

# Danmarks udledning af CO<sub>2</sub> - indsatsen i perioden 1990-2001 og omkostningerne herved

## Bilagsrapport



# Indhold

<b>INTRODUKTION</b>	<b>5</b>
<b>BILAG 1 BESKRIVELSE AF TILTAG, ENERGI</b>	<b>7</b>
1.1 TILSKUD TIL PRIVATE VINDMØLLER	7
1.2 ELVÆRKERNES UDBYGNING MED VINDMØLLER	11
1.3 UDBYGNING MED DECENTRAL KRAFTVARME	15
1.4 AFTALE OM BIOMASSEANVENDELSE TIL ELPRODUKTION	19
1.5 TILSKUD TIL ENERGIBESPARELSER I ERHVERVENE	23
1.6 TILSKUD TIL DÆKNING AF CO <sub>2</sub> -AFGIFT (AFTALEORDNINGEN)	26
1.7 TILSKUD TIL OMSTILLING AF ÆLDRE BOLIGER TIL KRAFTVARME	28
1.8 TILSKUD TIL FREMME AF TILSLUTNING TIL KULKRAFTVARME	31
1.9 TILSKUD TIL VEDVARENDE ENERGI	35
1.10 MÆRKNING AF BYGNINGER	40
1.11 ÆNDRINGER I AFGIFTERNE PÅ ENERGIPRODUKTER	42
<b>BILAG 2 BESKRIVELSE AF TILTAG, INDUSTRI</b>	<b>49</b>
1.12 AFGIFTER PÅ OG REGULERING AF BRUGEN AF INDUSTRIGASSER	49
<b>BILAG 3 BESKRIVELSE AF TILTAG, TRANSPORT</b>	<b>57</b>
1.13 ØGEDE BRÆNDSTOFAFGIFTER	58
1.14 GRØN EJERAFGIFT PÅ NYE PERSONBILER	64
1.15 FRIVILLIG AFTALE MED BILINDUSTRIEN	65
<b>BILAG 4 BESKRIVELSE AF TILTAG, LANDBRUG</b>	<b>69</b>
1.16 HANDLINGSPLANER PÅ LANDBRUGSOMRÅDET	69
<b>BILAG 5 BESKRIVELSE AF TILTAG, AFFALD</b>	<b>71</b>
1.17 TILTAG DER SIGTER MOD REDUKTION AF DRIVHUSGASEMISSIONER FRA DEPONERINGSANLÆG (LOSSEPLADSER)	71
<b>BILAG 6 METODE</b>	<b>75</b>
1.18 TILGANG	75
1.19 METODE FOR OPGØRELSE AF REDUKTIONER	76
1.20 METODE FOR OMKOSTNINGSOPGØRELSE	79
<b>KILDEFORTEGNELSE</b>	<b>87</b>



# Introduktion

Dette er en bilagsrapport til hovedrapporten "**Fortrængning af CO<sub>2</sub> i perioden 1990-2001 og omkostningerne herved**". Bilagsrapporten indeholder beskrivelser og dokumentation for beregningerne af de enkelte tiltag, som er belyst. Desuden indeholder bilagsrapporten et afsnit som beskriver den anvendte tilgang og metode.

Det overordnede formål 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 CO<sub>2</sub>-udledning;
- så vidt muligt tage udgangspunkt i eksisterende evalueringer og beregninger;
- udelukkende at opgøre CO<sub>2</sub> reduktionsomkostningerne for centrale tiltag.

Der henvises til hovedrapporten for en beskrivelse af de overordnede resultater og konklusioner.



# Bilag 1 Beskrivelse af tiltag, energi

I dette bilag beskrives de udvalgte tiltag i energisektoren mere detaljeret, ligesom der redegøres nærmere for de bagvedliggende antagelser og forudsætninger for beregningerne.

Op i gennem 1990'erne blev der gennemført en bred vifte af tiltag i energisektoren, som helt eller delvist har været begrundet med ønsket om en reduktion af energiforbrug og CO<sub>2</sub>-udledning. Et af de bærende elementer i energipolitikken var omlægningen af el- og fjernvarmeproduktion fra kul- og oliebaseret produktion til produktion baseret på mere miljøvenlige brændsler som naturgas og vedvarende energi. Desuden blev der satset på at opnå energibesparelser i såvel erhvervsliv, husholdninger og den offentlige sektor.

Der er gennemført beregninger af de mest centrale tiltag i perioden. Dog er tiltaget Elvarmekonvertering ikke analyseret. Resultatet af beregningerne er kortfattet dokumenteret nedenfor. Energistyrelsen har udført analyserne af de enkelte tiltag - dog med undtagelse af tiltaget "Ændringer i afgifterne på energiprodukter" som er Skatteministeriets ansvar. Der henvises i øvrigt til Energistyrelsen, 2005 for en detaljeret dokumentation af beregninger af de energipolitiske tiltag.

## 1.1 Tilskud til private vindmøller

### 3.1.1 Beskrivelse af tiltaget

Op i gennem 90'erne er private blevet tilskyndet til at bygge vindmøller ved hjælp af forskellige gunstige offentligt finansierede ordninger. Disse reguleringer har bl.a. sigtet på at reducere CO<sub>2</sub>-udledningen og fremme den teknologiske udvikling. Der har været anvendt følgende virkemidler for at gøre det attraktivt for private at investere i vindmøller:

- Elproduktionstilskud finansieret over finansloven
- Gunstige afregningsregler finansieret gennem elprisen for den strøm, der produceres på vindmøllerne.

Reglerne har betydet at private vindmølleejere har fået et nærmere fastlagt tillæg til den markedsbestemte elpris. Der henvises til Energistyrelsen, 2005 for en nærmere redegørelse.

Analysen af tilskud til private vindmøller er afgrænset til alene at omfatte de historiske investeringer, der er gennemført i perioden 1992-2002. Investeringer foretaget før 1992 samt eventuelle fremtidige vindmølleinvesteringer er dermed ikke inkluderet i analysen. Når der ikke medtages investeringer før 1992 skyldes det, at det er det år, der har været anvendt som startår i de tidligere analyser af energipolitikens samfundsøkonomiske rentabilitet, jf. Det Økonomiske Råd (2002) og

Finansministeriet m.fl. (2001). Investeringer efter 2002 er ikke medtaget, da der efter denne dato skete en form for regimeskift som betyder at vindmøller opført fra 1. januar 2003 som udgangspunkt skal afsættes på markedsvilkår (dog med et pristillæg på op til 10 øre/kWh, indtil møllen er 20 år gammel).

I tabellen nedenfor vises den installerede vindkapacitet i perioden 1992-2002 for private landvindmøller sammen med den samlede kapacitet og produktion. Det er antaget, at halvdelen af den effekt ved vindmøllerne, der installeres i et givet år, bidrager til elproduktionen det pågældende år og resten det efterfølgende år.

Tabel 1.1 Ny effekt og samlet kapacitet og produktion af private landvindmøller bygget i årene 1992-2002

år	Ny effekt (MW)	Samlet kapacitet til produktion (MW)	Samlet elproduktion (GWh)
1992	32	16	34
1993	24	44	99
1994	29	71	150
1995	33	102	208
1996	197	217	363
1997	288	459	892
1998	303	755	1.642
1999	303	1.058	1.988
2000	587	1.503	3.100
2001	96	1.844	3.171
2002	319	2.052	3.842
2003	-	2.211	4.422

Kilde: Energistyrelsen

Note: Det er antaget, at halvdelen af den effekt, der installeres i et givet år, bidrager til elproduktionen det pågældende år og resten først det efterfølgende år.

Udviklingen i vindmøllernes kapacitet og elproduktion følges ikke automatisk ad, da produktionen af vindkraft primært afhænger af vindforholdene, som er svingende.

Når alle vindmøller er i drift, er der tale om en samlet produktionskapacitet på 2.211 MW.

Estimerede reduktioner i udledninger af drivhusgasser som følge af tiltaget  
 Produktion af el på vindmøller giver ikke anledning til CO<sub>2</sub> udledninger. Det er antaget, at tiltaget overflødiggør konventionel elproduktion svarende til den gennemsnitlige danske kondensproduktion, hvorfor emissionsbesparelser er opgjort med udgangspunkt i emissionsfaktorerne for denne produktion.

I beregningerne er det antaget, at det fald i kraftværkernes SO<sub>2</sub>- og NO<sub>x</sub>-udledning der kunne blive resultatet af den lavere elproduktion, indebærer, at kraftværkerne kan spare dele af de omkostninger, de alternativt skulle have afholdt for at overholde SO<sub>2</sub>- og NO<sub>x</sub>-kvotereguleringen. Omvendt betyder



dette at der ikke kommer nogen miljøgevinst i form af lavere SO<sub>2</sub>- og NO<sub>x</sub>-udledning som følge af tiltaget.

Den fossile elproduktion reduceres direkte og indirekte. For det første overflødiggøres en del af den kondensproduktion, der alt andet lige ville have været nødvendig uden vindmølleproduktionen direkte. For det andet reduceres elproduktionen yderligere indirekte, når efterspørgslen efter el falder som følge af en højere elpris.

I beregningerne opereres der med en priselasticitet på -0,15 for husholdninger, mens der anvendes en priselasticitet på -0,25 for erhvervenes elforbrug til procesformål og rumvarme. Disse elasticiteter stammer fra Danmarks Statistiks EMMA-model (EMMA99). Med de anvendte elasticiteter og den beregnede meromkostning er effekten på elforbruget beregnet.

Ud fra den beregnede årlige direkte overflødige konventionelle produktion og den indirekte reduktion som følge af prisstigningen på el er den samlede årlige CO<sub>2</sub>-reduktion beregnet. Tabellen nedenfor viser den beregnede årlige reduktion i 5-års intervaller.

Tabel 1.2 Reduktioner i emissioner af CO<sub>2</sub> som følge af tilskud til private vindmøller, Kt CO<sub>2</sub>-ækvivalenter

Tiltag	1990	1995	2000	2001	2005	2008-2012
Tilskud til private vindmøller	0	183	2.745	2.649	3.651	3.370

Som det fremgår af tabellen skønnes tiltaget med tilskud til private vindmøller at bidrage med en gennemsnitlig årlig reduktion i perioden 2008-2012 på ca. 3,4 mio. ton CO<sub>2</sub>.

### 3.1.2 Samfundsmæssige omkostninger for tiltaget

Tilskud til private vindmøller har medført en række samfundsøkonomiske omkostninger og gevinster. Først og fremmest er tiltaget forbundet med en række investerings- og driftsomkostninger for vindmøller og sparede omkostninger til fossil el. Herudover har tiltaget endvidere givet anledning til ændringer i statens provenu, ligesom den højere elpris fra investeringen i vindmøller har givet anledning til et forbrugsforvridningstab.

Effekten på elprisen er beregnet på baggrund af forenkende antagelser om afregningspriser for vindmøller. I beregningen er der skelnet mellem om elforbruget sker i husholdninger eller til hhv. proces og rumvarme i erhvervene, da disse er afgiftsbelagt forskelligt.

Tiltagets investeringsperiode løber fra 1992-2002, mens tidshorizonten løber frem til 2022, da vindmøllernes levetid er 20 år. Tabellen nedenfor viser til de beregnede investeringer i vindmøller og drifts- og

vedligeholdelsesomkostninger samt omkostninger til nettet i investeringsperioden.

Tabel 1.3 De samlede omkostninger til elproduktion på vindmøllerne i investeringsperioden

År	Inv. omk.	Drifts- og vedl.	Netomk.	I alt (mio. kr.)
1992	283	4	3	290
1993	205	11	2	218
1994	241	16	3	160
1995	267	22	3	292
1996	1.541	38	20	1.599
1997	2.178	95	29	2.302
1998	2.251	174	30	2.455
1999	2.183	211	30	2.424
2000	4.031	328	59	4.418
2001	638	336	10	984
2002	2.074	407	32	2.513

Kilde: Energistyrelsen

Det er vigtigt at bemærke, at der i investeringsperioden spares omkostninger (investeringer og variable omkostninger) til produktion af fossil el, som ikke fremgår af tabellen. Desuden skal det bemærkes at der spares variable omkostninger helt frem til år 2022, ligesom vindmøllerne er forbundet med driftsomkostninger i hele denne periode. Der henvises til Energistyrelsen, 2005 for en oversigt over alle omkostninger i hele tidshorizonten.

Det skal dog nævnes, at det ved beregningen af de sparede omkostninger til fossil el er antaget, at vindmøllerne har en effektivitet<sup>1</sup> på 20%. Endvidere er det antaget, at der historisk har været overkapacitet i en sådan grad, at der alternativt kun ville have været behov for at investere i konventionelle anlæg i et omfang svarende til halvdelen af vindmøllernes samlede effektivitet. Behandlingen af effektivitet og overskudskapacitet tilsammen gør, at der for hver installeret MW vindkraft indregnes sparede konventionelle investeringer på 0,1 MW (= 20%·50%·1MW).

De samfundsøkonomiske omkostninger forbundet med tiltaget er beregnet med udgangspunkt i den generelle metode og de generelle forudsætninger om priser for el og emissionskoefficienter mv. suppleret med forudsætningerne nævnt i afsnittet ovenfor. Endelig antages det om investeringerne, at de har en økonomisk levetid på 20 år.

Omkostningerne er beregnet for hvert år i investeringernes levetid, som løber fra 1992 til 2022. På denne baggrund er nettonutidsværdien af tiltagets omkostninger beregnet. I tabellen nedenfor præsenteres de samlede

<sup>1</sup> Effektivitet betegner den andel af konventionel kraftværkskapacitet der overflødiggøres ved udbygning med vindkapacitet. Andelen er mindre end 100%, da energien produceret fra vindmøller ikke er regulerbar.

samfundsøkonomiske omkostninger udtryk i nettonutidsværdi opsplittet på de centrale komponenter.

Tabel 1.4 De samlede samfundsøkonomiske omkostninger udtryk i nettonutidsværdi af tilskud til private vindmøller (nettonutidsværdi, 2002-priser)

Komponent	NNV (mio. kr.)
Investeringer (inkl. netomkostninger)	-12.160
Drifts- og vedligeholdelsesomk	-4.088
Besparelse på fossil el (inkl. miljøgevinst)	9.907
Skatteforvridningstab, netto	-262
Forbrugsforvridningstab, netto	-500
<b>Nettoomkostninger i alt</b>	<b>-7.103</b>
<b>NNV af CO<sub>2</sub> reduktion (mio. ton)</b>	<b>25,7</b>
<b>Skyggepris (kr./ton CO<sub>2</sub>)</b>	<b>276</b>

Kilde: Energistyrelsen

Som det fremgår af tabellen er tiltagets samlede nettoomkostninger udtrykt i nettonutidsværdi beregnet til små 7,1 mia. kr., mens CO<sub>2</sub>-reduktionen er beregnet til ca. 26 mio. ton. Dette resulterer i en skyggepris på ca. 275 kr./ton CO<sub>2</sub>-reduktion opnået gennem tilskud til private vindmøller.

## 1.2 Elværkernes udbygning med vindmøller

### 3.2.1 Beskrivelse af tiltaget

For at tilskynde til udbygning med miljøvenlig elproduktionsteknologi blev elværkerne i løbet af 1990'erne pålagt at installere en vis mængde vindkraftanlæg til lands og til vands. Pålægget om at udbygge med 200 MW vindkraft på land inden år 2000 stammer tilbage til 1996, hvor der blev indgået en aftale herom mellem det daværende Miljø- og Energiministerium og elselskaberne. Havvindmøllepålægget fra energihandlingsplanen **Energi 21** i 1996 pålagde elværkerne at udbygge med 750 MW vindkraft til havs i perioden 2002-2008. Efterfølgende er dette pålæg dog blevet ophævet i 2002. Fra 1992 og frem til medio 1999 blev der givet et produktionstilskud fra statskassen på 10 øre/kWh produceret på elværksejede vindmøller.

Analysen af elværkernes udbygning med vindmøller er afgrænset til alene at omfatte de historiske investeringer, der er gennemført i perioden 1992-2002. Investeringer foretaget før 1992 samt eventuelle fremtidige vindmølleinvesteringer er dermed ikke inkluderet i analysen. I analysen er der taget udgangspunkt i statistiske oplysninger om den historisk installerede vindmøllekapacitet og den registrerede elproduktion. Der er snæver sammenhæng til tiltaget "Tilskud til private vindmøller".

I tabellen nedenfor vises den installerede vindkapacitet i perioden 1992-2002 for elværkerne land- og havvindmøller sammen med den samlede kapacitet og produktion.

Tabel 1.5 Ny effekt og samlet kapacitet og produktion af elværkernes land- og havvindmøller bygget i årene 1992-2002

år	Ny effekt (MW)	Samlet kapacitet til produktion (MW)	Samlet elproduktion (GWh)
1992	16	8	17
1993	8	20	45
1994	25	37	78
1995	46	70	142
1996	23	107	189
1997	19	128	257
1998	15	145	333
1999	13	159	308
2000	54	172	364
2001	16	227	483
2002	185	248	549
2003	-	420	1.205

Kilde: Energistyrelsen

Når alle vindmøller er i drift, er der tale om en samlet produktionskapacitet på 420 MW.

### 3.2.2 Estimerede reduktioner i udledninger af drivhusgasser som følge af tiltaget

Produktion af el på vindmøller giver ikke anledning til emissioner til luften. Det er antaget, at tiltaget overflødiggør konventionel elproduktion svarende til den gennemsnitlige danske kondensproduktion, hvorfor emissionsbesparelser er opgjort med udgangspunkt i emissionsfaktorerne for denne produktion.

I beregningerne er det antaget, at det fald i kraftværkernes SO<sub>2</sub>- og NO<sub>x</sub>-udledning der kunne blive resultatet af den lavere elproduktion, indebærer, at kraftværkerne kan spare dele af de omkostninger, de alternativt skulle have afholdt for at overholde SO<sub>2</sub>- og NO<sub>x</sub>-kvotereguleringen. Omvendt betyder dette, at der ikke kommer nogen miljøgevinst i form af lavere SO<sub>2</sub>- og NO<sub>x</sub>-udledning som følge af tiltaget.

Den fossile elproduktion reduceres direkte og indirekte. For det første overflødiggøres en del af den kondensproduktion, der alt andet lige ville have været nødvendig uden vindmølleproduktionen direkte. For det andet reduceres elproduktionen yderligere indirekte, når efterspørgslen efter el falder som følge af en højere elpris.

I beregningerne opereres der med en priselasticitet på -0,15 for husholdninger, mens der anvendes en priselasticitet på -0,25 for erhvervenes elforbrug til procesformål og rumvarme. Disse elasticiteter stammer fra Danmarks Statistiks EMMA-model (EMMA99). Med de anvendte elasticiteter og den beregnede meromkostning er effekten på elforbruget beregnet.

Ud fra den beregnede årlige direkte overflødige konventionelle produktion og den indirekte reduktion som følge af prisstigningen på el er den samlede årlige CO<sub>2</sub>-reduktion beregnet. Tabellen nedenfor viser den beregnede årlige reduktion i 5-års intervaller.

Tabel 1.6 Reduktioner i emissioner af CO<sub>2</sub> som følge af elværkernes udbygning med vindmøller i Kt CO<sub>2</sub>-ækvivalenter

Tiltag	1990	1995	2000	2001	2005	2008-2012
Tilskud til private vindmøller	0	135	314	383	950	925

Som det fremgår af tabellen skønnes tiltaget elværkernes udbygning med vindmøller at bidrage med en gennemsnitlig årlig reduktion i perioden 2008-2012 på ca. 0,9 mio. ton CO<sub>2</sub>.

### 3.2.3 Samfundsmæssige omkostninger for tiltaget

Elværkernes udbygning med vindmøller har medført en række samfundsøkonomiske omkostninger og gevinster. Først og fremmest har tiltaget været forbundet med en række investerings- og driftsomkostninger for vindmøller og sparede omkostninger til fossil el. Herudover har tiltaget endvidere givet anledning til ændringer i statens provenu, ligesom den højere elpris fra investeringen i vindmøller har givet anledning til et forbrugsforvriddningstab.

Effekten på elprisen er beregnet på baggrund af forenkende antagelser om afregningspriser for vindmøller. I beregningen er der skelnet mellem om elforbruget sker i husholdninger eller til hhv. proces og rumvarme i erhvervene, da disse er afgiftsbelagt forskelligt.

Tiltagets investeringsperiode løber fra 1992-2002, mens tidshorisonten løber frem til 2022, da vindmøllernes levetid er 20 år. Tabellen nedenfor viser til de beregnede investeringer i vindmøller og drifts- og vedligeholdelsesomkostninger samt omkostninger til nettet i investeringsperioden.

Tabel 1.7 De samlede omkostninger til elproduktion på vindmøllerne i investeringsperioden

År	Inv. omk. (mio. kr.)	Drifts- og vedl. (mio. kr.)	Netomk. (mio. kr.)	I alt (mio. kr.)
1992	141	2	2	145
1993	68	5	1	74
1994	208	8	3	219
1995	388	15	14	417
1996	180	20	2	202
1997	144	27	2	173
1998	111	34	2	147
1999	94	32	1	127
2000	506	38	81	625
2001	106	48	2	156
2002	1.763	55	323	2.141

Kilde: Energistyrelsen

Det er vigtigt at bemærke, at der i investeringsperioden spares omkostninger (investeringer og variable omkostninger) til produktion af fossil el, som ikke fremgår af tabellen. Desuden skal det bemærkes at der spares variable omkostninger helt frem til år 2022, ligesom vindmøllerne er forbundet med driftsomkostninger i hele denne periode. Der henvises til Energistyrelsen, 2005 for en oversigt over alle omkostninger i hele tidshorizonten.

Det skal dog nævnes, at det ved beregningen af de sparede omkostninger til fossil el er antaget, at vindmøllerne har en effektivitet<sup>2</sup> på 20%. Endvidere er det antaget, at der historisk har været overkapacitet i en sådan grad, at der alternativt kun ville have været behov for at investere i konventionelle anlæg i et omfang svarende til halvdelen af vindmøllernes samlede effektivitet. Behandlingen af effektivitet og overskudskapacitet tilsammen gør, at der for hver installeret MW vindkraft indregnes sparede konventionelle investeringer på 0,1 MW (= 20%·50%·1MW).

De samfundsøkonomiske omkostninger forbundet med tiltaget er beregnet med udgangspunkt i den generelle metode og de generelle forudsætninger om priser for el og emissionskoefficienter mv. suppleret med forudsætningerne nævnt i afsnittet ovenfor. Endelig antages det om investeringerne, at de har en økonomisk levetid på 20 år.

Omkostningerne er beregnet for hvert år i investeringernes levetid, som løber fra 1992 til 2022. På denne baggrund er nettonutidsværdien af tiltagets omkostninger beregnet. I tabellen nedenfor præsenteres de samlede samfundsøkonomiske omkostninger udtrykt i nettonutidsværdi opsplittet på de centrale komponenter.

<sup>2</sup> Effektivitet betegner den andel af konventionel kraftværkskapacitet der overflødiggøres ved udbygning med vindkapacitet. Andelen er mindre end 100%, da energien produceret fra vindmøller ikke er regulerbar.

Tabel 1.8 De samlede samfundsøkonomiske omkostninger udtrykt i nettonutidsværdi af elværkernes udbygning med vindmøller (nettonutidsværdi, 2002-priser)

Komponent	NNV (mio. kr.)
Investeringer (inkl. netomkostninger)	-3.009
Drifts- og vedligeholdelsesomk	-929
Besparelse på fossil el (inkl. miljøgevinst)	2.497
Skatteforvridningstab, netto	-35
Forbrugsforvridningstab, netto	-96
<b>Nettoomkostninger i alt</b>	<b>-1.572</b>
<b>NNV af CO<sub>2</sub> reduktion (mio. ton)</b>	<b>6,5</b>
<b>Skyggepris (kr./ton CO<sub>2</sub>)</b>	<b>242</b>

Kilde: Energistyrelsen

Som det fremgår af tabellen er tiltagets samlede nettoomkostninger udtrykt i nettonutidsværdi beregnet til små 1,6 mia. kr., mens CO<sub>2</sub>-reduktionen er beregnet til små 7 mio. ton. Dette resulterer i en skyggepris på ca. 250 kr./ton CO<sub>2</sub>-reduktion opnået gennem elværkernes udbygning med vindmøller.

### 1.3 Udbygning med decentral kraftvarme

#### 3.3.1 Beskrivelse af tiltaget

I den danske energipolitik er der historisk lagt stor vægt på at fremstille el og fjernvarme i forenet produktion, hvorved det bliver muligt at udnytte den store mængde varme, der uundgåeligt fremkommer ved elproduktion. Denne samproduktion sker bl.a. på de centrale kraftværker, men en stadig større del kommer fra decentrale anlæg og industrielle anlæg hos private producenter. Mange decentrale kraftvarmeværker har oprindeligt været fjernvarmeværker, som op igennem 1990'erne er blevet ombygget til kraftvarmeværker. Det er denne udbygning med decentrale kraftvarmeværker, der analyseres i dette afsnit.

Afsættet for konverteringen til decentral kraftvarme var en politisk aftale fra 1990. Kommunerne blev pålagt at sikre, at denne omstilling blev gennemført, hvis det blev vurderet samfundsøkonomisk hensigtsmæssigt. Den tvungne omlægning var forbundet med en række medfølgende regler om tvungen aftag af el samt tilskud til elproduktionen.

Det er valgt at afgrænse analysen til alene at medtage de investeringer der er gennemført i perioden 1992-2002. I beregningerne er der ikke i alle detaljer taget højde for de ændrede økonomiske rammer for de decentrale kraftvarmeværker gennem tiden. Forenkelt er det antaget, at der i starten af perioden ydes elproduktionstilskud på 10 øre/kWh, og at dette i 1997 nedsættes til 7 øre/kWh for skønsomt 75 pct. af elproduktionen. Der tages højde for den effekt, treledstariffen har haft på den elpris, forbrugerne skal

betale. Der tages ikke i beregningerne højde for at en mindre del af elproduktionen er baseret på biomasse, som i starten af perioden modtager et forhøjet elproduktionstilskud og som fra 1999 modtager pristillæg via elprisen. Disse forenklede antagelser vurderes ikke at være udslagsgivende for analysen.

I tabellen nedenfor vises den installerede decentrale kraftvarme kapacitet i perioden 1992-2002.

Tabel 1.9 Ny effekt og samlet ny kapacitet på decentrale kraftværker i årene 1992-2002

år	Ny effekt (MW)	Samlet ny kapacitet til produktion (MW)
1992	44	44
1993	135	179
1994	206	385
1995	313	698
1996	223	921
1997	75	997
1998	68	1.064
1999	16	1.081
2000	16	1.096
2001	20	1.116
2002	11	1.127

Kilde: Energistyrelsen

Analysen af den decentrale kraftvarmeproduktion er afgrænset til alene at medtage investeringer gennemført i perioden 1992-2002. Baseret på energiproducenttællingen fra 2002 er det vurderet, at der i perioden 1992-2002 er etableret naturgasfyret decentral kraftvarme i et omfang svarende til en samlet elproduktionskapacitet på 1.127 MW.

### 3.3.2 Estimerede reduktioner i udledninger af drivhusgasser som følge af tiltaget

Produktion af el på decentrale kraftværker har medført en omlægning mere energieffektive brændsler, hvilket har ført til en reduktion i udledningen af CO<sub>2</sub>. I beregningerne tages der udgangspunkt i det brændselsforbrug, der kan tilskrives elproduktionen. Det forudsættes i beregningerne, at omstillingen fra fjernvarme til decentral kraftvarme ikke medfører ændringer i brændselsforbruget til varmeproduktionen. Den reduktion i CO<sub>2</sub>-udledningen, der beregnes for tiltaget, opstår, når den el der produceres i forenet produktion på de decentrale kraftvarmeverker, fortrænger anden elproduktion, som er mindre effektiv og mere miljøbelastende.



Produktion af el på decentrale kraftvarmeværker giver anledning til emissioner til luften. Disse emissioner er beregnet vha. emissionskoefficienter udregnet af DMU.

Elproduktionen påvirkes direkte og indirekte. For det første overflødiggøres en del af den kondensproduktion, der ellers lige ville have været nødvendig uden decentral kraftvarme. For det andet reduceres elproduktionen yderligere indirekte, når efterspørgslen efter el falder som følge af en højere elpris. Ud fra den beregnede årlige direkte overflødig konventionelle produktion og den indirekte reduktion som følge af prisstigningen på el er den samlede årlige CO<sub>2</sub>-reduktion beregnet. Tabellen nedenfor viser den beregnede årlige reduktion i 5-års intervaller.

Tabel 1.10 Reduktioner i emissioner af CO<sub>2</sub> som følge af udbygning med decentral kraftvarme, Kt CO<sub>2</sub>-ækvivalenter

Tiltag	1990	1995	2000	2001	2005	2008-2012
Udbygning med decentral kraftvarme	0	1.536	2.139	2.217	2.249	2.132

Som det fremgår af tabellen skønnes tiltaget elværkernes udbygning med decentral kraftvarme at bidrage med en gennemsnitlig årlig reduktion i perioden 2008-2012 på ca. 2,1 mio. ton CO<sub>2</sub>.

### 3.3.3 Samfundsmæssige omkostninger for tiltaget

Udbygningen med decentral kraftvarme har medført en række samfundsøkonomiske omkostninger og gevinster. Først og fremmest har tiltaget været forbundet med en række investerings- og driftsomkostninger i de decentrale kraftværker og sparede omkostninger til fossil el. Herudover har tiltaget endvidere givet anledning til ændringer i statens provenu, ligesom den højere elpris fra investeringen i de decentrale værker har givet anledning til et forbrugsforvriddningstab.

Tiltagets investeringsperiode løber fra 1992-2002, mens tidshorisonten løber frem til 2022, da de decentrale kraftværker antages at have en levetid på 20 år. Tabellen nedenfor viser til de beregnede investeringer i decentral kraftvarme og drifts- og vedligeholdelsesomkostninger samt brændselsomkostninger i investeringsperioden.

Tabel 1.11 De samlede omkostninger ved decentral kraftvarme i investeringsperioden

År	Inv. omk. (mio. kr.)	Drifts- og vedl. (mio. kr.)	Brændselsomk. (mio. kr.)	I alt (mio. kr.)
1992	265	9	26	300
1993	809	41	98	948
1994	1.237	84	186	1.507
1995	1.878	145	328	2.351
1996	1.338	188	495	2.021
1997	452	203	533	1.188
1998	406	216	464	1.086
1999	99	220	457	776
2000	94	224	616	934
2001	117	229	532	878
2002	65	229	550	844

Kilde: Energistyrelsen

Det er vigtigt at bemærke, at der i investeringsperioden spares omkostninger (investeringer og variable omkostninger) til produktion af fossil el, som ikke fremgår af tabellen. Desuden skal det bemærkes at der spares variable omkostninger helt frem til år 2022, ligesom de decentrale kraftværker er forbundet med driftsomkostninger i hele denne periode. Der henvises til Energistyrelsen, 2005 for en oversigt over alle omkostninger i hele tidshorizonten.

Det skal dog nævnes, at det ved beregningen af de sparede omkostninger til fossil el er antaget, at de decentrale kraftværker har en effektivitet<sup>3</sup> på 100% selvom elproduktionen i praksis ikke er fuldt regulerbar. Endvidere er det antaget, at der historisk har været overkapacitet i en sådan grad, at der alternativt kun ville have været behov for at investere i konventionelle anlæg i et omfang svarende til halvdelen af effekten af den decentrale kraftvarme kapacitet.

De samfundsøkonomiske omkostninger forbundet med tiltaget er beregnet med udgangspunkt i den generelle metode og de generelle forudsætninger om priser for el og emissionskoefficienter mv. suppleret med forudsætningerne nævnt i afsnittet ovenfor. Endelig antages det om investeringerne, at de har en økonomisk levetid på 20 år.

Omkostningerne er beregnet for hvert år i investeringernes levetid, som løber fra 1992 til 2022. På denne baggrund er nettonutidsværdien af tiltagets omkostninger beregnet. I tabellen nedenfor præsenteres de samlede

<sup>3</sup> Effektivitet betegner den andel af konventionel kraftværkskapacitet der overflødiggøres ved udbygning med vindkapacitet. Andelen er mindre end 100%, da energien produceret fra vindmøller ikke er regulerbar.

samfundsøkonomiske omkostninger udtryk i nettonutidsværdi opsplittet på de centrale komponenter.

Tabel 1.12 De samlede samfundsøkonomiske omkostninger udtryk i nettonutidsværdi af udbygning med decentral kraftvarme (nettonutidsværdi, 2002-priser)

Komponent	NNV (mio. kr.)
Investeringer	-6.203
Drifts- og vedligeholdelsesomk	-2.569
Brændselsomkostninger (decentral kraftvarme)	-5.849
Besparelse på fossil el	13.503
Miljøgevinst	31
Skatteforvridningstab, netto	-736
Forbrugsforvridningstab, netto	-249
<b>Nettoomkostninger i alt</b>	<b>-2.073</b>
<b>NNV af CO<sub>2</sub> reduktion (mio. ton)</b>	<b>21,2</b>
<b>Skyggepris (kr./ton CO<sub>2</sub>)</b>	<b>98</b>

Kilde: Energistyrelsen

Som det fremgår af tabellen er tiltagets samlede nettoomkostninger udtrykt i nettonutidsværdi beregnet til små 2,1 mia. kr., mens CO<sub>2</sub>-reduktionen er beregnet til ca. 21 mio. ton. Dette resulterer i en skyggepris på ca. 100 kr./ton CO<sub>2</sub>-reduktion opnået gennem elværkernes udbygning med decentral kraftvarme.

#### 1.4 Aftale om biomasseanvendelse til elproduktion

##### 3.4.1 Beskrivelse af tiltaget

I 1993 blev det politisk besluttet at øge anvendelsen af biomasse i energiforsyningen ved den såkaldte biomasseaftale. Biomasseaftalen sigtede mod, at udnyttelse af landets biomasseresourcer blev koncentreret om de store kraftværker. Ifølge biomasseaftalen skulle der fra år 2000 anvendes 1,4 mio. tons biomasse i elforsyningen, heraf 1,2 mio. tons halm og 0,2 mio. tons træflis. Aftalen blev fulgt op af et pålæg efter elforsyningsloven til Elsam og Elkraft i december 1993 om anvendelse af biomasse.

Dette tiltag omfatter kun kraftværkernes anvendelse af biomasse.

Biomasseaftalen blev justeret i juli 1997, bl.a. således at der blev øget fleksibilitet i forholdet mellem halm og træflis. I 2000 blev rammerne for den videre udbygning efter biomasseaftalen fastlagt, og det blev besluttet, at målsætningen om anvendelse af biomasse skulle fastholdes og være opfyldt inden udgangen af 2005.

Der er ydet et elproduktionstilskud på 10 øre/kWh til biomassebaseret kraftvarmeproduktion på centrale elværksejede værker. I tiden før Danmarks tilslutning til det nordiske elmarked kunne kraftværkerne dække resten af de øgede omkostninger gennem højere elpriser. Denne mulighed foreligger dog ikke længere og med aftalen fra 2000 blev det aftalt, at værkerne skulle sikres en elsalgspris på 30 øre/kWh i en 10-årig periode gennem et tilskud, der justeres i forhold til markedsprisen på el. Samtidig ydes der et tilskud pr. ton afbrændt biomasse i 10 år. Dette tilskud varierer fra anlæg til anlæg.

I denne analyse er der - som ved tidligere analyser - foretaget analyser af kulfyrede og naturgasfyrede værker, der omstilles til biomasse. Der er foretaget analyser for omstilling af tre kulfyrede og tre naturgasfyrede værker. For alle anlæg er der indhentet nye oplysninger om både omkostnings-, brændsels- og produktionsforhold. For så vidt angår de kulfyrede værker, lå der bag de tidligere anvendte beregningsforudsætninger, som beskrevet i Energistyrelsen (2001a), en antagelse om, at de etablerede biomasseværker blev opført med tilslutning til eksisterende kulkraftværker, uden at det medførte en øget elproduktionskapacitet. Denne antagelse videreføres til nærværende analyse af kul- og gasfyrede værker.

I tabellen nedenfor vises en oversigt over de elværker som indgår i analysen med tilhørende brug af biomasse og anlægspris.

Tabel 1.13 Værker der er med i analysen, størrelse og anlægspris

Værk	Idriftsættelses (år)	Biomasse	Brug af biomasse (ton pr. år)	Anlægspris (mio. kr.)
Amager	2004	Halmpiller	150.000	175
Avedøre	2003	Træpiller	300.000	220
Avedøre	2002	Halm	150.000	525
Studstrup	2002	Halm	150.000	125
Herning	2002	Flis	220.000	200
Ensted	1998	Halm	150.000	430

Kilde: Energistyrelsen

Som det fremgår af tabellen forventes den anvendte biomasse fra 2004 og frem at udgøre i alt ca. 1.120.000 tons.

### 3.4.2 Estimerede reduktioner i udledninger af drivhusgasser som følge af tiltaget

Produktion af el med biomasse medfører en direkte og en indirekte reduktion i udledningen af CO<sub>2</sub>. Den direkte reduktion opstår når hele eller dele af den fossile brændselsanvendelse erstattes med CO<sub>2</sub>-neutralt biomasse. Derudover reduceres elproduktionen yderligere indirekte, når efterspørgslen efter el falder som følge af en højere elpris.

Ud fra den beregnede årlige direkte CO<sub>2</sub>-reduktion som følge af brændselomlægningen og den indirekte reduktion som følge af prisstigningen på el, er den samlede årlige CO<sub>2</sub>-reduktion beregnet. Tabellen nedenfor viser den beregnede årlige reduktion i 5-års intervaller.

Tabel 1.14 Reduktioner i emissioner af CO<sub>2</sub> som følge af biomasseanvendelse til elproduktion, Kt CO<sub>2</sub>-ækvivalenter

Tiltag	1990	1995	2000	2001	2005	2008-2012
Biomasseanvendelse til elproduktion	0	0	226	234	1.108	1.121

Som det fremgår af tabellen skønnes tiltaget med biomasseanvendelse til elproduktion at bidrage med en gennemsnitlig årlig reduktion i perioden 2008-2012 på ca. 1,1 mio. ton CO<sub>2</sub>.

### 3.4.3 Samfundsmæssige omkostninger for tiltaget

Biomasseanvendelse til elproduktion har medført en række samfundsøkonomiske omkostninger og gevinster. Først og fremmest har tiltaget været forbundet med en række investerings- og driftsomkostninger på de store kraftværker og sparede omkostninger til el produceret med kul eller gas. Herudover har tiltaget endvidere givet anledning til ændringer i statens provenu, dels gennem reducerede afgifter fra energiprodukterne (afgiften på kul og gas er betydelig højere end afgiften på biomasse) og dels gennem udbetaling af elproduktionstilskud til biomassebaseret elproduktion. Endelig har den højere elpris fra investeringerne på de store kraftværker givet anledning til et forbrugsforvriddningstab.

Tiltagets investeringsperiode løber fra 1998-2004, mens tidshorisonten løber frem til og med 2023, da investeringerne på de store kraftværker antages at have en levetid på 20 år. Tabellen nedenfor viser til de beregnede investeringer for muliggørelsen af biomasseanvendelse til elproduktion og drifts- og vedligeholdelsesomkostninger samt omkostninger til nettet i investeringsperioden.

Tabel 1.15 De samlede omkostninger ved biomasseanvendelse til elproduktion i investeringsperioden

År	Inv. omk. (mio. kr.)	Drifts- og vedl. (mio. kr.)	I alt (mio. kr.)
1996	277	0	277
1997	272	0	272
1998	0	22	22
1999	0	22	22
2000	510	22	532
2001	630	22	652
2002	231	58	289
2003	100	65	165

Kilde: Energistyrelsen

Det er vigtigt at bemærke, at der i investeringsperioden spares omkostninger (investeringer og variable omkostninger) til produktion af fossil el, som ikke fremgår af tabellen. Desuden skal det bemærkes, at der spares variable omkostninger helt frem til og med år 2023. Der henvises til Energistyrelsen, 2005 for en oversigt over alle omkostninger i hele tidshorizonten.

De samfundsøkonomiske omkostninger forbundet med tiltaget er beregnet med udgangspunkt i den generelle metode og de generelle forudsætninger om priser for el og emissionskoefficienter mv. er suppleret med forudsætningerne nævnt i afsnittet ovenfor.

Omkostningerne er beregnet for hvert år i investeringernes indvirkningsperiode. På denne baggrund er nettonutidsværdien af tiltagets omkostninger beregnet. I tabellen nedenfor præsenteres de samlede samfundsøkonomiske omkostninger udtryk i nettonutidsværdi opsplittet på de centrale komponenter.

Tabel 1.16 De samlede samfundsøkonomiske omkostninger udtrykt i nettonutidsværdi af biomasseanvendelse til elproduktion (nettonutidsværdi, 2002-priser)

Komponent	NNV (mio. kr.)
Investeringer	-1.224
Drifts- og vedligeholdelsesomk	-498
Netto-brændselsomkostninger	-177
Miljøgevinst	12
Skatteforvridningstab, netto	-621
Forbrugsforvridningstab, netto	89
<b>Nettoomkostninger i alt</b>	<b>-2.419</b>
<b>NNV af CO<sub>2</sub> reduktion (mio. ton)</b>	<b>7,327</b>
<b>Skyggepris (kr./ton CO<sub>2</sub>)</b>	<b>330</b>

Kilde: Energistyrelsen

Som det fremgår af tabellen er tiltagets samlede nettoomkostninger udtrykt i nettonutidsværdi beregnet til godt 2,4 mia. kr., mens CO<sub>2</sub>-reduktionen er beregnet til ca. 7,3 mio. ton. Dette resulterer i en skyggepris på ca. 325 kr./ton CO<sub>2</sub>-reduktion opnået gennem biomasseanvendelse til elproduktion.

## 1.5 Tilskud til energibesparelser i erhvervene

### 3.5.1 Beskrivelse af tiltaget

Der blev i 1993 indført tilskud til energibesparende foranstaltninger i erhvervene. Ordningen skal ses i sammenhæng med den såkaldte "aftaleordning" (se afsnit 1.6), idet der også kunne gives tilskud til energieffektivisering i virksomheder, som havde indgået aftale. Ordningen ophørte i 2001.

Der blev givet tilskud til erhvervene til investeringer i energieffektiv teknologi, etablering af industriel kraftvarme, udviklings-, forsøgs- og demonstrationsprojekter, rådgivning af virksomhederne samt information mv. Tilskudsprocenten afhang af projekttype samt af generelle EU-regler om virksomheders størrelse, idet der var større tilskudsmuligheder for små og mellemstore virksomheder. Tilskuddet til udviklings-, forsøgs- og demonstrationsprojekter (UFD) blev fastsat individuelt under hensyntagen til EU's regler. Tilskudsandelen afhang af det specifikke projekt og varierede typisk mellem 20%-40%. For visse generelle informationsprojekter var der dog mulighed for op til 100% tilskud.

### 3.5.2 Estimerede reduktioner i udledninger af drivhusgasser som følge af tiltaget

Tilskuddet til energibesparelse i erhvervene har ført til reduktion i energiforbruget, som igen ført til en reduktion i udledningen af CO<sub>2</sub>.

Energibesparelsen og ændringen i udledningen af CO<sub>2</sub> som følge heraf er beregnet med udgangspunkt i den generelle metode.

Energibesparelsen er fordelt på en række brændsler. Der er anvendt følgende fordelingsnøgle: fyringsolie (68%), fuelolie (56%), kul (50%), træpiller (5%), naturgas (-157%), el (53%) og fjernvarme (24%).<sup>4</sup> Fordelingsnøglen summer op til 100%, og den negative fordelingsfaktor for naturgas er udtryk for, at tiltaget samlet set indebærer en substitution over mod naturgas og væk fra de andre brændselstyper.

Det er skønnet at tilskuddene har ført til investeringer, som har givet anledning til årlige energibesparelser. Ud fra de årlige besparelser og de forskellige brændslers emissionskoefficienter er den årlige CO<sub>2</sub>-reduktion beregnet. Tabellen nedenfor viser den beregnede årlige reduktion i 5-års intervaller.

Tabel 1.17 Reduktioner i emissioner af CO<sub>2</sub> som følge af tilskud til energibesparelser i erhvervene, Kt CO<sub>2</sub>-ækvivalenter

Tiltag	1990	1995	2000	2001	2005	2008-2012
Tilskud til energibesparelser i erhvervene	0	157	965	1.110	1.110	941

Som det fremgår af tabellen skønnes tiltaget med tilskud til energibesparelser i erhvervene at bidrage med en gennemsnitlig årlig reduktion i perioden 2008-2012 på ca. 940.000 ton CO<sub>2</sub>.

### 3.5.3 Samfundsmæssige omkostninger for tiltaget

Tilskud til energibesparelser i erhvervene har medført en række samfundsøkonomiske omkostninger og gevinster. Først og fremmest er tiltaget forbundet med en række investerings- og driftsomkostninger i de energibesparende foranstaltninger, men herudover har tiltagets endvidere givet anledning til ændringer i brændselsomkostningerne og ændringer i udledningen af emissioner.

Tiltagets investeringsperiode løber fra 1993-2001. Tabellen nedenfor viser tilskuddets størrelse, de beregnede investeringer, omkostninger til drifts og vedligeholdelse samt det estimerede omlagte nettovarmebehov.

---

<sup>4</sup> Denne fordelingsnøgle blev udarbejdet i forbindelse med Finansministeriet (1999), idet fordelingen af besparelserne er foretaget svarende til forholdet mellem tilskudsbeløbene, jf. Energistyrelsen (2001a), kapitel 2.7.



Tabel 1.18 Til tagets "hovedtal" for hvert år udtrykt i løbende priser

År	Tilskud (mio. kr.)	Investering (mio. kr.)	Drifts/vedligehold (mio. kr.)	Omlagt nettovarme (TJ)
1993	18	48	8	48
1994	118	307	8	301
1995	206	540	8	519
1996	201	528	16	498
1997	345	906	17	837
1998	447	1.178	17	1.067
1999	575	1.512	17	1.343
2000	407	1.064	13	926
2001	375	974	9	831

De samfundsøkonomiske omkostninger forbundet med tiltaget er beregnet med udgangspunkt i den generelle metode og de generelle forudsætninger om brændselspriser, priser for el og varme, emissionskoefficienter mv. suppleret med forudsætningerne nævnt i afsnittet ovenfor. Endelig antages det om investeringerne, at de har en økonomisk levetid på ca. 15 år.

Omkostningerne er beregnet for hvert år i investeringernes levetid, som løber fra 1993 til 2015. På denne baggrund er nettonutidsværdien af tiltagets omkostninger beregnet. I tabellen nedenfor præsenteres de samlede samfundsøkonomiske omkostninger udtrykt i nettonutidsværdi opsplittet på de centrale komponenter.

Tabel 1.19 De samlede samfundsøkonomiske omkostninger udtrykt i nettonutidsværdi af tilskud til energibesparelser i erhvervene (nettonutidsværdi, 2002-priser)

Komponent	NNV (mio. kr.)
Investeringer	6.191
Drifts- og vedligeholdelsesomk.	105
Brændselsbesparelse, netto	-3.333
Skatteforvridningstab, netto	584
Forbrugsforvridningstab, netto	0
Miljøgevinst, netto	-1.236
<b>Nettoomkostninger i alt</b>	<b>2.311</b>
<b>NNV af CO<sub>2</sub> reduktion (mio. ton)</b>	<b>-8,1</b>
<b>Skyggepris (kr./ton CO<sub>2</sub>)</b>	<b>286</b>

Som det fremgår af tabellen er tiltagets samlede nettoomkostninger udtrykt i nettonutidsværdi beregnet til godt 2,3 mia. kr., mens CO<sub>2</sub>-reduktionen er beregnet til ca. 8,1 mio. ton. Dette resulterer i en skyggepris på ca. 275 kr./ton CO<sub>2</sub>-reduktion opnået gennem tilskud til energibesparelser i erhvervene.

1.6 Tilskud til dækning af CO<sub>2</sub>-afgift (aftaleordningen)

### 3.6.1 Beskrivelse af tiltaget

I forbindelse med indførelse af CO<sub>2</sub>-afgifter på erhvervene i 1992 blev der indført tilskud til dækning af CO<sub>2</sub>-afgiften for energitunge virksomheder. Dette tilskud kaldet "aftaleordningen" havde det formål at lempe CO<sub>2</sub>-afgiften for energitunge virksomheder, som ellers ville blive unødigt hårdt ramt på konkurrenceevnen. Aftaleordningen trådte i kraft i 1993 og blev revideret væsentligt i 1996.

Aftaleordningen indebærer at virksomheder til gengæld for CO<sub>2</sub>-afgiftsreduktionen forpligter sig til en energiaftale med henblik på fremme af energieffektiviseringer. Ordningen skal ses i sammenhæng med tiltaget "Tilskud til energibesparelser i erhvervene" (jf. afsnit 1.5), idet der frem til 2001 – hvor denne ordning ophørte – også kunne gives tilskud til energieffektivisering i virksomheder, som havde indgået aftale.

Betingelsen for at kunne indgå energiaftale er, at virksomheden enten har energitunge processer (såkaldte procesaftaler på tung proces) eller har en afgiftsbelastning på mere end 3-4% af værditilvæksten (såkaldte promsaftaler på let proces). For tung proces dækker afgiftsrefusionen med aftale næsten hele CO<sub>2</sub>-afgiften, mens der dækkes en mindre andel for let proces. Størstedelen af aftalerne indgås med virksomheder med tung proces, og aftalerne indebærer bl.a. identifikation af mulige energibesparende/-effektiviserende projekter, procesintegrationsanalyse, energiledelse (herunder energistyring, energibevidst indkøb/projektering og uddannelse) samt udarbejdelse af energihandlingsplaner.

Der er pt. indgået ca. 100 individuelle aftaler, mens der er indgået fællesaftaler for bl.a. en række gartnerier og teglværker. Virksomheder, som fra 2005 overgår til at være CO<sub>2</sub>-kvotevirksomheder, udtræder af ordningen. Analysen af aftaleordningen er afgrænset til kun at omfatte den "nye" aftaleordning, som blev iværksat i 1996.

### 3.6.2 Estimerede reduktioner i udledninger af drivhusgasser som følge af tiltaget

Aftaleordningen har ført til reduktion i energiforbruget, som igen ført til en reduktion i udledningen af CO<sub>2</sub>. Energibesparelsen og ændringen i udledningen af CO<sub>2</sub> som følge heraf er beregnet med udgangspunkt i den generelle metode.

Energibesparelsen er fordelt på en række brændsler. Der er anvendt følgende fordelingsnøgle: fyringsolie (15%), fuelolie (39%), kul (5%), træpiller (5%), naturgas (-132%), el (122%) og fjernvarme (45%). Fordelingsnøglen summer

op til 100%, og den negative fordelingsfaktor for naturgas er udtryk for, at tiltaget samlet set indebærer en substitution over mod naturgas og væk fra de andre brændselstyper.

Det er skønnet at tilskuddene har givet anledning til årlige energibesparelser. Ud fra de årlige besparelser og de forskellige brændslers emissionskoefficienter er den årlige CO<sub>2</sub>-reduktion beregnet. Tabellen nedenfor viser den beregnede årlige reduktion i 5-års intervaller.

Tabel 1.20 Reduktioner i emissioner af CO<sub>2</sub> som følge af aftaleordningen, Kt CO<sub>2</sub>-ækvivalenter

Tiltag	1990	1995	2000	2001	2005	2008-2012
Aftaleordningen	0	0	168	219	407	642

Som det fremgår af tabellen skønnes aftaleordningen at bidrage med en gennemsnitlig årlig reduktion i perioden 2008-2012 på ca. 640.000 ton CO<sub>2</sub>.

### 3.6.3 Samfundsmæssige omkostninger for tiltaget

Aftaleordningen har medført en række samfundsøkonomiske omkostninger og gevinster. Først og fremmest er tiltaget forbundet med en række investerings- og driftsomkostninger i de energibesparende foranstaltninger, men herudover har tiltagets endvidere givet anledning til ændringer i brændselsomkostningerne og ændringer i udledningen af emissioner.

Tiltagets investeringsperiode løber fra 1996-2003. Tabellen nedenfor viser tilskuddets størrelse, de beregnede investeringer, omkostninger til drifts og vedligeholdelse samt det estimerede omlagte nettovarmebehov.

Tabel 1.21 Tiltagets "hovedtal" for hvert år udtrykt i løbende priser

År	Tilskud (mio. kr.)	Investering (mio. kr.)	Drift (mio. kr.)	Omlagt nettovarme (TJ)
1996	5	42	9	51
1997	26	130	9	171
1998	65	166	9	225
1999	100	203	9	270
2000	150	200	9	269
2001	160	204	10	270
2002	170	208	9	270
2003	170	212	7	270

De samfundsøkonomiske omkostninger forbundet med tiltaget er beregnet med udgangspunkt i den generelle metode og de generelle forudsætninger om

brændselspriser, priser for el og varme, emissionskoefficienter mv. suppleret med forudsætningerne nævnt i afsnittet ovenfor. Endelig antages det om investeringerne, at de har en økonomisk levetid på ca. 15 år.

Omkostningerne er beregnet for hvert år i investeringernes levetid, som løber fra 1996 til 2026. På denne baggrund er nettonutidsværdien af tiltagets omkostninger beregnet. I tabellen nedenfor præsenteres de samlede samfundsøkonomiske omkostninger udtrykt i nettonutidsværdi opsplittet på de centrale komponenter.

Tabel 1.22 De samlede samfundsøkonomiske omkostninger udtrykt i nettonutidsværdi af aftaleordningen (nettonutidsværdi, 2002-priser)

Komponent	NNV (mio. kr.)
Investeringer	1.896
Drifts- og vedligeholdelsesomk.	76
Brændselsbesparelse, netto	-1.713
Skatteforvridningstab, netto	294
Forbrugsforvridningstab, netto	0
Miljøgevinst, netto	-582
<b>Nettoomkostninger i alt</b>	<b>-30</b>
<b>NNV af CO<sub>2</sub> reduktion (mio. ton)</b>	<b>3,9</b>
<b>Skyggepris (kr./ton CO<sub>2</sub>)</b>	<b>-8</b>

Som det fremgår af tabellen er tiltagets samlede nettoomkostninger udtrykt i nettonutidsværdi beregnet til godt -30 mio. kr., mens CO<sub>2</sub>-reduktionen er beregnet til ca. 3,9 mio. ton. Dette resulterer i en skyggepris på ca. -8 kr./ton CO<sub>2</sub>-reduktion opnået gennem aftaleordningen.

1.7 Tilskud til omstilling af ældre boliger til kraftvarme

### 3.7.1 Beskrivelse af tiltaget

I 1993 blev der vedtaget en lov om statslig tilskud til omstilling af ældre boliger til kraftvarme. Loven sigtede mod at reducere udslippet af CO<sub>2</sub> ved at fremme tilslutning til fjernvarme for ældre boliger (opført før 1950) uden centralvarme, som typisk opvarmes vha. petroleum, by-/flaskegas, koks, elvarme, brænde eller kombinationer heraf.

Tilskuddet blev givet til installation af centralvarme- og varmtvandsanlæg, samt til tilslutningsanlæg, teknisk rådgivning, administration mv. Der er kun givet tilskud til boliger i områder med kraftvarme.

I begyndelsen bestod tilskuddet for en- og tofamiliehuse af et grundbeløb på 16.000 kr. pr. bolig plus 150 kr. pr. m<sup>2</sup> opvarmet boligareal. For lejligheder var tilskuddet 16.000 kr. for de fire første lejligheder i ejendommen og 8.000 kr. for de resterende plus 200 kr. pr. m<sup>2</sup>. For begge boligtyper kunne tilskuddet maksimalt udgøre 75% af installationsudgifterne inkl. moms. Som det fremgår af nedenstående tabel, blev disse satser sat ned i 1994, mens grundbeløbet blev opjusteret i 1998.

Tabel 1.23 Oversigt over tilskudssatser

	1993-1994	1994-1998	1998-2003
Grundbeløb, huse	16.000 kr./bolig	8.000 kr.	12.000 kr.
Grundbeløb, lejligheder	16.000 kr./bolig (*)	8.000 kr.	15.000 kr.
Arealtillæg, huse	150 kr./m <sup>2</sup>	125 kr./m <sup>2</sup>	125 kr./m <sup>2</sup>
Arealtillæg, lejligheder	200 kr./m <sup>2</sup>	150 kr./m <sup>2</sup>	150 kr./m <sup>2</sup>
Max tilskud	75%	50%	50%

(\*) Note: 16.000 kr. for de fire første boliger i ejendommen, herefter 8.000 kr.

### 3.7.2 Estimerede reduktioner i udledninger af drivhusgasser som følge af tiltaget

Loven om tilskud til omstilling af ældre boliger til kraftvarme har medført en omlægning mere energieffektive brændsler, hvilket har ført til en reduktion i udledningen af CO<sub>2</sub>.

Det omlagte nettovarmebehov og ændringen i udledningen af CO<sub>2</sub> som følge heraf er beregnet med udgangspunkt i den generelle metode suppleret med en række anslåede forhold og forudsætninger:

- Før omlægningen er det anslået at brændsler i flg. forhold har været anvendt: petroleum (30%), by-/flaskegas (10%), koks (15%), elvarme (30%) samt brænde (15%) – for disse brændsler skønnes en gennemsnitlig virkningsgrad på 0,8. Rumtemperaturen må formodes at have været lavere før omlægningen, svarende til en anslået lavere slutbrændselsforbrug på 10%.
- Efter omlægningen bruges der i stedet fjernvarme, om hvilket det antages, at 90% er kulbaseret og resten naturgasbaseret.
- Det omlagte nettovarmebehov er beregnet ud fra BBR-oplysninger fra de ejendomme som har fået tilskud

Ud fra det beregnede årlige omlagte nettovarmebehov og de forskellige brændslers emissionskoefficienter er den årlige CO<sub>2</sub>-reduktion beregnet. Tabellen nedenfor viser den beregnede årlige reduktion i 5-års intervaller.

Tabel 1.24 Reduktioner i emissioner af CO<sub>2</sub> som følge af tilskud til omstilling af ældre boliger til kraftvarme, Kt CO<sub>2</sub>-ækvivalenter

Tiltag	1990	1995	2000	2001	2005	2008-2012
Tilskud til omstilling af ældre boliger til kraftvarme	0	60	136	148	160	160

Som det fremgår af tabellen skønnes tiltaget med tilskud til omstilling af ældre boliger til kraftvarme at bidrage med en gennemsnitlig årlig reduktion i perioden 2008-2012 på ca. 160.000 ton CO<sub>2</sub>.

### 3.7.3 Samfundsmæssige omkostninger for tiltaget

Loven om tilskud til omstilling af ældre boliger til kraftvarme har medført en række samfundsøkonomiske omkostninger og gevinster. Først og fremmest er tiltaget forbundet med en række investerings- og driftsomkostninger for fjernvarmeanlæg, men herudover har tiltagets endvidere givet anledning til ændringer i brændselsomkostningerne og ændringer i udledningen af emissioner.

Tiltagets investeringsperiode løber fra 1993-2003. Tabellen nedenfor viser tilskuddets størrelse, de beregnede investeringer, omkostninger til administration samt det estimerede omlagte nettovarmebehov.

Tabel 1.25 Tiltagets "hovedtal" udtrykt i løbende priser

År	Tilskud (mio. kr.)	Investering (mio. kr.)	Administration (mio. kr.)	Omlagt nettovarme (TJ)
1993	35	49	2	61
1994	144	241	3	277
1995	221	432	1	460
1996	115	262	2	293
1997	87	232	1	247
1998	84	210	1	218
1999	105	210	1	213
2000	99	198	1	196
2001	87	175	1	168
2002	62	124	1	117
2003	28	57	1	52

De samfundsøkonomiske omkostninger forbundet med tiltaget er beregnet med udgangspunkt i den generelle metode og de generelle forudsætninger om brændselspriser, priser for el og varme, emissionskoefficienter mv. suppleret med forudsætningerne nævnt i afsnittet ovenfor. Endelig antages det om investeringerne, at de har en økonomisk levetid på 25 år.

Omkostningerne er beregnet for hvert år i investeringernes levetid, som løber fra 1995 til 2027. På denne baggrund er nettonutidsværdien af tiltagets omkostninger beregnet. I tabellen nedenfor præsenteres de samlede samfundsøkonomiske omkostninger udtrykt i nettonutidsværdi opsplittet på de centrale komponenter.

Tabel 1.26 De samlede samfundsøkonomiske omkostninger udtrykt i nettonutidsværdi af tilskud til omstilling af ældre boliger til kraftvarme (nettonutidsværdi, 2002-priser)

Komponent	NNV (mio. kr.)
Investeringer	2.058
Administrationsomkostninger	16
Brændselsbesparelse, netto	660
Skatteforvridningstab, netto	500
Forbrugsforvridningstab, netto	0
Miljøgevinst, netto	-113
<b>Nettoomkostninger i alt</b>	<b>3.122</b>
<b>NNV af CO<sub>2</sub> reduktion (mio. ton)</b>	<b>1,62</b>
<b>Skyggepris (kr./ton CO<sub>2</sub>)</b>	<b>1.923</b>

Som det fremgår af tabellen er tiltagets samlede nettoomkostninger udtrykt i nettonutidsværdi beregnet til godt 3,1 mia. kr., mens CO<sub>2</sub>-reduktionen er beregnet til ca. 1,6 mio. ton. Dette resulterer i en skyggepris på ca. 1.925 kr./ton CO<sub>2</sub>-reduktion opnået gennem tilskud til omstilling af ældre boliger til kraftvarme.

1.8 Tilskud til fremme af tilslutning til kulkraftvarme

### 3.8.1 Beskrivelse af tiltaget

For at tilskynde til skift fra oliefyr og elvarme til fjernvarme i områder med relativt høj fjernvarmepris<sup>5</sup> blev der fra 1994 indført et tilskud til tilslutning til kulkraftvarme. Tilskuddet udgjorde 4.000 kr. for huse og 2.800 kr. for lejligheder og var betinget af, at der ikke samtidigt opnås tilskud fra "ældre bolig-ordningen" (se tiltaget "Tilskud til omstilling af ældre boliger til kraftvarme" ovenfor).

Tilskudsrammen var ved lovens vedtagelse på 240 mio. kr., men siden er der sket en gradvis reduktion, så der nu forventes udbetalt i alt 160 mio. kr. frem til 2003. Ordningen er evalueret i 1999, for perioden 1994-98. Det er vurderet, at fordelingen mellem enfamiliehuse og lejligheder er 44% hhv.

<sup>5</sup> Pga. den høje fjernvarmepris er der i disse områder et reduceret økonomisk incitament til at skifte til fjernvarme.

56%, svarende til, at der omstilles ca. 300 boligenheder for hver mio. kr. der gives i tilskud.

For de tre kategorier – oliefyr i huse, oliefyr i lejligheder samt elvarme – er nettovarmebehovet, konverteringsomkostningerne og de sparede omkostninger ved drift- og vedligeholdelse angivet i nedenstående tabel.

Tabel 1.27 Nettovarmebehov og konverteringsomkostninger

	Oliefyr, huse	Oliefyr, lejligheder	Elvarme
Nettovarmebehov, GJ/år	75	60	66
Konverteringsomk., kr.	32.000	20.000	60.000
Sparet drift- og vedl., kr./år	1.000	500	0

Omstillingen fra el til centralvarme er dyrere end fra oliefyr til centralvarme, fordi der skal installeres nye (vandbaserede) radiatorer. Til gengæld er der ingen løbende driftsudgifter ved anvendelsen af elvarme. Ud fra de udbetalte tilskud er antallet af konverteringer skønnet. Antallet fremgår af tabellen nedenfor sammen med det årlige udbetalte tilskud.

Tabel 1.28 Oversigt over tilskud og konverteringer til kulkraftvarme

år	Antal Oliefyr, huse	Antal Oliefyr, lejligheder	Antal Elvarme	Antal I alt	Tilskud mio. kr.
1995	512	652	36	1.200	4,0
1996	5.070	6.453	356	11.880	39,6
1997	3.444	4.384	242	8.070	26,9
1998	3.009	3.830	212	7.050	23,5
1999	2.561	3.259	180	6.000	20,0
2000	3.022	3.846	212	7.080	23,6
2001	2.036	2.591	143	4.770	15,9
2002	743	945	52	1.740	5,8
I alt	20.397	25.960	1.434	47.790	

Som det fremgår af tabellen ovenfor er i alt ca. 48.000 boliger blevet tilsluttet til kraftvarme i perioden fra 1995-2002.

### 3.8.2 Estimerede reduktioner i udledninger af drivhusgasser som følge af tiltaget

Loven om tilskud til fremme af tilslutning til kulkraftvarme har medført en omlægning til mere energieffektive brændsler, hvilket har ført til en reduktion i udledningen af CO<sub>2</sub>.



Det omlagte nettovarmebehov og ændringen i udledningen af CO<sub>2</sub> som følge heraf er beregnet med udgangspunkt i den generelle metode suppleret med en række anslåede forhold og forudsætninger:

- Hver konvertering koster forsyningsselskaberne ca. 1000 kr. i administrationsomkostninger. I evalueringen skønnes det, at 50% af konverteringerne er free-riders, dvs. husholdninger som ville have konverteret under alle omstændigheder, hovedsageligt pga. tilslutningspligten.
- Det antages, at virkningsgraden for eksisterende oliefyr er 0,75.
- Om investeringerne antages, at de har en økonomisk levetid på 25 år.

Ud fra det beregnede årlige omlagte nettovarmebehov og de forskellige brændsels emissionskoefficienter er den årlige CO<sub>2</sub>-reduktion beregnet. Tabellen nedenfor viser den beregnede årlige reduktion i 5-års intervaller.

Tabel 1.29 Reduktioner i emissioner af CO<sub>2</sub> som følge af tilskud til fremme af tilslutning til kulkraftvarme, Kt CO<sub>2</sub>-ækvivalenter

Tiltag	1990	1995	2000	2001	2005	2008-2012
Tilskud til fremme af tilslutning til kulkraftvarme	0	2	78	87	90	90

Som det fremgår af tabellen skønnes tiltaget med tilskud til fremme af tilslutning til kulkraftvarme at bidrage med en gennemsnitlig årlig reduktion i perioden 2008-2012 på ca. 90.000 ton CO<sub>2</sub>.

### 3.8.3 Samfundsmæssige omkostninger for tiltaget

Loven om tilskud til fremme af tilslutning til kulkraftvarme har medført en række samfundsøkonomiske omkostninger og gevinster. Først og fremmest er tiltaget forbundet med en række investerings- og driftsomkostninger for tilslutning til fjernvarmeanlæg, men herudover har tiltagets endvidere givet anledning til ændringer i brændselsomkostningerne og ændringer i udledningen af emissioner.

Tiltagets investeringsperiode løber fra 1995-2002. Tabellen nedenfor viser tilskuddets størrelse, de beregnede investeringer, omkostninger til administration samt det estimerede omlagte nettovarmebehov.

Tabel 1.30 Tiltagets "hovedtal" pr. år udtrykt i løbende priser

År	Tilskud (mio. kr.)	Investering* (mio. kr.)	Sparede driftsomkostninger (mio. kr.)	Omlagt nettovarme (TJ)
1995	4	16	1	80
1996	40	162	7	791
1997	27	110	1	537
1998	24	96	-2	469
1999	20	82	-5	399
2000	24	97	-6	471
2001	16	65	-11	318
2002	6	24	-16	116

Note: Det er antaget at 50% af konverteringerne er såkaldte "free-ridere", som ville have konverteret selv uden tilskud.

\* Inkl. omkostninger til administration af ordningen.

De samfundsøkonomiske omkostninger forbundet med tiltaget er beregnet med udgangspunkt i den generelle metode og de generelle forudsætninger om brændselspriser, priser for el og varme, emissionskoefficienter mv. suppleret med forudsætningerne nævnt i afsnittet ovenfor. Endelig antages det om investeringerne, at de har en økonomisk levetid på 25 år.

Omkostningerne er beregnet for hvert år i investeringernes levetid, som løber fra 1995 til 2026. På denne baggrund er nettonutidsværdien af tiltagets omkostninger beregnet. I tabellen nedenfor præsenteres de samlede samfundsøkonomiske omkostninger udtryk i nettonutidsværdi opsplittet på de centrale komponenter.

Tabel 1.31 De samlede samfundsøkonomiske omkostninger udtrykt i nettonutidsværdi af tilskud til fremme af tilslutning til kul kraftvarme (nettonutidsværdi, 2002-priser)

Komponent	NNV (mio. kr.)
Investeringer	574
Sparede driftsomkostninger	-150
Brændselsbesparelse, netto	129
Skatteforvridningstab, netto	207
Forbrugsforvridningstab, netto	0
Miljøgevinst, netto	-23
<b>Nettoomkostninger i alt</b>	<b>737</b>
<b>NNV af CO<sub>2</sub> reduktion (mio. ton)</b>	<b>0,859</b>
<b>Skyggepris (kr./ton CO<sub>2</sub>)</b>	<b>858</b>

Som det fremgår af tabellen er tiltagets samlede nettoomkostninger udtrykt i nettonutidsværdi beregnet til godt 740 mio. kr., mens CO<sub>2</sub>-reduktionen er beregnet til ca. 0,9 mio. ton. Dette resulterer i en skyggepris på ca. 850 kr./ton CO<sub>2</sub>-reduktion opnået gennem tilskud til fremme af tilslutning til kul kraftvarme.

## 1.9 Tilskud til vedvarende energi

### 3.9.1 Beskrivelse af tiltaget

For at tilskynde til mere udbredt brug af vedvarende energi har det siden begyndelsen af 1970'erne været muligt at få anlægstilskud til forskellige vedvarende energiinstallationer. Ordningen er løbende blevet revideret, men har omfattet solvarme-, varmepumpe- og biogasanlæg samt biomassefyrede kedelanlæg. Ordningen ophørte i år 2001.

Det såkaldte standardtilskud blev givet til systemgodkendte anlæg. Desuden blev der givet et såkaldt basistilskud, som dækker over generelle udgifter til prøvestationer, informationsaktiviteter samt forsøgs- og demonstrationsprojekter.<sup>6</sup> Analysen af tiltaget med tilskud til vedvarende energi er afgrænset til analyser af tilskuddene til solvarme-, biomasse- og varmepumpeanlæg.

I nedenstående tabel er der for de tre anlægstyper givet en oversigt over antal etablerede anlæg, tilskuddets samlede størrelse og tilskudsprocenten over tid.

<sup>6</sup> Basistilskuddet er en nødvendig betingelse for at kunne give standardtilskuddet og indregnes derfor som en omkostning i skyggeprisen.

Tabel 1.32 Oversigt over tilskud for de tre anlægstyper

	Solvarme			Biomassefyr			Varmepumper		
	Antal	Tilskud (mio. kr.)	Tilskudsprocent	antal	Tilskud (mio. kr.)	Tilskudsprocent	Antal	Tilskud (mio. kr.)	Tilskudsprocent
1991	1.706	19,8	30%				244	1,3	15%
1992	2.062	22,5	30%				385	2,0	15%
1993	2.402	26,5	30%				326	2,0	15%
1994	2.452	27,3	29%				289	2,0	15%
1995	2.549	26,5	28%	472	6,5	25%	197	1,2	15%
1996	3.974	41,2	27%	1.827	31,4	25%	266	1,8	15%
1997	2.375	22,0	25%	1.326	20,5	22%	656	3,7	15%
1998	2.246	19,1	25%	1.659	19,9	20%	902	4,6	15%
1999	1.400	12,7	25%	2.000	26,4	20%	1.400	5,7	15%
2000	2.000	20,4	25%	2.000	25,5	20%	1.200	5,1	15%
2001	2.500	20,8	25%	2.000	26,0	20%	1.200	5,2	15%
<b>I alt</b>	<b>25.666</b>	<b>259.0</b>		<b>11.284</b>	<b>156.0</b>		<b>7.065</b>	<b>35.0</b>	

Kilde: Energistyrelsen

Note: Hvis installationen af solvarmeanlæg foregår i forbindelse med udskiftning eller nyetablering af fyringsanlæg, kan installationsomkostningerne reduceres med 20-30%.

Som det fremgår af tabellen ovenfor er der ydet tilskud til i alt ca. 44.000 vedvarende energi installationer i perioden fra 1991-2001.

### 3.9.2 Estimerede reduktioner i udledninger af drivhusgasser som følge af tiltaget

Loven om tilskud til vedvarende energiinstallationer har medført en omlægning mere energieffektive brændsler, hvilket har ført til en reduktion i udledningen af CO<sub>2</sub>.

For hver vedvarende energiinstallationstype er det omlagte nettovarmebehov og ændringen i udledningen af CO<sub>2</sub> som følge heraf beregnet med udgangspunkt i den generelle metode suppleret med en række anslåede forhold og forudsætninger:

- Solvarmeanlæg (typisk vandbaserede solfangere) antages at fortrænge energiforbrug i olie- og gasfyr, biomasseanlæg (typisk træpillebaserede stokerfyr) antages at erstatte olieforbrug, mens varmepumpeanlæg i forskellige størrelser antages at erstatte elvarme (små) eller olieforbrug (store).<sup>7</sup> Samlet giver anlægstilskuddet til vedvarende energi en besparelse i forbruget af fyringsolie og naturgas, mens der til gengæld

<sup>7</sup> Tilskud til biomasse- og varmepumpeanlæg gives kun uden for kollektivt forsynede områder, hvorfor der regnes med, at der udelukkende fortrænges fyringsolie.

bruges mere biomasse og elektricitet (det sidste primært i solvarme- og varmepumpeanlæg).

- Det antages, at ca. 20% af tilskuddene til biomassefyring gives til free-ridere – dvs. til husholdninger som alligevel ville have skiftet til biomassefyr, eller til udskiftning af eksisterende biomassefyrede anlæg.
- Det antages at VE investeringerne har en levetid på ca. 20 år

Endelig er der anvendt en række forudsætninger om de forskellige fyringsanlæg tekniske karakteristika. De fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel 1.33 Tekniske forudsætninger vedrørende de forskellige fyringsanlæg

		Oliefyr	Naturgasfyr	Biomassefyr	Solvarme	Varmepumpe	
						Lille	Stor
Årsvirkningsgrad		0,7	0,8	0,8	-	2,6	2,6
Drift/vedl. omkostn.	kr/år	1000	1000	1500	200	200	600
Hjælpeenergi	MWh/år	0,5	0,5	0,6	0,2	-	-

Note: Drifts- og vedligeholdelsesomkostningerne er i 1999-priser

Ud fra det beregnede årlige omlagte nettovarmebehov og de forskellige brændsels emissionskoefficienter er den årlige CO<sub>2</sub>-reduktion beregnet. Tabellen nedenfor viser den beregnede årlige reduktion i 5-års intervaller.

Tabel 1.34 Reduktioner i emissioner af CO<sub>2</sub> som følge af tilskud til vedvarende energi, Kt CO<sub>2</sub>-ækvivalenter

Tiltag	1990	1995	2000	2001	2005	2008-2012
Tilskud til vedvarende energi	0	9	77	92	92	91

Som det fremgår af tabellen skønnes tiltaget med tilskud til vedvarende energi at bidrage med en gennemsnitlig årlig reduktion i perioden 2008-2012 på ca. 90.000 ton CO<sub>2</sub>.

### 3.9.3 Samfundsmæssige omkostninger for tiltaget

Loven om tilskud til vedvarende energi har medført en række samfundsøkonomiske omkostninger og gevinster. Først og fremmest er tiltaget forbundet med en række investerings- og driftsomkostninger for de vedvarende energi installationer, men herudover har tiltagets endvidere givet anledning til ændringer i brændselsomkostningerne og ændringer i udledningen af emissioner.

Tiltagets investeringsperiode løber fra 1992-2001. Tabellen nedenfor viser tilskuddets størrelse, de beregnede investeringer og omkostninger til drift og administration.

Tabel 1.35 Tiltagets "hovedtal" pr. år udtrykt i løbende priser

År	Tilskud (mio. kr.)	Investering* (mio. kr.)	Driftsomkostninger (mio. kr.)	Administration (mio. kr.)
1992	35,4	70,6	0,2	1,9
1993	39,6	81,3	0,5	1,9
1994	40,6	85,8	0,9	1,9
1995	50,3	98,6	1,5	3,2
1996	90,9	212,0	2,8	3,2
1997	63,1	149,9	3,6	3,3
1998	60,8	149,5	4,6	3,4
1999	62,3	155,6	5,7	3,4
2000	68,9	174,1	6,8	3,5
2001	70,2	177,6	8,1	3,6

De samfundsøkonomiske omkostninger forbundet med tiltaget er beregnet med udgangspunkt i den generelle metode og de generelle forudsætninger om brændselspriser, priser for el, emissionskoefficienter mv. suppleret med forudsætningerne nævnt i afsnittet ovenfor. Endelig antages det om investeringerne, at de har en økonomisk levetid på 20 år.

Omkostningerne er beregnet for hvert år i investeringernes levetid, som løber fra 1992 til 2020. På denne baggrund er nettonutidsværdien af tiltagets omkostninger beregnet. I tabellen nedenfor præsenteres de samlede samfundsøkonomiske omkostninger udtrykt i nettonutidsværdi opsplittet på de centrale komponenter.

Tabel 1.36 De samlede samfundsøkonomiske omkostninger udtrykt i nettonutidsværdi af tilskud vedvarende energi (nettonutidsværdi, 2002-priser)

Komponent	NNV (mio. kr.)
Investeringer	1.286
Driftsomkostninger	112
Brændselsbesparelse, netto	-446
Skatteforvridningstab, netto	246
Forbrugsforvridningstab, netto	0
Miljøgevinst, netto	-34
<b>Nettoomkostninger i alt</b>	<b>1.145</b>
<b>NNV af CO<sub>2</sub> reduktion (mio. ton)</b>	<b>0,762</b>
<b>Skyggepris (kr./ton CO<sub>2</sub>)</b>	<b>1.502</b>

Som det fremgår af tabellen er tiltagets samlede nettoomkostninger udtrykt i nettonutidsværdi beregnet til godt 1,1 mia. kr., mens CO<sub>2</sub>-reduktionen er beregnet til ca. 0,8 mio. ton. Dette resulterer i en skyggepris på ca. 1.500 kr./ton CO<sub>2</sub>-reduktion opnået gennem tilskud til vedvarende energiinstallationer.

Resultatet ovenfor dækker over meget forskellige resultater for de forskellige vedvarende energityper. Hvis tiltaget således opdeles i solvarme, varmepumper og biomasse hver for sig fås følgende skyggepriser:

Tabel 1.37 Separate skyggepriser for solvarme, varmepumper og biomasse

Vedvarende energitype	Skyggepris, kr./ton
Solvarme	5.702
Varmepumper	654
Biomasse	596
<b>Samlet</b>	<b>1.502</b>

Det ses tydeligt her, at det er solvarmens høje skyggepris på over 5000 kr./ton, som trækker den samlede skyggepris op. Fratrøkket solvarme ligger varmepumper og biomasse som det ses med skyggepriser på omkring 600-650 kr./ton.

## 1.10 Mærkning af bygninger

### 3.10.1 Beskrivelse af tiltaget

I 1997 blev der indført lovpligtig energimærkningsordning af bygninger med henblik på at øge energieffektiviteten.

Loven indebærer at der ved salg af **små bygninger** (huse) under 1500 m<sup>2</sup> skal udarbejdes et energimærke med anbefalinger til køberen om rentable energibesparende foranstaltninger. Dette mærke udarbejdes af en energikonsulent og koster ca. 1.600 kr. Det står efterfølgende køberen frit for, om denne vil følge anbefalingerne og foretage de anbefalede investeringer. På baggrund af stikprøver og overslag skønnes det, at mærkning af huse i gennemsnit resulterer i en energibesparelse på 7 GJ for en investering på 9.600 kr., i 35% af de mærkede ejendomme. Det antages, at der mærkes ca. 50.000 huse årligt.

For **store bygninger** over 1500 m<sup>2</sup> skal der etableres en energiledelsesordning med årlig gennemgang af bygningen og dennes energiforbrug, hvilket koster ca. 5.000 kr. pr. besøg. Energiledelsesordningen skønnes at resultere i en årlig varmebesparelse på 0,4% for en investering på 750 kr./GJ, idet alle besparelsesforslag med en tilbagebetalingstid på mindre end halvdelen af levetiden forudsættes realiseret. Det skønnes, at der desuden opnås en elbesparelse svarende til 20% af varmebesparelsen. Det antages, at der er i alt ca. 28.000 store bygninger, hvoraf staten ejer ca. 20%. Ordningens dækningsgrad antages at stige fra ca. 60% i 1999 til 90% i 2003, hvorefter den holder sig konstant.

Det skal bemærkes, at ovenstående skøn er behæftet med betydelig usikkerhed. Energimærkningsordningen blev evalueret af Energistyrelsen i 2001, men inden for de tidsmæssige rammer af nærværende rapport har det ikke været muligt at inddrage den nye evaluering i analysearbejdet. I lyset heraf anvendes beregningsantagelser som i Energistyrelsen, 2001, afsnit 2.13, uden revisioner for så vidt angår sparede tilskud, investeringer, brændselsomkostninger, afgiftsprovenuer og emissioner.

### 3.10.2 Estimerede reduktioner i udledninger af drivhusgasser som følge af tiltaget

Loven om mærkning af bygninger har medført en reduktion i energiforbruget og udledningen af CO<sub>2</sub>. Reduktionen i udledningen af CO<sub>2</sub> er beregnet med udgangspunkt i den generelle metode suppleret med forudsætningerne ovenfor. Tabellen nedenfor viser den beregnede årlige reduktion i 5-års intervaller.



Tabel 1.38 Reduktioner i emissioner af CO<sub>2</sub> som følge af mærkning af bygninger, Kt CO<sub>2</sub>-ækvivalenter

Tiltag	1990	1995	2000	2001	2005	2008-2012
Mærkning af bygninger	0	0	107	140	289	424

Som det fremgår af tabellen skønnes tiltaget med mærkning af bygninger at bidrage med en gennemsnitlig årlig reduktion i perioden 2008-2012 på ca. 425.000 ton CO<sub>2</sub>.

### 3.10.3 Samfundsmæssige omkostninger for tiltaget

Loven om mærkning af bygninger har medført en række samfundsmæssige omkostninger og gevinster. Først og fremmest er tiltaget forbundet med en række investerings- og driftsomkostninger, men herudover har tiltaget endvidere givet anledning til ændringer i brændselsomkostningerne og ændringer i udledningen af emissioner.

Tiltagets investeringsperiode løber fra 1997-2012. Tabellen nedenfor viser de beregnede investeringer og omkostninger mærkningen samt brændselsbesparelsen og afgiftsandelen heraf.

Tabel 1.39 Tiltagets "hovedtal" pr. år udtrykt i løbende priser

År	Investering (mio. kr.)	Omk. til mærke (mio. kr.)	Brændselsbesparelse (mio. kr.)	Reduceret afgift (mio. kr.)
1997	246	122	-20	-8
1998	293	146	-38	-22
1999	326	163	-58	-44
2000	359	181	-93	-65
2001	380	191	-110	-88
2002	402	202	-139	-113
2003	423	213	-171	-137
2004	447	226	-206	-161
2005	456	230	-242	-186
2006	465	235	-280	-211
2007	474	239	-317	-236
2008	484	244	-356	-261
2009	493	249	-398	-285
2010	503	254	-440	-310
2011	513	259	-485	-335

Note: For 2012 er disse tal fremskrevet med værdier som i 2011 korrigeret for inflation.

De samfundsøkonomiske omkostninger forbundet med tiltaget er beregnet med udgangspunkt i den generelle metode og beregningsantagelserne om brændselsomkostninger, afgiftsprovenuer og emissioner fra Energistyrelsen, 2001. Endelig antages det om investeringerne, at de har en økonomisk levetid på 15 år.

Omkostningerne er beregnet for hvert år i investeringernes levetid, som løber fra 1997 til 2026. På denne baggrund er nettonutidsværdien af tiltagets omkostninger beregnet. I tabellen nedenfor præsenteres de samlede samfundsøkonomiske omkostninger udtrykt i nettonutidsværdi opsplittet på de centrale komponenter.

Tabel 1.40 De samlede samfundsøkonomiske omkostninger udtrykt i nettonutidsværdi af mærkning af bygninger (nettonutidsværdi, 2002-priser)

Komponent	NNV (mio. kr.)
Investeringer	3.600
Driftsomkostninger	1.811
Brændselsbesparelse, netto	-2.507
Skatteforvridningstab, netto	380
Forbrugsforvridningstab, netto	0
Miljøgevinst, netto	-108
<b>Nettoomkostninger i alt</b>	<b>3.175</b>
<b>NNV af CO<sub>2</sub> reduktion (mio. ton)</b>	<b>2,46</b>
<b>Skyggepris (kr./ton CO<sub>2</sub>)</b>	<b>1.293</b>

Som det fremgår af tabellen er tiltagets samlede nettoomkostninger udtrykt i nettonutidsværdi beregnet til godt 3,1 mia. kr., mens CO<sub>2</sub>-reduktionen er beregnet til ca. 2,5 mio. ton. Dette resulterer i en skyggepris på ca. 1.300 kr./ton CO<sub>2</sub>-reduktion opnået gennem mærkning af bygninger.

1.11 Ændringer i afgifterne på energiprodukter

### 3.11.1 Beskrivelse af tiltaget

I løbet af 1990'erne blev der indført en række ændringer i beskatningen af energiprodukter. Disse skatte ændringer behandles her som et samlet tiltag, idet det er den samlede ændring i skatteniveauet der af interesse i forbindelse med opgørelse af CO<sub>2</sub> fortrængningen. Tiltaget omfatter således både indførelsen af CO<sub>2</sub> afgifter og ændringer i de normale energiafgifter. Der ses kun på ændringen i afgiftsniveauet i perioden 1990-2001. I løbet af 90'erne blev der også indført en svovlafgift. Denne afgift må forventes at have haft en mindre betydning for den udledte mængde CO<sub>2</sub>, men da afgiften ikke direkte

var CO<sub>2</sub>-begrundet er den ikke medtaget i nærværende beregning. De betragtede afgiftsændringer omfatter følgende:

- I 1992 indførtes en ny afgift på udledning af kuldioxid (CO<sub>2</sub>), der udledes ved forbrænding eller fremstilling af olie, gas, kul og el. CO<sub>2</sub>-afgiften er fastsat efter kulstofindholdet i brændslerne og blev gradvist indfaset op gennem 90'erne. I forbindelse med introduktionen af CO<sub>2</sub>-afgiften blev energiafgifterne samtidig justeret
- I 1995 blev der vedtaget en ny energipakke, som bl.a. ændrede på beskattningen af energianvendelse for erhvervsvirksomheder, hvilket medførte højere CO<sub>2</sub>-afgifter på erhvervenes energiforbrug. Der blev imidlertid samtidig givet mulighed for at energiintensive virksomheder kunne indgå aftaler om CO<sub>2</sub>-reduktioner mod delvis afgiftsfritagelse. Afgiftsstigningen for erhvervene skulle tilbageføres via nedsatte skatter mv., således erhvervenes samlede skatte og afgiftsbetalinger skulle være nogenlunde uændrede.

I forbindelse med introduktionen af energiafgifter for erhvervene blev der indført en sondring mellem energi brugt til rumvarme og energi brugt til proces. Energi der anvendes som af husholdninger og til rumvarme i erhvervene er fuldt afgiftsbelagt, mens der gives reduktioner til energi anvendt til procesformål i erhvervene. Proces kan yderligere deles op i henholdsvis tung og let proces, hvor der differentieres i forhold til energiintensiteten. I 1995 var refunderingen for tung proces på næsten 100 pct. For let proces og rumvarme for erhverv var den på 50 pct., mens der for husholdningernes forbrug var en fuld afgift. Først i 2000 var den fulde afgift indfaset til 90 kr. pr. ton CO<sub>2</sub> for let proces og 25 kr. pr. ton CO<sub>2</sub> for tung proces.

- I 1998 blev der vedtaget yderligere stigninger i afgifterne på energiområdet.

Tabellen nedenfor viser de aktuelle afgiftssatser på energiprodukter i 1990 og 2001 samt en oversigt over den andel af satsen der pålignes for energi brugt af hhv. husholdninger og erhverv opdelt op rumvarme, let proces og tung proces.

Tabel 1.41 CO<sub>2</sub>- og energifgifter på energiområdet i 1990 og 2001

	CO <sub>2</sub> -afgift		Energifgift		Afgifter i alt	
	1990	2001	1990	2001	1990	2001
Elektricitet (kr./kWh)	0	0,10	0,33	0,55	0,33	0,65
Gasolie (kr./l)	0	0,27	1,76	1,78	1,76	2,05
Naturgas (kr./m <sup>3</sup> )	0	0,22	0	1,96	0	2,18
Fjernvarme (kr./GJ)	0	3,60	14,80	28,30	14,80	31,90
Kul og koks (kr./kg)	0	0,24	0,77	1,35	0,77	1,59
Fuelolie (kr./kg)	0	0,32	1,98	2,00	1,98	2,32

Kilde: Skatteministeriet

Tabel 1.42 Andel af afgiftssatsen der pålignes for energibrug i husholdninger og erhverv, 2001

	Husholdninger	Erhverv		
	Al forbrug	Rumvarme	Let proces	Tung proces
Energifgift	100%	100%	0%	0%
CO <sub>2</sub> -afgift	100%	100%	90% <sup>1</sup>	25% <sup>1</sup>
Moms	ja	-	-	-

Kilde: Skatteministeriet

\* Energiintensive virksomheder kan endvidere indgå aftaler om energibesparelser og dermed opnå en afgiftsreduktion på 22 procentpoint. I og med praktisk taget hele forbruget for tung proces drager nytte af denne afgiftsreduktion, er CO<sub>2</sub>-afgiftsniveauet for tung proces i disse beregninger sat til 3%.

### 3.11.2 Estimerede reduktioner i udledninger af drivhusgasser som følge af tiltaget

Stigningerne i afgifterne på energiprodukterne har reduceret den samlede efterspørgsel efter energi og har samtidig ændret sammensætningen af energiforbruget fordi de relative priser energiprodukterne i mellem er ændret.

Reduktion af det samlede energiforbrug som følge af afgiftsstigninger kan estimeres med udgangspunkt i efterspørgslens prisfølsomhed, udtrykt som priselasticiteten<sup>8</sup>. De anvendte elasticiteter er skøn baseret på EMMA (energimodul i ADAM). Elasticiteten udtrykker ændringen i det samlede forbrug af det specifikke energiprodukt som følge af prisstigningen. De anvendte elasticiteter fremgår af tabellen nedenfor.

<sup>8</sup> Udtrykker hvor mange procent forbruget reduceres når prisen øges med 1 procent.

Tabel 1.43 Anvendte elasticiteter for energiprodukter for forskellige forbrugsformål

	El	Brændsel
Husholdninger og rumvarme	-0,1	-0,2
Let og tung proces	-0,3	-0,3

Kilde: Skøn af Skatteministeriet baseret på EMMA

Reduktionen i CO<sub>2</sub>-udslippet er kun estimeret for år 2001. Udover elasticiteterne er reduktionen beregnet med baggrund i de nominelle afgiftsstigninger fra 1990 til 2001 som vist i tabellen ovenfor. Endvidere er der anvendt forudsætninger om brændselsforbrug og energiforbrug som vist i tabellerne nedenfor.

Tabel 1.44 Brændselsforbrug fordelt på husholdninger og erhverv, 2001

	Husholdninger	Erhverv		
	Al forbrug	Rumvarme	Let proces	Tung proces
El (mio. kWh)	14.070	370	14.566	3.380
Gasolie (mio. l)	1.033	129	562	1.554
Naturgas (mio. Nm <sup>3</sup> )	1.158	301	298	731
Fjernvarme (mio. GJ)	82,4	14,9	1	12,1
Kul & koks (1.000 ton)	-	-	-	59,5
Fuelolie (mio. kg)	4,7	19	36	210

Kilde: Skønnet fordeling ud fra afgiftsprovenu samt Danmarks Statistik, Energibalancer 2001

Tabel 1.45 Energipriser inkl. afgifter, år 2001

	Erhverv (ekskl. moms)	Husholdninger (inkl. moms)
El (kr./kWh)	0,52	1,65
Gasolie (kr./l)	2,77	5,70
Naturgas (kr./Nm <sup>3</sup> )	1,44	6,48
Fjernvarme (kr./GJ)	114,6	205
Kul & koks mv. (kr./ton)	581	-
Fuelolie (kr./kg)	3,99	7,50

Kilder: Skatteministeriets beregning baseret på Energistyrelsens "Energistatistik 2002" og Danmarks Statistiks "Energibalance 2001".

Baseret på ovenstående forudsætninger, viser tabellen nedenfor hvor meget CO<sub>2</sub>-udledningerne ville have været højere i år 2001 hvis afgiftssatserne havde været fastholdt på de i 1990 gældende satser (dvs. nominelt uændrede afgifter).

Tabel 1.46 Reduktion i emission af CO<sub>2</sub> som følge af øgede afgifter på energi, år 2001 Kt CO<sub>2</sub>-ækvivalenter

	Husholdninger	Erhverv			I alt
1000 ton	Al forbrug	Rumvarme	Let proces	Tung proces	
Elektricitet	326	30	717	6	1.079
Gasolie	37	44	43	4	127
Naturgas	33	157	32	3	255
Fjernvarme	68	29	0,3	0,8	97
Kul & koks mv.	.	.	.	0,9	1
Fuelolie	0,3	11	5	1	18
<b>I alt</b>	<b>464</b>	<b>271</b>	<b>797</b>	<b>16</b>	<b>1.547</b>

Som det fremgår af tabellen skønnes de øgede afgifter på energi i perioden 1990-2001 målt i nominel værdi at have medført en reduktion for år 2001 på ca. 1,5 mio. ton CO<sub>2</sub>. Til sammenligning udgør den faktiske CO<sub>2</sub>-udledning i 2001 fra energiforbrug (ekskl. energiforbrug fra transport) ca. 12,7 mio. ton.

Effekten er kun vurderet for år 2001. Såfremt det antages, at afgifter og brændstofpriser forbliver reelt uændrede og efterspørgslen ikke ændres vil de angivne estimater for reduktionen år 2001 kunne anvendes som gennemsnittet for perioden 2008-2012.

### 3.11.3 Samfundsmæssige omkostninger for tiltaget

Afgiftsforhøjelserne på energiprodukterne medfører forvridding af forbruget og et deraf følgende velfærdstab for forbrugerne. Samtidig påvirkes skatteprovenuet, dels som følge af ændringen i energiforbruget, dels som følge af selve afgiftsforhøjelsen. Ændring i forbruget af energi vil endvidere give anledning til såkaldte eksterne effekter grundet ændringer i emissionerne af skadelige stoffer såsom SO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub>.

De samfundsøkonomiske omkostninger er beregnet med udgangspunkt i den generelle metode og forudsætninger (f.eks. om værdisætning af luftemissioner fra de fossile brændsler) samt ovenstående forudsætninger om afgifter, energipriser mv.

I tabellerne nedenfor opsummeres resultatet af de samfundsøkonomiske beregninger opsplittet på de centrale komponenter.

Tabel 1.47 De samlede samfundsøkonomiske omkostninger af ændrede energiafgifter fordelt på forbrugstype, år 2001

Komponent	Husholdninger	Erhverv				I alt
		I alt	Rumvarme	Let proces	Tung proces	
Forbrugsforvridning stab, netto	365	139	50	0,03	189	554
Miljøgevinst, netto	19	13	25	1	40	59
<b>Nettoomkostninger i alt</b>	<b>346</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>-1</b>	<b>149</b>	<b>495</b>
CO <sub>2</sub> reduktion (mio. ton)	0,464	0,271	0,797	0,016	1,084	1,547
Skyggepris (kr./ton CO <sub>2</sub> )	744	473	31	-64	140	321

Den samlede CO<sub>2</sub> reduktion udgør ca. 1,5 millioner tons og den gennemsnitlige skyggepris for husholdninger og erhverv udgør ca. 325 DKK/ton CO<sub>2</sub>.

De samlede samfundsøkonomiske omkostninger forbundet med den nominelle stigning i energiafgifterne fra 1990 niveauet til 2001 niveauet er beregnet til at udgøre ca. 470 mio. kr. i 2001, mens CO<sub>2</sub>-reduktionen er beregnet til ca. 1,5 mio. ton. Skyggeprisen for reduktionen af CO<sub>2</sub> udledningerne fra husholdningernes forbrug udgør ca. 750 kr./ton CO<sub>2</sub> mens det for reduktionen fra skatter på erhvervenes energiforbrug kun udgør 140 kr./ton. Forskellen skyldes at der for husholdningernes energiforbrug allerede var betydelige forvridende skatter i 1990.

Det skal understreges, at beregningen af såvel CO<sub>2</sub>-reduktionen som de samfundsøkonomiske omkostninger er forbundet med usikkerhed. Specielt bør det fremhæves at den anvendte forudsætning om priselasticiteten er usikker og samtidig øger stor indflydelse på det samlede resultat.





## Bilag 2 Beskrivelse af tiltag, industri

I dette bilag beskrives de enkelte tiltag under industri mere detaljeret, ligesom der redegøres nærmere for de bagvedliggende antagelser og forudsætninger for beregningerne.

### 1.12 Afgifter på og regulering af brugen af industrigasser

Kyotoprotokollen omfatter i alt 6 gasser, herunder de 3 industrielle drivhusgasser HFC'er, PFC'er og SF6. Basisåret for disse 3 gasser er 1995. I det nedenstående er der derfor taget udgangspunkt i emissionen af de 3 gasser (omregnet til CO2-ækvivalenter) i 1995.

Der er anvendt de emissionsberegninger, der stammer fra rapporten "Ozonlags-nedbrydende stoffer og drivhusgasserne HFC'er, PFC'er og SF6 – Danmarks forbrug og emissioner 2001, Miljøprojekt nr. 761, 2003".

#### 3.12.1 Beskrivelse af tiltag

I Danmark er der indført 2 reguleringsformer, som påvirker udledningen af industrielle drivhusgasser:

- Afgifter på industrigasser; og
- forbud mod anvendelse industrigasser i en lang række anvendelser

#### 3.12.2 Afgift

I forbindelse med Finansloven for 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 og CO2-afgift på 0,1 kr. pr. kg CO2 bliver afgiften på  $1300 \times 0,1 = 130$  kr. pr. kg. Den næstmest anvendte HFC, HFC-404A, har en afgift på 326 kr. pr. kg.

Afgiften skal svares ved import af gasserne, uanset om de forekommer rent, i blandinger eller i produkter.

#### 3.12.3 Forbud

Bekendtgørelse om regulering af visse industrielle drivhusgasser (Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 552 af 2. juli 2002) indeholder en generel afviklingsdato den 1. januar 2006, hvorefter man ikke må importere, sælge eller anvende nye produkter, der indeholder industrielle drivhusgasser. Tilsvarende gælder for import, salg og anvendelsen af selve stofferne.

Bekendtgørelsen indeholder en række undtagelser fra denne hovedregel. For en del anvendelsesområder træder et forbud tidligere i kraft (f.eks. SF6 i ruder og sko, HFC i fjernvarmerør m.m.). For det største anvendelsesområde, nemlig større køle- og airconditionanlæg træder forbudet først i kraft 1. januar 2007.

Andre anvendelsesområder er undtaget fra bekendtgørelsen og dermed altså tilladt. Det gælder f.eks. servicering af eksisterende anlæg, mobile køleanlæg, højspændingsanlæg m.m.

#### 3.12.4 Emissioner

I perioden 1995-2001 er der sket en voldsom stigning i emissionen af de industrielle drivhusgasser. I 1995 var emissionen på ca. 350.000 tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter, mens den i 2001 var på ca. 700.000 CO<sub>2</sub>-ækvivalenter. Stigningen skyldes især introduktionen af HFC som erstatning for de ozonlagsnedbrydende CFC'ere og HCFC'ere.

#### 3.12.5 Emissioner med regulering

Ved fremskrivning af emissionerne for 2001 ("Ozonlagsnedbrydende stoffer og drivhusgasserne HFC'er, PFC'er og SF6 – Danmarks forbrug og emissioner 2001, Miljøprojekt nr. 761, 2003") er der taget udgangspunkt i et "steady-state" forbrug med 2001 som referenceår samt skæringsdatoer for udfasning af enkeltstoffer jf. bekendtgørelse om udfasning af kraftige drivhusgasser. Endvidere er der indarbejdet en afgiftseffekt på relevante anvendelsesområder, og der er så vidt muligt taget højde for forventede stigninger i forbruget inden for flere anvendelsesområder, lige såvel som en forventet reduktion inden for andre anvendelsesområder er medregnet. Der er også korrigeret for import og eksport.

I perioden 2008-12 er den gennemsnitlige emission fra de industrielle drivhusgasser beregnet til 708.000 tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter pr. år. Den samlede mængde er beregnet til 3.542.000 tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter for perioden.

#### 3.12.6 Emissioner uden regulering

For at kunne vurdere, hvor meget CO<sub>2</sub>, der allerede er fortrængt eller - i dette tilfælde mere relevant - vil blive fortrængt i 2008-12 på grund af reguleringen, er det nødvendigt at kende fremskrivningen uden en regulering.

I rapporten "Ozonlagsnedbrydende stoffer og drivhusgasserne HFC'er, PFC'er og SF6 – Danmarks forbrug og emissioner 2000, Miljøprojekt nr. 650, 2001" er der foretaget en fremskrivning af emissionerne fra de industrielle drivhusgasser uden regulering, da disse ikke var vedtaget eller underskrevet på tidspunktet for rapportens færdiggørelse.

Ved fremskrivning af emissionerne er der taget udgangspunkt i et "steady-state" forbrug med 2000 som referenceår. Det beregnede GWP-bidrag udtrykker den aktuelle emission korrigeret for import og eksport. Der er ikke taget højde for den forventede stigning i forbruget inden for flere

anvendelsesområder, lige såvel som en forventet reduktion inden for andre anvendelses-områder ikke er medregnet. Der er dermed tale om et meget konservativt skøn, idet der – uden regulering – måtte forventes en ganske kraftig stigning i forbruget og dermed emissionerne af især HFC'er til større køleanlæg som f.eks. supermarkeder p.g.a. konvertering fra de ozonlagnedbrydende HCFC'er til HFC'er.

Det skal også bemærkes, at der i fremskrivningen er regnet med en årlig lækagerate for supermarkedsanlæg på 17%. Denne blev i 2002 korrigeret til 10% (se rapporten "Revurdering af emissioner fra kommercielle køleanlæg, transportkøl og mobile A/C, Miljøprojekt nr. 766, 2003").

Fremskrivningen af emissioner uden regulering er i forbindelse med denne opgørelse blevet korrigeret således at de tekniske antagelser, så som lækage rater svarer til antagelserne i ovenstående fremskrivning med regulering.

I perioden 2008-12 er den gennemsnitlige emission fra de industrielle drivhusgasser beregnet til 1.440.000 tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter pr. år. Den samlede mængde er beregnet til 7.200.000 tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter for perioden.

Denne fremskrivning stemmer ganske godt overens med de estimater, der er foretaget i EU, hvor der regnes med en 2-3 dobling af de emitterede mængder omregnet til CO<sub>2</sub>-ækvivalenter i perioden 2008-12.

### 3.12.7 Effekten af den samlede regulering

Effekten af de to tiltag, afgifter og forbud, er estimeret ved at kigge på differencen mellem ovenstående fremskrivning med regulering og uden regulering. Nedenstående tabel summerer den samlede reduktion i drivhusgasser (opgjort i GWP) som følge af reguleringerne.

Tabel 2.1: Reduktion af de samlede industrigasser som følge af afgift og forbud (opgjort i kt CO<sub>2</sub> ækvivalenter)

1,000 tons GWP	I alt pr år (uden regulering)	I alt pr år (med regulering)	Reduktion i udledning som følge af regulering
1993	230,3	230,3	0,0
1994	263,2	263,2	0,0
1995	344,1	344,1	0,0
1996	434,7	434,7	0,0
1997	472,5	472,5	0,0
1998	563,7	563,7	0,0
1999	682,8	682,8	0,0
2000	793,3	793,3	0,0
2001	747,9	698,9	49,0
2002	825,1	715,0	110,2
2003	897,8	771,5	126,3
2004	960,5	816,0	144,5
2005	1020,0	863,9	156,1
2006	1075,5	847,4	228,1
2007	1126,3	878,7	247,5
2008	1169,7	881,0	288,7
2009	1199,2	863,0	336,2
2010	1217,1	842,4	374,6
2011	1237,7	825,5	412,2
2012	1258,1	807,2	450,9
2013	1261,4	770,0	491,4
2014	1231,5	698,9	532,6
2015	1184,6	607,7	576,9
2016	1119,4	495,5	623,9
2017	1080,0	421,8	658,2
2018	1093,5	370,0	723,4
2019	1053,0	271,1	781,9
2020	1028,6	193,9	834,7
<b>I alt</b>	<b>25571</b>	<b>17424</b>	<b>8147</b>

Reduktionerne opgjort per type af industrigas fremgår af nedenstående tabel for udvalgte år.

Tabel 2.2: Oversigt over skønnede reduktioner af CO<sub>2</sub> udledninger som følge af de betragtede til tag (kilotonns CO<sub>2</sub>-ækvivalenter)

år	1995	2000	2001	2005	"2010"
HFC'er	0	0	19	102	314
PFC'er	0	0	0	15	17
SF6	0	0	30	39	42
Reduktion i alt	0	0	49	156	373
Udledning med regulering	344	793	699	864	844
I alt udledning uden regulering	344	793	748	1020	1216

Note "2010" er beregnet som gennemsnit for perioden 2008-2012

### 3.12.8 Økonomisk vurdering af udfasning af HFC gasser i kommercielle køleanlæg

Industrigasser anvendes, som ovenfor nævnt i en lang række forskellige sammenhænge, hvoraf kommercielle køleanlæg er den vigtigste. Baseret på ovenstående antagelser om udledninger af HFC gasser med og uden regulering, vil kommercielle køleanlæg i perioden 2008-2012 bidrage til en

reduktion på i alt 133 kt CO2 ækvivalenter per år i gennemsnit, hvilket svarer til ca. 35% af de totale reduktioner.

Forbudet indebærer, at pr. 1. januar 2007 må nye kommercielle køleanlæg ikke længere installeres med HFC som drivmiddel. Eksisterende anlæg må forsat blive efterfyldt med kølemiddel. Med en levetid på 15 år for et nyt køleanlæg vil udfasningen således tage adskillige år. Udskiftningen er antaget at starte tidligere i mindre omfang grundet afgiften. HFC drevne køleanlæg anvender HFC 134a eller HFC 404a.

Omkostninger er regnet som de omkostninger industrien vil skal dække (dvs. opgjort i markedspriser inkl. afgifter) samt som de gennemsnitlige samfundsmæssige omkostninger per ton CO2 reduktion.

### 3.12.9 Antagelser

Omkostningerne ved at skifte HFC drevne køleanlæg ud med anlæg med mere miljøvenlige drivmidler (typisk CO2) er estimeret på baggrund af en investeringskalkule for en typisk bruger af sådanne kommercielle køleanlæg.

Det vurderes at et køleanlæg med en kapacitet på 250 kg HFC kølemiddel repræsenterer et typisk anlæg. Omkostninger for selve køleanlægget vurderes af industrikilder at ligge på omkring 850,000 DKK (eksklusiv initialfyldning)<sup>9</sup>.

Det antages at et CO2 drevet anlæg vil være ca. 5% dyrere (i gennemsnit for alle kommercielle anlæg - større som mindre) inklusiv initialfyldning<sup>10</sup>. De forudsatte priser for kølemidler er sammenfattet i nedenstående tabel

dkk/kg	HFC 134a	HFC404a	CO2
Pris kølemiddel	205	426	50
- heraf afgift	130	326	0
- heraf råvare	75	100	50

Kilde: Miljøstyrelsen

Forskellen i de årlige driftsomkostninger mellem et HFC drevet og et CO2 drevet anlæg antages kun at hidrøre fra forskelle i omkostninger for genopfyldning af kølemiddel. Der regnes med et årligt tab (og dermed genopfyldning) på 10% af den installerede mængde for et HFC anlæg mens for et CO2 anlæg regnes med at der ikke er noget tab grundet behovet for et tættere cirkulationssystem.

### 3.12.10 Investeringskalkule set fra supermarkedernes side

Baseret på ovenstående antagelser fås følgende omkostningsforskelle mellem HFC drevet anlæg og CO2 drevet anlæg.

<sup>9</sup> Kilde Miljøstyrelsen

<sup>10</sup> Kilde: Miljøstyrelsen

Tabel 2.3: Privatøkonomiske konsekvenser ved at udskifte et HFC model anlæg med et CO<sub>2</sub> drevet model anlæg

Anlæg	Investeringsomkostning (ekskl. initial fyldning)	Gennemsnitlig meromkostning (investering) for et CO <sub>2</sub> drevet anlæg (inkl. initial-fyldning)	Besparelser i årlige driftsomkostninger ved CO <sub>2</sub> drevet anlæg	Nutidsværdi af meromkostninger for CO <sub>2</sub> anlæg (15 år 6%)
HFC 134a	850,000	5%	5.100	24.000
HFC 404a	850,000	5%	10.650	-84,000*)

\*) en negativ værdi svarer til at der vil være en gevinst set over hele anlæggets løbetid ved at skifte til et CO<sub>2</sub> drevet anlæg.

Ved udskiftning af et 250 kg HFC 134a drevet anlæg med et CO<sub>2</sub> drevet vil et supermarked få en initial ekstrainvestering på ca. 75,000 DKK men grundet de lavere årlige driftsomkostninger ved det CO<sub>2</sub> drevne anlæg, vil totalomkostninger over 15 år og med en realrente 6% være ca. 24.000 højere. I forhold til et HFC 404a vil der derimod være en besparelse på ca. 85,000 ved et CO<sub>2</sub> drevet anlæg set over anlæggets levetid, grundet den højere pris og afgift på HFC 404a.

### 3.12.11 Samfundsmæssige omkostninger

Når man går fra den privatøkonomiske kalkule til den samfundsmæssige udgør den vigtigste korrektion at effekten af afgiften på industrigasser. Når de totale omkostninger ved at gå fra et HFC anlæg til et CO<sub>2</sub> drevet anlæg balancer (eller giver anledning til en besparelse ved HFC 404a) for supermarkederne, skyldes det i høj grad at de ved at gå fra HFC gasser til CO<sub>2</sub> drevne anlæg sparer afgiften på HFC gassen. Denne afgiftsbesparelse modsvares imidlertid af et tab for de offentlige budgetter, så når man ser på økonomien fra hele samfundets side ser resultatet anderledes ud. Set over de 15 år ville staten i NPV få 60,000 DKK i afgiftsbetalinger ved et HFC 134a anlæg og 160.000 DKK for et HFC 404a drevet anlæg (begge med en kapacitet på 250 kg drivmiddel og en lækage rate på 10% per år).

Baseret på ovenstående antagelser vil de samfundsmæssige omkostninger for reduktionen af udledning af HFC gasser fra kommercielle køleanlæg udgøre 375 DKK/ton CO<sub>2</sub> og 125 DKK/ton CO<sub>2</sub> for udskiftning af hhv. et HFC 134a og et HFC 404a drevet anlæg. Forskellen mellem de to gasser skyldes dels ovenstående forskelle i omkostninger men også forskelle i Global Warming Potential af de to gasser.

Når man betragter udfasningen af de eksisterende anlæg i markedet baseret på fremskrivningerne med og uden regulering som præsenteret i afsnit 2, vil den gennemsnitlige omkostning for udfasning af HFC anlæg i perioden frem til 2016 udgøre ca. 200 DKK/ton CO<sub>2</sub>.

I beregningerne er der medtaget dels investeringsomkostninger frem til 2016 men også de driftsomkostninger og emissionsreduktioner der vil hidrøre fra

disse investeringer, dvs. yderligere 15 år frem i tiden. Beregningens hovedresultater er sammenfattet i nedenstående tabel.

Tabel 2.4: Til tagets nøgletal

Komponent	NNV (mio. kr.)
Investeringer	-122
Driftsomkostninger	198
Nedgang i budgetindtægter	-290
Nettoafgiftsfaktorkorrektion	-36
Generelle forvriddingseffekter	-43
<b>Nettoomkostninger i alt</b>	<b>-293</b>
<b>NNV af CO<sub>2</sub> reduktion (mio. ton)</b>	<b>1,43</b>
<b>Skyggepris (kr./ton CO<sub>2</sub>)</b>	<b>205</b>

#### **Følsomhedsanalyse.**

Der er betydelig usikkerhed i forbindelse med en række antagelser, herunder hvad priser for et CO<sub>2</sub> drevet køleanlæg vil være i forhold til et CFC drevet anlæg. I basisberegningen er det antaget at der vil være en merpris på 5%, jf. tabellen ovenfor. Nedenstående tabel viser hvad skyggeomkostninger ville blive ved alternative antagelser om denne merpris.

Tabel 2.5: Til tagets nøgletal

Merværdi af CO <sub>2</sub> drevet anlæg i forhold til CFC drevet	Skyggepris (kr./ton CO <sub>2</sub> )
0%	90 kr/ton
5%	205 kr/ton
10%	320 kr/ton





## Bilag 3 Beskrivelse af tiltag, transport

I dette bilag beskrives de enkelte tiltag under transport, ligesom der redegøres nærmere for de bagvedliggende antagelser og forudsætninger for beregningerne.

Tre initiativer på transportområdet i perioden 1990-2001 vurderes at have haft en betydelig effekt og de er desuden implementeret med CO<sub>2</sub>-reduktion som et af de primære mål:

- Øgede brændstofafgifter
- Omlægning af vægtafgift til grøn ejerafgift
- Frivillig aftale med bilindustrien

Omlægningen af vægtafgiften til grøn ejerafgift og den frivillige aftale med bilindustrien har medvirket til at øge den gennemsnitlige energieffektivitet. De øgede brændstofafgifter har medvirket til at reducere transportomfanget, men har samtidig på lidt længere sigt influeret på den gennemsnitlige energieffektivitet (og efterspørgslen efter biler).

De 3 tiltag på transportområdet har således alle direkte eller indirekte påvirket den gennemsnitlige energieffektivitet af bilparken. Det er vanskeligt at vurdere den samlede effekt for disse tiltag. Udviklingen med tiltagene kan observeres, men det er forbundet med stor usikkerhed at skønne hvordan udviklingen ville have set ud uden tiltagene, dvs. med uændret regulering (det såkaldte business as usual scenarie).

Som en konsekvens heraf har det ikke været muligt at isolere de forskellige transporttiltags effekt på energieffektiviteten. Tiltagenes effekt på energieffektiviteten er estimeret samlet og beskrevet i afsnittet for tiltaget "Frivillig aftale med bilindustrien", som er det tiltag der vurderes at have haft den største effekt. Effektiviteten af tiltaget med omlægning af vægtafgift til grøn ejerafgift er behandlet nedenfor. For tiltaget med øgede brændstofafgifter er effekten på energieffektiviteten kvantificeret og medregnet som en del af den samlede effekt af de øgede afgifter på brændstofforbruget.

Udover ovenstående tiltag er der på forskellige områder gennemført initiativer som direkte eller indirekte har bidraget til CO<sub>2</sub>-begrænsning. Initiativerne er alle kendetegnet ved at være informationskampagner eller tilskuds- og støtteordninger, mens der ikke er iværksat initiativer i form af krav eller forbud. Initiativerne inkluderer:

- Miljøtilskud til godstransport på jernbane
- Implementering af miljøstyring i godstransporterhvervet
- Bedre godslogistik i byer

- Forbedringer af kapacitetsudnyttelse for kollektiv trafik
- Grønne indkøb
- Støtte til forskning
- Fremme af brugen af cykler
- Fremme af kollektiv trafik
- Parker og rejs
- Samkørsel og delebiler
- Effektivisering af den kollektive trafik
- Nedslag i registreringsafgift for særligt energieffektive biler (Lupo reglen).

Den aktuelle effekt af ovenstående initiativer er vanskelig at opgøre men ingen af disse vurderes isoleret at have bidraget med betydelig CO<sub>2</sub>-reduktion. Endvidere er de generelt motiveret i et bredt miljømæssigt perspektiv og ikke i et specifikt hensyn til reduktion af CO<sub>2</sub>-udledningen. Som følge heraf er disse tiltag ikke inkluderet i beregningerne nedenfor.

### 1.13 Øgede brændstofafgifter

#### 3.13.1 Beskrivelse af tiltaget

Danmark har haft afgifter på brændstof til biler (benzin) helt tilbage fra 1927. Afgifterne er justeret mange gange frem til i dag. I nærværende forbindelse betragtes kun afgiftsstigninger i perioden 1990-2001.

I 1992 blev der indført en CO<sub>2</sub>-afgift på energiprodukter på 100 kr. pr. ton CO<sub>2</sub> herunder diesel, mens der ikke blev lagt CO<sub>2</sub> afgift på benzin. I 1993 og 1997 blev der vedtaget stigninger i energiafgiften på diesel og benzin, som gradvist er blevet faset ind op i gennem 90'erne. I 1990 kunne erhvervene få refunderet afgifterne på diesel, men i 1991 blev muligheden for refusion reduceret og i forbindelse med indførelsen af CO<sub>2</sub>-afgiften i 1992 faldt den helt bort. I perioden fra 1990 til 2001 har stigningen i afgifterne på motorbrændstoffer været større end stigningen i de almindelige forbrugerpriser.

Tabellen nedenfor viser de nominelle afgifter på diesel og benzin i 1990 og 2001.

Tabel 3.1 CO<sub>2</sub>- og energiafgifter på benzin og diesel i 1990 og 2001

Kr./l	CO <sub>2</sub> -afgift		Energiafgift		Afgifter i alt	
	1990	2001	1990	2001	1990	2001
Benzin	0	0	2,70	3,97	2,70	3,97
Diesel	0	0,27	1,76	2,48	1,76	2,75

Kilde: Skatteministeriet

Der er gennemført separate konsekvensberegninger af afgifterne på benzin og diesel.

### 3.13.2 Estimerede reduktioner i udledninger af drivhusgasser som følge af tiltaget

Reduktionen i CO<sub>2</sub>-udslippet er estimeret på baggrund af i de nominelle afgiftsstigninger fra 1990 til 2001 som vist i tabellen ovenfor. Effekten af de øgede brændstofafgifter er således søgt bestemt ved at estimere hvor meget større CO<sub>2</sub> udledningen ville have været med afgiftssatserne fra 1990.

Ændringer i afgifterne på brændstoffer påvirker det samlede brændstofforbrug og dermed CO<sub>2</sub> gennem fire forskellige effekter:

- En øget pris på brændsler vil umiddelbart føre til en reduktion i efterspørgslen efter brændsel og dermed kørselsomfanget;
- En øget pris vil føre til en ændring i bilparkens sammensætning således at folk køber mere energieffektive biler;
- En øget pris på brændsler fører til en lavere efterspørgsel efter biler og dermed et lavere totalt kørselsomfang;
- Endelig vil den ændrede sammensætning af bilparken (færre og mere energieffektive biler) føre til at den gennemsnitlige årlige kørsel per bil øges.

De sidste tre effekter realiseres kun i forbindelse med den løbende udskiftning i bilparken og vil således udgøre en lang-sigtet effekt. Hver effekt er bestemt af den underliggende priselasticitet, dvs. hvor mange procent forbruget ændres når prisen øges med 1 procent.

Tabellen nedenfor viser de forudsætninger, der er anvendt om efterspørgselsreaktioner på prisændringer. Elasticiteterne stammer fra et litteraturstudie som COWI lavede i forbindelse med projektet "CO<sub>2</sub>-emissioner i transportsektoren" for Trafikministeriet i 1997. Elasticiteterne er siden anvendt i forskellige analyser af bl.a. Energistyrelsen (*Omkostninger ved CO<sub>2</sub>-reduktion for udvalgte tiltag*) og Miljøstyrelsen (*Beregninger af CO<sub>2</sub>-tiltag på transportområdet*) ved beregning af efterspørgselseffekter af øgede brændstofpriser.

Tabel 3.2 Anvendte elasticiteter ved forøgelse af brændstofprisen

	Ændret årskørsel	Ændret brændstofeffektivitet (liter/km)	Ændret bilpark	Ændret gennemsnitlig årskørsel (lang sigt som følge af ændret bilpark)	Brændstofforbrug i alt (lang sigt)
Persontransport	-0,27	-0,15	-0,30	0,12	-0,60
Varetransport	-0,09	-0,05	-0,10	0,04	-0,20

Kilde: Trafikministeriet, 1997: "CO<sub>2</sub>-reduktioner i transportsektoren", COWI

Som det fremgår af tabellen ovenfor er følsomheden for prisen på transport af varer generelt lavere end for prisen på transport af personer. Ved beregningen

er det derfor differentieret mellem brændstof forbrugt til hhv. person- og varetransport (der er differentieret mellem personbiler (persontransport) og varebiler og lastbiler (varetransport)).

I beregningerne er den samlede elasticitet på brændstofforbruget på lang sigt anvendt. For person- og varetransport er den samlede elasticitet hhv. -0,6 og -0,2. Elasticiteterne er anvendt for både benzin og dieselforbrug. Det er antaget at de anvendte elasticiteter er reelt konstante for den prisændring som efterspørgselsændringen estimeres for.

Det samlede benzin og dieselforbrug udgjorde i år 2001 hhv. 2.632 mio. liter og 2.017 mio. liter (Kilde: Nøgletal for transport 2002). Forbruget er fordelt på hhv. personbiler, varebiler og lastbiler (og andre) på basis af skøn af trafikarbejdet og den gennemsnitlige energiudnyttelse for disse kategorier.

Tabel 3.3 Brændstofforbrug fordelt på køretøjskategori, år 2001

mio. liter	Benzin	Diesel
Personbil	2.500	403
Varebil	132	605
Lastbil	-	908
Andre <sup>11</sup>	-	101
<b>I alt</b>	<b>2.632</b>	<b>2.017</b>

Kilde: Nøgletal for Transport, 2002 samt egne skøn over fordelingen på køretøjskategori baseret på oplysninger om trafikarbejde og køretøjskategori

De anvendte markedspriser for benzin og diesel i år 2001 udgør hhv. 8,20 kr./liter og 6,56 kr./liter inkl. afgifter og moms. For persontransport er denne markedspris lig med forbrugerprisen, mens forbrugerprisen for varetransport er markedsprisen fratrukket moms, da erhvervsvirksomhederne får refunderet momsen.

Tabellen nedenfor viser den beregnede reduktion i CO<sub>2</sub>-udledningen som følge af de øgede brændstofafgifter for år 2001.

Tabel 3.4 Reduktioner i emissioner af CO<sub>2</sub> som følge af tilskud øgede brændstofafgifter, Kt CO<sub>2</sub>-ækvivalenter

Tiltag	2001
Øgede brændstofafgifter	1.165
heraf	
- benzin	845
- diesel	320

<sup>11</sup> Bl.a. rutebusser som er undtaget afgiftsbetaling.

Som det fremgår af tabellen skønnes de øgede afgifter på brændstof i perioden 1990-2001 målt i nominel værdi at have medført en samlet langsigtet reduktion for år 2001 på ca. 1,175 mio. ton CO<sub>2</sub> fra reduceret brændstofforbrug til transport.

Effekten er kun vurderet for år 2001. Såfremt det antages, at afgifter og brændstofpriser forbliver realt uændrede og efterspørgslen ikke ændres vil de angivne estimater for reduktionen år 2001 kunne anvendes som gennemsnittet for perioden 2008-2012.

### 3.13.3 Samfundsmæssige omkostninger for tiltaget

De øgede afgifter på brændstof er forbundet med en række samfundsøkonomiske konsekvenser. Afgiftsforhøjelserne medfører forvridding af brændstofforbruget og et tilhørende velfærdstab for forbrugerne. Samtidig påvirkes skatteprovenuet, dels som følge af ændringen i brændstofforbruget, dels som følge af selve afgiftsforhøjelsen. Reduktionen i forbruget reducerer endvidere de eksterne effekter forbundet med transport som trængsel, støj og uheld, som alle afhænger af kørselsomfanget samt luftforurening, som afhænger af selve brændstofforbruget. Endelig bevirker benzinafgiften at efterspørgslen efter køretøjer reduceres, hvilket giver anledning til et afledt tab af bilafgifter, da biler er belagt med højere afgifter end de gennemsnitlige varer.

De samfundsøkonomiske omkostninger er beregnet med udgangspunkt i den generelle metode og forudsætninger samt ovenstående forudsætninger om afgifter, brændstofpriser mv.

Det skal bemærkes, at de samfundsøkonomiske omkostninger kun er beregnet for effekten af de øgede brændstofafgifter på den del af brændstoffet som forbruges af personbiler. Denne afgrænsning er valgt for at bevare konsistens med den afgrænsning, som blev anvendt ved Miljøstyrelsens beregning af øgede brændstofafgifter i forbindelse med Klimastrategien (Miljøstyrelsen, 2003). Afgrænsningen har betydning for resultatet, hvilket er nærmere beskrevet nedenfor.

De anvendte enhedspriser for transport eksternaliteterne fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel 3.5 Eksterne omkostninger pr. kørt kilometer

kr. pr. km	Infrastruktur	Uheld	Støj	Emissioner	I alt
Personbil	0,19	0,27	0,03	0,11	0,60

Kilde: Energistyrelsen, 2001 som citerer Trafikministeriet, 1997:

"Samfundsøkonomisk omkostnings-effektivitet i transportsektoren - arbejdspapir 1" samt Trafikministeriet, 2000: "Værdisætning af trafikens eksterne omkostninger".

Note: I beregningen er enhedsomkostningen for emissioner omregnet til kr. pr. liter med energieffektiviteten for år 2001.

Til beregningen af det afledte tab af bilafgifter er der anvendt en række oplysninger om den gennemsnitlige bilpris mm. fra Miljøstyrelsens projekt

"**Beregninger af CO<sub>2</sub>-tiltag på transportområdet**". De anvendte forudsætninger fremgår nedenfor:

- Markedspris personbil 240.645 kr., heraf afgifter 172.258 kr.
- Årligt salg af personbiler 135.000
- Fordeling benzin og dieslbiler - 88,7% benzin og 11,3% diesel

I tabellen nedenfor opsummeres resultatet af de samfundsøkonomiske beregninger opsplittet på de centrale komponenter.

Tabel 3.6 De samlede samfundsøkonomiske omkostninger af øgede brændstofafgifter for personbiler (mio. kr.)

Komponent	Benzin	Diesel	I alt
Forbrugsforvridningstab, netto	1.660	186	1.845
Afledt tab på bilmarkedet (bilafgifter)	1.228	151	1.379
Miljøomkostninger, netto	-2.112	-356	-2.468
<b>Nettoomkostninger i alt</b>	<b>775</b>	<b>-19</b>	<b>756</b>
<b>CO<sub>2</sub> reduktion (mio. ton)</b>	<b>0,83</b>	<b>0,15</b>	<b>0,98</b>
<b>Skyggepris (kr./ton CO<sub>2</sub>)</b>	<b>933</b>	<b>-132</b>	<b>775</b>

Som det fremgår af tabellen er de samlede nettoomkostninger ved de øgede brændstofafgifter for personbiler for år 2001 beregnet til ca. 750 mio. kr. Den samlede CO<sub>2</sub>-reduktion for personbiler er beregnet til 0,98 mio. ton, hvilket resulterer i en skyggepris på ca. 775 kr./ton CO<sub>2</sub>-reduktion opnået gennem øgede brændstofafgifter for personbiler isoleret.

Det samlede resultat dækker over meget forskellige resultater for hhv. benzin og diesel. Isoleret set har de øgede afgifter på benzin således været forbundet med et samfundsøkonomisk tab i år 2001 på ca. 775 mio. kr., mens de øgede afgifter på diesel har været forbundet med en gevinst på ca. 19 mio. kr. Denne forskel skal dels ses i lyset af, at den procentvise afgiftsforhøjelse har været større for benzin end for diesel, dels ses i lyset af at energieffektiviteten for dieslbiler er højere, hvilket resulterer i et mindre afledt tab på bilmarkedet i forhold til CO<sub>2</sub> fortrængningen. Men den væsentligste forklaring er at afgiftstrykket på diesel forholdsmæssigt var meget mindre i 1990 end for benzin. Dette medfører at netto-forbrugsforvridningstabet for diesel bliver meget mindre end for benzin fordi tabet stiger med udgangspunktet for afgiftstrykket.

I rapporten "**Beregninger af CO<sub>2</sub>-tiltag på transportområdet**" fra 2003 analyserede Miljøstyrelsen de samfundsøkonomiske omkostninger af øgede brændstofafgifter for personbiler. Skyggeomkostningen blev i projektet beregnet til mellem 1.225 og 1.425 kr. pr. ton CO<sub>2</sub> for afgiftsforhøjelser på mellem 20 og 100 øre. Miljøstyrelsens resultat er således noget højere end resultatet af de øgede brændstofafgifter for personbiler beregnet i dette projekt.

Forskellen i det samlede resultat af de to beregninger skal ses i lyset af, at de reelt ikke belyser det samme. Hvor denne analyse belyser konsekvensen af en **historisk** afgiftsforhøjelse (fra 1990) belyste Miljøstyrelsen analyse fra 2003 konsekvenserne af en **yderligere** afgiftsforhøjelse (fra 2002). Det eksisterende afgiftsniveau er således højere i Miljøstyrelsens beregning. Dette har en stor betydning for resultatet, fordi netto-forbrugsforvridningstabet stiger med afgiftstrykket. Jo større afgiftsniveau før en øget afgift, jo højere er forvridningstabet repræsenteret ved statens provenutab ved reduktionen i brændstofforbruget (Se i øvrigt side 25 i Energistyrelsen, 2001, bilagsrapport for en nærmere forklaring).

Udover denne forskel i beregningerne, som forklarer langt hovedparten af forskellen i resultatet, er der et par mindre forskelle i beregningsforudsætningerne som øger en mindre indflydelse på resultaterne:

- Der er forskellige forudsætninger for brændstofforbruget og energieffektiviteten (og dermed transportarbejdet).
- Der er anvendt præcis de samme værdisætningsestimater for de eksterne omkostninger. Men luftemissionsomkostningerne er i denne analyse beregnet på basis af forskellen i brændstofforbruget og ikke i transportarbejdet (antallet af kilometer) som i Miljøstyrelsens beregning. Brændstofforbruget falder mere end transportarbejdet, jfr. oversigten med elasticiteterne. Brændstofforbruget må vurderes at være det bedste udgangspunkt for beregning af luftforureningsomkostningerne.

Det skal understreges, at beregningen af såvel CO<sub>2</sub>-reduktionen som de samfundsøkonomiske omkostninger er forbundet med usikkerhed. Specielt bør det fremhæves at de anvendte forudsætninger om priselasticiteterne og værdisætningen af de eksterne omkostninger er usikre og samtidig øger stor indflydelse på det samlede resultat.

Af konsistenshensyn til tidligere analyser er det i denne analyse valgt kun at beregne de samfundsøkonomiske omkostninger for effekten af de øgede brændstofafgifter på den del af brændstoffet som forbruges af personbiler. Det skal bemærkes, at en analyse af de samfundsøkonomiske omkostninger for effekten af øgede brændstofafgifter på alt brændstofforbrug vil resultere i en lavere samlet samfundsøkonomisk omkostning. Tre effekter trækker i retning af en lavere samfundsøkonomisk skyggepris:

- Brændstof forbrugt af erhverv (varebiler og lastbiler) vil ikke være forbundet med et afledt afgiftseffekt på bilmarkedet (eller det vil være beskedent), fordi erhverv er helt eller delvist registreringsafgiftsfritaget;
- Forbrugsforvridningstabet vil være mindre, fordi afgiftstrykket på brændstof forbrugt af erhverv er mindre end for personbiler (de forbruger primært diesel og får i øvrigt moms refunderet). Jo større afgiftsniveau før en øget afgift, jo højere er forvridningstabet repræsenteret ved statens provenutab ved reduktionen i brændstofforbruget.

- Efterspørgselselasticiteten er mindre for erhverv (varetransport). Dette resulterer i højere eksternalitetsomkostninger i kr./ton, fordi transportarbejdet ikke reduceres så meget som energiforbruget (som jo stiger med en højere elasticitet)

1.14 Grøn ejeravgift på nye personbiler

### 3.14.1 Beskrivelse af tiltaget

I 1997 blev vægtafgiften på personbiler omlagt til den såkaldte grønne ejeravgift. Formålet med omlægningen var at skærpe miljøincitamentet ved køb af personbiler, således at det i højere grad er energieffektive biler som efterspørges. Tiltaget vurderes at have øget den gennemsnitlige energieffektivitet og ført til en samlet reduktion i energiforbruget for personbilmiljøet, hvilket har reduceret udledningen af CO<sub>2</sub>.

Selvom vægtafgiften korrelerede med energiforbruget harmonerede den ikke altid med at de mest brændstofforbrugende personbiler betalte den højeste afgift, hvorfor afgifterne blev omlagt således at de direkte blev differentieret i forhold til energieffektiviteten. Ejere af biler med det højeste energiforbrug pr. km betaler den største årlige ejeravgift, mens ejere af biler med det laveste energiforbrug pr. km betaler den mindste afgift. Omlægningen blev oprindeligt tilrettelagt således at den var provenuneutral, dvs. at statens samlede provenu fra vægtafgiften/den grønne ejeravgift var uændret. Den positive miljøeffekt stammer således udelukkende fra forbrugernes ændrede adfærd som et resultat af de skærpede incitamentter til køb af energieffektive biler som følge af omlægningen.

### 3.14.2 Estimerede reduktioner i udledninger af drivhusgasser som følge af tiltaget

Den grønne ejeravgift er vurderet at give det samme incitament til at købe en mere brændstoføkonomisk bil, som en stigning i benzinprisen på mellem 5 og 6 kr. pr. liter, for en bilist der årligt kører 15.000 km (Trafikministeriet, 2000).

Den reelle effekt af omlægningen er meget vanskelig at isolere fra andre tiltag, som også har påvirket energieffektiviteten. Det er imidlertid forsigtigt vurderet at omlægningen til grøn ejeravgift isoleret vil bidrage med en forøgelse af energieffektiviteten på ca. 1%, når effekten af tiltaget er slået fuldt igennem (Kilde: EC, 2002).

Under tiltaget "Frivillig aftale med bilindustrien" behandlet nedenfor er den samlede effekt på energieffektiviteten for tiltag på transportområdet skønnet.

### 3.14.3 Samfundsmæssige omkostninger for tiltaget

Det er ikke muligt at præsentere hvilke samfundsøkonomiske omkostninger tiltaget har været forbundet med, da der ikke har været gennemført undersøgelser af de økonomiske konsekvenser af tiltaget.



1.15 Frivillig aftale med bilindustrien

### 3.15.1 Beskrivelse af tiltaget

I 1998 indgik EU Kommissionen en aftale med den europæiske bilindustri om forbedring af personbilers energieffektivitet. I aftalen (1999/125/EF L 40/49) forpligter den europæiske bilindustri sig til at nå en gennemsnitlig CO<sub>2</sub>-emission på 140 g/km som gennemsnit for nyregistrerede biler senest i 2008.

Aftalen skal ses som det vigtigste led i Kommissions mål om at nå en gennemsnitlig CO<sub>2</sub>-udledning for nye personbiler på 120 g pr. km senest i 2010. Det forudsættes, at reduktionen fra 140 g pr. km til 120 g pr. km opnås ved hjælp af en blanding af økonomiske virkemidler og informationskampagner. I aftalen med den europæiske bilindustri hedder det i øvrigt, at industrien skal vurdere mulighederne for yderligere forbedringer af energieffektiviteten med henblik på at nærme sig Kommissionens mål på 120 g pr. km i 2012.

Aftalen med den europæiske bilindustri blev i 1999 fulgt op med lignende aftaler med bilindustriene i Japan og Korea, som dog først skal opfylde kravet i 2009, idet udgangspunktet for den gennemsnitlige CO<sub>2</sub>-udledning for japanske og koreanske biler er lidt højere end for europæiske.

### 3.15.2 Estimerede reduktioner i udledninger af drivhusgasser som følge af tiltaget

Den frivillige aftale med bilindustrien og Kommissionens øvrige initiativer har forbedret den gennemsnitlige energieffektivitet. Som tidligere nævnt er det vanskeligt at isolere effekten på energieffektiviteten af den frivillige aftale med bilindustrien fra effekten fra de øvrige tiltag på transportområdet som enten direkte eller indirekte har påvirket energieffektiviteten.

Hvis det forudsættes at, at energieffektiviteten for personbiler i Danmark vil være på et stort set uændret niveau uden de frivillige aftaler med bilindustrien, EU's målsætning og de øvrige initiativer siden 1997 (hvor den grønne afgift blev indført) kan reduktion i CO<sub>2</sub> ved initiativerne skønnes.

I 1997 var den gennemsnitlige energieffektivitet for benzinbilparken og dieselbilparken hhv. 14,20 km/l og 16,40 km/l. Med den frivillige aftale om at nå 140 g pr. km viser prognoser at den gennemsnitlige energieffektivitet for bilparken vil stige til 15,50 km/l og 17,50 km/l for hhv. benzin og dieslbiler. Denne prognose er baseret på forudsætninger om den takt hvorved bilparken udskiftes i de kommende år og prognoser for hvordan transporttiltagene indvirker på salget af nye biler. På basis af historiske data og prognoser for transportarbejdet med personbiler, belægningsgraden og energieffektiviteten samt emissionsfaktorer for hhv. benzin og diesel er CO<sub>2</sub>-udslippet estimeret med og uden tiltagene siden 1997. Resultatet for hele perioden fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel 3.7 Estimeret reduktion i CO<sub>2</sub>-udslip fra biler som følge af EU's initiativer med henblik på at øge energieffektiviteten (tons CO<sub>2</sub>)

År	Reference	Med EU initiativer	Reduktion	Reduktion i %
1990	5.225.989	5.225.989	-	0%
1991	5.353.793	5.353.793	-	0%
1992	5.437.699	5.437.699	-	0%
1993	5.489.432	5.489.432	-	0%
1994	5.621.718	5.621.718	-	0%
1995	5.816.846	5.816.846	-	0%
1996	5.963.834	5.963.834	-	0%
1997	6.143.075	6.143.075	-	0%
1998	6.268.418	6.268.418	-	0%
1999	6.501.316	6.421.472	79.844	1%
2000	6.526.899	6.407.490	119.408	2%
2001	6.513.726	6.355.925	157.801	2%
2002	6.615.691	6.494.658	121.033	2%
2003	6.781.604	6.612.556	169.049	2%
2004	6.922.862	6.704.994	217.869	3%
2005	7.082.450	6.854.708	227.742	3%
2006	7.245.746	6.966.032	279.714	4%
2007	7.403.913	7.070.986	332.927	4%
2008	7.553.355	7.124.409	428.946	6%
2009	7.685.454	7.201.942	483.512	6%
2010	7.801.844	7.263.851	537.994	7%
2011	7.892.491	7.296.175	596.316	8%
2012	7.973.975	7.324.586	649.389	8%
Gns. 2008-2012	7.781.424	7.242.193	539.231	7%

Kilde: Beregning på basis af data fra Trafikministeriets Referencemodel

Note: I prognosen for udviklingen i den gennemsnitlige energieffektivitet for personbilerne med initiativer siden 1997 er det antaget at effektiviteten øges til det niveau som ligger i EU aftalerne.

Som det fremgår af tabellen skønnes EU initiativerne at ville resultere i en gennemsnitlig årlig reduktion i CO<sub>2</sub>-udslippet fra 2008-2012 på 7%.

Tabellen nedenfor viser den årlige reduktion i 5-års intervaller.

Tabel 3.8 Reduktion af CO<sub>2</sub> fra personbiler som følge EU's initiativer med henblik på at øge energieffektiviteten, mio. tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter

Tiltag	1995	2000	2001	2005	2008-2012
EU's initiativer	0,0	0,12	0,16	0,23	0,55

I år 2008-2012 skønnes den frivillige aftale med bilindustrien og de øvrige tiltag på transportområdet som enten direkte eller indirekte har påvirket energieffektiviteten at have resulteret i en gns. årlig reduktion på ca. 0,55 mio. ton CO<sub>2</sub>. Det bør bemærkes, at der i forhold til beregningen af reduktionen af CO<sub>2</sub> fra de øgede brændstofafgifter vil være tale om en hvis dobbeltregning, da en del af effekten på energieffektiviteten af afgiftsstigningen fra 1990 til 2001 først er indtruffet efter 1999.

### 3.15.3 Samfundsmæssige omkostninger for tiltaget

Det er ikke muligt at præsentere hvilke samfundsøkonomiske omkostninger tiltaget har været forbundet med, da der ikke har været gennemført undersøgelser af de økonomiske konsekvenser af tiltaget.



# Bilag 4 Beskrivelse af tiltag, landbrug

I dette bilag beskrives de enkelte tiltag under landbrug mere detaljeret, ligesom der redegøres nærmere for de bagvedliggende antagelser og forudsætninger for beregningerne.

1.16 Handlingsplaner på landbrugsområdet

## 3.16.1 Beskrivelse af tiltaget

Der er de seneste år gennemført en række handlingsplaner på landbrugsområdet med henblik på at reducere landbrugets samlede miljøbelastning - startende med den såkaldte NPO-handlingsplan i 1986 og Vandmiljøplan I i 1987. Handlingsplanerne har bl.a. haft til formål at reducere forbruget af pesticider og udledning af kvælstof og fosfor til vandmiljøet. Den seneste handlingsplan er Vandmiljøplan II som blev vedtaget i 1998. Planen blev implementeret på statsniveau og indeholdt nye målsætninger for at reducere landbrugets udvaskning af kvælstof og fosfor med opfølgning i år 2003.

Handlingsplanerne har bragt og vil fortsat bringe en række forskellige virkemidler i anvendelse i forhold til at nå målsætningen. Således anvendes information, uddannelse, forskning på linie med administrativ regulering, der er den mest anvendte. De administrative reguleringer omfatter bl.a. etablering af vådområder, skovrejsning, skærpede regler i forhold til udnyttelsen af husdyrgødningen og nedsættelse af kvælstofnormen til afgrøder.

## 3.16.2 Estimerede reduktioner i udledninger af drivhusgasser som følge af tiltaget

Selvom handlingsplanerne ikke blev gennemført med henblik på at reducere udslippet af drivhusgasser har den alligevel indirekte haft markant indflydelse på udslippet af lattergas (N<sub>2</sub>O) efter 1990. Reduktionen er derfor kvantificeret og medtaget i forbindelse med dette projekt.

Effekten på udledning af drivhusgasser af handlingsplanerne er undersøgt af DMU og dokumenteret i notatet "**Effekter af tidligere handlingsplaner på landbrugets emission af drivhusgasser**", 2003. Nedenfor præsenteres hovedresultaterne og de vigtigste antagelser af undersøgelsen, mens der henvises til baggrundsnotatet for en mere udførlig beskrivelse af den anvendte metode.

Der er alene beregnet en reduktion i udledning af drivhusgasser som følge af den ændrede kvælstofbalance i landbruget. Det betyder, at det er antaget at metangasemissionen, som primært stammer fra drøvtyggernes

fordøjelsessystem og fra husdyrgødning, ikke er ændret som følge af handlingsplanerne. Endvidere er effekten af nedsættelse af kalkningsbehovet som følge af mindre kvælstofforbrug ikke medregnet i opgørelsen. De væsentligste bidrag til reduktionen i udledningen af drivhusgasser er et resultat af følgende effekter:

- forbedret foderudnyttelse med reduktion af udvaskning af kvælstof til følge (hvilket reducerer udledning af lattergas);
- reduktion i udvaskning af kvælstof som følge af etablering af 6% efterafgrøder (hvilket reducerer udledning af lattergas);
- etableringen af nye vådområder medfører kvælstoffjernelse og reduktion af handelsgødningsforbruget (hvilket reducerer udledning af lattergas);

Handlingsplanernes effekt er opgjort med udgangspunkt i år 2003. Det bør bemærkes, at vurderingen er baseret på en vurdering af de aktuelt opnåede effekter samt prognoser for fremtidige effekter til forskel fra de forventede effekter (beslutningsgrundlaget). Det er desuden vigtigt at understrege, at den vurderede effekt skal tages med forbehold, fordi det er forbundet med betydelig usikkerhed at isolere effekten fra handlingsplanerne fra den øvrige udvikling, der har påvirket udslippet af drivhusgasser på landbrugsområdet.

Samlet konkluderes det, at handlingsplanerne har reduceret landbrugets årlige udslip med ca. 2,2 mio. ton CO<sub>2</sub>-ækvivalenter pr. år fra 2003 (svarende til en reduktion på 7400 ton lattergas (N<sub>2</sub>O)) i forhold til en situation uden handlingsplaner. Af denne reduktion er ca. 0,3 mio. ton opnået før 1990, således at reduktionen opnået ved handlingsplanerne er 1,9 mio. ton CO<sub>2</sub>-ækvivalenter pr. år fra 2003<sup>12</sup>.

For Vandmiljøplan II isoleret er reduktionen estimeret til ca. 650.000 tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter pr. år i 2003 (svarende til en reduktion på 2050 ton lattergas (N<sub>2</sub>O)). Vandmiljøplan II blev indført i 1998, hvorfor hele reduktionen er opnået efter 1990.

Reduktionen i drivhusgasser målt i CO<sub>2</sub>-ækvivalenter vurderes at ville stige en smule i de kommende år som følge af skovrejsning på landbrugsjord, som vil binde CO<sub>2</sub>. Denne effekt er imidlertid ikke opgjort, hvorfor den gennemsnitlige årlige reduktion i perioden 2008-2012 er estimeret til reduktionen i år 2003, dvs. 1,9 mio. ton CO<sub>2</sub>-ækvivalenter pr. år.

### 3.16.3 Samfundsmæssige omkostninger for tiltaget

Det er ikke muligt at opgøre hvilke samfundsøkonomiske nettoomkostninger tiltaget har været forbundet med, idet de øvrige miljøgevinster fra handlingsplanerne på landbrugsområder ikke er økonomisk kvantificeret.

---

<sup>12</sup> Reduktionen i 2001 opnået efter 1990 kan opgøres til ca. 1,6 mio. tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter.

## Bilag 5 Beskrivelse af tiltag, affald

I dette bilag beskrives de enkelte tiltag under affald mere detaljeret, ligesom der redegøres nærmere for de bagvedliggende antagelser og forudsætninger for beregningerne.

- 1.17 Tiltag der sigter mod reduktion af drivhusgasemissioner fra deponeringsanlæg (lossepladser)

I forhold til deponeringsanlæg (lossepladser) er der politisk gennemført to tiltag i perioden 1990-2001, som har haft betydning for produktionen/udledningen af metan (CH<sub>4</sub>) fra deponeringsanlæg til atmosfæren:

- 4 Anlægstilskud til etablering af nye anlæg til opsamling af deponigas.
- 5 "Aftale mellem miljøministeren og Kommunernes Landsforening, Københavns og Frederiksberg Kommuner om forbrændingsegnet affald, bygge- og anlægsaffald, deponering og organisk affald" – indgået parterne imellem i 1994.

### 5.1.1 Beskrivelse af tiltagene

#### 5.1.2 Etablering af nye anlæg til opsamling af deponigas

Der er givet støtte til etablering af nye anlæg til opsamling af deponigas. Gassen har typisk været anvendt til el og varmeproduktioner, hvor anlæggene også har haft en økonomisk fordel ved garanterede elafregningspriser.

#### 5.1.3 Aftale om stop for deponering af forbrændingsegnet affald

"Aftale mellem miljøministeren og Kommunernes Landsforening, Københavns og Frederiksberg Kommuner om forbrændingsegnet affald, bygge- og anlægsaffald, deponering og organisk affald" – indgået parterne imellem i 1994.

Af ovennævnte aftale fremgår det, at deponering af forbrændingsegnet affald – herunder organisk affald - skal stoppes.

Ved revisionen af affaldsbekendtgørelsen, jf. bekendtgørelse nr. 581 af 24. juni 1996, blev der indført en pligt til kommunalbestyrelserne om at anvise forbrændingsegnet affald til forbrænding på anlæg med energiudnyttelse (§ 30, stk. 4) – svarende til det såkaldte "forbud mod deponering af forbrændingsegnet affald". Det fremgår af bekendtgørelsen, at kommunalbestyrelserne udsteder regulativer, der sikrer, at forbrændingsegnet affald anvises til forbrænding senest den 1. januar 1997.

Konsekvensen af aftalen – inkl. ændringen af affaldsbekendtgørelsen - har været, at der er sket en markant reduktion i mængden af forbrændingseget affald, der tilføres deponeringsanlæg.

Specielt faldt deponeringen af dagrenovation og haveaffald markant i perioden 1994-1997. I 1994 blev der således deponeret 198.000 tons dagrenovation og 27.000 tons haveaffald, mens der i 1997 kun blev deponeret 83.000 tons dagrenovation hhv. 6.000 tons haveaffald. I samme periode blev endvidere registreret et fald i den deponerede mængde storskrald og industriaffald, som også bidrager til den samlede metan-produktion på deponeringsanlæg.

Da deponering af netop dagrenovation og haveaffald giver anledning til produktion af store mængder metan (CH<sub>4</sub>), har aftalen medført en ikke uvæsentlig reduktion i deponeringen af bionedbrydeligt affald – og herigennem en reduktion i de efterfølgende års samlede udledning af metan fra deponeringsanlæg.

#### 5.1.4 Estimerede reduktioner i udledninger af drivhusgasser som følge af tiltaget

Der to tiltag der har bidraget til at reduceret metan udslippet fra deponier: opsamling af metan og aftalen om stop for deponering af forbrændingseget affald.

I Fenhann (2003)<sup>13</sup> angiver aktuelle data og estimer for opsamlet metan og potentielle emissioner af metan for perioden 1971-2012 (table 27), hvor difference mellem de to udgør et estimat for de aktuelle emissioner.

Opsamling af deponigas blev påbegyndt før 1990. I og med at den opsamlede mængde i 1989 kun udgjorde 0,9 Kt metan (mod 10,3 Kt i 2000) og da den opsamlede mængde typisk falder over årene, er der i nedenstående opgørelse ikke korrigeret for effekten af anlæg der måtte være iværksat før 1990.

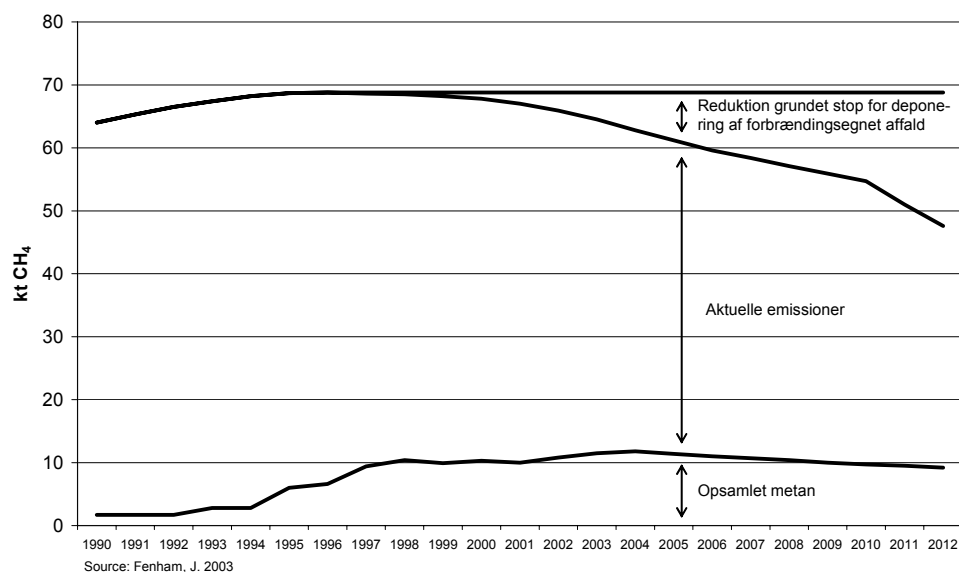
De potentielle emissioner topper i 1996, hvorefter de falder grundet udfasningen af deponeringen af forbrændingseget affald. Hvis man antager at niveauet for potentielle emissioner af metan ville være forblevet på niveauet i 1996 uden dette stop for deponering af forbrændingseget affald kan bidraget fra til reduktionen af metan emissioner fra deponier illustreres som i figuren nedenfor.

---

<sup>13</sup> Fenhann, J. Denmark's Greenhouse Gas Projections until 2012, an update including a preliminary projection until 2017, Environmental Project no. 764, 2003.



Figur 5.1: Metanemissioner fra deponier og effekten af de beskrevne tiltag



Størrelsen af reduktionerne i emissioner er anført for udvalgte år i nedenstående tabeller i henholdsvis Kt metan og mio. tons CO<sub>2</sub> ækvivalenter.

Tabel 5.1: Reduktioner i emissioner af metan fra deponier, Kt metan

Tiltag	1995	2000	2001	2005	2008-2012
Etablering af anlæg til opsamling af deponigas	6,0	10,3	10,0	11,4	9,8
Stop for deponering af forbrændingsegnet affald	0	1	1,8	7,6	15,5
I alt	6,0	11,3	11,8	19,0	25,3

Tabel 5.2: Reduktioner i emissioner af metan fra deponier, Kt CO<sub>2</sub>-ækvivalenter

Tiltag	1995	2000	2001	2005	2008-2012
Etablering af anlæg til opsamling af deponigas	126	216	210	240	205
Stop for deponering af forbrændingsegnet affald	0	21	38	160	333
I alt	126	237	248	400	538

\* opgjort som gennemsnit for perioden 2008-12

### 5.1.5 Samfundsmæssige omkostninger for tiltaget

Så vidt vides har der har været foretaget samfundsøkonomiske vurderinger, der sigter mod at estimere ovennævnte tiltags omkostningerne ved at reducere drivhusgasemissioner.

Omkostningerne ved at reducere metanudslippet ud over de allerede indførte tiltag var vurderet i 2003<sup>14</sup>. Her fandt man at de gennemsnitlige reduktionsomkostninger ved et reduktion på ca. 0,1 mio. tons CO<sub>2</sub> ækvivalenter i år 2010 udgjorde ca. 175 DKK/ton CO<sub>2</sub> ækvivalenter.

Det må forventes at de eksisterende anlæg er blevet placeret hvor dette var mest økonomisk, det vil sige at gas er blevet opsamlet fra de bedst egnede deponier først. Det synes der rimeligt at slutte at omkostninger ved opsamling af deponigas ligger klart under ovennævnte 175 DKK/ton CO<sub>2</sub> ækvivalenter.

---

<sup>14</sup> Hvad koster det at reducere CO<sub>2</sub> mankoen - reduktionspotentiale og omkostninger i udvalgte sektorer, COWI. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 7 2003

# Bilag 6 Metode

I dette bilag redegøres kort for de mest centrale elementer i det metodegrundlag, som er benyttet i forbindelse med analysen af de forskellige CO<sub>2</sub>-reduktions tiltag. Bilaget indledes med en kort beskrivelse af den anvendte tilgang. Herefter følger først et afsnit der beskriver metoden til opgørelse af CO<sub>2</sub>-reduktionerne og et afsnit der beskriver metoden til opgørelse af omkostningerne. Endelig er redegørelsen af de metodemæssige aspekter suppleret med beskrivelser af de antagelser, der har været benyttet for en række andre centrale forhold i opgørelserne.

Det skal bemærkes at omkostningerne til reduktion af CO<sub>2</sub> er opgjort med basis i det almindeligt anbefalede velfærdsøkonomiske teorigrundlag. Generelt er de anvendte forudsætninger for en række andre centrale forhold i opgørelserne baseret på Energistyrelsens anbefalinger/vurderinger. Det drejer sig f.eks. om forudsætninger om hvad der ville være sket hvis et tiltag ikke var blevet gennemført. I dette bilag motiveres de anvendte forudsætninger kun i meget begrænset omfang. For yderligere information, henvises der til Energistyrelsen, 2005: "**Energipolitiske tiltag i 1990'erne: Omkostninger og CO<sub>2</sub>-effekt**".

## 1.18 Tilgang

De analyserede tiltag er af meget forskellig karakter og involverer mange forskellige aspekter, hvilket har betydning i forhold til den konkrete opgørelse af emissionsfortrængningen og omkostningerne. Generelt gælder det imidlertid, at opgørelsen af CO<sub>2</sub> reduktioner og omkostningerne har involveret følgende trin:

- 1 Beskrivelse af tiltag
- 2 Identifikation af de direkte virkninger, som tiltaget har givet anledning til (investeringer, tilskud, løbende drifts/vedligeholdelsesomkostninger, energiproduktion/besparelser og sideeffekter);
- 3 Indhentning af data og fastlæggelse af centrale antagelser og forudsætninger;
- 6 Estimering af hvilke ændringer i emissioner, som de enkelte tiltag har givet anledning til (baseret på en sammenligning med et referencescenario);
- 7 Beregning af de samfundsøkonomiske omkostninger ved udvalgte tiltag, opgjort som kr. per ton CO<sub>2</sub> reduceret;

I det omfang det har været muligt er analysen resultater sammenlignet med resultater fra tidligere analyser ligesom forbehold og usikkerheder er

diskuteret og evt. afdækket gennem følsomhedsanalyser. Resultatet af følsomhedsanalyserne er imidlertid ikke nødvendigvis dokumenteret i nærværende rapport. Der henvises i stedet til Energistyrelsen, 2005: "**Energipolitiske tiltag i 1990'erne: Omkostninger og CO<sub>2</sub>-effekt**".

Nedenfor beskrives hvordan reduktionen i emissioner bestemmes og hvordan omkostningerne ved reduktionen beregnes.

Beskrivelsen omfatter kun de mest generelle elementer. Specifikke metodemæssige forhold er behandlet under de respektive tiltagsbeskrivelser. Det skal desuden bemærkes, at det i forbindelse med analysen af hvert enkelt tiltag konkret er vurderet i hvilken grad den generelle fremgangsmåde har måttet tilpasses i forhold til den konkrete situation. Eventuelle afvigelser fra den generelle metode er ligeledes dokumenteret under de respektive tiltagsbeskrivelser.

#### 1.19 Metode for opgørelse af reduktioner

For hvert tiltag er det estimeret hvor meget de samlede danske CO<sub>2</sub> emissioner ville have været højere år for år i perioden 1990-2002, hvis det konkrete tiltag til reduktion af CO<sub>2</sub> emissioner ikke havde været gennemført.

De ændrede emissioner er estimeret som differencen mellem de samlede emissioner med og uden tiltaget. Ændringen beregnes således på baggrund af en opgørelse af den faktiske (eller prognosticerede) udledning med det givne tiltag og et estimat for hvad emissionerne ville have været uden tiltaget.

#### Referencesituationen

Estimatet for hvad udledningen ville have været uden tiltaget udledes på baggrund af det såkaldte referencescenarie, som netop skal afspejle situationen uden det givne tiltag. I forbindelse med at opstille referencescenariet spiller en antagelse om, hvilken energiproduktion der fortrænges en helt central rolle. Det er komplekst at fastlægge, hvilken energiproduktion som er blevet fortrængt.

Specielt i forbindelse med energiproduktionen er situationen kompliceret, idet der er behov for en række antagelser vedr. hvilken energiproduktion der substitueres, herunder hvilke brændsler der ville have været anvendt og hvilke emissioner, der ville have været gældende i fald tiltagene ikke havde været gennemført.

Der er således f.eks. behov for at vurdere hvilken type brændsel der erstattes i den centrale elproduktion for el fra KV anlæg (decentrale, industrielle og vindmøller, elbesparelser) og hvilken type brændsler der substitueres i forbindelse med decentral kraftvarme. Tilsvarende er der behov for en antagelse af den gennemsnitlige sammensætning af reduktioner i husholdningernes og industriens energiforbrug i forbindelse med generelle energibesparelser.

### 7.19.1 Substitution af elektricitet

Med udgangspunkt i Energistyrelsen forudsætninger er det antaget at den fortrængte konventionelle elproduktion miljømæssigt svarer til den gennemsnitlige danske kondensproduktion (med en gennemsnitlig grad af røgrønsning), dvs. den el der produceres på danske kraftværker uden samtidig produktion af varme. Med denne antagelse kan de undgåede emissioner opgøres for hvert år - se tabellen nedenfor.

Tabel 6.1 Emissionskoefficienter pr. GJ fossil t produceret el, g/GJ

g/GJ	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
1992	234	1,157	0,735
1993	232	0,832	0,725
1994	230	0,847	0,728
1995	228	1,056	0,680
1996	223	0,972	0,676
1997	217	0,629	0,518
1998	213	0,630	0,437
1999	207	0,418	0,366
2000	213	0,150	0,320
2001	204	0,096	0,294
2002	205	0,088	0,364
2003	206	0,093	0,363
2004	205	0,090	0,363
2005	205	0,092	0,312
2006	204	0,104	0,310
2007	203	0,075	0,279
2008	202	0,076	0,278
2009	202	0,077	0,279
2010	203	0,079	0,269
2011	205	0,073	0,267
2012	205	0,074	0,267
2013	206	0,072	0,259
2014	189	0,062	0,219
2015	179	0,057	0,142
2016	168	0,041	0,139
2017	167	0,041	0,139

Kilde: Energistyrelsen

Note: RAMSES-beregningerne rækker kun frem til og med 2017. For den efterfølgende periode antages det i beregningerne, at emissionskoefficienterne svarer til 2017-koefficienterne.

### 7.19.2 Substitution af varmeproduktion fra fjernvarmeværker

Tilsvarende for varmeproduktionen der er blevet substitueret med varme fra decentrale kraftvarmeværker er der anvendt forudsætninger om hvilke brændsler der er blevet substitueret og hvilke emissioner de ville have givet anledning til. I modsætning til ved elproduktion er brændselssammensætningen ved fjernvarme produktion kendt på forhånd (enten kul eller naturgas). For disse brændsler er de anvendte emissionsfaktorer baseret på DØRS, 2002 som igen bygger på Fenhann, 2001.

Ud over disse generelle antagelser og forudsætninger om referencescenariet er der i forbindelse med de enkelte tiltag gjort specifikke antagelser om referencesituationen. Det er tilstræbt at disse specifikke antagelser er konsistente på tværs af alle tiltag. De fleste specifikke antagelser har imidlertid kun indflydelse på det konkrete tiltag.

Det skal bemærkes, at alle energitiltag er beregnet i forhold til én og samme referenceudvikling. Dette er et hypotetisk forløb, som svarer til et "laden-stå-til"-scenario uden de gennemførte CO<sub>2</sub> begrænsende tiltag på energiområdet. Referencen er blandt andet kendetegnet ved, at alle beregninger tager udgangspunkt i en verden med eksisterende regulering herunder bl.a. eksisterende skatter og afgifter. Beregningsmæssigt antages det således, at afgifterne på energiområdet indføres før de analyserede tiltag, som alle er sideordnede. I princippet burde der i beregningerne tages højde for den rækkefølge, de enkelte tiltag indføres 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.

### 7.19.3 CO<sub>2</sub>-ækvivalenter og emissionskoefficienter

Til beregning af emission af CO<sub>2</sub> for de forskellige brændsler er emissionskoefficienter fra Fenhann, 2001 anvendt. Emissionskoefficienterne er de samme som er anvendt i tidligere analyser på området.

De forskellige drivhusgassers opvarmningspotentiale er ikke ens og når man skal beregne et samlet mål for klimabelastningen skal man derfor tillægge forskellig vægt for eksempelvis 1 ton CO<sub>2</sub> og 1 ton metan. For at kunne sammenligne de enkelte tiltags reduktionspotentiale direkte omregnes tiltagens drivhusgasreduktion derfor til den såkaldte CO<sub>2</sub>-ækvivalent. CO<sub>2</sub>-ækvivalenten udtrykker drivhusgassernes opvarmningspotentiale fastlagt i forhold til CO<sub>2</sub> potentiale, der således er tillagt vægten 1.

Betegnelsen CO<sub>2</sub> som er anvendt ovenfor bruges i virkeligheden ofte som erstatning for det længere udtryk CO<sub>2</sub>-ækvivalenter, da der fokuseres på reduktion af samtlige drivhusgasser og ikke blot CO<sub>2</sub>. Kyoto-protokollen omfatter foruden CO<sub>2</sub>, også metan (CH<sub>4</sub>), lattergas (N<sub>2</sub>O), og de såkaldte industrigasser (HFC'er, PFC'er og SF<sub>6</sub>).

Alle drivhusgasemissioner konverteres til CO<sub>2</sub> ækvivalenter med vægtene som fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel 6.2 Drivhusgassers opvarmningspotentiale baseret på effekten over en 100-årig tidshorisont

Drivhus gas	Naturlige stoffer			Drivhusgasser*		
	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	HFC'er	PFC'er	SF <sub>6</sub>
CO <sub>2</sub> -ækvivalent	1	310	21	140-11.700	6.500-9.200	23.900

Kilde: UNFCCC

\* De præcise vægte for de enkelte stoffer kan findes i UNFCCC, side 14

#### 7.19.4 Tidshorisont

For at udregne de gennemsnitlige omkostninger for CO<sub>2</sub> reduktion er der behov for en opgørelse af den forventede reduktion pr. år i hele tiltagets virkeperiode. Tidshorisonten for opgørelse af emissionsreduktionerne er derfor hele investeringens levetid.

#### 1.20 Metode for omkostningsopgørelse

Omkostningerne til reduktion af CO<sub>2</sub> er opgjort med basis i det velfærdsøkonomiske teorigrundlag. Metoden er beskrevet i kapital 8 i den tværministerielle rapport "*En omkostningseffektiv Klimastrategi*", februar 2003 som igen bygger på Finansministeriet, 1999: "*Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger*". Nedenfor beskrives de centrale elementer i den anvendte metode.

##### 7.20.1 Målet for den økonomiske opgørelse

Målet med den økonomiske opgørelse er at opgøre de samlede omkostninger (og gevinster) hvert år i hele tiltagets levetid med henblik på at beregne de gennemsnitlige nettoomkostninger pr. ton reduceret CO<sub>2</sub>. Det vil sige at tiltagens omkostningseffektivitet afdækkes gennem en såkaldt cost-effectiveness analyse. Resultatet af analysen præsenteres som de gennemsnitlige nettoomkostninger pr. ton reduceret CO<sub>2</sub>. Dette resultat betegnes også for *skyggeomkostningen* ved CO<sub>2</sub>-reduktion. Resultatet udtrykker den realt konstante pris på CO<sub>2</sub>-reduktion, der netop sikrer at summen af alle omkostninger og gevinster (inkl. gevinsten ved CO<sub>2</sub> reduktion) er nul over hele tiltagets levetid.

Hvert tiltag er forbundet med en række effekter ud over reduktionen i udledningen af CO<sub>2</sub>. Tiltagene giver således bl.a. anledning til ændrede investeringer og driftsomkostninger samt ændret energiforbrug og heraf afledte effekter i form af ændret emission af luftforurenende stoffer. Principielt er alle disse effekter i den samlede økonomiske opgørelse omsat til en økonomisk værdi. Effekterne er beregnet som nettoomkostninger, dvs. som ændringerne i omkostningerne for det konkrete tiltag i forhold til referencesituationen.

## 7.20.2 Beregningen af skyggeomkostningen

Resultatet af omkostningsopgørelsen præsenteres som nævnt som de gennemsnitlige nettoomkostninger ved at reducere et ton CO<sub>2</sub>. I beregningen prissættes i princippet alle andre effekter end CO<sub>2</sub> reduktionen og der beregnes den reelt konstante pris for CO<sub>2</sub>, der ville sikre at nutidsværdien netop er nul.

$$P = - \sum_{t=1}^T \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \cdot \left( \sum_{t=1}^T \frac{\Delta CO_2_t}{(1+r^{CO_2})^t} \right)^{-1}$$

### Centrale antagelser

Alle priser er opgjort i faste priser - prisniveau år 2002. Tidshorisonten for tiltagene varierer og inkluderer årene fra første investering (tidligst år 1990) til endt levetid for tiltaget.

Som det fremgår af udtrykket indgår der en række variable i beregningen. Forudsætningerne for de enkelte elementer diskuteres nedenfor:

- **Diskonteringsfaktorerne (r og r<sup>CO<sub>2</sub></sup>):** Der skal anvendes en diskonteringsfaktor på 6 % for såvel omkostninger som CO<sub>2</sub>-reduktioner i overensstemmelse med Finansministeriets anbefalinger, jfr. Finansministeriet, 1999;
- **Tidshorisonten (T):** Ved beregningen af den samfundsøkonomiske pris for CO<sub>2</sub>-reduktion skal der for hvert virkemiddel anvendes en tidshorisont, som er tilstrækkelig lang til at alle væsentlige omkostninger og gevinster (herunder CO<sub>2</sub> reduktion) ved virkemidlet medtages. Det betyder at der i princippet ikke er nogen begrænsninger på hvor lang tidshorisonten må være for hvert enkelt tiltag. Det skal dog tilføjes at CO<sub>2</sub>-reduktionerne skal specificeres for hvert enkelt år, så der kan laves en status for den faktiske reduktion af CO<sub>2</sub> i årene 2008 til 2012.
- **Omkostningerne (C):** Alle udgifter skal medregnes i samfundsøkonomiske omkostninger ved hjælp af korrektionerne som beskrevet nedenfor (nettoafgiftsfaktor, skatteforvridningstab og evt. afgiftsforvridningstab). De væsentligste omkostninger består af udgifterne til virkemidlet, men hertil skal lægges evt. sideeffekter.
- **Gevinsterne (B):** Gevinsterne omfatter positive sideeffekter og eksterne effekter som eksempelvis færre emissioner. Fordelen i form af CO<sub>2</sub>-reduktion skal ikke monetariseres, idet denne netop er isoleret og beskrevet selvstændigt i formlen (P).
- **Ændringen i CO<sub>2</sub>-udledning (CO<sub>2</sub>):** Den årlige ændring i CO<sub>2</sub>-udledning efter gennemførelse af tiltaget. Ændringen skal opgøres ud fra en vurdering af reduktionen i forhold til en basissituation hvor netop det aktuelle tiltag ikke var blevet gennemført. Basissituationen skal udover den generelle udvikling i udledningen afspejle effekter af allerede vedtagne reguleringer og initiativer, som vil have indflydelse på omfanget af udledningerne.



Afgrænsning og ikke-medregnede effekter	Alle ikke-markedspris fastsatte sideeffekter og eksterne omkostninger bør som udgangspunkt medregnes. Det skal dog bemærkes, at ufuldstændig viden om effekternes størrelse og/eller pris kan betyde at de ikke kan inkluderes i beregningerne. I disse tilfælde bør konsekvensen af afgrænsningen vurderes og beskrives.
Nettoafgiftsfaktor	Beregningen af den samfundsøkonomiske pris for CO <sub>2</sub> -reduktion er foretaget med baggrund i en markedsprisbaseret tilgang. Det betyder at alle omkostninger (og gevinster) konsekvent skal udtrykkes ved eller omregnes til markedspriser. På baggrund af anbefalingerne i Finansministeriet, 1999 anvendes der en nettoafgiftsfaktor på 17 %.
Skatteforvridningstab	Når offentlige investeringer eller tilskud skal finansieres gennem opkrævning af skatter og afgifter opstår der et såkaldt skatteforvridningstab. Finansministeriet har fastsat skatteforvridningstab til 20 % af det ekstra beløb der netto skal indkræves via højere skatter og afgifter for at finansiere tiltaget.
Afgiftsforvridningstab	Det velfærdstab der opstår som følge af mulige afgifters forvridende effekter skal også medregnes. Omkostningen opgøres som det tabte konsumentoverskud som følge af de adfærdsændringer afgiften giver anledning til.

### 7.20.3 Centrale antagelser og forudsætninger

I det følgende redegøres for en række centrale antagelser og forudsætninger som har ligget til grund for de økonomiske beregninger.

### 7.20.4 Energipriser

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 hel række problemstillinger til at opgøre de brændselspriser som bør anvendes. Nedenfor redegøres ganske kort for de vigtigste, mens der henvises til Energistyrelsen, 2005 for en nærmere beskrivelse af problemstillingerne og de anvendte forudsætninger.

### 7.20.5 Elektricitet

For at kunne beregne de omkostninger, der spares ved at fortrænge gns. elforbrug er der ikke alene behov for at kende priserne på de brændsler som fortrænges, men også behov for at opgøre omkostningerne til drifts- og vedligeholdelse (og evt. investeringer) i forbindelse med den alternative energiproduktion.

Når ressourcebesparelsen knyttet til den fossile elproduktion skal beregnes for et tiltag, der udbygger med miljøvenlig elproduktionskapacitet, skelnes der mellem besparelser knyttet til sparede investeringer og besparelser knyttet til fortrængt fossil elproduktion. Der knytter sig to problemer i forhold til at opgøre de sparede investeringsomkostninger, som begge vedrører

spørgsmålet om, i hvor høj grad de analyserede tiltag overflødiggør investeringer i alternative konventionelle produktionsanlæg.

For det første vil en udbygning med vindkapacitet ikke overflødiggøre en tilsvarende investering i konventionel elproduktionskapacitet, fordi produktionen fra vindmøllen afgøres af hvornår der er vind og ikke af hvornår der er behov for strøm. Vindmøller kan derfor ikke tillægges så stor effektværdi som kraftværker. Den effektværdi man opererer med har betydning for de sparede investeringer i konventionel kapacitet.

For det andet har der historisk været perioder med betydelig overkapacitet, hvorfor ekstra kapacitet frembragt ved alternative energikilder ikke nødvendigvis har overflødiggjort investeringer. Det er imidlertid meget vanskeligt at fastlægge præcis hvor meget konventionel kapacitet der er blevet overflødiggjort. Hvis der kun opereres med variable omkostninger til konventionel elproduktion, vil man over perioden som helhed få undervurderet omkostningerne ved fossilt baseret elproduktion. Omvendt vil det heller ikke være rimeligt fuldt ud at medtage kapacitetsomkostninger gennem hele perioden, da man dermed vil se bort fra, at der vitterlig op gennem 1990'erne i nogle år har været rigelig elproduktionskapacitet.

For den bagudrettede tidsperiode har Energistyrelsen som beregningsantagelse valgt at medtage halvdelen af de kraftværksinvesteringer, der ville være nødvendige for at give en effektværdi svarende til det betragtede tiltags. For den fremadrettede periode er det antaget, at den fortrængte konventionelle elproduktion sparer samfundet for omkostninger svarende til værdien af produktionen til elmarkedsprisen (top-down).

Tabel 6.3 Besparelser ved undgået fossil elproduktion (2002-priser)

øre/kWh	Fremadrettet	Historisk			
	I alt	Brændsel	Drift og vedl.	Anlægsinv.	I alt
1992		9,1	5,1	9,1	23,3
1993		7,8	5,1	9,1	22,0
1994		7,4	5,1	9,1	21,6
1995		7,9	5,1	9,0	22,0
1996		7,9	5,1	9,0	22,0
1997		9,3	5,0	9,0	23,3
1998		9,1	4,9	8,9	22,9
1999		7,5	4,8	8,8	21,1
2000		9,8	4,7	8,7	23,2
2001	18,4				
2002	21,3				
2003	26,7				
2004	17,3				
2005	17,4				
2006	18,8				
2007	19,6				
2008	20,4				
2009	21,2				
2010	22,2				
2011	23,0				
2012	24,0				
2013	24,0				
2014	24,0				
2015	24,0				
2016	24,0				
2017	24,0				

Kilde: Energistyrelsen

Note: Besparelserne er ekskl. eventuelle besparelser i form af lavere SO<sub>2</sub>- og NO<sub>x</sub>-rengøringkostninger.

#### 7.20.6 Brændselspriser

For husholdningernes brændselspriser og priser på fjernvarme er der som udgangspunkt brugt samme brændselsprisforudsætninger, som blev anvendt i regeringens Klimastrategi fra 2003. Der henvises til Energistyrelsen, 2005 for en oversigt over de anvendte brændselspriser.

### 7.20.7 Opgørelse og værdisætning af eksterne effekter

En række af tiltagene giver anledning til effekter hvor der ikke umiddelbart findes priser - det drejer sig specielt om ændringer i emissioner af forurenende stoffer men ændringer i transportarbejdet vil også have eksterne effekter relateret til for eksempel støj og ulykker.

For varer og ydelser der forhandles på et marked er værdisætningen enkel, idet værdien her vil være den pris, forbrugeren eller virksomheden køber varen til. For effekter uden markedspris må effekten omsættes til en økonomisk værdi ved hjælp af alternative metoder. I de alternative metoder opgøres den samfundsøkonomiske værdi af en given effekt på basis af personers individuelle betalingsvillighed. På denne måde udledes såkaldte værdisætningsestimater, som er enhedspriser over effekten udtrykt i økonomiske termer. Der redegøres for de anvendte værdisætningsestimater nedenfor, ligesom der indledningsvist redegøres for de anvendte antagelser i forbindelse med kvantificeringen af luftemissionerne.

### 7.20.8 Emissionskoefficienter

Til kvantificering af emissionerne (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O m.fl.) anvendes emissionskoefficienter for de forskellige brændsler baseret på Fenhann, 2001. Disse emissionskoefficienter er de samme, som er anvendt i tidligere analyser på området.

### 7.20.9 Værdisætning af luftemissioner

For emissioner er de relevante værdisætningsestimater anvendt. Den relevante værdisætning afhænger af den konkrete situation (alternativ omkostninger eller skadesomkostninger (afhænger igen af omgivelser hvor emissionen finder sted)).

Til værdisætning af SO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub>-emissioner anvendes Energistyrelsens anbefalinger, som er dokumenteret i Energistyrelsen, 2003: "**En omkostningseffektiv opfyldning af Danmarks reduktionsforpligtelse**".

Der skelnes mellem om reduktionen sker på de centrale kraftværker, som er underlagt SO<sub>2</sub>- og NO<sub>x</sub>-kvoter eller om reduktionen sker på anden vis. For tiltag, der reducerer udledningen på centrale kraftværker, opereres der med en værdisætning, som antages at reflektere producenternes alternative omkostninger ved at leve op til kvoterne, dvs. de marginale omkostninger ved at sikre reduktionen i udledningen på anden vis. For andre kilder, dvs. aktører der ikke er underlagt SO<sub>2</sub>- og NO<sub>x</sub>-kvoter opereres der derimod med skadesomkostninger som anslået i ExternE-studiet.

Tabel 6.4 *Værdi af undgået SO<sub>2</sub>- og NO<sub>x</sub>-udledning*

	Værdi af SO <sub>2</sub> -reduktion (kr./kg)	Værdi af NO <sub>x</sub> -reduktion (kr./kg)
Centrale kraftværker	10*	14,5
Andet	30	35

Kilde: Energistyrelsen, 2003

\* En nominal størrelse i modsætning til de øvrige tal i tabellen, der er reale og dermed fastholdes i 2002-priser over hele den betragtede tidshorisont

For de øvrige emissioner er der anvendt enhedspriser fra ExternE. Priserne fremgår af tabellen nedenfor.

#### 7.20.10 Transportens eksternaliteter

For en række tiltag på transportområdet er det ikke muligt at kvantificere påvirkningen opgjort i hhv. ændringer i emissioner, uheld og støj. Derimod vil det være muligt at opgøre ændringen i kørselsomfanget. For at kunne beregne eksternalitetsomkostningerne på denne baggrund er værdisætningsestimater pr. kørt km (marginal omkostninger) anvendt.

Trafikministeriet har iværksat et projekt som bl.a. har til formål at præsentere state-of-the-art estimater for de marginale eksterne skadesomkostninger pr. kørt km. Projektet er imidlertid fortsat ikke afrapporteret og resultater fra dette projekt er derfor ikke anvendt. I stedet er Energistyrelsen senest anvendte estimater anvendt i dette projekt. Estimaterne fremgår af tabellen nedenfor.

Tabel 6.5 *Marginal skadesomkostninger pr. kørt km*

kr. pr. km	Infrastruktur	Uheld	Støj	Emissioner
Personbil	0,19	0,27	0,03	0,11
Varebil	0,24	0,32	0,05	0,19
Lastbil	0,72	0,97	0,21	0,91

Kilde: Energistyrelsen, 2001 som citerer Trafikministeriet, 1997:

**"Samfundøkonomisk omkostningseffektivitet i transportsektoren - arbejdspapir 1"** samt Trafikministeriet, 2000: **"Værdisætning af trafikens eksterne omkostninger"**.



# 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 Gyldenkærne og Mette Hjorth Mikkelsen, 2003.

European Commission, 2002: **Fiscal Measures to Reduce CO<sub>2</sub> Emissions from New Passenger Cars**, Main Report, A study contract undertaken by COWI A/S.

Energistyrelsen, 2005: **Energipolitiske tiltag i 1990'erne: Omkostninger og CO<sub>2</sub>-effekt**, 2004.

Energistyrelsen, 2003: **Brændselsprisindekser**, februar 2003.

Energistyrelsen, 2001(a): **Omkostninger og miljøgevinster ved emissionsreduktioner**, 2001.

Energistyrelsen, 2001(b): **Danmarks drivhusregnskab 1990-2012**, 2001.

Energistyrelsen, 2001(c): **Omkostninger ved CO<sub>2</sub>-reduktion for udvalgte tiltag 2001**.

Energistyrelsen, 2001(d): **Evaluering af Energimærkningsordningen**, udarbejdet af COWI.

Energistyrelsen, 2001(e): **Evaluering af Energiledelsesordningen**, udarbejdet af COWI.

Energistyrelsen, 2000(a): **Klima 2012 - Status og perspektiver for dansk klimapolitik**, 2000.

Energistyrelsen, 2000(b): **Energistyrelsens tilskudsordninger - beskrivelser og vurderinger**, 2000.

Energistyrelsen, 1995: **Teknologidata for el- og varmeproduktionsanlæg**  
København, maj 1995.

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.

Miljøstyrelsen, 2003: **Beregninger af CO<sub>2</sub>-tiltag på transportområdet**, COWI for Miljøstyrelsen 2003.

Trafikministeriet, 2000: **Begrænsning af transportsektorens CO<sub>2</sub>-udslip - Muligheder og virkemidler**, 2000.

Trafikministeriet, 2001: **Begrænsning af transportsektorens CO<sub>2</sub>-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.

Arbejdsnotat fra Trafikministeriet, 2001: **Liste over tiltag indenfor transportsektoren med CO<sub>2</sub> effekt (ikke afgifter)**.