsning og utfordringer knyttet til injeksjon i et egnet oljefelt. Det totale investeringsomfanget er på linje med Lillehammer-OL, Gardermoen-utbyggingen eller et middels stort oljefelt i Nordsjøen. Kompleksitet og de teknisk-økonomiske utfordringene er kanskje større enn for de andre prosjektene. Og det må håndteres deretter.

Det er bare staten som har et ansvar for å få alle brikkene på plass. Regjeringen bør derfor gjøre en gjennomførbarhetsstudie av hele prosjektet – fra rensing til transport og injeksjon. En slik studie vil ha som mål å systematisere og identifisere samarbeidspartnere, teknologiske utfordringer, investeringsrammer, økonomi, videre organisering, og å etablere realistiske planer og tidsrammer for å kunne gjennomføre et konkret rensings- og injeksjonsprosjekt. Resultatene fra en slik gjennomførbarhetsstudie vil kunne danne grunnlag for en beslutning om eventuelt å gå videre med tanke på bygging.

Norge har som få andre land erfaring fra å håndtere store og komplekse prosjekter. Ved å ta i bruk denne kunnskapen og metodikken kan vi klare å bringe CO<sub>2</sub>-rensing og -injeksjon fra visjon til virkelighet.

14. desember 2005

## Fjernvarme som klimatiltak

Av Heidi Juhler, daglig leder i Norsk Fjernvarme

Kraftbransjen og politikere leter etter nye kraftprosjekter, samtidig som Norge har store varmeresurser som ikke utnyttes. Disse kan bidra til en bedre energibalanse og samtidig redusere CO<sub>2</sub>-utslipp. En utbygging av fjernvarme i Norge til 6,5 TWh i 2015, kan gi en kostnadsbesparelse på nær 400 mill. NOK pr. år i det nordiske energisystemet (Norsk Energi 2005, Profu 2005).

Diagrammet viser en sammenligning av 4 alternative kombinasjoner av energitilførsel ved en forventet økning i elforbruk på 6 TWh. Fjernvarme representerer den mest miljøvennlige energiforsyningen, og registrert utslipp (søyle 3) skyldes bruk av gass og el i fjernvarme. Importert fossil kraft gir størst utslipp, med utbygging av gasskraftverk og innenlands bruk av gass til individuell oppvarming på 2. og 3. plass (Profu-Gøteborg 2005).

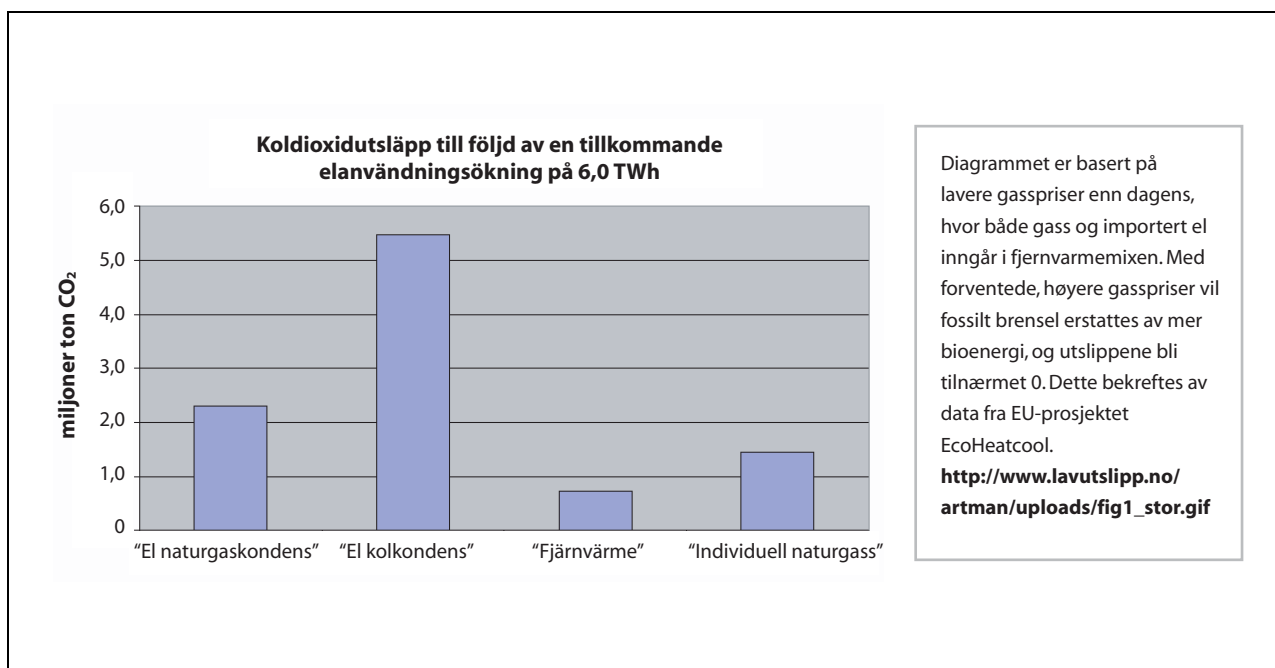
I Danmark, Sverige og Finland har fjernvarmen over 50 prosent av oppvarmingsmarkedet, i Norge 2,5 prosent. Den vesentligste barrieren for økt bruk av vannbåren varme er mangel på infrastruktur for distribusjon av annet enn elvarme i og utenfor bygg.

*Forslag til nye energipolitiske grep for utbygging av 4 TWh ny fjernvarme:*

- Forsert utbygging av infrastruktur: Kostnad 2 kr/kWh, statlig bidrag på 30 prosent gir årlig

bevilgning på 240 mill. kr. pr. år. Med levetid på 30 år for rønett, vil ordningen koste 2 øre/kWh.

- Konverteringsstøtte til kommunale, fylkeskommunale og statlige bygg, opptil 30 prosent av kostnadene, for ombygging fra elvarme til vannbåren varme og ombygning fra oljekjel til bioenergikjel eller varmepumpe (300 mill. kr).
- CO<sub>2</sub>-avgift på direktebruk av naturgass: Bruk av gass i anlegg mindre enn 20 MW er pr. dato avgiftsfri, men gir dobbelt så store klimautslipp som fjernvarme. Bruk gassen til industrivirksomhet og la fornybar energi forsyne oppvarmingsmarkedet.
- Sertifikatmarkedet må også omfatte varme basert på fornybar energi. Dette vil sikre fornybar varmeproduksjon likeverdige vilkår i forhold til fornybar elproduksjon.
- Påbud om fleksible oppvarmingsordninger i alle nybygg og ved rehabilitering av bygg over 500 kvm – dette må inn i forskriften til ny plan og bygningslov. Vilkår for tilknytningsplikt for fjernvarme må forsterkes. Innfør bruk av «Primary Energy Factor» hvor energikildens CO<sub>2</sub>-vennlighet skal brukes som en parameter ved beregning av bygningers tillatte energibehov.
- Stopp eksport av søppel til Sverige ved å bedre incentiver for energiutnyttelse av avfall. Eksporten tilsvarer 1 trailerlass i timen døgnet rundt, året rundt.



Figur 4.1 Sammenligning av fire alternative kombinasjoner av energitilførsel ved en forventet økning i elforbruk på 6 TWh.

- Begrens ordningen med uprioritert nettleie til elkjeler. Dette øker både olje- og elforbruk på bekostning av fjernvarme og bioenergi.

Regjeringserklæringen har allerede tatt opp flere av forslagene – men det gjenstår å vise at Norge kan bli et foregangsland i miljøpolitikken.

3. januar 2006

### **Kyoto-målene krever sterk lokal og regional innsats**

*Av Stig Hvoslef, rådgiver i Akershus fylkeskommune - Regional utvikling*

Sett i forhold til Kyoto-målet har Norge etter 1997 hatt en alt for svak satsing på utslippsreduksjoner. For å oppfylle målet kreves nå en massiv innsats både sentralt, regionalt og ikke minst lokalt. I et spleiselag mellom alle sektorer i samfunnet, bør opprettelsen av regionale klimatiltaksfond bli et viktig virkemiddel.

Vi er inne i et globalt klimaskifte, og de fleste forskere mener mennesket med sitt forbruk av fossile energibærere gir et vesentlig bidrag til de pågående endringene. Kyoto-protokollen gir Norge i 2008-2012 rett til å slippe ut 1 prosent mer klimagass enn i 1991. Siden protokollen ble underskrevet har utviklingen galoppert i gal retning. Med fortsettelse av dagens trend vil utslippene i Osloregionen i 2010 ligge om lag 25 prosent høyere enn Kyoto-målet. Utviklingen skjer til tross for innføring av CO<sub>2</sub>-avgifter og satsingen på energiomlegging gjennom Enova.

Samtidig er alle klar over at Kyoto-protokollen er et tilstrekkelig virkemiddel for å dempe klimagassutslippene. Regjeringen ønsker følgelig en vurdering av langsiktige reduksjoner i størrelsesorden 50-80 prosent. Kyoto-avtalen er dessuten til dels dysfunksjonell. Den bidrar f.eks. til ødeleggelse av gigantiske regnskogsområder (på Borneo), der drivkraften er ønsket om å profitere på et framtidig internasjonalt marked for biodrivstoff. Et slikt marked ventes å bli en realitet som følge av EUs innsats for innfasing av 5,7 prosent biodrivstoff innen 2010. Regnskogen erstattes med oljepalmer som egner seg for drivstoffproduksjon. Plantasjene binder langt mindre CO<sub>2</sub> enn regnskog. I tillegg til nettoutslippet av klimagasser, fører dette til enorme lidelser for mennesker og dyr, og til uerstattelige tap av genetiske ressurser.

Norge har signalisert behovet for en klar skjerping av kravene i den nye avtalen som skal avløse Kyoto-protokollen. Det betyr at de norske klimagassutslippene må reduseres betydelig etter at

Kyoto-målene er nådd. Vi må med andre ord oppnå en varig endring av vår energibruk.

Endringene i atmosfæren er globale, men hvert utslipp som forsterker drivhuseffekten, er lokalt og må håndteres gjennom lokale reguleringer og tiltak. Det er akutt behov for:

- Et lovverk som gir lokale myndigheter hjemmel for å gjennomføre de nødvendige tiltak;
- Ekspertise som gir lokalforvaltningen gode råd om relevante og effektive tiltak, og som kan bidra til å koordinere innsatsen; og
- Statlige ressurser som kan bidra til å utløse en tilstrekkelig stor regional innsats for å redusere bruken av fossile energibærere.

På alle disse områdene er det i dag et stort forbedringspotensial.

### *Klimaplan i Osloregionen*

Regjeringen oppfordret i sin tid kommuner og fylkeskommuner til å lage lokale/regionale klimahandlingsplaner (men har aldri stilt krav). I Osloregionen har fylkeskommunene i Akershus og Buskerud, og Oslo kommune gått sammen om en klima- og energistrategi og en tiltakspakke for å nå Kyoto-målet i denne regionen. Dette skal skje uten økt el-forbruk; dermed unngår vi de miljøkostnadene import av el ville medføre. Samarbeidet har pågått siden 1999, er godt politisk forankret, og er nå (fra høsten 2005) i gjennomføringsfasen.

Osloregionen med sine 1,2 mill. innbyggere bidro i 2003 for utslipp av ca 5,25 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, hvorav transportsektoren stod for ca 3,1 mill. tonn, oppvarming for ca 1,25 mill. tonn, avfallssektoren for ca 0,4 mill. tonn og landbrukssektoren for ca 0,5 mill. tonn. De siste framskrivningene viser et totalutslipp på mer enn 6,3 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2012. De planlagte tiltakene rettet mot stasjonære kilder, avfalls- og transportsektoren vil bidra med en utslippsreduksjon på hhv. 10 prosent, 6 prosent og 12 prosent. Dette vil til sammen redusere utslippene med mer enn 1,5 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter sett i forhold til forventet utslipp i 2010 uten nye tiltak.

### *Regionale tiltak*

De mest virkningsfulle tiltakene i handlingspakken vil for stasjonær energi være forsert fjernvarmeutbygging (hvor Osloregionen har spesielt gode forutsetninger), enøk og konvertering til biokjeler/vannbåren varme i eksisterende bygg, og strengere energirammer for nybygg, bl.a. tilknytnings-

plikt til fjernvarme i konsesjonsområdene. Potensialet er stort: Nye beregninger viser f.eks. at konverteringspotensialet for næringsbygg på Østlandet fram til 2016 er på hele 9,5 TWh. Samlet er det beregnet at pakken vil gi utslippsreduksjoner knyttet til oppvarming på nesten 600.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter årlig.

For transportsektoren vektlegges arbeidet med samordnet areal- og transportplanlegging hvor økt kollektivbruk og tilrettelegging for innfartsparkering står sentralt, dessuten økokjøring og mobilitetsplanlegging, vridning til mindre kjøretøyer, effektivisering av godstransport, stimulans til miljøvennlig teknologiutvikling, og innfasing av biodrivstoff. Effekten av disse tiltakene antas å gi en utslippsreduksjon på minimum 700.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter årlig.

Aktuelle avfallstiltak vil være økt uttak av deponigass og begrensnig av lekkasjer, dessuten bedre kildesortering, økt forbrenningskapasitet og bedre håndtering av våtorganisk avfall. Dette handler om bedre ressursutnyttelse. Også her er det et stort potensial. I 2000 utgjorde f.eks. metanutslipp fra deponiene 780.000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, og økt forbrenningskapasitet og andre tiltak antas å kunne gi en CO<sub>2</sub>-gevinst på noe under 300.000 tonn årlig.

#### Nødvendige virkemidler og finansiering

*Klimatiltaksfond.* Får å få gjennomført de nødvendige tiltakene må vi engasjere alle deler av samfunnet i et stort spleiselag. Fra staten trenger vi bidrag til et klimatiltaksfond for Osloregionen. Dette må være innrettet mot alle deler av samfunnet, og må gi incentiver til å utløse investeringer i privat og offentlig virksomhet, og i husholdninger. En modell som benytter regionale fond som verktøy, bør:

- Primært være rettet mot klimatiltak, og ikke kun mot energibruk (jf Enova);
- Ha en regional innretting, ettersom de ulike regionene har ulike utfordringer;
- Ha en regional forankring, slik at fondene styres av dem som vet hvor skoen trykker; og
- Rettes mot hele samfunnet (ikke bare mot større prosjekter slik Enova gjør i dag).

Dersom Enova skulle administrere slike regionale klimatiltaksfond, ville det kreve omfattende endringer av Enovas innretting, organisering og rammer. Dagens Enova er ikke et hensiktsmessig verktøy for å nå våre mål.

De årlige investeringene vil måtte bli store. Ifølge Norsk Fjernvarme vil f.eks. en forsert utbyg-

ging av infrastruktur for fjernvarme ha et årlig nasjonalt investeringsbehov på rundt 800 mill. kr. Med en firedel av befolkningen, kan de årlige merkostnadene grovt anslås til 2-400 mill. kr. i Osloregionen. På samme måte kan den årlige kostnaden for Enøk og energiomlegging i offentlige bygg anslås til minimum 250 mill. kr. (av et nasjonalt investeringsbehov på ca 1 mrd kr.).

Det regionale klimatiltaksfondet skal gi incentiver slik at aktørene i privat og offentlig sektor kommer over «investeringsterskelen». Investeringsviligheten er ulik for forskjellige sektorer. Erfaringer viser at private husholdninger f.eks. ofte har større investeringsvilje enn offentlig og privat virksomhet. *For Osloregionen har vi vurdert behovet for incentivmidler til 200-300 mill. kr. årlig.*

*Legale virkemidler.* I dag har kommunene få muligheter til å styre bruken av energi til oppvarming. Dette er en hemsko for lokal klimainnsats i Osloregionen. Alt for mange byggefelt får energiløsende el-oppvarming som eneste alternativ. Dette er også et nasjonalt problem: I dag har 50 prosent av nybygde boliger utelukkende el-oppvarming; tilsvarende tall for næringsbygg er 25 prosent. Den pågående revisjonen av plan- og bygningsloven gir muligheter for å rette på dette. KRD har for tiden teknisk forskrift til revisjon. Her bør kommunene hjemles rett til å pålegge utbygger bruk av miljøvennlige alternativer.

Vannbåren varme er en forutsetning for alle miljøvennlige alternativer til el. Derfor må den nye forskriften inneholde krav om fleksible varmesystemer. Dessuten bør den styrke tilknytningsplikten til fjernvarme.

NVE har nylig i forskrifts form satt ned nettleien på uprioritert el som kan kuttes uten forutgående varsel. Denne ordningen slår beina under alle alternativer til kombinasjonen olje/el, og fører nå til økende investeringer i nye oljekjeler som automatisk kan koples inn når el-kjelen mister strøm. På denne måten initierer staten en ny barriere for utbygging av fjernvarme og CO<sub>2</sub>-nøytral oppvarming, og samtidig sementeres bruken av et uønsket oppvarmingssystem for lang tid. Dette er et grelt eksempel på gal bruk av statlige virkemidler. Et annet er dagens unntak av CO<sub>2</sub>-avgift for gass til oppvarming. *Dette kan bli et av de største hindre for utbygging av CO<sub>2</sub>-frie og CO<sub>2</sub>-nøytrale oppvarmings-systemer på Østlandet.*

*Tilgjengelig ekspertise.* For å gjennomføre koordinerte tiltak, vil det ofte være behov for å styrke den lokale ekspertisen. Det er derfor viktig at staten avsetter ressurser til å bygge opp slik ekspertise. I mange tilfeller vil den mest effektive bruken av slike ressurser være som fellesressurser i regi-

onråd og fylkeskommuner. Det er gledelig at regjeringen nå har satt i gang en prosess som trekker i denne retningen.

7. februar 2006

### **Lavutslippssamfunn – hva kan vi bidra med på bolig- og byggesektoren?**

*Av Martin Mæland, konsernsjef i OBOS*

Våre miljøutfordringer omfatter en rekke områder - energiløsninger, avfallshåndtering, materialbruk, osv. Når det gjelder å redusere utslipp av klimagasser er det liten tvil om at energiforsyning og energibruk er mest sentralt. Derfor har OBOS gjennom en årrekke drevet en økrådgivning overfor boligselskap, pilotprosjekter for å finne frem til miljøeffektive energiløsninger, og en rekke andre tiltak. De siste årene er arbeidet organisert gjennom energiprogram, i samarbeid med Enova. Mine utvalgte råd til Lavutslippsutvalget er basert på erfaringer fra dette arbeidet.

#### *Skape marked for miljøeffektive boliger og andre bygg*

Selv om det er gjennomført enøk-tiltak i store deler av den eksisterende bolig- og bygningsmassen og ny bebyggelse får stadig mer effektive energiløsninger, øker energibruken. Skal vi lykkes med å få resultater som teller må det etableres marked for miljøeffektive løsninger, slik at boligsøkere legger vekt på boligens energiegenskaper og boligselskapene vil investere i fagmessig energiforvaltning. Det varslede krav til energimerking/energisertifikat ved boligomsetning, kan bli et effektivt virkemiddel for å gi energibruk økt prioritet. Forutsetningen er at det iverksettes ordninger som gjelder alle boliger, og som følges opp i praksis. OBOS har utviklet et opplegg for energiregnskap for boligselskap, som gir oversikt over felles- og individuelt energiforbruk. Hvis dette følges opp med installasjon av (pålitelige) målere for ulike deler av energibruken og en profesjonell energiforvaltning, vil det gi merkbare resultater. Som illustrasjon kan nevnes at den bygningsmassen OBOS har forvaltningsansvar for - og/eller eierskap til - på ca. 10 mill. kvm bygningsmasse, har et samlet energiforbruk på 2 – 3 TWh, og beregnet potensial for effektivisering på 10 – 15 prosent, det vil si 200 – 300 GWh.

#### *Sørge for rammebetingelser som tilrettelegger for miljøvennlige energiløsninger*

Det er ingen klar prioritering av energieffektive løsninger i forhold til de mange andre kvalitetskrav og hensyn som pålegges av myndighetene,

ved utbygging og fornyelse av boliger og andre bygg. For eksempel pålegges tilknytning til fjernvarmenettet i Vikens og andre fjernvarmeselskaps konsesjonsområder, uansett om dette er den miljømessig beste løsningen. I realiteten kan slik tilknytningsplikt blokkere for løsninger som både er rimeligere og mer energieffektive - som lavenergiboliger, lokale vannbårne varmeanlegg og bruk av alternative energikilder. Et eksempel kan illustrere denne problemstillingen: I et lite småhusfelt har vi oppnådd (vårt eneste) fritak fra tilknytningsplikten til fjernvarme, fordi Vikens etableringskostnader ble for høye. Det ga mulighet for å investere i lavenergiløsninger for tilsvarende beløp som fjernvarmetilknytningen ville koste; omkring 70.000 kr./leilighet. Beboerne får på den måten boliger som er langt mindre energikrevende, og derfor rimeligere i drift. Miljøregnskapet for boligene er også bedre enn tilsvarende for fjernvarmetilknytning, som langt fra er så miljøvennlig som det gis inntrykk av. Hvis det skal oppnås resultater som monner på energiområdet må regelverk, og praktiseringen av dette, være konsekvent og målrettet i forhold til lav og miljøvennlig energibruk.

#### *Etablere målrettede støtteordninger og effektiv risikosikring*

På bolig- og byggesektoren er det de mange små tiltakene, som til sammen kan føre til reduserte klimautslipp. Derfor vil målrettede støtteordninger - for eksempel til etablering av energiregnskap, installasjon av energimålere og profesjonell energiforvaltning - være effektive tiltak. Den vanlige praksis med inntil 50 prosent støtte, kombinert med gjennomførings- og dokumentasjonskrav, er en grei regel. Hvis ny teknologi skal tas i bruk, av OBOS og andre utbyggere, vil det være behov for ordninger for risikosikring. Å implementere nye løsninger er forbundet med risiko, som ikke kan belastes boligkjøpere og beboere. Her vil det ikke bare være snakk om tilskudd, men om full inndekning av kostnader ved skade og/eller funksjonsfeil. Denne posten må ikke utelates hvis det satses på teknologiutvikling som er ment å gi resultater på rimelig sikt.

24. februar 2006

#### **Fokuser på det positive**

*Av Christian Grorud, Weightless Values AS / Vista Analyse AS*

Hvis man vil slutte å røyke, er det godt og motive- rende å rette oppmerksomheten mot *fordelene* ved

å unnvære røyken. I en vanskelig overgangsperiode er det neppe vanskelig å kjenne på ulempene: savnet, fraværet av rutiner som fungerer osv, men det skaper ekstra smerte – og virker ikke motive-rende. Desto viktigere er det å kjenne på hva som er godt ved å være uten røyk.

Da jeg var barn minnet foreldregenerasjonen meg stadig om at menneskets tilpasningsevne er stor, så hvis vi skulle komme til å tømme noen lagerressurser eller forurense noen leveområder, så ville vi nok klare oss likevel. Det kan være noe i det, men tilpasningsevnen kan også hjelpe oss til å finne glede i endringsprosesser som gjør det mulig å *unngå* utarming av ressurser og miljø – og overlate flere valgmuligheter til våre barnebarn.

Lavutslippsutvalget skal ha et hovedfokus på mulighetene i å utvikle og ta i bruk ny teknologi. Det er en morsom oppgave. Ikke fullt så morsomt, men like viktig - er det å bidra til balanserte forventninger. Hvis befolkningen forventer at ny teknologi vil løse alle problemer, vil det bli vanskelig å ta ut de gevinster som ligger i atferdsendringer – og helt malplassert å drive motivasjonsarbeid for at de skal finne sted.

Det er gode grunner til å tro at vi kan oppnå lave utslipp både gjennom strukturelle endringer og aktivitetsreduksjoner – samt ved forbedret teknologi, som gir lavere utslippskoeffisienter.

Og, for å avslutte der jeg begynte: Vi må rette oppmerksomhet mot det som er bra. Det er ikke så rent lite som vil være bra i de endringsprosessene vi står overfor. På et trivielt og dagligdags nivå vil et transportsystem som forurenser mindre gjøre det mer attraktivt å gå og sykle til jobben i urbane områder. I næringssammenheng har vi lett for å tenke på klimautfordringene som et problem, men for mange eksisterende bedrifter - og enda flere in spe – er klimautfordringen selve eksistensberettigelsen. Allier dere med dem, og hjelp dem til å finne hverandre!

1. mars 2006

### Er det grenser for industriens tåleevne?

Av Gunnar Syvertsen, administrerende direktør i HeidelbergCement Nord-Europa

På nettsiden til denne stafetten er det lagt inn et bilde av tre skorsteiner med spørsmålet «Hvordan kan vi redusere utslippene fra industrien?». Da er det fristende å stille et spørsmål tilbake, nemlig «Er det grenser for industriens tåleevne?» Innlegget ville blitt alt for langt om alle sider av disse spørsmålene skulle belyses, det å definere hva som faktisk ligger under samlebegrepet industri kan jo i seg selv føre til debatt.

Det vi alle bør ta inn over oss er at alt vi produserer, transporterer, varmer opp eller kjøler ned, krever energi som igjen bidrar til utslipp i atmosfæren. På spørsmålet om «Er det grenser for industriens tåleevne?» vil jeg før jeg svarer presisere at mitt svar på spørsmålet dreier seg om prosessindustri. Jeg mener jeg med hånda på hjertet kan stå for et utsagn om at norsk industri generelt sett er opptatt av og forsøker å leve etter målet om bærekraftig utvikling; ikke bare i forbindelse med festtaller, men også i praksis. De som ikke gjør det vil uansett ikke være i stand til å konkurrere i et stadig mer globalt marked.

Det er flere gode eksempler på at industrien yter vesentlige praktiske bidrag:

- Aluminiumsindustrien inngikk i 1997 en avtale med Miljøverndepartementet hvor de i løpet av 2005 forpliktet seg til å redusere de spesifikke utslippene med mer enn 55 prosent. Målet er nådd med god margin.
- I forbindelse med den avtalen PIL inngikk med Miljøverndepartementet i 2003 har industrien selv fått til en løsning (innenfor en pool av bedrifter som ikke omfattes av kvotehandelen) hvor Yara gjennomfører et stort tiltak (lystgass) som relativt sett er billig, og hvor finansieringen deles på en rekke bedrifter som alle har behov for reduserte utslipp.
- Norcem, som jeg kjenner aller best, har i løpet av de siste 10 årene investert i alt 250 MNOK for å kunne bruke store mengder alternativt (avfallsbasert) brensel som erstatning for kull i sin sementproduksjon. I en studie gjort av Stiftelsen Østfoldforskning konkluderer de med at bruken av alternativt brensel ved fabrikken i Brevik i 2005 reduserte de samlede utslippene med over 400.000 tonn CO<sub>2</sub> i forhold til om det ble brukt kull i produksjonen og avfallet måtte deponeres.

Bedriftene gjør dette både for å oppnå økonomisk gevinst og bedret konkurransevne. Samtidig er industrien fullstendig klar over at dersom klimautfordringen ikke tas på alvor så vil dette slå tilbake på den enkelte bedrift.

Min påstand er derfor at norsk industri generelt ligger godt an i forhold til BAT (Best Available Technics), og at dette er en forutsetning for at vi skal ha industri i Norge i framtida! Myndighetene har nylig oversendt sin «Report on Demonstrable Progress under the Kyoto Protocol» og her ser en at det er gjort mange og til dels store tiltak fra industriens side. Beregningene viser at de norske utslippene i 2010 vil ligge over 11 mill. tonn lavere enn Referansebanen (hvor det ikke er gjort tiltak).



Samlet reduksjon fra basis i 1990 fordeler seg med nesten 9 mill. tonn CO<sub>2</sub> på offshore og industri (henholdsvis 1,7 mill. tonn og 7,2 mill. tonn), mens «Resten av Norge» har gjennomført tiltak tilsvarende 2,2 mill. tonn CO<sub>2</sub>.

Selv om dette underbygger min påstand, vil jeg umiddelbart ile til og si at dette selvsagt ikke betyr at det «ikke er mer å hente» på tiltakssiden. De «store klippene» tror jeg imidlertid er tatt! Det skal fortsatt stilles krav til industrien (på samme linje som våre konkurrenter), men industrien kan ikke klare de norske forpliktelsene alene. Det er et underliggende mål bak Kyoto-avtalen at det er de miljømessig beste bedriftene som skal overleve. Derfor må norske myndigheter operere sammen med myndighetene i resten av Europa, og det må seriøst arbeides for å komme fram til systemer som gjør det mulig gjennom sammenlikninger å vise hvilke bedrifter som «holder mål». Jeg tror at mange norske bedrifter, for ikke å si de fleste, vil komme godt ut.

For å kunne komme videre må derfor flere områder/sektorer enn industrien ta ansvar dersom vi skal få til en bærekraftig utvikling, og det må brukes en rekke virkemidler for å nå Norges reduksjonsmål når det gjelder klimautslippene. Ta for eksempel bygging av hus, næringsbygg og infrastruktur som veier og bruer. Fokus må dreies til at disse skal være energieffektive gjennom hele livssyklusen, ikke utelukkende fokusere på energibruk og CO<sub>2</sub>-utslipp knyttet til framstilling av byggematerialene. Videre er reduksjon av utslipp fra transportsektoren, både på land og til vanns, nødvendig og absolutt mulig!

For å nå målene, må det jobbes innenfor alle sektorer både internasjonalt, nasjonalt og regionalt. En gruppe, som for eksempel industrien verken kan eller vil klare å løse alle utfordringene vi står overfor!

20. mars 2006

### **Energi fra avfall kan redusere klimautslipp**

*Av Håkon Jentoft, rådgiver i Norsk renholdsverksforening (NRF) (fra 1. juli 2006 Avfall Norge)*

Energigjenvinning av avfall ivaretar både samfunnets behov for en sikker destruksjon av avfall og utnytter energien i det samme avfallet til bruk gjennom varme- og el-produksjon.

Utslipp fra moderne avfallsforbrenningsanlegg er de siste årene redusert betydelig og utgjør en svært liten andel av lokal luftforurensning. Restavfall fra husholdninger og næringsliv inneholder mer enn 50 prosent fornybar energi noe som gir

lave klimagassutslipp både direkte i energiproduksjonen og indirekte gjennom redusert bruk av olje eller elektrisitet basert på importert kullkraft. NRF arbeider for å øke kapasiteten for norsk energiutnyttelse av avfall. Vi mener at dette kan skje parallelt med en økt utsortering av avfall til materialgjenvinning og biologisk behandling.

Hovedoppgaven for håndtering av avfall har tradisjonelt vært både å ta hånd om avfallet for å redusere miljø- og helserisiko og å utnytte ressursene som ligger i de ulike materialene. Dette har stort sett vært håndtert på samme måte i alle samfunn, og avfallsforbrenning har vært en av metodene for å gjøre dette. Avfallsbransjen oppgave er å ta vare på ressursene i avfallet gjennom gjenvinning og å sikre at avfallsfraksjoner som inneholder organiske eller uorganiske miljøgifter blir tatt ut av kretsløpet og forsvarlig destruert.

I tillegg har avfall også vært brukt som energikilde til produksjon av elektrisitet, fjernvarme og damp til industri. I de senere år har det blitt etablert flere utråningsanlegg for produksjon av biogass fra utsortert matavfall fra husholdninger og næringsliv.

Fra 2009 vil det bli vanskeligere å deponere biologisk nedbrytbart avfall. Ca. 1 mill. tonn avfall vil da måtte finne alternativ behandlingsform, enten gjennom økt materialgjenvinning, biologisk behandling eller gjennom energiutnyttelse i biogass- eller forbrenningsanlegg. Det finnes i dag planer for utbygging av nye forbrenningsanlegg i Tromsø og Kristiansand, mens det planlegges utvidelse av kapasitet ved eksisterende anlegg i Sarpsborg, Fredrikstad, Oslo, Bergen og Ålesund. Alle disse utbyggingene vil lede til økt satsing på fjernvarme i tilknytning til anleggene. Samtidig planlegges det også nye biogassanlegg i Verdal og anlegg vurderes i Oslo og Bergen.

Når det likevel viser seg vanskelig å realisere disse anleggene, skyldes det at markedet for behandling av avfall har gått fra å være lokalt til i dag å være internasjonalt. Svenske forbrenningsanlegg vinner i dag de fleste kontraktene om norsk restavfall. Dette fordi:

- Ingen avgift på forbrenning av avfall (ny avgift kommer i Sverige fra 01.07.06).
- Generelt høyere energipriser i Sverige. Dette gjør at inntektsfordeling mellom mottak av avfall og salg av energi i Sverige er 50/50 mens det i Norge er 25/75.
- Ferdig utbygd distribusjonsnett for fjernvarme. Det svenske fjernvarmenettet kan ta i mot all energi fra avfall, mens det i Norge må bygges et nytt distribusjonsnett sammen med nye/utvidelse av anlegg.

Kommuner og næringsliv betaler allerede i dag for å få sitt avfall forsvarlig behandlet. Utbygging av ny produksjon vil derfor for en stor del finansieres av avfallsbesitterne uten at disse vil oppleve store økte kostnader. Imidlertid kan markedet sørge for at behandlingen skjer i Sverige istedenfor i Norge. NRF ber derfor om en 10-årig satsing på fornybare energikilder der avfall inngår. Vi har foreslått følgende alternative virkemidler:

- Økt investeringsstøtte til fornybar energiproduksjon.
- Økt investeringsstøtte til fjernvarmenett /varmedistribusjon.
- Ta bort CO<sub>2</sub>-delen i utslippsavgiften / harmonisere CO<sub>2</sub>-delen i utslippsavgiften med handel med utslippsrettigheter.
- Særskilt støtte og/eller skatteletter for kraftvarme.
- Tidsbegrenset produksjonsstøtte (bidrag) til fornybar varmeproduksjon.
- Krav på tydeligere vurdering av systemeffekter ved eksport av avfall til energigjenvinning.

Det interkommunale avfallsselskapet Follo Ren leverer i dag sitt restavfall til Energigjenvinningsetaten i Oslo. I en anbudsrunde i januar vant et svensk anlegg i konkurranse med 3 norske tilbydere. Det svenske anlegget lå ca 300 kr. under i pris pr. tonn enn sine norske konkurrenter. Flere norske kommuner skal i løpet av året ut på anbud med sitt restavfall. Dette kan lede til at ikke bare nye anlegg vil få problemer med å bli realisert, men også at eksisterende anlegg vil få problemer med å få inn nok avfall til en forsvarlig pris. Resultatet kan bli en nedbygging av norsk avfallsforbrenning. Energien fra disse anleggene i for eksempel fjernvarmenettene må erstattes, med hva?

9. juni 2006

### Look to Sweden

*Av Svein Tveitdal, spesialrådgiver i UNEP/GRID-Arendal*

Internasjonal klimapolitikk er et godt eksempel på samspill mellom forskning og politikk. De fleste kan fremdeles ikke føle temperaturstigning direkte på kroppen. Grunnlag for politikk er utlukkende basert på råd fra forskerne. FNs klimapanel er toneangivende og har vært det mest suksessfulle internasjonale vitenskapspanelet på miljøområdet. Både biodiversitetskonvensjonen og forørkningskonvensjonen, for å nevne to viktige, ønsker seg tilsvarende effektive vitenskapspanel på sine områder for å styrke politikken.

I min periode som divisjonsdirektør i FNs miljøprogram hadde jeg sammen med en kollega fra WMO det administrative ansvaret for klimapanelet. Dette gav god innsikt i prosessene. Et lite sekretariat i Genève koordinerer sammenstillingen av forskningsresultater om klimaendringer fra flere tusen forskere i en omfattende prosess. I sammensetningen av panelet inkluderes forskere med ulike synspunkter og det tas hensyn til geografisk spredning. Prosessen er basert på konsensus, og sluttrapportenes sammendrag som er grunnlaget for politiske beslutninger, diskuteres til slutt linje for linje i et internasjonalt forum der medlemslandene i FN deltar.

Denne prosessen fører til at konklusjonene blir relativt forsiktige. Det har da også vist seg at når nye hovedrapporter legges fram med noen års mellomrom, og bevisene blir sterkere, blir prognosene for temperaturstigning stadig mer dramatiske.

Vi diskuterer i liten grad lenger om nordpolen vil bli isfri om sommeren, men når. Ulike forskningsrapporter om nedsmelting av Grønlandsisen gir klart grunnlag for å frykte at «point of no return» allerede kan være passert. I så fall får vi en havstigning på sju meter og spørsmålet er når. Dette skrekkscenariet har vi foreløpig ikke tatt inn over oss.

Denne utviklingen i det vitenskaplige grunnlaget for klimapolitikken forventer jeg vil fortsette. Budskapene i hovedrapportene fra klimapanelet vil bli sterkere. Noen som har tatt dette på alvor i sine beslutninger er forsikringsbransjen. På de årlige partsmøtene til FNs klimakonvensjon legger Munich Re sammen med FNs miljøprogram fram nye kostnadsoverslag over tapene fra katastrofer som skyldes ekstremvær. I 2005 var dette 1200 milliarder kr., hvorav forsikringsselskapene måtte betale 35 prosent for de forsikrede tapene. De fattige som ikke har råd til forsikring må i prinsippet dekke resten. Forsikringsselskapene vil i framtida neppe være villige til å forsikre installasjoner som ligger for utsatt til i forhold til ekstremvær.

Med sterkere signaler fra forskningsrapportene vil det internasjonale klimaregimet forsterkes tilsvarende både for utslipp og tilpasning. Løsningen ligger i overgang til ny forurensingsfri teknologi, men denne vil ikke komme fort nok, slik at CO<sub>2</sub>-rensing vil måtte settes inn i en overgangsfase.

Dette representere både muligheter og trusler. Vinnerne vil vi finne blant de som er først ute med riktig teknologi. Taperne er i første omgang innbyggere i Arktis, små øystater, og de fattige som utsettes for mer ekstremvær.

Kyoto-protokollen fullt implementert vil bare redusere den forventede temperaturøkningen med et par tiendedeler av en grad. Sterkere lut må så avgjort til og vi trenger foregangsland som forstår hva som står på spill og vil gå lenger.

Sverige som i henhold til Kyoto-protokollen kan øke sine utslipp i 2012 med 4 prosent i forhold til 1990, har pålagt seg selv et reduksjonsmål på 4 prosent i stedet og dette skal skje uten bruk av kvotehandel eller andre fleksible mekanismer i protokollen. De har videre en målsetting om reduksjon på 25 prosent av klimagassutslippene og å gjøre Sverige uavhengige av olje til oppvarming og transport innen 2020. Dette skjer i hovedsak gjennom overgang til fornybare energikilder som bioenergi, jernbaneutbygging, energisparing og andre utslippsreduserende tiltak stimulert av direkte bevilgninger, avgiftspolitik og informasjonskampanjer. I Norge diskuteres bruk av mobile gasskraftverk som løsning på mulig kraftkrise i Midt-Norge. I Sverige er allerede produksjonen av bio-

energi på størrelse med norsk vannkraftproduksjon.

Når Lavutslippsutvalget presenterer sin rapport, kan det bli et viktig skritt i retning av et norsk lavutslippssamfunn. Utvalget har ikke fått i mandat å se på virkemidler. Det blir en viktig politisk oppgave å følge opp utvalgets innstilling med de nødvendige klimapolitiske virkemidlene. Regjeringen varsler i Soria Moria-erklæringen at den skal presentere sektorvise klimahandlingsplaner. Dette kan bli et godt rammeverk for en ny norsk klimapolitikk. Forutsetningen er at det settes ambisiøse målsetninger for hver sektor – og at disse følges opp med konkrete virkemidler.

Dersom Grønlandsisen smelter, blir vi alle tapere. Vi trenger spydspisser som makter å ta alvoret innover seg og være pådrivere og eksempler i den internasjonale klimapolitikken.

Inntil videre - Look to Sweden!

22. juni 2006

---

---









