

MILJØMINISTERIET

Miljøstyrelsen

Danmarks udledning af CO₂ - indsatsen i perioden 1990-2001 og omkostningerne herved

Hovedrapport

Indhold

FORORD	5
SAMMENFATNING	7
VALG AF TILTAG	7
DANMARKS INDSATS I PERIODEN 1990-2001	8
OMKOSTNINGER VED TILTAG	10
USIKKERHEDER OG FØLSOMHEDSANALYSER	12
1 INTRODUKTION	15
1.1 BAGGRUND	15
1.2 FORMÅL OG AFGRÆNSNING	16
1.3 ORGANISERING AF ARBEJDET	17
1.4 INDHOLD	17
2 TILTAG FOR REDUKTION AF DRIVHUSGASSER	19
2.1 ENERGI	19
2.2 INDUSTRI (PROCES)	21
2.3 TRANSPORT	22
2.4 LANDBRUG	23
2.5 AFFALD	24
2.6 SAMLET OVERSIGT OVER TILTAG DER INDGÅR I OPGØRELSEN AF REDUKTION AF DRIVHUSGASSER	25
3 BIDRAG TIL REDUKTION AF DRIVHUSGASSER	29
3.1 OPGØRELSE AF REDUKTIONER	29
3.2 REDUKTION I EMISSIONER	30
3.3 SAMMENFATNING OG VURDERING AF RESULTATER	32
3.4 USIKKERHED OG FORBEHOLD	35
4 OMKOSTNINGER FOR UDVALGTE TILTAG	37
4.1 OMKOSTNINGSOPGØRELSE	37
4.2 OVERSIGT OVER OMKOSTNINGER FORBUNDET MED TILTAGENE	38
4.3 USIKKERHED OG FORBEHOLD	40
5 KILDEFORTEGNELSE	43

Forord

Denne rapport dokumenterer resultatet af et projekt, som har haft til formål at tilvejebringe et samlet overblik over Danmarks indsats med at nedbringe udledningen af CO₂ i perioden 1990-2001 og omkostningerne forbundet herved.

Projektet er udarbejdet af en tværministeriel arbejdsgruppe bestående af Miljøstyrelsen, Energistyrelsen, Trafikministeriet, Skatteministeriet og Finansministeriet. Miljøstyrelsen har været overordnet ansvarlig for projektet og har koordineret arbejdet, mens de enkelte styrelser og ministerier har været ansvarlig for tiltagene, der relaterer sig til deres sektor. COWI A/S har assisteret Miljøstyrelsen i processen med at indsamle, redigere og sammenskrive de forskellige aktørers bidrag til nærværende rapport.

Projektet er afsluttet marts, 2005.

Sammenfatning

Siden 1990 er der i Danmark gennemført en bred vifte af nationale tiltag, som har påvirket udslippet af drivhusgasser. Nogle tiltag er gennemført med CO₂-reduktion som hovedformål, mens andre tiltag har været motiveret af andre formål.

Denne rapport belyser hvilken **indsats** Danmark har gjort nationalt i perioden 1990-2001 i forhold til at reducere udslippet af drivhusgasser, og hvad omkostningerne ved denne indsats har været.

I henhold til Kyoto Protokollen og EU's efterfølgende byrdefordelingsaftale har Danmark forpligtet sig til at reducere udslippet af drivhusgasser med 21 pct. i 2008-2012 i forhold til niveauet i 1990¹.

Et af Kyoto Protokollens supplerende krav er endvidere, at brug af de såkaldte fleksible mekanismer skal udgøre et supplement til reduktioner via nationale tiltag. I den forbindelse er opgørelsen af den samlede danske indsats relevant.

Det er således relevant både at betragte effekterne af Danmarks indsats i forhold til Kyoto-regnskabet, og i forhold til den samlede effekt, uanset om det har resulteret i en reduktion af emissioner i Danmark eller udlandet.

I forhold til Kyoto-regnskabet, der tager udgangspunkt i den CO₂-belastning, som er knyttet til det konkrete udslip i Danmark, forventes en del af effekten af indsatsen på energiområdet at blive modsvaret af en øget el-eksport. Det betyder, at CO₂-udslippet knyttet til el-eksportdelen belaster Danmarks Kyoto-regnskab, og ikke det el-importerende land.

Valg af tiltag

I opgørelsen er det søgt at medtage de **vigtigste** miljø- og energipolitiske tiltag implementeret i perioden 1990-2001, som har haft en betydende effekt på udslippet af drivhusgasser.

Det skal bemærkes, at mange af tiltagene ikke er planlagt og besluttet med henblik på at bidrage til opfyldelsen af Danmarks Kyoto-forpligtelse, men på baggrund af den politiske målsætning fra 1990 (i energihandlingsplanen "Energi 2000") om at reducere CO₂-emissionen fra Danmarks energiforbrug med 20 pct. fra 1988 til 2005. Rapporten udgør dermed ikke en evaluering af de gennemførte tiltag ud fra deres oprindelige formål, men derimod en analyse af deres effekt i forhold til reduktion af drivhusgasser, og hvor meget den gennemførte indsats vil bidrage til den **i dag** bindende Kyoto-målsætning.

Den tidsmæssige definition af tiltagene er ikke altid helt entydig. Således er visse tiltag indført før 1990, men implementeringen er delvist foregået og

¹ Reduktionen måles ud fra det konkrete udslip i Danmark. Det betyder eksempelvis, at el produceret i Danmark men forbrugt i Sverige, belaster Danmarks Kyoto-regnskab og ikke Sveriges.

reduktionen i udslippet af drivhusgasser derfor sket efter 1990. Det drejer sig bl.a. om konverteringen til naturgas og Vandmiljøplan I. Nærværende opgørelse medtager alene de CO₂-reduktioner, der har fundet sted efter 1990.

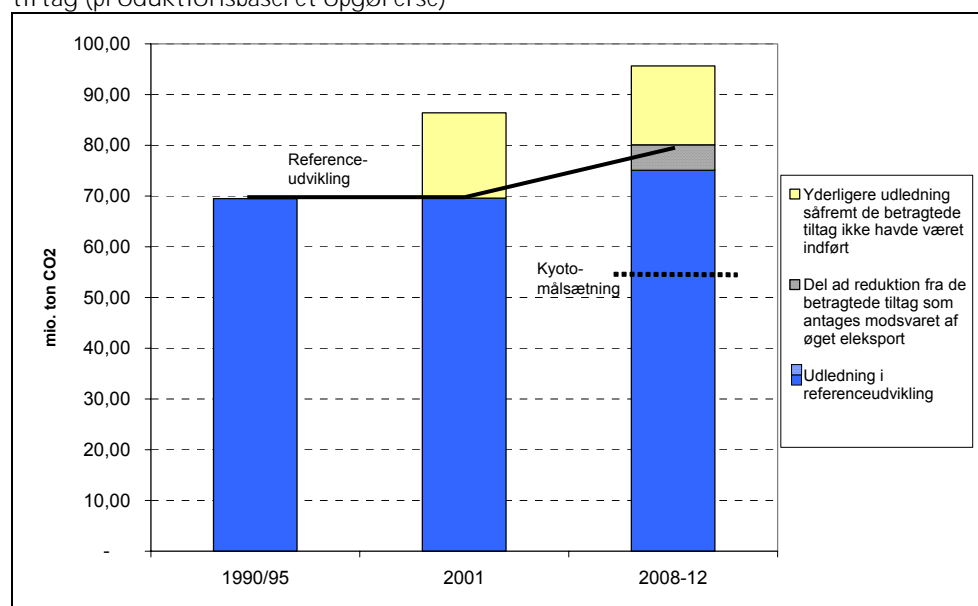
Danmarks indsats i perioden 1990-2001

Rapporten vurderer effekten af tiltag implementeret i perioden 1990-2001 i forhold til de faktiske udledninger i 2001 og i forhold til de forventede gennemsnitlige årlige udledninger 2008-2012, som fastlagt i den basisfremskrivning, der lå til grund for den danske klimastrategi fra februar 2003. Tiltag besluttet efter 2001 indgår således ikke i rapportens resultater, som derfor ikke kan anvendes til en samlet status for den danske indsats i forhold til Kyoto-målsætningen.

Indsatsen i Danmark er belyst og gjort op ved at betragte effekten af den samlede danske indsats, uanset om det har resulteret i en reduktion af emissioner i Danmark eller i udlandet. Imidlertid er de analyserede tiltag ligeledes vurderet i forhold til Danmarks internationale forpligtelser under Kyoto-protokollen, der tager udgangspunkt i den CO₂-belastning, som er forbundet med det konkrete udslip i Danmark. Figur 1 illustrerer, hvor meget større Danmarks udledning af CO₂ ville have været i 2001 og i perioden 2008-12, hvis de betragtede tiltag ikke havde været sat i værk.

Dette forhold er afspejlet i figuren nedenfor.

Figur 1 Udvi klingen i den samlede CO₂-udledning med og uden de analyserede tiltag (produktionsbaseret opgørelse)



Noter:

- 1) Reduktionskravet er i figuren opgjort, som Danmarks juridiske forpligtelse, dvs. at der ikke korrigeres for den særs kilt store el-import i basisåret 1990. Falder afklaringen af dette ud til Danmarks fordel, kan reduktionskravet blive mindsket med op til 5 mio. tons årligt.
- 2) I reduktionen i 2001 er indregnet den fulde effekt, det vil sige også de CO₂-reduktioner indenlandske tiltag har medført i udlandet.

Som det fremgår af figuren, vurderes de betragtede tiltag samlet at give anledning til CO₂-reduktioner på ca. 20,6 mio. tons pr. år i perioden 2008-12. Dette er et udtryk for den samlede effekt af Danmarks indsats i perioden

1990-2001. Desuden fremgår det, jf. nedenfor, at en del af effekten af indsatsen på energiområdet forventes at modsvares af øget el-eksport, således at de betragtede tiltag i forhold til Kyoto-regnskabet vurderes at give anledning til CO₂ reduktioner på ca. 15,6 mio. tons pr. år i perioden 2008-12.

En række af de gennemførte tiltag har haft til formål at reducere CO₂-udslippet fra det danske elforbrug. Imidlertid indgår den danske elproduktion i det Nordeuropæiske elmarked, og effekten af tiltag på el-området er - og forventes at blive - delvist modvirket af øget eksport af fossil elproduktion fra Danmark. Det er overordentlig usikkert at vurdere, hvor stor denne virkning er. Baseret på en grov beregningsforudsætning om, at 50 pct. af effekten af de el-relaterede tiltag som udgangspunkt vil blive modvirket af eleksport, vil ca. 5,0 mio. tons CO₂ per år ud af de 20,6 mio. tons blive modvirket af øget eleksport. Dette skøn er behæftet med en betydelig usikkerhed og afhænger bl.a. af den konkrete fremtidige udbygning af produktionskapacitet i de nordiske lande, jf. baggrundsrapporten ” **Energipolitiske tiltag i 1990'erne: Omkostninger og CO₂-effekt** ” (Energistyrelsen, 2005).

Opgørelsen af CO₂-udledninger pr. sektor, såfremt de betragtede tiltag ikke havde været gennemført, fremgår af nedenstående tabel 1.

Tabel 1 Oversigt over den samlede udledning af drivhusgasser og de samlede reduktioner fordelt på sektorer (Klimastrategiens sektoropdeling), mio. ton CO₂ ækvivalenter pr. år

Sektor	1990/95 ¹⁾	2001			2008-12		
	Basis ²⁾	Aktuelle emissioner ²⁾	Reduktioner fra tiltag	Emissioner uden tiltag	Emissioner fremskrivning ²⁾	Reduktion tiltag	Emissioner uden tiltag
Energi	42,7	43,2	13,5	56,8	53,1	11,0/16,0 ³⁾	64,1
Transport	10,7	12,6	1,3	13,9	14,6	1,7	16,3
Industri	0,3	0,7	0,0	0,7	0,7	0,4	1,1
Landbrug	14,4	11,7	1,6	13,3	10,8	1,9	12,7
Affald	1,3	1,2	0,2	1,4	0,9	0,5	1,4
I alt	69,5	69,6	16,7³⁾	86,2	80,1	15,6 /20,6⁴⁾	95,6

Noter:

1) 1990/95 angiver emissionerne i basisåret. Emissioner af CO₂, CH₄ og N₂O har basisår 1990, mens industrigasserne har 1995 som basisår. Der er ikke foretaget korrektioner for eludveksling med udlandet

2) Kilde: Emissionstal (basis, aktuelle i 2001 og fremskrivning 2008-12: Miljøministeriet 2003)

3) I de 16,7 mio. tons CO₂ per år er indregnet den fulde effekt, det vil sige også de CO₂-reduktioner indenlandske tiltag har medført i udlandet.

4) For tiltagene på energiområdet angives den fulde reduktion. Energistyrelsen skønner, at ca. 5,0 mio. tons CO₂ per år ud af de 20,6 vil blive modvirket af øget eleksport baseret på klimastrategiens beregningsforudsætninger.

Det vurderes, at Danmarks CO₂-udledninger i 2008-12 ville have været 95,7 mio. tons CO₂ pr. år, såfremt de betragtede tiltag ikke havde været gennemført. Den danske reduktionsforpligtelse på 21 pct. i forhold til niveauet i 1990, svarer til at udledningerne i 2008-2012 skal reduceres til 54,9 mio. tons CO₂ pr. år. Danmark ville således have haft en manko på 40,7 mio. tons CO₂ pr. år i 2008-2012 såfremt de betragtede tiltag ikke havde været gennemført.

Sammenfattende vil effekten af de betragtede tiltag i 2008-2012 være 15,6 mio. tons pr. år, når der tages højde for at 50% af effekten af de el-relaterede tiltag forventes at blive modvirket af eleksport.

Den samlede reduktionseffekt i Danmark og udlandet af de gennemførte indenlandske tiltag kan som beskrevet ovenfor anslås til 20,6 mio. tons pr. år. Det kan således konkluderes, at Danmark allerede har gjort en væsentlig indsats herhjemme.

Det skal bemærkes, at Danmark i 2002 fik vedtaget en politisk erklæring fra Rådet (miljø) og Kommissionen om, at der i forbindelse med fastlæggelsen af de tilladte udledningmængder (målt i ton) i 2006, skal tages hensyn til Danmarks erklæring i forbindelse med byrdefordelingsaftalen i 1998, som bl.a. anfører at Danmarks reduktioner skal ses i forhold til et korrigeret 1990-niveau, ligesom vedtagelse af yderligere fælleseuropæiske foranstaltninger forudsættes.

I forhold til ovenstående mankberegning vil fuld hensyntagen til den omtalte korrektion i form af kompensation for effekterne af den store danske el-import fra Norge og Sverige i basisåret 1990, der medførte atypisk lave, danske emissioner, således medføre, at Danmark skal reducere de danske emissioner med ca. 5 mio. tons mindre end anført ovenfor.

Omkostninger ved tiltag

Omkostningerne ved CO₂-reduktion er kun vurderet for udvalgte tiltag. Udvælgelsen af tiltag har i høj grad været bestemt af hvilke tiltag, der tidligere har været foretaget beregninger af CO₂-omkostningerne for.

Vurderingen baserer sig på en samfundsøkonomisk opgørelse af de samlede omkostninger og gevinster for de enkelte tiltag, idet der ses bort fra værdien af reduktionen i CO₂-udledninger.

Et udtryk for de samlede samfundsøkonomiske omkostninger pr. tons reduceret CO₂-udslip (også kaldet tiltagets CO₂-skyggepris) fås ved at sætte tiltagets samlede nettoomkostninger i forhold til den CO₂-reduktion, tiltaget vurderes at give anledning til. Det er her valgt at lade det være den samlede CO₂-reduktion, det vil sige uanset om denne CO₂-reduktion finder sted i Danmark eller i udlandet (forbrugsbaseret opgørelse).

Det svarer til den metode, der blev benyttet i tidligere analyser udført af Finansministeriet m.fl. i 2001 samt af Det økonomiske Råd i 2002 og som også blev anvendt i omkostningsvurderingerne til brug for regeringens klimastrategi fra 2003.

Det skal understreges, at indførelsen af EU's CO₂-kvoteordning fra 2005 ændrer rammerne for store dele af energisektoren og den energitunge industri, således at beregningsmetoden ikke kan anvendes ved vurdering af kommende tiltag inden for disse kvotebelagte områder. Med kvoteordningen vil CO₂-emissionen fra de kvotebelagte sektorer, herunder elproduktionen, være entydigt bestemt af den samlede kvote målt i forhold til Kyoto-regnskabet. Beregningen af skyggeværdierne for de kvotebelagte områder frem til perioden 2008-12, hvor det nye Kyoto-regime er trådt i kraft, tjener således rent illustrative formål.

Med det åbne, internationale elmarked siden slutningen af 1990'erne er det ikke givet, at eksempelvis udbygning med vedvarende energi vil reducere CO₂-udslippet fra **danske** elproducenter tilsvarende, da det kan være fordelagtigt for danske elproducenter at eksportere el til udlandet i stedet for at indskrænke produktionen. I det omfang dette er tilfældet, vil CO₂-udledningen i stedet formindskes i andre lande. Dette er en central problemstilling i forhold til at opgøre hvor stor effekt tiltagene vil have i forhold til basisfremskrivningen.

Det skal pointeres, at CO₂-kvotesystemet vil øge den europæiske elpris, og dermed øge rentabiliteten af elbesparelser i forhold til i dag.

Det skal understreges, at der ikke i denne rapport er forsøgt inddraget eventuelle positive effekter på forsyningssikkerhed, teknologiudvikling og erhvervsudvikling, ligesom det ikke er muligt at indregne værdien af samtlige miljøvirkninger. Det skyldes vanskelighederne ved at kvantificere og værdisætte disse effekter, som principielt burde indregnes.

Dog er indregnet værdien af den formindskelse af udslippet af SO₂ og NO_x, tiltagene har givet anledning til. Værdisætningen af disse fysiske reduktioner er imidlertid meget usikker. I denne rapport er benyttet samme værdisætninger som i klimastrategien. Siden beregningerne blev foretaget, har Danmarks Miljøundersøgelser offentliggjort nye højere vurderinger af skadesomkostningerne ved udslip af SO₂ og NO_x. Brug af de nye, opdaterede forudsætninger fra DMU ville for flere af tiltagene alt andet lige have resulteret i lavere beregnede CO₂-skyggepriser.

Tabel 2 Fremstilling af historiske CO₂-skyggepriser for udvalgte tiltag (forbrugsbaseret opgørelse)

Sektor	Tiltag	Gennemsnitlig CO ₂ -reduktion pr. år for 2008-2012 mio. ton CO ₂ /år	Samfundsøkonomisk omkostning ¹⁾ pr. ton CO ₂ DKK/ton CO ₂ (2002 prisniveau)
Energi	Tilskud til private vindmøller	3,4	275
	Elværkernes udbygning med vindmøller	0,9	250
	Udbygning med decentral kraftvarme	2,1	100
	Aftale om biomasseanvendelse til elproduktion	1,1	325
	Tilskud til energibesparelser i erhvervene	0,9	275
	Tilskud til dækning af CO ₂ -afgift (aftaleordningen)	0,6	0
	Tilskud til omstilling af ældre boliger til kraftvarme	0,2	1.925 ²⁾
	Tilskud til fremme af tilslutning til kulkraftvarme	0,1	850
	Tilskud til solvarme, varmepumper, biomasse	0,1	1.500 ³⁾
	Mærkning af bygninger	0,4	1.300
Skatte-tiltag	Ændringer i afgifterne på energiprodukter ⁴⁾	1,5	325
	Øgede brændstofafgifter ⁴⁾	1,2	775 ⁵⁾
Industri	Regulering af industrigasser	0,4	200 ⁶⁾

Noter:

- 1) Skyggeprisen er beregnet ud fra tiltagenes samlede CO₂-reduktion.
- 2) Tiltaget har også medført øget komfort for dem der har skiftet til kraftvarme, hvilket vurderes at have været en del af den politiske bevæggrund for tiltaget. Denne

genvist er imidlertid ikke søgt værdisat.

3) Vægtet gennemsnit. Skyggeprisen dækker over tre indsatsområder med meget forskellige skyggepriser: Solvarme (5.700 DKK/ton CO₂), Varmepumper (650 DKK/ton CO₂) og Biomasse (600 DKK/ton CO₂).

4) Effekten og skyggeprisen er estimeret for året 2001 baseret på den nominelle skattestigning fra 1990 til 2001. Under forudsætning af uændrede efterspørgselsforhold, og konstante reale priser og afgifter vil dette estimat også kunne anvendes for perioden 2008-12. Det skal bemærkes at disse forudsætninger ikke er fuldt konsistente med forudsætninger om brændselsprisudviklingen anvendt i forbindelse med energitiltagene.

5) CO₂-reduktionen beregnet for al brændstofforbrug, dvs. for brændstof forbrugt af såvel personbiler som vare- og lastbiler. Skyggeprisen er derimod kun beregnet for brændstof forbrugt af personbiler svarende til beregningerne foretaget i forbindelse med Regeringens Klimastrategi fra 2003.

6) Industrigasser anvendes til en lang række formål. Den illustrerede skyggepris er beregnet som eksempel på omkostninger ved at skifte fra HFC gasser til mere miljøvenlige drivmidler i industrielle køleanlæg, som er den største forbrugsgruppe indenfor de berørte industrigasser.

Tabel 2 viser at skyggeomkostningerne for de udvalgte tiltag varierer kraftigt og for de fleste af tiltagene er højere end pejlemærket på 120 kr. pr. ton CO₂ i regeringens klimastrategi. På energiområdet vurderes tiltagene "Tilskud til omstilling af ældre boliger til kraftvarme", "Tilskud til solvarme, varmepumper og biomasse" og "Mærkning af bygninger" at have været forbundet med de højeste omkostninger i forhold til CO₂-reduktionen, mens "Tilskud til dækning af CO₂-afgift (aftaleordningen)" og "Udbygning med decentral kraftvarme" har været forbundet med de laveste omkostninger.

Det bør bemærkes, at beregningerne generelt er behæftet med betydelig usikkerhed, ligesom det ikke har været muligt at medtage alle de samfundsøkonomiske effekter i beregningerne. Således indgår f.eks. nyttegevinsten af øget komfort ved skift til kraftvarme ikke i beregningen af nettoomkostningerne for tiltaget "Tilskud til omstilling af ældre boliger til kraftvarme". Mange af tiltagene vil også have en positiv virkning på energiforsyningssikkerheden, som ikke er værdisat.

Der henvises til bilagsrapporten til nærværende rapport samt til Energistyrelsen, 2005, "**Energipolitiske tiltag i 1990'erne: Omkostninger og CO₂-effekt**" for en nærmere beskrivelse af de anvendte forudsætninger og antagelser for beregningen af skyggeprisen for det enkelte tiltag.

Usikkerheder og følsomhedsanalyser

Både CO₂-reduktionerne og skyggeomkostninger for de analyserede tiltag er behæftet med betydelig usikkerhed alene pga. af kompleksiteten og omfanget af beregningerne. Følgende centrale aspekter i forhold til resultaternes usikkerhed skal fremhæves:

- Det er ikke entydigt klart, hvordan afgrænsningen af et tiltag skal foretages. Det gælder både hvilke tiltag der skal medtages og i visse tilfælde hvordan det enkelte tiltag skal defineres. Afgrænsningen influerer på såvel CO₂-reduktion som på skyggeomkostningen.
- Opgørelserne af CO₂-reduktioner er foretaget tiltag for tiltag. Der kan i et vist omfang være afledte effekter fra et tiltag, der ikke er

medtaget ved analysen af et andet tiltag. Sammenligning af skyggeomkostningerne tiltag imellem og på tværs af sektorer bør derfor ske med varsomhed.

Udover usikkerheden med at bestemme de forventede reduktioner, er der også betydelig usikkerhed i forbindelse med bestemmelse af samfundsøkonomiske priser for de forskellige effekter, der indgår i en sådan analyse. Vedrørende de samfundsøkonomiske energipriser er der som udgangspunkt brugt samme brændselsprisforudsætninger, som blev anvendt i regeringens Klimastrategi fra 2003.

For at give et indtryk af betydningen af centrale antagelser indeholder tabel 3 nogle få eksempler på, hvor meget skyggepriserne varierer med mulige ændringer i centrale baggrundsparemetre. For en mere fyldestgørende og systematisk præsentation af følsomhedsanalyserne for de enkelte tiltag henvises til Energistyrelsen, 2005.

Tabel 3 Følsomhedsanalyser for udvalgte tiltag - eksempler

Tiltag	Ændring i parameter	Resultat grundberegning Skyggepris Reduktion i 2008-12	Resultat følsomhedsanalyse
Tilskud til private vindmøller	Diskonteringsrate 3 % i stedet for 6 % p.a.	3,4 mio. tons CO ₂ /år 275 DKK/ton CO ₂	- 175 DKK/ton CO ₂ (-100 DKK/ton)
Tilskud til private vindmøller	Ændring i elprisen fra 2005 på - 2 øre/kwh	3,4 mio. tons CO ₂ /år 275 DKK/ton CO ₂	- 295 DKK/ton (+20 DKK/ton)
Øgede brændstofafgifter ¹	Efterspørgselselasticitet halveret fra -0.6 til -0,3 (personer) og -0,2 til -0,1 (varebiler)	1,2 mio. tons CO ₂ /år 775 DKK/ton CO ₂	0,6 mio. tons/år (-0,6 mio. tons/år) 575 DKK/ton (- 200 DKK/ton)

1) CO₂-reduktionen beregnet for al brændstofforbrug, dvs. for brændstof forbrugt af såvel personbiler som vare- og lastbiler. Skyggeprisen er derimod kun beregnet for brændstof forbrugt af personbiler svarende til beregningerne foretaget i forbindelse med Regeringens Klimastrategi fra 2003. Dette gør sig ligeledes gældende i følsomhedsanalysen for "Øgede brændstofafgifter".

1 Introduktion

1.1 Baggrund

Siden 1990 er der i Danmark gennemført en bred vifte af nationale tiltag, som har påvirket udslippet af drivhusgasser. Nogle tiltag er gennemført med CO₂-reduktion som hovedformål, mens andre tiltag har været motiveret af andre formål.

Hidtil har et samlet overblik over hvor stor en reduktion af drivhusgasser de allerede vedtagne initiativer allerede har bidraget med og kan forventes at bidrage med frem til 2008-2012 ikke været tilgængeligt. Som et led i arbejdet med regeringens klimastrategi er der derfor iværksat et arbejde med at belyse hvilken **indsats** Danmark har gjort nationalt i perioden 1990-2001 og hvad omkostningerne ved denne indsats har været.

I henhold til Kyoto Protokollen og EU's efterfølgende byrdefordelingsaftale har Danmark forpligtet sig til at reducere udslippet af drivhusgasser med 21 pct. i 2008-2012 i forhold til niveauet i 1990². Et af Kyoto Protokollens supplerende krav er endvidere, at brug af de såkaldte fleksible mekanismer skal udgøre et supplement til reduktioner via nationale tiltag. I den forbindelse er opgørelsen af den samlede danske indsats relevant.

Det er således relevant både at betragte effekterne af Danmarks indsats i forhold til Kyoto-regnskabet, og i forhold til den samlede effekt, uanset om det har resulteret i en reduktion af emissioner i Danmark eller udlandet.

I forhold til Kyoto-regnskabet, der tager udgangspunkt i den CO₂-belastning, som er knyttet til det konkrete udslip i Danmark, forventes en del af effekten af indsatsen på energiområdet at blive modsvaret af en øget el-eksport. Det betyder, at CO₂-udslippet knyttet til el-eksportdelen belaster Danmarks Kyoto-regnskab, og ikke det el-importerende land.

Der er allerede tidligere foretaget vurderinger af, hvilken effekt en række af de historiske tiltag har haft på CO₂-udledningen, og hvilke samfundsøkonomiske konsekvenser de har givet anledning til. Dette gælder specielt de energipolitiske tiltag. Beregningsresultaterne har bl.a. været offentliggjort i rapporten **Miljøpolitikens økonomiske fordele og omkostninger** (Finansministeriet m.fl., 2001) samt i rapporten **Omkostninger og miljøgevinster ved emissionsreduktioner** (Energistyrelsen, 2001) samt **Dansk Økonomi, forår 2002** (Det Økonomiske Råd, 2002(a)).

² Reduktionen måles ud fra det konkrete udslip i Danmark. Det betyder eksempelvis, at el produceret i Danmark men forbrugt i Sverige, belaster Danmarks Kyoto-regnskab og ikke Sveriges.

1.2 Formål og afgrænsning

Det overordnede formål med dette projekt har været at tilvejebringe et samlet overblik over reduktionen af drivhusgasser af de allerede vedtagne initiativer og omkostningerne forbundet hermed.

Analysen har konkret været afgrænset til:

- at fokusere på nationale tiltag som i perioden 1990-2001 har bidraget til at reducere Danmarks CO₂-udledning;
- så vidt muligt tage udgangspunkt i eksisterende evalueringer og beregninger;
- udelukkende at opgøre CO₂ reduktionsomkostningerne for centrale tiltag.

Som nævnt er nogle tiltag gennemført med CO₂-reduktion som hovedformål, mens andre primært har været motiveret af andre formål. I denne opgørelse er det søgt at medtage de **vigtigste** miljø- og energipolitiske tiltag implementeret i perioden 1990-2001, som har haft en betydende effekt på udslippet af drivhusgasser.

Mange af tiltagene er ikke planlagt og besluttet med henblik på at bidrage til opfyldelsen af Danmarks Kyoto-forpligtelse, men på baggrund af den politiske målsætning fra 1990 (i energihandlingsplanen "Energi 2000") om at reducere CO₂-emissionen fra Danmarks energiforbrug med 20 pct. fra 1988 til 2005. Rapporten udgør dermed ikke en evaluering af de gennemførte tiltag ud fra deres oprindelige formål, men derimod en analyse af deres effekt i forhold til reduktion af drivhusgasser, og hvor meget den gennemførte indsats vil bidrage til den **i dag** bindende Kyoto-målsætning.

Den tidsmæssige definition af de udvalgte tiltag er ikke altid helt entydig. Således er visse tiltag indført før 1990, men implementeringen er delvist foregået efter skæringspunktet 1990. Det drejer sig bl.a. om konverteringen til naturgas og Vandmiljøplan I. Nærværende opgørelse medtager alene de CO₂ reduktioner, der har fundet sted efter 1990.

Det er vigtigt at bemærke, at Danmark allerede før 1990 indførte en række tiltag inden for energipolitikken, som har bidraget til en væsentlig reduktion af CO₂ udledningerne. Det drejer sig for eksempel om udbygning med kraftvarme i de store byer, indførelse af høje energifgifter, tilskud til vedvarende energi og tiltag rettet mod besparelser i slutforbruget af energi. Flere af disse tiltag var i høj grad begrundet ud fra forsyningssikkerhedsmæssige forhold. Nærværende opgørelse søger kun at medtage de tiltag der er indført efter 1990. Dette betyder eksempelvis, at der for energifgifter kun ses på effekten af de ændringer der har været i energibeskatningen i perioden 1990-2001, og ikke på hvilken effekt den samlede energibeskatning har haft.

Det skal desuden bemærkes, at de tidligere analyser af de energipolitiske tiltag har været underkastet en revurdering i forbindelse med dette projekt. Der er dog ikke tale om en fuldstændig ny evaluering af de betragtede initiativer. Der er snarere tale om genberegninger, hvor der som hovedregel er taget afsæt i det samme underliggende datagrundlag.

1.3 Organisering af arbejdet

Dette projekt er udarbejdet af en tværministeriel arbejdsgruppe bestående af Miljøstyrelsen, Energistyrelsen, Trafikministeriet, Skatteministeriet og Finansministeriet. Miljøstyrelsen har været overordnet ansvarlig og har koordineret arbejdet, mens de enkelte styrelser og ministerier har været ansvarlig for tiltagene, der relaterer sig til deres sektor. COWI A/S har assisteret Miljøstyrelsen i processen med at indsamle, redigere og sammenskrive de forskellige aktørers bidrag til nærværende rapport.

1.4 Indhold

Resultaterne af dette projekt er dokumenteret i nærværende hovedrapport samt i en selvstændig bilagsrapport. Bilagsrapporten indeholder beskrivelser og dokumentation for beregningerne af de enkelte tiltag, som er belyst samt et afsnit som beskriver den anvendte tilgang og metode.

Udover denne hovedrapport og den tilhørende bilagsrapport er analyserne af de energipolitiske tiltag nærmere dokumenteret i rapporten "**Energipolitiske tiltag i 1990'erne: Omkostninger og CO₂-effekt**" (Energistyrelsen, 2005).

Denne hovedrapport har følgende struktur:

Kapitel 2 indledes med en diskussion af afgrænsningen af tiltag der medtages i nærværende opgørelse og derefter gives der en kort beskrivelse af situationen for de enkelte sektorer: Energi, industri, transport, landbrug og affald. Endelig følger en oversigt og kort beskrivelse af de tiltag som medgår i opgørelsen af reduktionen i drivhusgasemissioner.

I Kapitel 3 præsenteres de enkelte tiltags bidrag til reduktion i drivhusgasemissionerne. Afsnittet indledes med en kort beskrivelse af den metoden, der er anvendt med fokus på de vigtigste antagelser og forudsætninger. Herefter følger en oversigt over reduktionerne for de enkelte tiltag og en oversigt over reduktioner og emissioner fordelt på sektorer. Afsnittet afsluttes med en diskussion af usikkerheder og forbehold.

I Kapitel 4 opgøres de samfundsmæssige omkostninger for tiltagene. Igen indledes afsnittet med en kort diskussion af den anvendte metode inden der gives en samlet oversigt over de omkostninger der har været forbundet med de enkelte tiltag. Omkostninger ved CO₂-reduktion er kun vurderet for udvalgte tiltag.

Mere udførlige beskrivelser af tiltagene og nærmere dokumentation af de underliggende beregninger er som nævnt vedlagt som bilag i en selvstændig bilagsrapport.

2 Tiltag for reduktion af drivhusgasser

I dette afsnit præsenteres en kort beskrivelse af de enkelte sektorer udvikling i relation til udledningen af drivhusgasser. Beskrivelserne giver en kort indføring i de historiske initiativer og reguleringer, som har bidraget til reduktion af drivhusgasser. Det redegøres både for tiltag der har haft fortrængning af drivhusgasser som hovedformål og for tiltag som har været indført ud fra andre hensyn, men som har bidraget med en betydelig reduktion af CO₂.

Sektoropdelingen følger den opdeling der anbefales anvendt i forbindelse med den internationale rapportering under UNFCCC³, bortset fra at transport behandles særskilt fra resten af energisektoren. Det betyder at tiltagene er opsplittet på sektorerne Energi, Transport, Industri (proces), Landbrug og Affald. Husholdningerne, som i visse andre sammenhænge angives som en selvstændig kategori, er en del af energisektoren i den her anvendte sektoropdeling.

2.1 Energi

Energiforbruget er den største kilde til emission af drivhusgasser, hovedsageligt CO₂ fra afbrænding af fossilt brændsel, men afbrænding fører også til mindre udledninger af andre drivhusgasser (lattergas og metan). I alt udgjorde energisektorens (ekskl. transport) drivhusgasemissioner mere end 60 pct. af de samlede emissioner i Danmark i 2001. Udledninger fra energiproduktion repræsenterede ca. 40 pct., erhvervenes afbrænding af brændsler ca. 12 pct. og husholdningernes afbrænding af brændsler godt 6 pct. Det er også i energisektoren at langt de flest tiltag til begrænsning af CO₂ udslippet har været gennemført.

Et af energipolitikens hovedmål i 1990'erne var at reducere den danske CO₂-udledning. I energihandlingsplanen **Energi 2000** fra 1990 blev der således lanceret et nationalt mål om at reducere CO₂-udledningen med 20 pct. fra 1988 til 2005. Dette mål var baseret på en opgørelsesmetode, hvor der blev korrigeret for CO₂-udledning i forbindelse med import og eksport af el. Den herved beregnede CO₂-udledning var således et udtryk for, hvor stor en global CO₂-belastning energiforbruget i Danmark gav anledning til.

Som opfølgning på denne målsætning blev der igennem 1990'erne fremlagt handleplaner (Energi 2000 fra 1990 og Energi 21 fra 1996) og indført en række reguleringer med henblik på at reducere energisektorens CO₂ emissioner. Et af de bærende elementer i energipolitikken var at omlægge el- og fjernvarmeproduktionen fra kul- og oliebasert produktion til produktion baseret på mere miljøvenlige brændsler som naturgas og vedvarende energi. Endvidere blev der lagt vægt på at øge brændselsudnyttelsen gennem en øget

³ United Nations Framework Convention on Climate Change. UNFCCC, 2000: **UNFCCC guidelines on reporting and review**, FCCC/CP/1999/7, 2000. <http://unfccc.int/resource/docs/cop5/07.pdf>

samproduktion af el og varme. Endelig blevet der også gjort en betydelig indsats for at opnå energibesparelser i erhvervsliv, husholdninger og den offentlige sektor.

Reguleringerne gjorde brug af en bred vifte af politiske virkemidler. De omfattede således bl.a. afgifter, tilskud, informationskampagner samt forskellige aftaler og administrative reguleringer.

Hovedindsatsen overfor erhvervslivet har været lagt på reduktion/omlægning af energiforbruget gennem indførelse af CO₂ afgifter i 1992 og den grønne afgiftspakke fra 1995. Disse initiativer betød at industriens energiforbrug blev beskattet, hvilket ikke havde været tilfældet tidligere. Provenuet tilbageføres til erhvervslivet, bl.a. gennem tilskud til energibesparelser.

Hovedindsatsen overfor husholdninger har været rettet mod at øge konvertering til kollektive energiforsyningsystemer, dvs. naturgas og fjernvarme. Specielt i forbindelse med skift fra elvarme har der været betydelige reduktioner i CO₂ udledninger. Besparelser i slutforbruget har også været søgt fremmet gennem indførelse af en mærkningsordning for bygninger.

I forbindelse med nærværende opgørelse er de analyserede tiltag blevet afgrænset til de tiltag, der har haft CO₂ fortrængning som hovedformål, og som tidligere har været analyseret bl.a. i forbindelse med miljøpolitikens fordele og omkostninger (Finansministeriet, 2001). Det drejer sig om følgende centrale tiltag, som er beskrevet i bilagsrapporten, samt mere uddybende i Energistyrelsen rapport "**Energipolitiske tiltags omkostninger og CO₂ reduktion**", Energistyrelsen 2005)⁴:

- Tilskud til private vindmøller
- Elværkernes udbygning med vindmøller
- Udbygning med decentral kraftvarme
- Aftale om biomasseanvendelse til elproduktion
- Tilskud til energibesparelser i erhvervene
- Tilskud til dækning af CO₂-afgift (aftaleordningen)
- Tilskud til omstilling af ældre boliger til kraftvarme
- Tilskud til fremme af tilslutning til kulkraftvarme
- Tilskud til vedvarende energi
- Mærkning af bygninger; og
- Ændringer i afgifterne på energiprodukter

Ud over ovenstående tiltag har der været gennemført en række initiativer som også har haft betydelig effekt på Danmarks CO₂ udledninger. Disse tiltag har ikke været genstand for en nærmere analyse i forbindelse med denne rapport - enten fordi de ikke har haft reduktion af CO₂ udledningerne som hovedformål eller fordi der ikke har foreligget et tilstrækkeligt datamateriale til at kunne foretage en reel vurdering af tiltagets effekter indenfor ressourcerammerne. Det har i anden forbindelse været vurderet, hvor meget disse yderligere tiltag ville bidrage med af CO₂ reduktioner i 2008-12. Resultatet af denne vurdering fremgår af nedenstående tabel.

⁴ Tiltaget "Elvarmekonvertering" har indgået i tidligere beregninger, men er ikke medtaget i nærværende analyse.

Tabel 2.1 Oversigt over skønnet CO₂ reduktion fra "yderligere" energitiltag

Tiltag	Overslag over CO ₂ -reduktion i 2008-12 (mio. tons CO ₂)	Overslag over CO ₂ -reduktion i 2008-12 fra 1990'ernes energipolitik (mio. tons CO ₂)
Central kraftvarme (kul-KV) til erstatning af individuel oliefyring	1,8	0
Omstilling af central elproduktion fra kul til naturgas	1,4	1,4
Etablering af øvrig decentral kraftvarme der ikke indgår under tiltag "Udbygning med decentral kraftvarme" (herunder også industriel KV, biogas KV og affalds-KV) ¹⁾	2,7	1,2
Separat fjernvarmeproduktion fra biomasse	0,7	0,7
Udnyttelse af industriel overskudsvarme til fjernvarme	0,3	0,1
Separat fjernvarmeproduktion fra affald	0,4	0
Naturgasforsyning til individuel bygningsopvarmning	1,2	0,6
Naturgasforsyning til industriel proces	1,1	0,6
I alt	9,6	4,6

Kilde: Energistyrelsen

Noter: Det er antaget at disse tiltag hovedsageligt er fuldt implementeret og at reduktionen i 2001 svarer til den angivne reduktion for 2008-12.

1) Dette tiltag medfører en forøget udledning af drivhusgassen metan. I overslaget over CO₂-reduktionen 2008-12 er der medregnet øget metan svarende til 0,3 mio. ton CO₂-ækvivalenter. For overslaget over CO₂-reduktion i 2008-12 fra 1990'ernes energipolitik er der medregnet øget metan svarende til 0,1 mio. ton CO₂-ækvivalenter

2.2 Industri (proces)

Bidraget fra industrigasser (HFC, PFC og SF₆) til Danmarks samlede udledninger drivhusgasser er forholdsvis beskedne (1 pct. i 2001), men der har været en stærk vækst i udledningerne grundet brugen af industrigasser. HFC'er som primært bruges i køleindustrien bidrager mest til de industrielle drivhusgasudledninger. Fra 1990 til 2001 steg udledningen med HFC således fra 0 til 647.000 ton CO₂ ækvivalenter. Fremstilling af cement, tegl mv. bidrager desuden med CO₂ som afgives fra de anvendte råstoffer.

De vigtigste tiltag rettet mod udledninger fra industrisektoren vedrører tiltag der sigter mod at reducere anvendelsen og dermed udledninger af de såkaldte industrigasser. Disse gasser har et langt højere GWP end CO₂; for eksempel giver udledning af et ton SF₆ samme drivhuseffekt som 23.900 tons CO₂.

I Danmark er der indført 2 reguleringsformer af de industrielle drivhusgasser - afgifter samt forbud⁵ mod anvendelse af industrigasser til en længere række af formål.

⁵ EU Kommissionen fremlagde i august 2003 et forslag til forordning om de såkaldte f-gasser. Dette forslag har kun forbud mod meget små anvendelser, men koncentrerer sig i stedet om at få uddannelse og tilsyn på plads i hele EU; forhold som der har været krav om i Danmark siden 1950. Danmark kæmper i den forbindelse på at få lov til at beholde de danske forbud, der er en vigtig del af Danmarks bestræbelser på at opfylde vores forpligtigelse i henhold til Kyoto-protokollen. "

I forbindelse med finansloven 2001 blev der indført en afgift på anvendelsen af de industrielle drivhusgasser; en afgift der modsvarer den CO₂ udledning de enkelte stoffer repræsenterer (stoffets såkaldte Global Warming Potential, GWP). For den mest anvendte HFC, HFC-134a, betyder det med en GWP på 1300 bliver afgiften på 130 kr. pr. kg.

I 2002 blev der indført en Bekendtgørelse om regulering af visse industrielle drivhusgasser som indebærer at man efter fra 2006 for en lang række anvendelser ikke må importere, sælge eller anvende nye produkter, der indeholder industrielle drivhusgasser.

Der har ikke hidtil været iværksat tiltag til reduktion af drivhusgasudledninger i forbindelse med industriens øvrige proces-emissioner.

2.3 Transport

Baggrund

Op i gennem 1990'erne steg trafikarbejdet støt nogenlunde i samme takt som den økonomiske vækst (men dog med lavere hastighed). Det betød ikke alene at CO₂-udslippet fra transport-sektoren steg, men også at transportsektorens relative andel af det samlede CO₂-udslip steg. I dag bidrager den nationale transport med ca. 18 pct. af det samlede danske udslip af drivhusgasser. Således har udviklingen i transportsektorens CO₂-udslip en væsentlig betydning for den samlede udvikling i udslippet af drivhusgasser. CO₂-udledningen fra brændstof solgt i Danmark til international fly- og skibstransport opgøres årligt, men indgår i overensstemmelse med Klimakonventionen og Kyoto-protokollen ikke i beregningen af Danmarks samlede nationale drivhusgasudledning.

Langt den største del af transportsektorens CO₂-udslip kan tilskrives vejtrafikken, som isoleret set står for godt 90 pct. af det samlede CO₂-udslip for national transport. Jernbanetransport kan tilskrives ca. 3 pct., mens fly og skibsfart kan tilskrives hhv. ca. 1 pct. og 4 pct.. For transportsektoren i alt stammer ca. 65 pct. fra persontransport, mens de resterende ca. 35 pct. stammer for godstransport.

Målsætninger og handlingsplaner

I begyndelsen af 1990'erne blev der sat mere fokus på reduktion af CO₂-udslippet og der blev formuleret målsætninger og udarbejdet handlingsplaner for reduktion af udslippet - også på transportområdet. Fra start var der tale om meget ambitiøse reduktionsmål, men i erkendelse af de store vanskeligheder og omkostninger ved at reducere CO₂-udslippet fra transportsektoren blev målsætningerne nedjusteret for denne sektor. I henhold til regeringens klimastrategi, der udkom i marts 2003, er der nu et gennemgående krav om omkostningseffektivitet for reduktion af CO₂ på tværs af sektorer. Det betyder, at regeringen ikke længere opererer med sektorspecifikke reduktionskrav. Således heller ikke for transportsektoren.

Øvrige hensyn - miljø og sikkerhed

Trafik giver isoleret set anledning til en række negative sideeffekter ud over at bidrage til drivhuseffekten gennem øget CO₂ udslip. Det drejer sig specielt om luftforurening, støj, ulykker samt trængselsproblemer. Det er vigtigt at bemærke, at de forskellige initiativer, der er gennemført på transportområdet typisk er indført for at adressere flere af ovennævnte forhold og kan således ikke kun ses i relation til CO₂ udledningerne. Generelt har det stigende trafikarbejde givet anledning til et stigende CO₂ udslip, mens den øvrige luftforurening er faldet markant til trods for det stigende trafikarbejde.

Initiativer

Der er gennemført en række overnationale (EU regi) og nationale tiltag, som har medvirket til at reducere CO₂-udslippet for transportsektoren.

EU har formuleret en overordnet målsætning om at nå en gennemsnitlig CO₂-udledning for nye personbiler på 120 g CO₂/km inden 2008 eller senest i 2010. Som et led i at nå denne målsætning har man indgået aftaler med bilindustrierne i Europa, Japan og senest Korea som forpligter industrien til at reducere den gennemsnitlige CO₂-udledning pr. kørt km. Dette initiativ vurderes at have haft og vil få en betydelig effekt og er desuden implementeret med CO₂-reduktion som et af de primære mål.

De nationale miljømotiverede initiativer på transportområdet, som også har indvirket på CO₂-udledningen, er som oftest kendetegnet ved at de har sigtet på at begrænse miljøbelastningen generelt. "Omlægning af vægtafgift til grøn ejeravgift" og "øgede brændstofafgifter" vurderes begge at have haft en betydelig effekt og er desuden implementeret med CO₂-reduktion som et af de primære mål.

Udover disse to tiltag er der på forskellige områder gennemført en lang række initiativer som direkte eller indirekte har sigtet mod en CO₂-begrænsning. Initiativerne er alle kendetegnet ved at være informationskampagner eller tilskuds- og støtteordninger, mens der ikke er iværksat initiativer med brug af direkte regulering i form af krav eller forbud. Den aktuelle effekt af disse initiativer er vanskelig at opgøre og de vurderes ikke isoleret at have bidraget med betydelige CO₂-reduktioner. Som følge heraf er disse tiltag ikke særskilt behandlet i nærværende rapport.

2.4 Landbrug

Landbrugsområdet er en betydelig bidragsyder til Danmarks samlede udledning af drivhusgasser. Der er en helt række kilder fra landbruget, som bidrager til udledningen, men de mest betydningsfulde er lattergas fra omsætningen handels- og husdyrgødning i jorden samt metangasudledning fra drøvtyggers fordøjelsessystem og fra husdyrgødningen. I alt bidrager landbruget i dag med ca. 14 pct. af Danmarks samlede udslip af drivhusgasser målt i CO₂-ækvivalenter.

Der har i adskillige år været stor politisk fokus på landbrugets forbrug og udledning af kvælstof og fosfor til vandmiljøet. I slutningen af 80'erne blev der gennemført handlingsplaner⁶, som bl.a. havde til formål at reducere landbrugets udledning af næringsstoffer. Disse handlingsplaner blev fulgt af nye initiativer med Handlingsplan for Bæredygtigt landbrug i 1991, Vandmiljøplan II i 1998 og senest en ny husdyrgødningsbekendtgørelse i 2002.

Tilsammen har handlingsplanerne haft betydelig indflydelse på den samlede udledning af drivhusgasser. Ingen af handlingsplanerne er dog gennemført specifikt med henblik på at reducere udledningen af drivhusgasser.

Selvom der for landbrugssektoren ikke er vedtaget specifikke mål for begrænsning af udledningen af drivhusgasser forventes en reduktion på omkring 20-25 pct. af landbrugets udledning af drivhusgasser i forhold til

⁶ NPO-handlingsplanen (NPO, 1986) og Vandmiljøplan I (VMP I, 1987)

niveauet i 1990. Reduktionen er en konsekvens af allerede vedtagne initiativer, herunder tiltag under Vandmiljøplan II. Effekten af tiltagene under et og vandmiljøplan II isoleret er blevet vurderet og er medtaget i den samlede opgørelse af reduktion af drivhusgasser - også selvom tiltagene ikke har været indført med reduktion af drivhusgasser for øje.

2.5 Affald

Affaldsområdet bidrager til udledning af drivhusgasser primært gennem udledning af metan fra deponeringsanlæg og i begrænset omfang ved forbrænding af affald⁷. I alt bidrager metan fra deponeringsanlæg i dag med ca. 1,7 pct. af Danmarks samlede udslip af drivhusgasser målt i CO₂-ækvivalenter.

Affaldsområdet har stor politisk opmærksomhed og de sidste årtier har der været arbejdet målrettet på at begrænse affaldsmængderne og generelt at øge kvaliteten af affaldsbehandling med henblik på at reducere miljøpåvirkningen som helhed. Den nuværende danske affaldsmodel er et resultat af et samspil mellem EU-regler og national regulering. EU-regulering har lagt de overordnede rammer og principper for affaldshåndteringen, mens selve organiseringen af affaldsstrukturen og indarbejdelsen af EU-reglerne i den danske lovgivning er implementeret gennem national lovgivning.

Et af de centrale elementer i den nuværende regulering af affaldsområdet er det såkaldte affaldshierarki, som prioriterer håndtering af affald ved at anbefale at affaldsforebyggelse prioriteres før genanvendelse, som prioriteres før forbrænding som igen prioriteres før deponering. Som udgangspunkt er deponering den metode, der rangerer lavest, fordi den ikke udnytter affaldets ressourcer og fordi den udgør en trussel for miljøet i form af forurening af jord og grundvand. I beslutningen om valg af behandlingsform for de enkelte affaldsfraktioner indgår imidlertid en konkret afvejning af de miljø-, energi- og ressourcemæssige samt økonomiske forhold. Dette kan betyde, at hierarkiet ikke følges slavisk.

Affaldsbehandling er forbundet med en række miljøpåvirkninger udover at bidrage til drivhuseffekten gennem udslip af metan fra deponering. Det drejer sig bl.a. om tab af ressourcer ved bortskaffelse, ressourceforbrug ved behandling og emissioner fra affaldsforbrænding og deponering mm. De fleste initiativer der er gennemført på affaldsområdet er typisk indført for samlet set at adressere disse forhold og der er ikke gennemført tiltag, som alene har haft til formål at reducere udledningen af drivhusgasser. Der kan imidlertid alligevel fremhæves tiltag, hvor reduktion af udslip af drivhusgasser har været en væsentlig årsag til regulering. De to væsentligste initiativer som har medvirket til at reducere metan-udslippet fra affaldsområdet er⁸:

⁷ Ved forbrænding omdannes affaldets kulstofindhold til CO₂. Hovedparten af kulstofindholdet foreligger imidlertid som biomasse. CO₂-udledningen fra det fossile kulstofindhold (hovedsagligt plast, som udgør ca. 6 pct. af affaldet) medregnes under energi-sektoren, da der sker energiudnyttelse i forbindelse med affaldsforbrænding i Danmark.

⁸ Afgifter på deponering af affald har også haft en betydning frem til 1999, hvor det totale forbud mod deponering af forbrændingsegnet affald trådte i kraft. Effekten vurderes imidlertid at være beskedent.

- Anlægstilskud til etablering af nye anlæg til opsamling af deponigas.
- Aftale mellem Miljøministeren og Kommunernes Landsforening, Københavns og Frederiksberg Kommuner om stop for deponering af forbrændingseget affald.

Indvinding af metan fra deponeringsanlæg er ikke nogen ny teknologi. Indvinding blev således allerede anvendt i begrænset omfang før år 1990. Op i gennem 90'erne er der imidlertid ydet statsligt tilskud til anlægsomkostninger for anlæg til opsamling af metan på gamle deponeringsanlæg med henblik på afbrænding og eventuelt elproduktion.

Metanudvikling på deponeringsanlæg kommer fra den bioorganiske proces, som opstår i den organiske del af det deponerede affald. Ved indvinding af metan opnår man, at denne drivhusgas ikke udledes i atmosfæren. Desuden kan den indvundne metan anvendes til energiproduktion, hvorved man yderligere sparer CO₂-udslip fra de fossile brændsler som metanen erstatter.

I 1997 indførtes et stop for deponering af alt forbrændingseget affald, hvorved affald blev flyttet fra deponering til forbrænding. Dette har dels betydet at energien i affaldet er blevet udnyttet direkte og dels betydet at de organiske fraktioner ikke længere havner på deponeringsanlæg. Som en konsekvens heraf er produktionen og dermed udledning af metan fra deponeringsanlæggene reduceret.

2.6 Samlet oversigt over tiltag der indgår i opgørelsen af reduktion af drivhusgasser

Nedenstående tabel giver en oversigt over de tiltag, som indgår i opgørelsen over reduktion af drivhusgasser.

Tabel 2.2 Oversigt over tiltag der indgår i opgørelsen af reduktion af drivhusgasser - tiltag indført efter 1990

Sektor	Navn på tiltaget	Beskrivelse af tiltaget
Energi	Tilskud til private vindmøller	Der blev givet et offentligt elproduktionstilskud (27 øre/kWh). Blev i 1999 ændret til gunstige afregningsregler (finansieret gennem elprisen) for vindmøllestrøm.
	Krav om elværkernes udbygning med vindmøller	Elværkerne blev pålagt at installere en vis mængde vindkraftanlæg til lands og til vands. Der blev frem til 1999 givet et offentligt produktionstilskud på 10 øre/kWh for strøm fra elværksejede vindmøller.
	Udbygning med decentral kraftvarme	Samproduktion af el og varme foregår primært på de centrale værker, men op gennem 1990'erne er der sket en betydelig udbygning med decentral kraftvarme, bl.a. ved ombygning af fjernvarmeverker. Incitamentet i form af aftagepligt/treledstarif, elproduktionstilskud mm.
	Aftale om biomasseanvendelse til elproduktion	Pålæg til store kraftværker om anvendelse af en vis mængde biomasse (halm og træflis). Der bliver i form af elproduktionstilskud ydet støtte på 10 øre/kWh til biomassebaseret kraftvarmeproduktion på centrale elværksejede værker.
	Tilskud til energibesparelser i erhvervene	Der blev givet tilskud til investeringer i energieffektiv teknologi, etablering af industriel kraftvarme, udviklings-, forsøgs- og demonstrationsprojekter, rådgivning af virksomhederne samt information mv.
	Tilskud til dækning af CO ₂ afgift (aftaleordningen)	En energiaftale, typisk på tung proces, giver en reduktion i CO ₂ -afgiften på 22 pct.-point. Indebærer bl.a. certificeret energiledelse, særlige undersøgelser af de centrale kerneprocesser og gennemførelse af projekter med en tilbagebetalingstid på under fire år.
	Tilskud til omstilling af ældre boliger til kraftvarme	Fremmede tilslutning til fjernvarme for ældre boliger (opført før 1950) uden centralvarme. Tilskuddet var til installation af centralvarme- og varmtvandsanlæg, samt til tilslutningsanlæg, teknisk rådgivning, administration mv.
	Tilskud til fremme af tilslutning til kulkraftvarme	Tilskuddet tilskyndede til skift fra oliefyr til fjernvarme i områder med forsyning af kulbaseret kraftvarme.
	Tilskud til vedvarende energi	Tilskud til solvarme-, varmepumpe- og biomassefyrede kedelanlæg (træpillefyr), til erstatning af andre opvarmningsformer i husholdningerne.
	Mærkning af bygninger	For huse udarbejdes der ved salg af huset et energimærke med anbefalinger til køberen om rentable energibesparende foranstaltninger. I større bygninger etableres energiledelsesordning med årlig gennemgang af bygningen.
	Ændringer i afgifterne på energiprodukter	CO ₂ afgiften blev indført i 1993. Energiafgifterne steg på el og kul som følge af afgiftspakken fra 1994 (implementeret i perioden 1995-99) og energiafgifterne steg yderligere som følge af pinsepakken fra 1998.
	Yderligere energitiltag	Der er gennemført en række initiativer, der har haft betydelig effekt på Danmarks CO ₂ udledninger, som ikke har været genstand for en nærmere analyse i forbindelse med denne rapport. Det har i anden forbindelse været vurderet, hvor meget disse yderligere tiltag ville bidrage med af CO ₂ reduktioner i 2008-12. En oversigt over tiltagene findes i Tabel 2.1.

Sektor	Navn på tiltaget	Beskrivelse af tiltaget
Industri	Afgifter på og regulering af brugen af industrigasser	Afgifter på industrigasser og forbud mod anvendelsen af industrigasser til visse formål.
Transport	Øgede brændstofafgifter	Stigninger i afgifterne på benzin og diesel i perioden 1990-2001.
	Diverse tiltag til forbedring af bilparkens energieffektivitet	Frivillig aftale mellem EU kommissionen og bilindustrien om forbedring af personbilers energieffektivitet. Omlægning af vægtafgiften på nye personbiler til en grøn ejerafgift pr. 1. juli 1997.
Landbrug	Handlingsplaner på landbrugsområdet	Vandmiljøplan II og øvrige handlingsplaner på landbrugsområdet har gennem reduktion i brugen af gødning anledning givet anledning til reduktion i emissionen af lattergas (N ₂ O)
Affald	Opsamling af metan fra lossepladser	Tilskud til etablering af anlæg, samt fra 2001 påbud om etablering af metanopsamling
	Stop for deponering af forbrændingsegnet affald	En administrativ regulering i form af et forbud mod deponering af forbrændingsegnet affald pr. 1. januar 1997

I det følgende kapitel opgøres CO₂-reduktionen som tiltagene vurderes at have givet anledning til. I det efterfølgende kapitel præsenteres de samfundsmæssige omkostninger ved reduktion af CO₂ udledninger opgjort for de enkelte tiltag. For nogle af tiltagene er de samfundsmæssige omkostninger ikke opgjort. Det drejer sig om:

- Handlingsplaner på landbrugsområdet
- Aftale med bilindustrien om forbedring af energieffektiviteten
- Opsamling af metan fra lossepladser
- Stop for deponering af forbrændingsegnet affald
- De "yderligere" energitiltag

For " Handlingsplaner på landbrugsområdet" har andre effekter end reduktion af drivhusgasser været afgørende for reguleringen. Derfor kan omkostningerne for tiltaget ikke tilskrives reduktion af drivhusgasser, men bør snarere tilskrives andre miljøforbedringer, som det ikke er muligt direkte at værdisætte. For de øvrige tiltag har det ikke været muligt indenfor rammer af dette projekt at etablere forsvarlige estimater for omkostningerne ved tiltagene.

3 Bidrag til reduktion af drivhusgasser

3.1 Opgørelse af reduktioner

For at kunne estimere hvilken effekt et tiltag har haft på udslippet af drivhusgasser er det nødvendigt at vurdere ændringen i forhold til et referencescenario. Som udgangspunkt for referencescenariet er basisfremskrivningen af CO₂ udledninger, lavet i forbindelse med den danske klimastrategi fra februar 2003, anvendt. Det antages, at denne fremskrivning som hovedregel reflekterer effekten af de analyserede tiltag. For de enkelte tiltag er det således blevet estimeret, hvor meget større emissionerne ville have været, hvis det pågældende tiltag ikke havde været indført.

Tiltagene er typisk blevet vurderet enkeltvis, dvs. at der i visse tilfælde kan være nogle interaktionseffekter mellem tiltagene der ikke er taget fuldt højde for. De reduktioner i energiforbruget der følger af en skattestigning, for eksempel, kan have en effekt på hvor godt energiproduktionen fra vindmøller kan udnyttes og omvendt. Det skal desuden bemærkes, at alle energitiltag er beregnet i forhold til én og samme referenceudvikling (basisfremskrivningen fra februar 2003). Basisfremskrivningen er kendetegnet ved, at alle beregninger tager udgangspunkt i en verden med eksisterende regulering herunder bl.a. eksisterende skatter og afgifter. I princippet burde der i beregningerne tages højde for den rækkefølge, de enkelte tiltag er blevet - eller vil blive - indført i, da hvert enkelt tiltag kan have betydning for de øvrige tiltags effekt og omkostninger. Dette har ikke været muligt inden for dette projekts rammer.

Ved Kyoto-protokollens opgørelsesmetode er det energi**produktionen** eller den faktiske udledning af CO₂ på dansk grund, der tæller i modsætning til ved Energi 2000-opgørelsen, som tog udgangspunkt i hvor stor en CO₂-belastning energi**forbruget** i Danmark gav anledning til. Denne forskel er afgørende, når det drejer sig om tiltag, der enten påvirker efterspørgslen efter el eller produktionen af miljøvenlig el. Den elproduktion (og dermed CO₂-udledning), der finder sted på dansk grund, er nemlig bestemt af prisudviklingen på elmarkedet og kan derfor ikke direkte styres ved disse nationale tiltag.

Et af Kyoto Protokollens supplerende krav er imidlertid, at brug af de såkaldte fleksible mekanismer skal udgøre et supplement til reduktioner via nationale tiltag. Derfor er to opgørelser af den danske indsats i princippet relevant - en opgørelse af Danmarks indsats i forhold til Kyoto-regnskabet, og en opgørelse af **den samlede effekt**, uanset om et tiltag har resulteret i en reduktion af emissioner i Danmark eller udlandet

Med det åbne, internationale elmarked siden slutningen af 1990'erne er det således ikke givet, at eksempelvis udbygning med vedvarende energi vil reducere CO₂-udslippet fra **danske** elproducenter tilsvarende, da det kan være fordelagtigt for danske elproducenter at eksportere el til udlandet i stedet for

at indskrænke produktionen. I det omfang dette er tilfældet, vil CO₂-udledningen i stedet formindskes i andre lande. Dette er en central problemstilling i forhold til at opgøre hvor stor effekt tiltagene vil have i forhold til basisfremskrivningen.

Den danske elproduktion i det Nordeuropæiske elmarked, og effekten af tiltag til begrænsning af behovet for fossil elproduktion er - og vil forventes at blive - delvist modvirket af øget eksport af fossil elproduktion fra Danmark. Det er overordentlig usikkert at vurdere, hvor stor denne virkning er. Som en grov beregningsforudsætning antages, at 50 pct. af effekten af de el-relaterede tiltag som udgangspunkt vil blive modvirket af eleksport. Dette skøn er behæftet med en betydelig usikkerhed og afhænger bl.a. af den konkrete fremtidige udbygning af produktionskapacitet i de nordiske lande, jf. baggrundsrapporten "**Energipolitiske tiltag i 1990'erne: Omkostninger og CO₂-effekt**" (Energistyrelsen 2005).

3.2 Reduktion i emissioner

I Tabel 3.1 nedenfor præsenteres de estimerede reduktioner for tiltagene for år 2001 og for det årlige gennemsnit i perioden 2008-2012. Det skal bemærkes, at CO₂-reduktionen i perioden 2008-2012 er udtrykt ud fra såvel en energiforbrugs- som en energiproduktionssynsvinkel. Ved energiforbrugssynsvinklen antages al reduktion af CO₂ at tilfalde Danmark, mens reduktionen ved energiproduktionssynsvinklen alene vedrører ændringen i den faktiske udledning fra dansk område.

Tabel 3.1 Oversigt over tiltagens reduktionsbidrag i år 2001 og forventede bidrag som årlig gennemsnitlig reduktion i perioden 2008-2012 (mio. ton CO₂ ækvivalenter)

Sektor	Tiltag	CO ₂ -reduk. i år 2001 Mio. ton CO ₂	Gns. årlig CO ₂ -reduk. for 2008-2012 - Mio. ton CO ₂	
			Energiforbrugs synsvinkel	Energiproduktions synsvinkel
Energi	Tilskud til private vindmøller	2,6	3,4	1,7
	Elværkernes udbygning med vindmøller	0,4	0,9	0,5
	Udbygning med decentral kraftvarme	2,2	2,1	0,4
	Aftale om biomasseanvendelse til elproduktion	0,2	1,1	1,1
	Tilskud til energibesparelser i erhvervene	1,1	0,9	0,9
	Tilskud til dækning af CO ₂ afgift (aftaleordningen)	0,3	0,6	0,6
	Tilskud til omstilling af ældre boliger til kraftvarme	0,2	0,2	0,2
	Tilskud til fremme af tilslutning til kulraftvarme	0,1	0,1	0,1
	Tilskud til vedvarende energi	0,1	0,1	0,1
	Mærkning af bygninger	0,2	0,4	0,4
	Ændringer i afgifterne på energiprodukter ²⁾	1,5	1,5	1,0
	Yderligere energitiltag	4,6	4,6	4,0
	Energi i alt	13,5	16,0	11,0
Industri	Afgifter på og regulering af brugen af industrigasser	0,0	0,4	0,4
	Industri i alt	0,0	0,4	0,4
Transport	Øgede brændstofafgifter ²⁾	1,2	1,2	1,2
	Diverse tiltag til forbedring af bilparkens energieffektivitet ¹⁾	0,2	0,6	0,6
	Transport i alt	1,3	1,7	1,7
Landbrug	Handlingsplaner på landbrugsområdet ³⁾	1,6	1,9	1,9
	Landbrug i alt	1,6	1,9	1,9
Affald	Opsamling af metan fra lossepladser	0,2	0,2	0,2
	Stop for deponering af forbrændingsegnet affald	0,0	0,3	0,3
	Affald i alt	0,2	0,5	0,5
Alle	I alt	16,7	20,6	15,6

Noter:

1) Ud over den frivillige aftale med bilindustrien omfatter tiltagene bl.a. den grønne ejerafgift, informationskampagner, energimærkning mm.

2) Reduktionen som følge af de forøgede afgifter på såvel energiprodukter som brændstof er estimeret for 2001. Reduktionen for 2008-12 er baseret på antagelse om, at afgifter og brændstofpriser forbliver reelt uændrede og at efterspørgslen ikke ændres.

3) Omfatter NPO handlingsplanen fra 1990, Vandmiljøplan I fra 1987, Handlingsplan for Bæredygtig landbrug fra 1991 og Vandmiljøplan II fra 1998. Se DMU, 2003 for en nærmere redegørelse for handlingsplanerne og deres effekt.

De analyserede tiltag vurderes tilsammen at have reduceret ca. 16,7 mio. tons CO₂ i år 2001. Desuden er det vurderet, at Danmark - under den såkaldte energiproduktionssynsvinkel - ville have udledt ca. 15,6 mio. tons CO₂ mere i

gennemsnit pr. år i perioden 2008-12, hvis de analyserede tiltag ikke havde været gennemført. Hertil kommer at de analyserede tiltag vil give anledning til yderligere reduktioner i 2008-12 på ca. 5,0 mio. tons CO₂ pr. år, som dog vil blive modvirket af udledninger som følge af øget eksport muliggjort af de gennemførte tiltag. Den samlede udledning af CO₂ ved den såkaldte energiforbrugssynsvinkel vil således have været ca. 20,6 mio. ton højere uden tiltagene.

3.3 Sammenfatning og vurdering af resultater

I nedenstående tabel præsenteres den samlede udledning af drivhusgasser og de samlede reduktioner fordelt på sektorer. Reduktionerne er beregnet på basis af de estimerede reduktioner for hvert enkelt tiltag som præsenteret i Tabel 3.1 ovenfor.

Effekten af tiltagene er relateret til udledningen i basisfremskrivningen for at afdække hvad CO₂-emissionen ville have været uden tiltagene. Effekten er således set i forhold til basisfremskrivningen af Danmarks CO₂-udledninger, som ligger til grund for den danske klimastrategi fra februar 2003.

Tabel 3.2 Oversigt over den samlede udledning af drivhusgasser og de samlede reduktioner fordelt på sektorer (UNFCCC), mio. ton CO₂-ækvivalenter pr. år

Sektor	1990/95 ²⁾	2001			2008-12		
	Basis ¹⁾	Aktuelle emissioner ¹⁾	Reduktioner fra tiltag	Emissioner uden tiltag	Emissioner fremskrivning ¹⁾	Reduktion tiltag	Emissioner uden tiltag
Energi	42,7	43,2	13,5	56,8	53,1	11,0/16,0 ³⁾	64,1
Transport	10,7	12,6	1,3	13,9	14,6	1,7	16,3
Industri	0,3	0,7	0,0	0,7	0,7	0,4	1,1
Landbrug	14,4	11,7	1,6	13,3	10,8	1,9	12,7
Affald	1,3	1,2	0,2	1,4	0,9	0,5	1,4
I alt	69,5	69,6	16,7 ⁴⁾	86,2	80,1	15,6/20,6 ³⁾	95,6

Noter;

1) Kilde: Emissionstal (basis, aktuelle i 2001 og fremskrivning 2008-12: Miljøministeriet 2003)

2) 1990/95 angiver emissionerne i basisåret. Emissioner af CO₂, CH₄ og N₂O har basisår 1990, mens industrigasserne har 1995 som basisår. Der er ikke foretaget korrektioner for eludveksling med udlandet

3) For tiltagene på energiområdet angives den fulde reduktion. Energistyrelsen skønner, at ca. 5,0 mio. tons CO₂ per år ud af de 20,6 vil blive modvirket af øget eksport baseret på klimastrategiens beregningsforudsætninger.

4) I de 16,7 mio. tons CO₂ per år er indregnet den fulde effekt, det vil sige også de CO₂-reduktioner indenlandske tiltag har medført i udlandet.

Som allerede nævnt vil en række af de gennemførte tiltag reducere behovet for fossil elproduktion i Danmark. Den danske elproduktion indgår i dag i det Nordeuropæiske elmarked, og effekten af tiltag til begrænsning af behovet for fossil elproduktion forventes at blive delvist modvirket af øget eksport af fossil elproduktion fra Danmark, jfr. diskussionen i afsnit 3.1.

Tabel 3.2 illustrerer således effekten for Danmark ud fra energiproduktionssynsvinklen.

Som det fremgår af Tabel 3.2 skønnes de analyserede tiltag i år 2001 at have reduceret ca. 16,7 mio. tons CO₂. Ud af den samlede reduktion tegner tiltagene på energiområdet sig alene for ca. 13,5 mio. tons.

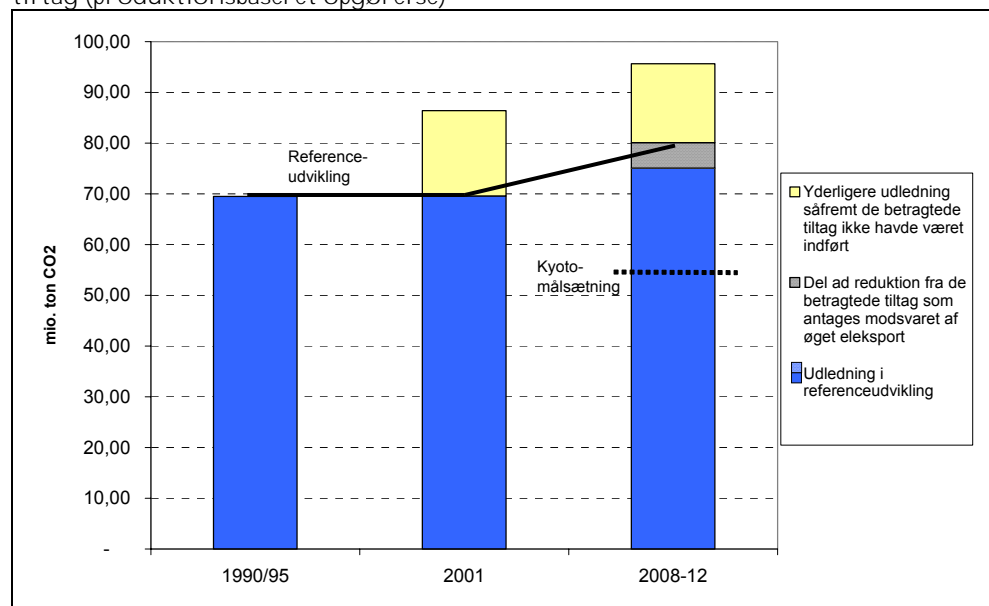
I år 2008-12 vurderes de betragtede tiltag samlet at give anledning til CO₂-reduktioner på ca. 20,6 mio. tons pr. år (energiforbrugssynsvinklen). Dette er et udtryk for den samlede effekt af Danmarks indsats i perioden 1990-2001. En del af effekten af indsatsen på energiområdet forventes at modsvares af øget el-eksport, således at de betragtede tiltag i forhold til Kyoto-regnskabet vurderes at give anledning til CO₂ reduktioner på ca. 15,6 mio. tons pr. år i perioden 2008-12 (energiproduktionssynsvinkel).

Udviklingen i den samlede CO₂-udledning med og uden de analyserede tiltag er illustreret i de to figurer nedenfor.

Figur 3.1 illustrerer, hvor meget større Danmarks udledning af CO₂ ville have været i 2001 og i perioden 2008-12, hvis de betragtede tiltag ikke havde været sat i værk set i forhold til basisfremskrivningen. I figuren er det illustreret, hvordan en del af de reduktioner tiltagene giver anledning til vil blive modvirket af den øgede eleksport (energiproduktionssynsvinklen).

Figur 3.2 viser ændringerne i udledningerne i Danmark og udlandet i forhold til en basisfremskrivning ud fra energiforbrugssynsvinklen. Figuren er relevant fordi den viser udviklingen i udledning af CO₂, der hidrører fra Danmarks energiforbrug.

Figur 3.1 Udviklingen i den samlede CO₂-udledning med og uden de analyserede tiltag (produktionsbaseret opgørelse)



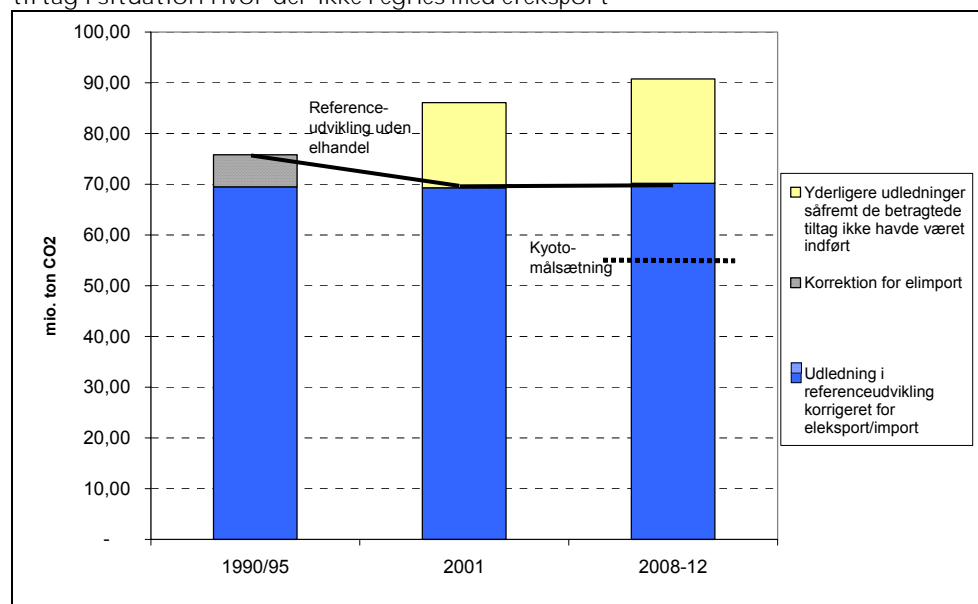
Noter:

- 1) Reduktionskravet er i figuren opgjort, som Danmarks juridiske forpligtelse, dvs. at der ikke korrigeres for den særskilt store el-import i basisåret 1990. Falder afklaringen af dette ud til Danmarks fordel, kan reduktionskravet blive mindsket med op til 5 mio. tons årligt.
- 2) I reduktionen i 2001 er indregnet den fulde effekt, det vil sige også de CO₂-reduktioner indenlandske tiltag har medført i udlandet.

Figur 3.1 viser at de analyserede tiltag vurderes at ville have reduceret CO₂-udledningen med gennemsnitlig ca. 15,6 mio. tons pr. år i perioden 2008-12, svarende til det øverste areal på figuren. Figuren illustrerer endvidere at tiltagene desuden potentielt at kunne have reduceret udledningen med 5,0 mio. tons. Denne potentielle reduktion modsvares imidlertid af en øget eleksport, hvilket betyder at effekten forventes at ville komme de

elimporterende lande til gode, idet disse lande alternativ selv skulle have produceret elektriciteten.

Figur 3.2 Udviklingen i den samlede CO₂-udledning med og uden de analyserede tiltag i situation hvor der ikke regnes med eleksport



Figur 3.2 viser tiltagens reduktion i Danmark og udlandet ud fra energiforbrugssynsvinklen. I denne situation er det vurderet, at Danmarks CO₂-udledninger ville være ca. 20,6 mio. tons højere pr. år i perioden 2008-12, hvis de betragtede tiltag ikke havde været gennemført.

I Tabel 3.3 nedenfor er tiltagens CO₂-reduktioner sammenholdt med Danmarks manko uden tiltagene.

Tabel 3.3 Tiltagens CO₂-reduktion i forhold til Danmarks manko, år 2008-12. Angivet i mio. tons CO₂ pr. år

	CO ₂ udledninger i Basis fremskrivning	CO ₂ reduktion fra betragtede tiltag	CO ₂ udledning hvis tiltag ikke havde været gennemført	Kyoto målsætning	Manko hvis tiltag ikke havde været gennemført
	(1)	(2)	(3)=(1)+(2)	(4)	(5)=(3)-(4)
Basisfremskrivning, februar 2003	80,1	15,6	95,6	54,9	40,7

Af tabellen fremgår det, at det vurderes, at Danmarks CO₂ udledninger i 2008-12 set i forhold til basisfremskrivningen ville være 15,6 mio. tons højere, såfremt de betragtede tiltag ikke havde været gennemført. Den danske reduktionsforpligtelse på 21 pct. i forhold til niveauet i 1990, svarer til at udledningerne i 2008-2012 skal reduceres til 54,9 mio. tons CO₂ pr. år. Danmark ville således have haft en manko på 40,7 mio. tons CO₂ pr. år i 2008-2012 såfremt de betragtede tiltag ikke havde været gennemført.

Den samlede reduktionseffekt i Danmark og udlandet af de gennemførte indenlandske tiltag er imidlertid, som beskrevet ovenfor, 20,6 mio. tons pr. år. Det kan således samlet konkluderes, at Danmark allerede har gjort en væsentlig indsats hjemme.

Det skal bemærkes, at Danmark i 2002 fik vedtaget en politisk erklæring fra Rådet (miljø) og Kommissionen om, at der i forbindelse med fastlæggelsen af de tilladte udledningmængder (målt i ton) i 2006, skal tages hensyn til Danmarks erklæring i forbindelse med byrdefordelingsaftalen i 1998, som bl.a. anfører at Danmarks reduktioner skal ses i forhold til et korrigeret 1990-niveau, ligesom vedtagelse af yderligere fælleseuropæiske foranstaltninger forudsættes.

I forhold til ovenstående mankoberegning vil fuld hensyntagen til den omtalte korrektion i form af kompensation for effekterne af den store danske el-import fra Norge og Sverige i basisåret 1990, der medførte atypisk lave, danske emissioner, således medføre, at Danmark skal reducere de danske emissioner med ca. 5 mio. tons mindre end anført ovenfor.

3.4 Usikkerhed og forbehold

Det skal bemærkes, at der til de estimerede reduktioner i emissionerne er knyttet betydelige usikkerheder alene pga. af kompleksiteten og omfanget af beregninger. I det følgende sammenfattes kort en række af de vigtigste forhold man bør være opmærksom på i relation til de angivne reduktioner.

I energisektoren er det afgørende spørgsmål, hvilken energiforsyning og forbrug der ville have været, hvis de nævnte tiltag ikke var blevet gennemført. Det er antaget, at energibesparelser og forøget produktion af miljøvenlig el har fortrængt el produceret på et gennemsnitligt dansk kondensværk (kraftværk uden samtidig produktion af varme) med en gennemsnitlig grad af røgensning. Denne antagelse har stor betydning for de estimerede reduktioner.

Det forudsættes som en grov beregningsforudsætning, at 50 pct. af elfortrængningen fra tiltag, som har reduceret elforbruget eller udbygget produktionen af miljøvenlig energi, sker i Danmark fra 2001 og frem. Dette skøn er behæftet med betydelig usikkerhed, og afhænger bl.a. af den konkrete fremtidige udbygning med ny produktionskapacitet i de nordiske lande.

Der henvises i øvrigt til dokumentationen af beregningen af de enkelte tiltag i bilagsrapporten for en nærmere redegørelse usikkerheden forbundet med opgørelsen for det enkelte tiltag.

4 Omkostninger for udvalgte tiltag

Indsatsen på klimaområdet har påvirket samfundsøkonomien, idet de enkelte tiltag ofte er forbundet med ekstra investeringer og omkostninger. Desuden påvirker afgifter på energi og varer produktions- og forbrugsmønstre med velfærdmæssige konsekvenser til følge.

For at få et overblik over omkostningerne er der i forbindelse med dette projekt gennemført nye vurderinger af hvad de gennemsnitlige reduktionsomkostninger udgør for forskellige tiltag. Disse omkostninger opgøres som kr. pr. ton CO₂-reduktion, uanset om denne CO₂-reduktion finder sted i Danmark eller i udlandet. Idet der tages højde for den tidsmæssige fordeling af omkostninger og emissions reduktioner fås et sammenligneligt nøgletal for hvert tiltag.

Et udtryk for de samlede samfundsøkonomiske omkostninger pr. tons reduceret CO₂-udslip (også kaldet tiltagets CO₂-skyggepris) er således beregnet ved at sætte tiltagets samlede nettoomkostninger i forhold til den samlede CO₂-reduktion, tiltaget vurderes at give anledning til, uanset om denne CO₂-reduktion finder sted i Danmark eller i udlandet. Det svarer til den metode, der blev benyttet i tidligere analyser udført af Finansministeriet m.fl. i 2001 samt af Det økonomiske Råd i 2002 og som også blev anvendt i omkostningsvurderingerne til brug for regeringens klimastrategi fra 2003.

Det skal understreges, at indførelsen af EU's CO₂-kvoteordning fra 2005 ændrer rammerne for store dele af energisektoren og den energitunge industri, således at beregningsmetoden ikke kan anvendes ved vurdering af kommende tiltag inden for disse kvotebelagte områder. Med kvoteordningen vil CO₂-emissionen fra de kvotebelagte sektorer, herunder elproduktionen, være entydigt bestemt af den samlede kvote målt i forhold til Kyoto-regnskabet. Til gengæld vil CO₂-kvotesystemet øge den europæiske elpris, og dermed øge rentabiliteten af elbesparelser og VE i forhold til i dag. Beregningen af skyggeværdierne for de kvotebelagte områder frem til perioden 2008-12, hvor det nye Kyoto-regime er trådt i kraft, tjener således rent illustrative formål.

Med det åbne, internationale elmarked siden slutningen af 1990'erne er det ikke givet, at eksempelvis udbygning med vedvarende energi vil reducere CO₂-udslippet fra *danske* elproducenter tilsvarende, da det kan være fordelagtigt for danske elproducenter at eksportere el til udlandet i stedet for at indskrænke produktionen. I det omfang dette er tilfældet, vil CO₂-udledningen i stedet formindskes i andre lande. Dette er en central problemstilling i forhold til at opgøre hvor stor effekt tiltagene vil have i forhold til basisfremskrivningen.

4.1 Omkostningsopgørelse

Omkostningerne til reduktion af CO₂ er opgjort som de samlede samfundsøkonomiske omkostninger og fordele ved de enkelte tiltag. Fordelen ved CO₂-reduktioner er dog ikke værdisat og indregnet, idet formålet netop har været at bestemme hvor meget det koster samfundet at reducere CO₂-

udledninger ved forskellige typer tiltag. Den metodemæssige tilgang er baseret på et velfærdsteoretisk grundlag, jfr. *Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger*, Finansministeriet, 1999.

For varer og ydelser der forhandles på et marked er værdisætningen forholdsvis enkel, idet værdien her vil tage udgangspunkt i den pris, forbrugeren eller virksomheden køber varen til. Flere tiltag giver imidlertid anledning til andre positive (eller negative) miljøeffekter, såkaldte eksterne effekter. Reduktion af brugen af fossile brændsler fører til lavere CO₂-udledning, men samtidig vil emissionerne af SO₂ og NO_x og typisk blive reduceret.

For at få et retvisende billede af de samlede omkostninger og gevinster ved de enkelte tiltag er det vigtigt at medtage sådanne ikke prissatte eksterne effekter. I det omfang, det har været muligt, er øvrige miljøeffekter blevet medtaget i de økonomiske beregninger baseret på typisk anvendte estimater for den økonomiske værdi af sådanne effekter.

Værdisætningen af disse fysiske reduktioner er imidlertid meget usikker. I denne rapport er benyttet samme værdisætninger som i klimastrategien. Siden beregningerne blev foretaget, har Danmarks Miljøundersøgelser offentliggjort nye højere vurderinger af skadesomkostningerne ved udslip af SO₂ og NO_x. Brug af de nye, opdaterede forudsætninger fra DMU ville for flere af tiltagene alt andet lige have resulteret i lavere beregnede CO₂-skyggepriser.

Det skal understreges, at der ikke i denne rapport er forsøgt inddraget eventuelle positive effekter på forsyningssikkerhed og teknologiudvikling. Tiltagene indebærer generelt en række fordele vedrørende forsyningssikkerhed og teknologiudvikling, som principielt burde indregnes, men som det ikke har været muligt at sætte tal på.

Alle effekter eller omkostningselementer er beregnet som nettoomkostninger, dvs. som ændringer i forhold til referencesituationen, som er den samme referencesituation der har dannet baggrund for estimering af emissionsreduktionerne. Omkostningerne (og gevinsterne) er opgjort hvert år i hele tiltagets levetid. Effekterne er opgjort i faste priser - prisniveau 2002.

Resultaterne præsenteres som de gennemsnitlige samfundsøkonomiske omkostninger pr. ton reduceret CO₂. Dette resultat betegnes også som *skyggeprisen for det enkeltes tiltags CO₂-reduktion*. Dermed er der ikke lavet en fuld cost-benefit analyse, idet værdien af CO₂-reduktioner ikke er værdisat. De beregnede gennemsnitlige CO₂-reduktionsomkostninger kan derimod danne baggrund for en såkaldt cost-effectiveness analyse, hvor man ser på den billigste måde at opnå et givet mål på.

Der henvises til bilag 6 i bilagsrapporten for en lidt mere udførlig redegørelse af den anvendte metode herunder en beskrivelse af de anvendte forudsætninger om bl.a. diskonteringsfaktor, skatteforvridning og nettoafgiftsfaktor.

4.2 Oversigt over omkostninger forbundet med tiltagene

I Tabel 4.1 præsenteres de gennemsnitlige samfundsmæssige omkostninger pr. ton reduceret CO₂ for de enkelte tiltag. Som mål for "størrelsen" af tiltaget indeholder tabellen desuden en oversigt over tiltagenes effekt udtrykt som den gennemsnitlige årlige reduktion i perioden 2008-2012.

Omkostningerne ved CO₂ reduktion er kun vurderet for udvalgte tiltag. Udvælgelsen af tiltag har i høj grad været bestemt af hvilke tiltag, der tidligere har været foretaget beregninger af CO₂-reduktionsomkostningerne for. For visse tiltag er beregning af de samfundsmæssige omkostninger ikke mulig, fordi tiltaget primært har medført andre miljøforbedringer end CO₂-reduktion, som det ikke er muligt direkte at værdisætte.

Tabel 4.1 De gennemsnitlige samfundsøkonomiske nettoomkostninger pr. ton CO₂ reduceret i tiltagets levetid

Sektor	Tiltag	Gennemsnitlig CO ₂ reduktion pr. år for 2008-2012 mio. ton CO ₂ /år	Samfundsøkonomisk omkostning pr. ton CO ₂ DKK/ton CO ₂ (2002 prisniveau)
Energi	Tilskud til private vindmøller	3,4	275
	Elværkernes udbygning med vindmøller	0,9	250
	Udbygning med decentral kraftvarme	2,1	100
	Aftale om biomasseanvendelse til elproduktion	1,1	325
	Tilskud til energibesparelser i erhvervene	0,9	275
	Tilskud til dækning af CO ₂ afgift (aftaleordningen)	0,6	0
	Tilskud til omstilling af ældre boliger til kraftvarme	0,2	1.925 ²⁾
	Tilskud til fremme af tilslutning til kulkraftvarme	0,1	850
	Tilskud til vedvarende energi	0,1	1.500 ³⁾
	Mærkning af bygninger	0,4	1.300
Skatte-tiltag	Ændringer i afgifterne på energiprodukter ⁴⁾	1,5	325
	Øgede brændstofafgifter ⁴⁾	1,2	775 ⁵⁾
Industri	Regulering af industrigasser	0,4	200 ⁶⁾

1) Skyggeprisen er beregnet ud fra tiltagens samlede CO₂-reduktion.

2) Tiltaget har også medført øget komfort for dem der har skiftet til kraftvarme, hvilket vurderes at have været en del af den politiske bevæggrund for tiltaget. Denne genvist er imidlertid ikke søgt værdisat.

3) Vægtet gennemsnit. Skyggeprisen dækker over tre indsatsområder med meget forskellige skyggepriser: Solvarme (5.700 DKK/ton CO₂), Varmepumper (650 DKK/ton CO₂) og Biomasse (600 DKK/ton CO₂).

4) Effekten og skyggeprisen er estimeret for året 2001 baseret på den nominelle skattestigning fra 1990 til 2001. Under forudsætning af uændrede efterspørgselsforhold, og konstante reale priser og afgifter vil dette estimat også kunne anvendes for perioden 2008-12. Det skal bemærkes at disse forudsætninger ikke er fuldt konsistente med forudsætninger om brændselsprisudviklingen anvendt i forbindelse med energitiltagene.

5) CO₂-reduktionen beregnet for al brændstofforbrug, dvs. for brændstof forbrugt af såvel personbiler som vare- og lastbiler. Skyggeprisen er derimod kun beregnet for brændstof forbrugt af personbiler svarende til beregningerne foretaget i forbindelse med Regeringens Klimastrategi fra 2003.

6) Industrigasser anvendes til en lang række formål. Den illustrerede skyggepris er beregnet som eksempel på omkostninger ved at skifte fra HFC gasser til mere miljøvenlige drivmidler i industrielle køleanlæg, som er den største forbrugsgruppe indenfor de berørte industrigasser.

Tabel 4.1 viser, at der er stor spredning på skyggeomkostningerne for tiltagene, hvor skyggeprisen varierer fra 0 DKK/ton til op til 2.000 DKK/ton. Det bør bemærkes, at beregningerne generelt er behæftet med betydelig usikkerhed, ligesom det ikke har været muligt at medtage alle de samfundsøkonomiske effekter i beregningerne. Således indgår f.eks. nyttegevinsten af øget komfort for skift til kraftvarme ikke i beregningen af i nettoomkostningerne for tiltaget "Tilskud til omstilling af ældre boliger til

kraftvarme". Mange af tiltagene vil også have en positiv virkning på energiforsyningsikkerheden, som ikke er værdisat. Der henvises til bilagsrapporten til nærværende rapport samt til Energistyrelsens, 2005 for en nærmere beskrivelse af de anvendte forudsætninger og antagelser for beregningen af skyggeprisen for det enkelte tiltag.

4.3 Usikkerhed og forbehold

Resultaterne skal tages med forbehold for den betydelige usikkerhed, der er forbundet med opgørelsen af nettoomkostningerne for de enkelte tiltag. Igen gælder det, at alene kompleksiteten og omfanget af beregninger gør at opgørelserne er forbundet med usikkerhed. Nedenfor sammenfattes kort en række af de mest centrale forhold og antagelser i forhold til beregningen af de samfundsøkonomiske nettoomkostninger.

Referencescenariet udtrykker hvordan udviklingen har været og forventes at være med de specifikke tiltag og bruges således til at estimere nettoeffekterne udtrykt i fysiske størrelser af et givent tiltag. Det er både vanskeligt og kontroversielt at beregne forskellen i forhold til referencescenariet for de enkelte tiltag, fordi det stiller krav om at man definerer hvordan situationen ville have udviklet sig uden de tiltag, som er blevet gennemført.

Alle omkostninger er beregnet med basis i Finansministeriets anbefalinger til velfærdsøkonomiske analyser. De anvendte forudsætninger om bl.a. nettoafgiftsfaktor, skatteforvridningstab og diskonteringsfaktor er alle forbundet med usikkerhed.

De anvendte forudsætninger om energipriser spiller en helt central rolle i analyserne af de enkelte reduktionstiltag. Vedrørende de samfundsøkonomiske energipriser er der som udgangspunkt brugt samme brændselsprisforudsætninger, som blev anvendt i regeringens Klimastrategi fra 2003. Der knytter sig en helt række problemstillinger og usikkerheder til opgørelsen af priserne. Et centralt forhold vedrører bl.a. forudsætninger om kapacitetsfortrængning og effektværdi i forhold til opgørelsen af de sparede investeringer i konventionel kapacitet ved energibesparende tiltag og tiltag som har forøget produktionen af miljøvenlig el.

For de effekter som ikke direkte har tilknyttet en markedspris er der anvendt værdisætningsestimater for at omsætte effekterne til en økonomisk værdi. I denne analyse er der anvendt en række officielle priser for f.eks. SO₂ og NO_x emissioner, som også tidligere har været anvendt af Energistyrelsen. Værdisætningsestimaterne er baseret på opgørelser over bekæmpelses- og skadesomkostningerne og skal fortolkes med stor forsigtighed. Generelt vurderes værdisætningsestimater at være behæftet med betydelig usikkerhed.

For at give et indtryk af betydningen af centrale antagelser indeholder nedenstående tabel nogle få eksempler på hvor meget skyggepriserne varierer med realistiske ændringer i centrale baggrundsparemetre. For en mere fyldestgørende og systematisk præsentation af følsomhedsanalyserne for de enkelte tiltag henvises til Energistyrelsen, 2005.

Tabel 4.2 Følsomhedsanalyser for udvalgte tiltag - eksempler

Tiltag	Ændring i parameter	Resultat grundberegning Skyggepris Reduktion i 2008-12	Resultat følsomhedsanalyse
Tilskud til private vindmøller	Diskonteringsrate 3% i stedet for 6% p.a.	3,4 mio. tons CO ₂ /år 275 DKK/ton CO ₂	- 175 DKK/ton CO ₂ (-100 DKK/ton)
Tilskud til private vindmøller	Ændring i elprisen fra 2005 på - 2 øre/kWh	3,4 mio. tons CO ₂ /år 275 DKK/ton CO ₂	- 295 DKK/ton (+20 DKK/ton)
Øgede brændstofafgifter ¹	Efterspørgselselasticitet halveret fra -0,6 til -0,3 (personer) og -0,2 til -0,1 (varebiler)	1,2 mio. tons CO ₂ /år 775 DKK/ton CO ₂	0,6 mio. tons/år (-0,6 mio. tons/år) 575 DKK/ton (- 200 DKK/ton)

1) CO₂-reduktionen beregnet for al brændstofforbrug, dvs. for brændstof forbrugt af såvel personbiler som vare- og lastbiler. Skyggeprisen er derimod kun beregnet for brændstof forbrugt af personbiler svarende til beregningerne foretaget i forbindelse med Regeringens Klimastrategi fra 2003. Dette gør sig ligeledes gældende i følsomhedsanalysen for "Øgede brændstofafgifter".

5 Kildefortegnelse

Det Økonomiske Råd, 2002 (a): **Dansk økonomi**, forår 2002

Det Økonomiske Råd, 2002 (b): **Cost-benefit-analyser af energipolitik samt energi- og transportafgifter**, Jacob Krog Søbygaard, 2002.

DMU, 2003: **Effekter af tidligere handlingsplaner på landbrugets emission af drivhusgasser**, Steen Gyldenkerne og Mette Hjorth Mikkelsen, 2003.

European Commission, 2002: **Fiscal Measures to Reduce CO₂ Emissions from New Passenger Cars**, Main Report, A study contract undertaken by COWI A/S.

Energistyrelsen, 2005: **Energipolitiske tiltag i 1990'erne: Omkostninger og CO₂-effekt**, 2005.

Energistyrelsen, 2001: **Omkostninger og miljøgevinster ved emissionsreduktioner**, 2001.

Fenhann, J. 2003: **Denmark's Greenhouse Gas Projections until 2012 - an update including a preliminary projection until 2017**. UNEP, Danish Environmental Protection Agency, 2003.

Finansministeriet, 1999: **Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger**, september 1999.

Finansministeriet m.fl., 2001: **Miljøpolitikens økonomiske fordele og omkostninger**, februar 2001.

Finansministeriet m.fl., 2003: **En omkostningseffektiv klimastrategi**, februar 2003.

Miljøministeriet, 2003: **Danmarks drivhusgasopgørelser 1990-2001 og fremskrivninger 2002-2017**, 2003.

Miljøstyrelsen, 2003: **Beregninger af CO₂-tiltag på transportområdet**, COWI for Miljøstyrelsen 2003.

Trafikministeriet, 2000: **Begrænsning af transportsektorens CO₂-udslip - Muligheder og virkemidler**, 2000.

Trafikministeriet, 2001: **Begrænsning af transportsektorens CO₂-udslip - Regeringens handlingsplan**, 2001.

Trafikministeriet, 2002: **Transportsektorens energiforbrug og emissioner**, Vejdirektoratet, 2002.

UNITED NATIONS - FCCC, 2000: **UNFCCC guidelines on reporting and review**, FCCC/CP/1999/7, 2000.