

Omkostningseffektive tiltag i de ikke-kvotebelagte sektorer

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

INDHOLD	3
SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	5
KLIMASTRATEGIEN OG BAGGRUND FOR VIRKEMIDDELANALYSEN	5
DANMARKS UDLEDNING AF KLIMAGASSER OG KLIMAMANKOEN	5
2008-12	5
DEN HIDTIDIGE INDSATS	8
REDUKTIONSPOTENTIALER UDEN FOR DET KVOTEBELAGTE OMRÅDE	9
BESKRIVELSE AF ANDRE UNDERSØGTE VIRKEMIDLER UDEN FOR DE	
KVOTEBELAGTE SEKTORER	11
TEKNOLOGIUDVIKLING OG LANGSIGTEDE	
REDUKTIONSMULIGHEDER / BEHOV	13
KLIMAHENSYN I PLANER, PROGRAMMER OG BESLUTNINGER	14
SUMMARY AND CONCLUSIONS	15
THE CLIMATE STRATEGY AND THE BACKGROUND FOR THE	
ANALYSIS OF POLICIES AND MEASURES	15
DANISH EMISSIONS OF CLIMATE GASES AND THE CLIMATE DEFICIT	
2008-12	16
EFFORTS SO FAR	18
REDUCTION POTENTIAL IN THE NON-ETS SECTORS	19
DESCRIPTION OF OTHER MEASURES EXAMINED FOR THE NON-ETS	
SECTORS	22
TECHNOLOGY DEVELOPMENT AND LONG-TERM REDUCTIONS	
POSSIBILITIES / REQUIREMENTS	24
CLIMATE CONSIDERATIONS IN PLANS, PROGRAMMES AND DECISIONS	24
1 INDLEDNING	27
1.1 BAGGRUND OG FORMÅL	27
1.2 PROJEKTORGANISERING	28
2 UDFORDRINGEN	30
2.1 KYOTO-PROTOKOLLEN OG DE GLOBALE	
KLIMAFORANDRINGER	30
2.2 DANMARKS UDLEDNING AF DRIVHUSGASSER	31
2.3 EU'S KVOTESYSTEM OG DEN NATIONALE ALLOKERINGSPLAN	33
2.4 DE IKKE KVOTEBELAGTE SEKTORER	34
2.4.1 Jordbrug	34
2.4.2 Transport	36
2.4.3 Affald og spildevand	36
2.4.4 Energi og erhverv uden for kvote	37
2.4.5 Husholdninger	37
2.4.6 Industriegasser	37
2.5 PEILEMÆRKET	38
2.6 SAMFUNDSØKONOMISK METODE	39

3	DANMARKS HJDTIDIGE INDSATS	41
3.1	JORDBRUG	41
3.2	TRANSPORT	43
3.3	AFFALD	44
3.4	ENERGI OG ERHVERV (UDEN FOR KVOTE)	46
3.5	INDUSTRIGASSER	47
4	FREMTIDIGE VIRKEMIDLER	49
4.1	JORDBRUG	49
4.1.1	<i>Emissioner fra husdyrenes fordøjelsessystem</i>	<i>50</i>
4.1.2	<i>Emissioner fra gødningshåndtering</i>	<i>51</i>
4.1.3	<i>Emissioner fra kvælstofomsætning i mark</i>	<i>56</i>
4.1.4	<i>Energi</i>	<i>58</i>
4.1.5	<i>Kulstoflagring</i>	<i>59</i>
4.1.6	<i>Udenlandske erfaringer</i>	<i>61</i>
4.2	TRANSPORT	62
4.2.1	<i>Bilbeskatning</i>	<i>63</i>
4.2.2	<i>Hybridbiler</i>	<i>65</i>
4.2.3	<i>Biobrændstoffer</i>	<i>66</i>
4.3	AFFALD	67
4.3.1	<i>Oxidation af metan fra deponeringsanlæg</i>	<i>68</i>
4.3.2	<i>Yderligere udnyttelse af metan fra deponeringsanlæg</i>	<i>69</i>
4.3.3	<i>Behandling af slam fra spildevandsanlæg</i>	<i>70</i>
4.4	ENERGI OG INDUSTRI UDEN FOR KVOTE	71
4.4.1	<i>Energisparekampagner</i>	<i>72</i>
4.4.2	<i>CO₂ reduktioner i ikke-kvotebelagte erhverv</i>	<i>72</i>
4.4.3	<i>Udskiftning af individuelle oliefyr med varmepumper</i>	<i>72</i>
4.4.4	<i>Reduktion i udledning af metan fra gasmotorer</i>	<i>73</i>
4.4.5	<i>Øget anvendelse af vedvarende energi</i>	<i>74</i>
4.5	INDUSTRIGASSER	74
4.6	KLIMAHENSYN I PLANER, PROGRAMMER OG BESLUTNINGER	74
4.6.1	<i>Klimavurderinger af lovforslag, planer og programmer</i>	<i>75</i>
4.6.2	<i>Klima i lokal agenda 21 planer</i>	<i>75</i>
4.6.3	<i>Information om reduktionsmuligheder til udvalgte målgrupper</i>	<i>75</i>
5	TEKNOLOGIUDVIKLING OG LANGSIGTEDE REDUKTIONSMULIGHEDER / BEHOV	77
6	REFERENCER	79

Sammenfatning og konklusioner

Klimastrategien og baggrund for virkemiddel analysen

Denne rapport beskriver status for overvejelser om potentialet for og omkostningerne ved at reducere udledningen af drivhusgasser uden for den kvoteomfattede sektor. I forbindelse med udarbejdelsen af den nationale energistrategi kan der fremkomme yderligere omkostningseffektive, indenlandske tiltag.

Gennemførelse af en omkostningseffektiv indsats for at opfylde den danske reduktionsforpligtelse afhænger af valget af virkemidler – herunder anvendelse af EU's kvotesystem og fleksible mekanismer (JI/CDM kreditter).

I forbindelse med klimastrategien blev der gennemført en samfundsøkonomisk vurdering af en lang række teknologisk mulige indenlandske tiltag til reduktion af drivhusgasudledningen. Analyserne viste, at de forholdsvis få indenlandske tiltag, der er relativt billige og samtidig har et betydeligt potentiale, primært ligger inden for de energiintensive brancher, herunder særligt el-produktion. Disse sektorer er i dag i vidt omfang omfattet af EU's kvotedirektiv. Årsagen til, at de billigste reduktionsmuligheder findes i disse sektorer er blandt andet, at de traditionelt har været undtaget eller pålagt lempelige afgifter, mens de ikke-kvoteomfattede sektorer (først og fremmest transport og husholdningernes energiforbrug) har været pålagt høje CO₂- og energiafgifter. Landbrugets drivhusgasemissioner har ikke været reguleret, men her har især vandmiljøplanernes regulering af kvælstofforbruget indirekte medført en reduktion i sektorens lattergasudslip.

Klimastrategien indeholder dog ikke en udtømmende kortlægning af mulige nationale virkemidler til nedbringelse af de danske udledninger af klimagasser. Derfor har Miljøstyrelsen foretaget en fornyet screening af reduktionspotentialet i nye omkostningseffektive nationale tiltag, der kan medvirke til at lukke den danske klimamanko i 2008-12 uden for de kvotebelagte sektorer. Til vurdering af tiltagenes omkostningseffektivitet er anvendt et pejlemærke på 180 kr./ton CO₂-ækv. baseret på en forventet fremtidig kvotepris på 150 kr./ton. Pejlemærket repræsenterer en afskæringspris for nye indenlandske tiltag uden for det kvotebelagte område.

De sektorer, som er undersøgt er: transportsektoren, landbrugssektoren, skovbruget, affaldssektoren og industrigasserne samt den ikke kvotebelagte del af energisektoren og industrien, herunder energiproduktion på anlæg mindre end 20 MW indfyret effekt, mindre industrivirksomheder og husholdningernes energiforbrug. Der er undersøgt over 30 forskellige virkemidler i denne rapport.

Danmarks udledning af klimagasser og klimamankoen 2008-12

Fremskrivningen, der lå til grund for rapporten til EU Kommissionen i juni 2005 om påviselige fremskridt er opdateret i forbindelse med Danmarks nationale allokeringsplan for perioden 2008-12. De primære ændringer er:

- Der er indgået en politisk aftale om den fremtidige energispareindsats (svarende til en reduktion på ca. 2 mio. tons CO₂ ækv. pr. år)
- Der er foretaget opdatering af off-shore-sektorens fremskrivning (en nedjustering med ca. 1 mio. tons CO₂ ækv. pr. år)
- Der er udarbejdet en opdateret samlet energifremskrivning, hvor blandt andet ovenstående inddrages, og som baserer sig på nye energiprisfremskrivninger fra det Internationale Energi Agentur (fra november 2006) og nye CO₂-kvoteprisforudsætninger.

Fremskrivningen er en "business-as-usual"-fremskrivning, der omfatter initiativer, som allerede er vedtaget. Den nye fremskrivning fremgår af DMU (2006) og Energistyrelsen 2006b) og er sammenfattet i Tabel 1. Det ses, at uden yderligere virkemidler ventes Danmarks samlede drivhusgasudledning i gennemsnit at ligge på ca. 68 mio. tons CO₂-ækvivalenter pr. år i 2008-12.

Danmark har valgt at benytte muligheden for i det danske Kyoto-regnskab at indregne CO₂ optag i marker og skove, der eksisterede før 1990 i medfør af Kyoto Protokollens artikel 3.4. Dette skønnes at reducere klimamankoen med ca. 2 mio. t/år i perioden 2008-12. Herudover er der et bidrag fra skove, der er plantet efter 1990 på knap 0,3 mio. t/år, som også regnes med i Kyoto regnskabet. Samlet forventes de såkaldte sinks således at bidrage med ca. 2,3 mio. t/år i 2008-12.

Tabel 1: Udvikling i Danmarks samlede udledning af drivhusgasser 1990 – 2010 i mio. tons CO₂-ækv.

Mio. Ton CO ₂ -ækvivalenter	Basisår 1990/95 ¹	2004	2005 ⁴⁾	Pr. år 2008-12
CO ₂ ² (uden optag)	52,7	54,0	50,4	54,7
Metan (CH ₄)	5,7	5,8	5,6	5,5
Lattergas (N ₂ O)	10,6	7,6	7,0	6,7
Industrigasser, HFC'er, PFC'er og SF ₆	0,3	0,8	0,8	0,9
Danmarks samlede udledning af drivhusgasser	69,3	68,2	63,9	67,8
Hvoraf elektricitet udgør (- betyder sparet CO₂ ved import):	-6,3	6,9	-1,1	3,6
Kreditter fra optag af CO ₂ i skov rejst siden 1990 jf. artikel 3.3 i Kyoto-protokollen				0,262
Kreditter fra optag af CO ₂ i skov rejst før 1990 og jorder jf. artikel 3.4 i Kyoto-protokollen				2,0
Det juridisk bindende mål under EU's byrdefordeling (-21 %) ³				54,8

¹ Basisåret for CO₂, metan og lattergas er 1990. I overensstemmelse med Kyoto-protokollen er 1995 valgt som basisår for industrigasserne.

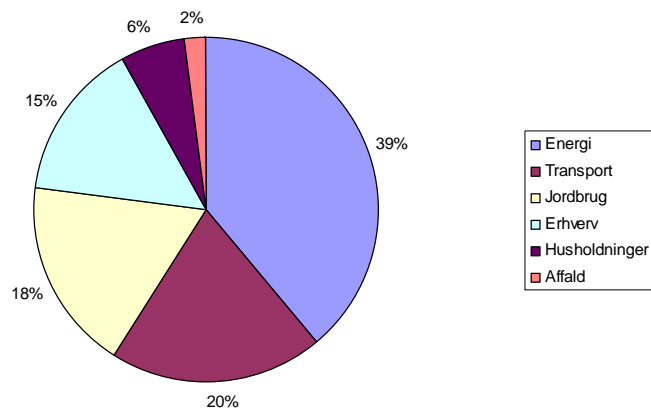
² Her udledning af CO₂ opgjort under Kyoto-protokollen, idet optag af CO₂ skal opgøres som kreditter under protokollens art. 3.3 og 3.4.

³ Reduktionsmålet på 54,8 mio. tons/år er uden korrektion for forventet kompensation på 1 mio. t/år for den særlige danske basisårsproblematik.

⁴ Foreløbige tal for 2005 afrapporteret til EU 15 januar 2007.

Figur 1 viser fordelingen på de forskellige økonomiske sektorer. Det ses, at energisektoren er langt den største udleder af drivhusgasser, efterfulgt af transport og jordbrug¹. En stor del af energisektoren er omfattet af kvotesystemet, hvis reduktionsmuligheder ikke er i fokus i indeværende rapport.

¹ Jordbrug dækker her landbrugs- og skovbrugssektoren.



Figur 1: Drivhusgasudledningen fordelt på de økonomiske sektorer i 2004 incl. de enkelte sektors energiforbrug

Tabel 2 viser opdelingen i de forventede fremtidige drivhusgasemissioner på kvotebelagte og ikke-kvotebelagte sektorer. Det fremgår, at de kvotebelagte sektorer forventes at stå for 44 % af de samlede udledninger, inden yderligere tiltag er implementeret, mens de ikke-kvotebelagte står for 56 %.

De ikke-kvotebelagte sektorer omfatter sektorerne jordbrug, affald, industrigasser, transport samt den ikke-kvotebelagte del af energisektoren og industrien. Den ikke-kvotebelagte energisektor udgøres af energiproducerende anlæg under 20 MW, herunder husholdningernes centralvarmeanlæg.

Tabel 2: Danmarks drivhusgasemissioner fordelt på kvotebelagte og ikke-kvotebelagte sektorer, mio. tons CO₂ ækvivalenter

	Ny fremskrivning 2008-12
Kvoteomfattet:	29,7
Ikke-kvoteomfattet:	
Energiforbrug uden for kvote: el og varme produktion, erhverv og husholdninger	9,9
Industrigasser	0,9
Transportsektoren	14,2
Landbrug inkl. energiforbrug og skov	11,8
Affald	1,3
Total uden for kvotesystem:	38,1
Total	67,8

Transportsektoren er den største drivhusgasudleder i den ikke-kvotebelagte sektor. Transportsektorens udledninger består primært af CO₂. Udledningerne stammer hovedsagligt fra afbrænding af brændstoffer fra køretøjer i vejtransportsektoren, idet international skibs- og flytrafik ikke er reguleret af Kyoto protokollen.

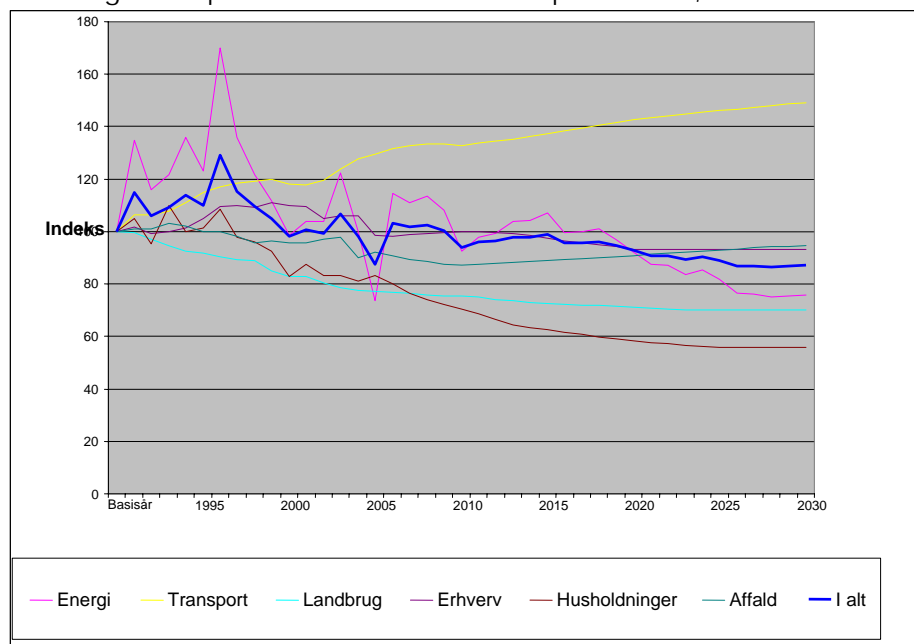
Efter transportsektoren følger jordbrug. Langt størstedelen af sektorens udledninger er metan og lattergas, som dannes ved køernes fordøjelse, under gødningshåndteringen samt ved kvælstofomsætningen i marken. CO₂ udledes i forbindelse med maskiners energiforbrug, men optages også i vegetationen, f.eks. i forbindelse med træernes vækst.

Affaldssektorens bidrag til emissionen af drivhusgasser består primært af metan fra nedbrydning af organisk affald samt fra deponeringsanlæg. Den sidste sektor som ikke er kvotebelagt, er industrigasser. Industrigasserne omfatter HFC'er, PFC'er og SF₆, og anvendes bl.a. som kølemidler.

Den hidtidige indsats

Figur 2 viser den hidtidige samt den forventede fremtidige udvikling i emissionerne af drivhusgasser. Samlet er drivhusgasudledningen faldet svagt siden 1990 og frem til i dag.

Figur 2: Den samlede hidtidige og forventede udvikling i udledningen af drivhusgasser i perioden 1990-2030 fordelt på sektorer, indeks 1990=100.



Transportsektorens udledninger har dog været støt stigende, og denne udvikling forventes også at fortsætte fremover. Der er blevet gennemført flere virkemidler, som har betydet, at væksten i CO₂-udledningen er blevet mindre kraftig, end hvis disse virkemidler ikke var blevet gennemført. Især EU's frivillige aftale med bilindustrien, den grønne ejerafgift og øgede afgifter på brændstoffer vurderes at have haft en væsentlig betydning.

På trods af, at der i jordbrugssektoren ikke har været gennemført nogle virkemidler, hvor det primære formål har været at nedsætte udledningen af drivhusgasser, har sektorens udledninger siden 1990 alligevel været faldende. Dette skyldes først og fremmest implementeringen af vandmiljøplanerne, som har påvirket jordbrugets lattergasemission gennem en øget kvælstofudnyttelse af husdyrgødningen, hvorved forbruget af handelsgødning er blevet mindsket. Jordbrugets produktion af energiafgrøder og anden biomasse har endvidere bidraget til at fortrænge brugen af fossile brændsler i energisektoren.

I affaldssektoren har tidligere tilskud til gasopsamlingsanlæg haft en betydelig effekt på metanemissionerne fra lossepladser. Herudover har kommunernes pligt til at anviser forbrændingsegnet affald til forbrænding medført, at mængden af organisk affald til deponering, og dermed potentialet for metandannelse, er faldet betydeligt.

Der har i årenes løb været megen fokus på energisektorens energiforbrug, og dermed indirekte sektorens CO₂-udledning. Tidligere har blandt andet indførelsen af energi- og CO₂-afgifter, som følge af Energi 21 og Energi 2000, påvirket sektorens drivhusgasudledning.

Siden 2001 er der gennemført en række yderligere initiativer, som har haft betydning for de danske drivhusgasudledninger. Det drejer sig bl.a. om beslutningen om at opføre to nye havvindmølleparker i forbindelse med energiforliget af marts 2004 og energispareaftalen af 10. juni 2005. Målet i planen er at reducere det årlige danske energiforbrug med 7,5 PJ frem til år 2013. Målet skal indfries ved at net- og distributionsselskaberne inden for elektricitet, naturgas, fjernvarme og olie skal levere væsentlig flere energibesparelser. Som led heri er der indført et markedsorienteret system med målstyring via specifikke besparelsesforpligtelser, og der er udviklet metoder til opgørelse af besparelserne. Samtidig er reduktion af energiforbruget til opvarmning et væsentligt indsatsområde. Hertil kommer implementeringen af EU's kvotesystem, som via kvotepriser og energiprisstigninger har ført til at fald i energiforbruget.

Samlet set er det vurderet, at den hidtidige indsats (målt fra 1990) har betydet, at de danske drivhusgasemissioner er faldet med ca. 27,6 mio. tons CO₂-ækv./år i forhold til, hvad de ellers ville have været uden reduktionstiltag.

Reduktionspotentialer uden for det kvotebelagte område

Mængden af omkostningseffektive tiltag uden for de kvotebelagte sektorer forventes at være relativt begrænset. Det skal dog understreges, at det ikke har været muligt inden for tidsrammen at undersøge alle tiltag, og det kan ikke udelukkes, at der er andre omkostningseffektive reduktionsmuligheder, som ikke er beskrevet i denne rapport. Effekten af energispareplanen på 0,5 mio. tons uden for det kvotebelagte område er indregnet i den nye fremskrivning, og er derfor ikke medregnet her.

En liste over mulige omkostningseffektive tiltag, som det samtidig er realistisk at nå at gennemføre med den angivne effekt i 2008-12 er vist i Tabel 3.

Tabel 3: Reduktionspotentialer, samfundsøkonomiske omkostninger og statsfinansielle konsekvenser ved udvalgte indenlandske tiltag

Tiltag	Reduktionspotentialer i mio. t. CO ₂ /år i 2008-12	Samfundsøkonomiske omkostninger Kr./tons	Statsfinansielle Omkostninger Kr./tons	Samlet statsfinansielle konsekvenser for perioden 2007-12
Udskiftning af individuelle oliefyr med varmepumper	0,15	-150-0	40	Tilskudspulje på 15 mio. kr./år i 2 år
Forbedring af rammevilkår for biogas	0,15	-125 ¹⁾	0	0 Hidtil finansieret af PSO
Reduktion af metan fra gasmotorer	0,2	-80	120	Tilskudspulje på 40 mio. kr./år i 3 år
Nye og optimering af gamle lossepladsanlæg	0,06	-80-120 ²⁾	33	10 mio. kr. i alt
Dokumentation for ændret fodersammensætning til køer	0,1	5	2	1 mio. kr. i alt
CO ₂ reduktioner i ikke-kvotebelagte erhverv	0,6	150	0-200	0-600 mio. kr.
Energisparekampagner	0,06	< 120	300	Tilskudspulje på 20 mio. kr./år i 2007-10 og herefter 5-10 mio. kr./år
I alt	1,3		39-131	251- 851 mio. kr.

¹⁾ Omkostningsskøn er baseret på 2005 priser på olie og gas.

²⁾ Optimering af gamle pladser koster samfundet -80 kr./tons og etablering af nye koster under 120 kr./tons CO₂ ækv.

Afhængig af de valgte instrumenter skønnes de statsfinansielle omkostninger ved en samlet gennemførelse af tiltag, der giver en reduktion på 1,3 mio. t/år at beløbe sig til 251-851 mio. kr. frem til 2012.

Listen over nye mulige tiltag, som vil kunne bidrage med ca. 1,3 mio. t/år er nærmere beskrevet neden for. De omfatter fremme af energieffektive varmepumper, forbedring af rammevilkår for biogas, CO₂ reduktioner i ikke-kvotebelagt erhverv, reduktion af metan fra gasmotorer, yderligere udnyttelse af lossepladsgas og dokumentation for effekten af ændret kvægfodring.

Fremme af energieffektive varmepumper

Husholdningernes olieforbrug er ikke omfattet af kvoteordningen. Udskiftning af oliefyr med eldrevne varmepumper kan resultere i en reduktion af CO₂-udslippet uden for de kvoteomfattede sektorer på skønnet 0,15 mio. tons CO₂-ækv./år i perioden 2008-12. En kombination af flere forskellige virkemidler kan øge udbredelsen af varmepumper, herunder typegodkendelse, energimærkning, øget information og tilskudskampagner. På længere sigt kan effekten blive større.

Forbedring af rammevilkår for biogas

For biogas var det forventet, at der ville blive bygget 40 nye anlæg med de afregningsvilkår, som blev aftalt i energiforliget fra 2004. Men udbygningen er mere eller mindre gået i stå. Den gældende politiske aftale og lovgivning fastsætter elafregningsvilkår for biogasanlæg, som tages i brug frem til udgangen af 2008. Omkostningerne er hidtil finansieret via PSO-ordningen.

For at fremme udbygningen vurderes der at være behov for blandt andet at fastlægge forbedrede økonomiske rammevilkår. Herunder kan følgende overvejes: a) Ophævelse af 2008 fristen for opnåelse af de nu gældende afregningsvilkår for nye biogasanlæg. b) Elafregningen på 40 øre/kWh, der i dag opnås efter 10 års drift, øges c) Kompensationsmekanismer i forhold til affalds- og gyllehåndtering, lugtreduktion og bedre gødningsudnyttelse, d) Miljøgodkendelsen strammes op, så der sikres effektive lugthindringsforanstaltninger ved lokalisering af nye biogasanlæg.

Alt i alt vurderes der at være mulighed for at reducere drivhusudledningen med ca. 0,15 mio. t/år i gennemsnit 2008-12.

Reduktion af metan fra gasmotorer

Energisektorens emissioner af metan og lattergas er ikke omfattet af kvoteordningen i dag, da denne indtil nu kun dækker CO₂. De naturgasfyrede kraftvarmeverker udleder metan fra gasmotorer. Det er muligt at installere efterforbrænding på disse, som vil kunne fjerne mindst 90 % af metanemissionen fra værkerne og desuden minimere anlæggenes miljøbelastning fra CO, VOC og formaldehyd. Tiltaget vurderes at have et reduktionspotentiale på op til 0,2 mio. t/år i 2008-12.

Tiltaget er ikke privatøkonomisk rentabelt, medmindre der gives et tilskud eller andet incitament. Flere optioner for gennemførelse af tiltaget har været undersøgt. Det administrativt mest enkle vil dog være at ændre bekendtgørelsen om begrænsning af emission af nitrogenoxider, uforbrændte carbonhydrider og carbonmonoxid mv. fra motorer og turbiner i kombination med et tilskud til installering af efterforbrænding.

Yderligere udnyttelse af lossepladsgas

Målet for den danske affaldsstrategi har været at stabilisere de samlede affaldsmængder, at øge genanvendelsen af affald og at nedbringe deponeringen af affald mest muligt. Det betyder bl.a., at alt forbrændingseget affald skal anvises til forbrænding. Hermed er mængden af organisk affald til deponering og dermed metandannelsen på deponeringsanlæggene faldet væsentligt. Størstedelen af det ikke-genanvendelige affald forbrændes med energiudnyttelse. Der er dog stadig et vist potentiale for at reducere metanudledningen fra eksisterende deponeringsanlæg.

Det er estimeret, at etablering af yderligere 9 lossepladsgasanlæg i Danmark og optimering af 6 eksisterende anlæg med størst potentiale for øge gasudnyttelsen samlet vil kunne reducere drivhusgasudledningerne med 0,06 mio. t/år i 2008-12. For at opnå dette vil det være nødvendigt med en tilskudsordning til prøvepumpninger på nye anlæg og til optimering af eksisterende.

Dokumentation for effekten af ændret kvægfodring

Siden 1990 er fodersammensætningen til kvæg ændret, hvilket har mindsket køernes metan udledning. Reduktionen er estimeret til ca. 0,1 mio. tons/år i perioden 1991-2001. For at kunne regne dette med i Kyoto-regnskabet er der imidlertid behov for yderligere dokumentation i form af litteraturstudier og modelsimuleringer. Det er vurderet, at det vil koste knap 1 mio. kr. at tilvejebringe denne dokumentation. Tiltaget vil samtidig medvirke til en øget viden om fodersammensætningens betydning for husdyrenes fordøjelsessystem og dermed effekt på metan udslippet.

Energibesparelser i bygninger

En målrettet indsats for at sikre yderligere realisering af omkostningseffektive energibesparelser i eksisterende bygninger vurderes at kunne give en CO₂ reduktion uden for kvoten på 0,06 mio. tons/år. Der er i regeringens nationale energiudspil foreslået afsat 20 mio. kr. årligt i 2007-10 og 5-10 mio. kr. årligt derefter til målrettede kampagner m.v.

CO₂-reduktioner i ikke-kvotebelagt erhverv

Øgede incitamenter til CO₂-reduktioner i den ikke-kvotebelagte sektor vurderes at kunne bidrage med reduktioner i drivhusgasudledninger på ca. 0,6 mio. tons pr. år allerede i 2008-12. Indsatsen kan ske gennem enten 1) en pulje til målrettede tilskud til virksomhederne på 200 mio. kr./år i perioden 2007-9 eller 2) en afgiftsomlægning. Afhængig af tilskudspuljens/afgiftsomlægningens størrelse, kan der være behov for supplerende virkemidler for at nå de 0,6 mio. tons.

Beskrivelse af andre undersøgte virkemidler uden for de kvotebelagte sektorer

Der er endvidere overvejet en række yderligere tiltag. Fælles for disse er, at de med de skønnede kvotepriser ikke vurderes rentable, eller at der ikke foreligger tilstrækkelig dokumentation for deres effekt til, at de vil kunne implementeres på kort sigt:

- Styrket fokus på landbrugets drivhusgasudslip
- Omlægning af bilafgifterne i mere CO₂-venlig retning

- Øget brug af biobrændstoffer
- Indførelse af biocover ifm. nedlukning af gamle lossepladser
- Øget anvendelse af vedvarende energi

Disse yderligere reduktionsmuligheder i de ikke-kvotebelagte sektorer er beskrevet i det følgende.

Landbrug

Der kan peges på følgende konkrete yderligere tiltag, som kan få effekt på landbrugets drivhusgasudledninger på længere sigt:

1. Evt. klimaeffekt af implementering af vandrammedirektivet i Danmark. Da de konkrete tiltag, der vil skulle iværksættes, ikke er besluttet, er det usikkert, hvilken betydning dette vil have for landbrugets drivhusgasudslip.

2. Evt. klimaeffekt af den nye godkendelsesordning for husdyrbrug. Beregninger foretaget af Danmarks Jordbrugsforskning af klimaeffekten af nye reduktionskrav for ammoniak, krav om overdækning af gyllebeholdere og krav om øget fodereffektivitet har dog foreløbig vist, at den nye husdyrlov kun har en meget lille og usikker effekt på drivhusgasudslippet.

3. Øget viden. I takt med at energisektorens emissioner falder, kommer landbruget fremadrettet til at udgøre en stigende andel af de samlede emissioner, hvis ikke der gøres en ekstra indsats. Mange af de klimavirkemidler, som er mulige inden for landbruget (i forhold til reduktion af metan og lattergas fra husdyrproduktion og gødningshåndtering), er ikke tilstrækkeligt velbelyst rent teknisk og økonomisk. Klimaeffektive tiltag bør samtænkes og ske som en del af kommende miljøpolitiske initiativer i landbruget. Herudover vil en styrket forsknings- og udviklingsindsats kunne medvirke til at begrænse landbrugets drivhusgasudslip på længere sigt. Der blev i 2006 afsat 32,8 mio. til ny viden om klima, jordbrug og miljø under regeringens fødevarerforskningsprogram.

Analysebehov på landbrugsområdet omfatter bl.a.: Yderligere analyser af effekten af ændret kvægfodring, metanoxidation fra gyllelagre, effekten af lufttæt overdækning af gødningslagre, forbedring af beregningsmetoderne herunder forskellen på lattergasemission fra handels- og husdyrgødning, forskning i nitrifikationshæmmere og bioteknologier, der kan mindske klimapåvirkningen, mv. Desuden er der brug for en styrket forskning i kulstofbindingen i danske landbrugsjorde samt i udnyttelsen af landbrugsafgrøder og restprodukter til energiformål.

Transport:

Inden for transportsektoren er der foretaget en fornyet screening af virkemidler. Potentialerne for omkostningseffektive CO₂-reduktioner er ringe bortset fra ændret bilbeskatning. Miljøstyrelsen har gennemført et projekt, der analyserer scenarier for provenuneutral omlægning af bilafgifterne i mere miljøvenlig retning. Resultaterne viser, at der kan opnås en samfundsøkonomisk gevinst og en usikker CO₂-besparelse på 0,04-0,7 mio. tons/år ved at indføre kørselsafgifter (road pricing), der differentieres mellem kørsel i land og by. Dette tiltag vil dog kræve en vidtgående afgiftsomlægning og CO₂-effekten heraf vil være relativt begrænset på kort sigt.

I det nationale energiudspil fra januar 2007 har regeringen sat det mål, at andelen af biobrændstof til transport øges til 10 pct. i 2020. Regeringen er parat til at fastsætte delmål tidligere end 2020, forudsat at der er udviklet tilstrækkeligt samfundsøkonomisk konkurrencedygtige og miljømæssigt bæredygtige teknologier. For at understøtte målsætningen om øget anvendelse af biobrændstoffer til transport, er det hensigten at styrke den allerede vedtagne indsats, hvor regeringen tidligere har afsat ekstra 200 mio. kr. til udvikling af 2. generations bioethanol frem til 2010. Det skal således sikres, at der inden 2010 kan etableres forsøgsanlæg i fuld skala i Danmark. Der er desuden afsat i alt 60 mio. kr. i perioden 2007-2009 til en forsøgsordning med anvendelse af biodiesel i afgrænsede "flåder" af køretøjer fx i kollektiv transport eller den offentlige sektor.

Affald:

For at undersøge mulighederne for at opnå yderligere reduktioner i metanemissionen fra danske såvel som udenlandske lossepladser, har Miljøministeriet sammen med private parter i affaldssektoren støttet et projekt under EU's LIFE program. LIFE ansøgning på godt 4 mio. kr. til projektet: "BIOCOVER Reduction of Greenhouse Gas Emissions from Landfills by Use of Engineered Biocovers" blev i efteråret 2005 godkendt af Kommissionen. Projektet vil muligvis kunne reducere metanudledningen fra danske lossepladser med yderligere 0,2-0,3 mio. tons CO₂-ækv. til omkostninger væsentligt under pejlemærket, hvis de forventede resultater kan påvises, og der indføres et krav om denne form for overdækning i Danmark. Projektet vil dog ikke være færdigt før i 2008, og før kan effekten ikke dokumenteres.

Energi:

Det er regeringens vision, at Danmark på langt sigt helt skal frigøre sig fra fossile brændsler – kul olie og naturgas. I stedet skal vi anvende vedvarende energi.

Regeringen vil sikre et virkningsfuldt sæt af markedsbaserede initiativer, der i takt med udviklingen af ny teknologi skal øge andelen af vedvarende energi og fortrænge de fossile brændsler. Andelen af vedvarende energi forøges til mindst 30 pct. af energiforbruget i 2025.

I forlængelse af oplægget til visionær dansk energipolitik vil regeringen i foråret 2007 udarbejde konkrete oplæg om, hvordan denne udvikling gennemføres, og hvordan det sikres, at virkemidlerne til reduktion af de ikke-kvotebelagte sektors udledning i 2008-12 samlet set kommer til at bidrage med mindst 1,3 mio. tons/år i 2008-12.

Industrigasser:

Danmark har vedtaget en bekendtgørelse om udfasning af visse industrigasser i 2006 og 2007. Denne er mere vidtgående end Kommissionens forordning om de industrielle drivhusgasser, men Danmark har fået lov at beholde de danske særregler indtil 2012. Det betyder, at stigningen i udslippet af drivhusgasser kan stabiliseres i Danmark.

Teknologiudvikling og langsigtede reduktionsmuligheder / behov

Indsatsen mod klimaforandringer indebærer at anvendelsen af de fossile brændstoffer gradvist udfases i løbet af de næste årtier. EU's miljøministre har tilkendegivet, at der i de globale forhandlinger om reduktionsforpligtelser efter

2012 skal arbejdes for, at industrilandene i forhold til 1990 reducerer udledningerne med 15-30 % i 2020 og 60-80 % i 2050. For at udfasningen skal kunne gennemføres, kræver det udvikling af både eksisterende og nye teknologier og samtidig en større udbredelse af vedvarende energi.

De mere langsigtede teknologiudviklingsmuligheder på klimaområdet indgår som et centralt element i regeringens redegørelse for fremme af miljøeffektiv teknologi, såvel som i opfølgningen på energistrategien. Derfor er disse muligheder ikke behandlet nærmere i denne rapport.

Regeringen har i forbindelse med udmøntningen af midlerne fra globaliseringsfonden besluttet at oprette et nyt energiteknologisk udviklings- og demonstrationsprogram (EUDP), der erstatter det eksisterende Energiforskningsprogram. Programmet vil særligt fokusere på demonstration af energiteknologi i større skala. I forbindelse med det energipolitiske udspil 'En visionær dansk energipolitik' har regeringen endvidere besluttet at fordoble de offentlige midler til forskning, udvikling og demonstration af energiteknologi, så der fra 2010 samlet afsættes 1 mia. kr. årligt til dette område.

Klimahensyn i planer, programmer og beslutninger

Udover de virkemidler, der har en direkte klimaeffekt, hvor omkostninger kan kvantificeres, er der en række andre i overvejende grad frivillige virkemidler, der indirekte kan bidrage til at reducere klimabelastningen, men hvor effekterne og dermed omkostninger vanskeligt lader sig kvantificere. Det drejer sig f.eks. om

1. Klimavurderinger af lovforslag, planer og programmer
2. Klima i lokal agenda 21 planer; og
3. Information om reduktionsmuligheder til udvalgte målgrupper.

Set i lyset af behovet for en langsigtet tilpasning kan det overvejes at igangsætte disse virkemidler, så en bredere kreds af aktører involveres i at bidrage til klimaindsatsen på kortere og på længere sigt. Virkemidlerne stemmer endvidere overens med det bredere sæt af klimaforpligtelser i klimakonventionen og Kyotoprotokollen.

Regeringen har som led heri besluttet at igangsætte en kampagne, "**Et ton mindre**"-kampagnen, som gennemføres i 2007 og 2008. Den formidler hvordan den enkelte dansker gennem daglige valg kan mindske sit CO₂-udslip, og hvor meget det nytter, og hvordan.

Summary and conclusions

The Climate Strategy and the background for the analysis of policies and measures

This is a status report of the considerations regarding potentials for and costs of reducing emissions of greenhouse gases in the non-trading sectors. In connection with preparation of the national Energy Strategy, further cost-effective, domestic initiatives may appear.

A cost-effective strategy to meet Danish commitments under Kyoto Protocol depends on the choice of policies and measures, including use of the European Union Greenhouse Gas Emission Trading Scheme (EU ETS) and the flexible mechanisms (JI/CDM credits).

In connection with the Danish Climate Strategy, a socio-economic assessment was completed of a large number of technologically feasible domestic policies and measures to reduce greenhouse-gas emissions. The analyses showed that the relatively few domestic measures, which are relatively cheap and have a good reduction potential, are primarily within the energy-intensive sectors, including production of electricity in particular. These sectors are extensively covered by the EU ETS. The reasons why the cheapest reductions opportunities are to be found in these sectors include that they have traditionally been exempted taxes, or have been granted tax relief, while the non-ETS sectors (primarily energy consumption by transport and households) have been subject to higher CO₂ and energy taxes. Emissions of greenhouse gases by agriculture have not been regulated, but in this regard regulation of nitrogen consumption in the plans for the aquatic environment in particular has indirectly led to a reduction in emissions of nitrous oxide from the sector.

However, the Climate Strategy does not contain an exhaustive list of possible national measures to reduce Danish emissions of greenhouse gases. Therefore, the Danish Environmental Protection Agency (Danish EPA) has carried out a new screening of the reductions potentials in new cost-effective national initiatives outside the ETS sectors which can help make up the Danish climate deficit in 2008-12. The cost-effectiveness of the initiatives has been assessed using a benchmark of DKK 180 per tonne CO₂ equivalents, based on an expected future allowance price of DKK 150 per tonne. The benchmark represents a cut-off price for new domestic measures in the non-ETS sectors.

The sectors examined are: the transport sector, agriculture, forestry, waste, and industrial gases as well as the non-ETS part of the energy sector and industry, including energy generation at plants of less than 20 MW rated thermal input, small industrial enterprises, and energy consumption by households. More than 30 different policies and measures have been examined in this report.

Danish emissions of climate gases and the climate deficit 2008-12

The projection which formed the basis of the report to the European Commission in June 2005 on demonstrable progress has been updated in connection with the Danish National Allocation Plan for 2008-12. The primary changes are:

- A political agreement in June 2005 on future energy savings initiatives (corresponding to a reduction of about 2 mill. tonnes CO₂ eq. per year).
- The projection for the off-shore sector has been adjusted (downwards by about 1 mill. tonnes CO₂ eq. per year).
- An updated overall energy projection has been completed which is based on new energy projections from the International Energy Agency (from Nov. 2006) and new assumptions on the price of CO₂ allowances.

The projection is a "business-as-usual" projection, which includes measures that have already been adopted. The new projection appears in reports by the National Environmental Research Institute of Denmark (2006) and the Danish Energy Authority (2006b) and is summarised in Table 1. It can be seen that without further measures Denmark's total emissions of greenhouse gases are expected to average at about an annual 68 mill. tonnes CO₂ equivalents in 2008-12.

In its Kyoto accounting, Denmark has decided to include CO₂ removals from sinks pursuant to article 3.4 of the Kyoto Protocol. It has been estimated that this will reduce the climate deficit by about 2 mill. tonnes per year in 2008-12. In addition there is the contribution from forests planted after 1990 of almost 0.3 mill. tonnes per year, which will also be included in the Kyoto accounting. In total, sinks are expected to contribute by about 2.3 mill. tonnes per year in 2008-12.

Table 1: Trend in total Danish emissions of greenhouse gases 1990-2010 in mill. tonnes CO₂ eq.

Million tonnes of CO ₂ equivalents	Reference year 1990/95 ¹	2004	2005 ⁴	Per yr. 2008-12
CO ₂ (without removals)	52.7	53.9	50,4	54.7
Methane (CH ₄)	5.7	5.8	5,6	5.5
Nitrous oxide (N ₂ O)	10.6	7.6	7,0	6.7
Industrial gases HFCs, PFCs and SF ₆	0.3	0.8	0,8	0.9
Total Danish emissions greenhouse gases	69.3	68.1	63.9	67.8
Of which exports of electricity (i.e. CO ₂ 'saved' on import):	-6.3	6.9	-1.1	3.6
Credits for removals of CO ₂ in forests planted since 1990. cf. article 3.3 of the Kyoto Protocol				0.262
Credits for removals of CO ₂ in forests planted before 1990 and soils. cf. article 3.4 of the Kyoto Protocol				2.0
The statutory target under EU burden-sharing (-21 %) ³				54.8

¹ Reference year for CO₂, methane, and nitrous oxide is 1990. In accordance with the Kyoto Protocol, 1995 has been chosen as the reference year for industrial gases.

² The emissions of CO₂ have been calculated here under the Kyoto Protocol, as the removals of CO₂ must be calculated as credits under articles 3.3 and 3.4 of the Protocol.

³ The reduction target of 54.8 mill. tonnes per year without correction for the expected compensation of about 1 mill. tonnes per year for the special Danish reference year issue.

⁴Preliminary figures reported to the EU 15 January 2007.

Figure 1 shows the break-down by different economic sectors. It can be seen that the energy sector is by far the greatest source of emissions of greenhouse gases, followed by the transport and agricultural sectors². A large part of the energy sector is subject to the ETS. Only reductions potentials in the non-ETS area are in focus in this report.

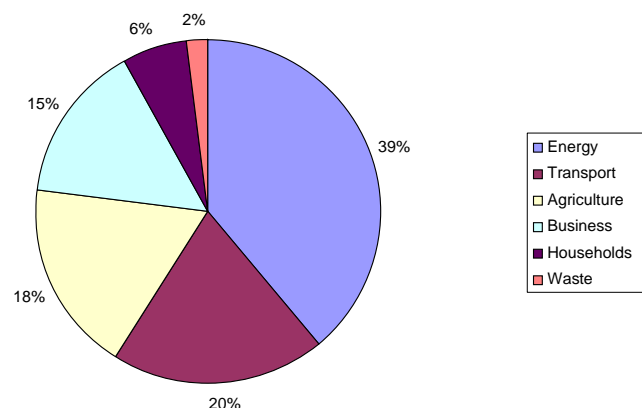


Figure 1: Emissions of greenhouse gases broken down by economic sector in 2004 including energy consumption by the individual sector

Table 2 shows the break-down of expected future emissions of greenhouse gases by ETS and non-ETS sectors. It appears that the ETS sectors are expected to account for 44 per cent of the total emissions before further initiatives are implemented, while the non-ETS sectors account for 56 per cent.

The non-ETS sectors include agriculture, waste, industrial gases, transport as well as the non-ETS part of the energy sector and industry. The non-ETS energy sector is composed of energy-producing plant under 20 MW, including central-heating plants in households.

Table 2: Danish emissions of greenhouse gases broken down by ETS and non-ETS sectors, mill. tonnes CO₂ equivalents

	New projection 2008-12
ETS:	29.7
Non-ETS	
Non-ETS energy consumption: elec. and heat production, business and households	9.9
Industrial gases	0.9
Transport sector	14.2
Agriculture incl. energy consumption and forests	11.8
Waste	1.3
Total non-ETS	38.1
Total	67.8

² Agriculture includes agriculture and forestry.

Table 2 shows that the transport sector is the largest emitter of greenhouse-gas emissions in the non-ETS sector. Emissions by the transport sector comprise primarily CO₂. Emissions mostly arise from combustion of fuel by vehicles in the road-transport sector, as international shipping and aviation are not regulated by the Kyoto Protocol.

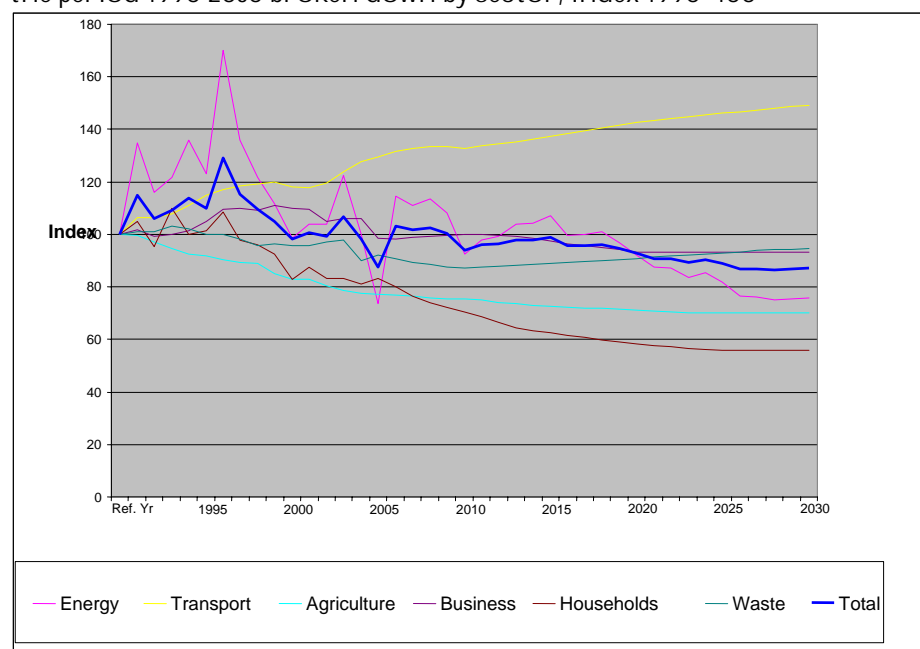
After the transport sector comes agriculture. By far the largest part of emissions from the sector are methane and nitrous oxide, which are formed by cows' digestion, during fertiliser management, and from nitrogen conversion on fields. CO₂ is emitted in connection with energy consumption by machinery, but it is also removed in vegetation, e.g. when trees grow.

Contributions to emissions of greenhouse gases by the waste sector are primarily composed of methane from decomposition of organic waste and from landfills. The last non-ETS sector is industrial gases. Industrial gases include HFCs, PFCs and SF₆, and are used as refrigerants, for example.

Efforts so far

Figure 2 shows efforts up to now and the future trends in emissions of greenhouse gases. Overall, emissions of greenhouse gases have fallen slightly since 1990.

Figure 4: Total past and future changes in emissions of greenhouse gases in the period 1990-2030 broken down by sector, index 1990=100



Emissions by the transport sector have, however, increased constantly and this trend is expected to continue. Several measures have been implemented which have meant that the growth in CO₂ emissions has been less robust than if the measures had not been implemented. In particular the EU's voluntary agreement with the motor industry, green registration tax and increased taxes on fuels are considered as being significant.

Despite the fact that the agricultural sector has not been subject to measures with the primary aim of reducing emissions of greenhouse gases, since 1990 emissions by the sector have been falling anyway. This is primarily due to implementation of the national action plans for the aquatic environment,

which have affected emissions of nitrous oxide through increased exploitation of nitrogen in livestock manure, which in turn has led to a drop in commercial-fertiliser consumption.

Production by agriculture of energy crops and other biomass has also contributed to displacing the use of fossil fuels by the energy sector.

In the waste sector, previous subsidies for gas-collection equipment have had a significant effect on methane emissions from landfills. In addition, the obligation on municipalities to assign waste suitable for incineration to incineration has meant that the amount of organic waste sent to landfill has dropped and thus the potential for methane formation.

Over the years there has been much focus on energy consumption by the energy sector and therefore, indirectly, on the CO₂ emissions by the sector. Previously, introduction of energy and CO₂ taxes as a result of the Danish energy plans "Energi 21" and "Energi 2000" has influenced greenhouse-gas emissions by the sector.

Since 2001, a number of further initiatives have been implemented, which have influenced Danish emissions of greenhouse gases. These include the decision to establish two new offshore wind farms in connection with the energy agreement of March 2004 and the energy-savings agreement of 10 June 2005. The aim of the plan is to reduce annual Danish energy consumption by 7.5 PJ up to 2013. This aim is to be realised by requiring grid and distribution companies within electricity, natural gas, district heating and oil to make more energy savings. As part of this, a market-oriented system has been introduced with goal management through specific savings obligations, and methods to calculate these savings have been developed. Reduction of energy consumption for heating is also an important area for efforts. In addition there is implementation of the EU ETS, which via allowance prices and increases in energy prices has led to a drop in energy consumption.

Overall it is estimated that measures so far (measured from 1990) have meant that Danish emissions of greenhouse gases have fallen by about 27.6 million tonnes CO₂ equivalents per year compared with the figure without the reductions measures.

Reduction potential in the non-ETS sectors

The number of cost-effective measures outside the ETS sectors is expected to be relatively limited. However, it should be emphasised that it has not been possible within the timeframe to examine all initiatives and it may be possible that there are other cost-effective reduction possibilities which are not described in this report. The effect of the energy savings plan of 0.5 mill. tonnes CO₂ outside the ETS area has been included in the new projection and therefore has not been included here.

A list of possible new measures which cost society less than the benchmark of 180 DKK per tonne and realistically can be implemented are shown in Table 3. Depending on the instruments selected, it is estimated that the cost to the state budget of implementing all the initiatives which give a reduction of 1.3 mill tonnes CO₂ per year amounts to DKK 251-851 mill. up to 2012.

Table 3: Reduction potentials, macro-economic costs and the consequences for state finances of selected domestic measures

Measure	Reduction potential, mill. tonnes CO ₂ per yr. in 2008-12	Socio-economic cost DKK/tonne	State budgetary costs DKK/tonne	Total consequences for state finances for period 2007-12
Replacing individual oil boilers with heat pumps	0.15	-150-0	40	Subsidy of DKK 15 mill/yr for 2 yrs.
Improvement in framework conditions for biogas	0.15	-125 ¹⁾	0	0 Financed so far by PSO
Reduction of methane from gas motors	0.2	-80	120	Subsidy of DKK 40 mill/yr for 3 yrs.
New and improved old landfills	0.06	-80-120 ²⁾	33	Total DKK 10 mill.
Documentation for changed composition of feed for cows	0.1	5	2	Total DKK 1 million
CO ₂ reductions in non-ETS business	0.6	150	0-200	DKK 0-600 million
Energy-savings campaigns	0.06	< 120	300	Subsidy of DKK 20 mill. per yr. in 2007-10 and DKK 5-10 mill. hereafter
Total	1.3		39-131	DKK 251-851 mill.

1) Estimated costs on basis of 2005 oil and gas prices.

2) Improvement of old landfills costs society DKK -80/tonne and establishment of new costs less than DKK 120/tonne CO₂ eq.

2

The measures that may contribute to reducing domestic emissions by 1.3 mill. Tonnes per yr. in 2008-12 include: Promotion of energy-efficient heat pumps, improvement of framework agreements for biogas, CO₂ reductions in non-ETS industry sectors, reductions in methane from gas motors, further exploitation of landfill gas, and documentation of the effects of changed cattle feed.

Promotion of energy-efficient heat pumps

Oil consumption by households is not covered by the ETS. Replacement of oil-fired boilers with electric heat pumps could result in a reduction in CO₂ emissions from the non-ETS sectors of an estimated 0.15 mill. tonnes CO₂ eq. per year in the period 2008-12. A combination of several measures could increase the spread of heat pumps; measures including type approval, energy labelling, more information, and subsidy campaigns. In the longer term the effect may be larger.

Improvement in framework conditions for biogas

With regard to biogas, it was expected that 40 new plants would have been built with the price guarantees agreed in the energy agreement of 2004. However, this expansion has more or less stopped. The current political agreement and legislation lays down electricity price guarantees for biogas plants established before the end of 2008. The costs have so far been financed by the PSO (Public Service Obligation) scheme.

In order to promote expansion, it has been determined that there is a need to set up better economic framework conditions. The following could be considered:

- a) repealing the 2008 time limit for meeting the price guarantee conditions for new biogas plants,
- b) Increase in the electricity price guarantee of DKK 0.4 per kWh which currently can be achieved after a plant has been in operation for 10 years,

- c) Compensation mechanisms in relation to waste and manure management, odour reductions and improved exploitation of fertilisers,
- d) Environmental approval could be tightened to ensure effective odour-prevention measures when locating new biogas plants.

Overall it has been estimated that it will be possible to reduce emissions of greenhouse gases by about 0.15 mill. tonnes per year on average in 2008-12.

Reduction of methane from gas motors

Emissions of methane and nitrous oxide by the energy sector are not covered by the allowances scheme, which applies only to emissions of CO₂. CHP plants fired by natural gas emit methane from gas motors. It is possible to install after-burning at these, and this removes at least 90 per cent of methane emissions from the plants as well as minimising the environmental impact from CO, VOC, and formaldehyde. The measure is estimated to have an annual reduction potential of 0.2 mill. tonnes in 2008-12.

The measure will not be financially viable unless subsidies or other incentives are provided. Several options to implement the measure have been examined. The most administratively simple would be to change the Statutory Order on limiting emissions of nitrogen oxides, unburned hydrocarbons, and carbon monoxide etc. from motors and turbines in combination with a subsidy for installing after-burning.

Further exploitation of landfill gas

The goal of the Danish waste strategy has been to stabilise total waste quantities, to increase recycling of waste and to reduce landfilling of waste as far as possible. This means that all waste suitable for incineration must be assigned to incineration. In this way the amount of organic waste at landfills and the resulting methane formation at landfills has fallen considerably. The majority of non-recyclable waste is incinerated with energy recovery. However, there remains a certain potential to reduce methane emissions from existing landfills.

It has been estimated that establishing gas recovery at a further nine landfills in Denmark and improving six existing landfill gas plants would overall reduce emissions of greenhouse gases by 0.06 mill. tonnes per year in 2008-12. In order to achieve this it would be necessary to introduce a subsidy scheme for test pumping at chosen landfills and to improve the existing gas recovery plants.

Documentation of the effect of changed cattle feed

Since 1990 the composition of feed for cattle has changed, and this has reduced their methane emissions. The reduction has been estimated at about 0.1 tonnes per year from 1991-2001. In order to incorporate this in Kyoto accounting there is a need for further documentation via literature studies and model simulations. It has been estimated that this will cost almost DKK 1 mill. The measure will also help increase knowledge about the importance of the composition of feed for livestock's digestive system and thus its effect on methane emissions.

Energy savings in buildings

Targeted efforts in order to ensure further realisation of cost-effective energy savings in existing buildings has been estimated to provide a potential non-

ETS CO₂ reduction of 0.06 mill. tonnes per year. The government's national energy has proposed an annual DKK 20 mill. from 2007-10 and DKK 5-10 mill. thereafter earmarked for targeted campaigns.

CO₂ reductions in the non-ETS industry sector

Increased incentives for CO₂ reductions by the non-ETS sectors have been estimated to have a potential contribution to reductions in greenhouse-gas emissions of about 0.6 mill. tonnes per year in 2008-12. The initiatives could be either 1) a pool for targeted subsidies for enterprises of DKK 200 mill. per year from 2007-9, or 2) tax amendments.

Depending on the extent of the subsidy pool / tax amendments, there may be a need for supplementary measures in order to meet the 0.6 mill. Tonnes.

Description of other measures examined for the non-ETS sectors

A number of other initiatives have also been considered. These all have in common that they will not be cost-effective with the estimated price of allowances, or that there is insufficient evidence for their effect to enable their implementation in the short term.

- Stronger focus on emissions of greenhouse gases from agriculture
- Conversion of car taxes in a more CO₂-friendly direction
- Increased use of biofuels
- Introduction of biocover when decommissioning old landfills
- Increased use of renewable energy

The following is a description of a number of further reductions opportunities in the non-ETS sectors.

Agriculture:

The following specific further initiatives could have a positive effect on greenhouse gas emissions from the agricultural sector in the longer term.

1. Possible climate effect from implementing the Water Framework Directive in Denmark. As the specific initiatives to be implemented have not yet been decided, the effect on emissions of greenhouse gases from agriculture is uncertain.
2. Possible climate effects of the new approval scheme for livestock farms. Calculations by the Danish Institute of Agricultural Sciences on the climate effect of new reductions requirements for ammonia, requirements for covers on manure containers and requirements for better feed efficiency have shown that new livestock legislation is expected to have a slight but uncertain effect on emissions of greenhouse gases.
3. Increased knowledge. In line with the drop in emissions from the energy sector, agriculture will become more prominent in accounting for an increasing proportion of the total greenhouse gas emissions, unless extra efforts are made. Many of the climate measures which are possible within agriculture (for reductions in methane and nitrous oxide from livestock production and fertilizer management), have not been adequately described technically and economically. Climate-effective measures should be combined and incorporated as part of the future environmental policy initiatives in

agriculture. Furthermore, enhanced research and development efforts could help limit emissions of greenhouse gases from agriculture in the longer term. In 2006, DKK 32.8 mill. were earmarked for new knowledge about the climate, agriculture and the environment under the government's food research programme.

Analyses recommended for agriculture include: further analyses of the effect of changed cattle feed, methane oxidation from manure storage, the effect of air-tight covers on manure storage, improvements in calculation methods, including the difference in nitrous-oxide emissions from commercial and livestock fertilisers, research into nitrification inhibitors and biotechnologies which can reduce climate impacts etc. Moreover, there is a need for more intense research into carbon sequestration in Danish agricultural soil as well as into exploiting agricultural crops and residues for energy purposes.

Transport:

Within the transport sector a new screening of measures has been carried out. The potential for cost-effective CO₂ reductions is poor except for changed vehicle tax. The Danish EPA has completed a project, analysing scenarios for revenue-neutral conversion of vehicle taxes in a more environmentally friendly direction. Results show that it is possible to achieve a socio-economic gain and uncertain CO₂ savings of 0.04-0.7 million tonnes/year by introducing road pricing, and differentiating between driving in the countryside and in the city. This initiative, however, would require an extensive change in vehicle taxation and the CO₂-effect would be relatively small in the short term.

In the national energy proposal from January 2007, the government set out that the proportion of biofuel for transport is to be increased to 10 per cent in 2020. The government is ready to stipulate sub-targets for earlier than 2020, provided that substantially, economically competitive and environmentally sustainable technologies have been developed. In order to support the target of increased use of biofuels by transport, it is intended to enhance measures already adopted, for which the government has previously earmarked an extra DKK 200 million to develop second-generation bio ethanol plant up to 2010. Therefore, there will be efforts to ensure that before 2010 a full-scale test plant is established in Denmark. Moreover, DKK 60 million has been allocated for the period 2007-2009 for a test scheme involving the use of bio diesel in limited 'fleets' of vehicles, e.g. in public transport or in the public sector.

Waste:

In order to examine the opportunities of achieving further reductions in methane emissions from Danish as well as foreign landfills, the Danish EPA and private parties from the waste sector has supported a project under the EU LIFE programme. LIFE funding of more than DKK 4 mill. for the project: "BIOCOVER Reduction of Greenhouse Gas Emissions from Landfills by Use of Engineered Biocovers" was approved by the Commission in autumn 2005. The project could possibly reduce methane emissions from Danish landfills by a further 0.2-0.3 mill. tonnes CO₂ eq. at a cost considerably below the benchmark, if the expected results can be demonstrated and a requirement in Denmark for covers can be introduced. The project will not be completed until 2008, however, and documentation of the effect will not be available until that time.

Energy:

The government's vision is that, in the long term Denmark will be entirely independent on fossil fuels - coal, oil and natural gas. Instead, Denmark will be using renewable energy.

The government will secure an effective set of market-based initiatives which, in line with the development of new technology, will increase the proportion of renewable energy and curb the use of fossil fuels. The proportion of renewable energy will be increased to at least 30 per cent of total energy consumption in 2025.

Further to its visionary energy policy, in spring 2007 the government will prepare a specific programme on how this development is to be implemented and how to ensure that measures to reduce emissions by the non-ETS sectors in 2008-12 will contribute by at least 1.3 mill. Tonnes CO₂ eq./year in 2008-12.

Industrial gases:

Denmark has adopted a statutory order on phasing out industrial gases in 2006 and 2007. This goes further than the Regulation on industrial greenhouse gases from the Commission, but Denmark has been permitted to retain the special Danish regulations until 2012. This means that the increase in emissions of greenhouse gases in Denmark can be stabilised.

Technology development and long-term reductions possibilities / requirements

Efforts against climate change mean that the use of fossil fuels will be gradually phased out over the coming decades. The EU environment ministers have indicated that global negotiations on reductions commitments after 2012 will involve working towards industrial countries reducing emissions compared with 1990 by 15-30 per cent in 2020 and 60-80 per cent in 2050. Implementation of the phasing out requires development of both existing and new technologies as well as expansion of renewable energy.

The more long-term technology-development opportunities for the climate area have been incorporated as a central element in the government's report on promoting environmentally efficient technology as well as in the follow-up to the energy strategy. Therefore, this report does not describe these opportunities in more detail.

In connection with using funds from the globalisation fund, the government has decided to set up a new energy-technological development and demonstration programme (EUDP), to replace the existing energy research programme. The new programme will focus on demonstrating energy technology on a larger scale. In connection with the energy policy proposal 'a visionary Danish energy policy' the government has also decided to double public funding for research, development and demonstration of energy technology so that from 2010 an annual total of DKK 1 bn. will be earmarked for this purpose.

Climate considerations in plans, programmes and decisions

In addition to the measures with a direct effect on climate, for which costs can be quantified, there are a number of other, generally voluntary measures,

which indirectly could contribute to reducing climate impacts, but whose effects and costs are hard to quantify. These include:

4. Climate assessments of proposed legislation, plans and programmes,
5. Climate in local agenda 21 plans, and
6. Information on reductions opportunities for selected target groups.

In light of long-term adaptation, it may be advantageous to implement these measures so that a broader range of players is involved in contributing to climate efforts in the longer and shorter terms. The measures are also compatible with the broader climate commitments in the Climate Convention and the Kyoto Protocol.

As part of this, the government has decided to set up a 'one tonne less' campaign, to be run in 2007 and 2008. The campaign will provide information on how individuals can help reduce CO₂ emissions in their daily behaviour, how much this helps and in what way.

1 Indledning

1.1 Baggrund og formål

Danmarks plan for tildeling af CO₂ kvoter til virksomhederne for perioden 2008-12 er samtidig planen for, hvordan Danmark samlet set forventer at opfylde sin reduktionsforpligtelse under Kyoto protokollen og EU's byrdefordelingsaftale.

Der er principielt tre måder, hvorpå Danmark kan nå sin reduktionsmålsætning:

1. Reduktion i antallet af kvoter til de kvoteomfattede virksomheder (primært el- og varmeproduktion, energitung industri og off-shore-sektoren)
2. Reduktion i udledningen af klimagasser i sektorer, som *ikke* er kvotereguleret (f.eks. landbrug, transport, boligopvarmning), og
3. Yderligere statslige køb af projektkreditter i tredjelande eller køb af kvoter.

Denne rapport ser på reduktionsmulighederne under pkt. 2, dvs. uden for de kvotebelagte sektorer.

Regeringens klimastrategi fra 2003 udgør den overordnede ramme for den fremtidige klimaindsats, se Reference 1. Hovedprincippet i klimastrategien er omkostningseffektivitet. Der blev derfor fastsat et pejlemærke for nationale tiltag uden for de kvotebelagte sektorer svarende til forventningerne til den fremtidige kvotepris: Hvis et tiltag koster samfundet mindre end pejlemærket vil det være omkostningseffektivt at igangsætte det. Den resterende klimaindsats dækkes ved brug af de fleksible mekanismer og med EU's CO₂-kvoteordning som hovedvirkemidlet.

I klimastrategien blev der regnet på reduktionspotentialer og samfundsøkonomiske omkostninger ved udvalgte nationale og internationale tiltag. Disse beregninger viste, at omkostningerne i de ikke-kvotebelagte sektorer (først og fremmest transport- og landbrugssektoren) for de fleste tiltag ligger langt over den dengang forventede maksimale pris på fleksible mekanismer (det såkaldte pejlemærke) på 120 kr./tons. Siden Klimastrategien blev offentliggjort i 2003 har forventningerne til kvoteprisen imidlertid ændret sig. I dag forventes en gennemsnitlig kvotepris i 2008-12 at blive på ca. 150 kr./t, hvilket har givet anledning til en justering af pejlemærket til 180 kr./t, se også afsnit 2.5.

Klimastrategien indeholder ikke en udtømmende kortlægning af mulige nationale virkemidler til nedbringelse af de danske udledninger af klimagasser. Derfor har regeringen siden offentliggørelsen af klimastrategien understreget, at den er åben overfor forslag, der kan påvise alternative omkostningseffektive reduktionstiltag i Danmark. På denne baggrund igangsatte Miljøministeriet i 2004 det såkaldte virkemiddelprojekt, med det formål at screene muligheder for omkostningseffektive tiltag uden for de kvotebelagte sektorer og samle op på initiativer til reduktion af drivhusgasser i disse sektorer.

Tiltagene i denne rapport er vurderet ud fra, om de ligger over eller under det nye pejlemærke.

Formålet med rapporten er således at undersøge mulighederne for at reducere drivhusgasudledningerne i de sektorer, som ikke er reguleret af EU's kvotedirektiv. Det drejer sig om transportsektoren, landbrugssektoren, skovbruget, affaldssektoren og industrigasserne samt den ikke kvotebelagte del af industrien og energisektoren. Rapporten følger udviklingen i drivhusgasemissionerne uden for de kvoteregulerede sektorer, herunder den hidtidige indsats og implementering af virkemidler identificeret i forbindelse med regeringens klimastrategi. Det vurderes, om der er udviklingstendenser, der på længere sigt kan medføre betydelige ændringer i drivhusgasemissionerne, og om de evt. kan modvirkes/fremmes.

Desuden ses på en række nye virkemidler, som vil kunne sættes i gang for at reducere klimamankoen i 2008-12. Endelig nævner rapporten en række forsknings- og teknologiudviklingsinitiativer, som kan være medvirkende til at sikre, at Danmark også på længere sigt vil være i stand til at leve op til krav om lavere udslip af drivhusgasser.

Projektet tjener som input til den nationale kvoteallokeringsplan for 2008-12.

1.2 Projektorganisering

Projektet har været organiseret som et tværgående projekt i Miljøstyrelsen. Miljøstyrelsens interne projektgruppe har bestået af personer fra følgende enheder: Industri, Kemikalier, Jord og Affald, Organisation og Jura og Klima, sidstnævnte som projektleder.

Desuden har der været nedsat en referencegruppe for hvert af følgende hovedindsatsområder:

- Jordbrug
- Transport
- Affald

Energidelen uden for kvoten er gennemført i regi af Energistyrelsen.

Følgende institutioner har bidraget til rapporten:

DAKOFA

Danmarks JordbrugsForskning (DJF)

Danmarks Miljøundersøgelser (DMU)

Danmarks Tekniske Universitet (DTU)

Energistyrelsen

Fødevareøkonomisk Institut (FØI)

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri

Skov- og Naturstyrelsen

Skov og Landskab (under den Kongelige Veterinære Landbohøjskole KVL)

Transport- og energiministeriet

Finansministeriet

Endelig har der været gennemført en række analyseprojekter ved eksterne konsulenter, som ligger som baggrundsrapporter for virkemiddelprojektet. En liste over disse findes i kapitel 6: Referenceliste.

De deltagende institutioner har leveret bidrag til beskrivelserne af de enkelte virkemidler og har haft mulighed for at kommentere på rapporten, men kan ikke drages til ansvar for eventuelle fejl og mangler. Indholdet er Miljøstyrelsens ansvar.

Miljøministeriet vil gerne takke alle for de betydelige bidrag, der er leveret.

Rapporten har været fremlagt og diskuteret i regeringens tværministerielle klimaudvalg, som løbende overvåger udviklingen i den danske klimamanko og følger op på, om iværksatte nye tiltag er tilstrækkelige til, at Danmark kan overholde sine reduktionsforpligtelser.

2 Udfordringen

Danmark skal i perioden 2008-12 reducere sit samlede udslip af drivhusgasser med 21% i forhold til 1990. Samtidig stiger atmosfærens indhold af drivhusgasser som følge af menneskelige aktiviteter og meget tyder på, at Danmark også i fremtiden kommer til at yde betydelige bidrag til at reducere det globale drivhusgasudslip. Nye fremskrivninger viser, at den danske klimamanko er faldet siden klimastrategien blev vedtaget i 2003, men der udestår stadig en betydelig udfordring, hvis Danmarks reduktionsmål i 2008-12 skal nås. Dette kapitel giver en kort status.

2.1 Kyoto-protokollen og de globale klimaforandringer

I forhold til Kyoto-protokollen har de industrialiserede lande forpligtet sig til at reducere drivhusgasudledningerne med 5% i gennemsnit i 2008-12 i forhold til basisåret, som er 1990 for CO₂, metan og lattergas og enten 1990 eller 1995 for de industrielle drivhusgasser. EU har forpligtet sig til som et gennemsnit i perioden 2008-12 at bringe udledningen af drivhusgasser ned med 8% i forhold til niveauet i basisåret, og Danmark har som led i den interne EU-byrdefordelingsaftale forpligtet sig til en reduktion på 21%. Som udgangspunkt er Danmark juridisk forpligtet til at opnå denne reduktion i forhold til de faktiske udledninger i basisåret. Danmark har dog gjort krav i EU på at få kompensation for det problem, at CO₂-udledningerne i 1990 var unormalt lave i Danmark, da vi det år havde en meget høj elimport fra Norge og Sverige.

Med Ruslands ratifikation af Kyoto-protokollen kunne denne træde i kraft i februar 2005. Den er dermed det første retlige bindende instrument til bekæmpelse af klimaændringer, og udgør det første skridt imod det endelige mål for FN's klimakonvention, nemlig at stabilisere koncentrationerne af drivhusgasser i atmosfæren på et niveau, der forhindrer farlig indvirkning på det globale klimasystem. EU konkluderede på miljørådsmødet i marts 2005, at de industrialiserede lande må overveje reduktioner i størrelsesordenen 15-30% i 2020 og 60-80% i 2050, hvis der skal være plads til økonomisk vækst i udviklingslandene.³

Udfordringen er således ikke kun at opfylde Danmarks klimaforpligtelser i 2008-12, men også at forberede en indsats, som sikrer, at Danmark på længere sigt vil være i stand til at møde krav om en øget indsats for at bekæmpe globale klimaforandringer. Størstedelen af energiforbruget i energisektoren og den energitunge del af erhvervslivet er reguleret af EU's kvotedirektiv, men efterhånden som kvoterne strammes, og tiltag til reduktion af drivhusgasser gennemføres i disse sektorer, bliver det mere og mere vigtigt at andre sektorer også kommer med, og at der fokuseres på udvikling af teknologi til at reducere drivhusgasudledningerne i alle sektorer. Det er i dette perspektiv virkemiddelrapporten skal læses.

³ Jf. Rådet for den Europæiske Union – Miljø (2005), se Reference 2.

2.2 Danmarks udledning af drivhusgasser

I opgørelsen af Danmarks udledning af drivhusgasser indgår gasserne CO₂, metan, lattergas samt industrigasserne HFC'er, PFC'er og SF₆. Udledningen opgøres i CO₂-ækvivalenter (CO₂-ækv.), hvorved skadesvirkningen af de enkelte drivhusgasser bliver sammenlignelig jf. Tabel 4. Her er angivet drivhuspotentialer for de HFC'er og PFC'er, som har størst relevans for Danmark.

Tabel 4: De forskellige drivhusgassers drivhuspotentialer GWP (Global Warming Potential)

Drivhusgas	Drivhuspotentialer (GWP) pr. tons
CO ₂	1
Metan	21
Lattergas	310
HFC'er	140 – 11.700
Hvoraf:	
HFC-32	650
HFC-125	2.800
HFC-134a	1.300
HFC-143a	3.800
HFC-152a	140
HFC-227ea	2.900
HFC-410a	
PFC'er	6.500 – 9.200
Hvoraf:	
C3F8	7.000
SF ₆	23.900

Udviklingen i Danmarks samlede udledning af drivhusgasser opgøres i overensstemmelse med reglerne under Kyoto-protokollen. Udledningen er, som vist i Tabel 5, faldet med ca. 2 % fra 69,3 mio. tons CO₂-ækv. i basisåret 1990/95 til 68,2 mio. tons CO₂-ækv. i 2004. I 2004 udgjorde CO₂-udledningen 79% af den samlede udledning, lattergas 11%, metan 8% og de stærke drivhusgasser HFC, PFC og SF₆ udgjorde tilsammen ca. 1%.

Tabel 5: Danmarks historiske og forventede fremtidige udledning af drivhusgasser og forventede CO₂-kreditter fra CO₂-optag i jorder og skove.

Mio. Ton CO ₂ -ækvivalenter	Basisår 1990/95 ¹	2004	2005 ⁴⁾	Pr. år 2008-12
CO ₂ ²⁾ (uden optag)	52,7	54,0	50,4	54,7
Metan (CH ₄)	5,7	5,8	5,6	5,5
Lattergas (N ₂ O)	10,6	7,6	7,0	6,7
Industrigasser, HFC'er, PFC'er og SF ₆	0,3	0,8	0,8	0,9
Danmarks samlede udledning af drivhusgasser	69,3	68,1	63,9	67,8
Hvoraf eksport udgør (- betyder sparet CO₂ ved import):	-6,3	6,9	-1,1	3,6
Kreditter fra optag af CO ₂ i skov rejst siden 1990 jf. artikel 3.3 i Kyoto-protokollen				0,262
Kreditter fra optag af CO ₂ i skov rejst før 1990 og jorder jf. artikel 3.4 i Kyoto-protokollen				2,0
Det juridisk bindende mål under EU's byrdefordeling (-21 %) ³⁾				54,8

¹ Basisåret for CO₂, metan og lattergas er 1990. I overensstemmelse med Kyoto-protokollen er 1995 valgt som basisår for industrigasserne.

² Her udledning af CO₂ opgjort under Kyoto-protokollen, idet optag af CO₂ skal opgøres som kreditter under protokollens art. 3.3 og 3.4.

³ Reduktionsmålet på 54,8 mio. tons/år er uden korrektion for forventet kompensation på 1 mio. t/år for den særlige danske basisårsproblematik.

⁴ Foreløbige tal for 2005 afrapporteret til EU 15 januar 2007.
Kilde: Reference 3 og Reference 34.

I forbindelse med allokeringsplanen er foretaget en ny ”with measures” fremskrivning af de danske drivhusgasemissioner for perioden 2008-12. Denne fremgår ligeledes af Tabel 5, hvor også Danmarks juridisk bindende reduktionsmål under EU’s byrdefordeling er anført. Uden yderligere virkemidler ventes Danmarks samlede drivhusgasudledning i den senest opdaterede fremskrivning i gennemsnit at ligge på ca. 68 mio. tons CO₂-ækvivalenter pr. år i 2008-12, og der forventes at være en manko på omkring 13 mio. tons/år, som skal dækkes for at nå den juridiske reduktionsforpligtelse.

Danmark har valgt at benytte muligheden for i det danske Kyoto-regnskab at indregne CO₂ optag i marker og skove, der eksisterede før 1990 i medfør af Kyoto Protokollens artikel 3.4. Dette skønnes at reducere klimamankoen med ca. 2 mio. tons/år i perioden 2008-12. Herudover er der et bidrag fra skove, der er plantet efter 1990 på knap 0,3 mio. tons/år, som også regnes med i Kyoto regnskabet. Samlet forventes de såkaldte sinks således at bidrage med ca. 2,3 mio. t/år i 2008-12.

Udledningen af CO₂ stammer primært fra forbrænding af kul, olie og naturgas i kraftværker og beboelsejendomme. Derudover stammer en ikke ubetydelig del på 20% fra transport. Korrigeres CO₂-emissionerne for eludenrigshandel fås et fald på 20% fra 1990 til 2004 svarende til en reduktion i udledningen knyttet til det danske energiforbrug på ca. 14 mio. tons. Faldet skyldes især et brændselsskift fra kul til naturgas og vedvarende energi, øget kraftvarmeudbredelse samt energieffektivisering.

Metan udledes både naturligt og pga. menneskelige aktiviteter. De menneskeskabte udledninger af metan stammer overvejende fra landbrug, men også deponeringsanlæg og energiproduktionen bidrager til udledningen. Udledningerne fra deponeringsanlæg er faldet siden 1990 som følge af et forbud mod deponering af organisk affald i 1997 og udnyttelse af deponigas til energiformål. På landbrugssiden har der været et nogenlunde konstant metanudslip, idet der er sket en forskydning i husdyrholdet fra kvæg til svin, hvilket har mindsket udledningen, men til gengæld er der sket en stigning i metanemissionen fra husdyrgødning. Endelig har der været en øget metanemission i energiproduktionen pga. øget anvendelse af gasmotorer, hvilket sammenlagt betyder, at metanemissionen er steget omkring 1% siden 1990.

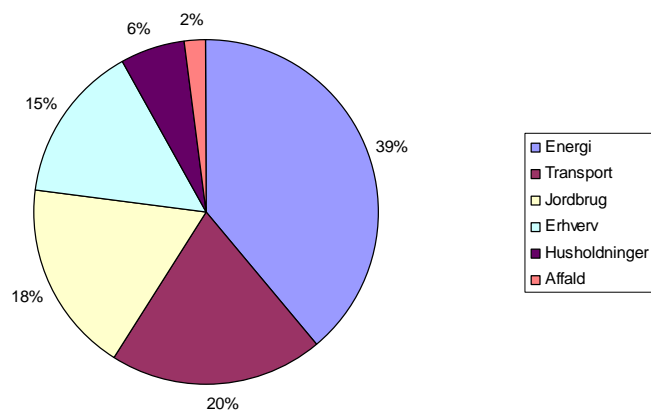
Landbruget udgør den vigtigste kilde til **lattergasudledning**. En mindre del udledes fra kraftvarmeværker samt udstødning fra biler udstyret med katalysator. Siden slutningen af 1980’erne er en række vandmiljøplaner blevet gennemført i landbruget, hvilket bl.a. har bevirket en bedre kvælstofudnyttelse og som en af følgerne heraf er lattergasudledningen faldet med 28 % siden 1990.

De industrielle eller såkaldte fluorholdige drivhusgasser (f-gasser) HFC, PFC og SF₆ bruges bl.a. som kølemiddel i køleanlæg, til opblæsning af PUR-skum og i el-sektoren. Bidraget fra denne gruppe gasser er i dag på ca. 1% af de samlede emissioner af drivhusgasser, men udledningen har været stærkt stigende op igennem 1990’erne pga. udskiftningen af CFC’er (FREON) med HFC’er.

Tabel 6 og Figur 3 viser fordelingen af drivhusgasemissioner på sektorer og udviklingen i sektorernes emissioner fra 1990 til 2004 og forventningerne til sektoremissionerne i 2008-12. Energisektoren er med en udledning på 26,6 Mio. tons CO₂-ækv. i 2004 den mest betydningsfulde sektor i klimasammenhæng. Herefter kommer transportsektoren, som står for 20% af de samlede udledninger i 2004 og hvis andel forventes at vokse yderligere i 2010. Landbrugssektorens emissioner har været faldende siden 1990 og udgjorde 18% af de samlede emissioner i 2004. Landbrugssektorens emissioner forventes at falde svagt frem til 2008-12 med de nuværende virkemidler. Herefter følger erhverv med 15%, husholdninger med 6% og affaldssektoren med 2% af de samlede udledninger i 2004.

Tabel 6: Danmarks drivhusgasemissioner fordelt på sektorer, mio. tons CO₂-ækv. (Miljøstyrelsen 2006).

Sektor	1990/95	2004	2004 %	Gns. 2008-12	Ændring fra 1990/95 til 2008-12 (%)
Energi	26,6	26,6	39%	27,9	+5%
Erhverv	9,5	10,1	15%	9,6	+1%
Transport	10,6	13,6	20%	14,2	+36%
Landbrug inkl. energiforbrug og skov	15,8	12,3	18%	11,8	-26%
Husholdninger	5,2	4,3	6%	3,8	-27%
Affald inkl. Spildevand	1,5	1,4	2%	1,3	-13%
Total	69,3	68,2	100%	67,8	-2%



Figur 3: Drivhusgasudledningen fordelt på de økonomiske sektorer incl. de enkelte sektorers energiforbrug.

2.3 EU's kvotesystem og den nationale allokationsplan

EU's kvotedirektiv er implementeret i dansk lov gennem kvoteloven. Kvoteordningen trådte i kraft 1.1.2005 og afløser for de største elproducenter den tidligere nationale CO₂ kvoteordning. I overensstemmelse med Klimastrategien er EU-kvotefordelingen det vigtigste instrument i indsatsen for

at opfylde den danske klimaforpligtelse. Kvoteloven fastlægger i første omgang kvotetildelingen for prøveperioden 2005-7, hvor 377 danske produktionsanlæg via den nationale allokeringssplan har fået tildelt et antal gratiskvoter. EU's kvoteordning omfatter CO₂-udledningen fra energiproducerende anlæg med en indfyret effekt over 20 MW samt en række energitunge industrier, så som raffinaderier, stålværker, cementproducenter, teglværker, papirindustri, mv. Allokeringssplanen for den første Kyoto forpligtelsesperiode 2008-12 (Reference 5) danner grundlag for en ændring af den danske kvotelov for perioden 2008-12. De kvotebelagte virksomheder kan opfylde deres emissionsloft enten ved at reducere egne emissioner, ved at købe EU kvoter eller ved at købe JI eller CDM kreditter. Tilsvarende kan virksomhederne sælge eventuelle overskydende kvoter.

De kvotebelagte sektors andel af de samlede udledninger udgjorde ca. 41% i 2005, jf. Tabel 7. Denne andel forventes med den nye fremskrivning at være ca. 44 % i 2008-12. Det skal bemærkes, at 2005 var et vådt år i Norden med en betydelig produktion af vandkraft i Norge og Sverige og import af el til Danmark. Derfor var de danske emissioner fra elsektoren lavere end normalt dette år.

Tabel 7: Danmarks drivhusgasemissioner fordelt på kvotebelagte og ikke-kvotebelagte sektorer, mio. tons CO₂-ækv.

	2005 emissioner	Ny fremskrivning 2008-12
Kvoteomfattet:	26,4	29,7
Ikke-kvoteomfattet:		
Energi og erhverv uden for kvote	5,1	6,1
Husholdninger	4,2	3,8
Industrigasser	0,8	0,9
Transportsektoren	13,8	14,2
Landbrug inkl. energiforbrug og skov	12,2	11,8
Affald	1,4	1,3
Total uden for kvotesystem:	37,5	38,1
Total	63,9	67,8

Kilde: Reference 3, Reference 4 og Reference 34

2.4 De ikke kvotebelagte sektorer

De ikke-kvotebelagte sektorer omfatter sektorerne jordbrug, affald, industrigasser, transport, samt den ikke-kvotebelagte energisektor, dvs. energiproducerende anlæg under 20 MW, husholdningernes centralvarmeanlæg og emissioner fra den øvrige del af industrien. Da kvotesystemet indtil videre kun omfatter drivhusgassen CO₂, hører alle kilder til lattergas- og metanemission under det ikke-kvotebelagte område. Neden for følger en beskrivelse af de enkelte ikke-kvotebelagte sektors emissionskilder samt omfanget heraf.

2.4.1 Jordbrug

Jordbrugssektoren dækker over sektorerne landbrug- og skovbrug. De to sektors indvirkning på drivhusgasregnskabet er dog vidt forskellige. Hvor landbruget udleder drivhusgasserne metan, lattergas og CO₂ sker der i skovbruget, forudsat at tilvæksten er større end hugsten, et netto-optag af CO₂ gennem kulstofbinding i træernes vedmasse. Der sker dog også en binding af CO₂ i jorderne:

- Metan dannes, dels som biprodukt ved især køers fordøjelse, dels under gødningshåndtering i stald og lager, hvor husdyrgødning omsættes. Fælles for disse processer er, at der er mulighed for iltfrie miljøer, hvilket er en forudsætning for metandannelsen.
- Lattergas dannes ligeledes under gødningshåndteringen. Under gødningshåndteringen sker en mikrobiel omsætning af organisk og mineralsk kvælstof, hvorunder der dannes lattergas. Denne omsætning sker endvidere også ved omsætning af kvælstof i jorden, f.eks. når jorden tilføres gødning og ved nedbrydning af dødt plantemateriale.
- CO₂ udledes i forbindelse med jordbrugets maskindrift. Ophobning, herunder brug af spagnum, eller nedbrydning af organisk materiale bevirker derimod at der bindes eller frigives CO₂ fra jorden.

Tabel 8 viser en liste over de forskellige emissionskilder i landbruget. Emissionskilderne kan opdeles i grupperne: husdyrs fordøjelsesprocesser, gødningshåndtering, kvælstofomsætning i marken, energi og kulstofbinding.

Tabel 8: Emissionskilderne i jordbrugssektoren

Kilde	Drivhusgas	Emission i kt i 2005 CO ₂ -ækv.	Andel i %
Husdyrs fordøjelsesprocesser	Metan	2630	22 %
- Køer		2227	
- Svin		297	
- Andre dyr		105	
Gødningshåndtering (husdyrgødning)	Metan og lattergas	1573³	13 %
- Køer		530	
- Svin		877	
- Andre dyr og lager		166	
Kvælstofomsætning i marken	Lattergas	5677	47 %
- handelsgødning		1228	
- udbringning af husdyrgødning		1104	
- kvælstofudvaskning		1992	
- Afgrøderester		323	
- ammoniakfordampning		359	
- øvrige kilder ¹⁾		670	
Energi²	CO₂	2213⁴	18 %
I alt		12093	100 %

Noter til tabel:

¹⁾ Omfatter kvæstoffiksering, dyrkning af organiske jorde, spildevand anvendt som gødning samt husdyrgødning afsat på græs.

²⁾ Incl. fiskeriets energiforbrug.

³⁾ Kulstofbinding i jorde og skove iht. Artikel 3.3 og 3.4 er ikke medtaget her, se nærmere beskrivelse i afsnit 4.1.5.

⁴⁾ Tal for 2004

Kilde: Reference 4 og Reference 6.

2.4.2 Transport

Transportsektorens udledninger består primært af CO₂. Udledningerne stammer fra afbrænding af brændstoffer fra køretøjer, skibe og fly, hvor dog kun national transport med fly og skibe i dag er reguleret af Kyoto protokollen og derfor skal med i opgørelsen af Danmarks samlede nationale udledning. På trods af, at den teknologiske udvikling har medført et faldende energiforbrug pr. km, var den samlede udledning af drivhusgasser fra transportsektoren i 2004 28% over niveauet i 1990, og fremskrivningerne viser, at denne tendens vil fortsætte frem til 2012.

Inden for vejtrafikken står personbilerne for 55 % af de samlede CO₂-emissioner, last biler og varebiler står for ca. 20 % hver, mens resten kommer fra busser og andre køretøjer.

Metan og lattergasemissionerne kommer især fra katalysatorer på benzinpersonbiler. Der er sket et fald i metanemissionen fra biler som følge af mere effektive katalysatorer, men det er samtidig årsag til en samlet stigning i lattergasemissionerne. Pga. af det høje drivhusgaspotential i lattergas udgør dette således et stigende problem. I 2008-12 forventes lattergas fra katalysatorer at bidrage med ½ mio. tons CO₂-ækv. om året.

Internationale bunkers er ikke reguleret af Kyoto protokollen i dag, men udgør et betydeligt drivhusproblem – for Danmarks vedkommende 5 mio. tons CO₂-ækv. hvilket svarer til 7% af de samlede regulerede udledninger.

Tabel 9: Emissioner fra transportsektoren, kilotonns CO₂-ækv. pr. år

Kilde	1990	2004	2008-12
Vejtrafik	9.500	12.485	13.551
I alt			
- CO ₂	9.323	12.011	12.985
- CH ₄ (målt i CO ₂ -ækv.)	52	53	47
- N ₂ O (målt i CO ₂ -ækv.)	125	421	519
Banetrafik	252	230	222
Indenlandsk skibs- og flytrafik	698	400	423
Militærets transport	120	243	124
I alt omfattet af Kyoto protokollen i dag	10.570	13.358	14.489
International skibs- og flytrafik ("bunkers")	4.823	4.992	5.581

Kilde: Reference 3 og Reference 6.

2.4.3 Affald og spildevand

Affaldssektorens bidrag til udledningen af drivhusgasser består primært af metan fra nedbrydning af organisk affald, fra deponeringsanlæg (lossepladser). Hertil kommer mindre udledninger af metan og lattergas fra spildevandsbehandling. Af affaldssektorens samlede drivhusgasudledning på 1,4 mio. tons CO₂-ækv. i 2004 – svarende til 2% af Danmarks samlede drivhusgasudledning – udgjorde bidragene fra deponeringsanlæg og spildevandsbehandling henholdsvis 79% og 21%.

Forbrænding af den del af affaldet, som er fremstillet på grundlag af olie, (primært plastaffald) giver anledning til en CO₂-udledning. Denne udledning tilskrives imidlertid energisektoren, idet al affaldsforbrænding i Danmark er forbundet med energiudnyttelse.

Nyttiggørelsen af gas fra deponeringsanlæg og biogasanlæg samt energiudnyttelsen fra affaldsforbrænding bidrager til en indirekte reduktion af CO₂-udledningen fra energisektoren, såfremt energien substituerer fossil energi.

2.4.4 Energi og erhverv uden for kvote

Drivhusgasemissionerne fra de ikke kvoteomfattede energiproducenter og virksomheder inkl. lattergas og metanemissionen fra den kvoteomfattede sektor forventes i 2008-12 at udgøre ca. 6,1 Mio. tons svarende til knap 10 % af den samlede drivhusgasudledning. I kategorien ikke-kvoteomfattede energiproducenter og virksomheder indgår energianlæg med en indfyret effekt på under 20 MW.

Størstedelen af drivhusgasudledningen i den ikke-kvotebelagte energisektor er CO₂. Men metan og lattergasemissioner fra bl.a. naturgasfyrede kraftværker bidrager også betydeligt til drivhusgasproblemet og er ikke reguleret i dag.

2.4.5 Husholdninger

Udledningen i denne sektor stammer først og fremmest fra husholdningernes energiforbrug i forbindelse med individuel opvarmning. Udledningerne i forbindelse med husholdningernes el- og fjernvarmeforbrug henregnes til producenterne af el- og fjernvarme, som er kvotebelagt. Husholdningerne udledte i 2004 4,2 mio. tons CO₂-ækv., og udledningen forventes at være faldende i årene frem til første forpligtelsesperiode. Idet husholdningernes drivhusgasudledning primært stammer fra deres energiforbrug, vil såvel hidtidige som fremtidige virkemidler i denne sektor være beskrevet under energi uden for kvote i afsnit 3.4 og 4.4.

2.4.6 Industrigasser

Kyotoprotokollen indeholder udover retningslinier for drivhusgasserne CO₂, metan og lattergas også rammer for HFC'er, PFC'er og SF₆. Disse stoffer går under betegnelsen industrigasser. Fælles for denne gruppe af stoffer er, at deres drivhuspotentiale er langt stærkere end de førstnævnte. HFC'erne blev erstatning for de tidligere FREON stoffer (CFC'er og HCFC'er), som blev udfaset med Montreal protokollen. HFC'erne bruges især som kølemiddel i køleanlæg og til opblæsning af PUR-skum. Udledningen udgjorde i 2004 0,8 mio. tons CO₂-ækv. og forventes at toppe i 2006 pga. det danske forbud mod anvendelsen af HFC'er i nye anlæg fra 2006.

Med hensyn til PFC'er så er alene C₃F₈ opgjort til at være relevant for Danmark, hvor anvendelsen er lille og mest som kølemiddel. SF₆ bruges i Danmark primært i højspændingsledninger, i termoruder og i mindre grad til laboratoriebrug, til skosåler og enkelte andre mindre anvendelser.

Tabel 10: Anvendelsen af industrigasser, kttons CO₂-ækv. pr. år

Kilde	1995	2004	2008-12
HFC'er	218	749	832
PFC'er	1	16	9
SF6	107	33	59
Industrigasser I alt	326	798	900

Kilde: Reference 3.

2.5 Pejlemærket

I regeringens klimastrategi, der udkom i 2003 blev der fastsat et pejlemærke for hjemlige tiltag udenfor de kvotebelagte sektorer på 120 kr./tons. Pejlemærket er fremkommet med udgangspunkt i forventninger dengang til den kommende kvotepris på 40-60 kr./tons CO₂ i 2008-2012. På grund af den store usikkerhed om det fremtidige prisniveau blev det vurderet, at gennemsnitsprisen næppe ville overstige 100 kr. pr. tons i denne periode. Gennemsnitsprisen er ligesom alle andre fordele og omkostninger i en samfundsøkonomisk analyse forhøjet til forbrugerprisniveau ved brug af nettoafgiftsfaktoren og bliver derved ca. 120 kr./tons.

Pejlemærket skal forstås som en samfundsøkonomisk rettesnor for de hjemlige tiltag, der ikke er omfattet af kvoteordningen. Det kan således bruges til at vurdere om disse tiltag er samfundsøkonomisk fordelagtige sammenlignet med prisen på CO₂-kvoter, som alternativt kan bruges til at nå det danske reduktionsmål for drivhusgasser.

Der kan dog være andre effekter ved hjemlige tiltag, f.eks. teknologiudvikling, forsyningsikkerhed, mv. som er svære at prisfastsætte og dermed inddrage i samfundsøkonomiske analyser. Positive sideeffekter kan betyde, at det kan være fordelagtigt at gennemføre indenlandske tiltag udenfor de kvotebelagte sektorer til trods for, at de omkostningsmæssigt ligger over pejlemærket, eller hvis sideeffekterne er negative, at man undlader at gennemføre tiltagene.

Pejlemærket er i sagens natur meget afhængig af vurderinger af de fremtidige kvotepriser. I 2005 er kvoteprisen steget fra 60 kr./tons i begyndelsen af året til 170 kr./tons i december. I marts 2006 var prisen oppe over 200 kr./t men er siden faldet til under 50 kr./t i januar 2007. Forward prisen på kvoter leveret i 2008 og derefter ligger dog væsentlig højere, nemlig på 100-150 kr./t.

Analyser af kvoteprisen foretaget i forbindelse med allokeringsplanen af COWI og ECON for Miljøstyrelsen og Energistyrelsen (se Reference 7, Reference 8 og Reference 9) peger på, at kvoteprisen i 2008-12 formentlig bliver højere end hidtil antaget. Et centralt skøn på den fremtidige gennemsnitlige kvotepris i 2008-12 er ca. 150 kr./tons, hvilket også er anvendt i Energistyrelsens nye emissionsfremskrivninger for energisektoren. Forhøjet med nettoafgiftsfaktoren svarer dette til et dansk pejlemærke på 180 kr./tons. Det er dette pejlemærke, som ligger til grund for vurderingen af, om tiltagene i denne rapport er samfundsøkonomisk fordelagtige eller ej. Dog viser analyser, at meget få af de undersøgte tiltag har samfundsøkonomiske omkostninger mellem 120 og 180 kr./tons, så reelt har opskrivningen af pejlemærket ikke haft den store betydning for, hvilke tiltag det i denne rapport er fundet samfundsøkonomisk fordelagtigt at gennemføre i Danmark.

2.6 Samfundsøkonomisk metode

Som grundlag for at kunne vurdere fordelagtigheden af de nationale tiltag skal disse optimalt set underkastes en velfærdsøkonomisk cost-effectiveness analyse. Formålet med denne analyse er på konsistent vis at kunne sammenligne CO₂-reduktionsomkostningerne ved forskellige tiltag og på tværs af sektorer, således at CO₂-reduktionen kan opnås billigst muligt.

Som udgangspunkt opgøres den CO₂-reduktion, som et givet tiltag giver anledning til. Derefter beregnes de omkostninger, som tiltaget medfører. Det kan f.eks. være ekstra investeringer eller øget forbrug af arbejdskraft. Ligeledes opgøres afledte fordele eller ulemper, som tiltaget giver anledning til. Eksempler herpå er reduktion i udslip af øvrige emissioner f.eks. SO₂ og NO_x. I det omfang det er muligt at prissætte disse afledte effekter, opgøres de i kroner og ører. Det har generelt ikke været muligt at prissætte afledte effekter af tiltag i jordbrugssektoren.

Alt afhængigt af om tiltaget er forbundet med positive eller negative afledte effekter vil reduktionsomkostningen derfor blive mindsket eller øget ved medtagelse heraf.

Fælles for en stor del af tiltagene er, at omkostningsberegningen er foretaget med et andet hovedformål end CO₂-reduktion, f.eks. tiltag til reduktion af kvælstofudledningen i forbindelse med VMPIII. Her er CO₂-reduktion blot en sidegevinst, og værdien af kvælstofreduktion er ikke medtaget.

Den velfærdsøkonomiske analyse baserer sig på markedspriser, dvs. de økonomiske konsekvenser, der ikke er på markedspriseniveau, opskrives ved hjælp af nettoafgiftsfaktoren⁴. Statens finansieringsbehov antages at give anledning til et skatteforvriddningstab på 20 pct., som tillægges de samlede skattefinansierede omkostninger. Hvor det har været muligt er såvel den privatøkonomiske som den samfundsøkonomiske omkostning ved tiltagene beregnet. Desuden er de statsfinansielle konsekvenser angivet for de tiltag, som ligger under pejlemærket og hvor det er realistisk, at de kan gennemføres i perioden 2008-12.

For at kunne sammenligne tiltagets omkostninger og fordele på tværs af tidsmæssige forskydninger, udregnes nutidsværdien af omkostninger og fordele ved brug af en kalkulationsrente på 6 %, jf. Finansministeriets vejledning for udarbejdelse af samfundsøkonomiske analyser.

Tiltagets CO₂-omkostning beregnes som tiltagets nettoomkostningerne i forhold til CO₂-reduktionen. I forhold til at nå reduktionsmålet i første reduktionsperiode er reduktionspotentialet fra 2008 til 2012 relevant. Til at beregne den velfærdsøkonomiske omkostning ved et tiltag er det imidlertid relevant at betragte tiltagets samlede reduktionspotentialer over hele tiltagets levetid. Formlen for beregning af de velfærdsøkonomiske CO₂ omkostninger er vist neden for.

⁴ Nettoafgiftsfaktoren for indenlandsk handlede varer er 1,17 og for udenlandsk handlede varer 1,25

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

hvor B_t henholdsvis C_t afspejler tiltagets gevinster og omkostninger i periode t , ΔCO_2^t angiver ændringen i CO_2 -udslip i periode t , og r angiver diskonteringsraten. P^{CO_2} beskriver omkostningen ved en reduktion i drivhusgasudslippet. I øvrigt henvises til Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger, Finansministeriet (1999), Reference 10.

3 Danmarks hidtidige indsats

Siden 1990 har Danmark gennemført en lang række virkemidler, som har påvirket udslippet af drivhusgasser. Nogle tiltag har været gennemført med CO₂-reduktion som formål, mens andre har været motiveret af andre formål. De eksisterende virkemidler, dvs. de virkemidler, som er vedtaget i perioden 1990-2005 er indregnet i den nye fremskrivning. Dette kapitel giver et kort resumé af den hidtidige indsats. Kapitlet bygger først og fremmest på den såkaldte indsatsanalyse (Reference 11), hvor effekten af en række tiltag igangsat i perioden 1990-2001 er estimeret både for 2001 og for perioden 2008-12. I Danmarks 4. Nationalrapport (Reference 12) findes yderligere oplysninger om disse virkemidler. Denne rapport indeholder også yderligere oplysninger om virkemidler gennemført i perioden 2001-5.

3.1 Jordbrug

Der har hidtil ikke været implementeret virkemidler i jordbruget, hvor det primære formål har været at nedsætte udledningen af drivhusgasser. En række initiativer og udviklingen i landbrugets produktionsteknologier har imidlertid, som en sideeffekt til reduktionen af næringsstoffabet, haft en gunstig indvirkning på drivhusgasudledningen hovedsagelig på lattergas og CO₂. Drivhusgasudledningen er derudover blevet påvirket af landbrugets strukturelle udvikling. En stadig øget effektivisering af husdyrproduktionen har medført en øget mælkeproduktion pr. ko og et større antal grise pr. so, hvormed udledningen per produceret enhed er mindsket.

Tabel 11 viser en oversigt over de vigtigste eksisterende, dvs. de allerede vedtagne, virkemidler, som er indregnet i DMUs fremskrivning af maj 2005 (Reference 6) og den seneste fremskrivning af januar 2007 (Reference 3). Af tabellen ses, at drivhusgasudledningen først og fremmest er blevet reduceret siden 1990 gennem implementering af vandmiljøplanerne, som påvirker omsætningen af kvælstof. Samlet forventes udledningen af drivhusgasser fra jordbruget at blive reduceret med 4 mio. tons fra 1990 til 2010, og af tabellen ses, at en stor del af reduktionen skyldes de gennemførte virkemidler.

Tabel 11: Vigtigste virkemidler som reducerer udledningen af drivhusgasser fra jordbruget

Virkemiddel	Iværksættelse	Eksempler på tiltag	Reduktion i tons CO ₂ -ækv. i 2010
Vandmiljøplan I og II samt Handlingsplan for bæredygtigt landbrug	1987, 1991 og 1998	Krav om større andel vintergrønne marker. Bedre udnyttelse af husdyrgødning.	2,2
Vandmiljøplan III	2004	Etablering af vådområder. Skærpelse af reglerne for efterafgrøder. MVJ ordninger.	0,2
Effekt af CAP reform ud over VMP III ¹⁾	2000-2004	Strukturudvikling	0,23
NPO-handlingsplanen	1985	Harmonikrav om maksimalt 2 dyreenheder pr. ha.	n.a.

		Påbud om nedbringning af husdyrgødning indenfor 24 timer.	
Forbud mod afbrænding af halm på marken	1989		n.a.
Ammoniakhandlingsplanen, herunder den Ny Husdyrgødningsbekendtgørelse	2001	Forbud mod bredspredning og reduceret henliggetid. Optimering af gødningshåndtering i stalde. Overdækning af husdyrgødning.	0,03
Støtte til biogas anlæg	1987	Forbud mod halmludning Pristillæg for miljøvenlig el	0,5
Samlet reduktion i 2010 ekskl. sinks			3,45
Skovrejsning (offentlig såvel som privat)	1985	Tilskud til privat skovrejsning på landbrugsjord. Medfinansiering til kommunal skovrejsning.	0,26

Noter til tabel:

1. Udover den anførte effekt af selve VMPIII-aftalen er det estimeret, at effekten under VMPIII af den generelle strukturudvikling vil være en reduktion på 170.000 tons CO₂-ækv./år, og at effekten af CAP-reformen derudover er en reduktion på 230.000 tons CO₂-ækv./år. Disse effekter er indregnet i den nye fremskrivning.

Kilde: Se bl.a. Reference 6 og Reference 13.

Gennemførelsen af vandmiljøplanerne, som bl.a. har til formål at mindske udvaskningen af næringsstoffer, udgør et væsentligt bidrag til reduktion landbrugets udledning af drivhusgasser. De har hovedsageligt påvirket jordbrugets lattergasemission gennem et øget kvælstofudnyttelse i husdyrgødningen hvorved forbruget af handelsgødning er blevet mindsket.

Der er i dag ca. 20 biogasfællesanlæg og en lang række gårdbiogasanlæg i Danmark. Disse medvirker til at reducere drivhusgasudledningerne dels gennem bedre gødningsudnyttelse, dels ved erstatning af fossile brændsler. Der gives et pristilskud til energi produceret på biogas. Afregningsreglerne er senest fastsat i den energipolitiske aftale af 29. marts 2004, som indebærer, at nye anlæg, der opføres inden udgangen af 2008, afregnes med 60 øre/kWh i en 10-årig periode og derefter 40 øre/kWh i yderligere en 10-årig periode. Der er et samlet loft for støtte på 8 PJ svarende til en fordobling af den nuværende kapacitet på biogasanlæggene. Udbygningstakten har dog været væsentlig mindre end forudset ifm. den energipolitiske aftale, hvorfor der i fremskrivningerne kun er indregnet en udbygning svarende til 2 PJ frem til 2010. Det betyder, at der samlet set forventes en reduktion i CO₂ udledningerne fra biogasanlæg i 2010 sammenlignet med 1990 på 0,5 mio. t/år uden yderligere tiltag.

CO₂-binding fra skovrejsning rejst siden 1990 indgår i Danmarks samlede drivhusgasregnskab i medfør af Kyoto-protokollens artikel 3.3. CO₂-optaget er endnu begrænset pga. træernes lave alder og størrelse, men øges i takt med at træernes vedmasse forøges. Det blev i 1989 besluttet at fordoble Danmarks skovareal over de næste 80-100 år, og der gives som følge heraf tilskud til såvel privat som offentlig skovrejsning. Der er i perioden 1990 – 2004 blevet plantet 18.400 ha skov med tilskud⁵, hvilket dog ikke er tilstrækkeligt til at opfylde Danmarks målsætning om en fordobling af Danmarks skovareal.

⁵ Herudover blev der rejst 9.000 ha uden tilskud.

3.2 Transport

I forbindelse med CO₂-udledning fra transportsektoren, fokuseres der oftest på vejtransport, som tegner sig for ca. 90% af transportsektorens samlede udledning, idet international fly- og skibstrafik ikke er reguleret og derfor ikke er medtaget i dette tal.

Transportsektoren er en sektor, hvor omkostningerne til CO₂-reduktioner er forholdsvis høje. De i klimastrategien undersøgte initiativer har da også dokumenteret dette, da de generelt ligger langt over pejlemærket. Dette skyldes bl.a., at de undersøgte initiativer retter sig mod dele af transportsektoren, der i forvejen har en høj afgiftsbetaling og et betydeligt fiskalt bidrag.

I Danmark er der gennemført en række tiltag, som har reduceret transportsektorens udledninger. Det er dog hovedsageligt tre tiltag, nemlig EU's frivillige aftale med bilindustrien sammen med den grønne ejerafgift og øgede afgifter på brændstoffer, der siden 1990 har haft en betydende virkning på CO₂-udslippet fra trafikken. Den kvantitative effekt af disse tiltag er samlet skønnet til ca. 1,7 mio. tons CO₂ årligt i Kyoto protokollens første forpligtelsesperiode 2008-2012, se Tabel 12.

Tabel 12: Hittidige virkemidler i transportsektoren

Virkemiddel	Status	Reduktion Mio. tons CO ₂ /år frem til 2010
Øgede brændstofafgifter	Implementeret	1,175
Grøn ejerafgift på motorkøretøjer	Implementeret	
Frivillig aftale med bilindustrien	Implementeret	0,55
Energirigtig køreteknik	Implementeret	n.a.
Indsats for overholdelse af gældende hastighedsgrænser	Implementeret	n.a.
Etablering af intermodale anlæg	Implementeres løbende	n.a.
Fremme af miljøvenlig godstransport	Implementeret	n.a.
Reduceret rejsetid for kollektiv trafik	Implementeres løbende	n.a.
Fysisk planlægning	Implementeres løbende	n.a.
Samlet reduktion i 2010		1,725

Kilde: Reference 11

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 CO₂-emission på 140 g/km for nyregistrerede biler i 2008, svarende til en reduktion på 25% i forhold til 1995. Aftalen ses som et vigtigt led i Kommissionens mål om at nå en gennemsnitlig CO₂-udledning for nye personbiler på 120 g/km senest i 2010. Det forudsættes, at reduktionen fra 140 til 120 g/km kan opnås ved en blanding af økonomiske virkemidler og informationskampagner. I aftalen hedder det også, at industrien skal vurdere mulighederne for yderligere forbedringer af energieffektiviteten mhp. at nå Kommissionens mål på 120 g/km i 2012. Aftalen med den europæiske industri er siden fulgt op af lignende aftaler med bilindustrierne i Japan og Korea.

I Danmark er nye benzinbilers brændstoffektivitet fra 1998 til 2004 øget fra 13,1 km/liter i 1998 til 14,1 km/liter i 2004, og diesebilernes brændstoffektivitet er tilsvarende øget fra 15,7 km/liter til 18,7 km/liter.

Dieselandelen af det samlede nybilsalg er samtidig steget fra 4,6 pct. i 1998 til 23 pct. i 2004, hvilket har bidraget til et samlet fald i det gennemsnitlige CO₂-udslip fra nye biler på 182 g/km i 1998 til 163 g/km i 2005.

Reduktionen af trafikens CO₂-udslip understøttes herhjemme af Færdselsstyrelsens "Hvor langt på literen?" kampagne, hvor der sættes fokus på energimærket med henblik på at påvirke forbrugerne i retning af at købe mere brændstoføkonomiske biler. Færdselsstyrelsen følger løbende udviklingen i de nyregistrerede personbilers CO₂-emission.

Foruden aftalen med bilindustrien er det især øgede brændstofafgifter og omlægning af vægtafgiften til grøn ejerafgift, som begge vurderes at have haft en betydelig effekt. Disse tiltag er desuden implementeret med CO₂-reduktion som et af de primære mål. Fra 1990 til 2001 er energifgiften på benzin og diesel steget med næsten 50%, og der er indført en særlig CO₂-afgift på diesel. I 1997 blev vægtafgiften på personbiler omlagt til den såkaldte grønne ejerafgift. Formålet var at skærpe miljøincitamentet ved køb af personbiler, så det i højere grad er energieffektive biler, der efterspørges.

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

Da trafik isoleret set giver anledning til en række negative sideeffekter ud over at bidrage til drivhuseffekten gennem øget CO₂-udslip – herunder luftforurening som forringer luftkvaliteten eller medfører forsuring, støj, ulykker samt trængselsproblemer, er det vigtigt at bemærke, at de forskellige initiativer, der er gennemført på transportområdet, typisk er indført for at adressere flere af disse forhold og kan således ikke kun ses i relation til CO₂-udledningerne.

3.3 Affald

Indsatsen på affaldsområdet frem til 2004 havde som mål at stabilisere de samlede affaldsmængder, at øge genanvendelsen af affald samt at nedbringe deponeringen af affald mest muligt.

Fra 2005 har affaldsstrategien fokuseret på at afkoble stigningen i affaldsmængden fra væksten i økonomien, at forebygge tab af ressourcer og miljøbelastning fra affald og at sikre mere miljø for pengene.

De anvendte virkemidler på affaldsområdet har således ikke haft direkte fokus på at nedbringe udledningen af drivhusgasser fra affaldssektoren, men en række virkemidler har faktisk medvirket hertil.

Det vigtigste virkemiddel i denne sammenhæng er affaldsbekendtgørelsens regler om kommunernes pligt til at anvise forbrændingsegnet affald til forbrænding. Hermed er mængden af organisk affald til deponering og dermed metandannelsen på deponeringsanlæggene faldet væsentligt. Størstedelen af det ikke-genanvendelige affald forbrændes med

energiudnyttelse, og bortset fra forbrænding af oliebase materialer som f.eks. plastaffald er affaldsforbrænding en CO₂-neutral energiproduktion.

Der er anvendt en lang række forskellige virkemidler for at øge genanvendelsen af affald, herunder affaldsafgiften og en række specifikke afgifter på emballage, bæreposer m.v., tilskudsordninger, regelbaserede krav til genanvendelse af en række materialer samt informationsinitiativer.

Tabel 13: Hittidige virkemidler i affaldssektoren

Virkemiddel	Status	Reduktion Mio. tons CO ₂ /år
Stop for deponering af forbrændingseget affald	Reglerne trådte i kraft 1. jan. 1997	0,3
Affaldsavgift på deponering og forbrænding	Indført 1987	n.a.
Diverse specifikke afgifter, herunder volumen- og vægtbaserede emballageafgifter		n.a.
Diverse tilskudsordninger	1986 – 2003	n.a.
Regler om øget genanvendelse af plastemballageaffald	Nye mål for 2008. Reglerne trådte i kraft den 1. september 2005	0,005
Tilskud til gasopsamling på deponeringsanlæg	Ophørt med udgangen af 2001	0,1-0,2
Gennemførelse af EU's deponeringsdirektiv	Reglerne trådte i kraft 16. juni 2001. Yderligere regler forventes udstedt i 2005/06	n.a.

Kilde: Reference 12 og Reference 13

Ved genanvendelse af affald spares der typisk energi (fossile brændsler) og dermed drivhusgasemission, idet det ofte er mere energikrævende at fremstille nye råstoffer end at genanvende materialer i affaldet. Imidlertid importerer Danmark mange af de pågældende råstoffer, hvorfor energibesparelsen sker i udlandet. Derfor kan den reducerede drivhusgasemission ikke godskrives i det danske CO₂-regnskab, selv om det er Danmark, der gør indsatsen for at øge genanvendelsen. 66% af de samlede danske affaldsmængder blev genanvendt i 2003.

Energistyrelsens tidligere tilskudsordning støttede etablering af en række gasopsamlingsanlæg på deponeringsanlæg, men denne tilskudsordning ophørte med udgangen af 2001.

På baggrund af EU's deponeringsdirektiv er der med deponeringsbekendtgørelsen fastsat skærpede krav til indretning og drift af deponeringsanlæg. Med disse regler forventes der bl.a. en reduktion i antallet af deponeringsanlæg, en betydelig stigning i omkostningerne ved deponering samt en yderligere reduktion i de årlige affaldsmængder til deponering.

Der er fra september 2005 indført nye regler i affaldsbekendtgørelsen, der skal sikre en øget genanvendelse af plastemballageaffald fra erhvervsvirksomheder og husholdninger. Der forventes indsamlet yderligere 11.000 tons plastemballage, således at Emballagedirektivets mål om 22,5% genanvendelse af plastemballage i 2008 vil blive opfyldt. Da denne mængde plast i dag forbrændes, vil en øget genanvendelse medføre en reduktion i CO₂-udledningen fra affaldsforbrændings-anlæg. Effekten afhænger af, om platen genanvendes i Danmark eller i udlandet, og om den manglende el og varme fra forbrændingsanlæggene erstattes af energi produceret på fossile brændsler eller CO₂-neutrale brændsler. Hvis 25% af platen genanvendes i Danmark og resten eksporteres til genanvendelse, og hvis el og varme produceres af fossile brændsler, vurderes effekten at blive ca. 5.000 tons CO₂-reduktion for Danmark pr. år.

3.4 Energi og erhverv (uden for kvote)

I 2005 vedtog regeringen en ny energisparehandlingsplan. Målet i planen er, at gennemføre konkrete, dokumenterbare besparelser på 7,5 PJ årligt i perioden 2006 – 2013. Dette svarer til 1,15 % af det årlige danske energiforbrug. I forhold til den tidligere energispareindsats er der tale om en tre-dobling af indsatsen. En væsentlig del af de øgede energibesparelser skal leveres af net- og distributionsselskaberne inden for elektricitet, naturgas, fjernvarme og olie. Som led heri er der indført et markedsorienteret system med målstyring via specifikke besparelsesforpligtelser, og der er udviklet metoder til opgørelse af besparelserne. Den nye ordning erstatter selskabernes hidtidige DSM-indsats.

Samtidig er reduktion af energiforbruget til opvarmning et væsentligt indsatsområde. Indsatsen på dette område har i en årrække været begrænset, og der vurderes at være store uudnyttede besparelspotentialer. De centrale initiativer i planen er stramning af energibestemmelserne i bygningsreglementet for nye bygninger og indførelse af krav i forhold til eksisterende bygninger i forbindelse med større renoveringer samt udskiftning af komponenter (tag, vinduer, kedler mv.), ny forbedret energimærkeordning samt bedre tilsyn med kedler og ventilationsanlæg, og endelig en særlig indsats i forhold til den offentlige sektor. Samtidig etableres et Energispare koordinationsudvalg. Energispareplanen forventes ifølge Energistyrelsen at reducere drivhusgasudledningen med 2 mio. tons, hvoraf de 0,54 mio. sker i den ikke-kvoteomfattede sektor.

Herudover er der tidligere gennemført en lang række initiativer og handlingsplaner på energiområdet med det formål at spare på energien og reducere CO₂-udledningen, f.eks. **Energi 2000** fra 1990, hvor målet var at reducere CO₂-udslippet med 20 % og **Energi 21**, som var en opfølgning heraf. Bl.a. er der løbende gennemført stramminger af energikravne i bygningsreglementet og i 1996 blev der indført krav om energimærkning af bygninger i forbindelse med salg. Med henblik på at fremme elbesparelser i husholdninger og den offentlige sektor blev Elsparefonden oprettet i 1996. Elsparefonden laver bl.a. kampagner med fokus på markedspåvirkning i retning af energiidstyr med højere effektivitet og lavere pris, så forbrugeren lettere kan handle energirigtigt. Elsparefonden har f.eks. lavet kampagner for hvidevarer og computerudstørs energiforbrug. Disse initiativer har haft en betydelig effekt både inden for og uden for det nu kvotebelagte område.

Et af de vigtigste eksisterende virkemidler er indførelse af energi- og CO₂-afgifter. Afgifterne er vurderet til have reduceret drivhusgasudledningen i energisektoren i år 2001 med ca. 1,5 mio. tons. Denne reduktion kan dog ikke overføres til første forpligtelsesperiode under kvotesystemet pga. bl.a. implementering af kvotedirektivet, ændret efterspørgsel mv.

I forbindelse med indførelse af CO₂-afgifter blev der indført tilskud til dækning af CO₂-afgiften hos energitunge virksomheder (aftaleordningen). Ordningen indebærer, at virksomheder til gengæld for en afgiftsreduktion forpligter sig til en energiaftale med henblik på fremme af energieffektiviseringer. Der har også i en periode været tilskudsordning til investeringer i energibesparende udstyr og løsninger.

Generelt gælder, at det vigtigste instrument til reduktion af drivhusgasudledningerne i energisektoren og industrien fremover er kvotedirektivet, som dels regulerer de kvotebelagte sektors CO₂ emissioner, dels påvirker de ikke-kvotebelagte sektorer gennem overvæltning af kvoteprisen i elpriserne og i et vist omfang i øvrige produktpriser. Effekten af CO₂ kvotesystemet bestemmes i den nationale kvoteallokeringsplan.

Anvendelsen af biomasse til kraftvarmeproduktion bidrager til at reducere drivhusgasudledningerne gennem fortrængning af fossile brændsler. Biomasseaftalerne har bevirket, at brugen af biomasse har været stigende. I 2005 forventes biomasseaftalernes målsætninger om indfyring med henholdsvis 1 mio. tons halm og 0,2 mio. tons træ at blive opfyldt svarende til en brændværdi på 19,5 PJ eller 11% af den samlede energiforsyning i Danmark.

Herudover har en lang række øvrige virkemidler påvirket energisektorens drivhusgasudledning. Dette gælder f.eks. pristillæg til miljøvenlig elproduktion, , der omfatter elproduktion baseret på vind, biobrændsler, biogas, og affald samt på naturgas på mindre værker. Tilskud til biogas er beskrevet nærmere i afsnit 3.1. En del pristillæg gives som et konstant tillæg mens andre reguleres i forhold til markedsprisen, således at summen af markedspris og pristillæg sikrer producenten en fast afregning. Tilskuddets størrelse afhænger af brændselstype samt af anlæggets størrelse og alder, og er fastsat i elforsyningsloven. Det betales af elforbrugerne over elregningen som en offentlig forpligtelse (PSO).

Flere mindre kilder udleder metan i energisektoren. Det største enkelt bidrag kommer fra gasfyrede kraftvarmeverker, som udleder uforbrændt naturgas (UHC). En stor del af den uforbrændte naturgas er metan. Bekendtgørelsen om begrænsning af emission af nitrogenoxider, uforbrændte carbonhydrider og carbonmonoxid mv. fra motorer og turbiner sætter grænseværdier for bl.a. UHC indholdet, men der er fortsat et ikke ubetydeligt reduktionspotentiale fra disse anvendelser, jf. afsnit 4.

3.5 Industrigasser

Indsatsen over for de industrielle drivhusgasser (HFC'erne, PFC'erne og SF6) består af flere tiltag. Der er indført en afgift på stofferne, der er indført forbud mod en række anvendelser, og der er afsat betydelige beløb til udvikling og implementering af alternativer til HFC'erne inden for kølebranchen.

Afgiften på de industrielle drivhusgasser blev indført i 2001. Afgiften svarer til stoffets GWP faktor ganget med den danske CO₂-afgift på 0,1 kr./kg CO₂ og opkræves ved import af stofferne, da de ikke produceres i Danmark. Afgiften har bevirket et langt større fokus på unødige tab, samt i sagens natur gjort anlæg/produkter med industrielle drivhusgasser dyrere, og dermed øget interessen for alternativer, der ikke er afgiftsbelagte.

I 2002 trådte bekendtgørelsen om regulering af vise industrielle drivhusgasser i kraft. Der er et generelt forbud mod anvendelse i nye anlæg fra 1. januar 2006 med en række undtagelser. Det mest omfattende forbud (anvendelse i større køleanlæg m.v. over 10 kg HFC) trådte først i kraft 1. januar 2007. Servicering af eksisterende anlæg, køleanlæg mellem 0,150 - 10 kg HFC samt mobile køleanlæg inkl. mobil aircondition er undtaget.

Der er afsat 12 mio. kr. til kølebranchen i løbet af 2005-2008 til udvikling og implementering af alternativer til HFC. I 2005 blev der etableret et "Videnscenter for HFC-fri køling", der bl.a. yder gratis rådgivning i et vist omfang til installation af konkrete anlæg og generelt skal rådgive branchen om alternativerne.

Tabel 14: Hidtidige virkemidler til regulering af industrigasserne.

Virkemiddel	Reduktion i 2010 Mio tons CO₂-ækv. pr. år
Finansiell støtte til udvikling af alternativer til HFC'er til køleformål (en del af virksomhedsordningen)	Ingen direkte, idet ordningen støtter op om nedenstående virkemidler
Bekendtgørelse om regulering af visse industrielle drivhusgasser	0,5
Afgift på anvendelsen af industrielle drivhusgasser (HFC'er, PFC'er og SF6)	

4 Fremtidige virkemidler

I forbindelse med virkemiddelprojektet er en række fremtidige tiltag til reduktion af de ikke kvotebelagte sektorer drivhusgasudledning blevet identificeret og analyseret. Disse er nærmere beskrevet i dette kapitel med henblik på at undersøge, om der kan iværksættes yderligere tiltag til lukning af den danske klimamanko i 2008-12 uden for de kvotebelagte sektorer.

4.1 Jordbrug

I forbindelse med forberedelsen af VMP III blev en særlig klimaarbejdsgruppe nedsat. Gruppen vurderede dels effekten af VMP III på landbrugets drivhusgasemissioner, dels mulige nye virkemidler til reduktion af disse. Dette arbejde er siden fulgt op af en række supplerende analyser i regi af Miljøstyrelsen, og tilsammen udgør disse analyser grundlaget for dette kapitel.

Landbrugets udledning af drivhusgasser kan, som tidligere omtalt, opdeles i grupperne:

- husdyrenes fordøjelsessystem
- gødningshåndtering
- kvælstofomsætning i marken
- energi
- kulstoflagring / omsætning i jorden.

Det er forskelligt hvilke drivhusgasser, som udledes i de enkelte grupper. Metan udledes i forbindelse med husdyrs fordøjelsessystem og gødningshåndtering, lattergas ved gødningshåndtering og kvælstofomsætning i marken, mens CO₂ udledes i forbindelse med jordbrugets energiforbrug og optages ved kulstoflagring eller frigives ved omsætning i jorden, rydning af skov, stormfald, mv.

Udledningen af næringsstoffer og drivhusgasser fra jordbruget er diffus. Derfor er viden om og dokumentation af sammenhænge mellem konkrete tiltag og indvirkning på udledningen af drivhusgasser kompliceret. For en lang række af de gennemgåede tiltag i jordbruget har der vist sig et behov for mere viden om disse sammenhænge. Desuden er der nogle faste principper for, hvorledes effekter af tiltag medregnes i Kyotoregnskabet. En effektiv tilrettelæggelse af eventuelle ændringer i landbrugspraksis for at reducere udledningen af drivhusgasser, vil kræve en dokumenteret sammenhæng mellem adfærdsændring og effekt, herunder bogføring i klimaregnskabet.

Tabel 15, Tabel 16 og Tabel 17 giver en oversigt over mulige, fremtidige virkemidler. De mest lovende af disse vil i dette afsnit blive beskrevet i så stor en udstrækning som mulig mht. reduktionspotentiale, omkostning pr. reduceret tons CO₂, eventuelle barrierer for implementering samt forslag til hvorledes tiltaget kan implementeres.

4.1.1 Emissioner fra husdyrenes fordøjelsessystem

Næsten 2/3 af landbrugets samlede metanudledning stammer fra køers fordøjelsessystem. Der sker kun en begrænset udledning fra svin, hvilket skyldes forskelle i svin og køers mavesystem.

Malkekøer producerer dagligt ca. 2 m³ metangas pr. ko, hvilket giver samme drivhuseffekt som afbrænding af ½ l fyringsolie. Metan dannes som følge af et for højt brinttryk i vommen, og produktionen kan derfor bl.a. mindskes ved at påvirke de brintproducerende processer. Dette kan ske gennem en øget foderudnyttelse og ved en ændret fodersammensætning. Metanproduktionen kan også påvirkes direkte ved tilsætning af metanhæmmende stoffer i foderet.

Tabel 15: Oversigt over potentielle tiltag i husdyrenes fordøjelsessystem.

	Reduktionspotentiale pr. år i mio. tons CO ₂ -ækv.	Omkostninger, kr. pr. tons reduceret CO ₂		Kilde
		Velfærdsøkonomiske	Privatøkonomiske	
Øget fedtindhold i foderet hos køer	0,40	-55	-47	Reference 14
Dokumentation for ændret fodersammensætning 1990-2001	0,1	6	5	Reference 15
Reduceret fiberindhold i svins foder	n.a.	n.a.	n.a.	Reference 15
Brug af metanhæmmende stoffer hos køer	0 – 0,6 ¹	n.a.	5.500	Reference 14

Noter til tabel:

¹ 0,6 angiver det maksimale potentiale ved anvendelse på alle danske malkekøer.

Ændret fodersammensætning

Den mest effektive metode til reduktion af køers metanudledning er at øge fedtandelen i foderet. Potentialet er størst hos malkekøer, mens det er begrænset hos ungdyrene pga. for stor tilvækst. Tilsættes foderet 400 gram fedt anses det for sandsynligt, at den årlige emission fra danske malkekøer kan mindskes med ca. 0,4 mio. tons CO₂-ækv. Denne beregning tager højde for strukturudviklingen⁶ og en øgede mælkeproduktion pr. ko.

Den velfærdsøkonomiske omkostning ved tiltaget er beregnet til -55 kr. pr. tons CO₂ dvs. en gevinst for samfundet. Begrundelsen er, at der i dag ikke er nævneværdig forskel på prisen for forskellige fodermidler målt i foderenheder, og at tiltaget vil øge mælkeproduktionen pr. ko.

Der er dog en række barrierer for implementering af tiltaget i praksis. Fedtsyrer kan påvirke slutprodukterne på en u hensigtsmæssig måde, og der kan opstå problemer med produktionssygdomme. Desuden medfører et øget fedtindhold i foderet også et øget fedtindhold i mælken, hvorved landmanden kan få problemer med at overholde mælkekvoten, idet størrelsen af landmandens mælkekvote er afhængig af fedt og proteinindholdet. Det er derfor tvivlsomt om dette tiltag kan vinde opbakning i erhvervet.

⁶ Mælkeproduktionen stiger gennemsnitligt 2 % om året pga. et øget foderniveau, bedre grovfoder kvalitet samt genetisk fremgang. I og med at den danske mælkeproduktion er begrænset af EU's mælkekvoter vil antallet af malkekøer nødvendigvis falde.

Der er i perioden 1991- 2001 sket en forskydning i køernes fodersammensætning fra sukkerroer til majsensilage og samtidig er foderniveauet steget. Foderets indhold af fedt og stivelse er hermed blevet øget, mens sukkerindholdet er faldet. Såvel litteraturstudier som simuleringsmodel resultater viser, at dette har en positiv effekt på metanudledningen fra malkekøer formentlig i størrelsesordenen 0,1 mio. tons CO₂-ækv/år. Før denne metanreduktion kan medregnes i Kyoto-regnskabet, er det imidlertid nødvendigt med yderligere dokumentation. Omkostningen herved er omkring 5 kr. pr. tons reduceret CO₂, og dermed langt under pejlemærket.

Svin har som ovenfor nævnt kun en begrænset produktion af metan. At svins andel af den samlede metanudledning alligevel kommer op på 8 % skyldes det store antal. Der har hidtil kun været begrænset fokus på svins metanproduktion. Undersøgelser tyder på, at et reduceret fiberindhold i foderet kan mindske udledningen. Dette er imidlertid i modstrid med de nuværende ønsker om velfærd og økologi, hvilket gør det meget tvivlsomt om tiltaget er gennemførligt. Der foreligger endnu ingen oplysninger om potentiale eller omkostninger.

Brug af metanhæmmende stoffer

Der findes en række stoffer, som kan nedsætte produktionen af metan. Stofferne kan opdeles i grupperne antibiotika og lignende, halogenerede metanaloger, bakteriociner samt brintforbrugende stoffer. Et problem ved de første to grupper er, at de ikke acceptables at anvende i Danmark, og for de resterende grupper gælder at de enten er meget omkostningstunge eller umodne.

En vaccine har været afprøvet på får i Australien og de foreløbige resultater viser, at fårs metanproduktion kan reduceres med 8 – 13 %. Tidshorisonten for at en lignende vaccine kan blive udviklet til køer er sandsynligvis lang, og det er endnu uvist om en vaccine vil påvirke køers metanudledning i samme omfang som fårs.

4.1.2 Emissioner fra gødningshåndtering

Emissioner fra gødningshåndtering indbefatter forløbet fra gødningens produktion til udbringning på marken. Heri indgår såvel udledning fra stalde som gylletanke. I forbindelse hermed er der mulighed for udledning af såvel lattergas som metan. Udslippet kan reduceres dels gennem tekniske tiltag som f.eks. staldindretning og overdækning af gyllebeholdere, dels gennem behandling af gyllen som f.eks. biogasbehandling. En samlet oversigt over virkemidler, der påvirker emissioner fra gødningshåndtering, er vist i Tabel 16.

Overdækning af gyllebeholdere

Gyllebeholdere beskyttes i dag med et flydelag. Overdækning af gyllebeholdere med telt eller dug vil kunne reducere udledningen af drivhusgasser yderligere. Forskningsresultater indikerer desuden, at kontrolleret luftskifte vil kunne øge metanoxidationen. Der mangler dog endnu viden om det optimale omfang af luftskifte samt om overdækningens udformning kan have en indvirkning.

Metanudledningen fra stald og lager er i dag opgjort til ca. 0,9 mio. tons CO₂-ækv. Overdækning af samtlige gyllebeholdere skønnes at kunne halvere dette tal. Dvs. reduktionspotentialet for overdækning er op til 0,45 mio. tons årligt.

Kombineres dette med daglig udbringning af husdyrgødning fra stalde til gyllebeholdere vil dette potentiale blive øget.

Før tiltaget kan blive implementeret er det nødvendigt at udvikle teknologien bag kontrolleret luftskifte samt dokumentere effekten.

Godkendelsesordningen for husdyrbrug over 75 dyreenheder indebærer reduktionskrav for ammoniak, krav om overdækning af gyllebeholdere og krav om øget fodereffektivitet. Der er modsatrettede effekter på drivhusgasudledningerne af disse tiltag, men samlet set skønner Fødevareministeriet og DJF, at ordningen vil være neutral i forhold til drivhusgasudledningen, jf. Reference 23.

Tabel 16: Oversigt over potentielle tiltag til reduktion af emissioner fra gødningshåndtering.

	Reduktionspotentiale pr. år i mio. tons CO ₂ -ækv.	Omkostninger pr. tons reduceret CO ₂		Kilde
		Velfærdsøkonomiske	Privatøkonomiske	
Overdækning af gyllebeholdere med telt eller dug	Op til 0,45	n.a.	n.a.	Reference 16
Lufttæt overdækning af gødningsstakke på mark	0,05	<120	n.a.	Reference 16 og Reference 17
Øget udnyttelse af biogas Ophævelse af 2008 grænsen for pristilskud og forbedrede elafregningsvilkår	0,14	43	589	Reference 18, Reference 19, Reference 20
Gylleseparering og efterfølgende afbrænding ⁴	0,06			Reference 21
Optimeret indretning af 20 % af svinestalde ¹	0,009-0,035	n.a.	n.a.	Reference 22
Afbrænding af fjerkrægødning	Op til 0,13			Reference 16
Hurtig udslusning af gylle (20 % af husdyrgødning)	0,02	[<120]	[<120]	Reference 16
Optimeret indretning af kvægstalde (10-20%) ¹	0,007-0,015	n.a.	n.a.	Reference 22
Nedfældning af gylle (10-20%) ¹	0,007-0,02	n.a.	n.a.	Reference 22
Reduktion af svinebestanden (10-20%)	0,16-0,32	n.a.	>580	Reference 22
Reduktion af kvægbestanden (10-20%)	0,3-0,6	n.a.	>320	Reference 22

Noter til tabel:

¹ Det angivne potentiale forudsætter at gødningsnormen også ændres ved tiltaget, således at tilførslen af handelsgødning mindskes, da kvælstofindholdet i husdyrgødningen bliver øget ved tiltaget.

² Omkostningsberegninger.

³ Reduktionspotentiale.

⁴ Potentialet er angivet for 10 anlæg, der hver behandler 180.000 tons bioforgasset gylle.

Lufttæt overdækning af gødningsstakke på mark

Dybstrøelse fra stalde opbevares i dag i stakke på markerne, hvis det ikke spredes i umiddelbar forbindelse med, at staldene tømmes.

Den samlede emission fra dybstrøelse er opgjort til 0,5 mio. tons CO₂-ækv. En realistisk antagelse er, at 70% af gødningen udbringes om foråret mens resten køres i stak. Lufttæt overdækning kan således kun omfatte de resterende 30%, hvilket maksimalt giver mulighed for en reduktion på 0,15 mio. tons CO₂-ækv. Det er dog kun markstakke som ikke jævnlige tilføres ny gødning som vil blive overdækket. Der foreligger i dag meget dårlige data om bl.a. mængden samt om hvor lang tid gødningen ligger, før den spredes. Et realistisk potentiale vurderes derfor kun at være 0,05 mio. tons CO₂-ækv. Potentialet vil formentlig fremover være faldende pga. strukturudviklingen og afbrænding af fjerkrægødning, som er blevet tilladt. Omkostningerne er tidligere blevet beregnet for overdækning med en kompostdug. Omkostningerne var her -700 kr. pr. tons reduceret CO₂. En lufttæt overdækning er ca. 10 gange dyrere, men omkostningen herved vil formentlig ligge under pejlemærket.

Virkemidlet vil kunne implementeres gennem en ændring i husdyrgødningsbekendtgørelsen. For en mindre del af landbruget, som komposterer deres husdyrgødning, vil et krav om lufttæt overdækning af deres markstakke kunne give problemer i forhold til komposteringsprocessen.

Biogasbehandling

Afgasning af gylle bevirker, at gødningens indhold af omsætteligt organisk materiale omdannes til biogas (metan og kuldioxid). Gassen opsamles og anvendes, hvorved den erstatter fossil energi og medfører at CO₂-udledningen mindskes. I og med at gyllens indhold af omsætteligt kulstof bliver reduceret, mindskes også potentialet for metan- og lattergasproduktion i forbindelse med opbevaring og udbringning af gødning. Andre positive følger af afgasning er færre lugtgener ved udbringning, reduceret udvaskning og et lavere indhold af sygdomskim. Biogasanlæggene medvirker desuden til genanvendelse af en lang række organiske affaldsprodukter primært fra levnedsmiddelindustrien.

Samfundsøkonomi

Der produceres årligt omkring 33 mio. tons husdyrgødning i Danmark. Ca. 2 mio. tons (6 %) anvendes i dag i biogasanlæg. Et repræsentativt biogafællesanlæg, som leverer biogas til et i øvrigt naturgasfyret decentralt kraftvarmeværk, giver alt i alt anledning til en reduktion i udledningen af CO₂ og CO₂-ækvivalenter (metan og lattergas) på omkring 120.000 tons pr. PJ biogas. Ca. halvdelen af denne effekt skyldes reduktion af udledningerne af metan og lattergas fra landbruget. På grundlag heraf blev den samfundsøkonomiske reduktionsomkostning ved forgasning af husdyrgødning i 2002 beregnet til 43 kr. pr. tons CO₂-ækv., mens den privatøkonomiske omkostning var 589 kr. pr. tons.

Pga. de stigende olie/gaspriser vurderes tiltaget opdateret til 2005 priser at medføre en samfundsøkonomisk gevinst på ca. -125 kr./ton, se Reference 20.

Den store forskel på de privatøkonomiske og samfundsøkonomiske omkostninger skyldes, at tiltaget er forbundet med store positive sideeffekter så som sparede omkostninger til affaldsbortskaffelse, lugtreduktion og bedre gødningsudnyttelse, som kun medtages i de samfundsøkonomiske beregninger. Således kan de samfundsøkonomiske omk. opgøres til ca. 460 kr./ton uden indregning af sideeffekter.

Idet bortskaffelse af industriaffald udgør ca. 70 pct. af de positive sideeffekter, skal det derfor understreges, at den fordelagtige samfundsøkonomiske vurdering kun gælder så længe der findes et tilstrækkeligt udbud heraf.

Virkemidler

En øget anvendelse af biogas indebærer etablering af nye anlæg og udvidelse af eksisterende, og udbygningen vil være fordelt på både store fællesanlæg og gårdbiogasanlæg. Interessen samler sig dog især om etablering af fællesanlæg, og i langt de fleste projekter vil afsætningen af biogas ske til eksisterende decentrale kraftvarmeværker, som i dag bruger naturgas. Disse decentrale kraftvarmeværker vil typisk være mindre værker, som ikke er kvotepålagte og som ikke leverer til fjernvarmenet, der forsynes fra kvoteomfattede værker.

Udbygningen af biogassektoren er stagneret de seneste år, således at væksten nu er på omkring 1 % om året. Den politiske aftale fra marts 2004 om en elafregningspris på 60 øre/kWh faldende til 40 øre/kWh har indtil videre ikke ført til den forventede udbygning.

Med den gældende lovgivning er der ikke fastsat elafregningsvilkår for biogasanlæg, som først tages i brug efter 2008. En fortsat udbygning efter 2008 forudsætter dermed umiddelbart, at der sker en afklaring af elafregningsvilkårene efter 2008.

Hvis der ønskes gennemført en styrket udbygning, vurderes der at være behov for at tage stilling til, hvordan det kan gøres økonomisk mere attraktivt at etablere anlæggene, ligesom det må vurderes om der er andre barrierer over for udbygningen med biogasanlæg.

Som et regneeksempel er der regnet på virkningerne af, at 2008-fristen for opnåelse af de nu gældende elafregningsvilkår for nye biogasanlæg ophæves kombineret med en forbedring af elafregningen, således at denne bringes op i nærheden af det niveau, der var gældende i 1990'erne, hvor udbygningen forløb med en vækst på omkring 10% om året. Der er skønnet, at en sådan ændring (svarende til at elafregningen hæves til 60 øre i 20 år frem for kun i 10 år, samt at denne pristalsreguleres) vil medføre en merproduktion af biogas i perioden 2008-12 på 1,16 PJ/år, hvilket igen vil medføre en ekstra reduktion i udledningen af drivhusgasser på ca. 150.000 tons/år.

Forligsbindinger

Finansieringen af bedre elafregningsvilkår er hidtil sket over PSO. Elafregningsreglerne herunder 2008-kravet for biogasbaseret elproduktion indgår i den energipolitiske aftale fra 29. marts 2004. Ændringer af afregningsreglerne kræver derfor enighed blandt aftalens parter. (V, K, S, R og SF). Da der vil være tale om ændringer i PSO-omkostningerne, er der desuden aftalebinding i forhold til DF.

Andre barrierer

Andre barrierer for biogasanlæg er f.eks. lokaliseringsproblemer. Placeringsproblemerne opstår typisk som følge af naboindsigelser af frygt for lugtgener m.v. Der findes tekniske løsninger på lugtproblemerne, men opgaven er at samle den eksisterende viden om, hvordan man på effektiv vis kan sikre biogasanlæggene mod at give anledning til lugtgener, og at formidle denne viden på en operationel måde til brug for myndighederne i forbindelse med miljøgodkendelser af nye anlæg. Miljøministeriet har udarbejdet en ny rapport om effektive lugtforanstaltninger på biogasanlæg (Reference 24), som sammen med nye standardvilkår for biogasanlæg bl.a. har til hensigt at mindske risikoen for lugtgener fra anlæggene og dermed gøre det lettere for kommunerne at finde egnede placeringer til nye anlæg.

Separation og efterfølgende afbrænding

Biogasbehandlingen kan suppleres med efterfølgende separering af den afgassede biomasse. Separeringen bevirker, at den afgassede gylle opdeles i en fast fiberfraktion og en flydende fraktion. Ved separeringen øges andelen af plantetilgængelig kvælstof i den flydende fraktion, hvilket medfører, at denne fraktion kan anvendes med høj udnyttelsesgrad og lav udvaskningsrisiko.

Fiberfraktionen har et højt indhold af fosfor, men en lav udnyttelsesgrad af kvælstof. Samtidig er der endnu ikke udviklet gode udbringningsteknologier, og fiber fraktionen skal afsættes i konkurrence med spildevandsslam, som ikke har en markedspris. Disse problemer med fiberfraktionen har været en barriere for udbredelse af separationsteknologien. Derfor har der været fokus på muligheden for at afbrænde den faste fraktion. Regeringen tog i sommeren 2005 initiativ til at gennemføre en række lovændringer, som vil gøre det muligt at afbrænde den faste fraktion uden affaldsafgift. Afbrændingen kan fortrænge brugen af fossil energi (CO₂-substitution) samt mindske metan- og lattergasemissionen ved lagring og udbringning.

Varmeforsyningsreguleringens hensyn til en kombineret kraftvarmeproduktion har imidlertid hidtil vejet tungere end de decentrale kraftvarmeverker mulighed for at afbrænde fiberfraktioner til ren varmeproduktion. Afbrændingen kan desuden medføre en række andre afledte miljøkonsekvenser, såsom askens tungmetallindhold, fosforkoncentration og NO_x emission, hvis omfang i dag ikke kendes med sikkerhed.

Drivhusgasreduktionen ved afbrænding er dog kun marginal svarende til 24 og 34 kg CO₂-ækv. pr. tons gylle alt afhængig af, om der er tale om afgasset eller ikke-afgasset gylle. Afbrændingen har dog den afledte gevinst, at den kan påvirke biogasudnyttelsen i positiv retning. Hvis det forudsættes at 90% af gødningen fra den danske svinebestand håndteres som gylle og al denne gylle separeres og afbrændes vil reduktionspotentialet være ca. 0,36 mio. tons CO₂-ækv. årligt. Dette er dog næppe opnåeligt på kort sigt, og i Tabel 16 er der derfor regnet på 10 anlæg svarende til en samlet CO₂-reduktion på 60.000 tons. Dette tiltag har en negativ omkostning i sammenligning med en referencesituation, hvor fiberfraktionen ikke afbrændes, jf. Reference 21.

Afbrænding af husdyrgødning medfører at mængden af husdyrgødning til landbrugsjorderne reduceres. Som følge af at Danmark i sin reduktionsforpligtigelse har tilvalgt art. 3.4 i Kyoto protokollen for landbrugsjorder, vil den afbrændte mængde ændre jordens kulstofbalance og dermed reducere den samlede nettoeffekt her. Nettoeffekten afhænger af hvilken tidshorisont der anvendes. På kort sigt, dvs. første forpligtigelsesperiode 2008-2012, skønnes nettoeffekten at være ca. 25% af den afbrændte kulstofmængde.

Afbrænding af fjerkrægødning

Afbrænding af fjerkrægødning er i sig selv CO₂-neutral, men vil dog være forbundet med sideeffekter, som har en gunstig indvirkning på drivhusgasserne. Blandt andet vil ammoniakemissionen mindskes. Samlet vil afbrænding af al fjerkrægødning reducere udledningen med ca. 0,13 mio. tons CO₂-ækv⁷. I februar 2006 besluttede regeringen af lovliggøre generel afbrænding af husdyrgødning til energiformål. Det er dog næppe realistisk at al fjerkrægødning vil blive afbrændt. Afbrænding vil øge udledningen af

⁷ Ved udregning af potentialet er der ikke taget højde for ændringer i jordens kulstofindhold. På lang sigt vil tiltaget føre til en marginale reduktion i jordens kulstofindhold.

kvælstofilter (NOx) og er mere problematisk for fjerkrægødning end f.eks. afgasset gylle pga. et højere kvælstofindhold. Analyser viser desuden, at energiproduktion baseret på fjerkræ- og minkgødning kun vil være lønsomt erhvervsøkonomisk og samfundsøkonomisk, hvis der er tale om meget store anlæg.

Optimeret staldindretning

Drivhusgasudledningen fra stalde kan mindskes vha. en række mindre tiltag. I svinestalde vil tiltagene

- afkøling af gylle
- staldseparering
- luftvasker/scrubber
- forsuring
- v-formede gyllekanaler

hver især kunne reducere drivhusgasudledningen med 0,009 - 0,035 mio. tons CO₂-ækv. hvis 20 % af husdyrgødningen behandles. Idet tiltagene ikke er additive, er yderligere undersøgelser nødvendige før den samlede effekt af optimeret staldindretning kendes. I kvægstalde er kun tiltaget forsuring af gylle relevant. Potentialet herved er 0,007- 0,031 alt afhængigt af om 10 eller 40 % af gødningen behandles.

Hurtig udslusning af gylle fra stald til lager

En stor del af gyllen opbevares i dag under spalterne (de såkaldte gyllekældre) i staldene i en længere periode før den udsluses til gyllebeholderne. Det er først muligt at reducere gyllens metan udledning i det øjeblik gyllen er udsluset til gyllebeholderne. Jo hurtigere gyllen udsluses des bedre muligheder vil der derfor være for at reducere metanudledningen. Da de nuværende staldanlæg med gyllekældre har en levetid på omkring 20 – 40 år, skal tiltaget ses i et langsigtet perspektiv. Tiltaget vil gradvist kunne implementeres gennem et krav eller anbefaling til landbruget om fremover kun at bygge stalde med daglig udslusning. Reduktionspotentialet ved daglig udslusning af gyllen er med de nuværende emissionsfaktorer op til 0,02 mio. tons CO₂-ækv. Da tiltaget gradvist indføres i forbindelse med opførelse af nye stalde vurderes reduktionsomkostningerne herved marginale.

4.1.3 Emissioner fra kvælstofomsætning i mark

Kvælstofomsætningen kan, som tidligere nævnt, føre til udledning af lattergas. Ved at påvirke kvælstofomsætningen kan lattergasemissionen nedsættes. Dette kan f.eks. ske ved at tilsætte handels- eller husdyrgødningen nitrifikationshæmmere, gennem en optimering af gødningshåndteringen eller ved at påvirke forbruget af handelsgødning.

Tabel 17: Oversigt over potentielle tiltag i gruppen emissioner fra kvælstofomsætning i mark

	Reduktionspotentiale pr. år i mio. tons CO ₂ -ækv.	Omkostninger pr. tons reduceret CO ₂		Kilde
		Velfærdsøkonomiske	Privatøkonomiske	
Optimeret gødningshåndtering	0,56-1,12	n.a.	n.a.	Reference 14
Nitrifikationshæmmere i handelsgødning (0,2 mio. t N/år)	0,3	0-1520	0-1300	Reference 14
Nitrifikationshæmmere i husdyrgødning	n.a.	n.a.	n.a.	Reference 14

Yderligere reduceret N-kvotep (10%)	0,41	n.a.	>485	Reference 22
Skærpelse af krav til udnyttelse af N i husdyrgødningen				Reference 22
5 %	0,11	n.a.	n.a.	
10 %	0,22	n.a.	n.a.	
Udtagning af højbund til græsmarker				Reference 22
0,1-0,5 mio. ha	0,13-0,68	n.a.	2.675 – 3.555	
Yderligere økologisk jordbrug				Reference 22
0,1-0,5 mio. ha	0,06-0,34	n.a.	4.560	

Optimeret gødningshåndtering

Optimeret gødningshåndtering dækker over en række mindre tiltag som

- Tilpasning af gødningsmængde. Lattergasemissionen kan reduceres ved at mindske kvælstoftildelingen på marker der i forvejen har et højt kvælstofindhold. Det vil med andre ord sige en bedre tilpasning til afgrødens behov.
- Tidsmæssig adskillelse af handels- og husdyrgødning. Husdyrgødning indeholder en stor mængde nedbrydeligt kulstof. Under nedbrydningen opstår typisk lokale iltfattige forhold. Tilførsel af handelsgødning sammen med eller forud for udbringningen af husdyrgødningen vil øge risikoen for produktion af lattergas.
- Udskydelse af udbringning indtil markerne er veldrænede, idet iltfattige forhold øger risikoen for kvælstoftab og lattergasudvikling.
- Anvendelse af ammoniakholdige gødninger i det tidlige forår og nitratbaserede gødninger i det sene forår.

Optimeringen kan yderligere forbedres ved tilsætning af nitrifikationshæmmere og biogasbehandling. En optimering med ovenstående tiltag forventes at kunne reducere 25 – 50 % af lattergastabene fra handels- og husdyrgødning svarende til 0,56 – 1,12 mio. tons CO₂-ækv. Der foreligger endnu ingen beregninger af omkostningerne ved tiltaget.

Før tiltaget kan implementeres er det nødvendigt med yderligere dokumentation af effekten. Virkemidlet vil herefter kunne blive implementeret gennem rådgivning og information af landmænd og landbrugskonsulenter.

Tilsætning af nitrifikationshæmmere

Nitrifikationshæmmere mindsker nitrifikationen af kvælstoffet i gødningen. På baggrund af hidtidige erfaringer er det skønnet, at nitrifikationshæmmere i handelsgødning kan nedsætte lattergasudledningen med ca. 20 – 30 %. Dette svarer til 0,3 mio. tons CO₂-ækv. pr. år hvis al handelsgødning tilsættes hæmmere. Der er kun erfaringer med hæmmere i handelsgødning, men det vurderes, at der også er et stort potentiale ved tilsætning i husdyrgødning. Tilsætning af nitrifikationshæmmere kan i nogle tilfælde resultere i et merudbytte, men kan også medføre negative effekter pga. produktets lave nedbrydelighed. De velfærdsøkonomiske omkostninger ved tiltaget varierer mellem 0 og 1521 kr. pr. CO₂-ækv. alt afhængig af om brugen medfører et merudbytte eller ej.

Før tiltaget kan blive implementeret er det nødvendigt at gennemføre en grundig økotoksikologisk vurdering samt etablere en bedre dokumentation af virkning på emissioner og udbytte.

Reduceret N-norm

Landbruget er i dag underlagt en kvælstof norm. Sammen med en række andre reguleringer udgør kvælstofnormerne en del af den samlede danske regulering overfor næringsstoffer, der bl.a. har til hensigt at sikre implementering af EU's nitratdirektiv. En landmands kvælstof norm fastsættes ud fra afgrøde, jordbundstype og areal samt i forhold til det driftsøkonomiske optimum. I dag er reguleringen tilrettelagt således, at normen er reduceret med 10 pct. i forhold til det driftsøkonomiske optimale niveau.

En stramning af normen vil mindske brugen af handelsgødning. En yderligere 10 % stramning vil betyde et fald i emissionen af lattergas på 0,4 mio. tons CO₂-ækv. Der foreligger ingen beregninger af de velfærdsøkonomiske omkostninger ved tiltaget, men det er problematisk at ændre kvælstofnormen ud fra en ren CO₂ betragtning, idet mange andre faktorer spiller ind ved fastlæggelsen af denne.

I forbindelse med VMP III arbejdet indgik også overvejelser om en balanceafgift på kvælstof, som foruden at begrænse kvælstofudslippet også ville have en gunstig effekt på lattergasudledningen. Denne blev dog afvist i forhandlingerne til fordel for den kvantitative regulering i form af N-normen. Det vil kræve nye forhandlinger i forligskredsen om VMP III, hvis tiltaget skal tages op igen, og det er næppe sandsynligt at dette vil ske ud fra en ren CO₂ begrundelse.

Udtagning af højbund til græsmarker og stigning i det økologiske landbrug

Der er betydeligt potentiale for at reducere landbrugets drivhusgasudledninger gennem udtagning af højbund til græsmarker og fremme af økologisk jordbrug. De samfundsøkonomiske omkostninger herved vurderes dog som prohibitive ift. et mål om at reducere drivhusgasudledningerne.

4.1.4 Energi

Ca. 21 % af landbrugets drivhusgasemissioner stammer fra energiforbrug i forbindelse med maskindrift mv. Udledningen kan mindskes gennem energibesparelser, der er direkte eller indirekte tilknyttet jordbruget.

Isolering af væksthuse med kanalplader kan nedsætte energiforbruget med op til 20 % og en kombination af flere klimastyringsstrategier vil kunne reducere energiforbruget med op til 25 %. Der er dog allerede i fremskrivningen taget højde for disse reguleringsmuligheder gennem hidtidige aftaler og energirådgivning.

Det er endvidere muligt at mindske jordbrugets energiforbrug gennem reduceret jordbearbejdning. Reduceret jordbearbejdning er en fælles betegnelse for de jordbearbejdningssystemer, hvor arbejds- og energiindsatsen søges minimeret. I den ultimative form er reduceret jordbearbejdning direkte såning. Udover at give anledning til et lavere energiforbrug, viser foreløbige resultater, at direkte såning kan medføre en øget akkumulering af kulstof. Det er dog endnu usikkert om øget kulstofakkumulering er en generel effekt ved reduceret jordbearbejdning eller ej. Udenlandske studier viser endvidere, at direkte såning kan give anledning til en større lattergasproduktion. Den samlede effekt af reduceret jordbearbejdning er endnu uvis.

Endelig kan det overvejes at indføre normer på landbrugsmaskiners energiforbrug evt. på EU niveau. Dette er dog ikke undersøgt nærmere.

4.1.5 Kulstoflagring

I Kyoto-protokollen skelnes mellem lagringen af CO₂, som kan tilskrives skovrydning og skovrejsning foretaget efter 1990 (artikel 3.3), og lagringen af CO₂ i de skove, som eksisterede før 1990 samt ændringer i lagringen ved dyrkning af landbrugsafgrøder og græsmarker, herunder kulstofbinding i jord (artikel 3.4). Artikel 3.3 er obligatorisk, mens artikel 3.4 er frivillig men skal meldes til eller fra for første forpligtelsesperiode i forbindelse med indsendelse af den såkaldte Assigned Amount rapporten til EU Kommissionen. Den danske regering har i marts 2006 besluttet, at Danmark vil medregne optag af CO₂ i jorde og skove i medfør af Kyoto protokollens artikel 3.4 i opgørelsen af det danske klimaregnskab for 2008-12. Det samlede optag af CO₂ i skove og jorde (artikel 3.3 og 3.4) forventes at bidrage med 2,3 mio. tons/år til lukning af den danske klimamanko i 2008-12. Ifølge Kyoto-protokollen bliver aktiviteterne under artikel 3.4 obligatorisk for kommende forpligtelsesperioder, hvis man en gang har valgt dem til, uanset at reglerne indtil videre kun er fastsat for perioden 2008-12.

Skovrejsning efter 1990 (artikel 3.3)

Den gennemsnitlige årlige skovrejsning i perioden 1990-2003 var på 1.900 ha pr. år. Det er i de nye fremskrivninger forudsat, at skovrejsningen vil fortsætte med denne takt i perioden 2004-2014.

Skovens kulstofbinding kan øges yderligere ved at øge det nuværende niveau af skovrejsning, men effekten vil være begrænset i første forpligtelsesperiode pga. træernes langsomme vækst. Rejses yderligere 1.500 ha skov om året de kommende 20 år, således at skovarealet samlet øges med 30.000 ha, vil den årlige CO₂-binding i perioden 2008 – 2012 være 0,03 mio. tons/år. Bindingen vil gradvist øges, så der i 2040 sker en binding på 0,38 mio. tons. Alt efter hvilke effekter de nye skove har, f.eks. rekreative muligheder, grundvandsbeskyttelse mv. er den velfærdsøkonomiske omkostning på -577 til 911 kr. pr. bundet tons CO₂, jf. Reference 14.

CO₂ optag i skove plantet før 1990

Danmark har valgt at bruge artikel 3.4, Skovdrift, hvilket giver mulighed for at medregne ændringer i lagringen af drivhusgasser i de skove, der eksisterede før 1990. For at gøre dette skal Danmark kunne dokumentere: 1) hvilken skov vi havde i 1990, 2) hvilken lagring der er primo 2008 og 3) hvilken lagring der er ultimo 2012. Danmark har fået tildelt et loft for medregning af CO₂ optag i eksisterende skove på 183.000 tons CO₂/år. Dette loft gælder begge veje, dvs. hvis det går den forkerte vej så kan vi også kun komme til at dække 183.000 tons CO₂.

Analysen udført af Skov & Landskab i 2004 (Reference 25), konkluderer, at statsskovene, som udgør ca. 25% af det samlede danske skovareal, alene vil lagre omkring 400.000 tons CO₂/året i den første forpligtelsesperiode. Analysen viser også, at selv mange stormfald kun kortvarigt vil påvirke CO₂-lagringen. For den første forpligtelsesperiode er den forventede binding så langt over de 183.000 tons CO₂/år, at storme ikke bør kunne påvirke opfyldelsen af målet i denne periode.

På længere sigt er der dog en risiko for, at der kan ske en netto emission fra skovene.

En indregning af artikel 3.4 for skovene forudsætter en forbedret dokumentation og verificering, prøvetagning, mv., som anslås at koste godt 12 mio. kr. for første forpligtelsesperiode 2008-12 (engangsudgifter og løbende udgifter i 5 år).

CO₂ optag i jorder (artikel 3.4)

For CO₂ optag i jorderne gælder, at strømmene af C til og fra biomasse og mineraljord skal opgøres efter et netto-netto princip, hvor ændringen i nettoemissionen beregnes som ændringshastigheden for C-lageret i opgørelsesperioden (2008-2012) minus ændringshastigheden for C-lageret i referenceåret (1990). Ændringshastigheden kan beregnes på forskellig vis, men metoden skal være den samme i opgørelsesperioden som i referenceåret. For landbrug indgår følgende potentielle kilder til CO₂-emission og CO₂-binding:

1. Nettoændring af indholdet af kulstof i mineraljord i forbindelse med ændringer i arealanvendelse og dyrkning.
2. Nettoændring af jordens kulstoflager ved dræning og opdyrkning af organiske jorde eller ved retablering af vådområder.
3. Ændring af kulstofindhold i vedmasse i læhegn og frugtplantager.
4. Emission af CO₂ fra tilførsel af kalk til landbrugsjorden.
5. Forbrug af organiske jordforbedringsmidler, tørv og spagnum.

Fremskrivningerne af ændringen i kulstoflageret i mineraljord er baseret på en Tier 3 metode og indeholder en række antagelser om den fremtidige arealanvendelse og ændringer i temperaturen. Som klimaregime benyttes som reference dansk gennemsnitsklima for perioden 1961-1990. Siden denne normalklimaperiode har klimaet i Danmark og store dele af resten af verden dog udviklet sig mod et varmere klima. Denne ændring andrager ca. 0,3 °C per tiår.

Ved et scenario med en fortsat temperaturstigning på 0,3 °C per tiår fås med basisfremskrivningen på arealanvendelsen en reduktion i emissionerne fra landbrugets arealanvendelse på ca. 1,9 mio. ton CO₂ pr. år. Denne temperaturstigning svarer til de scenarier for klimaændringer, der indgår som de centrale i det danske arbejde omkring tilpasning til klimaændringer, og som er baseret på kernescenarier defineret i IPCC's tredje vurderingsrapport.

Både fremtidige vejrforhold og ændringer i landbrugspraksis og arealanvendelse giver anledning til en betydelig usikkerhed om effekten af indregning af artikel 3.4 for jorderne. Beregninger for en række scenarier for ændringer i landbrugspraksis og arealanvendelse viser at visse tiltag reducerer emissionen, mens andre vil øge denne. Reduceret emission fra et øget areal med vedvarende græs og efterafgrøder og specielt udtagning af organiske jorde vil samlet maksimalt kunne give en ændring i emissionen på omkring -1 mio. tons i 2008-12. Øget emission vil forekomme som følge af reduceret græsareal, fjernelse af halm fra markerne, afbrænding af gylle og fast gødning og dyrkning af non-food afgrøder på brakarealer. Samlet skønnes det i praksis maksimalt vil kunne give en øget emission på omkring 0,5 mio. tons i 2008-12, afhængigt af halmanvendelsen.

Der er således effekter af ændret arealanvendelse som både kan øge og reducere udledningen, og der foreligger ikke fremskrivninger af arealanvendelse, som vil tilsige at dette skal gå mest i den ene eller anden

retning. Ved fastlæggelse af emissionsreduktionen kan der skønsmæssigt anslås en usikkerhed på 0,3 til 0,4 mio. tons CO₂/år som følge af usikkerhed omkring mulige ændringer i arealanvendelsen, udsving i høstudbytter og vækstvilkår. Det sandsynlige bidrag fra landbrugets arealanvendelse til reduktionsforpligtelsen kan derfor estimeres til 1,6 til 2,3 mio. tons CO₂/år i forpligtelsesperioden 2008-12, jf. Reference 26

Som for skovene er der også betydelige dokumentationskrav og tilhørende omkostninger forbundet med indregning af artikel 3.4 for jorderne, idet ændringen i jordernes C-indhold skal dokumenteres. Det stiller skærpede krav til opgørelse af arealanvendelse og krav om at modelberegninger af ændringer af kulstofindhold i jorden verificeres ved målinger. Dette vil for Danmarks vedkommende involvere analyser af satellitbilleder til fastlæggelse af arealændringer, udtagning af jordprøver til fastlæggelse af ændringer i C-indholdet i jorden, opbygning og dokumentation af et samlet modelsystem, databaser og administrative rutiner. Det anslås, at dette vil koste ca. 60 mio. kr. for perioden 2008-12 (engangsudgifter og løbende udgifter i 5 år).

4.1.6 Udenlandske erfaringer

NIRAS har for Miljøstyrelsen gennemført en screening af virkemidler i jordbrugssektoren i Canada, Holland, Frankrig, New Zealand, Spanien, Storbritannien, Sverige, Tyskland og Østrig, se Reference 27, med henblik på at undersøge, om der var erfaringer, som kunne bruges i Danmark.

I lighed med Danmark viser undersøgelsen, at der ikke i nævneværdig grad er gennemført virkemidler i landbruget, hvor det primære formål har været at reducere drivhusgasudledningen. Virkemidlerne er derimod blevet indført med henblik på at regulere andre miljøproblemer. Det er især virkemidler, som er blevet indført med henblik på at reducere kvælstofudledningen (Nitratdirektivet), som har påvirket drivhusgasudledningen.

Med undtagelse af virkemidlerne på biobrændstof og biogasområdet har hovedparten af de udenlandske virkemidler en struktur, som er mere eller mindre lig de danske. I de fleste andre EU-lande, samt i mange lande uden for EU, fremmes biobrændstoffer i varierende omfang ved afgiftsfordele og/eller påbud og/eller særlige virkemidler ift. kollektiv transport, parkeringsfordele osv. i forskellige blandinger.

Sverige har f.eks. etableret en såkaldt "biofuel region", hvor forskellige former for biobrændstoffer afprøves, og i Canada er flere offentlige busser begyndt at køre på biodiesel. Begge projekter er tiltænkt som læringsprojekter for udbredelse af biobrændstoffer.

Implementeringen af virkemidlerne på biobrændstofområdet er drevet af EU's braklægningsdirektiv, EU's biobrændstoffdirektiv samt et ønske om forsyningssikkerhed.

På biogasområdet er virkemidlerne til fremme af elproduktion meget lig de danske, dog er niveauet på minimumsprisen for strøm højere i nogle lande. I Østrig er biogas anlæg garanteret en minimumspris på 0,77 - 1,2 kr. pr. kWh og i Tyskland 0,66 - 0,85 kr. pr. kWh alt afhængig af anlæggets størrelse. I Sverige er der, som det eneste af de undersøgte lande, taget flere initiativer til fremme af biogas til transport. Der findes f.eks. investeringsstøtte til biogasbiler, og i mange svenske byer er biogasbiler fritaget for parkeringsafgift og må modsat øvrige biler køre i byernes inderzoner.

Skovrejsning på tidligere landbrugsjord er et meget anvendt virkemiddel. I Holland har "The National Green Fund" endda lavet aftaler med selskaber om at rejse skov og vedligeholde dem, hvorefter fonden udsteder CO₂-certifikater svarende til antallet af tilplantede hektar. Selskabernes investering kan trækkes fra i skat.

4.2 Transport

Som tidligere nævnt tegner vejtransporten sig som den absolut største udleder af CO₂ i transportsektoren. Hittidige opgørelser viser, at til trods for, at køretøjer bliver mere energieffektive opvejer det ikke stigningen i udledningen. Såfremt man ønsker at knække transportsektorens CO₂ kurve, er det således ikke tilstrækkeligt alene at satse på teknologisk innovation – der skal også tænkes adfærd for herigennem at kunne stabilisere eller reducere trafikarbejdet.

I lyset af, at vejtransport indgår som et vigtigt element i at sikre produktionskæden i samfundet – lige fra godstransport, til transport af arbejdskraft – og samtidig indeholder et fritidselement, er det nødvendigt at kigge meget bredt på eventuelle virkemidler.

I forbindelse med nærværende rapport er der foretaget en screening af mulige virkemidler, der dækker både transport som led i produktionskæden og transport som fritid.

Et udpluk af virkemidlerne er angivet i Tabel 18 neden for med angivelse af et muligt reduktionspotentiale for CO₂.

Ud fra en vurdering af, hvilke virkemidler, der rummer det største reduktionspotentiale i 2008-12 samtidig med, at der skal foreligge tilstrækkelig viden på det konkrete virkemiddel til at kvalificere og kvantificere dets potentiale, anses bilbeskatning som det mest egnede. På denne baggrund igangsatte Miljøstyrelsen i samarbejde med Trafikministeriet i 2004 en analyse af en samlet provenuneutral omlægning af bilafgifterne, se Reference 28 og Reference 29, som afsnit 4.2.1 bygger på.

Tabel 18: Virkemidler og reduktionspotentialer i transportsektoren

Virkemiddel	Potentiale
<i>-Økonomiske virkemidler</i>	
Ændret bil- og varebilbeskatning	Formodes at have et vist potentiale
Kørselsafgifter på tungekøretøjer	Forventes at have et vist potentiale, men usikkerhed om eventuelle CO ₂ forbedringer
Ændring af befordringsfradrag	Beregninger i klimastrategien viste, at der var et reduktionspotentiale på omkr. 0,5 mio. tons/år i 2008-12 ved dette tiltag, men at det vil have meget høje samfundsøkonomiske omkostninger. Derfor er der ikke set nærmere på dette virkemiddel
<i>- Informationskampagner</i>	
Godslogistik i byer	I klimastrategien er der estimeret et reduktionspotentiale på 42.000 tons CO ₂ -ækv., men forsøg med citygodslogistik i København har siden vist, at det vil være vanskeligt at opnå den oprindeligt

	forventede effekt
<i>-Planlægning m.v.</i>	
Nedsættelse af takster for kollektivtrafik	Tidligere data peger på ringe effekt
Øget brug af biobrændstoffer	Forarbejdning af biobrændstoffer til transportsektoren vurderes at have et betydeligt potentiale, men er ikke omkostningseffektivt på nuværende tidspunkt
Kvoter	Mulighed for at inkludere transportsektoren i EU's kvoteordning undersøges på EU niveau. Får ikke betydning i 2008-12, men måske på længere sigt
<i>- Frivillige aftaler</i>	
Reduktionsaftaler på lokalt niveau	Studier peger på at lokale virkemidler langt overstige pejlemærket på 120 kr. / tons CO ₂
Reduktionsaftaler med bilindustrien	Forankret i EU
<i>- Teknologi</i>	
Intelligente trafiksignaler	Ingen entydige erfaringer med trafiksignaler der giver "grøn bølge"
Hjemmearbejdspladser	Meget begrænset data. Studie i EU peger dog på en 5% reduktion af biltrafikken mellem bolig og arbejde
Biodiesel	0,48 CO ₂ -ækv. ved udnyttelse af det fulde rapsdyrkningspotentiale
Bioethanol	n.a.

4.2.1 Bilbeskatning

EU-Kommissionen har i juli 2005 fremlagt et direktiv, der sigter mod at sænke registreringsafgiften i EU-landene og i højere grad anvende afgifter, der knytter sig til det faktiske forbrug. Forslaget er bl.a. begrundet i CO₂-besparelser.

Inden for en overskuelig årrække forventes dieslbiler, som er betydelig mere energieffektive end benzinbiler, at være på miljømæssig samme højde som benzinbiler bl.a. med hensyn til NO_x og partikler.

På denne baggrund igangsatte Miljøstyrelsen i forbindelse med projektet om virkemidler uden for de kvotebelagte sektorer en analyse af bilbeskatningen i Danmark, Reference 28 og Reference 29. Der er udformet forskellige scenarier for, hvorledes man ved ændret bilbeskatning kan efterkomme direktivforslaget og herigennem stimulere anskaffelse og brug af mere energieffektive køretøjer. En vigtig forudsætning for scenarierne er, at ændringen af beskatningen skal være selvfinansierende over en længere årrække, således at staten ikke oplever et provenutab (der vil dog være år med statsfinansielt overskud og andre år med underskud).

På basis af den såkaldte bilvalgmodel, som er udviklet af COWI for Trafikministeriet blev der i første fase af projektet analyseret effekten af at tilføje et CO₂ element til den eksisterende registreringsafgift samtidig med at en del (ca. 20%) af denne blev erstattet med hhv. en forøgelse af ejerafgiften, en stigning i brændstofafgiften eller indførelse af kørselsafgifter/vejafgifter

(road pricing). Resultaterne viste, at der kan opnås en samfundsøkonomisk rentabel reduktion i CO₂-udslippet fra trafikken, hvis man kombinerer en reduktion af registreringsafgiften med en forhøjelse af brændstofafgiften eller vejafgifter. Modellen viser dog samtidig, at det ikke er muligt at opnå en betydelig CO₂-besparelse ved at omlægge bilafgifterne fra registreringsafgiften til den årlige ejerafgift, såfremt omlægningen skal være provenuneutral for staten. Da det pga. af grænsehandel heller ikke er hensigtsmæssigt at forøge brændstofafgifterne er omlægning til vejafgifter den eneste effektive måde, hvorpå der kan opnås en CO₂-reduktion.

Derfor blev fase 2 igangsat med det formål at se nærmere på mulige scenarier for omlægning af registreringsafgiften delvist til vejafgifter eller en kombination af vejafgifter og forhøjet ejerafgift. Blandt de parametre der indgår i scenarierne er:

1. Reduktion af registreringsafgiften til 75 –50 –25% af eksisterende afgift
2. Indførsel af vejafgifter på personbiler til at sikre provenuneutralitet
- 2a. Indførsel af vejafgifter på tunge køretøjer
3. Forhøjelse af grøn ejerafgift
4. Afgiftslempelse til indførsel af renere teknologi (EURO 5 standarder)

Fælles for scenarierne er, at registreringsafgiften samtidig tillægges et CO₂-element, hvor benzinbiler med emissioner på over 160 g/km pålægges en stigning i registreringsafgiften på 1.000 kr. pr. g CO₂ over de 160 gr./km, dvs. hvis bilen udleder 170 g/km pålægges en ekstra afgift på 10.000 kr. Samtidig begunstiges benzinbiler, der har emissioner under 160 g CO₂/km med 1.000 kr. pr. g. Samme system gælder for dieslbiler hvor skillelinien er 150 g/km.

Den overordnede mekanisme foranlediget af en reduktion af registreringsafgiften i de analyserede scenarier er, at bilsalget øges hvorved ny teknologi hurtigere finder indpas på markedet. Samtidig øges trafikarbejdet, medmindre der indføres kompenserende afgifter som f.eks. kørselsafhængige afgifter.

I de valgte scenarier bestemmes størrelsen af kørselsafgiften ud fra, at det skal modsvare provenutabet ved reduceret provenu fra registreringsafgiften. Eksempelvis kan en nedsættelse af registreringsafgiften med 50% kombineres med vejafgifter for personbiler differentieret efter land og by. Provenuneutralitet på lang sigt kan opnås ved f.eks. at kombinere en 50% nedsættelse af registreringsafgiften med en kørselsafgift i byerne på 46 øre/km og 15 øre/km på landet. Resultaterne af dette scenarie er vist i Tabel 19.

Tabel 19: Eksempel på effekt af nedsættelse af registreringsafgiften og indførsel af vejafgifter

		Ændring i bilparken, 1000 biler	Trafikarbejde personbiler, mia. km	CO ₂ -reduktion, 1000 tons/år	Samfundsøkonomisk omk., kr./tons CO ₂	Statsfinansielt indtægt Mio kr./år
Scenarie 1. 50% reduktion af registreringsafgiften og vejafgift differentieret 45 øre/km by og 15 øre/km land	3% kalkulationsrente	60	-2,9	700	-2300	Provenu neutralitet i gns. over årene
Scenarie 1. 50% reduktion af registreringsafgiften og vejafgift differentieret 34 øre/km i by og 11 øre/km land	6% kalkulationsrente	180	-0,3	300	-7300	Provenu neutralitet i gns. over årene

Kilde: Reference 29.

Dette scenarie medfører en samfundsøkonomisk gevinst på 30 mia. kr. over 30 år. Gevinsten skyldes at der på den ene side sker en reduktion af det såkaldte "dødvægtstab"⁸ ved at reducere registreringsafgiften samtidig med, at der ved tiltaget er samfundsøkonomiske gevinster i form af bedre miljø, mindre trængsel og støj og færre uheld. På den anden side er det nødvendigt at indføre et andet tiltag, hvis man fortsat skal holde en række negative effekter i ave, såsom miljø, trængsel og uheld. Det skitserede tiltag med vejafgifter afføder et nyt dødvægtstab ved at reducere borgernes velfærd. Desuden optræder nogle afledte effekter på provenuet fra de forskellige afgifter, som til dels opvejer hinanden. Samlet set er den samfundsøkonomiske gevinst på 30 mia. kr. som tidligere angivet og en årlig CO₂-reduktion på 0,5 – 0,7 mio. tons med en skyggepris / gevinst på 2.300 kr. pr. tons CO₂.

I scenariet hvor vejafgifterne kombineres med øget ejerafgift konstateres lignende resultater. Efter samme opgørelsesmetode som skitseret ovenfor opnås en samfundsøkonomisk gevinst på 25 mia. kr. og en årlig CO₂-reduktion på 0,6-0,8 mio. tons CO₂.

Sammenfattende for samtlige de scenarier, der både respekterer provenuneutralitet og CO₂-gevinst er, at den årlige CO₂-gevinst vil være på mellem 0,04– 0,7 mio. tons med en tilhørende samfundsgevinst på mellem 9-60 mia. kr. Endvidere medvirker differentierede afgifter mellem land og by til at øge den samfundsøkonomiske gevinst samt CO₂-besparelspotentialet.

Det skal afslutningsvis overordnet bemærkes, at den valgte diskonteringsfaktor spiller en ganske afgørende rolle for CO₂-potentialet og den samfundsøkonomiske gevinst. Anvendes således en diskonteringsrente på 6% som bliver brugt ved andre klimatiltag, vil ovenstående CO₂-gevinster blive reduceret med 30-70%, men til gengæld vil skyggeprisen/gevinsten for CO₂ øges med mellem 2-7 gange.

4.2.2 Hybridbiler

Der udbydes i dag i stigende omfang hybridbiler på det europæiske marked. Der findes dog fortsat kun få modeller (f.eks. Toyota Prius). Bilerne er forsynet med både en benzin- og en elmotor og er kendetegnet ved et lavt udslip af forurenende stoffer og et lavt benzinforbrug.

Den nyeste Prius-model opfylder således allerede det forslag til Euro 5 for NO_x og HC, som Kommissionen har fremlagt. Brændstofforbruget er angivet til ca. 23 km/l, svarende til ca. 104 g CO₂/km.

Når hybridbiler ikke har større udbredelse på det danske marked i dag skyldes det, at de er forholdsvis dyre, selv om de, som andre biler, får rabat på den grønne ejerafgift for deres energieffektivitet og benzinafgiften gør det mere fordelagtigt at købe brændstoføkonomiske biler.

⁸ Dødvægtstabet er borgernes velfærdstab ved et tiltag som ikke modsvares af tilsvarende provenuindtægter. Ved at sænke registreringsafgiften øges borgernes velfærd med mere, end staten taber i provenu.

4.2.3 Biobrændstoffer

De mest relevante biobrændstoffer til transport i Danmark er biodiesel og bioethanol. Biodiesel (RME) produceres på basis af raps, mens bioethanol fremstilles ud fra stivelseholdige afgrøder som sukkerroer, sukkerrør, majs eller hvede. Der kan også produceres en begrænset mængde biodiesel på animalsk affald. Ny teknologi vil endvidere gøre det muligt at producere bioethanol på basis af halm og andre restprodukter.

Fortrængning af diesel eller benzin med biobrændstoffer medfører en vis reduktion i netto-udslippet af CO₂, idet den CO₂, der udsendes fra bilerne, optages ved dyrkning af biomassen. Der er ikke 100% CO₂-neutralitet, idet der bl.a. medgår energi til at producere de enkelte biobrændstoffer. Drivhusgasbesparelsen afhænger af, hvilket biobrændstof det drejer sig om, og hvordan det produceres, herunder eventuelle drivhusgasemissioner fra dyrkning af bioafgrøderne, energiforbrug i produktionen, anvendelse af biprodukter fra produktionen osv. De beregnede CO₂-fortrængningsomkostninger afhænger ligeledes af en lang række forudsætninger, men angives af EU-Kommissionens forskningscenter m.fl. i en livs-cyklus analyse til mindst omkring 750 kr. per ton CO₂-ækvivalent for de aktuelle europæiske teknologier – og i flere tilfælde væsentligt mere.⁹

Potentialet for anvendelse af biobrændstoffer i Danmark afhænger ikke alene af det danske produktionspotentiale, idet biobrændstofferne kan importeres. En efterlevelse af EU's referencemål om 5,75 % biobrændstoffer i 2010 ville skønmæssigt reducere det årlige udslip af klimagasser med ca. 3/4 mio. tons CO₂-ækvivalenter, hvis det forudsættes, at biobrændstoffer er 100 pct. CO₂-neutrale i det danske CO₂-regnskab, f.eks. fordi en øget dansk efterspørgsel i sidste ende dækkes ved forøget nettoimport. Det vil dog ikke være teknisk muligt at realisere en så høj biobrændstofandel allerede fra 2008.

EU-direktiv 2003/30 (biobrændstofdirektivet) fastsætter referencemål for anvendelse af biobrændstoffer i transportsektoren, men medlemsstaterne skal selv fastsætte nationale vejledende mål, der kan afvige herfra i henhold til bestemmelser i direktivet. For ultimo 2005 er referencemålet fastsat til 2% (efter energiindhold), mens det er 5,75 % ultimo 2010. Den danske regering har fastsat det vejledende danske mål ultimo 2006 til 0,1%. Begrundelsen for at afvige for referenceværdien for hele EU er primært, at bioenergien aktuelt anvendes mere omkostningseffektivt i energisektoren til produktion af el/varme.

I 2006 begyndte Statoil at markedsføre 95 oktan benzin tilsat 5 % bioethanol (vol.) på halvdelen af sine benzinstationer i Danmark. Hvis der blev tilsat 5 % (vol.) ethanol til al dansk 92 og 95 oktan benzin, ville det svare til omkring 1½ % biobrændstof iht. EU's biobrændstofdirektiv, men andre olieselskaber i Danmark har ikke fulgt med. Der er forsigtigt ikke forudsat indfasning af flere biobrændstoffer i beregningsgrundlaget for allokeringssplanen.

I forbindelse med *Energistrategi 2025* offentliggjorde regeringen en *Strategi for forskning og udvikling vedr. fremstilling af flydende biobrændstoffer*, hvor man efter grundig konsultation af forskningsinstitutioner og virksomheder konkluderede, at forskning og udvikling vedrørende produktion af ethanol

⁹ EU-kommissionens forskningscenter (JRC), oliebranchen (CONCAWE) og bilbranchen (EUCAR), <http://ies.jrc.ec.europa.eu/WTW>, maj 2006.

med 2. generations teknologi dels rummer store teknologiske perspektiver, dels er et felt, hvor danske forskningsinstitutioner og virksomheder er blandt de førende i verden.

Anden generations teknologier, hvor biobrændstoffer produceres på basis af biologiske restprodukter som f.eks. halm forventes at have en større samlet CO₂-fordel end de nuværende første generations teknologier baseret på f.eks. hvedekerner eller raps. Desuden giver 2. generations teknologierne mulighed for, at der kan produceres større mængder biobrændstoffer fra et givet landbrugsareal, hvorved biobrændstofferne vil kunne give et større bidrag til energiforsyningssikkerheden.

I det nationale energjudspil fra januar 2007 har regeringen sat det mål, at andelen af biobrændstof til transport øges til 10 pct. i 2020. Regeringen er parat til at fastsætte delmål tidligere end 2020, forudsat at der er udviklet tilstrækkeligt samfundsøkonomisk konkurrencedygtige og miljømæssigt bæredygtige teknologier. For at understøtte målsætningen om øget anvendelse af biobrændstoffer til transport, er det hensigten at styrke den allerede vedtagne indsats, hvor regeringen tidligere har afsat ekstra 200 mio. kr. til udvikling af 2. generations bioethanol frem til 2010. Det skal således sikres, at der inden 2010 kan etableres forsøgsanlæg i fuld skala i Danmark. Der er desuden afsat i alt 60 mio. kr. i perioden 2007-2009 til en forsøgsordning med anvendelse af biodiesel i afgrænsede "flåder" af køretøjer fx i kollektiv transport eller den offentlige sektor.

4.3 Affald

Affaldssektorens bidrag til reduktion af drivhusgasudledningen består overordnet i:

- at begrænse deponering af organisk affald
- at nyttiggøre gas fra nedlagte og eksisterende deponeringsanlæg
- at fremme oxidation af gas i afdækningslaget på deponeringsanlæg
- at øge genanvendelsen af plastaffald
- at udnytte affaldet som energikilde

Vurderingen af muligheden for yderligere reduktion af drivhusgasemissionen fra affaldssektoren har peget på tre tiltag: øget metanoxidation i afdækningslaget på deponeringsanlæg, nye gasopsamlingsanlæg på udvalgte deponeringsanlæg samt optimering af eksisterende gasindvindingsanlæg.

Tabel 20: Mulige tiltag i affaldssektoren.

Virkemiddel	Potentiale mio. tons CO ₂ /år	Statslig udgift til initiativet	Omkostninger, DKK pr. tons reduceret CO ₂	
			Samfundsøkonomiske	Privatøkonomiske
Krav om etablering af oxidationslag ved nedlukning af deponeringsanlæg (Biocover)	Anslået størrelsesorden 0,2-0,3	Kræver formentlig statslige tilskud til nedlukkede anlæg	I størrelsesordenen 30-40 kr./tons	Anlæggene forventes at hvile i sig selv efter tilskud

Tilskud til etablering af yderligere 9 faskineanlæg for lossepladsgas	Ca. 0,026	Tilskudsbehov: 4,5 mio. kr., svarende til ca. 45 kr./tons CO ₂		Anlæggene forventes at hvile i sig selv efter tilskud
Optimering af 6 eksisterende opsamlingsanlæg for lossepladsgas	0,03	Øget tilskyndelse er nødvendig – f.eks. en tilskudsordning med krav om tilbage-betaling ved overskud.	-95	-80

4.3.1 Oxidation af metan fra deponeringsanlæg

På en række deponeringsanlæg er det ikke økonomisk rentabelt at opsamle og udnytte metan til energiproduktion, fordi gasproduktionen efterhånden er for lille, eller fordi der i de senere år er deponeret små mængder organisk affald. Desuden kan man ikke sikre, at hele gasmængden udnyttes på deponeringsanlæg, hvor der er etableret gasopsamling – omkring 40-60% af den dannede metan bliver ikke opsamlet. Det vil derfor være meget relevant - både i Danmark og i andre lande - at øge oxidationen af metan, som foretages af metanoxiderende bakterier i afdækningslaget på deponeringsanlæg. Herved omdannes metan til CO₂, og den samlede drivhusgasemission nedbringes betydeligt, da metan er en 20 gange stærkere drivhusgas end CO₂. Den dannede CO₂ er neutral, da den oprindeligt stammer fra organisk materiale.

Hvis initiativer til øget metanoxidation i afdækningslaget på deponeringsanlæg skal kunne medregnes i CO₂-regnskabet, skal reduktionen i metanemissionen dokumenteres.

Danmarks Tekniske Universitet har med støtte fra en række danske parter - FASAN, COWI, Reno-Sam og Miljøstyrelsen - opnået tilskud fra EU's Life-program til et projekt, der har til formål at udvikle en metode til dokumentation af reduktionen i metanemission fra deponeringsanlæg med et biologisk aktivt afdækningslag, en såkaldt "biocover" (Reference 30). Desuden afprøves forskellige typer afdækningslag med henblik på optimering af oxidationen, og der udarbejdes en vejledning til brug for etablering og vedligeholdelse af afdækning af deponeringsanlæg på baggrund af projektets resultater.

I projektet udvikles og etableres en "biocover" på Fakse Losseplads. Først vil den forventede gasproduktion blive estimeret ved anvendelse af eksisterende modeller for gasproduktion, variationen i metanemission og den faktiske totale metanemission vil blive målt ved anvendelse af sporstofteknik, og der vil blive foretaget laboratorieforsøg med forskellige lokale jordarter og organiske affaldsmaterialer som f.eks. kompost og slam.

På denne baggrund udarbejdes en plan for forbedret afdækning, herunder valg af afdækningsmaterialer, vedligeholdelse af afdækningslaget og installation af gasmoniteringsudstyr. Når "biocoveren" er etableret efter denne plan, vil den totale metanemission igen blive målt og den opnåede effektivitet af "biocoveren" blive bestemt. Effektiviteten af oxidationen vil blive evalueret på udvalgte områder af lossepladsen.

Med udgangspunkt i de opnåede resultater vil standardomkostningen for denne metode til metanreduktion blive beregnet som kr. pr. tons CO₂-ækv.-

reduktion, ligesom scenarier for andre deponeringsanlæg vil blive beregnet. Endelig vil der blive udarbejdet en vejledning til ejere af deponeringsanlæg og myndigheder om, hvordan man etablerer "biocover" og dokumenterer den opnåede reduktion i metanemissionen. Vejledningen forventes at foreligge i juni 2008.

På baggrund af den foreliggende viden forventes det, at man kan opnå en 90% reduktion af metanemissionen fra Fakse Losseplads.

Hvis projektet opnår de forventede resultater, bør det overvejes, hvordan etablering af "biocover" og dokumentation af reduktion i metanudledningen fra de gamle, nedlukkede deponeringsanlæg kan finansieres.

Ligeledes skal det overvejes, om der skal indføres krav om etablering og dokumentation af metanoxidation på de igangværende og fremtidige danske deponeringsanlæg, hvorfra der vil blive udledt metan. Herved kan der muligvis opnås en reduktion af metanudledningen fra deponeringsanlæggene på i størrelsesordenen yderligere 0,2-0,3 mio. tons CO₂ til omkostninger væsentligt under pejlemærket. Denne CO₂-reduktion kan dog ikke forventes opnået fuldt ud i perioden 2008-12, idet der vil gå en årrække efter dokumentationen er på plads, inden et muligt tiltag kan være implementeret i kommunerne. Omkostningerne til etablering af "biocover" er foreløbigt anslået til i størrelsesordenen en femtedel af omkostningerne ved de traditionelle gasopsamlingsystemer, der anvendes på en række danske deponeringsanlæg. Dette svarer til omkring 30-40 kr. pr. tons CO₂.

4.3.2 Yderligere udnyttelse af metan fra deponeringsanlæg

Op igennem 90'erne blev der fra Energistyrelsen ydet tilskud til anlægsomkostninger for anlæg til gasopsamling på nedlukkede deponeringsanlæg; men denne ordning ophørte med udgangen af 2001. Der er imidlertid fortsat et potentiale for reduktion af metanemissionen fra gamle deponeringsanlæg ved optimering af de eksisterende gasopsamlingsanlæg og etablering af nye anlæg. Men dette vil formentlig kræve, at der atter etableres tilskudsmuligheder, idet ejerne af deponeringsanlæg ikke er tilstrækkeligt motiverede til at foretage ændringer og nyanlæg.

Optimering af eksisterende gasopsamlingsanlæg

I Danmark er der siden 1985 etableret 26 deponigasanlæg, der alle udnytter gassen til energiformål, primært i gasmotor/generator-anlæg til produktion af el og varme, eller i kedelanlæg til produktion af varme. Fra disse anlæg blev der i 2004 indvundet ca. 7.700 tons CH₄/år, hvilket er ækvivalent til ca. 160.000 tons CO₂/år.

LFG Consult har i 2004-05 undersøgt mulighederne for en optimering af gasindvindingen fra 14 af de eksisterende danske anlæg (Reference 31). Det er opgjort, at der herved kan forventes en CO₂-reduktion på i alt 270.000 tons over en periode på 8 år.

For de 6 deponeringsanlæg, der giver den største CO₂-reduktion ved de foreslåede ændringer, er økonomien undersøgt. Disse anlæg vil kunne opnå en CO₂-reduktion over 8 år på i alt 216.000 tons, svarende til i gennemsnit ca. 27.000 tons CO₂/år. For disse 6 anlæg viser beregninger, at tiltaget er forbundet med en negativ reduktionsomkostning dvs. en gevinst. Den gennemsnitlige privatøkonomiske gevinst er ca. 80 kr. pr. tons reduceret CO₂, mens den samfundsøkonomiske gevinst er ca. 95 kr. pr. tons.

Anlægsejernes tilbageholdenhed med investeringer i optimering og nye anlæg må formodes at skyldes den store usikkerhed, der er forbundet med at vurdere gaspotentialer. En tilskudsordning med krav om tilbagebetaling, hvis projektet giver overskud, kunne være en mulig tilskyndelse til at få iværksat disse projekter.

Nye gasopsamlingsanlæg på deponeringsanlæg

I samme undersøgelse foretaget af LFG Consult er der udpeget 5 gamle deponeringsanlæg, som har et gaspotentialer for etablering af gasopsamling. LFG Consult har skønnet et samlet gaspotentialer for de 5 deponeringsanlæg på 200.000 tons CO₂ over en 8-årig periode, svarende til i gennemsnit 25.000 tons CO₂ pr. år. De budgetøkonomiske omkostninger er vurderet for to af de pågældende anlæg og er meget forskellige: de er vurderet til nær 0 kr./tons CO₂ på ét anlæg, mens de er ca. 140 kr./tons CO₂ på et andet (svarende til en nutidsværdi for projektet på -2,3 mio. kr.). Vurderingen af gaspotentialer er helt afgørende for omkostningsestimater.

Det har vist sig at være meget vanskeligt at vurdere og forudsæ gasudbyttet ved et fremtidigt gasindvindingsanlæg. Blandt andet derfor er ejerne af lossepladser meget tilbageholdende med at investere i nye gasopsamlingsanlæg, især efter at tilskudsmuligheden er ophørt. Desuden er anlægskostningerne relativt høje ved gasindvinding fra borer i lossepladsen.

Deponigas ApS har på tre danske lossepladser etableret gasindvinding fra et net af faskiner, hvilket er meget billigere end at etablere de traditionelle gasboringer. Deponigas ApS har desuden peget på yderligere 9 lossepladser, som de potentielt mest interessante pladser at etablere gasindvindingsanlæg og prøvepumpning på. 5 af disse 9 gamle deponeringsanlæg er de samme, som LFG Consult har peget på. Med udgangspunkt i, at det er usikkerheden om gasudbyttet, der afholder lossepladserne fra at etablere gasopsamling, har Deponigas ApS foreslået, at der atter ydes statslige tilskud til etablering af de billige gasindvindingsanlæg med faskiner og til prøvepumpning for at overkomme den nuværende stilstand på lossepladsgasområdet. Det vurderes, at en gasmængde på over 20 m³ gas/time med 45% metan, svarende til 90 kW energi ved kontinuert udvinding, vil være kommercielt interessant, når udgiften til gasindvindingsanlægget og prøvepumpningen allerede er afholdt. Deponigas ApS har beregnet, at der vil være behov for et tilskud på 0,5 mio. kr. pr. anlæg til etablering af faskiner og gennemførelse af prøvepumpning.

Deponigas ApS har vurderet, at de 9 anlæg skønsmæssigt vil kunne reducere emissionen af drivhusgas med 26.000 tons CO₂-ækv. det første år, eller ca. 100.000 tons CO₂ over 5 år. (Denne vurdering af gaspotentialer er langt mere forsigtig end den vurdering, der er foretaget af LFG Consult.) Efter tilskud vil anlæggene kunne hvile i sig selv, idet energiudbyttet kan dække driftsomkostningerne. De statslige tilskudsudgifter vil dermed udgøre omkring 45 kr. pr. tons CO₂ (Reference 32).

Ifølge Deponigas ApS vil det være nødvendigt at stille tilskudsmidler på 4,5 mio. kr. til rådighed, hvis der skal etableres 9 nye gasopsamlingsanlæg.

4.3.3 Behandling af slam fra spildevandsanlæg

Af affaldssektorens bidrag til udledningen af drivhusgasser står spildevandsbehandling for 21% svarende til ca. 300.000 tons CO₂-

ækv./år, hvoraf omkring 240.000 tons CO₂-ækv. stammer fra metanudledning og resten er fra lattergas. Det største reduktionspotentiale ligger på metan-siden i form af en øget energiudnyttelse af metanemissionerne fra slam.

Ifølge DMU har Holland en langt større andel end Danmark af deres spildevandsslam, hvorfra metanpotentialiet udnyttes i biogasanlæg (Thomsen 2005). En række forhold er afgørende for at slam i udstrakt grad anvendes/kan anvendes ifm. bioforgasning. De væsentligste forhold knytter sig til:

- afgifter på deponering og forbrænding af slam - herunder restprodukter fra forbrændingen
- omkostninger til afsætning af slam til jordbrugsformål
- slamkvaliteten, f.eks. metanpotentialiet som følge af indhold af biologisk nedbrydeligt materiale samt næringsstofindholdet
- indhold af tungmetaller og miljøfremmede stoffer i slammet (som kan virke inhiberende og forurenende)
- andel af spildevandsanlæg eller spildevandsmængder, som behandles aerobt/anaerobt
- infrastruktur - herunder omkostninger til levering til centrale biogasanlæg eller opkobling til lokale gasnetværk, muligheder udnyttelse af metangas til el-produktion on-site o.lign.

DMU har skønsomt vurderet, at der er et potentiale for en bedre udnyttelse af metangas fra slam v. bioforgasning, men at en række yderligere undersøgelser og data indsamling er nødvendig for at kunne pege på hvilke konkrete tiltag, der kan gennemføres for at opnå den ønskede effekt.

4.4 Energi og industri uden for Kvote

Med Energisparehandlingsplanen, jf. afsnit 3.4 om den hidtidige indsats i energisektoren lægges der op til en kraftig forøgelse af besparelsesindsatsen, og det vil være vanskeligt med nye initiativer at opnå væsentlige yderligere energibesparelser i slutforbruget inden 2008-12.

Regeringens energistrategi fra januar 2007 indeholder imidlertid et forslag om afsættelse af midler til kampagner om energibesparelser i eksisterende bygninger og et forslag om en målrettet besparelsesindsats i de ikke kvotebelagte sektorer. Begge disse initiativer vil have en vis effekt i 2008-12.

Inden for energiforsyningsområdet er især udskiftning af individuelle oliefyr med varmepumper, afbrænding af energiafgrøder og reduktion af metan fra gasmotorer fundet attraktive. Endvidere er mulighederne for inddragelse af små varmeproducenter i kvoteordningen undersøgt. Disse tiltag er beskrevet nærmere nedenfor. Yderligere udnyttelse af biogas er også et energitiltag, men er beskrevet under landbrugsafsnittet. Herudover er flere mindre tiltag blevet identificeret, jf. Tabel 21. Fælles for disse er dog, at de på nuværende tidspunkt ikke anses for samfundsøkonomisk fornuftige, eller at de er teknologisk umodne.

Tabel 21: Oversigt over potentielle tiltag i energisektoren.

	Reduktionspotentiale pr. år i mio. tons CO ₂ -ækv.	Velfærdsøkonomiske omkostninger pr. tons reduceret CO ₂
Energisparekampagner	0,06	< 120
CO ₂ reduktioner i ikke-kvotebelagt erhverv	0,58	< 150
Udskiftning af individuelle oliefyr med varmepumper	0,15	-150 – 0
Reduktion af uforbrændt naturgas i forbrændingsmotorer	0,2	-97

4.4.1 Energisparekampagner

Regeringen vil afsætte midler til målrettet kampagner mv. med henblik på at sikre realisering af omkostningseffektive energibesparelser i eksisterende bygninger. Indsatsen skal særligt understøtte de krav om energieffektivisering, der er indført i bygningsreglementet og realiseringen af forslagene i energimærkerne. Initiativet vurderes at kunne give en CO₂ reduktion uden for kvoten på 0,06 mio. tons/år, se (Reference 19).

4.4.2 CO₂ reduktioner i ikke-kvotebelagte erhverv

Incitamenterne til at reducere forbruget af fossile brændsler er lavere i de ikke kvote belagte sektorer end i de kvotebelagte da den eksisterende CO₂ afgift er lavere end den forventede CO₂ kvotepris. Der gennemføres derfor en målrettet indsats ikke-kvotebelagte industri med særlig fokus på reduktion af olie- og gasforbruget gennem energibesparelser og omlægning til biomasse mv. Det vurderes at kunne give et væsentligt bidrag (ca. 0,6 mio. tons pr. år) til at reducere drivhusgasudledningerne allerede i 2008-12. Indsatsen kan ske gennem enten 1) en pulje til målrettede tilskud til virksomhederne på 200 mio. kr./år i perioden 2007-9 eller 2) en afgiftsomlægning, se (Reference 19).

4.4.3 Udskiftning af individuelle oliefyr med varmepumper

Husholdningernes olieforbrug er i dag ikke omfattet af kvoteordningen. Udskiftning af oliefyr med eldrevne varmepumper vil resultere i en reduktion af CO₂-udslippet uden for de kvoteomfattede virksomheder.

Varmepumpernes elforbrug vil til gengæld give anledning til et udslip inden for kvoteordningen. Høje virkningsgrader gør dog, at udslippet inden for kvoteordningen, der kan henføres til varmepumperne, er begrænset.

Der eksisterer flere virkemidler, der kan øge udbredelsen af varmepumper

1. Typegodkendelse: Teknologisk Institut har i dag en frivillig godkendelsesordning for varmepumper. Denne ordning gøres obligatorisk. Derudover indbygges en form for energimærkning i ordningen. Dermed øges fokus på varmepumpernes energieffektivitet og produkter med god holdbarhed, frem for mindre pålidelige og mindre energieffektive produkter som sælges af varehuse og byggemarkeder.

2. Øget information: Kendskabet til varmepumpeteknologien hos potentielle købere vurderes at være utilstrækkeligt. Forbedret kendskab til varmepumper kan opnås gennem offentlig støttede oplysningskampagner.
3. Tilskudskampagner til højeffektive varmepumper målrettet udskiftning af oliefyr, i det der udformes som en form for skrottingspræmie. Der er, f.eks. fra energirigtige køleskabe, særdeles gode erfaringer med at tilskudskampagner kan "kick-starte" et salg af produktgrupper. Kontante tilskud vurderes desuden at være meget synlige og forholdsvis nemme at målrette.

Iværksættelse af virkemidlerne vurderes at have et reduktionspotentiale på 0,15 mio. tons CO₂-ækv pr. i 2088-12. Potentialet er større på længere sigt. Virkemidlerne vurderes desuden at kunne reducere omfanget af konverteringer til træpillefyr. Dette giver ikke en CO₂-besparelse, men til gengæld betydelige samfundsøkonomiske og budgetøkonomiske gevinster.

Samfundsøkonomisk er det en gevinst at udskifte ældre oliefyr med varmepumper eller installere varmepumper ved udskiftning af nyere oliefyr, hvor der alligevel skal investeres i eksempelvis ny brænder eller tank. Dette er ikke tilfældet ved anvendelse af bio-olie eller træpiller, men disse giver dog relativt store privatøkonomiske fordele.

Opvarmning med varmepumper frem for med olie vil give anledning til et statsligt afgiftstab i størrelsesordenen 40-60 mio. kr. årligt. Derudover fortrænges en del biobrændsel, hvilket resulterer i et øget afgiftsprodukt. Den samlede effekt på statsproduktet vil derfor være mindre og på længere sigt måske positiv.

4.4.4 Reduktion i udledning af metan fra gasmotorer

I forbindelse med afbrænding af naturgas på de decentrale kraftvarmeværker sker der en udledning af uforbrændte kulbrinter (UHC'er) / uforbrændt naturgas fra gasmotorerne, hvoraf en stor del udgøres af metan. Metanemissionen kan reduceres ved at installere et anlæg, der forbrænder røggassen ved høj temperatur, enten i form af et incinereringsanlæg (IC-anlæg) eller et katalysator anlæg til efterforbrænding af UHC emissionen (RECCAT anlæg eller anden form for katalysator). Efterforbrænding medfører en øget varmekoefficiens samt minimerer miljøbelastningen fra CO-, VOC-, NO_x- og formaldehydemission. Reduktionspotentialet forventes at være på 0,2-0,4 mio. tons CO₂-ækv. pr. år. Det er dog ikke realistisk, at det maksimale potentiale kan nå allerede i 2008-12.

De samfundsøkonomiske omkostningerne ved tiltaget er negative, dvs. at der er en gevinst ved indførelsen af disse anlæg i størrelsesordenen 80-170 kr. pr reduceret ton CO₂-ækv., afhængig af anlæggenes størrelse og valg af katalysatorteknologi. Det skyldes en forøget varmekoefficiens og dermed et reduceret gaskøb, som vil opveje investeringsomkostningerne og omkostningerne til vedligehold mv. over tid, og at værkerne vil spare omkostningerne til en aldehydkatalysator, som vil blive nødvendig, når der indføres grænseværdier herfor. Hvis sideeffekterne i form af reducerede emissioner af CO, VOC og NO_x også medregnes opnås en yderligere samfundsøkonomisk gevinst.

Privatøkonomisk vil investeringen dog næppe blive foretaget, medmindre der gives et investeringstilskud eller en betaling for reduktionen i CO₂ emissionen.

DGC har på grundlag af RECCAT anlægget vurderet, at der skal et tilskud på 120 kr./tons over 5 år til, for at denne investering vil blive foretaget af kraftværkerne. Det har derfor været overvejet, om kraftværkernes metanemission med fordel kunne optes ind i kvoteordningen, hvorved der automatisk ville være et økonomisk incitament til at reducere metanudledningerne. Det er dog vurderet, at dette vil være for stor en administrativ omkostning på kort sigt. Alternativt kan det overvejes at ændre bekendtgørelsen om emissioner fra gasmotorer og dermed stille krav om, at værkerne installerer et anlæg, der kan fjerne såvel metanemissionerne som formaldehyd. Dette vil dog kræve, at der samtidig gives et tilskud til værkerne.

Tabel 22: Oversigt over reduktionsomkostninger ved indførelsen af RECCAT anlæg

CO ₂ -reduktionsomkostning i kr. pr. mio. ton	Samfundsøkonomi					
	RECCAT			Incinereringsanlæg		
	1 MWe	3 MWe	10 MWe	1 MWe	3 MWe	10 MWe
Uden sideeffekter	-81	-152	-169	310	-24	-104
Med sideeffekter forventet	-630	-701	-718	-263	-597	-991
reduktionspotentiale p.a. i mio. tons CO ₂ -ækv.	0,301 (0,408)					
Total for 700 MWe anlæg (950 MWe)						

Kilde: Dansk Gasteknisk Center og Miljøstyrelsen.

4.4.5 Øget anvendelse af vedvarende energi

Det er regeringens vision, at Danmark på langt sigt helt skal frigøre sig fra fossile brændsler – kul olie og naturgas. I stedet skal vi anvende vedvarende energi.

Regeringen vil sikre et virkningsfuldt sæt af markedsbaserede initiativer, der i takt med udviklingen af ny teknologi skal øge andelen af vedvarende energi og fortrænge de fossile brændsler. Andelen af vedvarende energi forøges til mindst 30 pct. af energiforbruget i 2025.

I forlængelse af oplægget til visionær dansk energipolitik vil regeringen udarbejde konkrete oplæg om, hvordan denne udvikling gennemføres.

4.5 Industrigasser

Der har været usikkerhed om, hvorvidt Danmarks særlige bekendtgørelse om udfasning af visse industrielle industrigasser var i strid med EU's regler. Bekendtgørelse omfatter bl.a. et forbud mod anvendelse af HFC som kølemiddel i detailhandel og stationære A/C anlæg fra 1. januar 2007, bortset fra genpåfyldning på eksisterende anlæg, og som blæsemiddel til opskumning af PUR-skum fra 1. januar 2006. Der er med Kommissionens beslutning af 8.12.2006, K(2006) 5934 endelig, givet tilladelse til at Danmark kan opretholde denne særbestemmelse indtil 31.12.2012 (Reference 33).

4.6 Klimahensyn i planer, programmer og beslutninger

Udover de virkemidler behandlet i virkemiddelrapporten, der har en direkte klimaeffekt, hvor omkostninger kan kvantificeres, er der en række andre i

overvejende grad frivillige virkemidler, der indirekte kan bidrage til at reducere klimabelastningen, men hvor effekterne og dermed omkostninger vanskeligt lader sig kvantificere.

Set i lyset af behovet for en langsigtet tilpasning vil det være fornuftigt og omkostningseffektivt at igangsætte disse virkemidler, hvor en bredere kreds af aktører involveres i at bidrage til klimaindsatsen på kortere og på længere sigt og med henblik på at klimahensyn indgår i grundlaget for væsentlige beslutninger. Virkemidlerne stemmer endvidere overens med det bredere sæt af klimaforpligtelser i klimakonventionen og Kyotoprotokollen.

Regeringen har derfor besluttet at igangsætte ”**Et ton mindre**”-kampagnen, som gennemføres i 2007 og 2008. Den formidler hvordan den enkelte dansker gennem daglige valg kan mindske sit CO₂-udslip, og hvor meget det nytter, og hvordan. Et centralt element i kampagnen er en CO₂-beregner, hvor personer kan beregne deres ”personlige” CO₂ udledning og afgive et løfte om at reducere dette. 1 ton CO₂ svarer til omkring 10 % af den gennemsnitlige CO₂-udledning pr. person – og omkring 20% af den del af CO₂-udledningen som den enkelte kan påvirke direkte gennem sit valg af transport, opvarmning, ferieform, etc.

4.6.1 Klimavurderinger af lovforslag, planer og programmer

Grundlaget for at vurdere klimaimplikationer af væsentlige beslutninger bør forbedres og systematiseres i forlængelse af eksisterende regler og vejledninger. I dag vurderes miljøkonsekvenser bredt, og klima kan være en af de miljøparametre, der indgår. Imidlertid er klima så tværgående og komplekst, at det vil være relevant at forbedre og systematisere metoderne, der ligger til grund. Der kan anvendes samme model som ved vurdering af forslags konsekvenser for virksomheder, hvor forslagene gennemgår en overordnet vurdering med henblik på, om der er behov for en mere detaljeret og teknisk vurdering af særlige fagpaneler.

Endvidere bør eksisterende vurderingsmetoder gennemgås mhp. om klimahensynet kan styrkes nationalt og i EU - f.eks. i forhold til miljømærkeforordningen, EUP direktivet, Impact Assessment, EMAS forordning, standardiseringsarbejdet, udbuds vurderinger o.lign., så disse eksisterende miljøvurderingsmetoder i højere grad bidrager til klimaindsatsen.

4.6.2 Klima i lokal agenda 21 planer

Kommunerne udarbejder i henhold til planloven lokale agenda 21 redegørelser. For at understøtte dette arbejde kan det overvejes at udarbejde vejledninger eller andre vurderingsredskaber, der kan understøtte kommunernes arbejde med at fremme klimareduktioner indenfor relevante områder f.eks. ved beslutninger om lokalisering og planlægning, i forbindelse med indkøbsaftaler, trafikplanlægning, i relation til forsyningsopgaver mv. Der bør etableres et mere systematisk samarbejde omkring udveksling af erfaringer og best practices mellem kommuner. Newcastle Carbon Neutral o.lign. initiativer kan være med til at inspirere.

4.6.3 Information om reduktionsmuligheder til udvalgte målgrupper

Kampagner om grønt ansvar mv. kan bidrage til større ansvarlighed hos en bredere målgruppe omkring klimahensyn. Det kan også være relevant at etablere mere specifikke informationsredskaber til udvalgte målgrupper - f.eks.

undervisningsmateriale mv. til folkeskolen og gymnasier osv. Afhængig af finansiering og omfang kan der etableres et egentligt klimainformationsprogram.

5 Teknologiuudvikling og langsigtede reduktionsmuligheder / behov

Den globale opvarmning kræver at anvendelsen af de fossile brændstoffer gradvist udfases i løbet af de næste årtier. EU har besluttet, at der i de globale forhandlinger om reduktionsforpligtelser efter 2012 skal arbejdes for, at industrilandene i forhold til 1990 reducerer udledningerne med 15-30 % i 2020 og 60-80 % i 2050. For at udfasningen skal kunne gennemføres, kræver det udvikling af både eksisterende og nye teknologier og samtidig en større udbredelse af vedvarende energi.

Klima og energiteknologi er derfor et af de centrale elementer i regeringens redegørelse for fremme af miljøeffektiv teknologi, som blev fremlagt af miljøministeren i maj 2006, se Miljøministeriet (2006.). Den vil blive fulgt op af en konkret handlingsplan i efteråret 2006, ligesom opfølgningen på regeringens Energistrategi 2025 bidrager til at håndtere de langsigtede udfordringer på klimaområdet. Der henvises til redegørelsen og den kommende handlingsplan såvel som til opfølgningen på Energistrategi 2025.

I forbindelse med regeringens oplæg til en visionær dansk energipolitik (se **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**) har regeringen besluttet at fordoble de offentlige midler til forskning, udvikling og demonstration af energiteknologi, så der fra 2010 afsættes 1 mia. kr. årligt til dette område. Særligt styrkes indsatsen for at afprøve teknologierne i demonstrationsprojekter. Formålet er at understøtte målsætningen om at blive mindre afhængig af fossile brændsler kul olie og naturgas gennem en fortsat billiggørelse af vedvarende energi og en mere effektiv energianvendelse.

6 Referencer

Reference 1: Finansministeriet: *En omkostningseffektiv klimastrategi*, 2003.

Reference 2: Rådet for den Europæiske Union – Miljø: *Konklusioner vedr. klimaændringer: Mellem- og langsigtede strategier for emissionsreduktion, herunder mål*. Vedtaget d. 10. marts 2005.

Reference 3: Danmarks Miljøundersøgelser: *Fremskrivning af drivhusgasemissioner 2005-2030*, Rapport til Miljøstyrelsen, januar 2007.

Reference 4: Danmarks Miljøundersøgelser: *Foreløbig opgørelse af Danmarks udledning og optag af drivhusgasser 1990-2005 til EU Kommissionen*, 15. januar 2007.

Reference 5: Miljøministeriet: *Forslag til national allokeringsplan for Danmark i perioden 2008-12*, høringsudgave januar 2007.

Reference 6: Danmarks Miljøundersøgelser: *Fremskrivning af drivhusgasemissioner*, Arbejdsnotat til Miljøstyrelsen, maj 2005.

Reference 7: COWI: *Analysis of the EU Allowance trading System*, Rapport til Miljøstyrelsen, 2006.

Reference 8: COWI: *ETS Market Study 2008-12*, Rapport til Miljøstyrelsen og Energistyrelsen, 2006.

Reference 9: ECON: *EU's emission trading system 2008-12 and thereafter*, 2006.

Reference 10: Finansministeriet: *Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger*, 1999.

Reference 11: Miljøstyrelsen: *Danmarks udledning af CO₂ - indsatsen i perioden 1990-2001 og omkostningerne herved – Hovedrapport og bilagsrapport*, 2005.

Reference 12: Miljøstyrelsen: *Danmarks Fjerde Nationalrapport*, 2005.

Reference 13: Miljøstyrelsen: *Danmarks klimapolitiske mål og resultater*: Rapporten om fremskridt i 2005 i henhold til Kyoto-protokollen, 2005.

Reference 14: Olesen, J.E. (red.): *Drivhusgasser fra jordbruget – reduktionsmuligheder*. Danmarks JordbrugsForskning, 2005.

Reference 15: Olesen, J.E., W.A.H. Asman, A. Danfær, S. Gyldenkerne, H. Jørgensen & M.H. Mikkelsen: *Evaluering af mulige tiltag til reduktion af landbrugets metanemissioner*. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, 2005.

Reference 16: Gyldenkerne, S.: *Personlig meddelelse*, DMU, 2005.

Reference 17: Olesen, J.E., J.M. Andersen, B.H. Jacobsen, T. Hvelplund, U. Jørgensen, J.S. Schou, J. Graversen, T. Dalgaard & J.V. Fenhann :

Kvantificering af tre tiltag til reduktion af landbrugets emission af drivhusgasser. Danmarks JordbrugsForskning, 2001.

Reference 18: Fødevareøkonomisk Institut & Miljøstyrelsen: **Baggrundsnotat vedrørende udbygning af biogasanlæg for at reducere emissionen af drivhusgasser.** November 2002. Miljøstyrelsen.

Reference 19: Energistyrelsen: **Regeringens nye energioplæg: Fordobling af vedvarende energi**, 19. januar, 2007.

Reference 20: Energistyrelsen: **Meddelelse vedr. samfundsøkonomi i biogasanlæg** 5. december, 2006.

Reference 21: Fødevareministeriet (2005): **Rapport fra arbejdsgruppen om afbrænding af fraktioner af husdyrgødning**, 2005.

Reference 22: Olesen, J.E., S. Gyldenkerne, S.O. Petersen, M.H. Mikkelsen, B.H. Jacobsen, L. Vesterdal, A.M.K. Jørgensen, B.T. Christensen, J. Abildsrup, T. Heidmann & G. Rubæk: **Jordbrug og klimaændringer – samspil til vandmiljøplaner.** Danmarks JordbrugsForskning, 2004.

Reference 23: Fødevareministeriet og Danmarks Jordbrugsforskning: **Meddelelse om effekt af 75 DE**, 12. oktober, 2006.

Reference 24: Planenergi: **Forebyggelse af lugt og andre gener fra biogasanlæg** Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, 2006.

Reference 25: Brunner, A, V.K. Johannsen & L. Vesterdal, Skov og landskab: **Effekten af statsskovenes overgang til naturnærdrift på kulstofbinding i skovene** Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, 2005.

Reference 26: Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks JordbrugsForskning: **Konsekvenser og muligheder ved Danmarks deltagelse i Kyoto-protokollens artikel 3.4 på landbrugsområdet**, Arbejdsrapport fra Miljøministeriet, 2007.

Reference 27: NIRAS: **Screening af andre landes virkemidler og tiltag inden for landbrugssektoren.** Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, 2007.

Reference 28: COWI: **Scenarieregninger på personbiltrafik.** Rapport for fase 1. December 2004. Miljøstyrelsen.

Reference 29: COWI: **Ændring af bilafgifter.** Rapport for fase 2. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, 2007.

Reference 30: Kjeldsen, P. : **Reduction of Greenhouse gas Emissions from Landfills by use of Engineered Biocovers.** Application for Life III Environment Biocover af juli 2005. Danmark Tekniske Universitet.

Reference 31: Willumsen, H.C.: **Optimering af gasindvinding på deponeringsanlæg i Danmark.** Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 13 2005.

Reference 32: Elmose, O. : **Personlig meddelelse**, 2005. Deponigas ApS.

Reference 33: EU Kommissionen, DG Miljø : ***Kommissionens beslutning om de nationale bestemmelser om visse industrielle drivhusgasser, som Danmark har givet meddelelse om***, 8. dec. 2006.

Reference 34: Energistyrelsen: ***Basisfremskrivningen til CO – kvoteallokeringsplanen for 2008-12 og regeringens energistrategi: En visionær dansk energipolitik***, januar 2007.