

Samfundsøkonomisk analyse af NO_x reduktion

Bilagsrapport

Indhold

INDHOLD	3
FORORD	7
SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	8
1 BAGGRUND FOR OG FORMÅL MED ANALYSEN	9
1.1 NEC-DIREKTIVET OG NO _x -HANDLINGSPLAN	9
2 DEN ANVENDTE METODE OG FORUDSÆTNINGER	10
2.1 BUDGETØKONOMISK OG VELFÆRDSØKONOMISK ANALYSE	10
2.2 ANALYSE AF OMKOSTNINGSEFFEKTIVITET OG COST-BENEFIT ANALYSE	10
2.3 FREMRYKNING AF INVESTERINGER	11
2.4 PRISNIVEAU, BASISÅR OG TIDSPERIODE	12
2.5 DISKONTERING	12
2.6 OPGØRELSE AF BEREGNINGSPRISER OG NETTOAFGIFTSFAKTOREN	12
2.7 SKATTEFORVRIDNINGSTAB	13
2.8 PRISER PÅ MILJØEFFEKTER	14
2.9 PRISER PÅ BRÆNDSLER OG EL	17
2.10 EMISSIONSKOEFFICIENTER FOR EL	21
2.11 ERSTATNINGSEL OG FORTRÆNGNING AF EL	22
3 BOOSTING AF KULFYREDE BLOKKE PÅ KRAFTVÆRK MED NATURGAS	24
3.1 BESKRIVELSE AF TILTAGET	24
3.2 SAMMENFATNING AF DE BUDGET- OG VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER FOR BOOSTING	26
3.3 BUDGETØKONOMISKE OMKOSTNINGER	27
3.4 VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER	30
4 DELVIS BOOSTING AF KULFYREDE BLOKKE PÅ KRAFTVÆRK MED NATURGAS	37
4.1 BESKRIVELSE AF TILTAGET	37
4.2 SAMMENFATNING AF DE BUDGET- OG VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER FOR DELVIS BOOSTING	38
4.3 BUDGETØKONOMISKE OMKOSTNINGER	39
4.4 VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER	41
5 SCR PÅ GASMOTORER I KRAFTVARMESSEKTOREN	49
5.1 BESKRIVELSE AF TILTAGET	49
5.2 SAMMENFATNING AF BUDGET- OG VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER	50
5.3 BUDGETØKONOMISKE OMKOSTNINGER	51
5.4 VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER	52

6	BEDRE STYRING AF GASMOTORER I KRAFTVARMESSEKTOREN	54
6.1	BESKRIVELSE AF TILTAGET	54
6.2	SAMMENFATNING AF BUDGET- OG VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER	54
6.3	BUDGETØKONOMISKE OMKOSTNINGER	55
6.4	VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER	57
7	REBURNING PÅ KUL, HALM OG TRÆFLIS	63
7.1	BESKRIVELSE AF TILTAGET	63
7.2	SAMMENFATNING AF BUDGET- OG VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER – KUL	63
7.3	BUDGETØKONOMISKE OMKOSTNINGER	64
7.4	VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER	65
7.5	SAMMENFATNING AF BUDGET- OG VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER – HALM	68
7.6	SAMMENFATNING AF BUDGET- OG VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER – TRÆFLIS	69
8	ADVANCED REBURNING PÅ KUL, HALM OG TRÆFLIS	71
8.1	BESKRIVELSE AF TILTAGET	71
8.2	SAMMENFATNING AF BUDGET- OG VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER – KUL	71
8.3	BUDGETØKONOMISKE OMKOSTNINGER	71
8.4	VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER	73
8.5	SAMMENFATNING AF BUDGET- OG VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER – HALM	76
8.6	SAMMENFATNING AF BUDGET- OG VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER – TRÆFLIS	77
9	LAVNO_x BRÆNDER I FJERNVARMESSEKTOREN	79
9.1	BESKRIVELSE AF TILTAGET	79
9.2	SAMMENFATNING BUDGET- OG VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER	80
9.3	BUDGETØKONOMISKE OMKOSTNINGER	81
9.4	VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER	83
10	HAVVINDMØLLER	85
10.1	BESKRIVELSE AF TILTAGET	85
10.2	SAMMENFATNING	85
10.3	BUDGETØKONOMISKE OMKOSTNINGER	86
10.4	VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER	88
11	UDSKIFTNING TIL LAVNO_x BRÆNDER PÅ BESTÅENDE KEDLER I INDUSTRIEN	95
11.1	BESKRIVELSE AF TILTAGET	95
11.2	SAMMENFATNING AF BUDGET- OG VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER	95
11.3	BUDGETØKONOMISKE OMKOSTNINGER	96
11.4	VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER	99
12	EGR-TEKNOLOGI PÅ TUNGE KØRETØJER	102
12.1	BESKRIVELSE AF TILTAGET	102

12.2	SAMMENFATNING AF BUDGETØKONOMISKE OG VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER FOR EGR PÅ TUNGE KØRETØJER	103
12.3	BUDGETØKONOMISK OPGØRELSE	103
12.4	VELFÆRDSØKONOMISK OPGØRELSE	105
12.5	EGR MED PARTIKELFILTER	106
13	EFTERMONTERING AF SCR PÅ TUNGE KØRETØJER	108
13.1	BESKRIVELSE AF TILTAGET OG DETS KONSEKVENSER	108
13.2	SAMMENFATNING AF BUDGETØKONOMISKE OG VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER FOR SCR PÅ TUNGE KØRETØJER	108
13.3	BUDGETØKONOMISK OPGØRELSE	109
13.4	VELFÆRDSØKONOMISK OPGØRELSE	110
14	FREMRYKNING AF EURO 5-NORMER FOR TUNGE KØRETØJER	114
14.1	BESKRIVELSE AF TILTAGET OG DETS KONSEKVENSER	114
14.2	SAMMENFATNING AF BUDGETØKONOMISKE OG VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER FOR FREMRYKNING AF EURO5	115
14.3	BUDGETØKONOMISK OPGØRELSE	116
14.4	VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER	121
15	FREMRYKNING AF EURO 6-NORMER FOR TUNGE KØRETØJER	123
15.1	BESKRIVELSE AF TILTAGET OG DETS KONSEKVENSER	123
15.2	SAMMENFATNING AF BUDGETØKONOMISKE OG VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER FOR FREMRYKNING AF EURO 6-NORMER	123
15.3	BUDGETØKONOMISK OPGØRELSE	124
15.4	VELFÆRDSØKONOMISK OPGØRELSE	127
16	REDUKTION AF DIESELANDEL FOR LETTE KØRETØJER	130
16.1	POTENTIALER FOR NO _x BESPARELSER	130
16.2	BESKRIVELSE AF TILTAGET	133
16.3	SAMMENFATNING AF BUDGET- OG VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER	133
16.4	BUDGETØKONOMISKE OMKOSTNINGER	136
16.5	VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER	138
17	SCR PÅ TRAKTORER OG MEJETÆRSKERE	142
17.1	BESKRIVELSE AF TILTAGET OG DETS KONSEKVENSER	142
17.2	SAMMENFATNING AF BUDGETØKONOMISKE OG VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER FOR SCR PÅ TRAKTORER OG MEJETÆRSKERE	143
17.3	BUDGETØKONOMISK OPGØRELSE	143
17.4	VELFÆRDSØKONOMISK OPGØRELSE	145
18	SCR PÅ FISKERIFLÅDEN	148
18.1	BESKRIVELSE AF TILTAGET OG DETS KONSEKVENSER	148
18.2	SAMMENFATNING	148
18.3	BUDGETØKONOMISKE OMKOSTNINGER	149
18.4	VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER	151
19	MOTOROPTIMERING PÅ FISKERIFLÅDEN	153
19.1	BESKRIVELSE AF TILTAGET OG DETS KONSEKVENSER	153

19.2	SAMMENFATNING	153
19.3	BUDGETØKONOMISKE OMKOSTNINGER	154
19.4	VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER	155
20	DLE TEKNOLOGI PÅ GASTURBINER PÅ OFFSHORE ANLÆG	157
20.1	BESKRIVELSE AF TILTAGET	157
20.2	SAMMENFATNING AF DE BUDGET- OG VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER FOR DLE-GASTURBINER OFFSHORE	159
20.3	BUDGETØKONOMISKE OMKOSTNINGER	163
20.4	VELFÆRDSØKONOMISKE OMKOSTNINGER	166
20.5	FØLSOMHEDSANALYSER FOR DLE PÅ GASTURBINER OFFSHORE	168
21	LITTERATUR	174
22	BILAG	177

Forord

Den samfundsøkonomiske analyse af NO_x-reduktion er udført af Lisbeth Strandmark, Sørine L. Brange og Martin Hansen (indtil maj 2005), alle Miljøstyrelsens miljøøkonomigruppe (Organisation & Jura). Beregningen for reduktion af dieselandel for lette køretøjer er udført af COWI for Miljøstyrelsen.

Rapporten dokumenterer de samfundsøkonomiske beregninger, der er præsenteret i rapporten Analyse af Danmarks muligheder for at reducere emissionerne af NO_x i 2010, Miljøstyrelsen, 2006. Der henvises til denne rapport for oplysninger om arbejdsgruppe, kommissorium etc.

Rapporten er kvalitetssikret inden offentliggørelse af Flemming Møller, Danmarks Miljøundersøgelser.

Den anvendte metode er beskrevet i "Samfundsøkonomisk Vurdering af Miljøprojekter" (Møller et al. 2000).

Analysens resultater, afgrænsninger og antagelser er alene Miljøstyrelsens valg og ansvar.

Analysen er udarbejdet i perioden fra maj 2004 og endelig afsluttet maj 2006.

Sammenfatning og konklusioner

Der er ikke indsat nogen sammenfatning. Der henvises til kapitel 5 samt sammenfatningen i rapporten Analyse af Danmarks muligheder for at reducere emissionerne af NO_x i 2010, Miljøstyrelsen 2006.

1 Baggrund for og formål med analysen

1.1 NEC-direktivet og NO_x-handlingsplan

NEC-direktivet fastsætter grænser i 2010 for udslippet af svovldioxid (SO₂), kulbrinter (VOC) kvælstofoxider (NO_x) og ammoniak (NH₃).

Ifølge direktivet skal medlemsstaterne senest 1. oktober 2006 udarbejde nationale programmer for gradvis reduktion af de fire stoffer, således at lofterne kan overholdes inden udgangen af 2010. Kommissionen skal senest 31. december 2006 underrettes om de nationale programmer.

På den baggrund har formålet med nærværende projekt været:

”at skabe det bedst mulige beslutningsgrundlag set både ud fra en teknisk synsvinkel og en samfundsøkonomisk vurdering for, hvordan Danmark kan opfylde det nævnte loft på 127.000 tons NO_x i 2010...” (Citat fra ”Kommissorium for projektet ”Belysning af de tekniske muligheder og økonomiske konsekvenser for reduktion af NO_x-emissionen i Danmark”¹).

Der henvises til rapporten Analyse af Danmarks muligheder for at reducere emissionerne af NO_x i 2010, Miljøstyrelsen, 2006, for oplysninger om arbejdsgruppe, kommissorium etc.

¹ Jf. ”Analyse af Danmarks muligheder for at reducere emissionerne af NO_x i 2010, Miljøstyrelsen, 2006”, bilag A.

2 Den anvendte metode og forudsætninger

2.1 Budgetøkonomisk og velfærdsøkonomisk analyse

En samfundsøkonomisk analyse vil ofte bestå i sammenligninger af flere alternativer. Typisk sammenlignes den nuværende indsats - referencesituationen - med flere forskellige alternative måder at gennemføre et miljøtiltag på.

I en *budgetøkonomisk* analyse beregnes de direkte økonomiske effekter af et konkret tiltag, dvs. omkostninger og indtægter opgøres for hver enkelt af de berørte parter, fx for stat, kommuner, virksomheder og husholdninger. Herefter belyses fordelings effekterne. Budgetøkonomiske analyser skal altid gennemføres ved fremsættelse af lovforslag, bekendtgørelser m.v.

I den *velfærdsøkonomiske* analyse opgøres nettofordelen for samfundet ved et givet tiltag. De samlede velfærdsmæssige gevinster og tab opgøres for samfundet under ét, og i det omfang, det er muligt, opgøres værdien af miljøeffekterne i kroner og ører også.

2.2 Analyse af omkostningseffektivitet og cost-benefit analyse

Indenfor den velfærdsøkonomiske analyse findes der to hovedformer.

Ved en analyse af omkostningseffektivitet (*costeffectiveness-analyse, CEA*) opgøres omkostningerne ved et konkret miljøtiltag (i kroner og ører), mens den betragtede miljøeffekt (her NO_x) opgøres i fysiske enheder (fx tons). Øvrige miljømæssige sideeffekter (her andre udledninger end NO_x) forsøges prissat. Opgørelsen af de velfærdsøkonomiske omkostninger kræver altså prissætning af alle andre miljøkonsekvenser end den betragtede.

En analyse af omkostningseffektivitet kan fx opgøre omkostninger pr. kg fjernet kvælstof eller CO_2 for forskellige miljøtiltag. Disse omkostninger kaldes for skyggepriser. Denne form for analyse er især velegnet, hvis man skal nå en given miljømålsætning (fx reducere udledning af kvælstof med et bestemt antal tons) og gerne vil sammenligne omkostningerne ved forskellige måder at nå målsætningen.

Man kan også gå skridtet videre og værdisætte alle miljøeffekterne. Det vil sige, at alle omkostninger og alle miljøeffekter opgøres i kroner og ører. Herefter kan man direkte sammenligne omkostninger ved et miljøtiltag med de miljøeffekter, som det medfører. Dette betegnes en *cost-benefit analyse (CBA)*. Ved denne form for analyse fås et udtryk for, hvad samfundet får for pengene. Cost-benefit analyser er velegnede til prioritering mellem alternative målsætninger og på tværs af forskellige tiltag - indenfor miljøområdet såvel som mellem sektorområder.

Denne rapport består af en CEA og en CBA. I analysen af omkostningseffektivitet, dvs. CEA, beregnes for hver af de enkelte tiltag de velfærdsøkonomiske omkostninger opgjort som kr. pr. kg NO_x. Der fås en liste med tiltagens omkostninger pr. kg NO_x (inkl. de positive og negative omkostninger ved at andre emissioner ændres, f.eks CO₂). Denne liste kan bruges til en rangordning af tiltagene efter omkostningseffektivitet.

I cost benefit analysen (CBA) sammenholdes tiltagets omkostninger med værdien af dets miljøeffekter. Her er det værdien af samtlige miljøeffekter, der indgår, dvs. både værdien af NO_x-udledningen og af tiltagets øvrige miljøeffekter, fx påvirkning af udledning af CO₂ og SO₂. Det bliver således for det enkelte tiltag muligt at vurdere, om det i sig selv er samfundsøkonomisk fordelagtigt, eller om det medfører et velfærdsmæssigt underskud. Det vil også være muligt at sammenligne tiltagene velfærdsøkonomiske resultat.

2.3 Fremrykning af investeringer

Flere af tiltagene drejer sig om at foretage et tiltag tidligere, end man ellers ville have gjort. Alt sammen med henblik på at overholde målsætningen om en NO_x udledning på 127.000 tons NO_x i 2010.

Det kunne fx være udskifte en brænder på en industrieddel til lavNO_x-modellen før den gamle brænder er udtjent. Eller installere en teknologi på kraftværkerne før den ved lov er påkrævet i 2016, dvs. efter 2010.

I disse tilfælde beregnes omkostningerne ved tiltaget som de ekstraomkostninger, der er forbundet med at fremrykke investeringen. Der tages således hensyn til at teknologien alligevel skulle have været indført/udskiftet på et senere tidspunkt.

Det bemærkes, at det koster det samme at fjerne et kg NO_x, uanset hvornår investeringen finder sted. Omkostningerne pr. reduceret NO_x reduktion er altså konstant og uafhængig af tiden. Der sker nemlig en parallel fremrykning af omkostninger og miljøeffekt. Det betyder, at skyggeprisen ikke afspejler den ekstra miljømæssige "bonus", der er ved fremrykningen, og de ekstra omkostninger, der er forbundet med at investere tidligere. Sidstnævnte fremgår dog af nutidsværdien af omkostningerne, der er forskellig alt efter, hvornår investeringen finder sted (fx i 2009 eller i 2019). Omkostningen pr. kg fjernet NO_x (skyggeprisen) er således uafhængig af, hvornår investeringen foretages. Dette viser en af svaghederne ved at anvende skyggepris (analyse af omkostningseffektivitet) som prioriteringsværktøj. Det skal dog præciseres, at fremrykningen er hele forudsætningen for, at tiltaget kan bidrage til NO_x-målsætningens opfyldelse i 2010.

Dette er illustreret ved et eksempel i tabel 2-1, der viser beregningen af skyggeprisen ved en investering på 202,5 mill.kr. og årlige driftsomkostninger på 9 mill.kr. Dette tiltag fjerner 1422 tons NO_x om året. Investeringen foretages enten i 2016 eller i 2008. Skyggeprisen bliver uanset hvornår investeringen foretages 16,49 kr. pr. kg NO_x.

Tabel 2-1 Eksempel på beregning af skyggepris ved fremrykning af investering

	NPV i 2004	NPV i 2004	Skyggepris
	Omkostninger	Miljøeffekt	
	Mill.kr.	Tons NO _x	Kr./kg NO _x
Invest i 2008	260	15773	16,49
Invest i 2016	138	8358	16,49
Forskel	122	7414	16,49

2.4 Prisniveau, basisår og tidsperiode

Der regnes i 2004-priser. Omkostninger og miljøeffekter opgøres for den 30-årige periode 2005-2034. Der regnes nutidsværdier i 2004 (basisåret). Der benyttes forbrugerprisindekset til at fremskrive til 2004-prisniveau.

2.5 Diskontering

Alle miljøtiltag har normalt en tidsmæssig dimension - dvs. at miljøtiltagets konsekvenser, såvel de økonomiske som de miljømæssige, normalt strækker sig over en længere årrække. Dette forhold giver anledning til et specifikt prissætningsproblem - nemlig hvorledes konsekvenser, der indtræffer på forskellige tidspunkter, skal afvejes mod hinanden.

Diskontering bruges til at omdanne fremtidige omkostninger og benefits til nutidige værdier. Diskontering bygger på den forudsætning, at den nutidige værdi af omkostninger og benefits er større end den fremtidige værdi, således at befolkningen generelt foretrækker forbrug nu fremfor senere.

Normalt foretages afvejningen - den såkaldte diskontering - ved brug af en kalkulationsrente, som er udtryk for den rate, hvormed værdien af konsekvenserne reduceres jo længere ude i fremtiden, de forventes at indtræffe. Den velfærdsøkonomiske kalkulationsrente afspejler, hvor meget større vægt befolkningen tillægger forbrug i år i forhold til samme forbrug næste år. Effekter ude i fremtiden tillægges stadig mindre vægt med en voksende kalkulationsrente.

I den budgetøkonomiske og i den velfærdsøkonomiske beregning anvendes en kalkulationsrente på 6 pct., som anbefalet af Finansministeriet².

Der udføres en følsomhedsberegning med en velfærdsøkonomisk kalkulationsrente på 3 pct. baseret på befolkningens tidspræferencer, som anbefalet af Miljøministeriet³. Denne rente kombineres i diskonteringen med brugen af en forrentningsfaktor på kapital, hvor den alternative afkastrate sættes til 6 pct.

2.6 Opgørelse af beregningspriser og nettoafgiftsfaktoren

I de velfærdsøkonomiske beregninger anvendes en nettoafgiftsfaktor (NAF) på 1,17.

² Finansministeriet (1999), Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger.

³ F. Møller m.fl. (2000). Samfundsøkonomisk vurdering af miljøprojekter. Miljø- og Energiministeriet.

I den budgetøkonomiske analyse anvendes for producenternes vedkommende markedspriser opgjort ekskl. afgifter, som refunderes, idet disse reelt ikke belaster sektorens økonomi. Afgifter, der refunderes, er typisk moms. Derved fås et udtryk for, hvor meget sektoren skal betale for miljøtiltaget. Disse priser vil altså være ekskl. moms og andre afgifter, der refunderes, men inkl. f.eks. grønne afgifter. Når der er tale om forbrugsgoder (dvs. for forbrugernes vedkommende) anvendes prisen inkl. alle afgifter og subsidier.

I den velfærdsøkonomiske analyse skal priserne afspejle befolkningens marginale betalingsvillighed for goderne. Priserne, som producenterne (her f.eks. kraftvarmeverker eller industrier) betaler for et produktionsgode, er yderst sjældent de samme som dette godes værdiproduktivitet set fra befolkningens synspunkt, og som befolkningen er villig til at betale for de produkter, som produktionsgoderne bruges til at producere. Befolkningen betaler også en række afgifter, der lægges oven i producenternes priser.

Derfor skal producenternes priser bringes op på niveauet for befolkningens betalingsvillighed til såkaldte beregningspriser. Beregningspriserne er dermed et udtryk for de endelige anvendte ressourcers værdi for forbrugerne. Dette svarer til køberpriser for de goder, som ressourcerne alternativt kunne være anvendt til at producere, der igen er lig med den velfærds-mæssige værdi af de mistede forbrugsgoder.

Hvis man har kendskab til de endelige markeds- eller køberpriser for de mistede forbrugsgoder, bør disse selvfølgelig benyttes. Dette vil derimod langt fra i praksis være tilfældet. Derfor benyttes en "genvejs"-løsning. Der benyttes en faktor, der udtrykker det generelle afgiftsniveau i samfundet. Denne faktor kaldes den generelle nettoafgiftsfaktor og er teknisk beregnet som forholdet mellem BNP og BFI, dvs. værditilvæksten i samfundet opgjort i hhv. køberpriser (BNP; bruttonationalproduktet) og faktorpriser (bruttofaktorindkomsten; BFI). Dette forhold har i de senere år ligget på 1,17.

Ved at multiplicere produktionsgodernes producentpriser med den generelle nettoafgiftsfaktor fås de velfærdsøkonomiske priser (også kaldet beregningspriser), der er et udtryk for den endelige markedspris for de mistede alternative forbrugsgoder.

2.7 Skatteforvridningstab

Skatteforvridningstab er udtryk for det velfærdstab, som samfundet lider ved at skulle finansiere offentlige udgifter gennem skatteopkrævning.

Hvis det antages, at den offentlige sektor finansierer de offentlige udgifter forbundet med hvert alternativ ved at opkræve skatter, bør skatteforvridningstabet indgå. Inddragelse af skatteforvridningstabet er begrundet i, at det ikke er omkostningsfrit for samfundet at foretage en sådan omfordeling via skattesystemet, idet skatterne sædvanligvis medfører en forvridning af aktiviteten i økonomien (ændring af arbejdsudbud⁴ etc.). Flere empiriske undersøgelser for Danmark har vedholdende estimeret en positiv, men meget lille løn/pris-følsomhed i arbejdsudbuddet. Det vil sige, at arbejdsudbuddet reage-

⁴ Indkomstskatten driver en kile ind mellem virksomhedernes reale arbejdskraftomkostninger og arbejdskraftens disponible reale aflønning, hvilket forvrider arbejdsudbuddet.

rer negativt (formindskes), når den disponible løn reduceres som følge af en skattestigning.

Den marginale omkostning for samfundet i forbindelse med anvendelsen af de forvriddende skatter er af Finansministeriet vurderet til 20 øre pr. krone opkrævet i skat.

Der anvendes i de velfærdsøkonomiske beregninger et skatteforvriddningstab på 20 pct.

2.8 Priser på miljøeffekter

I Miljøministeriets samfundsøkonomiske analyser er der i de seneste år anvendt priser på miljøeffekter fra EU-Kommissionens BeTa-database. Der er for nylig fremkommet nye priser fra DMU for luftemissioner af NO_x, SO₂, og PM_{2,5} for stationære anlæg. Samtidig har Trafikministeriet offentliggjort deres nøgletalskatalog for transport med et andet sæt priser.

Disse to sæt nye priser er ikke konsistente og kan ikke anvendes samtidig. I en analyse kan der således ikke bruges DMUs priser for de stationære anlæg og Trafikministeriets priser for trafik. Tabel 2-2 viser priserne fra hhv. DMU og Trafikministeriet.

Tabel 2-2 Priser på miljøeffekter fra hhv. DMU og Trafikministeriet. Emissioner til luft af NO_x, SO₂ og PM_{2,5}. kr. pr. kg. (2004-priser).

	Land		By 100.000 indbyg.		By 500.000 indbyg.	
	Stationære anlæg	Transport	Stationære anlæg	Transport	Stationære anlæg	Transport
	Kilde: DMU	Kilde: TRM	Kilde: DMU	Kilde: TRM	Kilde: DMU	Kilde: TRM
NO _x	85	16	85	15	85	15
SO ₂	54	32	201	61	1004	61
PM _{2,5}	128	326	478	1532	2223	1532

Kilden for DMU: Mikael Skou Andersen m.fl. (2004), Sundhedseffekter af luftforurening – beregningspriser, Faglig rapport fra DMU, nr. 507 2004. Der er anvendt simpelt gennemsnit for Sjælland og Jylland.

Kilde for TRM: Trafikministeriet (2004). Nøgletalskatalog – til brug for samfundsøkonomiske analyser på transportområdet, December 2004.

DMUs priser ligger generelt på et højere niveau end Trafikministeriets priser. Normalt ville man for disse emissioner (NO_x, SO₂ og partikler) forvente, at det modsatte var tilfældet⁵. Trafik (især i tæt bebyggelse) medfører større sundhedsskader, da der emitteres i lav højde. Stationære anlæg på land udsender i større skorstenshøjde og er dermed ikke så sundhedsskadeligt som trafik i lavere højde.

DMUs priser er en justering af BeTa-priserne til danske forhold. Samtidig er beregningerne opdateret med nyere data og viden. DMUs priser bygger på værdisætning af statistisk liv (VSL) og bruger dermed skadesværdi.

DMUs priser er hævet markant i forhold til de hidtidige priser fra BaTa-databasen. DMU skriver "Den vigtigste forklaring herpå er, at der i BeTa var

⁵ I Finansministeriets rapport "Miljøpolitikens økonomiske fordele og omkostninger" lå priserne for transport da også på et højere niveau end for de faste anlæg.

foretaget en nedjustering af den sundhedsmæssige dosis-respons-funktion for kronisk mortalitet. Denne nedjustering var begrundet i en vis tvivl om resultaterne i de store kohorteundersøgelser vedr. partiklers sundhedsmæssige effekter, men efter offentliggørelsen af Pope et al. (2002) er der ikke længere grundlag for at rejse tvivl om de fundne sammenhænge, jf. EU's NewExt-projekt, som rapporteres om kort tid."

Det har altså vist sig, at effekterne for kronisk dødelighed i BeTa-priserne var nedskaleret med en faktor 3 af forsigtighedsgrunde. Men der er nu fremkommet ny international forskning, der viser, at denne nedskalering var ubegrundet. DMU's priser anvender derfor ikke denne nedskalering, men baserer sig på det reelle niveau for sundhedsskaderne (det niveau som også BeTa-priserne burde have ligget på).

Trafikministeriet bygger på TRIP-projektet, som er et dansk forskningsprojekt om værdisætning af transportens eksternaliteter udført af COWI for Trafikministeriet. TRIP baserer sig primært på Friedlich og Bickel (2001), dvs. ExterneE der er forløberen for BeTa-databasen. TRIP baserer sine priser på værdi af tabte leveår (VLYL), dvs. tabt produktionsværdi. Også ExterneE anvendte en nedskalering med faktor 3 af dose-response-funktionen for kronisk dødelighed. I dag er der som nævnt enighed blandt eksperter om, at denne nedskalering ikke er korrekt. TRIP bruger derfor heller ikke denne nedskalering.

Grunden til, at DMU's priser er signifikant højere end de tidligere priser fra BeTa, er altså primært, at der ikke længere foretages en nedskalering af effekterne af kronisk dødelighed. Men heller ikke Trafikministeriet bruger denne nedskalering. Derfor må der være en anden forklaring til Trafikministeriets lavere priser sammenlignet med DMU's.

Dødelighedsomkostningerne udgør typisk ca. 75-80 pct. af de samlede eksternaliteter. Derfor har værdisætningen af kronisk og akut dødelighed stor indflydelse på priserne. Forklaringen på forskellen mellem priserne ligger især i værdisætningen af akut dødelighed. Der er også en forskel i prissætningen af kronisk død, men den er ikke så udtalt som for akut dødelighed.

BeTa - og dermed DMU - baserer sine priser på værdi af statistisk liv (VSL), mens Trafikministeriet (TRIP) bruger leveårstilgangen (VLYL). Der er en beregningsteknisk sammenhæng mellem VSL og VLYL. VLYL kan derfor beregnes på basis af VSL og tager udgangspunkt i VSL. Trafikministeriet bruger samme værdi af VSL som DMU (fra BeTa) som udgangspunkt til at omregne til tabte leveår (VLYL).

Akut dødelighed værdisættes i BeTa og hos DMU til den fulde værdi af VSL (ca. 9 mill.kr.). I Trafikministeriets tal (TRIP) antages et akut dødsfald derimod kun at forkorte levetiden med 0,75 år. Det er begrundet i, at akutte dødsfald kun sker for personer, der alligevel ville have døet inden for relativt kort tid, da det drejer sig om ældre og svagelige personer. Derfor bliver værdien for akut død kun 0,75 gange VLYL. Dette svarer til ca. 700.000 kr. Denne store forskel i værdisætningen af akut død tæller meget tungt i priserne for emissionerne.

Der er således ikke konsistens mellem de to sæt priser. Dette bør afklares, men er uden for denne analyses rammer. Vi er nødt til at vælge et sæt priser for at kunne sammenligne tiltagene til NO_x-reduktion på tværs af sektorer (energi og transport).

Det er valgt indtil videre at anvende DMUs priser og i en følsomhedsberegning vise resultatet med Transport- og Energiministeriets priser⁶.

Det er således valgt at anvende DMUs tal for både stationære anlæg og for trafik for at sikre konsistens. Dette er begrundet i, at leveårstilgangen ikke synes så godt funderet i empirien og teorien om prissætning af statistisk liv. VSL er mere metodisk korrekt at anvende end tabte leveår.

Det bemærkes, at denne analyse er en omkostningseffektivitetsanalyse med hensyn til reduktion af NO_x -udledning. Prioriteringsredskabet er kr. pr. kg fjernet NO_x , dvs. skyggeprisen på NO_x , som er omkostninger inkl. værdi af øvrige miljøeffekter (udover NO_x) divideret med mængden af fjernet NO_x . Det betyder, at selve prisen på NO_x ikke er det essentielle i denne analyse, men den indgår selvfølgelig i cost-benefit analysen for det enkelte tiltag.

Tungmetaller er ikke prissat i denne analyse. I Miljøministeriets analyser er senest anvent priser fra ECON (fx i analysen af org. affald). Der er imidlertid efterfølgende fremkommet en del kritik af disse priser (DMU, Appendiks 2). Priserne er kritiseret for at være inkonsistente og blande tal fra to forskellige kilder og derved blande to forskellige reference niveauer. Det er også blevet kritiseret, at mangan har for stor indflydelse på den endelige fastlæggelse af priser. Der er endnu ikke fremkommet et revideret prissæt i stedet. Derfor er det valgt ikke at prissætte tungmetaller i denne analyse. Det kan oplyses, at udledningen af tungmetaller i denne analyse kun vil have meget marginal værdi med ECONs priser. De vil dermed reelt ikke få nogen betydning for resultatet af denne analyse.

Til værdisætning af CO_2 -effekter er det valgt at anvende en pris, der beregningsteknisk svarer til den forventede faktiske CO_2 -kvotepris forhøjet med nettoafgiftsfaktoren og afrundet. Dette svarer til forudsætningerne i Energistyrelsens reviderede energihandlingsplan maj 2025 og er dermed også konsistent med den anvendte elpris, jf. tabel 2-3 (der ligeledes er baseret på den faktiske CO_2 -kvotepris). Det er ligeledes i overensstemmelse med Energistyrelsens vejledning i samfundsøkonomiske analyser med tilhørende appendiks⁷. Der er anvendt en CO_2 -pris på 150 kr. pr. tons for hele perioden frem til 2034, jf. tabel 2.4. Denne pris gælder både for det kvotebelagte område og for det ikke-kvotebelagte område. CO_2 -prisen er altså en omkostningsbestemt pris fastsat ud fra de vedtagne kvoter. Prisen er ikke udtryk for værdien af skaderne ved at udlede CO_2 .

Prisen på CH_4 er omregnet til CO_2 -ækvivalent ud fra forholdet (21:1). Prisen på N_2O er omregnet til CO_2 -ækvivalent ud fra forholdet (310:1).

Tabel 2-3 og tabel 2-4 viser de anvendte priser i denne analyse. Priserne i tabel 2-3 anvendes for både transport og stationære anlæg. Priserne i tabel 2-4 er for de globale emissioner (CO_2 , CH_4 og N_2O).

⁶ Energistyrelsen anfører i sin vejledning om samfundsøkonomiske analyser på energiområdet fra april 2005, at "Transport- og Energiministeriet vil tage initiativ til, at der udarbejdes afstemte skøn for trafik- og energisektoren på et ensartet metodisk og datamæssigt grundlag." Der er igangsat et sådant arbejde. Såfremt der opnås en sådan enighed om andre priser, vil disse selvfølgelig blive anvendt i NO_x -beregningerne.

⁷ Jf. Energistyrelsen, april 2005, Appendiks: Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, afsnit 5.

Tabel 2-3. Anvendte priser på miljø- og sundhedseffekter (emissioner til luft af NO_x, SO₂, PM_{2,5}, NMVOC, NH₃ og CO), kr. pr. kg (2004-priser).

	Land	By 100.000 indbyg.	By 500.000 indbyg.
NO _x	85	85	85
SO ₂	54	201	1004
PM _{2,5}	128	478	2223
NMVOC	59	59	59
NH ₃	28	28	28
CO	0,002	0,002	0,002
HC	56	56	56

Kilde: Prisen på NO_x, SO₂ og PM_{2,5} stammer fra tabel 6.2 og 6.3 i "Sundhedseffekter af luftforurening – beregningspriser", DMU 2004. Der er anvendt simpelt gennemsnit for Sjælland og Jylland og fremskrevet til 2004-priser.

Prisen på CO er hentet fra Miljøministeriets nøglekatalog, tabel 7.2 (udkast).

Prisen på NMVOC stammer fra tab. 7.1 i EU-Kommissionens database Beta.

NH₃-prisen stammer fra Illerup et al 2004, Projection Models 2010 NERI Technical report 414.

HC består af ca. 95% NMVOC og 5% CH₄ (methan). Skadesomkostnings-prisen for 1 kg HC er dermed beregnet som 95% af prisen på NMVOC tillagt 5% af prisen på CH₄.

Tabel 2-4 anvendte priser for CO₂, CH₄ og N₂O, kr./kg (2004-priser)

	Pris på miljøeffekt			
	CO ₂ -kvotepris	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
2005-2034	0,150	0,173	3,63	53,60

Kilde: Energistyrelsen, april 2006, Appendiks: Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet (udkast)

Der vil blive udført følsomhedsberegninger med andre priser på miljøeffekter, jf. kapitel 5 i rapporten "Analyse af Danmarks muligheder for at reducere emissionerne af NO_x i 2010, Miljøstyrelsen, 2006".

2.9 Priser på brændsler og el

Tabel 2-5 Priser på el. Kr./MWh (2004-priser)

	Nord Pool vægtet
2005	251
2006	302
2007	296
2008	299
2009	291
2010	257
2011	261
2012	268
2013	278
2014	278
2015	301
2016	365
2017	341
2018	343
2019	371
2020	348
2021	348
2022	347
2023	314
2024	346
2025	318
2026	351

2027	350
2028	345
2029	351
2030	365
2031	365
2032	365
2033	365
2034	365

Kilde: Energistyrelsen, maj 2006, Thomas Jensen

Tabel 2-6 Priser på brændsler, an kraftværk inkl. transporttillæg. Kr./GJ (2004-priser)

	Kul	Naturgas
2005	15,6	33,7
2006	13,3	37,1
2007	13,0	37,1
2008	12,7	34,9
2009	12,4	32,6
2010	12,2	31,4
2011	12,2	31,6
2012	12,2	31,7
2013	12,3	31,8
2014	12,3	31,9
2015	12,3	32,0
2016	12,3	32,1
2017	12,4	32,2
2018	12,4	32,4
2019	12,4	32,5
2020	12,4	32,6
2021	12,5	32,8
2022	12,5	33,1
2023	12,5	33,3
2024	12,5	33,5
2025	12,6	33,7
2026	12,6	34,0
2027	12,6	34,2
2028	12,7	34,4
2029	12,7	34,7
2030	12,7	34,9
2031	12,7	34,9
2032	12,7	34,9
2033	12,7	34,9
2034	12,7	34,9

Kilde: Energistyrelsen, maj 2006, Thomas Jensen

Tabel 2-7 Priser på brændsler, an kraftvarmeværk inkl. transporttillæg. Kr./GJ (2004-priser)

	Halm	Træflis-	Natur- gas	Gasolie	Fuelolie
2005	28,5	32,5	37,5	81,3	51,9
2006	28,5	32,5	41,4	75,8	48,8
2007	28,5	32,5	41,4	71,4	46,4
2008	28,5	32,5	38,8	67,1	43,9
2009	28,5	32,5	36,3	62,7	41,5
2010	28,5	32,5	35,1	58,3	39,0
2011	28,5	32,5	35,3	58,5	39,1
2012	28,5	32,5	35,4	58,8	39,3
2013	28,5	32,5	35,5	59,0	39,4
2014	28,5	32,5	35,6	59,3	39,6
2015	28,5	32,5	35,7	59,6	39,7
2016	28,5	32,5	35,9	59,8	39,8
2017	28,5	32,5	36,0	60,1	40,0
2018	28,5	32,5	36,1	60,3	40,1
2019	28,5	32,5	36,2	60,6	40,3
2020	28,5	32,5	36,3	60,9	40,4
2021	28,5	32,5	36,5	61,1	40,6
2022	28,5	32,5	36,8	61,4	40,7
2023	28,5	32,5	37,1	61,7	40,9
2024	28,5	32,5	37,3	61,9	41,0
2025	28,5	32,5	37,6	62,2	41,2
2026	28,5	32,5	37,9	62,4	41,3
2027	28,5	32,5	38,1	62,7	41,5
2028	28,5	32,5	38,3	63,0	41,6
2029	28,5	32,5	38,6	63,2	41,7
2030	28,5	32,5	38,8	63,5	41,8
2031	28,5	32,5	38,8	63,5	41,8
2032	28,5	32,5	38,8	63,5	41,8
2033	28,5	32,5	38,8	63,5	41,8
2034	28,5	32,5	38,8	63,5	41,8

Kilde: Energistyrelsen, maj 2006, Thomas Jensen

Tabel 2-8 Priser for Råolie og naturgas, CIF-priser / priser ab leverandør, kr./GJ (2004-priser)

År	Råolie	Naturgas
2005	54,9	30,6
2006	50,5	34,1
2007	47,1	34,1
2008	43,5	31,8
2009	40,0	29,6
2010	36,5	28,4
2011	36,7	28,6
2012	36,9	28,7
2013	37,1	28,8
2014	37,3	28,9
2015	37,5	29,0
2016	37,7	29,1
2017	37,9	29,2
2018	38,1	29,4
2019	38,3	29,5
2020	38,6	29,6
2021	38,8	29,8
2022	39,0	30,1
2023	39,2	30,3
2024	39,4	30,5
2025	39,6	30,7
2026	39,8	30,9
2027	40,0	31,1
2028	40,2	31,3
2029	40,4	31,6
2030	40,7	31,8
2031	40,7	31,8
2032	40,7	31,8
2033	40,7	31,8
2034	40,7	31,8
2035	40,7	31,8

Kilde. Energistyrelsen, Thomas Jensen. Foreløbig udgave af tabel 3 i Appendiks: Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, Energistyrelsen, 2005

2.10 Emissionskoefficienter for el

Emissionerne knyttet til el er baseret på den forventede gennemsnitlige danske kondensproduktion. Grunden til, at emissionskoefficienterne ændres over tid (jf. tabel 2-9, højre side), er et stigende omfang af røgrønsning og på længere sigt også, at der ventes at ske en omlægning fra kulfyrede til naturgasfyrede værker.

Fastsættelsen af emissionerne bygger således på den helt generelle antagelse, at en ændring af elproduktionen (eller forbruget) i Danmark vil give anledning til en lige så stor ændring med modsat fortegn i den danske kondensproduktion. I virkelighedens verden kan man forvente, at en ændret elproduktion også kan have betydning for kraftvarmeproduktionen og eksporten / importen af el, men det vurderes, at forudsætningen om, at det er kondensproduktion i Danmark, der ændres, er en god tilnærmelse til virkeligheden, dog med følgende undtagelse:

Frem til 2015 er der i Danmark et overskud af elproduktionskapacitet, som betyder, at en forøgelse af elproduktionen (f.eks. ved etablering af nye vindmøller) i et betydeligt omfang vil give sig udslag i en øget eksport. Modelberegninger viser, at ca. 50 pct. af produktionen fra en ny vindmølle frem til 2015 vil ende som øget eksport. Dette forhold har en væsentlig betydning for udledningen af NO_x fra danske værker, idet man dermed kun kan regne med, at 50 pct. af elproduktionen fra et nyt anlæg vil føre til en reduktion i elproduktion og dermed NO_x -udledning fra eksisterende danske anlæg. For at tage højde for dette forhold er der ved beregningen af den faktiske NO_x -emission fra Danmark, som et givet elproducerende NO_x -reduktionstiltag giver anledning til, frem til 2015 regnet med de i tabel 2-9 (venstre side) viste reducerede emissionsfaktorer. Disse faktorer bruges også til at fastsætte skatteforvridningstab som følge af ændrede udledninger af bl.a. SO_2 . Da emissioner er belagt med afgifter, har en ændring i elproduktionen også betydning for afgiftsprovenuet og dermed gennem det hertil knyttede skatteforvridningstab også for velfærden. Bemærk, at fra og med 2016 regnes der med, at ændringer i elproduktionen slår fuldt igennem på emissioner og skatteforvridningstab.

Tabel 2-9 Emissionskoefficienter for el. g/MWh

	Emission i Danmark (dvs. ENS emissionk. ganget med 50%)				Den fulde emission (dvs. både i Danmark og udland)			
	Disse bruges til skatteforvrid + NO _x effekt i DK				Disse bruges til værdisætning			
	CH ₄	SO ₂	NO _x	N ₂ O	CH ₄	SO ₂	NO _x	N ₂ O
2005	8,1	205,5	501,5	11,7	16,1	411	1003	23,3
2006	8,3	205,0	496,5	11,7	16,5	410	993	23,3
2007	8,5	142,0	429,0	11,8	16,9	284	858	23,5
2008	8,1	123,5	301,5	12,1	16,2	247	603	24,2
2009	7,9	122,5	301,0	12,3	15,8	245	602	24,5
2010	7,5	115,0	296,5	12,4	14,9	230	593	24,8
2011	7,2	101,0	295,0	12,8	14,4	202	590	25,5
2012	7,4	113,0	303,0	12,7	14,8	226	606	25,3
2013	7,7	133,5	308,5	12,5	15,4	267	617	25
2014	7,6	125,5	306,5	12,5	15,2	251	613	25
2015	8,2	162,0	326,0	12,3	16,3	324	652	24,5
2016	19,8	338,0	547,0	21,4	19,8	338	547	21,4
2017	17,9	321,0	580,0	22,8	17,9	321	580	22,8
2018	18,0	339,0	583,0	22,8	18	339	583	22,8
2019	24,7	249,0	427,0	17,0	24,7	249	427	17
2020	25,8	206,0	388,0	15,8	25,8	206	388	15,8
2021	26,0	209,0	380,0	15,5	26	209	380	15,5
2022	26,2	202,0	371,0	15,3	26,2	202	371	15,3
2023	26,1	142,0	344,0	15,0	26,1	142	344	15
2024	27,4	142,0	322,0	13,8	27,4	142	322	13,8
2025	27,9	104,0	297,0	13,2	27,9	104	297	13,2
2026	29,7	90,0	261,0	11,7	29,7	90	261	11,7
2027	29,5	91,0	263,0	11,8	29,5	91	263	11,8
2028	29,6	90,0	261,0	11,8	29,6	90	261	11,8
2029	29,3	95,0	268,0	12,0	29,3	95	268	12
2030	29,1	100,0	275,0	12,2	29,1	100	275	12,2
2031	29,1	100,0	275,0	12,2	29,1	100	275	12,2
2032	29,1	100,0	275,0	12,2	29,1	100	275	12,2
2033	29,1	100,0	275,0	12,2	29,1	100	275	12,2
2034	29,1	100,0	275,0	12,2	29,1	100	275	12,2

Note: Emissionerne knyttet til el er baseret på den forventede gennemsnitlige danske kondensproduktion. Da der altid regnes med et tillæg til elprisen grundet CO₂-kvoter, bør der ikke regnes med CO₂-emissioner fra elproduktion.

Kilde: Energistyrelsen, april 2005, Appendiks: Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet

Tabel 2-10 Afgiftssatser

	Sats	Enhed
CO ₂	0,09	kr./kg
SO ₂	10	kr./kg
Halm –fjernvarmeproduktion	1,59	kr./GJ
Træflis – fjernvarmeproduktion	0,75	kr./GJ
Naturgas fjernvarmeproduktion	56,01	kr./GJ
Kul fjernvarmeproduktion	69,02	kr./GJ

Kilde: Energistyrelsen, april 2005, Appendiks: Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, revideret april 2006.

2.11 Erstatningsel og fortrængning af el

Nogle tiltag ændrer elproduktionen. Etablering af havvindmøllepark øger f.eks. elproduktionen i Danmark, således at anden el fortrænges. Omvendt kan et tiltag mindske elproduktionen, så der bliver behov for erstatningsel.

Ved erstatning af el antages frem til og med 2015, at halvdelen af kondens-elproduktionen finder sted i Danmark, mens resten produceres i de øvrige nordiske lande. Efter 2016 forventes det, at hele ændringen vil finde sted i Danmark. Ændringen i fordelingen mellem indenlandsk og udenlandsk elproduktion hænger sammen med den forventede elpris på Nord Pool Markedet. Indtil ca. 2015 forventes overkapacitet af elværker på Nord Pool markedet, hvilket betyder, at elprisen bliver trykket. Den lave pris bevirker, at Danmark dels importerer, dels selv producerer i denne periode. Efter 2015, hvor Nord Pool-prisen bliver højere, bliver det udelukkende dansk elproduktion.

Forudsætningen om en ligelig fordeling mellem indenlandsk og udenlandsk elproduktion indtil 2015 og derefter 100 pct. indenlandsk stammer fra beregninger på Energistyrelsens RAMSES-model. Der er udført en følsomhedsanalyse, hvor den danske andel af elforbræningen frem til 2015 hhv. øges og sænkes til 75 pct. og 25 pct.

3 Boosting af kulfyrede blokke på kraftværk med naturgas

3.1 Beskrivelse af til taget

Formålet med boosting af en eksisterende kulfyret blok på et kraftværk er at udvide elproduktion. Ved boosting udvides produktionskapaciteten for både el og varme, idet gasturbinerne har højere eleffekt, dvs. en højere elkapacitet. Dette vil medføre en øget elproduktion. Herved fortrænges anden kondensel, hvilket giver en lavere NO_x-emission.

Beregningerne er baseret på data fra DONG og Rambøll (2003)⁸.

Der er to former for boosting: fuld og delvis boosting. Dette kapitel handler om fuld boosting og kapitel 4 om delvis boosting.

Fuld boosting består af følgende: Der tilkobles en gasturbine på 50 MW til en eksisterende kulkedel med SCR på et kraftværk. Der installeres også en turboexbander som øger kapaciteten med 4 MW. Den eksisterende dampturbinen på kedlen får en merydelse på 16 MW som følge af den tilførte varme fra gasturbinen. Den samlede merydelse fra kraftværksblokken bliver på ca. 70 MW, heraf de 54 MW fra selve gasturbinen.

Der er forudsat, at varmereproduktionen fastholdes. Ved boostingen fås derved en bedre eludnyttelse og en dårligere varmeudnyttelse. Elvirkningsgraden skønnes at forøges med ca. 4 pct., og varmeevirkningsgraden falder tilsvarende⁹. Dette betyder, at elproduktionen øges med ca. 31 pct., som antages at fortrænge kondensel.

Ved fuld boosting foretages yderligere en ombygning/udskiftning af kedlens brænderenhed, så der skiftes brændsel fra kul til gas. Der er altså tale om boosting inkl. konvertering, og der anvendes udelukkende gas i såvel turbinen som i kedlen.

Det skal bemærkes, at der kan være blokke, hvor det på grund af manglende plads vil være meget vanskeligt at installere en gasturbine. Anvendelse af gas vil endvidere kræve omfattende sikkerhedstiltag i henhold til bestemmelserne i ATEX-direktivet.

Det forudsættes, at der er installeret SCR på alle blokke inden boostingen.

Hvis alle 10 kulfyrede blokke skal omstilles til gas og boostes, bliver der tale om et betragteligt merforbrug på ca. 5 mia. m³ naturgas, noget nær en fordobling af det nuværende forbrug. Dette kan dækkes enten fra dansk produktion i Nordsøen eller import. Energistyrelsen vurderer, at det vil blive nødven-

⁸ CO₂-reduktionspris ved konvertering af elektricitetsproduktion fra kul til gas. Samfundsøkonomiske beregninger og vurderinger. DONG A/S. Rambøll august 2003.

⁹ Jf. Rambøll (2003), afsnit 3.1.

diget med ekstra investeringer i Nordsøen for at kunne klare dette merforbrug. Disse investeringer vurderes aktuelle, hvis flere værker skal omstilles, og merbehovet for gas da overstiger den danske forsyningskapacitet. Hvis kun enkelt(e) værk(er) omstilles, er det ikke nødvendigt med disse ekstra investeringer.

I tabellerne præsenteres der resultater for én gennemsnitsblok i Danmark, baseret på data fra 10 forskellige blokke. I teksten er disse resultater opskaleret til landsplan.

Emissionskoefficienter for NO_x

Før boostingen gælder: NO_x emissionen for et kulfyret kedel med SCR ligger i intervallet 65-75 g/GJ. I beregningerne er anvendt gennemsnittet, dvs. en NO_x-emissionskoefficient på 70 g/GJ. Denne emissionskoefficient anvendes for værket før fuld repowering.

Efter boosting og konverteringen anvendes følgende emissionskoefficienter for NO_x: Gaskedlen står for ca. 85 pct. af brændselsforbruget. Gasturbinen står for de resterende 15 pct. For gaskedlen anvendes en NO_x-emissionskoefficient på 59 g/GJ. Kilden hertil er emissionskoefficienten for Avedøreværket 2, som har SCR installeret. For gasturbinen bliver emissionskoefficienten 8,4 g/GJ. Dette er beregnet på følgende måde: DMU angiver en emissionskoefficient for en ny gasturbine uden SCR til 42 g/GJ. Da SCR reducerer NO_x-udledningen med ca. 80 pct., skønnes emissionskoefficienten for en gasturbine med SCR til 20 pct. af 42 g/GJ, hvilket giver 8,4 g/GJ. Den vægtede NO_x-emissionskoefficient for en gaskedel med gasturbine og med SCR bliver da $0,85 \cdot 59 + 0,15 \cdot 8,4 = 51,4$ g/GJ.

Fordeleingsnøglen på 85 pct. for kedel og 15 pct. for gasturbine giver uændret brændselsforbrug i GJ på kedlen i forhold til situationen før boosting - altså samme mængde GJ på kedlen, uanset om der bruges gas eller kul.

Ved gasturbineafkast i kedlen tilføres en mængde ilt til forbrændingsluften, hvilket alt andet lige vil medføre en øget NO_x-dannelse og dermed en større emission. Da dette i høj grad vil afhænge af bl.a. brændernes udformning og kedelrummets geometri på de enkelte anlæg, er der set bort fra dette i opgørelsen af emissionskoefficienterne.

For SO₂ er anvendt en emissionskoefficient på 13,5 g/GJ.

I beregningerne er der anvendt følgende emissionskoefficienter:

Tabel 3-1 Emissionskoefficienter fuld boosting

	NO _x (g/GJ)	SO ₂ (g/GJ)	CO ₂ (kg/GJ)
Kulkedel med SCR	70	13,5	95
Gaskedel med SCR	59	0,01	56,9
Gasturbine koblet sm. Med gaskedel og med SCR	8,4	0,01	56,9
Gas vægtet efter fuld boosting	51,4	0,01	56,9

Kilde: Rambøll (2003) og Energi E2 (2004)

3.2 Sammenfatning af de budget- og vel færdsøkonomiske omkostninger for boosting

Dette er et ret vidtgående tiltag med store investeringer og stigning i gasforbrug. Udover at værkernes elproduktionen stiger med ca. 31 pct. foretages en fuld konvertering fra kul til gas. På landsplan for alle 10 blokke fås en NO_x reduktion på ca. 3.300 tons NO_x - men det er samtidig en meget dyr løsning for såvel kraftværker som samfundet.

Dette tiltag har et forholdsvis stort potentiale for NO_x reduktion. Men skyggeprisen befinder sig også i den dyre ende, og tiltaget giver et betragteligt samfundsøkonomisk underskud.

Der kan stilles spørgsmålstegn ved realismen af dette tiltag. I beregningerne antages, at el fra boostede anlæg fortrænger billigere elproduktion fra andre termiske anlæg. Denne forudsætning er imidlertid ikke helt i overensstemmelse med det aktuelle marked, og da kulproduktion stadig er billigere, vil produktionen fra det dyrere "boostede" anlæg blive fortrængt. Hertil kommer, at virkningsgraden på blokken kan påvirkes såvel positivt som negativt ved konverteringen. Det betyder, at den fulde reduktion af NO_x udledningen ikke slår fuldt igennem, idet det er afhængigt af blokkens driftsprofil.

Dette kapitel indeholder en teknisk analyse af en reduktionsmulighed på linie med beregningerne for de øvrige tiltag. Hvilken el, der i givet fald fortrænges, er en problemstilling, man må se på, hvis tiltaget skal implementeres.

Det er forudsat, at hvis flere blokke gennemgår fuld boosting, vil det blive nødvendigt med ekstra investeringer i Nordsøen for at klare stigningen i gasforbruget, jf. omtalen i afsnit 3.1. Hvis det kun drejer sig om en enkelt(e) blok, er disse investeringer ikke nødvendige.

Der reduceres NO_x ved fuld boosting, dels fordi udledningen af NO_x er mindre pr. energienhed naturgas end ved kul, dels fordi elproduktionen forøges ved boosting med i gennemsnit 31 pct. og erstatter anden produceret el på en anden blok, hvor der antages kondensel. Da en del af NO_x reduktionen ikke er en direkte effekt, men fremkommer indirekte via den el der fortrænges, bevirker det, at der er særlig stor usikkerhed knyttet til dette tiltag.

Det samlede potentiale for NO_x reduktion er ca. 3.300 tons pr. år i 2010. Det skal bemærkes, at dette er NO_x reduktionen kun i Danmark. Den samlede NO_x reduktion i både Danmark og udlandet er ca. 5.000 tons NO_x i 2010. Dette består af ca. 1600 tons NO_x fra selve boostingen (dvs. brændselsskiftet fra kul til gas) og ca. 3400 tons NO_x fra effekten af den fortrængte el. Men da det antages¹⁰, at indtil 2015 finder kun halvdelen af elfortrængningen sted i Danmark og resten i udlandet, udgør effekten i Danmark i 2010 af elfortrængningen kun 1700 tons NO_x , der sammen med effekten af brændselsskiftet giver en effekt i Danmark på ca. 3300 tons NO_x i 2010. Ca. halvdelen af NO_x -reduktionen i Danmark skyldes fortrængningseffekten.

Den gennemsnitlige budgetøkonomiske omkostning for den enkelte blok er 210 mill.kr. pr. år, hvilket svarer til 729 kr. pr. kg NO_x , der reduceres. Heri er som nævnt ikke inkluderet ekstra investeringer i Nordsøen. Staten lider et år-

¹⁰ Forudsætningen om en ligelig fordeling mellem indenlandsk og udenlandsk elproduktion indtil 2015 og derefter 100 pct. indenlandsk stammer fra beregninger på Energistyrelsens RAMSES-model, jf. afsnit 2.12.

ligt provenutab på ca. 3 mill. kr. blok i 2010 som følge af en mindre udledning af SO₂, der jo er afgiftsbelagt. Der er et betragteligt velfærdsøkonomisk underskud ved fuld boosting med naturgas opgjort i nutidsværdi på 1,9 mia.kr. pr. blok. Den velfærdsøkonomiske omkostning pr. blok er 571 kr. pr. kg NO_x.

På landsplan for alle 10 blokke udgør de budgetøkonomiske omkostninger 2,2 mia. kr. årligt. Den budgetøkonomiske omkostning pr. kg fjernet NO_x stiger med 24 kr. pr. kg til 752 kr. pr. kg ved at medtage investeringen i Nordsøen. Statens samlede provenutab bliver 26 mill.kr. pr. år. Det samlede velfærdsøkonomiske underskud bliver ca. 20 mia.kr. i nutidsværdi, og den velfærdsøkonomiske skyggepris bliver 598 kr. pr. kg NO_x, en stigning på 27 kr. pr. kg ved at medtage investeringen i Nordsøen.

I nedenstående tabel er resultaterne samlet.

Tabel 3-2 Oversigt over de gennemsnitlige budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger, fuld Boosting (2004-priser)

	Enhed	Gennemsnit Pr blok	Landsplan – samlet for 10 blokke
Miljøeffekt NO _x -reduktion i 2010	Tons/år	330	3303
Budgetøkonomisk			
Erhverv			
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	210	2169
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	729	752
Stat			
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	3	26
Velfærdsøkonomisk			
CBA nutidsværdi 30 år (overskud)	Mill.kr.	-1853	-19602
Omkostninger pr. år 30 år	Mill.kr./år	165	1726
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	571	598

Note: I resultatet på landsplan for alle 10 blokke er medtaget investeringer i Nordsøen. I søjlen for den enkelte blok er disse investeringer ikke inkluderet.

3.3 Budgetøkonomiske omkostninger

De budgetøkonomiske omkostninger består af:

- investeringer til boosting og konvertering
- drifts- og vedligeholdelsesomkostninger ved gas
- sparede drifts og vedligeholdelsesomkostninger til kul
- sparet SO₂ afgift og
- en indtægt fra salg af el.

Hertil kommer investeringer i Nordsøen, hvis der foretages fuld boosting på flere blokke.

Investeringen omfatter det tekniske udstyr (gasturbine) på 216 mill.kr. pr. blok, omstilling i form af kedelkonvertering på 30 mill.kr. pr. blok samt tilslutning, dvs. gasforsyning. Sidstnævnte varierer meget mellem de enkelte blokke og udgør fra 10 mill.kr. til 185 mill.kr., i gennemsnit 96 mill.kr. pr. blok. Investering i fuld boosting er i gennemsnit ca. 342 mill.kr. pr. blok (2004-priser), hvilket svarer til en årlig investeringsomkostning på 28 mill.kr. pr. blok¹¹. Der er anvendt en levetid på 20 år samt en kalkulationsrente på 6 pct.

¹¹ Jf. Rambøll (2003).

Driftsudgifterne til gasforbruget på gasturbinen og gaskedel udgør i 2010 ca. 653 mill. kr. pr. blok. Dette bygger på en forudsætning om et årligt brændselsforbrug på ca. 20800 TJ gas på en blok i gennemsnit. Drift og vedligeholdelsen til gasturbine og gaskedel er 53 mill. kr. pr. blok. Ved den fulde boosting sparer man driftsomkostninger til kul og drift og afgift til SO₂. For en gennemsnitsblok sparer man omkostninger i 2010 på ca. 214 mill.kr. fra et kulforbrug på 17600 TJ. De sparede drifts- og vedligeholdelsesomkostninger er på 103 mill.kr. pr. år og den sparede afgift til SO₂ afgift udgør 2 mill.kr. årligt.

Meromkostningerne ved den fulde boosting bliver (28+653+53-214-103-2 =) 415 mill.kr. i 2010 for en gennemsnitsblok.

Den fulde boosting får elproduktionen til at stige med i gennemsnit 31 pct. for en blok. Dette bygger på en forudsætning om en stigning i elvirkningsgrad på 4 pct. og fastholdt varmeproduktion, jf. afsnit 1.1. Dette svarer til en årlig merproduktion af el på 568.000 MWh. Blokken får dermed en merindtægt fra salg af el på 146 mill.kr. i 2010.

Netto stiger omkostningen for en gennemsnitsblok dermed i 2010 med ca. 269 mill.kr.

Den fulde boosting resulterer i nettoomkostninger for den enkelte blok på 2893 mill. kr. i nutidsværdi, svarende til 729 kr. pr. kg NO_x eller 210 mill. kr. pr. år, jf. Tabel 3-3. Her indgår kun NO_x reduktionen i Danmark.

Tabel 3-3 Budgetøkonomiske omkostninger for Erhvervet (pr. blok), Fuld boosting, 2004-priser.

	Invest	Drift		Sparet drift		Afgift SO ₂ (sparet)	Salg af el (indtægt)	Samlet omk (netto)	NO _x Reduktion i DK
		Omkostning	Drift & Vedlh.	Omkostning	Drift & Vedlh.				
		Gas		Kul				I alt	
	Mill.kr	Mill.kr.	Mill.kr	Mill.kr.	Mill.kr	Mill.kr	Mill.kr	Mill.kr	Tons
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	28	724	53	223	103	-2	170	308	333
2009	28	677	53	217	103	-2	165	270	333
2010	28	653	53	214	103	-2	146	269	330
2011	28	657	53	214	103	-2	148	270	329
2012	28	659	53	214	103	-2	152	268	334
2013	28	661	53	216	103	-2	158	263	337
2014	28	663	53	216	103	-2	158	265	336
2015	28	665	53	216	103	-2	171	254	347
2016	28	667	53	216	103	-2	207	220	473
2017	28	669	53	217	103	-2	194	234	491
2018	28	673	53	217	103	-2	195	237	493
2019	28	675	53	217	103	-2	211	223	404
2020	28	677	53	217	103	-2	197	238	382
2021	28	681	53	219	103	-2	198	240	378
2022	28	687	53	219	103	-2	197	247	373
2023	28	692	53	219	103	-2	178	270	357
2024	28	696	53	219	103	-2	197	255	345
2025	28	700	53	221	103	-2	180	274	331
2026	28	706	53	221	103	-2	199	261	310
2027	28	710	53	221	103	-2	199	266	311
2028	28	714	53	223	103	-2	196	271	310
2029	28	720	53	223	103	-2	199	274	314
2030	28	724	53	223	103	-2	207	270	318
2031	28	724	53	223	103	-2	207	270	318
2032	28	724	53	223	103	-2	207	270	318
2033	28	724	53	223	103	-2	207	270	318
2034	28	724	53	223	103	-2	207	270	318
NPV i 2004	312	7.575	582	2.418	1.139	-26	1.993	2.893	3.970
Omkostning mill kr./år									210
Omkostning kr./kg									729

Investeringen i Nordsøen skal som nævnt medtages, når flere blokke udsættes for fuld boosting. Der er antaget en investering i kompressor på 350 mill.kr. i 2007 og vestvendt ledning på 600 mill.kr. i 2007-2008 med årlige driftsomkostninger på 1 mill.kr. Disse beløb er i 2002-priser, og kilden hertil er beregningen for omstilling fra kul til gas på kraftværker i Energistyrelsen (2003), afsnit 4.2.2. Investeringen fordeles ligeligt ud på de 10 blokke med 1/10 til hver. Nutidsværdien af denne investering bliver 93 mill.kr. i 2004-priser pr. blok i gennemsnit.

Herved stiger nutidsværdien af nettoomkostningen for den enkelte blok med 93 mill.kr. til 2985 mill.kr. Dette svarer til 752 kr. pr. kg fjernet NO_x. Disse tal anvendes, når der ses på landsplan for alle 10 blokke.

Staten lider et provenutab på 26 mill. kr. i nutidsværdi pr. blok som følge af et tabt provenu på grund af en mindre udledning af SO₂. Dette svarer til en nutidsværdi på 260 mill.kr. på landplan eller et årligt tab på 30 mill.kr.

Der kan stilles spørgsmålstegn ved realismen af dette tiltag, jf. bemærkningerne i sammenfatningen, afsnit 3.2.

3.4 Velfærdsøkonomiske omkostninger

De velfærdsøkonomiske investerings- og driftsomkostninger giver i gennemsnit en samlet nutidsværdi på 5,7 mia.kr. pr. blok, jf. Tabel 3-4. Heri indgår ikke de ekstra investeringer i Nordsøen, da der kun ses på den enkelte blok. De velfærdsøkonomiske omkostninger er beregnet som de budgetøkonomiske omkostninger (fra Tabel 3-3) forhøjet med nettoafgiftsfaktoren på 1,17, jf. afsnit 2.6. Den sparede SO₂ afgift for erhvervet samt indtægt fra elsalg er ikke med i den velfærdsøkonomiske analyse, da det er transfereringer i samfundet.

Tabel 3-4 Velfærdsøkonomiske omkostninger, investering og drift (pr. blok), fuld Boosting (2004-priser)

	Invest	Drift		Sparet drift		Samlet omkostning	
		Mill.kr.	Omkostning	Drift & Vedlh.	Omkostning	Drift & Vedlh.	i alt
			Gas		Kul		
			Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	
2005	0	0	0	0	0	0	
2006	0	0	0	0	0	0	
2007	0	0	0	0	0	0	
2008	33	847	61	260	120	561	
2009	33	792	61	254	120	512	
2010	33	764	61	250	120	488	
2011	33	769	61	250	120	492	
2012	33	771	61	250	120	495	
2013	33	773	61	252	120	495	
2014	33	776	61	252	120	498	
2015	33	778	61	252	120	500	
2016	33	780	61	252	120	502	
2017	33	783	61	254	120	503	
2018	33	788	61	254	120	507	
2019	33	790	61	254	120	510	
2020	33	792	61	254	120	512	
2021	33	797	61	256	120	515	
2022	33	804	61	256	120	522	
2023	33	809	61	256	120	527	
2024	33	814	61	256	120	532	
2025	33	819	61	258	120	534	
2026	33	826	61	258	120	542	
2027	33	831	61	258	120	546	
2028	33	835	61	260	120	549	
2029	33	843	61	260	120	556	
2030	33	847	61	260	120	561	
2031	33	847	61	260	120	561	
2032	33	847	61	260	120	561	
2033	33	847	61	260	120	561	
2034	33	847	61	260	120	561	
NPV i 2004	365	8.863	681	2.829	1.333	5.748	

Ved boosting bliver statens afgiftsprovenu mindre, da emissionen af SO₂ formindskes. Dette skyldes dels skiftet fra kul til naturgas og dels den sparede elproduktion fra kondensel ved boosting. Dette tabte afgiftsprovenu skal ikke indgå i de velfærdsøkonomiske omkostningerne, da der blot er tale om en transferering fra én sektor til en anden. Men der skal medtages et velfærdsøkonomisk forvriddningstab som følge af denne provenuændring, jf. afsnit 2.7. Statens provenu mindskes samlet set med 36 mill.kr. i nutidsværdi pr. blok, jf. Tabel 3-5. Dette provenu skal hentes ind igen via andre skatter og afgifter, hvilket giver samlede forvriddningsomkostninger på 20 pct. af provenutabet forhøjet med nettoafgiftsfaktoren eller 8,5 mill.kr. i nutidsværdi. Da kraftværkerne ikke betaler CO₂-afgift, mister staten ikke et provenu som følge af en nedgang i CO₂-emissionen.

Tabel 3-5 Øvrige velfærdsøkonomiske omkostninger, Forvridningstab (pr. blok) Fuld Boosting (2004-priser)

	SO2	Velfærdsøk
	Samlet provenutab*	Samlet forvridningstab
	Pga mindre udledn af SO2	Provenutab*0,2*1,17 (NAF)
	Mill.kr.	Mill.kr.
2005	0	0
2006	0	0
2007	0	0
2008	3,1	0,7
2009	3,1	0,7
2010	3,0	0,7
2011	2,9	0,7
2012	3,0	0,7
2013	3,1	0,7
2014	3,1	0,7
2015	3,3	0,8
2016	4,3	1,0
2017	4,2	1,0
2018	4,3	1,0
2019	3,8	0,9
2020	3,5	0,8
2021	3,6	0,8
2022	3,5	0,8
2023	3,2	0,7
2024	3,2	0,7
2025	3,0	0,7
2026	2,9	0,7
2027	2,9	0,7
2028	2,9	0,7
2029	2,9	0,7
2030	2,9	0,7
2031	2,9	0,7
2032	2,9	0,7
2033	2,9	0,7
2034	2,9	0,7
NPV i 2004	36,3	8,5

* Provenutabet for SO₂ er beregnet som SO₂ -mængden gange afgiftssatsen på 10 kr. pr. kg SO₂.

Boosting medfører en øget elproduktion. Elproduktionen øges i gennemsnit med 31 pct. svarende til 567.734 MWh pr. år pr blok. Det antages, at den ekstra elproduktion som følge af boostingen fortrænger anden elproduktion i såvel Danmark som i de øvrige nordiske lande, jf. afsnit 2.10. De sparede omkostninger ved elproduktion er beregnet ud fra elprisen på det nordiske elmarked, Nord Pool markedet. Der er anvendt den vejede Nord Pool pris forhøjet med nettoafgiftsfaktoren på 1,17¹². Nutidsværdien bliver 2,3 mia.kr. pr. blok, jf. Tabel 3-6. Der kan stilles spørgsmålstegn ved realismen af disse forudsætninger, jf. bemærkningerne i sammenfatningen afsnit 3.2.

¹² Jf. tabel 6 i Appendiks: Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, Energistyrelsen, april 2005.

Tabel 3-6 Sparet elproduktionsomkostninger ved fuld boosting (pr. blok). (2004-priser)

År		Pris på Nord Pool inkl. NAF Pr blok	Sparet omk
	MWh	Kr./MWh	Mill.kr.
2005	-	293	-
2006	-	354	-
2007	-	346	-
2008	567.734	349	198
2009	567.734	341	193
2010	567.734	300	170
2011	567.734	306	174
2012	567.734	314	178
2013	567.734	325	185
2014	567.734	326	185
2015	567.734	352	200
2016	567.734	427	243
2017	567.734	399	227
2018	567.734	401	228
2019	567.734	434	246
2020	567.734	407	231
2021	567.734	407	231
2022	567.734	405	230
2023	567.734	367	209
2024	567.734	405	230
2025	567.734	372	211
2026	567.734	411	233
2027	567.734	409	232
2028	567.734	404	229
2029	567.734	410	233
2030	567.734	427	243
2031	567.734	427	243
2032	567.734	427	243
2033	567.734	427	243
2034	567.734	427	243
NPV i 2004	6.297.205	4.990	2.332

Miljøeffekterne består dels af effekterne fra selve boostingen og dels af effekterne fra den sparede elproduktion. Boostingen reducerer udledningen af NO_x , CO_2 og SO_2 . Den sparede elproduktion formindsker emissionen af NO_x , SO_2 , CH_4 og N_2O . Værdien af udledningen af CO_2 medregnes ikke ved den sparede elproduktion, da CO_2 -omkostningerne allerede er indeholdt i elprisen på Nord Pool markedet¹³. Men værdien af den ændrede CO_2 udledning fra selve boostingen (brændselsskiftet fra kul til gas på kedlen samt det ekstra gasforbrug på gasturbinen) skal medregnes. Mængden er beregnet ved hjælp af emissionskoefficienterne for el på Nord Pool¹⁴.

Ved fuld boosting er der to NO_x effekter: Dels fra selve boostingen (dvs. brændselsskiftet på kedlen fra kul til gas og det større forbrug af gas på gasturbinen) og dels fra fortrængning af anden el. Selve boostingen bevirker en reduktion af NO_x -udledningen på 162 tons i 2010, jf. tabel 3-7. Reduktionen skyldes primært skiftet fra kul til gas på kedlen, hvis effekt langt overstiger stigning fra det større gasforbrug.

¹³ Jf. afsnit 5 i Appendiks: Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, Energistyrelsen, april 2005.

¹⁴ Jf. tabel 8 i Appendiks: Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, Energistyrelsen, april 2005.

Fortrængningen af anden el giver en reduktion af NO_x udledning på i alt 337 tons i 2010. Heraf sker halvdelen - 168 tons - i Danmark og den anden halvdel i udlandet, idet halvdelen af elproduktionen antages af blive fortrængt i udlandet frem til 2015, jf. afsnit 2.12. Den samlede NO_x-reduktion i Danmark, som er det aktuelle mål, når det gælder den danske opfyldelse af NO_x-målsætningen, bliver da summen af 162 tons og 168 tons, i alt 330 tons NO_x i 2010.

Bemærk at miljøgevinsten for NO_x i Danmark fordeler sig næsten ligeligt mellem effekten fra selve boostingen og effekten fra den fortrængte el.

Ved værdisætningen af NO_x til brug for beregningen af det velfærdsøkonomiske overskud - CBA beregningen - indgår hele NO_x effekten, dvs. både effekten i udland og i Danmark. Den samlede NO_x effekt fremgår også af tabel 3-7. I 2010 formindskes NO_x udledningen med de 162 tons fra selve boostingen plus 337 tons fra den fortrængte el, i alt 499 tons NO_x.

Tabel 3-7 Reduktion af NO_x udledning, fuld boosting (pr blok).

	Effekt i Danmark			Samlet effekt		
	Ved boosting	Effekt i DK pga. sparet el produktion	NO _x reduktion i DK i alt	Ved boosting	Samlet effekt (både DK og udland) pga. sparet el produktion	NO _x reduktion i alt
	tons	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons
2005	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0
2008	162	171	333	162	342	504
2009	162	171	333	162	342	504
2010	162	168	330	162	337	499
2011	162	167	329	162	335	497
2012	162	172	334	162	344	506
2013	162	175	337	162	350	512
2014	162	174	336	162	348	510
2015	162	185	347	162	370	532
2016	162	311	473	162	311	473
2017	162	329	491	162	329	491
2018	162	331	493	162	331	493
2019	162	242	404	162	242	404
2020	162	220	382	162	220	382
2021	162	216	378	162	216	378
2022	162	211	373	162	211	373
2023	162	195	357	162	195	357
2024	162	183	345	162	183	345
2025	162	169	331	162	169	331
2026	162	148	310	162	148	310
2027	162	149	311	162	149	311
2028	162	148	310	162	148	310
2029	162	152	314	162	152	314
2030	162	156	318	162	156	318
2031	162	156	318	162	156	318
2032	162	156	318	162	156	318
2033	162	156	318	162	156	318
2034	162	156	318	162	156	318
NPV i 2004	1796	2173	3970	1796	3073	4869

Nutidsværdien af værdien af miljøeffekterne (inkl. NO_x) er 1571 mill.kr. pr. blok, jf. Tabel 3-8. Heraf udgør værdien af NO_x reduktionen ca. en fjerdedel, mens værdien af CO₂ tegner sig for ca. 60 pct. Det er kun værdien af CO₂-effekten fra selve boostingen, (dvs. brændselsskiftet på kedlen fra kul til gas samt det større gasforbrug på gasturbinen), der her indgår. Det skyldes, at værdien af mindre CO₂ pga. den fortrængte el allerede indgår i elprisen og dermed i værdien af den fortrængte el, dvs. de sparede elproduktionsomkostninger i tabel 3-6.

Tabel 3-8 Værdi miljøeffekter, fuld boosting (pr blok). 2004-priser.

	NO _x Reduceret udledning	Øvrige miljøeffekter Reduceret udledning				I alt
	NO _x *	CO2*	SO2*	CH4*	N2O*	I alt
	Værdi	Værdi	Værdi	Værdi	Værdi	Værdi
	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.
2005	-	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	-	-
2007	-	-	-	-	-	-
2008	43	84	20	0	1	148
2009	43	84	20	0	1	148
2010	43	84	20	0	1	147
2011	42	84	19	0	1	146
2012	43	84	20	0	1	148
2013	44	84	21	0	1	150
2014	43	84	20	0	1	149
2015	45	84	23	0	1	153
2016	40	84	23	0	1	148
2017	42	84	23	0	1	149
2018	42	84	23	0	1	150
2019	34	84	20	0	1	140
2020	33	84	19	0	0	136
2021	32	84	19	0	0	136
2022	32	84	19	0	0	135
2023	30	84	17	0	0	132
2024	29	84	17	0	0	131
2025	28	84	16	0	0	129
2026	26	84	15	0	0	127
2027	27	84	16	0	0	127
2028	26	84	15	0	0	127
2029	27	84	16	0	0	127
2030	27	84	16	0	0	128
2031	27	84	16	0	0	128
2032	27	84	16	0	0	128
2033	27	84	16	0	0	128
2034	27	84	16	0	0	128
NPV i 2004	415	934	214	0	7	1.571

* For NO_x, CO₂, SO₂, CH₄ og N₂O reduceres udledningen både ved boosting og pga. en sparet elproduktion. Den sparede mængde ganges med priserne fra tabel 2-3 og tabel 2-4 for at få den samlede værdi af miljøeffekterne

De samlede velfærdsøkonomiske omkostninger for en blok består af summen af investeringer og drift, forvriddningstab samt de sparede elproduktionsomkostninger. Dette giver en nutidsværdi på 3424 mill.kr. pr. blok, jf. tabel 3-9. Værdien af miljøgevinsterne (inkl. NO_x) giver en nutidsværdi på 1571 mill.kr. pr. blok. Fuld boosting giver dermed et velfærdsøkonomisk underskud på 1853 mill.kr. pr. blok i nutidsværdi. Det svarer til, at fuld boosting medfører et tab for samfundet pr. blok på 571 kr. pr. kg NO_x der reduceres.

På landsplan – for alle 10 blokke – skal investeringen i Nordsøen tillægges. Den velfærdsøkonomiske investering i Nordsøen bliver en nutidsværdi på 107 mill.kr. pr. blok beregnet som den budgetøkonomiske investering fra afsnit 3.3 forhøjet med nettoafgiftsfaktoren (NAF) på 1,17. Herved stiger nutidsværdien af de samlede omkostninger for den enkelte blok til 3530 mill.kr. Dette svarer til 598 kr. pr. kg NO_x, og denne skyggepris anvendes for landsplan.

Tabel 3-9 Samlede velfærdsøkonomiske omkostninger, fuld boosting (pr. blok). 2004-priser

	Omkostninger				Miljøeffekter			
	Invest og drift	Forvridningstab	Sparet el	Omkostninger i alt	NO _x Reduktion i DK	Værdi NO _x i DK og udland	Værdi afledte miljøeffekter	I alt
	mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Tons	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.
2005	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	561	1	198	363	333	43	105	148
2009	512	1	193	319	333	43	105	148
2010	488	1	170	318	330	43	105	147
2011	492	1	174	319	329	42	104	146
2012	495	1	178	317	334	43	105	148
2013	495	1	185	311	337	44	106	150
2014	498	1	185	313	336	43	105	149
2015	500	1	200	301	347	45	108	153
2016	502	1	243	261	473	40	108	148
2017	503	1	227	277	491	42	107	149
2018	507	1	228	281	493	42	108	150
2019	510	1	246	264	404	34	105	140
2020	512	1	231	282	382	33	104	136
2021	515	1	231	285	378	32	104	136
2022	522	1	230	293	373	32	104	135
2023	527	1	209	319	357	30	102	132
2024	532	1	230	302	345	29	102	131
2025	534	1	211	324	331	28	101	129
2026	542	1	233	309	310	26	100	127
2027	546	1	232	315	311	27	100	127
2028	549	1	229	320	310	26	100	127
2029	556	1	233	324	314	27	100	127
2030	561	1	243	319	318	27	100	128
2031	561	1	243	319	318	27	100	128
2032	561	1	243	319	318	27	100	128
2033	561	1	243	319	318	27	100	128
2034	561	1	243	319	318	27	100	128
NPV i 2004	5.748	8	2.332	3.424	3.970	415	1.156	1.571
CBA NPV mill.kr.								-1853
Omkostning pr. år mill.kr./år (30 år)								164,8
Omkostning kr. pr. kg								571

4 Delvis boosting af kulfyrede blokke på kraftværk med naturgas

4.1 Beskrivelse af til taget

Formålet med boosting af en eksisterende kulfyret blok på et kraftværk er at udvide elproduktion. Ved boosting udvides produktionskapaciteten for både el og varme, idet gasturbinerne har højere eleffekt, dvs. en højere elkapacitet. Dette vil medføre en øget elproduktion. Herved fortrænges anden kondensel, hvilket giver en lavere NO_x -emission.

Data stammer fra DONG og fra rapporten "CO₂-reduktionspris ved konvertering af elektricitetsproduktion fra kul til gas. Samfundsøkonomiske beregninger og vurderinger. DONG A/S. Rambøll august 2003"¹⁵.

Der er to former for boosting: fuld og delvis boosting. Dette kapitel handler om delvis boosting. Kapitel 3 præsenterer resultatet for fuld boosting.

Delvis boosting består af samme indgreb som fuld boosting, men med den forskel, at der ikke foretages en konvertering fra kul til gas på kedlen. Ved delvis boosting tilkobles en gasturbine på 50 MW til en eksisterende kulkedel med SCR på et kraftværk. Der anvendes fortsat kul på kedlen, mens der anvendes gas på gasturbinen. Der er altså tale om et mindre gennemgribende tiltag end den fulde boostingsløsning.

Det skal bemærkes, at der som ved fuld boosting kan være blokke, hvor det på grund af manglende plads vil være meget vanskeligt at installere en gasturbine. Anvendelse af gas vil endvidere kræve omfattende sikkerhedstiltag i henhold til bestemmelserne i ATEX-direktivet.

Virkningsgraden skønnes at stige med 3 pct., dvs. mindre end ved den fulde boosting, hvor stigningen var på 4 pct.¹⁶. Det er forudsat, at varmeproduktionen fastholdes. Ved boostingen fås derved en bedre eludnyttelse og en dårligere varmeudnyttelse. Elvirkningsgraden skønnes derved at forøges med 3 pct., og varmekoefficienten falder tilsvarende. Dette betyder, at elproduktionen øges med ca. 22 pct., som antages at fortrænge kondensel.

Bemærk, at det forudsættes, at der er installeret SCR på alle blokke inden boosting.

Ved delvis boosting er der ikke tale om en så voldsom stigning i gasforbruget som ved fuld boosting, idet der jo fortsat anvendes kul på kedlen. Det er således forudsat, at den nuværende gasforsyning i Nordsøen er i stand til at levere det øgede gasforbrug. Der er således ikke medregnet investeringer i ekstra kompressor i Nordsøen og ekstra rørledning.

¹⁵ Jf. Rambøll (2003).

¹⁶ Jf. Rambøll (2003), afsnit 3.1.

Emissionskoefficienter for NO_x

Delvis boosting

Før boostingen gælder: NO_x emissionen for et kulfyret kedel med SCR ligger i intervallet 65-75 g/GJ. I beregningerne er anvendt gennemsnittet, dvs. en NO_x-emissionskoefficient på 70 g/GJ. Denne emissionskoefficient anvendes for værket før fuld repowering.

Efter boostingen: kulkedlen har stadig en NO_x-emission på 70 g/GJ. Kulkedlen står for 85 pct. af emissionen. Gasturbinen har 8,4 g/GJ. Dette er beregnet på følgende måde: DMU angiver en emissionskoefficient for en ny gasturbine uden SCR til 42 g/GJ. Da SCR reducerer NO_x-udledningen med ca. 80 pct., skønnes emissionskoefficienten for en gasturbine med SCR til 20 pct. af 42 g/GJ, hvilket giver 8,4 g/GJ. Den vægtede NO_x emissionskoefficient bliver $0,85 \cdot 70 + 0,15 \cdot 8,4 = 60,8$ g/GJ.

Ved gasturbineafkast i kedlen tilføres en mængde ilt til forbrændingsluften, hvilket alt andet lige vil medføre en øget NO_x-dannelse og dermed en større emission. Da dette i høj grad vil afhænge af bl.a. brændernes udformning og kedelrummets geometri på de enkelte anlæg, er der set bort fra dette i opgørelsen af emissionskoefficienterne.

I beregningerne er der anvendt følgende emissionskoefficienter:

Tabel 4-1 Emissionskoefficienter delvis boosting

	NO _x (g/GJ)
Kulkedel med SCR	70
Gasturbine koblet sm. Med kulkedel og med SCR	8,4

Kilde: Rambøll (2003) og Energi E2 (2005) og egne beregninger

4.2 Sammenfatning af de budget- og vel færdsøkonomiske omkostninger for delvis boosting

Dette er et mindre vidtgående tiltag end fuld boosting, idet der ikke også foretages en konvertering fra kul til gas. På landsplan for alle 10 blokke fås en NO_x reduktion på 957 tons NO_x i 2010.

Der kan stilles spørgsmålstejn ved realismen af dette tiltag. I beregningerne antages, at el fra boostede anlæg fortrænger billigere elproduktion fra andre termiske anlæg. Denne forudsætning er imidlertid ikke helt i overensstemmelse med det aktuelle marked, og da kulproduktion stadig er billigere, vil produktionen fra det dyrere "boostede" anlæg blive fortrængt.

Dette kapitel indeholder en teknisk analyse af en reduktionsmulighed på linie med beregningerne for de øvrige tiltag. Hvilken el, der i givet fald fortrænges, er en problemstilling, man må se på, hvis tiltaget skal implementeres.

Det er forudsat, at det ikke er nødvendigt med ekstra investeringer i Nordsøen for at klare stigningen i gasforbruget, jf. omtalen i afsnit 4.1.

Der reduceres NO_x ved delvis boosting, fordi elproduktionen forøges ved boosting og erstatter anden produceret el på en anden blok, hvor der antages kondensel.

Den budgetøkonomiske omkostning for erhvervet er 67 mill.kr. pr. år for alle 10 blokke samlet, hvilket svarer til 72 kr. pr. kg NO_x, der reduceres, jf. tabel 4-2.

Staten lider et årligt provenutab på 5 mill. kr. som følge af en mindre udledning af SO₂ og dermed lavere indtægt fra SO₂-afgift.

Der er et velfærdsøkonomisk underskud ved delvis boosting opgjort i nutidsværdi på 2,4 mia.kr. på landsplan for alle 10 blokke.

De velfærdsøkonomiske omkostninger bliver 312 kr. pr. kg NO_x der reduceres.

Tabel 4-2 Oversigt over budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger, delvis Boosting (2004-priser)

	Enhed	Gennemsnit Pr blok	Landsplan – samlet for 10 blokke
Miljøeffekt NO _x -reduktion i 2010	Tons/år	95	957
Budgetøkonomisk			
Erhverv			
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	6,7	67
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	72	72
Stat			
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	0,5	5
Velfærdsøkonomisk			
CBA nutidsværdi 30 år (overskud)	Mill.kr.	-235	-2354
Omkostninger pr. år 30 år	Mill.kr./år	29,1	291
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	312	312

4.3 Budgetøkonomiske omkostninger

De budgetøkonomiske omkostninger består af:

- investeringer til boosting (gasturbineanlæg samt gasforsyning)
- driftsomkostninger til gas på gasturbinen
- drifts- og vedligeholdelsesomkostninger gasturbinen
- indtægt fra salg af øget elproduktion.

Der er forudsat, at den nuværende gasforsyning kan dække det ekstra gasforbrug, dvs. ingen yderligere investeringer i Nordsøen.

Investeringen omfatter det tekniske udstyr (gasturbine) på 216 mill.kr. pr. blok. Derudover er der investeringer til tilslutning til gasnettet, dvs. gasforsyning. Sidstnævnte varierer meget mellem de enkelte blokke fra 10 mill.kr. til 185 mill.kr., men udgør i gennemsnit ca. 96 mill.kr. pr. blok. Den samlede investering til delvis boosting bliver i gennemsnit ca. 312 mill.kr. pr. blok (2004-priser), hvilket svarer til en årlig investeringsomkostning på 26 mill.kr. pr. blok, jf. tabel 4-3. Der er anvendt en levetid på 20 år samt en kalkulationsrente på 6 pct. Nutidsværdien for blokkens investering bliver 285 mill.kr. i gennemsnit.

Driftsudgifterne til gasforbruget på gasturbinen udgør i 2010 ca. 101 mill. kr. pr. blok. Dette bygger på en forudsætning om et årligt brændstofforbrug på ca. 3,2 mill. GJ gas på en bloks gasturbine i gennemsnit. Kulforbruget på kulkedlen antages uændret i forhold til før boostingen og medfører derfor ikke

ekstra omkostninger. Drift og vedligeholdelsen af gasturbinen skønnes til 20 kr. pr. MWh, hvilket giver årlige omkostninger på ca. 8 mill. kr. pr. blok. Nutidsværdien af blokkens samlede merdriftsomkostninger bliver 1168 mill.kr. til gas og 92 mill.kr. til drift og vedligeholdelse, i alt 1452 mill.kr.

Boostingen øger elproduktion på blokken med ca. 22 pct. Dette bygger på en forudsætning om en stigning i elvirkningsgrad på 3 pct. og fastholdt varme-
produktion, jf. afsnit 4.2. Det giver en stigning på ca. 413.000 MWh i gennemsnit. Der er derfor en merindtægt fra salg af denne el. Indtægten svinger fra år til år i takt med den forudsatte elpris. Indtægten for en gennemsnitsblok udgør ca. 106 mill.kr. i 2010, svarende til 1452 mill.kr. i nutidsværdi.

Tabel 4-3 Budgetøkonomiske omkostninger for Erhvervet (pr. blok), delvis boosting, 2004-priser.

År	Invest Mill.kr.	Drift		Salg af el Mill.kr.	Omkost- ning i alt Mill.kr.	NO _x Reduk- tion i DK Tons
		Omkost- ning Gas Mill.kr.	Drift & Vedlh. Mill.kr.			
2005	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0
2008	26	112	8	124	22	98
2009	26	104	8	120	18	98
2010	26	101	8	106	28	96
2011	26	101	8	108	27	95
2012	26	102	8	111	25	98
2013	26	102	8	115	21	101
2014	26	102	8	115	21	100
2015	26	103	8	124	12	108
2016	26	103	8	151	-14	199
2017	26	103	8	141	-4	213
2018	26	104	8	142	-4	214
2019	26	104	8	153	-15	150
2020	26	104	8	144	-5	134
2021	26	105	8	144	-5	130
2022	26	106	8	143	-3	127
2023	26	107	8	130	11	115
2024	26	107	8	143	-2	106
2025	26	108	8	131	10	96
2026	26	109	8	145	-2	81
2027	26	109	8	145	-1	82
2028	26	110	8	143	1	81
2029	26	111	8	145	0	84
2030	26	112	8	151	-5	87
2031	26	112	8	151	-5	87
2032	26	112	8	151	-5	87
2033	26	112	8	151	-5	87
2034	26	112	8	151	-5	87
NPV i 2004	285	1.168	92	1.452	93	1.285
Omkostning mill.kr./år						6,7
Omkostning kr./kg						72

De totale meromkostninger til investering og drift ved delvis boosting på en blok udgør 1545 mill. kr. i nutidsværdi. Indtægterne fra det ekstra elsalg er en nutidsværdi på 1452 mill.kr. Blokken får derved en nettoomkostning på 93 mill.kr. i nutidsværdi i gennemsnit. Dette svarer til en årlig omkostning på ca. 7 mill.kr. pr. blok eller 72 kr. pr. kg NO_x, jf. Tabel 4-3. Heri indgår kun NO_x reduktionen i Danmark.

Staten får et provenutab på ca. 73 mill.kr. i nutidsværdi på landsplan for alle 10 blokke fra mistet SO₂-afgift som følge af den fortrængte el, svarende til et årligt tab på 5 mill.kr.

Der kan stilles spørgsmålstegn ved realismen af dette tiltag, jf. bemærkningerne i sammenfatningen, afsnit 1.2 .

4.4 Velfærdsøkonomiske omkostninger

De velfærdsøkonomiske investerings- og driftsomkostninger giver i gennemsnit en samlet nutidsværdi på 1,8 mia.kr. pr. blok, jf. Tabel 4-4. Dette er beregnet som de budgetøkonomiske omkostninger (fra Tabel 3-3) forhøjet med nettoafgiftsfaktoren på 1,17, jf. afsnit 2.6. Den ekstra indtægt fra elsalg er ikke med i den velfærdsøkonomiske analyse, da det er transfereringer i samfundet.

Tabel 4-4 Velfærdsøkonomiske omkostninger, investering og drift (pr blok), delvis boosting (2004-priser)

	Invest	Drift		Samlet omkostning i alt
		Omkostning Gas*	Drift & Vedlh.	
År	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.
2005	0	0	0	0
2006	0	0	0	0
2007	0	0	0	0
2008	30	131	10	170
2009	30	122	10	162
2010	30	118	10	157
2011	30	118	10	158
2012	30	119	10	159
2013	30	119	10	159
2014	30	120	10	159
2015	30	120	10	160
2016	30	120	10	160
2017	30	121	10	160
2018	30	121	10	161
2019	30	122	10	162
2020	30	122	10	162
2021	30	123	10	163
2022	30	124	10	164
2023	30	125	10	164
2024	30	125	10	165
2025	30	126	10	166
2026	30	127	10	167
2027	30	128	10	168
2028	30	129	10	169
2029	30	130	10	170
2030	30	131	10	170
2031	30	131	10	170
2032	30	131	10	170
2033	30	131	10	170
2034	30	131	10	170
NPV i 2004	333	1.366	107	1.807

Ved boosting bliver statens afgiftsprovener mindre, da emissionen af SO₂ formindskes. Dette skyldes den fortrængte elproduktion ved boosting. Dette tabte afgiftsprovener skal ikke indgå i de velfærdsøkonomiske omkostninger, da der blot er tale om en transferering fra én sektor til en anden. Men der skal medtages et velfærdsøkonomisk forvriddningstab som følge af denne provenuændring, jf. afsnit 2.7. Statens provener mindskes samlet med ca. 7 mill.kr. i nutidsværdi for en gennemsnitsblok, jf. Tabel 4-5, da SO₂-udledning mindskes. Dette provener skal hentes ind igen via andre skatter og afgifter, hvilket giver samlede forvriddningsomkostninger på 20 pct. af provenutabet forhøjet med nettoafgiftsfaktoren eller 1,7 mill.kr. i nutidsværdi. Da kraftværkerne ikke betaler CO₂-afgift, mister staten ikke et provener som følge af en nedgang i CO₂-emissionen.

Tabel 4-5 Øvrige velfærdsøkonomiske omkostninger, Forvridningstab (pr. blok), Delvis boosting (2004-priser)

	SO2	Velfærdsøk
	Samlet provenutab*	Samlet forvridningstab
	Pga mindre udledn af SO2	Provenutab*0,2*1,17 (NAF)
	Mill.kr.	Mill.kr.
2005	0	0
2006	0	0
2007	0	0
2008	0,5	0,1
2009	0,5	0,1
2010	0,5	0,1
2011	0,4	0,1
2012	0,5	0,1
2013	0,6	0,1
2014	0,5	0,1
2015	0,7	0,2
2016	1,4	0,3
2017	1,3	0,3
2018	1,4	0,3
2019	1,0	0,2
2020	0,9	0,2
2021	0,9	0,2
2022	0,8	0,2
2023	0,6	0,1
2024	0,6	0,1
2025	0,4	0,1
2026	0,4	0,1
2027	0,4	0,1
2028	0,4	0,1
2029	0,4	0,1
2030	0,4	0,1
2031	0,4	0,1
2032	0,4	0,1
2033	0,4	0,1
2034	0,4	0,1
NPV i 2004	7,3	1,7

* Provenutabet for SO₂ er beregnet som SO₂ -mængden gange afgiftssatsen på 10 kr. pr. kg SO₂.

Boosting medfører en øget elproduktion. Elproduktionen øges i gennemsnit med ca. 413.000 MWh pr. år pr blok. Det antages, at den ekstra elproduktion – som følge af boostingen – fortrænger anden elproduktion i såvel Danmark som i de øvrige nordiske lande, jf. afsnit 2.12. De sparede omkostninger ved elproduktion er beregnet ud fra elprisen på det nordiske elmarked, Nord Pool markedet. Der er anvendt den vejede Nord Pool pris forhøjet med nettoafgiftsfaktoren på 1,17¹⁷. Nutidsværdien bliver 1699 mill.kr. pr. blok, jf. Tabel 4-6.

Der kan stilles spørgsmålstegn ved realismen af disse forudsætninger, jf. bemærkningerne i sammenfatningen afsnit 1.2.

¹⁷ Jf. tabel 6 i Appendiks: Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, Energistyrelsen, april 2005.

Tabel 4-6 Sparet elproduktionsomkostninger ved delvis boosting (pr. blok). (2004-priser)

År		Pris på Nord Pool Forhøjet med NAF	Spart omk
	MWh	Kr./MWh	Mill.kr.
2005	-	293	-
2006	-	354	-
2007	-	346	-
2008	413.507	349	145
2009	413.507	341	141
2010	413.507	300	124
2011	413.507	306	126
2012	413.507	314	130
2013	413.507	325	135
2014	413.507	326	135
2015	413.507	352	146
2016	413.507	427	177
2017	413.507	399	165
2018	413.507	401	166
2019	413.507	434	180
2020	413.507	407	168
2021	413.507	407	168
2022	413.507	405	168
2023	413.507	367	152
2024	413.507	405	168
2025	413.507	372	154
2026	413.507	411	170
2027	413.507	409	169
2028	413.507	404	167
2029	413.507	410	170
2030	413.507	427	177
2031	413.507	427	177
2032	413.507	427	177
2033	413.507	427	177
2034	413.507	427	177
NPV i 2004	4586548	4.990	1.699

Miljøeffekterne består dels af effekterne fra selve boostingen (gasturbinen) og dels af effekterne fra den sparede elproduktion. Boostingen øger udledningen af NO_x, CO₂ og SO₂. Den sparede elproduktion formindsker emissionen af NO_x, SO₂, CH₄ og N₂O. Udledningen af CO₂ medregnes ikke ved den sparede elproduktion, da CO₂-omkostningerne allerede er indeholdt i elprisen på Nord Pool markedet¹⁸, men CO₂-omkostningen fra selve boostingen skal medtages. Mængderne er beregnet ved hjælp af emissionskoefficienterne for el på Nord Pool¹⁹, jf. tabel 2-9.

Selve boostingen forøger NO_x-udledningen. Det skyldes det ekstra forbrug af gas på gasturbinen. Til gengæld mindsker den fortrængte el udledningen af NO_x. Netto fås en reduktion af NO_x udledningen.

I 2010 udgør stigningen fra gasturbinen 27 tons NO_x, jf. tabel 4-7. Dette er beregnet som stigningen i gasforbruget på gasturbinen på 3200 TJ for en blok

¹⁸ Jf. afsnit 5 Appendiks: Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, Energistyrelsen, april 2005.

¹⁹ Jf. tabel 8 i Appendiks: Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, Energistyrelsen, april 2005.

i gennemsnit ganget med NO_x-emissionskoefficienten på en ny gasturbine på 8,4 g pr. GJ fra tabel 4-1.

Tabel 4-7 Reduktion af NO_x udledning, delvis boosting (pr blok).

	Effekt i Danmark			Samlet effekt		
	Ved boosting	Effekt i DK pga. sparet elproduktion	NO _x reduktion i DK i alt	Ved boosting	Samlet effekt (både DK og udland) pga. sparet elproduktion	NO _x reduktion i alt
	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons	Tons
2005	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0
2008	-27	125	98	-27	249	222
2009	-27	124	98	-27	249	222
2010	-27	123	96	-27	245	218
2011	-27	122	95	-27	244	217
2012	-27	125	98	-27	251	224
2013	-27	128	101	-27	255	228
2014	-27	127	100	-27	253	227
2015	-27	135	108	-27	270	243
2016	-27	226	199	-27	226	199
2017	-27	240	213	-27	240	213
2018	-27	241	214	-27	241	214
2019	-27	177	150	-27	177	150
2020	-27	160	134	-27	160	134
2021	-27	157	130	-27	157	130
2022	-27	153	127	-27	153	127
2023	-27	142	115	-27	142	115
2024	-27	133	106	-27	133	106
2025	-27	123	96	-27	123	96
2026	-27	108	81	-27	108	81
2027	-27	109	82	-27	109	82
2028	-27	108	81	-27	108	81
2029	-27	111	84	-27	111	84
2030	-27	111	84	-27	111	84
2031	-27	114	87	-27	114	87
2032	-27	114	87	-27	114	87
2033	-27	114	87	-27	114	87
2034	-27	114	87	-27	114	87
NPV i 2004	-298	1582	1284	-298	2237	1939

Fortrængningen af anden el giver en reduktion af NO_x udledning på i alt 245 tons i 2010. Heraf sker halvdelen - 123 tons - i Danmark og den anden halvdel i udlandet, idet halvdelen af elproduktionen antages af blive fortrængt i udlandet frem til 2015²⁰. Den samlede NO_x reduktion i Danmark, som er det aktuelle mål, når det gælder den danske opfyldelse af NO_x målsætningen, bliver da 123 tons fratrukket 27 tons, i alt 96 tons NO_x i 2010.

Ved værdisætningen af NO_x til brug for beregningen af det velfærdsøkonomiske overskud - CBA beregningen - indgår hele NO_x effekten, dvs. både effekten i udland og i Danmark. Den samlede NO_x effekt fremgår også af tabel 4-7.

²⁰ Forudsætningen om en ligelig fordeling mellem indenlandsk og udenlandsk elproduktion indtil 2015 og derefter 100 pct. indenlandsk stammer fra beregninger på Energistyrelsens RAMSES-model, jf. afsnit 2.12.

I 2010 øges NO_x udledningen med de 27 tons fra selve boostingen og mindskes med 245 tons fra den fortrængte el, netto en reduktion på 218 tons NO_x.

Bemærk at miljøgevinsten for NO_x stammer fra den fortrængte el og ikke selve boostingen

Nutidsværdien af værdien af miljøeffekterne (inkl. NO_x) er -125 mill.kr. pr. blok, jf. Tabel 4-8. Den negative værdi skyldes, at værdien af CO₂-udledning fra selve boostingen, dvs. det ekstra gasforbrug på turbinen, medregnes som en omkostning, mens CO₂-værdien pga. den fortrængte el ikke indgår, da den allerede er inkluderet i elprisen og dermed i værdien af den fortrængte el, dvs. de sparede elproduktionsomkostninger i tabel 4-6. Tabel 4-8 giver dermed ikke et samlet billede af miljøeffekten. Der er ingen CO₂-effekt fra brændsels-skiftet fra kul til gas som i den fulde boosting i kapitel 3.

Tabel 4-8 Værdi miljøeffekter, delvis boosting (pr blok). 2004-priser.

	NO _x Reduceret udledning	Øvrige miljøeffekter Reduceret udledning				I alt
	NO _x *	CO2*	SO2*	CH4*	N2O*	I alt
	Værdi Mill.kr.	Værdi Mill.kr.	Værdi Mill.kr.	Værdi Mill.kr.	Værdi Mill.kr.	Værdi Mill.kr.
2005	-	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	-	-
2007	-	-	-	-	-	-
2008	19	-31	5	0	1	-6
2009	19	-31	5	0	1	-7
2010	19	-31	5	0	1	-7
2011	19	-31	4	0	1	-8
2012	19	-31	5	0	1	-7
2013	19	-31	6	0	1	-6
2014	19	-31	6	0	1	-6
2015	21	-31	7	0	1	-3
2016	17	-31	8	0	0	-6
2017	18	-31	7	0	1	-6
2018	18	-31	8	0	1	-5
2019	13	-31	6	0	0	-13
2020	11	-31	5	0	0	-15
2021	11	-31	5	0	0	-15
2022	11	-31	4	0	0	-16
2023	10	-31	3	0	0	-18
2024	9	-31	3	0	0	-19
2025	8	-31	2	0	0	-21
2026	7	-31	2	0	0	-22
2027	7	-31	2	0	0	-22
2028	7	-31	2	0	0	-22
2029	7	-31	2	0	0	-22
2030	7	-31	2	0	0	-22
2031	7	-31	2	0	0	-22
2032	7	-31	2	0	0	-22
2033	7	-31	2	0	0	-22
2034	7	-31	2	0	0	-22
NPV i 2004	165	-349	53	0	5	-125

* For NO_x, SO₂, CH₄ og N₂O reduceres udledningen både ved boosting og pga. en sparet elproduktion. Den sparede mængde ganges med priserne fra tabel 2-3 og tabel 2-4 for at få den samlede værdi af miljøeffekterne. For CO₂ indgår kun værdien af CO₂-udledning fra selve boostingen (dvs. det ekstra gasforbrug på turbinen). Det skyldes, at CO₂-værdien pga. den fortrængte el indgår i de sparede elproduktionsomkostninger i tabel 4-6.

De samlede velfærdsøkonomiske omkostninger består af summen af investeringer og drift, plus forvridningstabet og fratrukket de sparede elproduktionssomkostninger. Dette giver velfærdsøkonomiske omkostninger med en nutidsværdi på 110 mill.kr. pr. blok, jf. tabel 4-9.

Miljøgevinsterne (inkl. NO_x) giver en nutidsværdi på -125 mill.kr. pr. blok. Delvis boosting giver dermed et velfærdsøkonomiske underskud på 235 mill.kr. pr. blok i nutidsværdi.

De velfærdsøkonomiske omkostninger bliver 312 kr. pr. kg NO_x der reduceres.

Tabel 4-9 Samlede velfærdsøkonomiske omkostninger, delvis boosting (pr. blok). 2004-priser

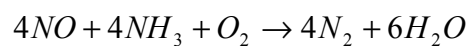
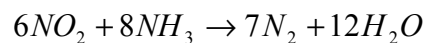
	Omkostninger				Miljøeffekter			
	Invest og drift	Forvridningstab	Sparet el	Omkostninger i alt	NO _x Reduktion i DK	Værdi NO _x i DK og udland	Værdi afledte miljøeffekter	I alt
	mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Tons	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.
2005	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	170	0,1	145	26	98	19	-25	-6
2009	162	0,1	141	21	98	19	-25	-7
2010	157	0,1	124	33	96	19	-26	-7
2011	158	0,1	126	32	95	19	-26	-8
2012	159	0,1	130	29	98	19	-26	-7
2013	159	0,1	135	25	101	19	-25	-6
2014	159	0,1	135	25	100	19	-25	-6
2015	160	0,2	146	14	108	21	-24	-3
2016	160	0,3	177	-16	199	17	-23	-6
2017	160	0,3	165	-4	213	18	-24	-6
2018	161	0,3	166	-4	214	18	-23	-5
2019	162	0,2	180	-18	150	13	-26	-13
2020	162	0,2	168	-6	134	11	-27	-15
2021	163	0,2	168	-5	130	11	-26	-15
2022	164	0,2	168	-4	127	11	-27	-16
2023	164	0,1	152	13	115	10	-28	-18
2024	165	0,1	168	-2	106	9	-28	-19
2025	166	0,1	154	12	96	8	-29	-21
2026	167	0,1	170	-3	81	7	-29	-22
2027	168	0,1	169	-1	82	7	-29	-22
2028	169	0,1	167	2	81	7	-29	-22
2029	170	0,1	170	0	84	7	-29	-22
2030	170	0,1	177	-6	87	7	-29	-22
2031	170	0,1	177	-6	87	7	-29	-22
2032	170	0,1	177	-6	87	7	-29	-22
2033	170	0,1	177	-6	87	7	-29	-22
2034	170	0,1	177	-6	87	7	-29	-22
NPV i 2004	1.807	2	1.699	110	1.285	165	-291	-125
CBA NPV mill.kr.								-235
Omkostning pr. år mill.kr./år (30 år)								29,1
Omkostning kr. pr. kg								312

5 SCR på gasmotorer i kraftvarme-sektoren

5.1 Beskrivelse af til taget

Katalytiske deNO_x-anlæg omtales ofte som SCR-anlæg efter den engelske betegnelse Selective Catalytic Reduction.

Reduktionen af NO_x foregår ved følgende reaktioner med ammoniak:



Ammoniakken (NH₃) tilføres ved inddysning et tilpas stykke før reaktoren, så god opblanding opnås. Ammoniakken fordampes og blandes med luft, inden den inddyses i røggassen.

De kemiske reaktioner forløber i en katalytisk reaktor ved en temperatur på mellem 320° C og 400° C. I reaktoren sker reduktionen ved, at NO_x og ammoniak diffunderer til katalysatorens overflade og reagerer med hinanden.

Efter passage gennem reaktoren er 80 pct. – 95 pct. af det oprindelige NO_x-indhold omdannet til vand og frit kvælstof. Derudover vil røggassen indeholde en lille rest ammoniak. Det normale designkriterium er, at ammoniakslippet skal være mindre end 5 ppm. NO_x-reduktionen er direkte proportional med mængden af inddysset ammoniak.

Tryktab i katalysator giver forøget undertryk i elfilteret, hvilket kan bevirke, at det bliver nødvendigt at forstærke eller udskifte elfilteret samt forøge kapaciteten på sugetræksblæserne.

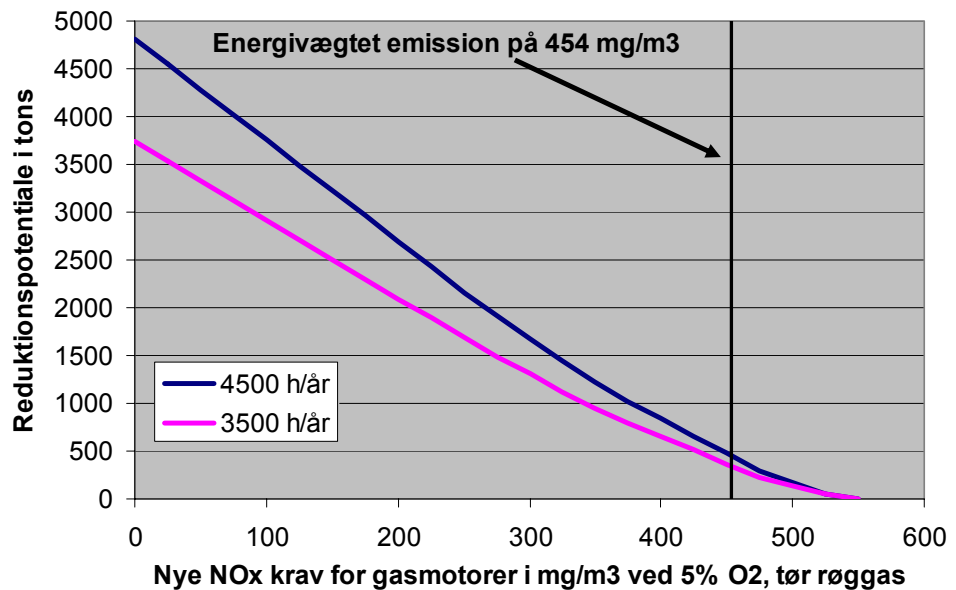
Der monteres i 2009 et SCR katalysator anlæg på en Lean burn gasmotor i kraftvarmesektoren. Der er regnet på et 3 MWe anlæg med en driftstid på 3500 timer pr. år.

NO_x udledningen for et anlæg med 3 Mwe er 550 mg pr. Nm³ røggas ved 5 pct. O₂ (lovkrav efter oktober 2006). Installeringen af SCR reducerer NO_x udledningen med 80 pct. Der er forudsat en virkningsgrad på 40 pct. Dette svarer til en reduktion på 3,6 kg NO_x pr. time eller 12,6 tons pr. år.

Der er ingen afledte miljøeffekter og heller ingen indflydelse på den primære drift af anlægget, dvs. produktionen af varme og el samt brændselsforbrug.

Ved opskaleringen til landsplan skal der tages hensyn til, at en del af anlæggene allerede har en væsentligt lavere emission end de tilladte 550 mg og derfor ikke har incitament til at reducere så meget og dermed installere SCR. Figur 5-1 viser reduktionspotentialet ved at reducere fra de tilladte 550 mg. Ved SCR reduceres med 80 pct., dvs. fra 550 mg til 110 mg. Dette svarer til en reduktion på landsplan for alle 900 MW på ca. 2800 tons, hvilket kan aflæses på den nederste kurve for 3500 timer årligt.

Figur 5.1 NO_x reduktionspotentiale på landsplan for gasmotorer i kraftvarmesektoren



Kilde: Per G. Kristensen, Dansk Gasteknisk Center

Yderligere gælder, at i den samlede opgørelse på landsplan indgår ikke anlæg med en indfyret effekt på under 1 MWe. Den samlede installerede effekt på disse mindre anlæg på op til 1 MWe er opgjort til 204 MW²¹. Dette betyder, at der på landsplan er en samlet installeret effekt på ca. 696 MWe for dette tiltag, altså 77 pct. ud af de totale 900 MW.

Det samlede reduktionspotentiale på landsplan bliver derfor 77 pct. af de ca. 2800 tons, svarende til 2200 tons NO_x.

Det skal bemærkes, at afhængig af det valgte styringsinstrument er det tvivlsomt om initiativet kan nå at være fuldt implementeret til 2010. Dette skyldes retsbeskyttelsesperioden på 8 år i Miljøbeskyttelsesloven.

Data til beregningerne stammer fra Grundfos og Dansk Gasteknisk Center.

5.2 Sammenfatning af budget- og vel færdsøkonomiske omkostninger

Installering af SCR på gasmotorer i kraftvarmesektoren er et af de undersøgte tiltag med det største potentiale for NO_x fjernelse på landsplan. Da dets om-

²¹ Jf. figur 5 i Dansk Gasteknisk Center (2002)

kostninger tilmed ligger i den lave ende af skalaen, er det ét af de mere interessante tiltag.

Der kan fjernes ca. 2200 tons årligt på landsplan (ca. 12,6 tons pr. anlæg), jf. tabel 5-1. Det koster budgetøkonomisk 25 mill.kr. pr. år alt, svarende til 15 kr. pr. kg NO_x.

Velfærdsøkonomisk giver SCR på gasmotorer et overskud på 1,5 mia.kr. (nutidsværdi i 2004 over 30 år). Omkostningerne er 18 kr. pr. kg NO_x eller 29 mill.kr. årligt.

Tabel 5-1 Oversigt over budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger, SCR på gasmotorer i kraftvarmesektoren (2004-priser)

	Enhed	For ét anlæg	På landsplan
Miljøeffekt NO _x -reduktion i 2010	tons/år	13	2193
Budgetøkonomisk			
Erhverv			
Omkostninger pr. år (30 år)	mill.kr./år	0,1	24,7
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	15	15
Velfærdsøkonomisk			
CBA nutidsværdi 30 år (overskud)	mill.kr.	9	1528
Omkostninger pr. år (30 år)	mill.kr./år	0,2	28,9
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	18	18

5.3 Budgetøkonomiske omkostninger

Et SCR anlæg inkl. katalysator på en gasmotor på 3 MW i kraftvarmesektoren koster 1,0 mill.kr. (inkl. montering). Heraf koster katalysatoren 400.000 kr.. Levetiden for SCR anlægget er 10 år, mens katalysatoren skal udskiftes hvert femte år. Dette svarer til en årlig omkostning på i alt 166.000 kr., jf. tabel 5-2.

Der er driftsomkostningerne til urea som reagent. Der anvendes ca. 2,5 liter pr. driftstime til en pris på 2,70 kr. pr. liter. Dette svarer til 24.000 kr. pr. år. (ved 35.000 timer årligt).

De samlede årlige budgetøkonomiske omkostninger bliver derved 189.000 kr.

Der fjernes 12,6 tons NO_x om året på et anlæg. Det koster 15 kr. pr. kg fjernet NO_x eller 0,1 mill.kr. årligt (over en 30-årig periode).

Tabel 5-2 Budgetøkonomiske omkostninger, SCR på gasmotorer i kraftvarmesektoren (2004-priser)

Et anlæg	Investering	Drift	Omkostning ialt	NO _x
År	Mill.kr.	Mill.kr.	mill.kr.	Tons
2005	0	0	0	0
2006	0	0	0	0
2007	0	0	0	0
2008	0	0	0	0
2009	0,166	0,024	0,189	12,6
2010	0,166	0,024	0,189	12,6
2011	0,166	0,024	0,189	12,6
2012	0,166	0,024	0,189	12,6
2013	0,166	0,024	0,189	12,6
2014	0,166	0,024	0,189	12,6
2015	0,166	0,024	0,189	12,6
2016	0,166	0,024	0,189	12,6
2017	0,166	0,024	0,189	12,6
2018	0,166	0,024	0,189	12,6
2019	0,166	0,024	0,189	12,6
2020	0,166	0,024	0,189	12,6
2021	0,166	0,024	0,189	12,6
2022	0,166	0,024	0,189	12,6
2023	0,166	0,024	0,189	12,6
2024	0,166	0,024	0,189	12,6
2025	0,166	0,024	0,189	12,6
2026	0,166	0,024	0,189	12,6
2027	0,166	0,024	0,189	12,6
2028	0,166	0,024	0,189	12,6
2029	0,166	0,024	0,189	12,6
2030	0,166	0,024	0,189	12,6
2031	0,166	0,024	0,189	12,6
2032	0,166	0,024	0,189	12,6
2033	0,166	0,024	0,189	12,6
2034	0,166	0,024	0,189	12,6
NPV i 2004	1,7	0,2	2,0	129,8
Omkostning pr. år (30 år) mill.kr./år				0,142
Omkostning kr./kg NO _x				15,04

5.4 Velfærdsøkonomiske omkostninger

De velfærdsøkonomiske omkostninger er beregnet som de budgetøkonomiske forhøjet med nettoafgiftsfaktoren (NAF) på 1,17, jf. afsnit 2.6. Dette giver en nutidsværdi på 2,3 mill.kr. i 2004 for en 30-årig periode, jf. Tabel 5-3. Til prissætning af miljøeffekterne er anvendt prisen på NO_x fra Tabel 2-3 på 85 kr. pr. kg. Dette giver en nutidsværdi af den mindskede NO_x udledning på 11 mill.kr. i 2004.

Installering af SCR på en gasmotor på et anlæg giver et velfærdsøkonomisk overskud på 8,8 mill.kr. (nutidsværdi over 30 år i 2004). De velfærdsøkonomiske omkostninger pr. år bliver 0,2 mill.kr. eller 18 kr. pr. kg fjernet NO_x.

Tabel 5-3 Vel færdsøkonomiske omkostninger, SCR på gasmotorer i kraftvarmesektoren (2004-priser).

Et anlæg	Velfærdsøk omkostning	NO _x	Værdi NO _x
År	I alt		
	Mill.kr.	Tons	Mill.kr.
2005	0	0	0
2006	0	0	0
2007	0	0	0
2008	0	0	0
2009	0,194	0,028	0,222
2010	0,194	0,028	0,222
2011	0,194	0,028	0,222
2012	0,194	0,028	0,222
2013	0,194	0,028	0,222
2014	0,194	0,028	0,222
2015	0,194	0,028	0,222
2016	0,194	0,028	0,222
2017	0,194	0,028	0,222
2018	0,194	0,028	0,222
2019	0,194	0,028	0,222
2020	0,194	0,028	0,222
2021	0,194	0,028	0,222
2022	0,194	0,028	0,222
2023	0,194	0,028	0,222
2024	0,194	0,028	0,222
2025	0,194	0,028	0,222
2026	0,194	0,028	0,222
2027	0,194	0,028	0,222
2028	0,194	0,028	0,222
2029	0,194	0,028	0,222
2030	0,194	0,028	0,222
2031	0,194	0,028	0,222
2032	0,194	0,028	0,222
2033	0,194	0,028	0,222
2034	0,194	0,028	0,222
NPV i 2004	2,0	0,3	2,3
CBA NPV mill.kr.			8,8
Omkostning mill.kr./år (30 år)			0,166
Omkostning kr./kg NO _x			18

6 Bedre styring af gasmotorer i kraftvarmesektoren

6.1 Beskrivelse af tiltaget

Beregningen er baseret på en 3 MWe gasmotoranlæg med en gennemsnitlig driftstid på 3500 timer pr. år. Der er en samlet kapacitet på landsplan på 900 MW.

Der foretages fra 2009 en forbrændingsmæssig justering af motoren, således at NO_x udledningen reduceres. Denne justering medfører samtidig en reduktion i elvirkningsgraden på mellem 1 og 2 pct. Ved den bedre styring reduceres NO_x udledningen fra 550 mg pr. Nm^3 gas til 250 mg pr. Nm^3 gas, dvs. med 55 pct. Det svarer til en reduktion på 2,5 kg NO_x pr. time.

Ved opskaleringen til landsplan skal der tages hensyn til, at en del af anlæggene allerede har en væsentligt lavere emission end de tilladte 550 mg og derfor ikke har incitament til at reducere så meget. Figur 5-1 i kapitlet om SCR på gasmotorer i kraftvarmesektoren viser reduktionspotentialet ved at reducere fra de tilladte 550 mg. Ved bedre styring reduceres med 55 pct., dvs. fra 550 mg til 250 mg. Dette svarer til en reduktion på landsplan for alle 900 MW på ca. 1700 tons, hvilket kan aflæses på den nederste kurve i figur 5-1 for 3500 timer årligt.

Bedre styring vil øge emissionen af THC (totalkulbrinter), CO og FA (formaldehyd). Dette indgår ikke i beregningerne. Der er igangsat et projekt, der behandler emissionen af disse stoffer fra gasmotorer.

Data stammer fra GE Jenbacher og Dansk Gasteknisk Center.

6.2 Sammenfatning af budget- og vel færdsøkonomiske omkostninger

Den bedre styring af gasmotoren består i en forbrændingsmæssig justering af motoren, således at NO_x udledningen reduceres med 55 pct. Beregningen vises for et gennemsnitsanlæg samt på landsplan.

Ved den bedre styring spares der brændstof (gas og olie) i kraftvarmesektoren, men til gengæld mistes der noget elproduktion. Denne skal da erstattes for at stille samfundet lige, og det er især det, som koster. Der er et lille øget afgifts-provenu og dermed en mindre velfærdsmæssig gevinst. Potentialet for NO_x reduktioner er forholdsvis stort, mens der er en beskedent effekt på de øvrige emissioner. Alt i alt er det et forholdsvis billigt tiltag med et stort potentiale for NO_x -reduktion.

Tiltaget fjerner på landsplan ca. 1700 tons NO_x om året, jf. tabel 6-1. Set fra kraftvarmesektorens synspunkt (budgetøkonomiske omkostninger), så sparer anlæggene udgifter til brændstof og service, men de mister mere i indtægt fra

den lavere elproduktion. Det koster dem netto 22 mill.kr. årligt, svarende til 17 kr. pr. kg NO_x.

Staten har forholdsvis beskedne øgede afgiftsindtægter på 6 mill.kr. årligt.

De velfærdsøkonomiske omkostninger udgør 15 mill.kr. pr. år eller 11 kr. pr. kg NO_x. Disse omkostninger tager hensyn til værdien af de afledte miljøeffekter. Der er et velfærdsøkonomisk overskud ved den bedre styring på 1,3 mia. kr. i nutidsværdi.

Tabel 6-1 Budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger for bedre styring i kraftvarmesektor (2004 priser)

	Enhed	For ét anlæg	På landsplan
Miljøeffekt – reduktion af NO _x i 2010	Tons/år	8,2	1.685
Budgetøkonomisk			
Erhverv			
Omkostninger pr. år (30 år)	mill.kr./år	0,11	21,5
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	17	17
Stat			
Omkostninger pr. år (30 år)	mill.kr./år	-0,03	-6,0
Velfærdsøkonomisk			
CBA nutidsværdi 30 år (overskud)	mill.kr.	6,3	1.292
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	0,07	14,5
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	11	11

6.3 Budgetøkonomiske omkostninger

Ved den bedre styring fra 2009 reduceres elproduktionen med 626 MWh pr. år for ét kraftvarmeværk. Dette betyder et indtægtstab for værket på 160.000 –230.000 kr. årligt. Forbruget af gas og olie reduceres, og der spares udgifter til service og reparationer.

Til gengæld stiger afgifterne. Alle kraftvarmeværker betaler CO₂ afgift pr. Nm³ naturgas, der medgår til varmeproduktion, mens der ikke betales CO₂ afgift af elproduktionen på en kraftvarmeenhed. Den afgiftspligtige del af gasforbruget stiger ved den bedre styring. Det skyldes, at når naturgas afregnes, sker det efter en fordelingsformel (V eller E formel), der giver en fordeling af gasforbrug mellem medgæet til elproduktion og medgæet til varmeproduktion. Når elvirkningsgraden falder, vil forholdet mellem el- og varmekraftvirkningsgrad blive forringet, og derfor vil en større del blive afregnet som gas til varmemål, og derved belagt med CO₂ afgift.

Nutidsværdien af de samlede omkostninger er 1,5 mill.kr. for ét kraftvarmeværk. Det svarer til en årlig omkostning på 0,1 mill.kr. ved en 30-årig tidshorison, jf. tabel 6-2.

Den bedre styring ca. halverer NO_x-udledningen. Kraftvarmeværkets NO_x emission falder således med 8,6 tons NO_x årligt. Dette fald mindskes imidlertid lidt, idet NO_x emissionen omvendt stiger en anelse som følge af den øgede danske kondens-elproduktionen, som erstatter kraftvarmeværkets mistede elproduktion. I 2010 er nettoeffekten således et fald på 8,4 tons NO_x. Bemærk at dette tal kun omfatter NO_x-emissionen i Danmark og ikke udlandet.

De budgetøkonomiske omkostninger for kraftvarmeværket bliver 17 kr. pr. kg fjernet NO_x.

Tabel 6-2 Budgetøkonomiske omkostninger, bedre styring i kraftvarmesektor. For ét værk (2004 priser)

	Elproduktion*	Gasforbrug**	Afgift på gas	Olieforbrug***	Service	Omkostninger i alt	NO _x reduktion i Danmark
	Mistet driftsindtægt	Ændring i driftsomkostninger					
År	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Tons
2005	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2006	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2008	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2009	0,18	-0,08	0,04	-0,0003	-0,02	0,12	8,4
2010	0,16	-0,07	0,04	-0,0003	-0,02	0,11	8,4
2011	0,16	-0,07	0,04	-0,0003	-0,02	0,11	8,4
2012	0,17	-0,07	0,04	-0,0003	-0,02	0,11	8,4
2013	0,17	-0,07	0,04	-0,0003	-0,02	0,12	8,4
2014	0,17	-0,07	0,04	-0,0003	-0,02	0,12	8,4
2015	0,19	-0,07	0,04	-0,0003	-0,02	0,13	8,4
2016	0,23	-0,07	0,04	-0,0003	-0,02	0,17	8,2
2017	0,21	-0,07	0,04	-0,0003	-0,02	0,16	8,2
2018	0,21	-0,07	0,04	-0,0003	-0,02	0,16	8,2
2019	0,23	-0,08	0,04	-0,0003	-0,02	0,17	8,3
2020	0,22	-0,08	0,04	-0,0003	-0,02	0,16	8,3
2021	0,22	-0,08	0,04	-0,0003	-0,02	0,16	8,4
2022	0,22	-0,08	0,04	-0,0003	-0,02	0,16	8,4
2023	0,20	-0,08	0,04	-0,0003	-0,02	0,14	8,4
2024	0,22	-0,08	0,04	-0,0003	-0,02	0,16	8,4
2025	0,20	-0,08	0,04	-0,0003	-0,02	0,14	8,4
2026	0,22	-0,08	0,04	-0,0003	-0,02	0,16	8,4
2027	0,22	-0,08	0,04	-0,0003	-0,02	0,16	8,4
2028	0,22	-0,08	0,04	-0,0003	-0,02	0,15	8,4
2029	0,22	-0,08	0,04	-0,0003	-0,02	0,16	8,4
2030	0,23	-0,08	0,04	-0,0003	-0,02	0,17	8,4
2031	0,23	-0,08	0,04	-0,0003	-0,02	0,17	8,4
2032	0,23	-0,08	0,04	-0,0003	-0,02	0,17	8,4
2033	0,23	-0,08	0,04	-0,0003	-0,02	0,17	8,4
2034	0,23	-0,08	0,04	-0,0003	-0,02	0,17	8,4
NPV	2,05	-0,78	0,41	-0,0028	-0,23	1,45	86,24
Omkostning mill.kr. pr. år (30 år)							0,11
Omkostning kr./kg							17

* Nedgangen i elproduktionen udgør 621 MWh.

** Nedgangen i gasforbruget udgør 51716 m³, som svarer til 2072 GJ ved en brændværdi på 40,06 GJ/1000 Nm³.

*** Nedgangen i olieforbrug er 125 kg, som svarer til 4,5 GJ ved en brændværdi på 42,7 GJ/tons og vægtfylde på 0,84 tons/m³.

Note: pris på el, olie og gas stammer fra tabel 2-5 og tabel 2-7

De øgede CO₂ afgifter på gas for kraftvarmeværket er omvendt en indtægt for staten. Hertil kommer, at staten får et beskedent øget provenu af SO₂-afgift, idet SO₂-emissionen stiger som følge af den kompenserende elproduktion. I alt får staten dermed en nettoindtægt på 0,4 mill.kr. i nutidsværdi, svarende til 0,03 mill.kr. om året. I tabel 6-3 optræder denne indtægt for staten som en negativ udgift.

Tabel 6-3 budgetøkonomiske omkostninger for staten. bedre styring i kraftvarmesektor. For ét værk (2004 priser)

År	SO ₂ -afgift Mill.kr.	Afgift på gas Mill.kr.	Nettoomk Mill.kr.
2005	0,000	0,000	0,000
2006	0,000	0,000	0,000
2007	0,000	0,000	0,000
2008	0,000	0,000	0,000
2009	0,001	-0,040	-0,039
2010	0,001	-0,040	-0,039
2011	0,001	-0,040	-0,039
2012	0,001	-0,040	-0,039
2013	0,001	-0,040	-0,039
2014	0,001	-0,040	-0,039
2015	0,001	-0,040	-0,039
2016	0,002	-0,040	-0,038
2017	0,002	-0,040	-0,038
2018	0,002	-0,040	-0,038
2019	0,002	-0,040	-0,038
2020	0,001	-0,040	-0,039
2021	0,001	-0,040	-0,039
2022	0,001	-0,040	-0,039
2023	0,001	-0,040	-0,039
2024	0,001	-0,040	-0,039
2025	0,001	-0,040	-0,039
2026	0,001	-0,040	-0,039
2027	0,001	-0,040	-0,039
2028	0,001	-0,040	-0,039
2029	0,001	-0,040	-0,039
2030	0,001	-0,040	-0,039
2031	0,001	-0,040	-0,039
2032	0,001	-0,040	-0,039
2033	0,001	-0,040	-0,039
2034	0,001	-0,040	-0,039
NPV i 2004 (30 år)	0,01	-0,41	-0,40
Omkostning mill.kr/år (30 år)			-0,03

6.4 Vel færdsøkonomiske omkostninger

Samfundet skal have samme mængde slutproduktion til rådighed før og efter den bedre styring. Den lavere elproduktion på 626 MWh skal derfor kompenseres på anden vis. Det er antaget, at lige dele dansk kondens-elproduktion og udenlandsk produktion (dvs. elimport) erstatter den tabte elproduktion indtil 2015 og fra 2016 erstatter import fuldt ud, jf. afsnit 2-12²². Ligeledes antages, at den supplerende elproduktion/elimport påfører samfundet omkostninger svarende til værdien heraf til elmarkedsprisen på Nord Pool markedet²³. De velfærdsøkonomiske omkostninger ved den kompenserende elproduktion er derfor beregnet udfra elprisen forhøjet med nettoafgiftsfaktoren. Dette giver velfærdsøkonomiske omkostninger på 2,1 mill.kr. i nutidsværdi.

²² Ændringen i den forudsatte fordeling mellem indenlandsk og udenlandsk elproduktion skyldes, at der indtil ca. 2015 er overkapacitet af elværker på Nord Pool markedet, hvilket betyder, at elprisen bliver trykket. Den lave pris bevirker, at Danmark dels importerer, dels selv producerer i denne periode. Efter 2015, hvor prisen bliver højere, bliver det udelukkende dansk elproduktion.

²³ Jf. Energistyrelsens vejledning og Appendiks: Beregningsforudsætninger for samfundsøkonomiske beregninger på energiområdet, revideret maj 2006.

Det mindre gas- og olieforbrug samt lavere service og reparationer betyder en velfærdsøkonomisk besparelse på 1,2 mill.kr. beregnet som en nutidsværdi over 30 år, jf. kolonne 3-5 i tabel 6-4. Priserne på hhv. gas og olie samt udgifterne til service er alle forhøjet med nettoafgiftsfaktoren, jf. afsnit 2.5. Netto bliver de velfærdsøkonomiske omkostninger til anlæg og drift derfor 1,2 mill.kr. i nutidsværdi.

Bedre styring påvirker emissionen af en række miljøeffekter forskelligt. NO_x -emissionen reduceres med 8,6 tons årligt som følge af den bedre styring. Virkningen fra den kompenserende elproduktion trækker dog lidt i den anden retning, så netto falder NO_x udledningen med 8,2 tons i 2010, jf. ovenfor. Ved værdisætningen af miljøeffekterne er medregnet den fulde effekt fra den kompenserende elproduktion, dvs. effekten både i Danmark og i udlandet. Ved opgørelsen af NO_x effekten i den budgetøkonomiske opgørelse (tabel 6-2) samt ved beregningen af skyggeprisen (kr. pr. kg fjernet NO_x) er det derimod alene NO_x effekten i Danmark, der er relevant. Derfor indgår her kun effekten fra den kompenserende elproduktion i Danmark.

CO_2 -udledningen falder pga. det lavere forbrug af olie og gas ved den bedre styring. CO_2 -effekten fra den kompenserende elproduktion skal ikke medtages, da den er indeholdt i elprisen pga. CO_2 -kvotesystemets virkning. Værdien af CO_2 -effekten er dermed allerede indregnet i omkostningerne til den kompenserende elproduktion i tabel 6-3. Den kompenserende elproduktion medfører også større udledning af SO_2 , CH_4 , og N_2O . Der er dog tale om relativt beskedne stigninger. I beregningerne indgår ikke den øgede emission af THC (totalkulbrinter), CO og FA (formaldehyd) ved bedre styring. Den samlede værdi af miljøgevinsten bliver 7,4 mill.kr. i nutidsværdi, hvoraf langt hovedparten stammer fra NO_x -reduktionen, jf. tabel 6-5.

Selve ændringen i statens afgiftsprovenu som følge af den bedre styring skal ikke indgå i de velfærdsøkonomiske omkostninger, da der blot er tale om en transferering fra én sektor til en anden. Men der skal medtages et velfærdsøkonomisk forvridningstab som følge af denne provenuændring, jf. afsnit 2.7. I dette tilfælde, hvor der er tale om øget provener til staten, bliver det dog en forvridningsgevinst. Statens provener øges med i alt 0,4 mill.kr. i nutidsværdi, jf. tabel 6-3 og tabel 6-6. Det stammer fra afgift på den større SO_2 -udledning fra den kompenserende elproduktion samt de større gasafgifter fra kraftvarmeverket. Forvridningsgevinsten på 20 pct. af provenuændringen bliver relativt beskedent 0,1 mill.kr. i nutidsværdi.

De samlede velfærdsøkonomiske omkostninger består af summen af investeringer og drift (inkl. omkostningerne til den kompenserende elproduktion) samt forvridningsgevinsten. Dette giver en nutidsværdi på 1,1 mill.kr., jf. tabel 6-7. Værdien af miljøgevinsterne ved den bedre styring er 7,4 mill.kr. Der er dermed et velfærdsøkonomisk overskud på 6,3 mill.kr. i nutidsværdi. De velfærdsøkonomiske omkostninger (inkl. værdi af de afledte miljøeffekter) bliver 0,1 mill.kr. årligt, hvilket svarer til 11 kr. pr. kg NO_x .

Tabel 6-4 Vel færdsøkonomiske omkostninger til drift og anlæg, bedre styring i kraftvarmesektor. For ét værk (2004 priser)

	Kompensere rende elpro- duktion	Gas	Olie	Service	I alt
År	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	mill.kr.	Mill.kr.
2005	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2006	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2008	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2009	0,21	-0,09	-0,0003	-0,03	0,10
2010	0,19	-0,09	-0,0003	-0,03	0,08
2011	0,19	-0,09	-0,0003	-0,03	0,08
2012	0,20	-0,09	-0,0003	-0,03	0,08
2013	0,20	-0,09	-0,0003	-0,03	0,09
2014	0,20	-0,09	-0,0003	-0,03	0,09
2015	0,22	-0,09	-0,0003	-0,03	0,11
2016	0,27	-0,09	-0,0003	-0,03	0,15
2017	0,25	-0,09	-0,0003	-0,03	0,14
2018	0,25	-0,09	-0,0003	-0,03	0,14
2019	0,27	-0,09	-0,0003	-0,03	0,16
2020	0,25	-0,09	-0,0003	-0,03	0,14
2021	0,25	-0,09	-0,0003	-0,03	0,14
2022	0,25	-0,09	-0,0003	-0,03	0,14
2023	0,23	-0,09	-0,0003	-0,03	0,11
2024	0,25	-0,09	-0,0003	-0,03	0,14
2025	0,23	-0,09	-0,0003	-0,03	0,11
2026	0,26	-0,09	-0,0003	-0,03	0,14
2027	0,26	-0,09	-0,0003	-0,03	0,14
2028	0,25	-0,09	-0,0003	-0,03	0,13
2029	0,26	-0,09	-0,0003	-0,03	0,14
2030	0,27	-0,09	-0,0003	-0,03	0,15
2031	0,27	-0,09	-0,0003	-0,03	0,15
2032	0,27	-0,09	-0,0003	-0,03	0,15
2033	0,27	-0,09	-0,0003	-0,03	0,15
2034	0,27	-0,09	-0,0003	-0,03	0,15
NPV i 2004	2,40	-0,91	-0,0033	-0,27	1,21

Note: Priserne på el, olie og gas fra tabel 2-7 samt udgifter til service fra tabel 6-2 er forhøjet med nettoafgiftsfaktoren på 1,17.

Tabel 6-5 Velfærdsøkonomisk værdi af miljøeffekterne (gevinst), Bedre styring i kraftvarmesektoren. For ét værk (2004 priser)

	NO _x				CO ₂		SO ₂		Miljøeffekter
År	Bedre styring	Elprod.	I alt	Værdi	Bedre styring	Værdi	Elprod.	Værdi	Værdi i alt
	Tons	Tons	Tons	Mill.kr.	Tons	Mill.kr.	Tons	Mill.kr.	Mill.kr.
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	8,6	-0,4	8,2	0,70	124	0,02	-0,2	-0,01	0,71
2010	8,6	-0,4	8,2	0,70	124	0,02	-0,1	-0,01	0,71
2011	8,6	-0,4	8,2	0,70	124	0,02	-0,1	-0,01	0,72
2012	8,6	-0,4	8,2	0,70	124	0,02	-0,1	-0,01	0,71
2013	8,6	-0,4	8,2	0,70	124	0,02	-0,2	-0,01	0,71
2014	8,6	-0,4	8,2	0,70	124	0,02	-0,2	-0,01	0,71
2015	8,6	-0,4	8,2	0,70	124	0,02	-0,2	-0,01	0,71
2016	8,6	-0,3	8,2	0,70	124	0,02	-0,2	-0,01	0,71
2017	8,6	-0,4	8,2	0,70	124	0,02	-0,2	-0,01	0,71
2018	8,6	-0,4	8,2	0,70	124	0,02	-0,2	-0,01	0,71
2019	8,6	-0,3	8,3	0,71	124	0,02	-0,2	-0,01	0,72
2020	8,6	-0,2	8,3	0,71	124	0,02	-0,1	-0,01	0,73
2021	8,6	-0,2	8,4	0,71	124	0,02	-0,1	-0,01	0,73
2022	8,6	-0,2	8,4	0,71	124	0,02	-0,1	-0,01	0,73
2023	8,6	-0,2	8,4	0,71	124	0,02	-0,1	0,00	0,73
2024	8,6	-0,2	8,4	0,72	124	0,02	-0,1	0,00	0,73
2025	8,6	-0,2	8,4	0,72	124	0,02	-0,1	0,00	0,73
2026	8,6	-0,2	8,4	0,72	124	0,02	-0,1	0,00	0,74
2027	8,6	-0,2	8,4	0,72	124	0,02	-0,1	0,00	0,74
2028	8,6	-0,2	8,4	0,72	124	0,02	-0,1	0,00	0,74
2029	8,6	-0,2	8,4	0,72	124	0,02	-0,1	0,00	0,74
2030	8,6	-0,2	8,4	0,72	124	0,02	-0,1	0,00	0,74
2031	8,6	-0,2	8,4	0,72	124	0,02	-0,1	0,00	0,74
2032	8,6	-0,2	8,4	0,72	124	0,02	-0,1	0,00	0,74
2033	8,6	-0,2	8,4	0,72	124	0,02	-0,1	0,00	0,74
2034	8,6	-0,2	8,4	0,72	124	0,02	-0,1	0,00	0,74
NPV				7,28		0,22		-0,07	7,42

Note: Miljøeffekten fra den kompenserende elproduktion er beregnet vha. emissionskoefficienterne fra Energistyrelsens Appendiks: Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, april 2005, revideret pr. maj 2006. Værdien af miljøeffekterne er beregnet som mængde gange pris. De anvendte priser kan findes i tabel 2-3 og tabel 2-4. Værdien af CH₄ og N₂O er så lille, at den ikke er vist i tabellen (nutidsværdi på hhv. - 0,0005 og -0,005 mill.kr.).

Tabel 6-6 Øvrige vel færdsøkonomiske omkostninger, Forvridningstab, Bedre styring i kraftvarmesektoren. For ét værk (2004 priser)

	Provenu- tab	Provenu- tab	Provenu- tab	Velfærd- søk
	SO ₂ - afgift	Afgift på gas	I alt	Forvrid- ningstab
År	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.
2005	0	0	0	0
2006	0	0	0	0
2007	0	0	0	0
2008	0	0	0	0
2009	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
2010	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
2011	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
2012	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
2013	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
2014	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
2015	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
2016	0,002	-0,040	-0,038	-0,009
2017	0,002	-0,040	-0,038	-0,009
2018	0,002	-0,040	-0,038	-0,009
2019	0,002	-0,040	-0,038	-0,009
2020	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
2021	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
2022	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
2023	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
2024	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
2025	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
2026	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
2027	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
2028	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
2029	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
2030	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
2031	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
2032	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
2033	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
2034	0,001	-0,040	-0,039	-0,009
NPV i 2004 (30 år)	0,01	-0,41	-0,40	-0,09

Note: Den velfærdsøkonomiske forvridningstab er beregnet som 20 pct. af det samlede provenutab og forhøjet med nettoafgiftsfaktoren på 1,17. Provenutabet fra afgift på gas stammer fra tabel 6-2.

Tabel 6-7 Vel færdsøkonomiske omkostninger i alt, bedre styring i kraftvarmesektoren. For ét værk (2004 priser)

	Invest og drift	Forvridningstab	Omkostninger i alt	Værdi miljøeffekt				
				i alt	NO _x	Værdi NO _x	Afledte miljøeffekter	I alt
2005	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	
2006	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	
2007	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	
2008	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	
2009	0,10	-0,01	0,09	8,4	0,70	0,01	0,71	
2010	0,08	-0,01	0,07	8,4	0,70	0,01	0,71	
2011	0,08	-0,01	0,07	8,4	0,70	0,01	0,72	
2012	0,08	-0,01	0,07	8,4	0,70	0,01	0,71	
2013	0,09	-0,01	0,08	8,4	0,70	0,01	0,71	
2014	0,09	-0,01	0,08	8,4	0,70	0,01	0,71	
2015	0,11	-0,01	0,10	8,4	0,70	0,01	0,71	
2016	0,15	-0,01	0,14	8,2	0,70	0,01	0,71	
2017	0,14	-0,01	0,13	8,2	0,70	0,01	0,71	
2018	0,14	-0,01	0,13	8,2	0,70	0,01	0,71	
2019	0,16	-0,01	0,15	8,3	0,71	0,01	0,72	
2020	0,14	-0,01	0,13	8,3	0,71	0,01	0,73	
2021	0,14	-0,01	0,13	8,4	0,71	0,01	0,73	
2022	0,14	-0,01	0,13	8,4	0,71	0,01	0,73	
2023	0,11	-0,01	0,10	8,4	0,71	0,02	0,73	
2024	0,14	-0,01	0,13	8,4	0,72	0,02	0,73	
2025	0,11	-0,01	0,11	8,4	0,72	0,02	0,73	
2026	0,14	-0,01	0,13	8,4	0,72	0,02	0,74	
2027	0,14	-0,01	0,13	8,4	0,72	0,02	0,74	
2028	0,13	-0,01	0,12	8,4	0,72	0,02	0,74	
2029	0,14	-0,01	0,13	8,4	0,72	0,02	0,74	
2030	0,15	-0,01	0,14	8,4	0,72	0,02	0,74	
2031	0,15	-0,01	0,14	8,4	0,72	0,02	0,74	
2032	0,15	-0,01	0,14	8,4	0,72	0,02	0,74	
2033	0,15	-0,01	0,14	8,4	0,72	0,02	0,74	
2034	0,15	-0,01	0,14	8,4	0,72	0,02	0,74	
NPV i 2004	1,21	-0,09	1,12	86,24	7,28	0,14	7,42	
CBA NPV mill.kr.							6,30	
Omkostning mill.kr./år (30 år)							0,07	
Omkostning kr./kg NO _x							11	

Note: Investering og drift er inkl. omkostninger til den kompenserende elproduktion.

7 Reburning på kul, halm og træflis

7.1 Beskrivelse af til taget

Reburning er en teknologi, hvor et sekundært brændsel indfyres i kedlen over den primære forbrændingszone for at skabe understøkiometriske forhold. Ofte anvendes naturgas i mængder, der svarer til ca. 10 pct. af den totale indfyrede energimængde. Senere i processen tilsættes udbrændingsluft. Reburning har et NO_x reduktionspotentiale på ca. 50 pct. Reburning kan anvendes på kulstøvsanlæg og ristefyrede anlæg.

Reburning kan således i princippet anvendes på kul, halm og træflis. I kapitlet præsenteres i detaljer resultaterne for kul. Da udregningerne er stort set identiske hermed for halm og træflis, præsenteres kun hovedresultaterne for disse.

Der er regnet på reburning med kul på et 25 MW værk.

Data stammer fra Dansk Gasteknisk Center.

7.2 Sammenfatning af budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger – kul

NO_x emissionen halveres ved reburning. Dette svarer til 30 tons NO_x årligt for et kulfyret værk. Det vurderes, at potentialet er på 60 tons NO_x pr. år på landsplan. Dette svarer til en indfyret effekt på 50 MW. Der sker også en reduktion i udledning af bl.a. CO₂ og SO₂.

De årlige budgetøkonomiske omkostninger for værkerne på landsplan er 2,4 mill.kr. Det svarer til 54 kr. pr. kg NO_x, jf. tabel 7-1. Staten har omkostningerne i form af et provenutab på 0,7 mill.kr. årligt. Provenutabet skyldes afgiftsforskellen mellem kul og gas.

Der er et velfærdsøkonomisk overskud på 13 mill. kr opgjort som nutidsværdi over 30 år. Dette svarer til en årlig omkostning på 2,9 mill.kr. eller 64 kr. pr. kg NO_x.

Tabel 7-1 Oversigt over budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger, reburning på kul (2004-priser)

	Enhed	For ét anlæg	På landsplan
Miljøeffekt NO _x -reduktion i 2010	Tons/år	30	60
Budgetøkonomisk			
Erhverv			
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	1,2	2,4
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	54	54
Stat			
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	0,3	0,7
Velfærdsøkonomisk			
CBA nutidsværdi (30 år)	Mill.kr.	7	13
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	1,4	2,9
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	64	64

7.3 Budgetøkonomiske omkostninger

Investeringsudgiften er på 3 mill.kr., hvilket svarer til 291.000 kr. pr. år (ved levetid på 15 år og 6 pct. i kalkulationsrente), jf. tabel 7-2. 70.000 GJ kul erstattes med gas ved reburning. Der er således øgede driftsomkostninger til naturgas på 26 mill.kr. i nutidsværdi, mens der spares udgifter til kul på 9 mill.kr. i nutidsværdi. Der er anvendt kulpisen og naturgasprisen fra tabel 2-7. Hertil kommer udgifter til vedligeholdelse på 1 mill.kr. i nutidsværdi.

Tabel 7-2 Budgetøkonomiske omkostninger for et kraftvarmeværk, reburning på kul (2004-priser)

	Investe- ring	Drift og vedlige- holdelse	Driftsom- kostning		Afgifts- forskøl Omkost- ning	Omkost- ning i alt
			Gas	Kul		
	Mill.kr	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr
2005	0,00	0	0,0	0,0	0	0,0
2006	0,00	0	0,0	0,0	0	0,0
2007	0,00	0	0,0	0,0	0	0,0
2008	0,00	0	0,0	0,0	0	0,0
2009	0,29	0,1	2,5	0,9	-0,5	1,6
2010	0,29	0,1	2,4	0,9	-0,5	1,5
2011	0,29	0,1	2,4	0,9	-0,5	1,6
2012	0,29	0,1	2,4	0,9	-0,5	1,6
2013	0,29	0,1	2,5	0,9	-0,5	1,6
2014	0,29	0,1	2,5	0,9	-0,5	1,6
2015	0,29	0,1	2,5	0,9	-0,5	1,6
2016	0,29	0,1	2,5	0,9	-0,5	1,6
2017	0,29	0,1	2,5	0,9	-0,5	1,6
2018	0,29	0,1	2,5	0,9	-0,5	1,6
2019	0,29	0,1	2,5	0,9	-0,5	1,6
2020	0,29	0,1	2,5	0,9	-0,5	1,6
2021	0,29	0,1	2,5	0,9	-0,5	1,6
2022	0,29	0,1	2,5	0,9	-0,5	1,6
2023	0,29	0,1	2,6	0,9	-0,5	1,7
2024	0,29	0,1	2,6	0,9	-0,5	1,7
2025	0,29	0,1	2,6	0,9	-0,5	1,7
2026	0,29	0,1	2,6	0,9	-0,5	1,7
2027	0,29	0,1	2,6	0,9	-0,5	1,7
2028	0,29	0,1	2,7	0,9	-0,5	1,7
2029	0,29	0,1	2,7	0,9	-0,5	1,8
2030	0,29	0,1	2,7	0,9	-0,5	1,8
2031	0,29	0,1	2,7	0,9	-0,5	1,8
2032	0,29	0,1	2,7	0,9	-0,5	1,8
2033	0,29	0,1	2,7	0,9	-0,5	1,8
2034	0,29	0,1	2,7	0,9	-0,5	1,8
NPV i 2004	3,0	1	26	9	-5	16,8
Omkostning mill.kr./år (30 år)						1,2
Omkostning kr./kg NO _x						54

Ved reburning sparer værket 5 mill.kr. i nutidsværdi som følge af, at afgiften er lavere på gas end på kul. Der er anvendt en afgiftssats på 62 kr./GJ for kul og på 56 kr. pr. GJ for gas, jf. tabel 2-10. Det er kun den brændselsmængde, der medgår til varmeproduktionen, der er afgiftsbelagt. Der er anvendt en

varmevirkningsgrad på 50 pct²⁴. Anlæggenes virkningsgrad forventes ikke at ændres væsentligt ved brug af reurning. Afgiftsbesparelsen er omvendt et provenutab for staten.

I alt bliver de budgetøkonomiske omkostninger for værket 16,8 mill.kr. i nutidsværdi, svarende til 1,2 mill.kr. årligt eller 54 kr. pr. kg NO_x, jf. tabel 7-2.

7.4 Velfærdsøkonomiske omkostninger

De velfærdsøkonomiske omkostninger til investeringer og drift er beregnet ved at forhøje de budgetøkonomiske omkostninger med nettoafgiftsfaktoren på 1,17. Dette giver en nutidsværdi på i alt 25 mill.kr., jf. tabel 7-3.

Tabel 7-3 Velfærdsøkonomiske omkostninger, reurning på kul (2004-priser)

	Investering	Driftsomkostning	Vedligehold	Sparet driftsomkostning	Omkostning i alt
		Gas		Kul	
	Mill.kr	mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr
2005	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0
2009	0,34	2,98	0,1	1,01	2,43
2010	0,34	2,88	0,1	1,00	2,34
2011	0,34	2,89	0,1	1,00	2,35
2012	0,34	2,90	0,1	1,00	2,36
2013	0,34	2,91	0,1	1,01	2,36
2014	0,34	2,92	0,1	1,01	2,37
2015	0,34	2,92	0,1	1,01	2,38
2016	0,34	2,94	0,1	1,01	2,39
2017	0,34	2,95	0,1	1,01	2,39
2018	0,34	2,97	0,1	1,01	2,41
2019	0,34	2,97	0,1	1,01	2,42
2020	0,34	2,98	0,1	1,01	2,43
2021	0,34	3,00	0,1	1,02	2,43
2022	0,34	3,02	0,1	1,02	2,46
2023	0,34	3,05	0,1	1,02	2,48
2024	0,34	3,06	0,1	1,02	2,50
2025	0,34	3,09	0,1	1,03	2,51
2026	0,34	3,11	0,1	1,03	2,54
2027	0,34	3,13	0,1	1,03	2,55
2028	0,34	3,14	0,1	1,04	2,56
2029	0,34	3,17	0,1	1,04	2,59
2030	0,34	3,18	0,1	1,04	2,60
2031	0,34	3,18	0,1	1,04	2,60
2032	0,34	3,18	0,1	1,04	2,60
2033	0,34	3,18	0,1	1,04	2,60
2034	0,34	3,18	0,1	1,04	2,60
NPV i 2004	4	31	1	10	25

Ved reurning er der et provenutab for staten, idet afgiften på kul er højere end på gas. Provenutabet udgør 0,5 mill.kr. årligt svarende til en nutidsværdi på 5 mill.kr., og dette beløb indgik som en besparelse for værket i den budgetøkonomiske beregning i afsnit 8-2. I de velfærdsøkonomiske omkostninger skal ikke indgå selve provenutabet, da det blot er en transferering fra én sektor

²⁴ kilde: Teknologidata el- og varmeproduktionsanlæg, Energistyrelsen 1995

til en anden. Men der skal indgå skatteforvridningstabet på 20 pct. af statens provenutab forhøjet med nettoafgiftsfaktoren, jf afsnit 2-7. Disse forvridningsomkostninger udgør 1,1 mill.kr. i nutidsværdi, jf. tabel 7-4.

Tabel 7-4 Øvrige velfærdsøkonomiske omkostninger - forvridningstab, reurning på kul (2004-priser)

	Provenutab	Velfærdsøk
		Forvridningstab
		Provenutab*0,2*NAF
	mill.kr.	mill.kr.
2005	0,00	0,00
2006	0,00	0,00
2007	0,00	0,00
2008	0,00	0,00
2009	0,45	0,11
2010	0,45	0,11
2011	0,45	0,11
2012	0,45	0,11
2013	0,45	0,11
2014	0,45	0,11
2015	0,45	0,11
2016	0,45	0,11
2017	0,45	0,11
2018	0,45	0,11
2019	0,45	0,11
2020	0,45	0,11
2021	0,45	0,11
2022	0,45	0,11
2023	0,45	0,11
2024	0,45	0,11
2025	0,45	0,11
2026	0,45	0,11
2027	0,45	0,11
2028	0,45	0,11
2029	0,45	0,11
2030	0,45	0,11
2031	0,45	0,11
2032	0,45	0,11
2033	0,45	0,11
2034	0,45	0,11
NPV i 2004	4,66	1,09

Ved reurning reduceres udledningen af NO_x med 30 tons årligt for et anlæg. De afledte miljøeffekter består primært af en reduktion af udledning af CO₂ og SO₂. Værdien af NO_x-reduktionen er 26,3 mill.kr. i nutidsværdi, mens værdien af de afledte miljøeffekter er 6,4 mill.kr. i nutidsværdi, i alt 32,8 mill.kr. i nutidsværdi, jf. tabel 7-5.

Tabel 7-5 Værdi miljøeffekter, reburning på kul (2004-priser)

	Værdi NO _x mill.kr.	Værdi afledte Mill.kr.	Miljøeffekter i alt mill.kr.
2005	0	0	0
2006	0	0	0
2007	0	0	0
2008	0	0	0
2009	2,6	0,6	3,2
2010	2,6	0,6	3,2
2011	2,6	0,6	3,2
2012	2,6	0,6	3,2
2013	2,6	0,6	3,2
2014	2,6	0,6	3,2
2015	2,6	0,6	3,2
2016	2,6	0,6	3,2
2017	2,6	0,6	3,2
2018	2,6	0,6	3,2
2019	2,6	0,6	3,2
2020	2,6	0,6	3,2
2021	2,6	0,6	3,2
2022	2,6	0,6	3,2
2023	2,6	0,6	3,2
2024	2,6	0,6	3,2
2025	2,6	0,6	3,2
2026	2,6	0,6	3,2
2027	2,6	0,6	3,2
2028	2,6	0,6	3,2
2029	2,6	0,6	3,2
2030	2,6	0,6	3,2
2031	2,6	0,6	3,2
2032	2,6	0,6	3,2
2033	2,6	0,6	3,2
2034	2,6	0,6	3,2
NPV i 2004 (30 år)	26,3	6,4	32,8

Note: De afledte miljøeffekter består af summen af værdien af CO₂, SO₂, CH₄, NMVOC og N₂O. De årlige reduktioner fra 2009 udgør 2640 tons CO₂, 3 tons SO₂, -1 tons CH₄, -0,035 tons NMVOC og -0,14 tons N₂O. Nutidsværdien udgør 4,9 mill.kr. for CO₂ og 1,7 mill.kr. for SO₂. Nutidsværdien for de øvrige emissioner er yderst beskednen.

De samlede velfærdsøkonomiske omkostninger består af summen af investering og drift samt forvridningstab. Dette giver samlede velfærdsøkonomiske omkostninger på 26,2 mill.kr. i nutidsværdi, jf. tabel 7-6. Værdien af de samlede miljøgevinster er på 32,8 mill.kr. i nutidsværdi, og der er således et velfærdsøkonomisk overskud på knap 7 mill.kr. i nutidsværdi. De velfærdsøkonomiske omkostninger pr. kg fjernet NO_x bliver 64 kr. pr. kg.

Tabel 7-6 Velfærdsøkonomiske omkostninger i alt, reurning på kul (2004-priser)

	Invest og drift	Forvridningstab	Omkostninger i alt	Miljøeffekt NO _x	Værdi NO _x	Værdi afledte miljøeffekter	Værdi miljøeffekter i alt	
	mill.kr.	mill.kr.	mill.kr.	Tons	Mill.kr.	mill.kr.	Mill.kr.	
2005	0	0	0	0	0	0	0	
2006	0	0	0	0	0	0	0	
2007	0	0	0	0	0	0	0	
2008	0	0	0	0	0	0	0	
2009	2,4	0,1	2,5	30	2,6	0,6	3,2	
2010	2,3	0,1	2,4	30	2,6	0,6	3,2	
2011	2,4	0,1	2,5	30	2,6	0,6	3,2	
2012	2,4	0,1	2,5	30	2,6	0,6	3,2	
2013	2,4	0,1	2,5	30	2,6	0,6	3,2	
2014	2,4	0,1	2,5	30	2,6	0,6	3,2	
2015	2,4	0,1	2,5	30	2,6	0,6	3,2	
2016	2,4	0,1	2,5	30	2,6	0,6	3,2	
2017	2,4	0,1	2,5	30	2,6	0,6	3,2	
2018	2,4	0,1	2,5	30	2,6	0,6	3,2	
2019	2,4	0,1	2,5	30	2,6	0,6	3,2	
2020	2,4	0,1	2,5	30	2,6	0,6	3,2	
2021	2,4	0,1	2,5	30	2,6	0,6	3,2	
2022	2,5	0,1	2,6	30	2,6	0,6	3,2	
2023	2,5	0,1	2,6	30	2,6	0,6	3,2	
2024	2,5	0,1	2,6	30	2,6	0,6	3,2	
2025	2,5	0,1	2,6	30	2,6	0,6	3,2	
2026	2,5	0,1	2,6	30	2,6	0,6	3,2	
2027	2,6	0,1	2,7	30	2,6	0,6	3,2	
2028	2,6	0,1	2,7	30	2,6	0,6	3,2	
2029	2,6	0,1	2,7	30	2,6	0,6	3,2	
2030	2,6	0,1	2,7	30	2,6	0,6	3,2	
2031	2,6	0,1	2,7	30	2,6	0,6	3,2	
2032	2,6	0,1	2,7	30	2,6	0,6	3,2	
2033	2,6	0,1	2,7	30	2,6	0,6	3,2	
2034	2,6	0,1	2,7	30	2,6	0,6	3,2	
NPV	25,1	1,1	26,2	309,0	26,3	6,4	32,8	
CBA NPV mill.kr.							6,6	
Omkostning mill.kr/år (30 år)							1,4	
Omkostning kr./kg							64	

7.5 Sammenfatning af budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger – Halm

Der er regnet på reurning på halm på et 5 MW værk.

Det samlede potentiale på landsplan er vurderet til mellem 80 MW – 160 MW. Det er valgt at regne på gennemsnittet heraf, dvs. 120 MW, svarende til 24 anlæg.

Potentialet for reduktion af NO_x emissionen ved reurning af halm er 165 tons pr. år på landsplan. Der sker også en reduktion i udledning af bl.a. SO₂, mens CO₂-udledningen stiger med 773 tons om året. Disse ændringer skyldes, at halm erstattes med naturgas.

De budgetøkonomiske omkostninger for værket består af en investering på 1 mill.kr. og meromkostninger til drift som følge af, at 13.500 GJ halm erstattes med naturgas ved reurning. Da afbrænding af halm har væsentligt lavere

afgifter end naturgas, får værket yderligere en merudgift til afgifter på 0,4 mill.kr. årligt. Der er anvendt en afgiftssats på 1,59 kr./GJ for halm og på 56 kr. pr. GJ for gas, jf. tabel 2-10. Det er kun den brændselsmængde, der medgår til varmeproduktionen, der er afgiftsbelagt. Der er anvendt en varmevirkningsgrad på 75 pct²⁵. Anlæggenes virkningsgrad forventes ikke at ændres væsentligt ved brug af reburning. Merudgiften til afgift er omvendt en provenugevinst for staten.

De samlede budgetøkonomiske omkostninger på landsplan bliver 13 mill.kr. årligt. Det svarer til 107 kr. pr. kg NO_x, jf. tabel 7-7.

Staten får et øget provenu svarende til værket's øgede afgiftsbetaling. Staten får på landsplan en provenugevinst på 8 mill.kr. årligt.

De velfærdsøkonomiske omkostninger består af summen af investering og drift fratrukket forvridningsgevinsten som følge af det øgede statslige provenu. Dette giver for det enkelte værk velfærdsøkonomiske omkostninger på 2,6 mill.kr. i nutidsværdi. Der fjernes 7 tons NO_x om året på det enkelte værk svarende til en værdi på 6 mill.kr. i nutidsværdi. Værdien af de afledte miljøeffekter er yderst beskedne, idet værdien af den øgede CO₂ udledning opvejes af værdien af den reducerede SO₂-udledning.

På landsplan er der et velfærdsøkonomisk overskud på 82 mill. kr. opgjort som nutidsværdi over 30 år. Dette svarer til 37 kr. pr. kg NO_x.

Tabel 7-7 Oversigt over budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger, reburning på Halm (2004-priser)

	Enhed	For ét anlæg	På landsplan
Miljøeffekt NO _x -reduktion i 2010	Tons/år	7	165
Budgetøkonomisk			
Erhverv			
Omkostninger pr. år 30 år	Mill.kr./år	0,6	13,2
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	107	107
Stat			
Omkostninger pr. år 30 år	Mill.kr./år	-0,3	-7,8
Velfærdsøkonomisk			
CBA nutidsværdi 30 år (overskud)	Mill.kr.	3,4	82,3
Omkostninger pr. år 30 år	Mill.kr./år	0,2	4,6
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	37	37

7.6 Sammenfatning af budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger – Træflis

Der er regnet på reburning med træflis på et 10 MW værk. Det samlede potentiale er vurderet til 100 MW - 250 MW. Der regnes på gennemsnittet heraf, dvs. ca. 175 MW svarende til 18 anlæg.

Potentialet for reduktion af NO_x emissionen ved reburning af træflis er 211 tons pr. år på landsplan. Der sker også en reduktion i udledning af bl.a. SO₂, mens CO₂-udledningen stiger med 1.547 tons årligt.

²⁵ kilde: Teknologidata for vedvarende energianlæg, del 2, Biomasseteknologier, Energistyrelsen 1996. Der er samtidig taget hensyn til den afgiftsabat, som værket får ved at producere kraftvarme i stedet for kun varme (dividere med 1,25).

De budgetøkonomiske omkostninger for værket består af en investering på 1,5 mill.kr. og meromkostninger til drift som følge af, at 27.000 GJ træflis erstattes med naturgas ved reurning. Da træflis har væsentligt lavere afgifter end naturgas, får værket yderligere en merudgift til afgifter på 0,9 mill.kr. årligt. Der er anvendt den samme varmeeffektivitetsgrad som for beregningen for halm, jf. afsnit 6.5.

De samlede budgetøkonomiske omkostninger på landsplan bliver 17 mill.kr. årligt. Det svarer til 106 kr. pr. kg NO_x, jf. tabel 7-8.

Staten får et øget provenu svarende til værkets øgede afgiftsbetaling. Staten får på landsplan en provenugevinst på 12 mill.kr. årligt.

De velfærdsøkonomiske omkostninger består af summen af investering og drift fratrukket forvridningsgevinsten som følge af det øgede statslige provenu. Dette giver for det enkelte værk velfærdsøkonomiske omkostninger på 2,1 mill.kr. i nutidsværdi.

Der fjernes 12 tons NO_x om året på det enkelte værk svarende til en værdi på 10 mill.kr. i nutidsværdi. Værdien af de afledte miljøeffekter er -2 mill.kr. dvs. en omkostning, som især skyldes den øgede CO₂-udledning ved at skifte fra træflis til naturgas.

På landsplan er der et velfærdsøkonomiske overskud på 118 mill. kr. opgjort som nutidsværdi over 30 år. Dette svarer til 31 kr. pr. kg NO_x.

Tabel 7-8 Oversigt over budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger, reurning på træflis (2004-priser)

	Enhed	For ét anlæg	På landsplan
Miljøeffekt NO _x -reduktion i 2010	Tons/år	12	211
Budgetøkonomisk			
Erhverv			
Omkostninger pr. år 30 år	Mill.kr./år	0,9	17
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	106	106
Stat			
Omkostninger pr. år 30 år	Mill.kr./år	-0,7	-12
Velfærdsøkonomisk			
CBA nutidsværdi 30 år (overskud)	Mill.kr.	7	118
Omkostninger pr. år 30 år	Mill.kr./år	0,3	4,8
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	31	31

8 Advanced reburning på kul, halm og træflis

8.1 Beskrivelse af til taget

Ved brug af advanced reburning kombineres den almindelige reburning proces med inddysning af et NO_x reduktionsmiddel, oftest enten urea eller ammoniak. Der kan så opnås i alt ca. 70 pct. NO_x reduktion. For øvrig beskrivelse henvises til kapitel 7 om reburning.

Der er regnet på advanced reburning på kul på et 25 MW værk.

Data stammer fra Dansk Gasteknisk Center.

8.2 Sammenfatning af budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger – kul

NO_x emissionen nedbringes med 70 pct. Dette svarer 41 tons NO_x årligt for et kulfyret værk. Det vurderes, at der er 50 MW på landsplan svarende til 2 anlæg á 25 MW. Potentialet for dette tiltag er dermed 82 tons NO_x årligt. Der sker også en reduktion i udledning af bl.a. CO₂ og SO₂.

De budgetøkonomiske omkostninger på landsplan er 3,2 mill.kr. årligt, svarende til 52 kr. pr. kg, jf. tabel 8-1.

Staten mister et afgiftsprovener pga. afgiftsforskellen mellem kul og naturgas. Staten taber på landsplan 0,7 mill.kr. årligt.

Advanced reburning på kul resulterer i et velfærdsøkonomisk overskud på 21 mill.kr. i nutidsværdi. Det svarer til 61 kr. pr. kg NO_x.

Tabel 8-1 Oversigt over budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger, advanced reburning på kul (2004-priser)

	Enhed	For ét anlæg	På landsplan
Miljøeffekt NO _x -reduktion i 2010	Tons/år	41	82,0
Budgetøkonomisk			
Erhverv			
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	1,6	3,2
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	52	52
Stat			
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	0,3	0,7
Velfærdsøkonomisk			
CBA nutidsværdi (30 år)	Mill.kr.	10,1	20,2
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	1,9	3,8
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	61	61

8.3 Budgetøkonomiske omkostninger

Investeringsudgiften er på 6 mill.kr., hvilket svarer til 0,58 mill.kr. pr. år (ved levetid på 15 år og 6 pct. i kalkulationsrente), jf. tabel 8-2.

Der er driftsomkostninger til naturgas, arbejds løn og kemikalier (urea). Ved advanced reburning spares der udgifter til kul. 70.000 GJ kul erstattes med gas ved reburning. Der er anvendt kulprisen og naturgasprisen fra hhv. tabel 2-6 og 2-7. Hertil kommer udgifter til vedligeholdelse på 0,2 mill.kr. pr. år.

Da afgiftssatsen på naturgas er lavere end på kul, sparer kraftvarmeværket 0,5 mill.kr. pr. år ved advanced reburning. Denne afgiftsbesparelse er omvendt et tabt provenu for staten.

I alt bliver de budgetøkonomiske omkostninger 22 mill.kr. i nutidsværdi, svarende til 52 kr. pr. kg NO_x, jf. tabel 8-2.

Tabel 8-2 Budgetøkonomiske omkostninger for kraftvarmeanlæg, advanced reburning på kul (2004-priser)

	Invest	Om-kost. Gas	Om-kost ar-bejdskr aft	Om-kost. Kemi-kalier	Drifts & Vedlh.	Sparet om-kostn. Kul	Af-giftsdif ference mel kul og gas	Om-kost I alt	NO _x
	Mill.kr.	Mill.kr.	mill.kr.	Mill.kr.	mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Tons.
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	0,58	2,5	0,03	0,09	0,20	0,9	-0,5	2,13	41
2010	0,58	2,4	0,03	0,09	0,20	0,8	-0,5	2,05	41
2011	0,58	2,4	0,03	0,09	0,20	0,8	-0,5	2,07	41
2012	0,58	2,4	0,03	0,09	0,20	0,8	-0,5	2,07	41
2013	0,58	2,5	0,03	0,09	0,20	0,8	-0,5	2,07	41
2014	0,58	2,5	0,03	0,09	0,20	0,8	-0,5	2,08	41
2015	0,58	2,5	0,03	0,09	0,20	0,8	-0,5	2,09	41
2016	0,58	2,5	0,03	0,09	0,20	0,9	-0,5	2,10	41
2017	0,58	2,5	0,03	0,09	0,20	0,9	-0,5	2,10	41
2018	0,58	2,5	0,03	0,09	0,20	0,9	-0,5	2,12	41
2019	0,58	2,5	0,03	0,09	0,20	0,9	-0,5	2,12	41
2020	0,58	2,5	0,03	0,09	0,20	0,9	-0,5	2,13	41
2021	0,58	2,5	0,03	0,09	0,20	0,9	-0,5	2,14	41
2022	0,58	2,5	0,03	0,09	0,20	0,9	-0,5	2,16	41
2023	0,58	2,6	0,03	0,09	0,20	0,9	-0,5	2,18	41
2024	0,58	2,6	0,03	0,09	0,20	0,9	-0,5	2,19	41
2025	0,58	2,6	0,03	0,09	0,20	0,9	-0,5	2,21	41
2026	0,58	2,6	0,03	0,09	0,20	0,9	-0,5	2,23	41
2027	0,58	2,6	0,03	0,09	0,20	0,9	-0,5	2,24	41
2028	0,58	2,7	0,03	0,09	0,20	0,9	-0,5	2,25	41
2029	0,58	2,7	0,03	0,09	0,20	0,9	-0,5	2,27	41
2030	0,58	2,7	0,03	0,09	0,20	0,9	-0,5	2,28	41
2031	0,58	2,7	0,03	0,09	0,20	0,9	-0,5	2,28	41
2032	0,58	2,7	0,03	0,09	0,20	0,9	-0,5	2,28	41
2033	0,58	2,7	0,03	0,09	0,20	0,9	-0,5	2,28	41
2034	0,58	2,7	0,03	0,09	0,20	0,9	-0,5	2,28	41
NPV i 2004	6,0	26	0,31	0,91	2,06	9	-5	22,03	422
Omkostning mill.kr./år (30 år)									1,6
Omkostning kr./kg NO _x									52

8.4 Velfærdsøkonomiske omkostninger

Omkostningerne til investerings- og driftsomkostningerne udgør 31 mill.kr. i nutidsværdi, jf. tabel 8-3. De er væsentligt højere end de budgetøkonomiske omkostninger til investering og drift, idet afgiftsbesparselsen ikke indgår.

Tabel 8-3 Velfærdsøkonomiske omkostninger til drift og investeringer, advanced rebur-ning på kul (2004-priser)

	Invest	Omkost. Gas	Omkost arbejds- kraft	Omkost. Kemika- lier	Drifts & Vedlh.	Sparet omkostn. Kul	Omkost I alt
	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	mill.kr.	Mill.kr.
2005	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0
2009	0,68	2,98	0,04	0,10	0,23	1,01	3,02
2010	0,68	2,88	0,04	0,10	0,23	0,98	2,93
2011	0,68	2,89	0,04	0,10	0,23	0,98	2,95
2012	0,68	2,90	0,04	0,10	0,23	0,99	2,96
2013	0,68	2,91	0,04	0,10	0,23	0,99	2,96
2014	0,68	2,92	0,04	0,10	0,23	0,99	2,97
2015	0,68	2,92	0,04	0,10	0,23	0,99	2,97
2016	0,68	2,94	0,04	0,10	0,23	1,00	2,99
2017	0,68	2,95	0,04	0,10	0,23	1,00	2,99
2018	0,68	2,97	0,04	0,10	0,23	1,00	3,01
2019	0,68	2,97	0,04	0,10	0,23	1,00	3,01
2020	0,68	2,98	0,04	0,10	0,23	1,01	3,02
2021	0,68	3,00	0,04	0,10	0,23	1,01	3,03
2022	0,68	3,02	0,04	0,10	0,23	1,01	3,05
2023	0,68	3,05	0,04	0,10	0,23	1,01	3,08
2024	0,68	3,06	0,04	0,10	0,23	1,01	3,09
2025	0,68	3,09	0,04	0,10	0,23	1,02	3,11
2026	0,68	3,11	0,04	0,10	0,23	1,02	3,13
2027	0,68	3,13	0,04	0,10	0,23	1,02	3,15
2028	0,68	3,14	0,04	0,10	0,23	1,02	3,16
2029	0,68	3,17	0,04	0,10	0,23	1,02	3,18
2030	0,68	3,18	0,04	0,10	0,23	1,02	3,20
2031	0,68	3,18	0,04	0,10	0,23	1,02	3,20
2032	0,68	3,18	0,04	0,10	0,23	1,02	3,20
2033	0,68	3,18	0,04	0,10	0,23	1,02	3,20
2034	0,68	3,18	0,04	0,10	0,23	1,02	3,20
NPV i 2004	7	30,8	0,4	1,1	2,4	10	31

Staten mister et provenu som følge af afgiftsforskellen mellem gas og kul. Det samlede provenutab er i alt 5 mill.kr i nutidsværdi. Det resulterer i velfærdsøkonomiske forvriddingsomkostninger ved advanced rebur-ning på kul på 1,1 mill.kr. i nutidsværdi, jf. tabel 8-4.

Tabel 8-4 Velfærdsøkonomiske forvridningsomkostninger, advanced reburning på kul (2004-priser)

	Provenutab	Velfærdsøk
	Difference mellem afgiften på kul og natur gas	Forvridningstab
		Provenutab*0,2*NAF
	Mill.kr.	Mill.kr.
2005	0,00	0,00
2006	0,00	0,00
2007	0,00	0,00
2008	0,00	0,00
2009	0,45	0,11
2010	0,45	0,11
2011	0,45	0,11
2012	0,45	0,11
2013	0,45	0,11
2014	0,45	0,11
2015	0,45	0,11
2016	0,45	0,11
2017	0,45	0,11
2018	0,45	0,11
2019	0,45	0,11
2020	0,45	0,11
2021	0,45	0,11
2022	0,45	0,11
2023	0,45	0,11
2024	0,45	0,11
2025	0,45	0,11
2026	0,45	0,11
2027	0,45	0,11
2028	0,45	0,11
2029	0,45	0,11
2030	0,45	0,11
2031	0,45	0,11
2032	0,45	0,11
2033	0,45	0,11
2034	0,45	0,11
NPV i 2004	4,66	1,09

Udledningen af NO_x reduceres med 41 tons årligt for et anlæg pga. advanced reburning. De afledte miljøeffekter består primært af en reduktion af udledning af CO₂ og SO₂. Værdien af NO_x-reduktionen er 36 mill.kr. i nutidsværdi og værdien af de afledte miljøeffekter er 6 mill.kr., i alt 42 mill.kr. i nutidsværdi, jf. tabel 8-5.

Tabel 8-5 Værdi miljøeffekter, advanced reburning på kul (2004-priser)

	Værdi NO _x mill.kr.	Værdi afledte mill.kr.	Miljøeffekter i alt mill.kr.
2005	0	0	0
2006	0	0	0
2007	0	0	0
2008	0	0	0
2009	3,5	0,6	4,1
2010	3,5	0,6	4,1
2011	3,5	0,6	4,1
2012	3,5	0,6	4,1
2013	3,5	0,6	4,1
2014	3,5	0,6	4,1
2015	3,5	0,6	4,1
2016	3,5	0,6	4,1
2017	3,5	0,6	4,1
2018	3,5	0,6	4,1
2019	3,5	0,6	4,1
2020	3,5	0,6	4,1
2021	3,5	0,6	4,1
2022	3,5	0,6	4,1
2023	3,5	0,6	4,1
2024	3,5	0,6	4,1
2025	3,5	0,6	4,1
2026	3,5	0,6	4,1
2027	3,5	0,6	4,1
2028	3,5	0,6	4,1
2029	3,5	0,6	4,1
2030	3,5	0,6	4,1
2031	3,5	0,6	4,1
2032	3,5	0,6	4,1
2033	3,5	0,6	4,1
2034	3,5	0,6	4,1
NPV i 2004 (30 år)	36,0	6,4	42,4

Note: De afledte miljøeffekter består af summen af værdien af CO₂, SO₂, CH₄, NMVOC og N₂O. De årlige reduktioner fra 2009 udgør 2640 tons CO₂, 3 tons SO₂, -1 tons CH₄, -0,035 tons NMVOC og -0,14 tons N₂O. Nutidsværdien udgør 3,7 mill.kr. for CO₂ og 1,7 mill.kr. for SO₂. Nutidsværdien for de øvrige emissioner er yderst beskednen.

De samlede velfærdsøkonomiske omkostninger består af investeringer og drift samt forvridningstab. De samlede velfærdsøkonomiske omkostninger bliver 32 mill.kr. i nutidsværdi, jf. tabel 8-6. Værdien af miljøeffekterne er 42 mill.kr. i nutidsværdi. Der er således et velfærdsøkonomisk overskud på 10 mill.kr. i nutidsværdi. De velfærdsøkonomiske omkostninger udgør 61 kr. pr. kg fjernet NO_x.

Tabel 8-6 velfærdsøkonomiske omkostninger i alt, advanced reburning på kul (2004-priser)

	Invest og drift	Forvridningstab	Omkostninger i alt	Miljøeffekt NO _x	Værdi NO _x	Værdi afledte miljøeffekter	Miljøeffekter i alt
2005	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0
2009	3,0	0,1	3,1	41	3,5	0,6	4,1
2010	2,9	0,1	3,0	41	3,5	0,6	4,1
2011	2,9	0,1	3,1	41	3,5	0,6	4,1
2012	3,0	0,1	3,1	41	3,5	0,6	4,1
2013	3,0	0,1	3,1	41	3,5	0,6	4,1
2014	3,0	0,1	3,1	41	3,5	0,6	4,1
2015	3,0	0,1	3,1	41	3,5	0,6	4,1
2016	3,0	0,1	3,1	41	3,5	0,6	4,1
2017	3,0	0,1	3,1	41	3,5	0,6	4,1
2018	3,0	0,1	3,1	41	3,5	0,6	4,1
2019	3,0	0,1	3,1	41	3,5	0,6	4,1
2020	3,0	0,1	3,1	41	3,5	0,6	4,1
2021	3,0	0,1	3,1	41	3,5	0,6	4,1
2022	3,1	0,1	3,2	41	3,5	0,6	4,1
2023	3,1	0,1	3,2	41	3,5	0,6	4,1
2024	3,1	0,1	3,2	41	3,5	0,6	4,1
2025	3,1	0,1	3,2	41	3,5	0,6	4,1
2026	3,1	0,1	3,2	41	3,5	0,6	4,1
2027	3,2	0,1	3,3	41	3,5	0,6	4,1
2028	3,2	0,1	3,3	41	3,5	0,6	4,1
2029	3,2	0,1	3,3	41	3,5	0,6	4,1
2030	3,2	0,1	3,3	41	3,5	0,6	4,1
2031	3,2	0,1	3,3	41	3,5	0,6	4,1
2032	3,2	0,1	3,3	41	3,5	0,6	4,1
2033	3,2	0,1	3,3	41	3,5	0,6	4,1
2034	3,2	0,1	3,3	41	3,5	0,6	4,1
NPV i 2004	31,2	1,1	32,3	422,3	36,0	6,4	42,4
CBA NPV mill.kr.							10,1
Omkostning mill.kr/år (30 år)							1,9
Omkostning kr./kg							61

8.5 Sammenfatning af budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger – Halm

Der er regnet på advanced reburning på halm på et 5 MW værk.

Det samlede potentiale på landsplan er vurderet til mellem 80 MW – 160 MW. Det er valgt at regne på gennemsnittet heraf, dvs. 120 MW, svarende til 24 anlæg.

NO_x emissionen nedbringes med 70 pct. Potentialet for reduktion af NO_x emissionen ved reburning af halm er 232 tons pr. år på landsplan. Der sker også en reduktion i udledning af bl.a. SO₂, mens CO₂-udledningen stiger med 773 tons om året.

De budgetøkonomiske omkostninger for værket består af en investering på 2 mill.kr. og meromkostninger til drift som følge af, at 13.500 GJ halm erstattes

med naturgas ved reurning. Der er også meromkostninger til arbejdskraft, vedligeholdelse og kemikalier. Da afbrænding af halm har væsentligt lavere afgifter end naturgas, får værket yderligere en merudgift til afgifter på 0,4 mill.kr. årligt.

De samlede budgetøkonomiske omkostninger på landsplan bliver 19 mill.kr. årligt. Det svarer til 109 kr. pr. kg NO_x, jf. tabel 8-7.

Staten får et øget provenu svarende til værkets øgede afgiftsbetaling. Staten får på landsplan en provenugevinst på 8 mill.kr. årligt.

De velfærdsøkonomiske omkostninger består af summen af investering og drift fratrukket forvridningsgevinsten som følge af det øgede statslige provenu. Dette giver for det enkelte værk velfærdsøkonomiske omkostninger på 6 mill.kr. i nutidsværdi. Der fjernes 10 tons NO_x om året på det enkelte værk svarende til en værdi på 8 mill.kr. i nutidsværdi. Værdien af de afledte miljøeffekter er meget beskeden, idet værdien af den øgede CO₂-udledning stort set opvejes af værdien af den reducerede SO₂-udledning.

På landsplan er der et velfærdsøkonomiske overskud på 49 mill. kr. opgjort som nutidsværdi over 30 år. Dette svarer til 65 kr. pr. kg NO_x.

Tabel 8-7 Oversigt over budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger, advanced reurning på Halm (2004-priser)

	Enhed	For ét anlæg	På landsplan
Miljøeffekt NO _x -reduktion i 2010	Tons/år	10	231,5
Budgetøkonomisk			
Erhverv			
Omkostninger pr. år 30 år	Mill.kr./år	0,8	18,9
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	109	109
Stat			
Omkostninger pr. år 30 år	Mill.kr./år	-0,3	-7,8
Velfærdsøkonomisk			
CBA nutidsværdi 30 år (overskud)	Mill.kr.	2,1	49,2
Omkostninger pr. år 30 år	Mill.kr./år	0,5	11,2
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	65	65

8.6 Sammenfatning af budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger – træflis

Der er regnet på advanced reurning med træflis på et 10 MW værk. Det samlede potentiale er vurderet til 100 MW til 250 MW. Der regnes på gennemsnittet heraf, dvs. ca. 175 MW svarende til 18 anlæg.

NO_x emissionen nedbringes med 70 pct. Potentialet for reduktion af NO_x emissionen ved reurning af træflis er 295 tons pr. år på landsplan. Der sker også en reduktion i udledning af bl.a. SO₂, mens CO₂-udledningen stiger med 1547 tons årligt.

De budgetøkonomiske omkostninger for værket består af en investering på 3 mill.kr. og meromkostninger til drift som følge af, at 27.000 GJ træflis erstattes med naturgas ved reurning. Da træflis har væsentligt lavere afgifter end naturgas, får værket yderligere en merudgift til afgifter på 0,9 mill.kr. årligt.

De samlede budgetøkonomiske omkostninger på landsplan bliver 22 mill.kr. årligt. Det svarer til 98 kr. pr. kg NO_x, jf. tabel 8-8.

Staten får et øget provenu svarende til værkets øgede afgiftsbetaling. Staten får på landsplan en provenugevinst på 12 mill.kr. årligt.

De velfærdsøkonomiske omkostninger består af summen af investering og drift fratrukket forvridningsgevinsten som følge af det øgede statslige provenu. Dette giver for det enkelte værk velfærdsøkonomiske omkostninger på 6,5 mill.kr. i nutidsværdi.

Der fjernes 16 tons NO_x om året på det enkelte værk svarende til en værdi på 14 mill.kr. i nutidsværdi. Værdien af de afledte miljøeffekter er -1,6 mill.kr., dvs. en omkostning, som især skyldes den øgede CO₂-udledning ved at skifte fra træflis til naturgas.

På landsplan er der et velfærdsøkonomiske overskud på 113 mill. kr. opgjort som nutidsværdi over 30 år. Dette svarer til 48 kr. pr. kg NO_x.

Tabel 8-8 Oversigt over budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger, advanced reurning på træflis (2004-priser)

	Enhed	For ét anlæg	På landsplan
Miljøeffekt NO _x -reduktion i 2010	Tons/år	16	294,8
Budgetøkonomisk			
Erhverv			
Omkostninger pr. år 30 år	Mill.kr./år	1,2	21,6
Omkostninger pr. kg NO _x stat	kr./kg	98	98
Omkostninger pr. år 30 år	Mill.kr./år	-0,7	-12,0
Velfærdsøkonomisk			
CBA nutidsværdi 30 år (overskud)	Mill.kr.	6,3	113,2
Omkostninger pr. år 30 år	Mill.kr./år	0,6	10,6
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	48	48

9 LavNO_x brænder i fjernvarmesektoren

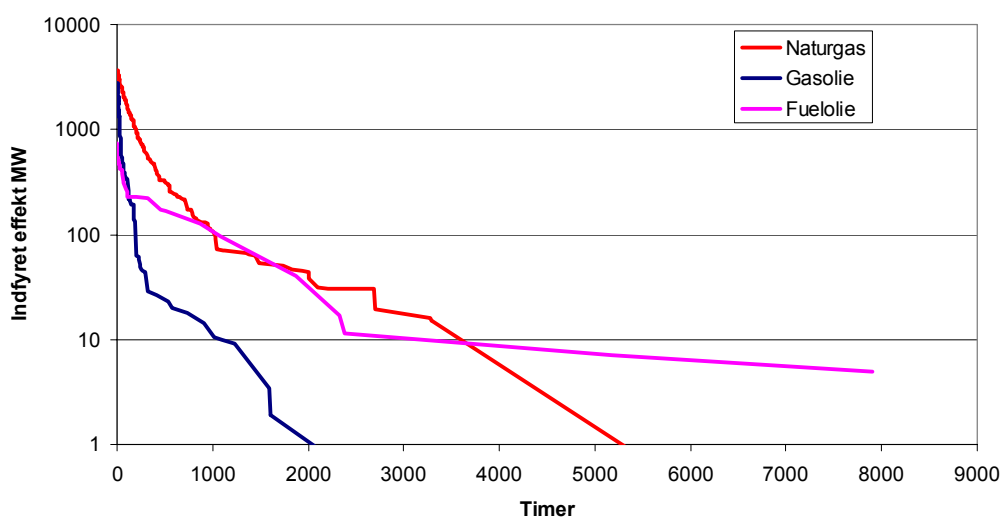
9.1 Beskrivelse af tiltaget

Kedler med fuelolie, gasolie og naturgas, der leverer til offentligt net (fjernvarme), har meget få driftstimer om året. Potentialet for NO_x-reduktion på fjernvarmeanlæg bliver derfor meget lille.

Nedenstående figur viser udnyttelsen af fjernvarmekedler (såkaldt varighedskurve). Ved 0 timer er angivet den samlede installerede effekt på anlægstypen (MW varme + MW el effekt = MW total for anlæg). For et givet timetal kan man så aflæse, hvor stor en del af den installerede effekt, der bruges i mindst dette antal timer om året.

For eksempel er der for naturgas i alt installeret ca. 3700 MW effekt naturgasbrændere på fjernvarmeværker. Af disse er kun ca. 320 MW i drift i 500 timer eller mere, kun ca. 110 MW er i drift 1000 timer eller mere.

Varighedskurve for fjernvarmekedler 2002



Kilde: Per G. Kristensen, Dansk Gasteknisk Center

Generelt gælder, at jo længere kurven ligger til højre, desto mere konstant kører anlægstypen, og desto flere driftstimer er der til at betale en investering, og desto mere NO_x kan der reduceres på anlægstypen.

Tiltaget består af udskiftning i 2009 af brænderne til lavNO_x-brænder på eksisterende fjernvarmekedler. LavNO_x-brænderen bruger naturgas. Der er regnet på kedler med kapacitet på 10 MW og 1.000 driftstimer om året.

Brænderne udskiftes altså før, de er udtjente. Der er således tale om en

fremrykning af udskiftning af brændere, og dermed om en udgift, fjernvarmeværket alligevel skulle have afholdt på et senere tidspunkt.

Det vurderes udfra kurven over varrighed, at der for naturgas på landplan er ca. 100 MW med en driftstid på mindst 1000 timer om året. Dette svarer til 10 gennemsnitskedler på 10 MW. Beregningen foretages for en enkelt kedel (10 MW) med 1.000 driftstimer om året og opskaleres til landsplan.

Udskiftning til lavNO_xbrænder på fjernvarmekedler med gas viser sig at have et yderst beskedent potentiale for NO_x reduktion (9 tons om året). Dette gælder også for de to øvrige brændsler gasolie og fulolie. Der er derfor kun foretaget en beregning for naturgas, idet potentialet for de to øvrige brændsler er ligeså beskedent.

Vi forudsætter, at 1/3 af brænderne har 10 år tilbage og 2/3 har 5 år tilbage af deres levetid, når de udskiftes i 2009.

Det forudsættes også, at brænderne i hhv. år 2019 og 2014 ville blive udskiftet til lavNO_x-brændere og ikke almindelige brændere.

Data stammer fra Per G. Kristensen, Dansk Gasteknisk Center.

9.2 Sammenfatning budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger

Den velfærdsøkonomiske omkostning udgør 60 kr. pr. kg NO_x. Men potentialet for NO_x-reduktion er relativt beskedent omkring 9 tons NO_x i 2010.

Tiltaget består i, at brænderne på eksisterende fjernvarmekedler med naturgas udskiftes i år 2009 til lavNO_x-brændere som led i opnåelsen af målsætningen vedr. NO_x-udledning i 2010. Brænderne udskiftes altså før, de er udtjente. Udskiftningen giver på landsplan en reduktion på 9 tons NO_x pr. år. Der er ikke andre miljøeffekter ved tiltaget.

De budgetøkonomiske omkostninger på landsplan bliver 0,14 mill.kr. pr. år, jf. tabel 9-1. Dette svarer til 52 kr. pr. kg NO_x.

De velfærdsøkonomiske omkostninger bliver 0,16 mill.kr. pr. år. Der opnås et velfærdsøkonomisk overskud på 0,9 mill.kr. i nutidsværdi. De velfærdsøkonomiske omkostninger opgjort pr. kg. fjernet NO_x bliver 60 kr. pr. kg.

Tabel 9-1 Oversigt over budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger. Landsplan. LavNO_x-brænder i Fjernvarmesektoren (2004-priser)

	Enhed	For ét anlæg	På landsplan
Miljøeffekt – NO _x reduktion i 2010	tons/år	1	9
Budgetøkonomisk			
Omkostninger pr. år (30 år)	mill.kr./år	0,01	0,14
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	51,52	51,52
Velfærdsøkonomisk			
CBA nutidsværdi (30 år)	mill.kr.	0,09	0,93
Omkostninger pr. år	mill.kr./år	0,02	0,16
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	60,28	60,28

Note: Der er foretaget en vægtning, således at 2/3 har 5 år tilbage af deres levetid. Mens 1/3 har 10 år tilbage.

9.3 Budgetøkonomiske omkostninger

Først opgøres omkostningerne ved at udskifte brænderne, når de har 10 år tilbage. Dernæst en tilsvarende beregning for 5 år tilbage. Endelig vægtes de to omkostninger for at få det samlede tal, idet det antages at 1/3 har 10 år tilbage og 2/3 5 år tilbage.

Omkostningen ved at fremrykke udskiftning af brændere med 10 år er forskellen mellem investeringen i 2009 og den tilsvarende investering 10 år senere (i år 2019). Tiltagets meromkostningen er derfor forskellen i nutidsværdi mellem de to investeringer. Tilsvarende er miljøeffekten ved fremrykningen forskellem mellem de to nutidsværdier for miljøeffekten.

Det koster 554.000 kr. at udskifte brænderen på en kedel med naturgas. Med en levetid på 20 år og rente på 6 pct. svarer dette til en årlig udgift på ca. 46.000 kr., jf. tabel 9-2. Udskiftningen reducerer NO_x -udledningen med 1 tons NO_x om året. Nutidsværdien af denne investering er 0,47 mill.kr. svarende til 52 kr. pr. kg fjernet NO_x . jf. tabel 9-2.

Denne udgift skulle alligevel være afholdt 10 år senere, dvs. i år 2019. Nutidsværdien af denne oprindelige investering er 0,20 mill.kr. eller 52 kr. pr. kg NO_x . Merudgiften bliver dermed forskellen mellem de to, altså en nutidsværdi på 0,27 mill.kr. På tilsvarende vis består miljøeffekten ved fremrykningen af forskellen mellem de to nutidsværdier, svarende til en nutidsværdi på 5,15 tons. Det koster dermed 0,27 mill.kr. i nutidsværdi eller 0,02 mill.kr. årligt at fremrykke udskiftningen til lav NO_x -brænder med 10 år. Dette svarer til 52 kr. pr. kg fjernet NO_x .

Det bemærkes, at det koster det samme at fjerne et kg NO_x , uanset om investeringen sker i 2009 eller i 2019 (52 kr. pr. kg). Det betyder, at skyggeprisen ikke afspejler den ekstra miljømæssige "bonus", der er ved fremrykningen, og de ekstra omkostninger, der er forbundet med at investere 10 år tidligere. Sidstnævnte fremgår dog af nutidsværdien af omkostningerne, der er forskellig alt efter, om investeringen finder sted i 2009 eller i 2019 (hhv. 0,5 mill.kr. og 0,2 mill.kr.). Omkostningen pr. kg fjernet NO_x (skyggeprisen) er således uafhængig af, hvornår investeringen foretages. Dette viser en af svaghederne ved at anvende skyggepris (analyse af omkostningseffektivitet) som prioriteringsværktøj. Det skal dog præciseres, at fremrykningen er hele forudsætningen for, at dette tiltag kan bidrage til målsætningens opfyldelse i 2010.

Hvis det i stedet forudsættes, at brænderne kun har 5 år tilbage af deres levetid (i stedet for 10 år), sænkes omkostningerne til en nutidsværdi på 0,15 mill.kr. eller 0,01 mill.kr. årligt. Det koster stadig 52 kr. pr. kg NO_x , jf. ovenfor.

Endelig er der foretaget en vægtning, hvor det er forudsat, at 1/3 af brænderne har 10 år tilbage og 2/3 5 år tilbage, jf. tabel 9-3. Det koster 0,1 mill.kr. pr. år svarende til 52 kr. pr. kg NO_x .

Tabel 9-2 Budgetøkonomiske omkostninger. For ét anlæg. LavNO_x-brænder på fjernvarmekedler med gas (2004-priser)

	Med 10 år tilbage af brænderens levetid						Med 5 år tilbage af brænderens levetid					
	Ny		Op-rinde-lig		For-skel		Ny		op-rinde-lig		For-skel	
	In-vest	NO _x	In-vest	NO _x	Omk i alt	NO _x	In-vest	NO _x	In-vest	NO _x	Omk i alt	NO _x
	Mill. kr.	tons	Mill. kr.	Tons	Mill. kr.	Tons	Mill. kr.	Tons	Mill. kr.	Tons	Mill. kr.	Tons
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0	0	0,05	1
2010	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0	0	0,05	1
2011	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0	0	0,05	1
2012	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0	0	0,05	1
2013	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0	0	0,05	1
2014	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0	0
2015	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0	0
2016	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0	0
2017	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0	0
2018	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0	0
2019	0,05	1	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0	0
2020	0,05	1	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0	0
2021	0,05	1	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0	0
2022	0,05	1	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0	0
2023	0,05	1	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0	0
2024	0,05	1	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0	0
2025	0,05	1	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0	0
2026	0,05	1	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0	0
2027	0,05	1	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0	0
2028	0,05	1	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0	0
2029	0,05	1	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0	0
2030	0,05	1	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0	0
2031	0,05	1	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0	0
2032	0,05	1	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0	0
2033	0,05	1	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0	0
2034	0,05	1	0,05	1	0	0	0,05	1	0,05	1	0	0
NPV	0,47	9,10	0,20	3,95	0,27	5,15	0,47	9,10	0,32	6,15	0,15	2,95
Omk/år mill.kr		0,03		0,01		0,02		0,03		0,02		0,01
Omk/kg kr./kg		51,52		51,52		51,52		51,52		51,52		51,52

Tabel 9-3 Budgetøkonomiske omkostninger vægtet. For ét anlæg. LavNO_x-brænder på fjernvarmekedler (2004-priser)

	Enhed	10 år tilbage	5 år tilbage	Vægtet
Miljøeffekt – NO _x reduktion i 2010	Tons/år	1	1	2/3 5 år og 1/3 10 år
Omkostninger pr. år (30 år)	mill.kr./år	0,02	0,01	0,01
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	51,52	51,52	51,52

9.4 Velfærdsøkonomiske omkostninger

De velfærdsøkonomiske omkostninger er forhøjet med nettoafgiftsfaktoren (NAF) på 1,17, jf. afsnit 2.6. Investeringen for fjernvarmekedler med naturgas stiger dermed til 650.000 kr. svarende til 53.000 kr. årligt, jf. tabel 9-4.

Beregningen af meromkostningerne ved fremrykningen følger samme metode som for de budgetøkonomiske omkostninger i afsnit 8.3. Nutidsværdien af meromkostningerne ved at fremrykke 10 år bliver 0,31 mill.kr. Nutidsværdien af miljøgevinsten udgør 0,44 mill.kr. Denne består alene af værdien af NO_x-reduktionen, idet der ikke er nogle afledte miljøeffekter. Der er anvendt en pris på 85 kr. pr. kg NO_x, jf. tabel 2-2. Der er således et velfærdsøkonomisk overskud på 0,1 mill.kr. i nutidsværdi. Det svarer til en omkostning på 60 kr. pr. kg NO_x. Der er udført en tilsvarende beregning for 5 år tilbage, jf. tabel 9-4.

Tabel 9-4 Velfærdsøkonomiske omkostninger. For ét anlæg. LavNO_x-brænder på fjernvarmekedel med gas (2004-priser)

År	Med 10 år tilbage af brænderens levetid					Med 5 år tilbage af brænderens levetid				
	Ny	Op-rinde-lig	For-skel	NO _x	Værdi NO _x	Ny	Op-rinde-lig	For-skel	NO _x	Værdi NO _x
	Invest	Invest	Invest			Invest	Invest	Invest		
	Mill.kr	Mill.kr	Mill.k r.	Tons	Mill.kr	mill.kr	Mill.kr	mill.kr	Tons	Mill.kr
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	0,05	0	0,05	1	0,08	0,05	0	0,05	1	0,08
2010	0,05	0	0,05	1	0,08	0,05	0	0,05	1	0,08
2011	0,05	0	0,05	1	0,08	0,05	0	0,05	1	0,08
2012	0,05	0	0,05	1	0,08	0,05	0	0,05	1	0,08
2013	0,05	0	0,05	1	0,08	0,05	0	0,05	1	0,08
2014	0,05	0	0,05	1	0,08	0,05	0,05	0	0	0
2015	0,05	0	0,05	1	0,08	0,05	0,05	0	0	0
2016	0,05	0	0,05	1	0,08	0,05	0,05	0	0	0
2017	0,05	0	0,05	1	0,08	0,05	0,05	0	0	0
2018	0,05	0	0,05	1	0,08	0,05	0,05	0	0	0
2019	0,05	0,05	0	0	0	0,05	0,05	0	0	0
2020	0,05	0,05	0	0	0	0,05	0,05	0	0	0
2021	0,05	0,05	0	0	0	0,05	0,05	0	0	0
2022	0,05	0,05	0	0	0	0,05	0,05	0	0	0
2023	0,05	0,05	0	0	0	0,05	0,05	0	0	0
2024	0,05	0,05	0	0	0	0,05	0,05	0	0	0
2025	0,05	0,05	0	0	0	0,05	0,05	0	0	0
2026	0,05	0,05	0	0	0	0,05	0,05	0	0	0
2027	0,05	0,05	0	0	0	0,05	0,05	0	0	0
2028	0,05	0,05	0	0	0	0,05	0,05	0	0	0
2029	0,05	0,05	0	0	0	0,05	0,05	0	0	0
2030	0,05	0,05	0	0	0	0,05	0,05	0	0	0
2031	0,05	0,05	0	0	0	0,05	0,05	0	0	0
2032	0,05	0,05	0	0	0	0,05	0,05	0	0	0
2033	0,05	0,05	0	0	0	0,05	0,05	0	0	0
2034	0,05	0,05	0	0	0	0,05	0,05	0	0	0
NPV	0,55	0,24	0,31	5,15	0,44	0,55	0,37	0,18	2,95	0,25
CBA NPV						0,1				
Mill kr pr. år						0,023				
Kr pr. kg NO _x						60,28				

Den vægtede meromkostning for udskiftning af brænderen på fjernvarmekedler med naturgas bliver 0,02 mill.kr. årligt, jf. tabel 9-5. Omkostningerne pr. kg fjernet NO_x er 60 kr. pr. kg.

Tabel 9-5 Velfærdsøkonomiske omkostninger vægtet. For ét anlæg. LavNO_x-brænder på fjernvarmekedler med naturgas (2004-priser)

		10 år tilbage	5 år tilbage	Vægtet
	Enhed			2/3 5 år og 1/3 10 år
Miljøeffekt – reduktion af NO _x i 2010	Tons/år	1	1	1
CBA nutidsværdi	Mill.kr.	0,13	0,07	0,09
Omkostninger pr. år (30 år)	mill.kr./år	0,02	0,01	0,02
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	60,28	60,28	60,28

10 Havvindmøller

10.1 Beskrivelse af tiltaget

Tiltaget omfatter etablering af en ekstra havvindmøllepark i det vestlige Danmark med en kapacitet på 162 MW (54 møller à 3 MW) i perioden 2007-2008. Den årlige elproduktion er 656 GWh.

Data stammer fra Energistyrelsen.

10.2 Sammenfatning

Havvindmøllepark er et af de dyreste tiltag pr. kg fjernet NO_x og har tilmed et relativt beskedent potentiale for NO_x -reduktion i 2010. Det lave potentiale hænger sammen med, at en del af miljøgevinsten finder sted i udlandet og dermed ikke tæller med til den danske opfyldelse af NO_x -målsætningen.

Etablering af en havvindmøllepark på 162 MW og med en produktion på 656 GWh fjerner 195 tons NO_x i 2010, jf. tabel 10-1. Den mindre NO_x udledning stammer fra dansk kondens-elproduktion og import af el over Nord Pool, som havvindmølleparken antages at erstatte.

Tabel 10-1 Oversigt over budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger. Havvindmøller (2004-priser)

	Enhed	På landsplan (én havvindmøllepark)
Miljøeffekt – NO_x reduktion i 2010	tons/år	195
Budgetøkonomisk		
Erhverv		
Omkostninger pr. år (30 år)	mill.kr./år	-37
Omkostninger pr. kg NO_x	kr./kg	-218
Staten		
Omkostninger pr. år (30 år)	mill.kr./år	1
Velfærdsøkonomisk		
CBA nutidsværdi (30 år) (overskud)	mill.kr.	-214
Omkostninger pr. år (30 år)	mill.kr./år	36
Omkostninger pr. kg NO_x	kr./kg	208

Vindmølleparken får nettoindtægter på 37 mill.kr. årligt. Dette svarer til en omkostning på -218 kr. pr. kg NO_x . Grunden til, at der er negative omkostninger (dvs. nettoindtægter) for havvindmølleparken, er indtægterne fra havvindmøllens elproduktion samt tilskud fra staten. Disse indtægter overstiger omkostningerne til at drive og etablere havvindmølleparken.

Staten har omkostninger på 0,8 mill.kr. pr. år. De består af mistet provenu fra svovlafgift.

De velfærdsøkonomiske omkostninger er 208 kr. pr. kg NO_x . Dette svarer til 36 mill.kr. årligt. Heri er medtaget de sparede omkostninger fra den fortrængte kondens-elproduktion/sparede elimport og de sparede skadesomkostninger ved de reducerede udslip af de øvrige emissioner (CO_2 , SO_2 , CH_4 og N_2O).

Havvindmølleparken giver et velfærdsøkonomisk underskud (gevinster minus omkostninger) på 214 mill.kr. i nutidsværdi.

Det skal bemærkes, at der kun er regnet på én havvindmøllepark. Dette svarer naturligvis ikke til landspotentialer, idet man kan vælge at opføre flere tilsvarende havvindmølleparker. Men det er valgt at lade tiltaget omfatte en enkelt havvindmøllepark.

10.3 Budgetøkonomiske omkostninger

Opførelsen af havvindmølleparken koster 1,76 mia. kr. (2004-priser). Investeringen fordeles over 2 år med 30 pct. i 2007 og 70 pct. i 2008. De årlige omkostninger fremgår af tabel 10-2. Der er anvendt en levetid på 20 år samt en kalkulationsrente på 6 pct. Drift og vedligehold skønnes at koste 58 mill.kr. årligt fra 2009, og omkostninger til udbalancering²⁶ er 8 mill.kr. pr. år. De totale investerings- og driftsomkostninger udgør 2,3 mia.kr. i nutidsværdi.

²⁶ Udgifter til udligning af forskel mellem faktisk og forventede producerede mængde el for døgnet.

Tabel 10-2 Budgetøkonomiske omkostninger for havvindmøllen, Havvindmøller (2004-priser)

	Investering	Drift og Vedligehold	Balancekraft mv.	Omkostninger alt	Indtægt elsalg	Eltilskud	Indtægter i alt	Saldo (netto-indtægt)
	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.
2005	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	43	0	0	43	0	0	0	-43
2008	145	0	0	145	0	0	0	-145
2009	145	58	8	211	191	66	257	46
2010	145	58	8	211	168	66	234	23
2011	145	58	8	211	172	67	238	28
2012	145	58	8	211	176	67	243	32
2013	145	58	8	211	182	67	249	39
2014	145	58	8	211	183	67	249	39
2015	145	58	8	211	197	67	264	54
2016	145	58	8	211	240	67	306	96
2017	145	58	8	211	224	67	291	80
2018	145	58	8	211	225	67	292	81
2019	145	58	8	211	243	67	310	100
2020	145	58	8	211	228	67	295	84
2021	145	58	8	211	228	67	295	84
2022	145	58	8	211	227	67	294	84
2023	145	58	8	211	206	67	273	62
2024	145	58	8	211	227	67	294	83
2025	145	58	8	211	209	67	275	65
2026	145	58	8	211	230	67	297	87
2027	145	58	8	211	230	67	296	86
2028	145	58	8	211	227	67	293	83
2029	145	58	8	211	230	67	297	86
2030	145	58	8	211	240	67	306	96
2031	145	58	8	211	240	67	306	96
2032	145	58	8	211	240	67	306	96
2033	145	58	8	211	240	67	306	96
2034	145	58	8	211	240	67	306	96
NPV	1640	594	86	2320	2148	686	2834	514
Saldo mill.kr./år (30 år)				168,5			206	37
kr./kg				985			1204	218

Note: Ved beregningen af kr./kg er anvendt reduktion af NO_x emission alene i Danmark (og ikke udland), som er vist i tabel 10-8.

Havvindmøllen har indtægter fra elsalg på 2,1 mia. kr. i nutidsværdi. Produktionen udgør 656 GWh og som elpris er brugt prisen på Nord Pool markedet²⁷. Derudover modtager havvindmøllen et elproduktionstilskud fra staten på 10 øre pr. kWh²⁸. Dette giver indtægter på 686 mill.kr. i nutidsværdi og samlede indtægter på 2,8 mia.kr. i nutidsværdi. Havvindmøllen får en netto-indtægt (saldo) på 514 mill.kr. i nutidsværdi. Det svarer til omkostninger på – 218 kr. pr. kg NO_x.

²⁷ Jf. tabel 6 i Energistyrelsens notat "Appendiks: Beregningsforudsætninger for samfundsøkonomiske beregninger på energiområdet, 8. oktober 2004, Høringsudkast" og personlig meddelelse 13. januar 2005 Marianne Nielsen, Energistyrelsen.

²⁸ Tilskuddet er 10 øre pr. kWh nominelt til og med 2010 og derefter 10 øre pr. kWh i faste priser. Tilskuddet er fra 2010 fremskrevet med stigningen i forbrugerpriserne, der er antaget at stige med 1,7 pct. årligt fra 2010, jf. Finansministeriets Finansredøgørelse 2004.

Tabel 10-3 Budgetøkonomiske opgørelse, Havvindmøller (2004-priser)

	Erhverv			Offentlig Sektor	Husholdninger		
	Omkostninger	Indtægter	Nettoomkostninger	Omkostninger	Indtægter	Nettoomkostninger	
	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.
2005	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0
2007	43	0	43	0	0	0	0
2008	145	0	145	0	0	0	0
2009	211	257	-46	1	85	0	85
2010	211	234	-23	1	85	0	85
2011	211	238	-28	1	87	0	87
2012	211	243	-32	1	87	0	87
2013	211	249	-39	1	87	0	87
2014	211	249	-39	1	87	0	87
2015	211	264	-54	1	87	0	87
2016	211	306	-96	2	87	0	87
2017	211	291	-80	2	87	0	87
2018	211	292	-81	2	87	0	87
2019	211	310	-100	2	87	0	87
2020	211	295	-84	1	87	0	87
2021	211	295	-84	1	87	0	87
2022	211	294	-84	1	87	0	87
2023	211	273	-62	1	87	0	87
2024	211	294	-83	1	87	0	87
2025	211	275	-65	1	87	0	87
2026	211	297	-87	1	87	0	87
2027	211	296	-86	1	87	0	87
2028	211	293	-83	1	87	0	87
2029	211	297	-86	1	87	0	87
2030	211	306	-96	1	87	0	87
2031	211	306	-96	1	87	0	87
2032	211	306	-96	1	87	0	87
2033	211	306	-96	1	87	0	87
2034	211	306	-96	1	87	0	87
NPV	2320	2834	-514	11	890	0	890

Den budgetøkonomiske opgørelse i tabel 10-3 viser påvirkningen af erhverv (i dette tilfælde havvindmølleparken), den offentlige sektor (i dette tilfælde staten) samt husholdningerne (dvs. elforbrugerne). Havvindmøllen har en nettoindtægt på 514 mill.kr. i nutidsværdi. Staten har et tabt provenu fra svovlafgiften på 11 mill.kr. i nutidsværdi. Det tabte provenu fra svovlafgiften stammer fra den mindre svovludledning i Danmark som følge af, at havvindmøllen fortrænger dansk kondenselproduktion. Hvorledes dette er beregnet forklares i afsnit 10.4. Forbrugerne finansierer i sidste ende over elprisen udgifterne til elproduktionstilskud, netforstærkning og balancekraft m.m., i alt udgifter på 890 mill.kr. i nutidsværdi.

10.4 Velfærdsøkonomiske omkostninger

De velfærdsøkonomiske omkostninger til investering og drift består af omkostningerne til opførelse og drift (dvs. havvindmøllens budgetøkonomiske omkostninger) plus omkostningerne til netforstærkning. Disse omkostninger er alle forhøjet med nettoafgiftsfaktoren på 1,17. De velfærdsøkonomiske om-

kostninger til investering og drift udgør dermed 2,9 mia.kr. i nutidsværdi, jf. tabel 10-4.

Tabel 10-4 Velfærdsøkonomiske omkostninger (investering og drift), Havvindmøller, mill.kr. i 2004-priser

	Investering	Drift	Omkostning i alt
2005	0	0	0
2006	0	0	0
2007	64	0	64
2008	183	0	183
2009	183	77	260
2010	183	77	260
2011	183	77	260
2012	183	77	260
2013	183	77	260
2014	183	77	260
2015	183	77	260
2016	183	77	260
2017	183	77	260
2018	183	77	260
2019	183	77	260
2020	183	77	260
2021	183	77	260
2022	183	77	260
2023	183	77	260
2024	183	77	260
2025	183	77	260
2026	183	77	260
2027	183	77	260
2028	183	77	260
2029	183	77	260
2030	183	77	260
2031	183	77	260
2032	183	77	260
2033	183	77	260
2034	183	77	260
NPV	2079	795	2874

Havvindmøllen fortrænger anden elproduktion. Der spares en elproduktion på 656 GWh. Den fortrængte elproduktion antages at spare samfundet for omkostninger svarende til værdien af produktionen til elmarkedsprisen²⁹. Elprisen for den fortrængte el er oplyst af Energistyrelsen. Prisen indeholder antagelserne om, hvilken type elproduktion (dansk eller udenlandsk) der fortrænges³⁰. Der er fremskrevet til 2004-prisniveau, og elprisen forhøjet med nettoafgiftsfaktoren på 1,17. Den fortrængte elproduktion sparer samfundet for omkostninger på 2,5 mia kr. i nutidsværdi, jf. tabel 10-5.

²⁹ Jf. afsnit 4.6 i Energistyrelsens Vejledning i samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, april 2005.

³⁰ Jf. tabel 6 i Energistyrelsens notat "Appendiks: Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, april 2005 og personlig meddelelse 13. januar 2005 Marianne Nielsen, Energistyrelsen.

Tabel 10-5 Velfærdsøkonomisk værdi af sparet elproduktion, Havvindmøller, 2004-priser

	Sparet elproduktion	Elomkostning	Sparet elproduktion
	MWh	Kr./MWh	Mill.kr.
2005	0	293	0
2006	0	354	0
2007	0	346	0
2008	0	349	0
2009	656100	341	224
2010	656100	300	197
2011	656100	306	201
2012	656100	314	206
2013	656100	325	213
2014	656100	326	214
2015	656100	352	231
2016	656100	427	280
2017	656100	399	262
2018	656100	401	263
2019	656100	434	285
2020	656100	407	267
2021	656100	407	267
2022	656100	405	266
2023	656100	367	241
2024	656100	405	266
2025	656100	372	244
2026	656100	411	270
2027	656100	409	269
2028	656100	404	265
2029	656100	410	269
2030	656100	427	280
2031	656100	427	280
2032	656100	427	280
2033	656100	427	280
2034	656100	427	280
NPV			2514

Der er ingen NO_x-emissioner ved havvindmølleparken i sig selv. Miljøeffekterne stammer fra den fortrængte danske kondens-elproduktion og den fortrængte elimport³¹, som havvindmølleparken antages at erstatte.

Der spares en elproduktion på 656 GWh. Emissionerne herved er beregnet ud fra emissionskoefficienterne for el oplyst af Energistyrelsen, og som er vist i tabel 2-9³². Emissionskoefficienterne er baseret på den forudsætning, at frem til 2015 slår ændringer i elproduktionen ud med lige dele dansk kondens-elproduktion og udenlandsk elproduktion (50 pct. til hver), og fra 2016 vil det være 100 pct. dansk kondens-elproduktion, der ændrer sig. Havvindmølleparken fortrænger således dels dansk kondens-elproduktion og dels elimport (fordelt ligeligt) frem til 2015, og fra 2016 fortrænges alene dansk kondens-elproduktion. Ved opgørelsen af værdien af de sparede miljøeffekter medtages både effekterne i Danmark og i udlandet, altså værdien af den samlede miljøpåvirkning af den fortrængte el ved opførelsen af havvindmøllepark.

³¹ Kondens-elproduktion er den elproduktion, der ikke sker i samproduktion med varme.

³² Jf. tabel 8 i Energistyrelsens notat " Appendiks: Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, april 2005 og personlig meddelelse 13. januar 2005 Marianne Nielsen, Energistyrelsen.

Den sparede NO_x udledning (både effekten i Danmark og i udlandet) udgør 389 tons i 2010. De øvrige miljøeffekter (SO₂, CH₄ og N₂O) fremgår af tabel 10-6.

Værdien af miljøeffekterne er fundet ved hjælp af de respektive priser i tabel 2-3 og tabel 2-4. Værdien bliver en nutidsværdi på 361 mill.kr., hvoraf NO_x udgør 76 pct., jf. tabel 10-6. Værdien af CO₂ fra den sparede elproduktion skal ikke indregnes³³. Det skyldes, at der altid regnes med et tillæg til elprisen grundet CO₂-kvoter. CO₂-omkostningerne er således allerede inkluderet i elprisen og dermed i de sparede elproduktionsomkostninger i tabel 10-5.

Tabel 10-6 Værdi af miljøeffekter, havvindmøller, 2004-priser

	NO _x (både DK og udland)		SO ₂		CH ₄		N ₂ O		I alt
	Tons	Mill.kr.	Tons	Mill.kr.	Tons	Mill.kr.	Tons	Mill.kr.	Mill.kr.
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	395	34	161	9	10	0,04	16	0,9	43
2010	389	33	151	8	10	0,04	16	0,9	42
2011	387	33	133	7	9	0,04	17	0,9	41
2012	398	34	148	8	10	0,04	17	0,9	43
2013	405	35	175	9	10	0,04	16	0,9	45
2014	402	34	165	9	10	0,04	16	0,9	44
2015	428	37	213	11	11	0,04	16	0,9	49
2016	359	31	222	12	13	0,05	14	0,8	43
2017	381	33	211	11	12	0,04	15	0,8	45
2018	383	33	222	12	12	0,05	15	0,8	45
2019	280	24	163	9	16	0,06	11	0,6	33
2020	255	22	135	7	17	0,06	10	0,6	30
2021	249	21	137	7	17	0,07	10	0,5	29
2022	243	21	133	7	17	0,07	10	0,5	28
2023	226	19	93	5	17	0,07	10	0,5	25
2024	211	18	93	5	18	0,07	9	0,5	24
2025	195	17	68	4	18	0,07	9	0,5	21
2026	171	15	59	3	19	0,07	8	0,4	18
2027	173	15	60	3	19	0,07	8	0,4	18
2028	171	15	59	3	19	0,07	8	0,4	18
2029	176	15	62	3	19	0,07	8	0,4	19
2030	180	15	66	4	19	0,07	8	0,4	19
2031	180	15	66	4	19	0,07	8	0,4	19
2032	180	15	66	4	19	0,07	8	0,4	19
2033	180	15	66	4	19	0,07	8	0,4	19
2034	180	15	66	4	19	0,07	8	0,4	19
NPV	3238	276	1447	78	142	1	133	7	361

Den fortrængte danske kondens-elproduktion bevirker tabte afgiftsindtægter for statskassen. Det skyldes, at SO₂-emissionen reduceres, og da denne er belagt med afgift, mister staten et provenu. Der er samfundsmæssige omkostninger herved i form af forvriddningstab på 20 pct. af det mistede provenu, jf. afsnit 2.7. Det afspejler, at en anden generel skat med tilknyttet forvrid-

³³ jf. afsnit 5 og noten til tabel 8 i Energistyrelsens notat ” Appendiks: Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, april 2005.

ningstab skal hæves for at dække provenutabet. Det tabte provenu kan findes som afgiftssatsen på 10 kr./kg SO₂ multipliceret med nedgangen i SO₂ udledningen. Det mistede provenu bliver 11 mill.kr. i nutidsværdi.

Udgifterne til elproduktionstilskud, netforstærkning og balancekraft m.m. finansieres i princippet af forbrugerne over elprisen. Da forbrugerne ved lov er pålagt at betale disse omkostninger, kommer de til at virke på samme måde som en skat. Derfor vil der være et skatteforvridningstab på 20 pct. af omkostningerne.

De samlede omkostninger, der medfører et skatteforvridningstab, udgør 920 mill.kr. i nutidsværdi. Det velfærdsøkonomiske forvridningstab udgør 20 pct. heraf forhøjet med nettoafgiftsfaktoren på 1,17, dvs. 215 mill.kr. i nutidsværdi, jf. tabel 10-7.

Tabel 10-7 Øvrige velfærdsøkonomiske omkostninger (forvridningstab), Havvindmøller, 2004-priser

	Provenu- tab	Elproduk- tionstil- skud	Net- forstærk- ning	Balance kraft mv.	Omkost- ninger i alt	Forvrid- ningstab
	mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.
2005	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	12	0	11	3
2008	0	0	12	0	11	3
2009	1	66	12	8	86	20
2010	1	66	12	8	86	20
2011	1	67	12	8	87	20
2012	1	67	12	8	87	20
2013	1	67	12	8	87	20
2014	1	67	12	8	87	20
2015	1	67	12	8	88	21
2016	2	67	12	8	89	21
2017	2	67	12	8	89	21
2018	2	67	12	8	89	21
2019	2	67	12	8	88	21
2020	1	67	12	8	88	21
2021	1	67	12	8	88	21
2022	1	67	12	8	88	21
2023	1	67	12	8	87	20
2024	1	67	12	8	87	20
2025	1	67	12	8	87	20
2026	1	67	12	8	87	20
2027	1	67	12	8	87	20
2028	1	67	12	8	87	20
2029	1	67	12	8	87	20
2030	1	67	12	8	87	20
2031	1	67	12	8	87	20
2032	1	67	12	8	87	20
2033	1	67	12	8	87	20
2034	1	67	12	8	87	20
NPV i 2004	11	686	137	86	920	215

De samlede velfærdsøkonomiske omkostninger består af investering og drift af selve havvindmølleparken fratrukket de sparede omkostninger til den fortrængte elproduktion. Hertil skal lægges forvridningstab fra opkrævningen af skatter til dækning af statens omkostninger (finansieringsbehov). De velfærdsøkonomiske omkostninger bliver i alt 576 mill.kr. i nutidsværdi, jf. tabel 10-8.

Tabel 10-8 Velfærdsøkonomiske omkostninger i alt, Havvindmøller, 2004-priser

	Invest og Drift Havvindmøller	Sparet Omkostninger Elproduktion	Forvridningstab	Omkostninger i alt	Miljøeffekt NO _x i DK	Værdi miljøeffekt NO _x i DK og udland	Værdi afledte miljøeffekter	Værdi miljøeffekter i alt	
	Mill.kr.	Mill.kr.	mill.kr.	Mill.kr.	Tons	mill.kr.	mill.kr.	Mill.kr.	
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	
2007	64	0	3	67	0	0	0	0	
2008	183	0	3	185	0	0	0	0	
2009	260	224	20	56	197	34	10	43	
2010	260	197	20	83	195	33	9	42	
2011	260	201	20	79	194	33	8	41	
2012	260	206	20	74	199	34	9	43	
2013	260	213	20	67	202	35	10	45	
2014	260	214	20	67	201	34	10	44	
2015	260	231	21	49	214	36	12	49	
2016	260	280	21	0	359	31	13	43	
2017	260	262	21	19	381	32	12	45	
2018	260	263	21	18	383	33	13	45	
2019	260	285	21	-4	280	24	9	33	
2020	260	267	21	13	255	22	8	30	
2021	260	267	21	13	249	21	8	29	
2022	260	266	21	14	243	21	8	28	
2023	260	241	20	39	226	19	6	25	
2024	260	266	20	14	211	18	6	24	
2025	260	244	20	36	195	17	4	21	
2026	260	270	20	11	171	15	4	18	
2027	260	269	20	12	173	15	4	18	
2028	260	265	20	15	171	15	4	18	
2029	260	269	20	11	176	15	4	19	
2030	260	280	20	0	180	15	4	19	
2031	260	280	20	0	180	15	4	19	
2032	260	280	20	0	180	15	4	19	
2033	260	280	20	0	180	15	4	19	
2034	260	280	20	0	180	15	4	19	
NPV	2874	2514	215	576	2355	276	85	361	
CBA NPV mill.kr.									-214
Omkostning mill.kr./år									35,6
Omkostning kr./kg									208

Værdien af miljøeffekterne (som er de sparede emissioner fra den fortrængte elproduktion i både ind- og udland) udgør 361 mill.kr. Opførelse af havvindmøller giver således et velfærdsøkonomisk underskud på 214 mill.kr. i nutidsværdi. Det bemærkes, at CO₂-emissionen er indeholdt i de sparede elproduktionsomkostninger og ikke i værdien af miljøeffekterne pga. CO₂-kvotesystemets virkning.

De velfærdsøkonomiske omkostninger pr. kg. NO_x udregnes som nutidsværdien af omkostningerne inkl. værdi af afledte miljøeffekter (SO₂, CH₄ og N₂O) divideret med nutidsværdien af mængden af fjernet NO_x. Det vil sige 576 mill.kr. fratrukket 85 mill.kr. og divideret med 2355 tons, hvilket giver 208 kr. pr. kg. Dette svarer til årlige omkostninger på 36 mill.kr.

Det bemærkes, at ved opgørelse af bidrag til opfyldelse af den danske NO_x-målsætning i 2010 og beregningen af skyggeprisen (omkostning pr. kg NO_x)

er det alene NO_x -effekten i Danmark, der er relevant og ikke den samlede NO_x -effekt. Indtil 2015 finder kun halvdelen af emissionerne (både NO_x og øvrige emissioner) fra den fortrængte/kompenserende elproduktion sted i Danmark.

Ved værdisætning af miljøeffekterne ved havvindmøllepark er det derimod hele miljøeffekten (både effekter i udland og i Danmark), der medtages. Det er begrundet i, at elmarkedet nu fungerer som et fuldt sammenhængende internationalt marked, og at priserne på miljøeffekterne også inkluderer skaderne i udlandet.

11 Udskiftning til LavNO_x brændere på bestående kedler i industrien

11.1 Beskrivelse af tiltaget

Tiltaget består i, brænderne på eksisterende kedler i industrien udskiftes i år 2009, som led i opnåelsen af målsætningen vedr. NO_x-udledning i 2010. Brænderne udskiftes altså før, de er udtjente. Der er således tale om en fremrykning af udskiftning af brændere, og dermed om en udgift, industrien alligevel skulle have afholdt på et senere tidspunkt.

Der er på landsplan 399 kedelanlæg med naturgas og 273 kedler med gasolie. Anlægskapaciteten er 5610 MW for naturgas og 2710 MW for gasolie. Udnyttelsesgraden vurderes fra forskellig kilde³⁴ at ligge i intervallet 25 pct. til 75 pct.³⁵. I denne analyse er det valgt at benytte gennemsnittet på 50 pct. som udnyttelsesgrad for kedler i industrien. Det skønnes, at der på halvdelen af antal anlæg kan installeres lavNO_x brændere.

Udskiftning til lavNO_x-brændere skønnes at kunne reducere NO_x-udledningen med ca. 60 pct. for både naturgas og gasolie. Miljøeffekten (reduktionen af NO_x-udledning) skønnes til 15 mg/MJ for naturgas og 32,5 mg/MJ for gasolie. Dette svarer til en reduktion på 665 tons NO_x pr. år for naturgas og 704 tons NO_x pr. år for gasolie.

Vi forudsætter, at 1/3 af brænderne har 10 år tilbage og 2/3 har 5 år tilbage af deres levetid, når de udskiftes i 2009.

Det forudsættes også, at brænderne i hhv. år 2019 og 2014 ville blive udskiftet til lavNO_x-brændere og ikke almindelige brændere.

Der laves særskilt beregning for naturgas og for gasolie. Beregningen foretages på landsplan og ikke for en enkelt kedel.

Data stammer fra FORCE Technology.

11.2 Sammenfatning af budget- og vel færdsøkonomiske omkostninger

Dette tiltag hører blandt de billigste blandt de analyserede. Skyggepris på 8-10 kr. pr. kg NO_x. Potentialet er omkring 1400 tons NO_x i 2010 for naturgas og gasolie tilsammen.

Brænderne på eksisterende kedler i industrien udskiftes i år 2009 til lavNO_x-brændere, som led i opnåelsen af målsætningen vedr. NO_x-udledning i 2010.

³⁴ 75 pct. (Force Technology), knap 50 pct. (Energiproducenttællingen fra Energistyrelsen) og ca. 25 pct. (DONG).

³⁵ Omregning MW til MJ: Der går 3600 sekunder på en time, og der går 8784 timer på et år (366 dage * 24 timer).

Brænderne udskiftes altså før, de er udtjente. Det vurderes, at halvdelen af brænderne udskiftes.

Udskiftningen giver på landsplan en reduktion på 665 tons NO_x pr. år for kedler med naturgas og 704 tons NO_x pr. år for gasolie, jf. tabel 11-1.

De budgetøkonomiske omkostninger på landsplan bliver 1,5 mill.kr. pr. år for naturgas og 1,4 mill.kr. pr. år for gasolie. Dette svarer til 7 kr. pr. kg NO_x.

De velfærdsøkonomiske omkostninger bliver 1,8 mill.kr. pr. år og 1,6 mill.kr. pr. år for hhv. naturgas og gasolie. Der opnås i begge tilfælde et velfærdsøkonomisk overskud på hhv. 186 mill.kr. og 228 mill.kr. i nutidsværdi. De velfærdsøkonomiske omkostninger opgjort pr. kg. fjernet NO_x bliver 10 kr. pr. kg og 8 kr. pr. kg for hhv. naturgas og gasolie.

Tabel 11-1 oversigt over budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger. Landsplan. LavNO_x-brænder på kedler i industri (2004-priser)

	Enhed	Naturgas	Gasolie
Miljøeffekt – NO _x reduktion i 2010	Tons/år	665	704
Budgetøkonomisk Erhverv			
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	1,5	1,4
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	7	7
Velfærdsøkonomisk			
CBA nutidsværdi (30 år)	Mill.kr.	186	228
Omkostninger pr. år	Mill.kr./år	1,8	1,6
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	10	8

Note: Der er foretaget en vægtning, således at 2/3 af brænderne har 5 år tilbage af deres levetid, mens 1/3 har 10 år tilbage.

11.3 Budgetøkonomiske omkostninger

Først opgøres omkostningerne ved at udskifte brænderne, når de har 10 år tilbage. Dernæst en tilsvarende beregning for 5 år tilbage, og endelig vægtes de to omkostninger for at få det samlede tal.

Omkostningen ved at fremrykke udskiftning af brændere med 10 år er forskellen mellem investeringen i 2009 og den tilsvarende investering 10 år senere (i år 2019). Tiltagets meromkostningen er derfor forskellen i nutidsværdi mellem de to investeringer. Tilsvarende er miljøeffekten ved fremrykningen forskellem mellem de to.

Det koster 60 mill.kr. at installere lavNO_x-brænder i 2009 på halvdelen af samtlige kedler i industrien, der anvender gas³⁶. Dette svarer til årlige omkostninger på 5 mill.kr. (6 pct. i rente og 20 års levetid). Nutidsværdien af denne investering er 51 mill.kr. svarende til 7 kr. pr. kg fjernet NO_x. jf. tabel 11-2.

Denne udgift skulle alligevel være afholdt 10 år senere i år 2019. Nutidsværdien af denne oprindelige investering er 22 mill.kr. eller 7 kr. pr. kg NO_x. Merudgiften bliver dermed forskellen mellem de to, altså en nutidsværdi på 29 mill.kr. På tilsvarende består miljøeffekten ved fremrykningen af forskellen, svarende til en nutidsværdi på 3878 tons. Det koster dermed 29 mill.kr. i nutidsværdi eller 2,1 mill.kr. årligt at fremrykke udskiftningen til lavNO_x-brænder 10 år. Dette svarer til 7 kr. pr. kg fjernet NO_x.

³⁶ Dette er beregnet som udgiften til lavNO_x brænder på 201.500 kr. for 50 pct. af 399 kedler, der i gennemsnit har 1,5 brænder pr. kedel.

Det bemærkes, at det koster det samme at fjerne et kg NO_x, uanset om investeringen sker i 2009 eller i 2019 (7 kr. pr. kg). Det betyder, at skyggeprisen ikke afspejler den ekstra miljømæssige "bonus", der er ved fremrykningen, og de ekstra omkostninger, der er forbundet med at investere 10 år tidligere. Sidstnævnte fremgår dog af nutidsværdien af omkostningerne, der er forskellig alt efter, om investeringen finder sted i 2009 eller i 2019 (hhv. 51 mill.kr. og 22 mill.kr). Omkostningen pr. kg fjernet NO_x (skyggeprisen) er således uafhængig af, hvornår investeringen foretages. Dette viser en af svaghederne ved at anvende skyggepris (analyse af omkostningseffektivitet) som prioriteringsværktøj. Det skal dog præciseres, at fremrykningen er hele forudsætningen for, at dette tiltag kan bidrage til målsætningens opfyldelse i 2010.

Hvis det i stedet forudsættes, at brænderne kun har 5 år tilbage af deres levetid (i stedet for 10 år), sænkes omkostningerne til en nutidsværdi på 17 mill.kr. eller 1,2 mill.kr. årligt. Det koster stadig 7 kr. pr. kg NO_x, jf. ovenfor.

Tabel 11-2 Budgetøkonomiske omkostninger. Landsplan. LavNO_x-brænder på kedler i industri med naturgas (2004-priser)

År	Med 10 år tilbage af brænderens levetid						Med 5 år tilbage af brænderens levetid							
	Ny		Oprindelig		Forskel		Ny		Oprindelig		Forskel			
	In-vest	NO _x	In-vest	NO _x	Omk i alt	NO _x	In-vest	NO _x	In-vest	NO _x	Omk i alt	NO _x		
Mill. Kr.	tons	Mill. kr.	Tons	Mill. kr.	Tons	Mill. kr.	Tons	Mill. kr.	Tons	Mill. kr.	Tons	Mill. kr.	Tons	
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2009	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	0	0	5,0	665	0	0
2010	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	0	0	5,0	665	0	0
2011	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	0	0	5,0	665	0	0
2012	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	0	0	5,0	665	0	0
2013	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	0	0	5,0	665	0	0
2014	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	5,0	665	0	0	0	0
2015	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	5,0	665	0	0	0	0
2016	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	5,0	665	0	0	0	0
2017	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	5,0	665	0	0	0	0
2018	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	5,0	665	0	0	0	0
2019	5,0	665	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	0	0	0	0
2020	5,0	665	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	0	0	0	0
2021	5,0	665	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	0	0	0	0
2022	5,0	665	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	0	0	0	0
2023	5,0	665	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	0	0	0	0
2024	5,0	665	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	0	0	0	0
2025	5,0	665	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	0	0	0	0
2026	5,0	665	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	0	0	0	0
2027	5,0	665	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	0	0	0	0
2028	5,0	665	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	0	0	0	0
2029	5,0	665	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	0	0	0	0
2030	5,0	665	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	0	0	0	0
2031	5,0	665	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	0	0	0	0
2032	5,0	665	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	0	0	0	0
2033	5,0	665	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	0	0	0	0
2034	5,0	665	5,0	665	0	0	5,0	665	5,0	665	0	0	0	0
NPV	51	6852	22	2974	29	3878	51	6852	35	4632	17	2220		
Mill.kr pr. år	3,7		1,6		2,1		3,7		2,5		1,2			
Kr pr. kg NO _x	7,46		7,46		7,46		7,46		7,46		7,46			

Der er foretaget en tilsvarende beregning³⁷ for udskiftning af brænderen på kedler med gasolie, jf. tabel 11-3.

Tabel 11-3 Budgetøkonomiske omkostninger. Landsplan. LavNO_x-brænder på kedler i industri med gasolie (2004-priser)

År	Med 10 år tilbage af brænderens levetid						Med 5 år tilbage af brænderens levetid					
	Ny		Oprindelig		Forskel		Ny		Oprindelig		Forskel	
	Invest Mill.kr	NO _x Tons	Invest Mill.kr	NO _x Tons	I alt Mill.kr	NO _x Tons	Invest Mill.kr	NO _x Tons	Invest Mill.kr	NO _x Tons	I alt Mill.kr	NO _x Tons
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	4,6	704	0	0	5	704	4,6	704	0	0	4,6	704
2010	4,6	704	0	0	5	704	4,6	704	0	0	4,6	704
2011	4,6	704	0	0	5	704	4,6	704	0	0	4,6	704
2012	4,6	704	0	0	5	704	4,6	704	0	0	4,6	704
2013	4,6	704	0	0	5	704	4,6	704	0	0	4,6	704
2014	4,6	704	0	0	5	704	4,6	704	4,6	704	0	0
2015	4,6	704	0	0	5	704	4,6	704	4,6	704	0	0
2016	4,6	704	0	0	5	704	4,6	704	4,6	704	0	0
2017	4,6	704	0	0	5	704	4,6	704	4,6	704	0	0
2018	4,6	704	0	0	5	704	4,6	704	4,6	704	0	0
2019	4,6	704	4,6	704	0	0	4,6	704	4,6	704	0	0
2020	4,6	704	4,6	704	0	0	4,6	704	4,6	704	0	0
2021	4,6	704	4,6	704	0	0	4,6	704	4,6	704	0	0
2022	4,6	704	4,6	704	0	0	4,6	704	4,6	704	0	0
2023	4,6	704	4,6	704	0	0	4,6	704	4,6	704	0	0
2024	4,6	704	4,6	704	0	0	4,6	704	4,6	704	0	0
2025	4,6	704	4,6	704	0	0	4,6	704	4,6	704	0	0
2026	4,6	704	4,6	704	0	0	4,6	704	4,6	704	0	0
2027	4,6	704	4,6	704	0	0	4,6	704	4,6	704	0	0
2028	4,6	704	4,6	704	0	0	4,6	704	4,6	704	0	0
2029	4,6	704	4,6	704	0	0	4,6	704	4,6	704	0	0
2030	4,6	704	4,6	704	0	0	4,6	704	4,6	704	0	0
2031	4,6	704	4,6	704	0	0	4,6	704	4,6	704	0	0
2032	4,6	704	4,6	704	0	0	4,6	704	4,6	704	0	0
2033	4,6	704	4,6	704	0	0	4,6	704	4,6	704	0	0
2034	4,6	704	4,6	704	0	0	4,6	704	4,6	704	0	0
NPV	48	7251	21	3147	27	4104	48	7251	32	4902	15	2349
Mill.kr./år		3,5		1,5		2,0		3,5		2,3		1,1
Kr./kg NO _x		6,58		6,58		6,58		6,58		6,58		6,58

Endelig er der foretaget en vægtning, hvor det er forudsat, at 1/3 af brænderne har 10 år tilbage og 2/3 har 5 år tilbage, jf. tabel 11-4. Der er ikke de store forskelle mellem omkostningerne for udskiftning af brænder på kedler, der bruger hhv. naturgas og gasolie. Omkostningerne udgør vægtet hhv. 1,5 og 1,4 mill.kr. årligt og 7 kr. pr. kg NO_x. Mængden af fjernet NO_x i 2010 også meget ens, 665 tons for naturgas og 704 tons for gasolie.

³⁷ Der er 273 kedelanlæg med gasolie, hvoraf halvdelen får udskiftet brænderen. Der er i gennemsnit 1,5 brænder pr. kedel. Udskiftningen af en brænder med gasolie koster 275.000 kr.

Tabel 11-4 Budgetøkonomiske omkostninger vægtet. Landsplan. LavNO_x-brænder på kedler i industri (2004-priser)

		10 år tilbage	5 år tilbage	Vægtet
	Enhed			2/3 5 år og 1/3 10 år
Naturgas				
Miljøeffekt – NO _x reduktion i 2010	Tons/år	665	665	665
Omkostninger pr. år 30 år	mill.kr./år	2,1	1,2	1,5
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	7	7	7
Gasolie				
Miljøeffekt NO _x -reduktion i 2010	Tons/år	704	704	704
Omkostninger pr. år 30 år	mill.kr./år	2,0	1,1	1,4
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	7	7	7

11.4 Velfærdsøkonomiske omkostninger

De velfærdsøkonomiske omkostninger er forhøjet med nettoafgiftsfaktoren (NAF) på 1,17, jf. afsnit 2.6. Investeringen for kedler med naturgas stiger dermed til 71 mill.kr. svarende til 5,8 mill.kr. årligt, jf. tabel 11-5.

Beregningen af meromkostningerne ved fremrykningen følger samme metode som for de budgetøkonomiske omkostninger i afsnit 8.3. Nutidsværdien af meromkostningerne ved at fremrykke 10 år bliver 34 mill.kr. Nutidsværdien af miljøgevinsten udgør 295 mill.kr. Denne består alene af værdien af NO_x-reduktionen, idet der ikke er nogle afledte miljøeffekter. Der er anvendt en pris på 85 kr. pr. kg NO_x, jf. tabel 2-3. Der er således et velfærdsøkonomisk overskud på 261 mill.kr. i nutidsværdi. Det svarer til en omkostning på 10 kr. pr. kg NO_x. På tilsvarende vis er beregningen for 5 år tilbage udført.

Tabel 11-5 Velfærdsøkonomiske omkostninger. Landsplan. LavNO_x-brænder på kedler i industri med gas (2004-priser)

År	10 år tilbage					5 år tilbage					
	Ny	Oprin- delig	For- skel	NO _x	Værdi NO _x	Ny	Oprin- delig	For- skel	NO _x	Værdi NO _x	
	Invest	Invest	Invest			Invest	Invest	Invest			
	Mill.kr	Mill.kr	Mill.kr	tons	Mill.kr	Mill.kr	Mill.kr	mill.kr	Tons	Mill.kr	
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2009	5,8	0	5,8	0	0	5,8	0	5,8	0	0	
2010	5,8	0	5,8	0	0	5,8	0	5,8	0	0	
2011	5,8	0	5,8	665	57	5,8	0	5,8	665	57	
2012	5,8	0	5,8	665	57	5,8	0	5,8	665	57	
2013	5,8	0	5,8	665	57	5,8	0	5,8	665	57	
2014	5,8	0	5,8	665	57	5,8	5,8	0	665	57	
2015	5,8	0	5,8	665	57	5,8	5,8	0	665	57	
2016	5,8	0	5,8	665	57	5,8	5,8	0	0	0	
2017	5,8	0	5,8	665	57	5,8	5,8	0	0	0	
2018	5,8	0	5,8	665	57	5,8	5,8	0	0	0	
2019	5,8	5,8	0	665	57	5,8	5,8	0	0	0	
2020	5,8	5,8	0	665	57	5,8	5,8	0	0	0	
2021	5,8	5,8	0	0	0	5,8	5,8	0	0	0	
2022	5,8	5,8	0	0	0	5,8	5,8	0	0	0	
2023	5,8	5,8	0	0	0	5,8	5,8	0	0	0	
2024	5,8	5,8	0	0	0	5,8	5,8	0	0	0	
2025	5,8	5,8	0	0	0	5,8	5,8	0	0	0	
2026	5,8	5,8	0	0	0	5,8	5,8	0	0	0	
2027	5,8	5,8	0	0	0	5,8	5,8	0	0	0	
2028	5,8	5,8	0	0	0	5,8	5,8	0	0	0	
2029	5,8	5,8	0	0	0	5,8	5,8	0	0	0	
2030	5,8	5,8	0	0	0	5,8	5,8	0	0	0	
2031	5,8	5,8	0	0	0	5,8	5,8	0	0	0	
2032	5,8	5,8	0	0	0	5,8	5,8	0	0	0	
2033	5,8	5,8	0	0	0	5,8	5,8	0	0	0	
2034	5,8	5,8	0	0	0	5,8	5,8	0	0	0	
NPV	60	26	34	3452	295	60	40	19	1976	169	
CBA Mill.kr.						261					150
Mill.kr./år						2,5					1,4
Kr./kg NO _x						9,80					9,80

Der er udført en tilsvarende beregning for gasolie, jf. tabel 11-6.

Den vægtede meromkostning for naturgas bliver 1,8 mill.kr. årligt og for gasolie 1,6 mill.kr. årligt, jf. tabel 11-7. Der er et samfundsøkonomisk overskud for begge brændsler på 186 mill.kr. og 228 mill.kr. for hhv. naturgas og gasolie. Omkostningerne pr. kg fjernet NO_x er 10 kr. pr. kg og 8 kr. pr. kg for hhv. naturgas og gasolie.

Tabel 11-6 Velfærdsøkonomiske omkostninger. Landsplan. LavNO_x-brænder på kedler i industri med gasolie (2004-priser)

År	10 år tilbage					5 år tilbage				
	Ny	Op- rinde- lig	For- skel	NO _x	Værdi NO _x	Ny	Op- rinde- lig	For- skel	NO _x	Værdi NO _x
	Invest	Invest	Invest	Tons	Mill.kr	invest	Invest	invest	tons	Mill.kr
	Mill.kr	Mill.kr	Mill.kr			Mill.kr	mill.kr	mill.kr		
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	5,4	0	5,4	704	60	5,4	0	5,4	704	60
2010	5,4	0	5,4	704	60	5,4	0	5,4	704	60
2011	5,4	0	5,4	704	60	5,4	0	5,4	704	60
2012	5,4	0	5,4	704	60	5,4	0	5,4	704	60
2013	5,4	0	5,4	704	60	5,4	0	5,4	704	60
2014	5,4	0	5,4	704	60	5,4	5,4	0	0	0
2015	5,4	0	5,4	704	60	5,4	5,4	0	0	0
2016	5,4	0	5,4	704	60	5,4	5,4	0	0	0
2017	5,4	0	5,4	704	60	5,4	5,4	0	0	0
2018	5,4	0	5,4	704	60	5,4	5,4	0	0	0
2019	5,4	5,4	0	0	0	5,4	5,4	0	0	0
2020	5,4	5,4	0	0	0	5,4	5,4	0	0	0
2021	5,4	5,4	0	0	0	5,4	5,4	0	0	0
2022	5,4	5,4	0	0	0	5,4	5,4	0	0	0
2023	5,4	5,4	0	0	0	5,4	5,4	0	0	0
2024	5,4	5,4	0	0	0	5,4	5,4	0	0	0
2025	5,4	5,4	0	0	0	5,4	5,4	0	0	0
2026	5,4	5,4	0	0	0	5,4	5,4	0	0	0
2027	5,4	5,4	0	0	0	5,4	5,4	0	0	0
2028	5,4	5,4	0	0	0	5,4	5,4	0	0	0
2029	5,4	5,4	0	0	0	5,4	5,4	0	0	0
2030	5,4	5,4	0	0	0	5,4	5,4	0	0	0
2031	5,4	5,4	0	0	0	5,4	5,4	0	0	0
2032	5,4	5,4	0	0	0	5,4	5,4	0	0	0
2033	5,4	5,4	0	0	0	5,4	5,4	0	0	0
2034	5,4	5,4	0	0	0	5,4	5,4	0	0	0
NPV	56	24	32	4104	351	56	38	18	2349	201
CBA Mill.kr.					319					183
Mill.kr./år					2,3					1,3
Kr./kg NO _x					7,70					7,70

Tabel 11-7 Velfærdsøkonomiske omkostninger vægtet. Landsplan. LavNO_x-brænder på kedler i industri (2004-priser)

	Enhed	10 år tilbage	5 år tilbage	Vægtet 2/3 5 år og 1/3 10 år
Naturgas				
Miljøeffekt – NO _x reduktion i 2010	Tons/år	665	665	665
CBA nutidsværdi	Mill.kr.	261	150	186
Omkostninger pr. år 30 år	mill.kr./år	2,5	1,4	1,8
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	10	10	10
Gasolie				
Miljøeffekt NO _x -reduktion i 2010	Tons/år	704	704	704
CBA nutidsværdi	Mill.kr.	319	183	228
Omkostninger pr. år 30 år	mill.kr./år	2,3	1,3	1,6
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	8	8	8

12 EGR-teknologi på tunge køretøjer

12.1 Beskrivelse af tiltaget

Et lavtryks EGR-system fungerer på den måde at en delstrøm af udstødningsgassen recirkuleres tilbage til motorens luftindtag. Når en del af motorens indsugningsluft ved delvis re-cirkulering bliver mindre iltholdig nedsættes forbrændingstemperaturen i selve forbrændingskammeret og den udledte NO_x mængde reduceres. (Jo højere forbrændingstemperatur, jo højere NO_x værdier og jo lavere forbrændingstemperatur jo lavere NO_x værdier).

EGR forventes at være et af de tiltag producenter af tunge køretøjer vil benytte for at imødekomme de emissionskrav som fastsættes via EURO-norm 4, som træder i kraft 1. oktober 2006. Yderligere emissionsreduktioner kan dog opnås ved at påbegynde installeringerne tidligere og ved at eftermontere på allerede eksisterende køretøjer op til 10 år gamle.

Tiltaget går ud på i 2009 at eftermontere EGR på alle tunge køretøjer fra årgangene 1999-2006, dvs. køretøjer der på det tidspunkt er mellem 3 og 10 år gamle. Det forventes at 30% af EURO 3 årgangene fra 2002 og fremefter har EGR uanset regulering. Der ses derfor bort fra disse biler i beregningerne. Når EURO 4 normen træder i kraft i 2007 (ultimo 2006) forventes alle tunge køretøjer at være udstyret med enten EGR eller en anden form for NO_x reducerende teknologi. Der regnes dermed kun med installering af EGR på årgangene 1999-2006 (For årgangene 2002-2006 regnes kun med 70% af bilbestanden). Fremtidige årgange af tunge køretøjer fra 2007 berøres ikke af tiltaget.

Emissionsreduktionen for NO_x ved montering af EGR er ca. 50% hvilket svarer til to EURO-norm-niveauer, dvs. forskellen ved at skifte fra en EURO 2 til en EURO 4 eller en EURO 3 til en EURO 4. I det sidste tilfælde kan emissionerne kun reduceres til EURO 4 niveau, da EURO 4 motorer forventes at have EGR. Tabel 12-1 viser emissionsfaktorerne for NO_x og partikler med og uden EGR. Årgangene 1999-2001 består af EURO 2 køretøjer, mens årgangene 2002-2006 består af EURO 3 køretøjer.

Tabel 12-1 Emissionsfaktorer med og uden EGR, kilde: DMU

Biltype		NO_x , g/km			Partikler, g/km		
		Basis	EGR	Reduktion	Basis	EGR	reduktion
7.5-16 tons	EURO 2	2,737	1,340	1,397	0,137	0,151	-0,014
	EURO 3	1,916	1,340	0,576	0,096	0,105	-0,010
16-32 tons	EURO 2	4,022	1,967	2,055	0,152	0,167	-0,015
	EURO 3	2,816	1,967	0,848	0,106	0,117	-0,011
>32 tons	EURO 2	5,993	2,931	3,061	0,163	0,179	-0,016
	EURO 3	4,195	2,931	1,264	0,114	0,125	-0,011
Bybus	EURO 2	7,056	3,455	3,601	0,215	0,236	-0,021
	EURO 3	4,939	3,455	1,485	0,150	0,165	-0,015
Turist bus	EURO 2	4,051	1,982	2,069	0,127	0,139	-0,013
	EURO 3	2,836	1,982	0,853	0,089	0,098	-0,009

Hvis der ikke sammen med EGR installeres et partikelfilter vil udledningen af partikler øges med ca. 10%. Installeres der partikelfilter kan partikelreduktionen reduceres med 80%. Et partikelfilter vil imidlertid medføre en del vedligeholdelsesomkostninger samt en fordobling af investeringsomkostningerne ved EGR. Der regnes derfor på installering af EGR uden partikelfiltre, og der foretages en følsomhedsberegning af omkostningerne med partikelfilter.

Data vedrørende omkostningerne ved installering af EGR stammer fra Lars C. Larsen, formand for DEEC³⁸. Oplysninger om bilbestand, årskørsel, samt emissionsfaktorer stammer fra DMU. Øvrige oplysninger stammer fra Energi styrelsen og Trafikministeriet.

12.2 Sammenfatning af budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger for EGR på tunge køretøjer

Eftermontering af EGR på tunge køretøjer vil kunne give en NO_x reduktion på 1244 tons i 2010. Tabel 12-2 viser reduktionspotentialerne samt de budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger. Budgetøkonomisk koster tiltaget 40 mill. kr. pr. år, hvilket svarer til 86 kr. pr. kg NO_x. De velfærdsøkonomiske omkostninger er højere end de budgetøkonomiske med årlige omkostninger på 48 mill. kr. pr. år og 103 kr. pr. kg NO_x. EGR giver et velfærdsøkonomisk underskud på 113 mill. kr i nutidsværdi.

Tabel 12-2 Oversigt over budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger for EGR på tunge køretøjer (2004-priser)

	Enhed	På landsplan
Miljøeffekt- NO _x reduktion i 2010	Tons/år	1244
Budgetøkonomisk		
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	40
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	86
Velfærdsøkonomisk		
CBA nutidsværdi (overskud)	Mill.kr.	-115
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	48
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	103

12.3 Budgetøkonomisk opgørelse

Omkostningerne ved EGR består af investeringsomkostninger forbundet med eftermontering af teknologien på eksisterende køretøjer. Tabel 12-3 viser investeringsomkostninger ved EGR.

Tabel 12-3 Investeringsomkostninger for EGR til tunge køretøjer i kr.

Hardware	25000
Montering	5000
Motormapping	5000*
I alt pr stk	35000

Kilde: Lars C. Larsen, DEEC

*Baseret på et stk. antal på 50, hvilket er et typisk antal på retrofit markedet. Totale omkostninger for motormapping pr. model: 200.000-300.000 kr

³⁸ brancheforening for danske virksomheder som producerer og importerer emissionsbegrænsende udstyr til motorer.

Tabel 12-4 viser de budgetøkonomiske omkostninger og NO_x reduktionerne forbundet med tiltaget. Tiltaget omhandler kun årgangene 1999-2001 samt 70% af årgangene 2002-2006, som alle får monteret EGR i 2009. Efterhånden som bilerne skrottes falder NO_x-reduktionerne. Inden udgangen af 2034 forventes alle biler fra de berørte årgange stort set at være skrottet. Derfor ligger alle miljøkonsekvenser af tiltaget indenfor den anførte tidshorisont.

Investeringsomkostningerne er beregnet ved, at gange beløbet fra Tabel 12-3 med bilbestanden for de berørte årgange i 2009. Bilbestanden kan ses i bilag 4.

NO_x reduktionerne er beregnet ved at gange emissionsfaktorerne fra Tabel 12-1 med bilbestanden samt antal indenlandsk kørte km (bilag 7) for det pågældende år.

Tabel 12-4 Budgetøkonomiske omkostninger og NO_x-reduktioner. EGR på tunge køretøjer (2004-priser)

År	Samlet investering	NO _x reduktion
	Mill. kr.	Tons
2005	0	0
2006	0	0
2007	0	0
2008	0	0
2009	728	1326
2010	0	1244
2011	0	1161
2012	0	1076
2013	0	989
2014	0	902
2015	0	812
2016	0	721
2017	0	629
2018	0	535
2019	0	440
2020	0	342
2021	0	260
2022	0	190
2023	0	136
2024	0	127
2025	0	93
2026	0	70
2027	0	29
2028	0	21
2029	0	16
2030	0	13
2031	0	0
2032	0	0
2033	0	0
2034	0	0
NPV	544	6353
Omkostning kr./kg		86
Omkostning mill.kr/år (30 år)		40

Omkostningerne udgør 544 mill. kr. i nutidsværdi, hvilket svarer til 40 mill. kr. om året fordelt over en 30-årig periode. Der fjernes i 2010 i alt 1244 tons NO_x. Budgetøkonomisk koster det 86 kr. pr. kg NO_x.

12.4 Vel færdsøkonomisk opgørelse

De samlede velfærdsøkonomiske omkostninger ved EGR kan ses i Tabel 12-5. De velfærdsøkonomiske investeringsomkostninger er beregnet ved at forhøje de budgetøkonomiske omkostninger med nettoafgiftsfaktoren på 1,17. De velfærdsøkonomiske omkostninger udgør 636 mill.kr. i nutidsværdi, jf. Tabel 12-5.

Værdien af miljøeffekterne er beregnet ved hjælp af beregningspriserne i tabel 2-2. Værdien af NO_x reduktionen udgør 543 mill.kr. i nutidsværdi, jfr. Tabel 12-5. Udover NO_x reduktionen er der ved EGR uden partikelfilter en afledt miljøeffekt som består af en forøgelse af partikeludledningen. Den afledte miljøeffekt er altså en omkostning og er derfor negativ. Omkostningen ved det forøgede partikeludslip udgør 20 mill.kr. i nutidsværdi.

Tabel 12-5 Velfærdsøkonomiske omkostninger i alt, SCR på tunge køretøjer, (2004-priser)

År	Investering mill. kr.	Miljøeffekt (reduktion)		Værdi miljøeffekt	
		NO _x Tons	PM tons	NO _x mill. kr.	Afledt mill. kr.
2005	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0
2009	852	1326	-10,50	113	-4,06
2010	0	1244	-9,89	106	-3,82
2011	0	1161	-9,27	99	-3,58
2012	0	1076	-8,63	92	-3,33
2013	0	989	-7,98	85	-3,08
2014	0	902	-7,32	77	-2,83
2015	0	812	-6,64	69	-2,57
2016	0	721	-5,96	62	-2,30
2017	0	629	-5,25	54	-2,03
2018	0	535	-4,54	46	-1,75
2019	0	440	-3,81	38	-1,47
2020	0	342	-3,07	29	-1,19
2021	0	260	-2,41	22	-0,93
2022	0	190	-1,83	16	-0,71
2023	0	136	-1,35	12	-0,52
2024	0	127	-1,19	11	-0,46
2025	0	93	-0,86	8	-0,33
2026	0	70	-0,63	6	-0,24
2027	0	29	-0,33	2	-0,13
2028	0	21	-0,25	2	-0,10
2029	0	16	-0,19	1	-0,07
2030	0	13	-0,156	1	-0,060
2031	0	0	0	0	0
2032	0	0	0	0	0
2033	0	0	0	0	0
2034	0	0	0	0	0
NPV	636	6353	-52	543	-20
CBA NPV mill.kr.					-115
Omkostning kr./kg					103
Omkostning mill.kr/år (30 år)					48

Ved at trække omkostningerne fra værdien af NO_x reduktionen og lægge de negative afledte miljøeffekter til fås et velfærdsøkonomisk underskud på 115 mill.kr. i nutidsværdi. De velfærdsøkonomiske omkostninger pr. kg. NO_x udregnes som nutidsværdien af omkostningerne fratrukket værdien af de (negative) afledte miljøeffekter divideret med nutidsværdien af mængden af fjernet NO_x. Det vil sige 636 mill.kr. fratrukket -20 mill.kr. og divideret med 6353 tons, hvilket giver 103 kr. pr. kg. Dette svarer til årlige omkostninger på 48 mill.kr.

12.5 EGR med partikel filter

Eftermontering af lavtryks EGR sker sjældent uden også at eftermontere et partikelfilter, da det ellers kan risikeres at partikler ledes med udstødningsgasen tilbage til motoren, som derved kan beskadiges.

Installeres der et katalytisk partikelfilter sammen med EGR, vil omkostningerne se noget anderledes ud. Et partikelfilter koster ca. 40.000 kr.³⁹ (prisen varierer dog med størrelsen af motoren). Derudover skal filteret og pakningerne udskiftes løbende, hvilket giver yderligere driftsomkostninger. Driftsomkostningerne kan ses i Tabel 12-6.

Tabel 12-6 Driftsomkostninger ved partikelfilter (2004-priser)

	Antal km mellem udskiftninger	Omkostning pr. udskiftning, kr.
Udskiftning af filter	400000	14857
Udskiftning af pakninger	100000	1061
Arbejdskraft	100000	690

Kilde: DMU (2002): Projection models 2010

De ekstra investeringsudgifter forbundet med partikelfilteret udgør budgetøkonomisk 622 mill.kr. i nutidsværdi eller velfærdsøkonomisk (forhøjet med nettoafgiftsfaktoren) 727 mill.kr. De ekstra driftsomkostninger udgør budgetøkonomisk 333 mill.kr. i nutidsværdi eller velfærdsøkonomisk 389 mill.kr.

Udover en reduktion af partikler på 80% vil et katalytisk partikelfilter også reducere udslippet af HC og CO med hhv. 75% og 90%. Værdien af partikelreduktionen udgør 160 mill.kr. i nutidsværdi, mens HC og CO udgør hhv. 94 mill.kr. og 7335 kr. I alt udgør de afledte miljøeffekter 255 mill.kr.

Tabel 12-7 viser de budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger ved EGR med partikelfilter. Det ses at omkostningerne, på trods af de positive afledte miljøeffekter, udgør mere end en fordobling i forhold til EGR uden partikelfilter. Det skal dog nævnes, at mange tunge køretøjer allerede har partikelfiltre, så det ikke vil betyde de ekstra omkostninger, når EGR installeres. Dog kan EGR betyde ekstra vedligeholdelsesomkostninger i forbindelse med partikelfiltre, da mængden af partikler stiger.

³⁹ Kilde: Lars C.Larsen, DEEC.

Tabel 12-7 Oversigt over budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger for EGR på tunge køretøjer, inkl. partikelfilter (2004-priser)

	Enhed	På landsplan
Miljøeffekt- NO _x reduktion i 2010	Tons/år	1244
Budgetøkonomisk		
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	109
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	236
Velfærdsøkonomisk		
CBA nutidsværdi (overskud)	Mill.kr.	-955
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	109
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	236

13 Eftermontering af SCR på tunge køretøjer

13.1 Beskrivelse af tiltaget og dets konsekvenser

Selective Catalytic Reduction (SCR) er en katalysatorteknik, som størstedelen af de europæiske lastbilfabrikanter forventes at anvende, for at kunne opfylde de kommende EURO 4 og EURO 5 normer⁴⁰. SCR-katalysatoren er i lastbilen integreret i selve lyddæmperen og fungerer i kombination med reduktionsmidlet AdBlue (en 32,5% urea-opløsning). Under kørslen sprøjtes en nøje doseret mængde AdBlue ind i udstødningssystemet mellem motoren og den keramiske katalysator. Kvælstofilterne (NO_x) omsættes herved til uskadeligt vand og frit kvælstof (N_2). Samtidig reduceres udslippet af HC og CO.

Tiltaget går ud på i 2009 at eftermontere SCR på alle tunge køretøjer fra årgangene 1999-2006, dvs. køretøjer der på det tidspunkt er mellem 3 og 10 år gamle. Når EURO 4 normen træder i kraft i 2007 (ultimo 2006) forventes alle tunge køretøjer at være udstyret med enten SCR eller en anden form for NO_x reducerende teknologi. Der regnes dermed kun med installering af SCR på årgangene 1999-2006. Fremtidige årgange af tunge køretøjer fra 2007 berøres ikke af tiltaget.

Data vedrørende omkostningerne ved installering af SCR stammer fra Jan Plougmann fra Grundfos. Oplysninger om prisen på AdBlue stammer fra Per Lyngholm fra GE Jenbacher. Oplysninger om bilbestand, årskørsel, brændstofforbrug samt emissionsfaktorer stammer fra DMU. Øvrige oplysninger stammer fra Energistyrelsen og Trafikministeriet.

13.2 Sammenfatning af budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger for SCR på tunge køretøjer

Eftermontering af SCR på tunge køretøjer vil kunne give en NO_x reduktion på 3279 tons i 2010. Tabel 13-1 viser reduktionspotentialerne samt de budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger. Budgetøkonomisk koster tiltaget 91 mill. kr. pr. år, hvilket svarer til 72 kr. pr. kg NO_x . De velfærdsøkonomiske omkostninger udgør ligesom de budgetøkonomiske 91 mill. kr. pr. år og 72 kr. pr. kg NO_x . SCR giver et velfærdsøkonomisk overskud på 222 mill. kr.

⁴⁰ Se kapitel 18 om fremrykning af EURO normer.

Tabel 13-1 Oversigt over budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger for SCR på tunge køretøjer (2004-priser)

	Enhed	På landsplan
Miljøeffekt- NO _x reduktion i 2010	Tons/år	3279
Budgetøkonomisk		
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	91
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	72
Velfærdsøkonomisk		
CBA nutidsværdi (overskud)	Mill.kr.	222
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	91
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	72

13.3 Budgetøkonomisk opgørelse

Omkostningerne ved SCR består af investeringsomkostninger forbundet med eftermontering af teknologien på eksisterende køretøjer samt driftsomkostninger, som består af forbrug af AdBlue. Jan Plougman fra Grundfos har oplyst, at Grundfos-Topsøe kan levere et "high-performance" system med 85-90% NO_x-reduktion til en anskaffelsespris på 35.000 kr. Forbruget af AdBlue vil ifølge Grundfos udgøre ca. 7% af brændstofforbruget.

Tabel 13-3 viser de budgetøkonomiske omkostninger og NO_x reduktionerne forbundet med tiltaget. Tiltaget omhandler kun årgangene 1999-2006, som alle får monteret SCR i 2009. Efterhånden som bilerne skrottes falder NO_x-reduktionerne og ligeledes driftsomkostningerne. Inden udgangen af 2034 forventes alle biler fra de berørte årgange stort set at være skrottet. Derfor ligger alle miljøkonsekvenser af tiltaget indenfor den anførte tidshorisont.

Investeringsomkostningerne er beregnet ved, for hvert år, at gange anskaffelsesprisen på 35.000 kr. med bilbestanden for de pågældende årgange. Bilbestanden kan ses i bilag 4. Forbruget af AdBlue pr liter kan ses i Tabel 13-2 og er beregnet som 7% af brændstofforbruget pr. km (se bilag 8). Dette multipliceret med bilbestanden og den totale indenlandske årskørsel (se bilag 7) giver det totale forbrug af AdBlue. Prisen på AdBlue vil blive ca. 5 kr. pr. liter (ekskl. moms)⁴¹.

Tabel 13-2 Forbrug af AdBlue

Biltype	l/km
7,5 – 16 tons	0,014
16 – 32 tons	0,020
> 32 tons	0,027
Bybus	0,024
Turistbus	0,019

NO_x-reduktionerne er beregnet som 87,5% af emissionsfaktorerne opgivet pr. km ganget med bilbestanden for de berørte årgange og deres indenlandske årskørsel i det pågældende år. Emissionerne afviger for de forskellige årgange, eftersom årgangene 1999-2001 er EURO 2 biler, mens årgangene 2002-2006 er EURO 3 biler. EURO 3 bilerne har i forvejen mindre emissioner af NO_x i forhold til EURO 2. Derfor bliver reduktionsmulighederne ligeledes mindre for disse årgange. Emissionsfaktorerne stammer fra DMU og kan ses i bilag 1.

⁴¹ Personlig meddelelse Per Lyngholm, GEJenbacher

Omkostningerne udgør 1250 mill. kr. i nutidsværdi, hvilket svarer til 91 mill. kr. om året fordelt over en 30-årig periode. Der fjernes i 2010 i alt 3279 tons NO_x. Budgetøkonomisk koster det 72 kr. pr. kg NO_x.

Tabel 13-3 Budgetøkonomiske omkostninger og NO_x-reduktioner. SCR på tunge køretøjer (2004-priser)

År	Investering	Drift AdBlue	Omkost- ning i alt	NO _x Reduktion
	Mill kr	Mill. Kr.	Mill. kr.	Tons
2005	0	0	0	0
2006	0	0	0	0
2007	0	0	0	0
2008	0	0	0	0
2009	916	112	1028	3481
2010	0	105	105	3279
2011	0	99	99	3074
2012	0	93	93	2865
2013	0	86	86	2652
2014	0	79	79	2436
2015	0	72	72	2216
2016	0	65	65	1992
2017	0	58	58	1765
2018	0	51	51	1534
2019	0	43	43	1299
2020	0	36	36	1060
2021	0	29	29	844
2022	0	23	23	649
2023	0	17	17	480
2024	0	13	13	395
2025	0	9	9	280
2026	0	6	6	193
2027	0	4	4	116
2028	0	3	3	85
2029	0	2	2	64
2030	0	2	2	52
2031	0	0	0	0
2032	0	0	0	0
2033	0	0	0	0
2034	0	0	0	0
NPV i 2004	685	565	1250	17342
Omkostning mill.kr/år (30 år)				91
Omkostning kr./kg NO _x				72

13.4 Velfærdsøkonomisk opgørelse

De velfærdsøkonomiske omkostninger til investering og drift er beregnet ved at forhøje de budgetøkonomiske omkostninger med nettoafgiftsfaktoren på 1,17. De velfærdsøkonomiske omkostninger til investering og drift udgør 1,46 mia.kr. i nutidsværdi, jf. Tabel 13-4.

Tabel 13-4 Velfærdsøkonomiske omkostninger (investering og drift), SCR på tunge køretøjer (2004 priser)

År	Investering	Drift	Omkostning i alt
	Mill. kr.	Mill. kr.	Mill. kr.
2005	0	0	0
2006	0	0	0
2007	0	0	0
2008	0	0	0
2009	1072	131	1203
2010	0	123	123
2011	0	116	116
2012	0	108	108
2013	0	101	101
2014	0	93	93
2015	0	85	85
2016	0	76	76
2017	0	68	68
2018	0	59	59
2019	0	51	51
2020	0	42	42
2021	0	34	34
2022	0	26	26
2023	0	20	20
2024	0	16	16
2025	0	11	11
2026	0	7	7
2027	0	5	5
2028	0	4	4
2029	0	3	3
2030	0	2	2
2031	0	0	0
2032	0	0	0
2033	0	0	0
2034	0	0	0
NPV	801	661	1462

Udover NO_x-reduktionen er der effekter på udledningen af CO, HC og partikler, jf. Tabel 13-5. For CO sker en forøgelse af udledningen på ca 60%. De øvrige miljøeffekter består af reduktioner.

Tabel 13-5 Afledte miljøeffekter (Reduktioner i %)

	min	Max	Gennemsnit
HC	70%	80%	75%
PM	25%	50%	37,5%
CO	-	-	-60%

Kilde: Brancheforeningen DEEC, www.deec.dk

Reduktionsmængderne for de afledte miljøeffekter er beregnet ved hjælp af emissionsfaktorerne, bilbestanden og årskørslen fra DMU, som kan ses af bilag 1-7. Værdien af miljøeffekterne er beregnet ved hjælp af de respektive priser i tabel 2-2. Værdien af samtlige miljøeffekter udgør i nutidsværdi 1,7 mia.kr., hvoraf NO_x udgør størstedelen (88%), jf. Tabel 13-6.

Tabel 13-6 Værdi af miljøeffekter, SCR på tunge køretøjer, (2004-priser)

År	NO _x tons	Værdi Mill. kr	PM tons	Værdi Mill. kr	CO tons	Værdi Mill. kr	HC tons	Værdi Mill. kr	I alt Mill. kr
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	3481	297	47	18	-592	-0,001	404	23	338
2010	3279	280	45	17	-559	-0,001	382	21	318
2011	3074	262	42	16	-525	-0,001	359	20	298
2012	2865	244	39	15	-490	-0,001	336	19	278
2013	2652	226	36	14	-455	-0,001	312	17	257
2014	2436	208	33	13	-419	-0,001	288	16	237
2015	2216	189	30	12	-382	-0,001	263	15	215
2016	1992	170	27	11	-344	-0,001	237	13	194
2017	1765	150	24	9	-306	-0,001	211	12	172
2018	1534	131	21	8	-267	-0,001	184	10	149
2019	1299	111	18	7	-227	0,000	157	9	126
2020	1060	90	15	6	-186	0,000	129	7	103
2021	844	72	12	5	-149	0,000	104	6	82
2022	649	55	9	4	-116	0,000	81	4	63
2023	480	41	7	3	-86	0,000	60	3	47
2024	395	34	6	2	-72	0,000	52	3	39
2025	280	24	4	2	-52	0,000	38	2,09	27
2026	193	16	3	1	-37	0,000	27	1,50	19
2027	116	10	2	1	-22	0,000	17	0,92	11
2028	85	7	1	0	-17	0,000	12	0,70	8
2029	64	5	1	0	-12	0,000	10	0,53	6
2030	52	4	1	0	-10	0,000	8	0,45	5
2031	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2032	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2033	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2034	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NPV		1478		92		-0,006		114	1685

De samlede velfærdsøkonomiske omkostninger ved SCR består af investering og drift, og bliver i alt 1,46 mia.kr. i nutidsværdi, jf. Tabel 13-7. Værdien af miljøeffekterne udgør 1,685 mia.kr. i nutidsværdi. Eftermontering af SCR på tunge køretøjer giver således et velfærdsøkonomisk overskud på 222 mill.kr. i nutidsværdi.

De velfærdsøkonomiske omkostninger pr. kg. NO_x udregnes som nutidsværdien af omkostningerne fratrukket værdien af de afledte miljøeffekter (HC, CO og PM) divideret med nutidsværdien af mængden af fjernet NO_x. Det vil sige 1,46 mia.kr. fratrukket 206 mill.kr. og divideret med 17342 tons, hvilket giver 72 kr. pr. kg. Dette svarer til årlige omkostninger på 91 mill.kr.

Tabel 13-7 Velfærdsøkonomiske omkostninger i alt, SCR på tunge køretøjer, (2004-priser)

År	Investering og drift	Miljøeffekt	Værdi miljøeffekt	
		NO _x	NO _x	Afledt
	mill kr	Tons	mill kr	Mill kr
2005	0	0	0	0
2006	0	0	0	0
2007	0	0	0	0
2008	0	0	0	0
2009	1203	3481	297	41
2010	123	3279	280	39
2011	116	3074	262	36
2012	108	2865	244	34
2013	101	2652	226	31
2014	93	2436	208	29
2015	85	2216	189	26
2016	76	1992	170	24
2017	68	1765	150	21
2018	59	1534	131	18
2019	51	1299	111	16
2020	42	1060	90	13
2021	34	844	72	10
2022	26	649	55	8
2023	20	480	41	6
2024	16	395	34	5
2025	11	280	24	4
2026	7	193	16	3
2027	5	116	10	2
2028	4	85	7	1
2029	3	64	5	1
2030	2	52	4	1
2031	0	0	0	0
2032	0	0	0	0
2033	0	0	0	0
2034	0	0	0	0
NPV	1462	17342	1478	206
CBA NPV mill.kr.				222
Omkostning mill.kr/år (30 år)				91
Omkostning kr./kg				72

14 Fremrykning af EURO 5-normer for tunge køretøjer

14.1 Beskrivelse af tiltaget og dets konsekvenser

EURO-normerne er en række emissionsnormer for alle typer køretøjer fastsat af EU. Normerne fastsætter nogle grænseværdier for emissionerne af bl.a. NO_x , målt i g/km eller g/kWh, som skal være overholdt for at opnå en typegodkendelse af bilen. Et køretøj skal være typegodkendt for at kunne blive indregistreret. Normerne gælder altså for nye biler og ikke for den eksisterende bilpark. Der ses i dette tiltag på lastbiler/busser (tunge køretøjer). Dieseldrevne person- og varebiler (lette køretøjer) overvejes ikke, idet afgiftsrabatordningen for dieselmotorer med partikelfiltre, som træder i kraft 2006, svarer til en fremrykning af EURO 5, da en EURO 4 bil med partikelfilter vil kunne opfylde EURO 5 normen. Tiltaget for lette køretøjer er dermed ikke relevant.

EURO-normerne bliver løbende skærpet. Således træder EURO 4 i kraft 1. oktober 2006 for lastbiler/busser og indebærer en skærpelse i forhold til EURO 3, der er den gældende norm. EURO 5 træder i kraft fra oktober 2009.

Tiltaget går ud på at fremrykke ikrafttrædelsen af EURO 5 to år til oktober 2007. Det vil betyde, at to ekstra årgange af lastbiler og busser i 2010 vil opfylde kravene til EURO 5 i stedet for EURO 4. Det er altså skærpelsen fra EURO 4 til EURO 5, der er det afgørende i denne beregning. Skæringsdatoen er 1. oktober, men for nemheds skyld antages det, at det er årgangene 2008 og 2009, der bliver berørt af tiltaget.

Grænseværdierne for NO_x og partikler i EURO 4 og EURO 5 kan ses i Tabel 14-1. EURO normerne fastsætter også grænseværdier for HC og CO, men disse forudsættes for EURO 5 uændret i forhold til EURO 4.

Tabel 14-1 Oversigt over grænseværdier for EURO-normer for lastbiler og busser.

	EURO 4	EURO 5	Forskel
NO_x	3,5	2,0	1,5
Partikler	0,02	0,02	0

²Kilde: German Federal Environmental Agency (2003): Future Diesel - Exhaust gas legislation.

Grænseværdien for NO_x skærpes betydeligt fra EURO 4 til EURO 5. Der er tale om en stramning på 43 pct. Grænseværdien for partikler er uændret for lastbiler og busser.

Dette tiltag adskiller sig fra de øvrige, idet det kun vil være tilladt ifølge EU-reglerne at fremrykke EURO-normerne ved hjælp af økonomiske styringsinstrumenter, som f.eks. afgift eller tilskud. Derfor indgår i beregningerne effekterne af styringsinstrument. Det er tilladt at lempe afgiften svarende til merproduktionsomkostningerne ved den miljøvenlige teknologi. Et tilskud må maksimalt udgøre 30 pct. af merproduktionsomkostningerne.

Der er i beregningerne valgt en model med et tilskud til de tunge køretøjer (lastbiler og busser), der opfylder EURO5 før tid. Tilskuddet gives kun i køretøjets første år og ordningen ophører, når EURO-normen bliver obligatorisk. Ordningen er således midlertidig.

Oplysningerne om økonomi, dvs. meromkostningerne for at et køretøj skal opfylde EURO 5 i stedet for EURO 4, stammer fra et internationalt studie udarbejdet til EU Kommissionen i 2002, hvor en række bilproducenter er blevet spurgt om teknologivalg ved opfyldelse af EURO normerne⁴². De teknologier, som forventes benyttet, er hovedsagelig SCR (Selective Catalytic Reduction), EGR (Exhaust Gas Recirculation) samt advanced turbocharging systemer evt. kombineret med teknologier til at reducere partikeludslippet.

Oplysninger om bilbestand, årskørsel, brændstofforbrug samt emissionsfaktorer stammer fra DMU⁴³. Øvrige oplysninger stammer fra Per Lyngholm fra GE Jenbacher, Energistyrelsen, Trafikministeriet og ACEA⁴⁴.

14.2 Sammenfatning af budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger for fremrykning af euro5

Fremrykning af de tunge køretøjer har en skyggepris, der hører til blandt middelgruppen af de analyserede tiltag. Tiltaget har et relativt beskedent potentiale for NO_x reduktion på 359 tons i 2010.

De budgetøkonomiske omkostninger deles mellem staten og bilisterne. Det hænger sammen med, at staten kun yder et tilskud, der dækker 30 pct. af merprisen for køretøjet. Statens omkostninger til tilskud bliver 4 mill.kr. pr. år. Bilejerne betaler resten på 9 mill.kr. pr. år.

Tiltaget giver et velfærdsøkonomisk underskud på 14 mill.kr. i nutidsværdi. Omkostningerne udgør 91 kr. pr. kg NO_x.

Tabel 14-2 Oversigt over budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger for fremrykning af euro5-normer (2004-priser)

Antal år fremrykket		1 år	2 år
Miljøeffekt – NO _x reduktion i 2010	Tons/år	184	359
Budgetøkonomisk			
Bilejere			
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	4	9
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	51	51
Staten			
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	2	4
Velfærdsøkonomisk			
CBA nutidsværdi (overskud)	Mill.kr.	-5	-14
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	8	16
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	90	91

⁴² Study on Emission control technology for heavy-duty vehicles. The European commission - DG ENTR (Enterprise), 2002

⁴³ Winther, M. personlig meddelelse 2005.

⁴⁴ ACEA European Automobile Manufacturers Association. 13 europæiske bil-, lastbil- og busproducenter. <http://www.acea.be>

14.3 Budgetøkonomisk opgørelse

Omkostningerne forbundet med fremrykning af EURO 5 normer består af forskellen i produktionsomkostninger for EURO 5 biler i forhold til EURO 4 biler for de berørte årgange af biler. De ekstra investeringsomkostninger kan ses i Tabel 14-3.

Tabel 14-3 Meromkostninger ved EURO 5 biler i forhold til EURO 4 biler (2004-priser)

Investering	Kr. pr bil
Lille	6750
Mellem	15000
Stor	17250
Bus	15375

Beløbene er beregnet ud fra Figur 17 i Study on Emission control technology for heavy-duty vehicles. The European commission - DG ENTR (Enterprise), 2002.

Meromkostningen for lastbiler/busser afhænger af bilens størrelse og spænder fra 6.750 for de mindre lastbiler til 17.250 kr. for de større. Driftsomkostninger er ikke indeholdt i disse meromkostninger. Producenterne af lastbiler/busser forventes at gøre brug af SCR-teknologi, jf. afsnittet om SCR i kap 13. SCR kræver tilførelse af ammoniak via en 32,5 pct. urea vandopløsning (AdBlue). AdBlue forbruget vil ved opfyldelse af EURO 5 komme til at udgøre 6-8 pct. af brændstofforbruget, hvilket er ca. 1,5 pct. mere end forbruget ved opfyldelse af EURO 4⁴⁵. Brændstofforbruget forventes ikke at ændres nævneværdigt⁴⁶. Forbruget af AdBlue er beregnet på baggrund af brændstofforbruget i bilag 8 og vises i tabel 14-4. Prisen på AdBlue vil blive ca. 5 kr. per liter⁴⁷.

Tabel 14-4 Forbrug af AdBlue

Biltype	l/km
3,5 – 7,5 tons	0,0017
7,5 – 16 tons	0,0029
16 – 32 tons	0,0043
> 32 tons	0,0057
Bybus	0,0050
Turistbus	0,0042

For at kunne distribuere AdBlue er det nødvendigt med en infrastruktur, som kræver omfattende investeringer. Det forventes dog, at infrastrukturen under alle omstændigheder vil være på plads inden 2006, da SCR forventes benyttet af mange bilproducenter til opfyldelse af EURO 4 normen. Derfor udgør disse investeringer ikke en ekstra omkostning ved fremrykning af EURO 5.

Tabel 14-6 viser de budgetøkonomiske omkostninger og NO_x-reduktioner forbundet med to års fremrykning af EURO 5 lastbiler/busser. Det skal igen understreges, at effekterne (både omkostninger og miljøeffekter) vedrører alene de ekstra årgange, der bliver berørt af fremrykningen. Det vil sige de 2 årgange, som nu skal opfylde EURO 5 i stedet for EURO 4. Årgangene efter 2010, som alligevel skulle have opfyldt EURO 5, berøres ikke af tiltaget.

⁴⁵ Kilde: ACEA (2003).

⁴⁶ Ifølge ACEA (2003) forventes brændstofforbruget ved opfyldelse af EURO 4 ved brug af SCR at være 5-7 pct. lavere end EURO III niveauet, mens det ved opfyldelse af EURO 5 forventes at være 5-6 pct. lavere end EURO III niveauet. Altså evt. en lille, men usikker stigning i brændstofforbruget fra EURO 4 til EURO 5.

⁴⁷ Personlig meddelelse Per Lyngholm, GE Jenbacher.

Omkostningerne (investering) for de enkelte årgange er beregnet ved at gange beløbene fra Tabel 14-3 med antallet af biler, der nyregistreres i de enkelte år.

NO_x-reduktionerne beregnes ud fra forskellen i emissionsfaktorerne opgivet i g/km mellem EURO 4 og EURO 5 biler, den forventede årskørsel for de enkelte biltyper samt den forventede bilbestand for hver af de berørte årgange. Emissionsfaktorerne stammer fra DMU⁴⁸ og kan ses i Tabel 14-5⁴⁹. Samtlige data kan ses af bilagene 3-8.

Tabel 14-5 Emissionsfaktorer for NO_x, g/km.

Biltype	EURO 4	EURO 5
Lastbiler 3,5 – 7,5 tons	0,7033	0,4023
Lastbiler 7,5 – 16 tons	1,3399	0,7665
Lastbiler 16 – 32 tons	1,9674	1,1262
Lastbiler > 32 tons	2,9313	1,6779
Bybus	3,4547	1,9757
Turistbus	1,9823	1,1343

Kilde: DMU

Nedenfor ses et eksempel på beregningerne af omkostninger og miljøeffekter for en enkelt årgang af lastbiler.

⁴⁸ Winther, M. personlig meddelelse.

⁴⁹ Emissionsfaktorerne angiver bilens udledning ved den gennemsnitlige kørsel i virkelighedens verden (vægtet mht. motorvejskørsel, bykørsel osv.), mens grænseværdierne for emissionerne fra Tabel 14-1 gælder for kørsel under helt bestemte forhold. De faktiske emissionsfaktorer afviger fra grænseværdierne.

Regneeksempel for 3,5-7,5 tons lastbiler år 2009

Omkostninger og miljøeffekter beregnes på baggrund af følgende data:

(1) Meromkostning per bil (kr.)	6750
(2) Antal biler registreret i 2009	409
(3) Bilbestand i 2009, årgang 2008	392
(4) Antal km kørt i 2009 pr. bil	26754
(5) AdBlue-forbrug pr. km (liter)	0,0017
(6) EURO 4 emissionsfaktor (g NO _x /km)	0,7033
(7) EURO 5 emissionsfaktor (g NO _x /km)	0,4023

Reduktion af NO_x i 2009 ((6)-(7))×((2)+(3))×(4):

Ændring i emissionsfaktor fra EURO4 til EURO5 multipliceret med antal biler i 2009 berørt af fremrykningen og deres antal årlige kørte km. De berørte årgange er 2008 og 2009.

$$(0,70 - 0,40) \text{ g / km} \times (409 + 392) \times 26754 \text{ km} = 6,45 \text{ tons}$$

Meromkostninger i 2009 ved at opfylde EURO 5 i stedet for EURO4 (1)×(2):

Antal nye biler i 2009 multipliceret med meromkostningen per bil.

$$409 \times 6.750 \text{ kr} = 2,76 \text{ mill kr}$$

Driftsomkostninger i 2009 (5)×((2)+(3))×(4)× 5kr/liter:

Ekstra AdBlue-forbrug pr. km multipliceret med antal biler i 2009 berørt af fremrykningen og deres antal årlige kørte km multipliceret med AdBlue-prisen på 5 kr/liter.

$$0,00171 \text{ l / km} \times (409 + 392) \times 26754 \text{ km} \times 5 \text{ kr / l} = 182.154 \text{ kr}$$

Tiltaget handler om en fremrykning af nogle miljøkrav. Derfor er der ikke tale om nogen varig miljøgevinst ved tiltaget, men derimod om en miljøeffekt koncentreret om nogle få år (2008-2011), for derefter langsomt at ebbe ud. Miljøeffekten kulminerer i 2009, hvor der fjernes i alt 373 tons NO_x. Efterhånden som bilerne skrottes falder NO_x-reduktionerne til nul. Inden udgangen af 2034 forventes alle biler fra de berørte årgange stort set at være skrottet. Derfor ligger alle miljøkonsekvenserne af tiltaget indenfor den anførte tidshorison.

Tabel 14-6 Budgetøkonomiske omkostninger og NO_x-reduktioner, Fremrykning af EU-RO5-normer (2004 priser)

År	Investering	Drift	Omkostning i alt	NO _x
	Mill. kr.	Mill. kr.	Mill. kr.	Tons
2005	0	0	0	0
2006	0	0	0	0
2007	0	0	0	0
2008	79	5	83	189
2009	79	9	88	373
2010	0	9	9	359
2011	0	8	8	344
2012	0	8	8	329
2013	0	7	7	314
2014	0	7	7	299
2015	0	7	7	283
2016	0	6	6	267
2017	0	6	6	251
2018	0	6	6	234
2019	0	5	5	217
2020	0	5	5	200
2021	0	4	4	183
2022	0	4	4	165
2023	0	4	4	147
2024	0	3	3	129
2025	0	3	3	110
2026	0	2	2	92
2027	0	2	2	72
2028	0	1	1	53
2029	0	1	1	33
2030	0	0	0	20
2031	0	0	0	13
2032	0	0	0	8
2033	0	0	0	3
2034	0	0	0	1
NPV	122	59	180	2465
Omkostning mill.kr/år (30 år)				13
Omkostning kr./kg NO _x				73

Omkostningerne udgør 180 mill.kr. i nutidsværdi, hvilket svarer til 13 mill.kr. pr. år. Der fjernes i 2010 i alt 359 tons NO_x, og det koster 73 kr. pr. kg fjernet NO_x.

Fremrykningen er som nævnt kun tilladt ved at anvende økonomiske styringsinstrumenter. De nye tunge køretøjer, der opfylder EURO5 før tid, får i 2008 og 2009 et tilskud det første år på 30 pct. af merproduktionsomkostningerne. Tilskuddet udgør 2025 kr., 4500 kr. og 5175 kr. for hhv. lille, mellem, stor lastbil og 4613 kr. for busser.

Tilskuddet dækker ikke hele merprisen, men kun 30 pct. heraf. Det antages forenklet, at salget af tunge køretøjer ikke ændres pga. prisstigningen. Dette begrundes med, at dette tiltag ikke er blandt de mest relevante. Tiltaget har ikke det store potentiale for NO_x reduktion, faktisk kun lige over bagatelgrænsen. Det hører i forvejen til blandt de dyreste tiltag, og medtagelse af ændret efterspørgsel som følge af højere pris vil kun yderligere fordyre tiltaget. Derfor er det valgt ikke at bruge yderligere ressourcer på beregningerne. Desuden er det en stor svaghed ved tiltaget, at tilskuddet ikke er tilstrækkeligt til at sikre

salg af disse biler, som bliver dyrere end de biler, som ikke opfylder EURO5 før tid.

Nye tunge køretøjer får et tilskud fra 2025-5175 kr. pr. køretøj alt efter køretøjets størrelse. Dette giver statslige udgifter på ca. 25 mill.kr. pr. år i 2008 og 2009.

Tabel 14-7 Budgetøkonomiske nettoomkostninger for hhv. staten og bilisterne, Fremrykning af EURO5 køretøjer (2004-priser)

	Staten	Bilister /bilproducent
År	Mill.kr.	Mill.kr.
2005	0	0
2006	0	0
2007	0	0
2008	25,0	58,3
2009	26,4	61,7
2010	2,6	6,0
2011	2,5	5,7
2012	2,4	5,5
2013	2,2	5,2
2014	2,1	5,0
2015	2,0	4,7
2016	1,9	4,5
2017	1,8	4,2
2018	1,7	3,9
2019	1,6	3,6
2020	1,4	3,3
2021	1,3	3,0
2022	1,2	2,8
2023	1,1	2,5
2024	0,9	2,1
2025	0,8	1,8
2026	0,7	1,5
2027	0,5	1,2
2028	0,4	0,9
2029	0,2	0,6
2030	0,1	0,3
2031	0,1	0,2
2032	0,1	0,1
2033	0,0	0,1
2034	0,0	0,0
NPV i 2004	54,1	126,2

Note: Tilskuddet for tunge køretøjer gives kun i 2008-2009, altså i bilens første leveår. Dækker meromkostningerne, dvs. både investering og drift. Driftsomkostningerne fortsætter udover bilens første år i hele bilens levetid, dvs. efter 2008-2009. Beregningsteknik valgt at lade tilskuddet fortsætte efter 2008-2009 til dækning af driftsomkostningerne. Kunne alternativt have beregnet nutidsværdien af driftsomkostningerne og ladet det indgå i tilskuddet det første år. Dette ville have givet samme resultat.

Tabel 14-7 viser de budgetøkonomiske omkostninger for staten i form af den direkte påvirkning af statens finanser. Staten får nettoomkostninger i form af tilskud på i alt 54 mill.kr. i nutidsværdi. Det statslige tilskud dækker kun 30 pct. af merprisen. Bilisterne får omkostninger svarende til 70 pct. af merprisen. Dette giver nettoomkostningerne på 126 mill.kr. i nutidsværdi. Det antages, at bilproducenterne overvælter meromkostningerne på bilprisen.

14.4 Velfærdsøkonomiske omkostninger

De velfærdsøkonomiske omkostninger består af følgende:

- Der er et velfærdsmæssigt tab forbundet med investerings- og driftsudgifter, idet ressourcerne hertil trækkes bort fra anden anvendelse.
- Staten giver et tilskud, hvilket indebærer et velfærdstab ved at offentligt forbrug må nedsættes svarende til tilskuddets størrelse.
- Prisen på biler sættes imidlertid op igen som følge af de øgede produktionsomkostninger, hvorved forbrugerne mister det ved tilskuddet vundne konsumentoverskud igen - forbrugerne har altså netto mistet det offentlige forbrug forbundet med tilskuddet.
- En anden skat eller afgift hæves efterfølgende for at kunne fastholde det offentlige forbrug, hvorved forbrugerne mister et skatteforvridningstab, men opnår at bibeholde det offentlige forbrug.

Konklusionen bliver, at hele omlægningen resulterer i velfærdsmæssige omkostninger svarende til de øgede investerings- og driftsomkostninger plus skatteforvridningstab på 20 pct. af provenutabet.

De velfærdsøkonomiske omkostninger til investering og drift er beregnet ved at forhøje de budgetøkonomiske omkostninger med nettoafgiftsfaktoren på 1,17. De velfærdsøkonomiske omkostninger til investering og drift udgør for 211 mill.kr. i nutidsværdi, jf. Tabel 14-8.

Udover NO_x-reduktionen er der ikke andre miljøeffekter ved tiltaget. Dette hænger sammen med, at grænseværdierne for andre miljøeffekter end NO_x ikke forventes skærpet. At der dermed ikke sker nogle reduktioner af partikler, HC og CO er dog en forenklet antagelse, idet benyttelse af SCR på lastbiler og busser også har effekt på disse emissioner⁵⁰. Det skønnes dog, at værdien af disse evt. positive miljøeffekter vil være minimal, og der ses derfor bort fra disse.

Værdien af miljøeffekterne er beregnet ved hjælp af de respektive priser i tabel 2-3. Værdien af NO_x-reduktionerne udgør 211 mill. kr. i nutidsværdi, jf. Tabel 14-8.

Det tabte afgiftsprovener for staten og det statslige tilskud skal ikke indgå i de velfærdsøkonomiske omkostninger, da der er tale om en transferering fra én sektor til en anden. Men statens provenutab og tilskud medfører et velfærdsøkonomisk tab i form af et forvridningstab, idet det antages, at en anden generel skat – indkomstskat eller afgifter – forhøjes for at kompensere for statens nettoomkostninger, jf. afsnit 2.7.

Velfærdstabets beregnes som 20 pct. af statens nettoomkostninger forhøjet med den generelle nettoafgiftsfaktor på 1,17. Statens nettoomkostninger fremgår af tabel 14-7. Dette giver velfærdsøkonomiske omkostninger på 13 mill.kr. i nutidsværdi. Disse omkostninger skal lægges oveni tiltagets øvrige velfærdsøkonomiske omkostninger til investering og drift.

Tabel 14-8 Samlede velfærdsøkonomiske omkostninger, Fremrykning af

⁵⁰ Kilde: Brancheforeningen DEEC, www.deec.dk

EURO5-normer (2004 priser)

År	Investering	Drift	Forvridningstab	Omkostning i alt	NO _x	NO _x Værdi
	Mill. Kr.	Mill. Kr.	Mill.kr.	Mill. Kr.	Tons	Mill. kr.
2005	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0
2008	92	5,46	5,9	103,4	189	16,20
2009	93	10,39	6,2	109,3	373	31,92
2010	0	9,99	0,6	10,6	359	30,69
2011	0	9,59	0,6	10,2	344	29,44
2012	0	9,17	0,6	9,7	329	28,16
2013	0	8,75	0,5	9,3	314	26,86
2014	0	8,32	0,5	8,8	299	25,54
2015	0	7,88	0,5	8,4	283	24,20
2016	0	7,44	0,4	7,9	267	22,83
2017	0	6,99	0,4	7,4	251	21,44
2018	0	6,53	0,4	6,9	234	20,03
2019	0	6,06	0,4	6,4	217	18,59
2020	0	5,58	0,3	5,9	200	17,13
2021	0	5,10	0,3	5,4	183	15,64
2022	0	4,60	0,3	4,9	165	14,13
2023	0	4,10	0,2	4,3	147	12,59
2024	0	3,59	0,2	3,8	129	11,03
2025	0	3,07	0,2	3,3	110	9,45
2026	0	2,55	0,2	2,7	92	7,83
2027	0	2,01	0,1	2,1	72	6,20
2028	0	1,47	0,1	1,6	53	4,53
2029	0	0,92	0,1	1,0	33	2,84
2030	0	0,55	0	0,6	20	1,71
2031	0	0,37	0	0,4	13	1,14
2032	0	0,22	0	0,2	8	0,69
2033	0	0,10	0	0,1	3	0,29
2034	0	0	0	0,0	1	0
NPV	142	69	12,7	224		211
CBA NPV mill.kr.						-14
Omkostning mill.kr/år (30 år)						16,2
Omkostning kr./kg						91

De samlede velfærdsøkonomiske omkostninger bliver da 224 mill.kr. i nutidsværdi, jf. tabel 14-8. Miljøeffekten (reduktion af NO_x) har en værdi af 211 mill.kr. i nutidsværdi. Tiltaget får derved et velfærdsøkonomisk underskud på 13 mill.kr. i nutidsværdi. De velfærdsøkonomiske omkostninger pr. kg. NO_x udregnes som nutidsværdien af de samlede omkostninger divideret med nutidsværdien af mængden af fjernet NO_x. Omkostningerne pr. kg fjernet NO_x bliver 91 kr. pr. kg NO_x.

Det skal bemærkes, at der opereres med en provenuneutral model, idet det antages, at en anden skat/afgift hæves for at udligne provenutabet fra tilskuddet til de miljøvenlige biler. Der er i beregningen ikke taget stilling til, hvilken specifik skat/afgift der i givet fald skulle hæves, herunder implikationerne i forhold til skattestoppet.

15 Fremrykning af EURO 6-normer for tunge køretøjer

15.1 Beskrivelse af tiltaget og dets konsekvenser

I forlængelse af foregående kapitel, omhandler dette kapitel beregninger af op til 5 års fremrykning af EURO 6 normer for lastbiler og busser. Da EURO 6 normerne ligger længere ude i fremtiden end EURO 5, er beregningerne behæftet med væsentligt større usikkerhed. Resultaterne må derfor betragtes som usikre skøn. Det skal også nævnes, at det er tvivlsomt om der, så mange år før normerne træder i kraft, findes biler på markedet, der opfylder de skærpede krav. Dette tyder de hidtidige erfaringer nemlig ikke på.

EURO 6 forventes at træde i kraft primo 2013. Der er p.t. ikke fastsat grænseværdier for EURO 6, men den tyske miljøstyrelse⁵¹ har foreslået en grænseværdi på 0,5 g/kWh. Dette svarer til en reduktion på 1,5 g/kWh i forhold til EURO5, hvilket er en relativ skærpelse på 75 pct. Grænseværdierne for partikler, HC og CO forventes ikke skærpet.

I modsætning til EURO5 foreligger der ikke grundige undersøgelser af meromkostningerne ved produktionen af EURO 6 køretøjer. Meromkostningerne er dermed baseret på et meget forsigtigt skøn på 60.000-80.000 kr. pr. bil⁵².

Der regnes på op til 5 års fremrykning, dvs. fra primo 2013 til primo 2008. De biler, der berøres, er dermed årgangene 2008-2012. Der ses kun på reduktioner og meromkostninger i forhold til EURO 5 biler, dvs. tiltaget kan ses som en yderligere skærpelse i forhold til fremrykningen af EURO 5 fra kapitel 14, og reduktionspotentialen kan lægges oveni potentialen fra dette tiltag.

Der er i lighed med fremrykning af EURO5 valgt en model med engangstilskud for de tunge køretøjer (lastbiler og busser). Tilskuddet gives kun i køretøjets første år, og ordningen ophører, når EURO-normen bliver obligatorisk.

15.2 Sammenfatning af budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger for fremrykning af euro 6-normer

Tiltaget hører til i den velfærdsøkonomisk absolut dyre ende, kun overgået af havvindmøller og skift fra diesel- til benzinbiler blandt de analyserede. Tiltaget giver da også et velfærdsøkonomisk underskud. Reduktionspotentialen på ca. 500 tons NO_x i 2010 er heller ikke blandt de højeste.

Tabel 15-1 viser reduktionspotentialerne i hhv. 2010 og 2012 og omkostningerne ved hhv. 3 og 5 års fremrykning. Bemærk at de første 2 års fremrykning ikke vil have nogen effekt på NO_x udledningen i 2010. Der skal fremryk-

⁵¹ German Federal Environmental Agency (2003): Future Diesel - Exhaust gas legislation for passenger cars, light duty commercial vehicles, and heavy duty vehicles - Updating of limit values for diesel vehicles.

⁵² Kilde: Erik Iversen, Industri & Transport, Miljøstyrelsen.

kes mindst 3 år, før der sker en reduktion i 2010, og den maksimale reduktion sker først i 2012.

3 års fremrykning af EURO 6 for lastbiler og busser vil give en NO_x reduktion på 193 tons i 2010 og 562 tons i 2012. 5 års fremrykning vil give reduktioner på op til 553 tons i 2010 og 893 tons i 2012, hvilket skal ses som en absolut øvre grænse.

Budgetøkonomisk koster den maksimale fremrykning på 5 år bilisterne 64 mill. kr. pr. år, hvorimod en fremrykning på kun 3 år koster 36 mill. kr. pr. år. De resterende omkostninger dækkes af staten, der yder et et-årigt tilskud til de miljøvenlige biler, der opfylder EURO6 før tid. Statens årlige omkostninger udgør 16 og 27 mill.kr. for hhv. 3 og 5 års fremrykning. Prisen for bilisterne er 153 kr./kg NO_x, uanset hvor mange år der fremrykkes, idet et ekstra års fremrykning blot omfatter flere biler, som har de samme omkostninger og reduktionspotentialer. Dvs. forholdet mellem omkostninger og NO_x-reduktioner er konstant, uanset hvor mange år der fremrykkes.

Velfærdsøkonomisk giver 5 års fremrykning et underskud på 1,1 mia. kr. i nutidsværdi, mens tre års fremrykning giver et underskud på ca. 600 mill. kr. Den velfærdsøkonomiske skyggepris er 271 kr. pr. kg NO_x.

Tabel 15-1 Oversigt over budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger for fremrykning af euro 6-normer (2004-priser)

Antal år fremrykket		3 år	5 år
Miljøeffekt 2010 – NO _x reduktion	Tons/år	193	553
Miljøeffekt 2012 – NO _x reduktion	Tons/år	562	893
Budgetøkonomisk			
Bilejerne			
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	36	64
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	153	153
Staten			
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	16	27
Velfærdsøkonomisk			
CBA nutidsværdi (overskud)	Mill.kr.	-606	-1066
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	64	113
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	271	271

15.3 Budgetøkonomisk opgørelse

Meromkostningerne til produktionen af en EURO 6 bil i forhold til en EURO 5 bil er skønnet til at ligge mellem 60.000 og 80.000 kr. Der regnes derfor med en gennemsnitsomkostning på 70.000 kr. pr. bil. Det forudsættes, at dette beløb er inkl. nutidsværdien af eventuelle driftsomkostninger.

Tabel 15-2 Emissionsfaktorer, g/km

Biltype	EURO 5	EURO 6
Lastbiler 3,5-7,5 tons	0,402	0,101
Lastbiler 7,5-16 tons	0,766	0,192
Lastbiler 16-32 tons	1,126	0,282
Lastbiler >32 tons	1,678	0,419
Bybus	1,976	0,494
Turist bus	1,134	0,284

Reduktionerne beregnes ud fra emissionsfaktorerne for EURO 5 fra DMU, som kan ses af Tabel 15-2. Emissionsfaktorerne for EURO 6 er beregnet som 25 pct. af emissionsfaktorerne for EURO 5.

Tabel 15-3 viser de budgetøkonomiske omkostninger og NO_x-reduktioner ved en fremrykning af EURO 6-normer på hhv. 3 og 5 år. Udregningerne er foretaget efter samme fremgangsmåde som ved fremrykning af EURO 5 normer. Der henvises derfor til beregningseksemplet i kapitel 14. Som i det tidligere kapitel vedrører effekterne alene de ekstra årgange af køretøjer, der bliver berørt af tiltaget. Bilbestand og årskørsel for de berørte årgange stammer fra DMU, jf. bilag 6-7.

Investeringsomkostningerne udgør 714 mill.kr. i nutidsværdi for 3 års fremrykning og 1,25 mia.kr. i nutidsværdi for 5 års fremrykning. Der fjernes i 2010 193 tons NO_x ved 3 års fremrykning og 553 tons ved 5 års fremrykning. I 2012 kommer reduktionerne op på 562 tons og 893 tons for hhv. 3 og 5 års fremrykning. Det koster 218 kr. pr. kg NO_x at fremrykke EURO 6 uanset antallet af år, der fremrykkes.

Tabel 15-3 Budgetøkonomiske omkostninger og NO_x-reduktioner, Fremrykning af EURO 6-normer (2004 priser)

Antal år fremryk- ket	3 år		5 år	
	Investering	NO _x	Investering	NO _x
År	mill. Kr.	Tons	mill. kr.	Tons
2005	0	0	0	0
2006	0	0	0	0
2007	0	0	0	0
2008	0	0	350	190
2009	0	0	352	375
2010	355	193	355	553
2011	357	381	357	726
2012	360	562	360	893
2013	0	540	0	855
2014	0	517	0	817
2015	0	494	0	778
2016	0	471	0	739
2017	0	447	0	698
2018	0	422	0	657
2019	0	398	0	616
2020	0	372	0	573
2021	0	347	0	530
2022	0	321	0	487
2023	0	294	0	442
2024	0	267	0	397
2025	0	240	0	351
2026	0	212	0	304
2027	0	184	0	257
2028	0	155	0	208
2029	0	126	0	159
2030	0	96	0	117
2031	0	66	0	76
2032	0	42	0	44
2033	0	22	0	22
2034	0	11	0	11
NPV i 2004	714	3270	1254	5741
Omkostning mill.kr./år (30 år)		52		91
Omkostning kr./kg		218		218

Staten må give et tilskud på maksimalt 30 pct. af merproduktionsomkostningerne ved fremrykningen i lighed med EURO5. Ved 3 års fremrykning får nye tunge køretøjer et tilskud i 2010-2012 og ved 5 års fremrykning gives tilskuddet i 2008-2012. Merproduktionsomkostningerne ved EURO6 udgør 70.000 kr. pr. bil. Der er regnet med et tilskud på 21.000 kr. pr. bil.

Staten får et provenutab i perioden 2010-2012 og 2008-2012 ved hhv. 3 og 5 års fremrykning. Staten finansierer 30 pct. af meromkostningerne, og de resterende 70 pct. dækkes af bilisterne over bilprisen, idet det antages, at bilproducenterne overvælter meromkostningerne på bilprisen. Bilproducenterne får derved ikke meromkostninger.

Det antages forenklet i lighed med fremrykning for EURO5, at salget af lastbiler ikke ændres pga. prisstigningen. Men at tilskuddet drejer efterspørgslen over mod de miljøvenlige køretøjer. Der henvises til afsnit 14.3 for yderligere begrundelse.

Tabel 15-4 viser de budgetøkonomiske omkostninger for staten i form af den direkte påvirkning af statens finanser.

Tabel 15-4 Budgetøkonomiske nettoomkostninger for hhv. staten og bilisterne, Fremrykning af EURO6 (2004-priser)

År	3 år		5 år	
	Staten	Bilister	Staten	Bilister
	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.
2005	0	0	0	0
2006	0	0	0	0
2007	0	0	0	0
2008	0	0	105	245
2009	0	0	106	247
2010	106	248	106	248
2011	107	250	107	250
2012	108	252	108	252
2013	0	0	0	0
2014	0	0	0	0
2015	0	0	0	0
2016	0	0	0	0
2017	0	0	0	0
2018	0	0	0	0
2019	0	0	0	0
2020	0	0	0	0
2021	0	0	0	0
2022	0	0	0	0
2023	0	0	0	0
2024	0	0	0	0
2025	0	0	0	0
2026	0	0	0	0
2027	0	0	0	0
2028	0	0	0	0
2029	0	0	0	0
2030	0	0	0	0
2031	0	0	0	0
2032	0	0	0	0
2033	0	0	0	0
2034	0	0	0	0
NPV i 2004	214,1	499,6	376,2	877,7

Note: Andelen for staten er 70 pct. og 30 pct. for bilister.

Staten får nettoomkostninger i form af tilskud på 214 mill.kr. i nutidsværdi ved tre års fremrykning. Bilsternes omkostninger udgør 500 mill.kr. i nutidsværdi. Ved 5 års fremrykning øges omkostningerne til en nutidsværdi på 376 mill.kr. og 878 mill.kr. for hhv. stat og biler.

15.4 Velfærdsøkonomisk opgørelse

Tabel 15-5 viser de velfærdsøkonomiske omkostninger til investering og drift ved fremrykning af EURO 6 normerne.

Tabel 15-5 Velfærdsøkonomiske omkostninger til investering og drift, Fremrykning af EURO 6-normer (2004-priser)

Antal år fremrykket	3 år			5 år		
	Investering	Miljøeffekt	Værdi miljøeffekt	Investering	Miljøeffekt	Værdi miljøeffekt
År	Mill kr	Tons	Mill kr	Mill kr	Tons	Mill kr
2005	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	409	190	16
2009	0	0	0	412	375	32
2010	415	193	17	415	553	47
2011	418	381	33	418	726	62
2012	421	562	48	421	893	76
2013	0	540	46	0	855	73
2014	0	517	44	0	817	70
2015	0	494	42	0	778	67
2016	0	471	40	0	739	63
2017	0	447	38	0	698	60
2018	0	422	36	0	657	56
2019	0	398	34	0	616	53
2020	0	372	32	0	573	49
2021	0	347	30	0	530	45
2022	0	321	27	0	487	42
2023	0	294	25	0	442	38
2024	0	267	23	0	397	34
2025	0	240	21	0	351	30
2026	0	212	18	0	304	26
2027	0	184	16	0	257	22
2028	0	155	13	0	208	18
2029	0	126	11	0	159	14
2030	0	96	8	0	117	10
2031	0	66	6	0	76	6
2032	0	42	4	0	44	4
2033	0	22	2	0	22	2
2034	0	11	1	0	11	1
NPV	835	3270	280	1467	5741	491

De velfærdsøkonomiske omkostninger til investering og drift er beregnet ved at forhøje de budgetøkonomiske omkostninger med nettoafgiftsfaktoren på 1,17. De velfærdsøkonomiske omkostninger til investering og drift udgør hhv. 835 og 1467 mill.kr. i nutidsværdi for 3 og 5 års fremrykning.

Udover NO_x-reduktionen er der ikke andre miljøeffekter ved tiltaget, idet grænseværdierne for andre miljøeffekter end NO_x ikke forventes skærpet.

Værdien af NO_x-reduktionen er beregnet ved hjælp af NO_x-prisen fra tabel 2-3 og udgør hhv. 280 og 491 mill. kr. i nutidsværdi for 3 og 5 års fremrykning, jf. Tabel 15-5.

Det statslige tilskud skal ikke indgå i de velfærdsøkonomiske omkostninger, da der er tale om en transferering fra én sektor til en anden. Men tilskuddet medfører et velfærdsøkonomisk tab i form af et forvriddningstab, idet det antages, at en anden generel skat – indkomstskat eller afgifter – forhøjes for at kompensere for statens nettoomkostninger, jf. afsnit 2.7.

Velfærdstabets beregnes som 20 pct. af statens nettoomkostninger forhøjet med den generelle nettoafgiftsfaktor på 1,17. Statens nettoomkostninger fremgår af tabel 15-4. Dette giver velfærdsøkonomiske omkostninger på 50 mill.kr. i nutidsværdi for 3 års fremrykning og 88 mill.kr. i nutidsværdi for 5 års fremrykning, jf. tabel 15-6. Disse omkostninger skal lægges oveni tiltagets øvrige velfærdsøkonomiske omkostninger til investering og drift.

Tabel 15-6 Velfærdsøkonomiske forvriddningsomkostninger, Fremrykning af EURO6 (2004-priser)

	3 års fremrykning	5 års fremrykning
År	Mill.kr.	Mill.kr.
2005	0	0
2006	0	0
2007	0	0
2008	0	25
2009	0	25
2010	25	25
2011	25	25
2012	25	25
2013	0	0
2014	0	0
2015	0	0
2016	0	0
2017	0	0
2018	0	0
2019	0	0
2020	0	0
2021	0	0
2022	0	0
2023	0	0
2024	0	0
2025	0	0
2026	0	0
2027	0	0
2028	0	0
2029	0	0
2030	0	0
2031	0	0
2032	0	0
2033	0	0
2034	0	0
NPV i 2004	50,1	88,0

De samlede velfærdsøkonomiske omkostninger bliver da 885 mill.kr. i nutidsværdi for 3 års fremrykning, jf. tabel 15-7. Miljøeffekten (reduktion af NO_x) har en værdi af 280 mill.kr. i nutidsværdi. Tiltaget får derved et velfærdsøkonomisk underskud på 606 mill.kr. i nutidsværdi. De velfærdsøkonomisk om-

costninger pr. kg. NO_x bliver 271 kr. pr. kg NO_x. For 5 års fremrykning bliver underskuddet 1066 mill.kr. i nutidsværdi og skyggeprisen er uændret 271 kr. pr. kg NO_x.

Det skal bemærkes, at der som for fremrykning af EURO5 opereres med en provenuneutral model, idet det antages, at en anden skat/afgift hæves for at udligne de statslige udgifter til tilskuddet for de miljøvenlige biler. Der er i beregningen ikke taget stilling til, hvilken specifik skat/afgift der i givet fald skulle hæves, herunder implikationerne i forhold til skattestoppet.

Tabel 15-7 Velfærdsøkonomiske omkostninger i alt, Fremrykning af EURO6-normer (2004-priser)

År	3 års fremrykning				5 års fremrykning			
	Investering og drift	Forvridning	Omkostninger i alt	Miljøeffekt	Investering og drift	Forvridning	Omkostninger i alt	Miljøeffekt
	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.	Mill.kr.
2005	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	409	25	434	16
2009	0	0	0	0	412	25	437	32
2010	415	25	440	17	415	25	440	47
2011	418	25	443	33	418	25	443	62
2012	421	25	447	48	421	25	447	76
2013	0	0	0	46	0	0	0	73
2014	0	0	0	44	0	0	0	70
2015	0	0	0	42	0	0	0	67
2016	0	0	0	40	0	0	0	63
2017	0	0	0	38	0	0	0	60
2018	0	0	0	36	0	0	0	56
2019	0	0	0	34	0	0	0	53
2020	0	0	0	32	0	0	0	49
2021	0	0	0	30	0	0	0	45
2022	0	0	0	27	0	0	0	42
2023	0	0	0	25	0	0	0	38
2024	0	0	0	23	0	0	0	34
2025	0	0	0	21	0	0	0	30
2026	0	0	0	18	0	0	0	26
2027	0	0	0	16	0	0	0	22
2028	0	0	0	13	0	0	0	18
2029	0	0	0	11	0	0	0	14
2030	0	0	0	8	0	0	0	10
2031	0	0	0	6	0	0	0	6
2032	0	0	0	4	0	0	0	4
2033	0	0	0	2	0	0	0	2
2034	0	0	0	1	0	0	0	1
NPV i 2004	835,1	50,1	885,2	279,6	1467,0	88,0	1555,0	490,9
CBA NPV mill.kr.					-606			
Omkostning mill.kr/år (30 år)					64,3			
Omkostning kr./kg					271			
					-1066			
					113,0			
					271			

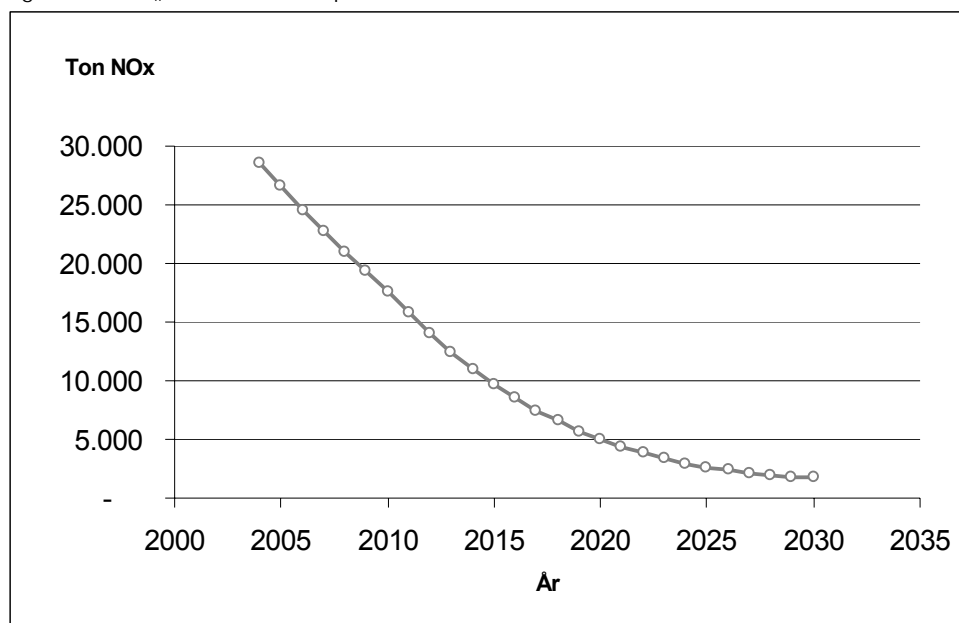
16 Reduktion af dieselandel for lette køretøjer

Vejtrafikken bidrager med det største enkeltbidrag til NO_x emissionerne (ca. 34 pct.). Formålet med dette kapitel er at vurdere potentielle muligheder for at nedbringe NO_x -emissionerne fra person- og varebiltrafikken ved at reducere andelen af dieselmotorer til fordel for benzindrevne motorer. Derudover vurderes hvilke virkemidler, der kan bruges til at ændre dieselandelen, og hvilke omkostninger det vil have at reducere NO_x -emissionerne på denne måde.

16.1 Potentialer for NO_x besparelser

Nedenstående figur viser NO_x -emissionerne for personbiler fra i dag frem til 2030. Det fremgår at NO_x -emissionerne fra person- og varebiltrafikken vil aftage markant i de følgende år. Reduktionerne i NO_x skyldes alene de skærpede emissionskrav, der løbende reducerer NO_x -emissionerne.

Figur 16-1 NO_x -emissioner fra personbiltrafikken 2004 - 2030.

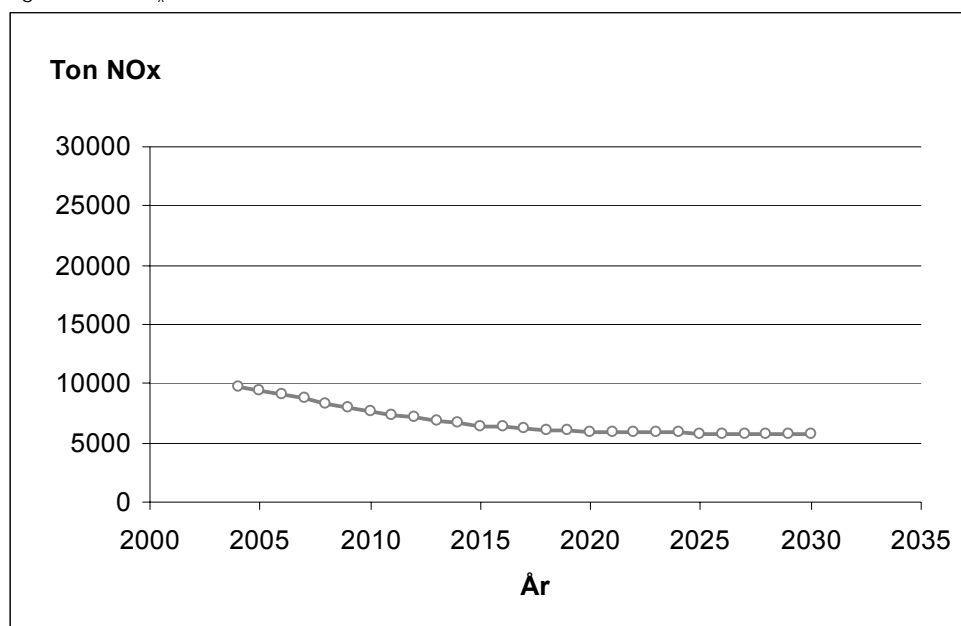


Kilde: DMU emissionsfaktorer frem til og med EURO 4. Tysk forslag til EURO 5 implementeres i 2010. Årskørsel fra DMU, Antal biler fra bilvalgsmodellen.

Prognosen for personbiler vist ovenfor passer rimeligt godt med DMU's prognose frem til 2010, selv om prognosen for antal biler stammer fra forskellige kilder. Fra 2010 og frem viser DMU's prognose markant højere NO_x -emissioner end ovenstående figur. Det skyldes, at DMU ikke medregner den forbedring, der forventes at komme for de nye biler med den kommende EURO V norm.

Nedenstående figur viser tilsvarende tal for varebilerne.

Figur 16-2 NO_x-emissioner fra varebiltrafikken 2004 - 2030.



For varebilerne ses et mindre markant fald i NO_x-emissionerne. Antagelig er niveauet på lang sigt dog overvurderet, idet der forventes skærpelse af normer i fremtiden. Det tyske forslag opererer med 0,08 g/km for mindre og mellemstore varebiler og 0,1 for varebiler over 1760 kg. Det tyske forslag ville antagelig medføre, at de samlede emissioner fra varebilerne kommer en del under 5.000 tons på lang sigt. Siden der blev indført katalysatorer på benzinbilerne har NO_x-emissionerne fra benzinbilerne været langt lavere i forhold til dieslbilerne. Derfor er det naturligt at se på, om det er muligt at reducere de samlede NO_x emissioner ved at reducere antallet af dieslbiler til fordel for benzinbiler.

Potentialet for reduktion af NO_x emissioner i 2010 ved reduktion af dieselandelen er illustreret i den følgende tabel for personbiler.

Tabel 16-1 Forventede NO_x-emissioner fra personbiler i 2010

		Antal biler	Års-kørsel	g NO _x /km	Ton NO _x /år	kg NO _x per bil
Benzin	Pre EURO	31.183	11.040	2,25	773	25
	EURO I	348.608	16.500	0,90	5.196	15
	EURO II	490.151	18.540	0,38	3.484	7
	EURO III	392.638	22.270	0,22	1.953	5
	EURO IV	285.231	28.470	0,07	596	2
	EURO V	75.932	28.470	0,03	65	1
	Alle	1.623.743	20.710		12.001	
Diesel	Pre EURO	1.895	15.000	0,89	25	13
	EURO I	15.860	19.640	0,71	221	14
	EURO II	26.214	22.060	0,71	411	16
	EURO III	98.935	27.420	0,54	1.465	15
	EURO IV	101.090	35.060	0,38	1.347	13
	EURO V	26.912	35.060	0,03	28	1
	Alle	270.906	29.410		3.469	

Kilde: Sammensætning bilpark fra bilvalgsmodellen. Emissioner per km for dieslbiler er beregnet fra DMU Forecast, emissionsfaktorer for benzinbiler er taget fra TEMA, men

disse værdier ligger meget tæt på de emissionsfaktorer, som DMU anvender. Årskørsel kommer fra DMU prognose.

Det er valgt at anvende emissionsfaktorer og årskørsel fra DMU prognose, for at beregningerne skal være konsistente med NO_x tallene bag målsætningen.

Det fremgår, at de samlede NO_x emissioner fra dieslbilerne forventes at udgøre 3469 tons pr. år i 2010.

NO_x emissionerne fra benzinbiler udgør ca. 25 pct. af emissionerne fra dieslbilerne (EURO 3 og EURO 4). Dvs. det maksimale potentiale, hvis alle dieslbiler udskiftes med benzinbiler ville være 75 pct. af 3469 = 2600 tons pr. år.

Følgende figur viser de tilsvarende tal for varebiler.

Tabel 16-2 Forventede NO_x-emissioner fra varebiler i 2010

		Antal biler	Årskørsel	g NO _x /km	ton NO _x /år	kg NO _x per bil
Benzin	Pre EURO	4.655	19.861	2,92	270	58
	EURO I	8.052	19.861	1,17	188	23
	EURO II	8.713	19.861	0,50	86	10
	EURO III	19.614	19.861	0,29	113	6
	EURO IV	20.275	19.861	0,10	38	2
	Alle	61.308	19.861		696	11
Diesel	Pre EURO	19.631	19.861	1,21	472	24
	EURO I	33.958	19.861	1,09	735	22
	EURO II	36.746	19.861	1,09	796	22
	EURO III	82.722	19.861	0,92	1.512	18
	EURO IV	85.510	19.861	0,74	1.257	15
	Alle	258.567	19.861		4.771	18

Kilde: Sammensætning bilpark, emissioner per km samt, årskørsel fra DMU prognose

Det fremgår, at de samlede NO_x emissioner fra dieselvarebilerne forventes at udgøre 4.771 tons per år i 2010. En væsentlig del af disse emissioner kommer fra de relativt nye dieselvarebiler.

NO_x emissionerne per km er lavest for de nyeste EURO normer. I en situation hvor alle dieslbilerne overholder EURO IV normen, vil NO_x emissionerne fra dieselvarebilerne være reduceret til ca. 3.800 tons per år. I en situation, hvor alle disse dieslbiler blev skiftet ud med tilsvarende EURO IV benzinbiler, ville de samlede NO_x emissioner således kunne reduceres til 500 tons per år. På mellemlangt sigt er der således en maksimalt potentiel besparelse på 3.000 tons om året ved at udskifte alle dieselvarebiler med benzinbiler.

Det samlede potentiale for NO_x reduktion i 2010 er således ca. 5.600 tons pr. år, 2.600 tons fra personbiler og 3.000 tons fra varebiler i 2010.

Den kommende emissionsnorm, EURO V er endnu ikke vedtaget, men det forventes, at den vil træde i kraft fra 2010. Fra og med EURO V vil der ikke længere være forskellige krav til diesel og benzinbiler. Det betyder, at potentialet for at reducere NO_x emissionerne ved at reducere dieselandelen forsvinder fra 2010, når EURO V bilerne er kommet på markedet.

16.2 Beskrivelse af tiltaget

Dette tiltag drejer sig om at reducere NO_x emissionerne ved at reducere antallet af dieslbiler. Reduktionen af dieslbilerne tænkes at ske ved at omlægge registreringsafgiften, således at dieslbilerne beskattes hårdere. Tiltaget gælder kun for personbiler og ikke varebiler.

Tiltaget pålægger dieslbilerne en ekstra skat fra 2006 til og med 2009. Fra og med 2010 er der ikke længere nogen NO_x gevinst ved at pålægge en ekstraskat på dieslbilerne, idet NO_x emissionerne for diesel- og benzinbiler herfra forventes at være ens. Fra og med 2010 er "NO_x" tillægget derfor fjernet igen.

Der er regnet på en forøgelse af registreringsafgiften på personbiler på 20.000 kr. for dieslbiler. En mindre skat ville forventelig give for lille effekt og en større skat ville antagelig være vanskelig at gennemføre politisk. For at balancere provenuet fra omlægningen af hensyn til skattestoppet er der lavet en reduktion på 4250 kroner for benzindrevne personbiler. Det antages, at skatteændringen kan træde i kraft fra 2006 og ophører i 2009.

Ved beregningen af effekten af tiltaget på personbilsalget anvendes "Bilvalgsmodellen". For en mere detaljeret beskrivelse af denne model henvises til "Bilvalgsmodellen, 2002, Trafikministeriet, Marts 2004.

16.3 Sammenfatning af budget- og vel færdsøkonomiske omkostninger

Når registreringsafgiften for dieslbiler forøges, stiger prisen på dieslbiler og derved vil der blive solgt færre dieslbiler og flere benzinbiler.

Effekten af en sådan omlægning kommer gradvist. Selvom der sælges én færre i år, vil der gå ca. 15 år, før vi får den samlede effekt af denne ændring. Det er nemlig i denne periode, at denne bil alternativt ville have kørt som dieselbil.

Tiltaget pålægger dieslbilerne en ekstra skat fra 2006 til og med 2009. Derfor vil vi først se på, hvordan bilparken ville se ud i 2009 med det beskrevne tiltag. Følgende tabel viser nybilsalg og personbilparken i 2009 med og uden ændringen i registreringsafgiften.

Tabel 16-3 Nybilsalg og bilpark i 2009 ifølge bilvalgsmodellen

	Diesel			Benzin		
	Før	Efter	Forskel	Før	Efter	Forskel
Nybilsalg	25.859	22.269	-3.590	72.963	76.553	3.590
Bilpark	249.803	235.679	-14.125	1.644.845	1.658.970	14.125
Andel nybilsalg	26,2%	22,5%	-3,6%	73,8%	77,5%	3,6%
Andel bilpark	13,2%	12,4%	-0,7%	86,8%	87,6%	0,7%
Registreringsafgift	144.080	168.038	23.958	107.641	102.393	-5.248
Ejerafgift	4.080	4.113	34	2.987	2.983	-4
Km/l	18,5	18,4	-0,1	12,3	12,3	0,0
Årskørsel	20.706	20.940	234	16.000	16.000	0

Det bemærkes, at den gennemsnitlige registreringsafgift for nye dieslbiler stiger med 23.958 og ikke 20.000, som er den ændring skatten ændres med.

Det skyldes, at ændringen i skatterne ændrer efterspørgslen, således at benzinbilerne bliver en lille smule mindre, mens dieslbilerne bliver en lille smule større. Af samme grund falder brændstoffektiviteten for dieslbiler med 0,1 l/km. Tilsvarende bliver effektiviteten lidt bedre for benzinbiler, men ændringen er så lille, at den forsvinder i afrundingen.

Følgende tabeller viser effekten af at reducere antallet af dieslbiler i året 2009. Det fremgår, at de samlede emissioner fra dieslbilerne falder, mens emissioner og brændstofforbrug for benzinbilerne forøges. Disse ændringer skyldes hovedsagelig, at antallet af dieslbiler reduceres.

Tabel 16-4 Brændstof og emissioner for dieslbiler (2009)

	Uden skatteændring	Med skatteændring	Effekt
Brændstof (1000 liter)	278.892	268.143	-10.749
CO2 emissioner (ton)	944.746	901.404	-43.342
Partikler emissioner (ton)	195	187	-8
NO _x besparelse	3.295	3.166	-129

Tabel 16-5 Brændstof og emissioner for benzinbiler (2009)

	Uden skatteændring	Med skatteændring	Effekt
Brændstof (1000 liter)	2.143.087	2.158.750	15.663
CO2 emissioner (ton)	6.750.728	6.808.697	57.970
Partikler emissioner (ton)	367	370	3
NO _x besparelse	16.080	16.102	22

Følgende tabel beregner nettoeffekten på emissionerne som følge af en reduktion af dieselandelen.

Tabel 16-6 Nettoeffekt på emissioner for diesel og benzinbiler, 2009

	Uden skatteændring	Med skatteændring	Effekt
CO2 emissioner (ton)	7.695.473	7.710.101	14.628
Partikler emissioner (ton)	562	557	-5
NO _x besparelse	19.375	19.268	-107

Det fremgår, at nettoeffekten af at reducere dieselandelen ved det beskrevne forslag vil medføre en forøgelse af CO₂ emissionerne på 14.628 tons per år. Samtidig reduceres partikelemissionerne med 5 tons og NO_x emissionerne med 107 tons i 2009.

En reduktion på 107 tons NO_x i 2009 virker meget beskedent, ikke mindst set i forhold til det samlede potentiale på ca. 2.600 tons NO_x for personbiler i 2010, jf. afsnit 16.1. Dette skyldes, at en stor del af det nævnte potentiale på 2.600 ton NO_x hidrører fra ældre biler, som ikke vil blive berørt af nybilbeskatningen her. Dertil kommer, at der skal ret markante skatteændringer til for at give større effekter på bilmarkedet. Ved valget af skatteændringen er der lagt vægt på, at det også skulle være muligt at gennemføre tiltaget politisk. Derfor er det begrænset, hvor store skatteændringer det forventes at kunne gennemføre.

I det følgende opstilles omkostningerne som en tidsserie med årlige omkostninger i perioden 2005-2034 (30-årig periode). Der udregnes nutidsværdi af omkostningerne i 2004 med 6 pct. i rente. Tilsvarende opgøres nutidsværdien

af de øvrige miljøeffekter (i dette tilfælde CO₂ og partikler) og nutidsværdien af NO_x-mængderne. Skyggeprisen findes som nutidsværdien af omkostningerne fratrukket nutidsværdien af de øvrige miljøgevinster, og denne værdi divideres med nutidsværdien af NO_x-reduktionen i tons.

I den følgende tabel er angivet en oversigt over de budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger. Se de følgende afsnit for mere detaljeret beskrivelse af beregning af dødvægtstab, skatteforvridding mv.

Tabel 16-7 Oversigt over budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger- Reduktion af dieselandel (2004-priser).

	Enhed	Landsplan
Miljøeffekt – reduktion af NO _x i 2010	tons/år	106
Budgetøkonomisk		
Borgerne (Bilejere)		
Omkostninger pr. år (30 år)	mill.kr./år	5,6
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	82,40
Stat		
Omkostninger pr. år (30 år)	mill.kr./år	-5,6
Velfærdsøkonomisk		
CBA nutidsværdi 30 år (overskud)	mill.kr.	-336
Omkostninger pr. år (30 år)	mill.kr./år	30,3
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	444

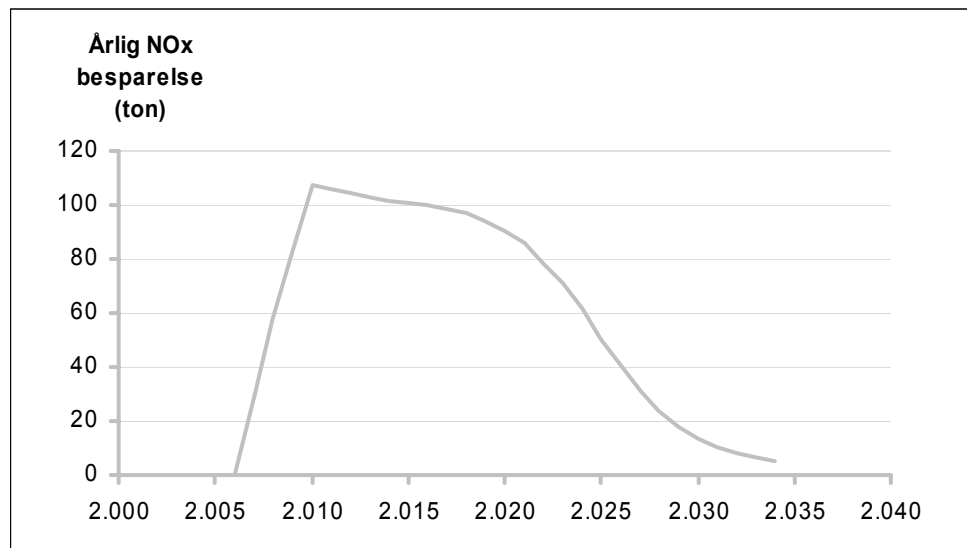
Se afsnit 2.8 for beskrivelse af anvendte priser på miljøeffekter.

Tiltaget er i kraft i 4 år, 2006 - 2009. Det er her de største omkostninger findes. Gevinsten i form af NO_x besparelser, strækker sig i mange år fremover.

Tiltaget fjerner i år 2010 106 tons NO_x. Det giver staten en provenugevinst på 5,6 mill.kr. pr. år fordelt over en 30-årig periode. Den skyldes især, at provenuet fra brændstofafgiften stiger, mens provenu fra den årlige ejerafgift reduceres. Denne provenugevinst modsvares af en tilsvarende udgift for bilejerne. Skyggeprisen (den velfærdsøkonomiske omkostning pr. kg) udgør 444 kroner pr. kg NO_x. Tiltaget giver et velfærdsøkonomisk underskud på 336 mill.kr. i nutidsværdi.

Effekten af tiltaget sker i takt med at antallet af dieslbiler reduceres. Følgende figur viser hvordan effekten på NO_x emissionerne fordeler sig over tiden.

Figur 16-3 Årlig NO_x besparelse, år for år



Knækket på kurven ved 2010 skyldes, at der i dette år indføres en ny norm, der gør, at NO_x emissionerne for nye biler er ens, uanset diesel eller benzin. Hvis dette ikke sker, ville kurven i stedet fortsætte med at stige og så flade ud på ca. 350 ton per år omkring 2025.

16.4 Budgetøkonomiske omkostninger

Omlægningen af afgiften vil betyde, at personer, der tidligere har valgt at købe dieselbiler, vil blive ringere stillet, mens husholdninger, der tidligere har købt benzinbiler, vil blive bedre stillet, alt andet lige. Følgende tabel viser den gennemsnitlige registreringsafgift før og efter omlægningen af registreringsafgiften.

Tabel 16-8 Ændringer i gennemsnitlig registreringsafgift for nybilsalg. Kr. (2004-priser)

	Benzinbiler	Dieselbiler
Før ændring	107.641	144.080
Efter ændring	102.393	168.038
Forskel	-5.248	23.958

Som udgangspunkt er registreringsafgiften for dieselbilerne i gennemsnit ca. 36.000 kr. dyrere i forhold til benzinbiler. Efter omlægningen forøges denne forskel til 65.000 kroner. Det bemærkes, at dieselbilerne gennemgående er større end benzinbilerne, hvilket er med til at skabe forskellen til udgangssituationen.

Følgende tabel viser forskydningerne i provenu som følge af skatteomlægningerne i 2009.

Tabel 16-9 Ændringer i skatteprovenu før og efter reduktion af dieslbiler i 2009. kr. (2004-priser).

	Benzinbiler	Dieslbiler	I alt
Registreringsafgift	-15.299.804	16.273.869	974.065
Årlig ejerafgift	35.478.286	-49.684.332	-14.206.046
Brændstofafgift	74.585.820	-51.183.882	23.401.938
I alt	94.764.302	-84.594.346	10.169.956

Samlet set giver omlægningen et begrænset ekstraprovenu på ca. 10 millioner i 2009. Det skyldes hovedsagelig, at indtægterne fra benzinafgiften stiger.

Omlægningen resulterer i en markant forskydning af provenu fra registreringsafgift og årlig afgift til brændstofafgift. Det skyldes, at dieslbilerne er relativt dyre og derfor har højere registreringsafgifter i forhold til benzinbilerne. På den anden side er benzinafgiften højere end dieselafgiften, og så bruger benzinbilerne flere liter brændstof pr. km i forhold til dieslbilerne.

Følgende tabel viser de samlede provenu effekter i perioden 2005 – 2034. Statens provenuindtægt er omvendt en udgift for borgerne.

Tabel 16-10 Provenu effekter i perioden 2005 – 2034. Kr. (2004-priser)

	Provenu ændring
2005	0
2006	3.559.624
2007	5.965.705
2008	8.313.983
2009	10.169.956
2010	8.761.715
2011	8.384.470
2012	8.086.710
2013	7.863.785
2014	7.697.123
2015	7.571.119
2016	7.440.115
2017	7.292.702
2018	7.022.341
2019	6.737.416
2020	6.342.362
2021	5.820.155
2022	5.240.591
2023	4.501.291
2024	3.709.352
2025	2.963.160
2026	2.297.378
2027	1.735.756
2028	1.320.301
2029	997.240
2030	761.022
2031	596.832
2032	463.533
2033	378.019
2034	293.806
NPV i 2004 mill.kr.	77,3
provenueffekt pr. år (30 år) mill.kr./år	5,6

16.5 Vel færdsøkonomiske omkostninger

Opgørelsen af de velfærdsøkonomiske omkostninger er opgjort efter samme principper som de anbefalinger, der er beskrevet på skatteministeriets hjemmeside: (<http://www.skat.dk/publikationer/skat/1453/1456/>).

De samfundsøkonomiske omkostninger består af følgende komponenter:

- Dødvægtstab
- Indirekte provenutab. Nettoprovenuændring for årlig afgift (forhøjes ikke med nettoafg.faktor 1,17, ingen moms på ejerafgift)
- Indirekte provenutab. Nettoprovenuændring for brændstofafgift (forhøjes med nettoafg.faktor 1,17)
- forvridningstab ved samlet ændring af provenu
- værdi af ændrede emissioner af partikler og CO₂

For 2009, det sidste år med NO_x tillægget til registreringsafgiften, beregnes disse enkeltkomponenter således:

Dødvægtstab

I tiltaget er tale om en ændring af en eksisterende afgift. Derfor bruges følgende formel for dødvægtstab:

$$D = -t * dQ - \frac{1}{2} * dt * dQ$$

Hvor dQ er ændringen i bilkøbet,

t er afgiftssatsen (dvs. den oprindelige registreringsafgift før ændring) og dt er ændringen i afgiften (dvs. ændringen af registreringsafgiften)

Der forudsættes perfekt elastisk udbud (dvs. vandret udbudskurve) og en lineær efterspørgselskurve. For en nærmere teoretisk forklaring til formlen henvises til artiklen "Hvordan opgøre dødvægtstab?" i Skatteministeriets tidsskrift Skat, december 2002, samt afsnit 5.3.6 i rapporten Velfærdsøkonomiske forvridningsomkostninger ved finansiering af offentlige projekter, Flemming Møller og Dorthe Bjerrum Jensen, Faglig rapport fra DMU, nr. 496 2004.

For diesel i året 2009 fås:

Registreringsafgiften før ændringen udgør 144.080 kr., den forhøjes med 23.958 kr. og det medfører et fald i bilsalget på 3.590 biler, jf. tabel 16-3.

$$\begin{aligned} \text{Dødvægtstab} &= -(144080 \text{ kr.} * -3590) - (\frac{1}{2} * 23.958 \text{ kr.} * -3590 \text{ biler}) \\ &= +560.251.840 \text{ kr.} \end{aligned}$$

For benzin fås:

Registreringsafgiften før ændring udgør 107.641 kr., den sænkes med 5.248 kr., og det medfører et øget bilsalg på 3.590 biler, jf. tabel 16-3:

$$\begin{aligned} \text{Dødvægtstab} &= - (107641 \text{ kr.} * 3590 \text{ biler}) - (\frac{1}{2} * -5.248 \text{ kr.} * 3590 \text{ biler}) = \\ &= -395.850.901 \text{ kr.} \end{aligned}$$

Det samlede dødvægtstab i 2009 bliver dermed 560 mill.kr. fratrukket 396 mill.kr., dvs. 164 mill. kr. Dette skal ikke forhøjes med nettoafgiftsfaktoren, da moms allerede er indregnet i den angivne registreringsafgift. Således bliver det samlede dødvægtstab fra registreringsafgiften 164 mill.kr.

Indirekte provenutab

Desuden er der et yderligere forvriddningstab fra den afledte virkning på provenuet af brændstofafgiften og den årlige afgift. Det skyldes at biler og brændstof er komplementære goder, der efterspørges i et bestemt mængdeforhold. Andre eksempler er tandbørste og tandpasta. Det vil sige, at ændringer på bilmarkedet påvirker markedet for motorbrændstof. Når bilsalget for diesel således reduceres som følge af stigningen i registreringsafgiften, rykker efterspørgselskurven for diesel indad. Dette medfører et forvriddningstab. For en teoretisk forklaring henvises til artiklen "Afgifter og eksterne effekter" i Skatteministeriets tidsskrift Skat, april 2002, samt afsnit 3.3 i Velfærdsøkonomiske forvriddningsomkostninger ved finansiering af offentlige projekter, Flemming Møller og Dorthe Bjerrum Jensen, Faglig rapport fra DMU, nr. 496 2004.

Dette afledte forvriddningstab beregnes som den fulde provenuændring for hhv. brændstofafgiften og den årlige ejerafgift. Forvriddningstabet som følge af den afledte provenueffekt bliver dermed 23 mill.kr. fratrukket 14 mill.kr. (fra tabel 16-9), altså en forvriddningsgevinst på 9 mill.kr. i 2009, da det drejer jo netto sig om et øget provenu.

Det bemærkes at det indirekte provenutab er under forudsætning af, at statens aktiviteter skal være uændrede. Dette nødvendiggør, at staten skal have samme mængde penge til rådighed. Derfor kræves det mistede provenu ind igen fra borgerne ved at hæve/ændre andre skatter og afgifter. Derved får staten nu disse penge til rådighed igen, så staten kan opretholde forbruget. Eller sagt på en anden måde, man tager af det private forbrug, for at kunne opretholde det offentlige forbrug.

Forvriddningstab

Endvidere giver tiltaget en samlet provenu forøgelse på 10 mill.kr. i 2009, jf. tabel 16-9. Når der således kan opkræves 10 mill.kr. mindre andre steder i skattesystemet, vil dette give en reduktion i forvriddningstabet ved skatteopkrævning på 20 pct. af de 10 mill.kr. forhøjet med nettoafgiftsfaktoren på 1,17. Det vil sige en gevinst på 2 mill.kr. i 2009.

Samlet

Når alle de ovenstående effekter regnes sammen fås en samfundsøkonomisk gevinst i 2009 på $-164 + 9 + 2$ mill.kr. = -153 mill.kr. Altså en omkostning på 153 mill.kr. i 2009.

Alle de andre år, 2005 til 2034 er beregnet på samme måde.

Nedenstående tabel viser de velfærdsøkonomiske omkostninger fordelt på de enkelte år og komponenter. Der er vist dødvægtstab, forvriddningstab etc.

Tiltaget leder til en forøgelse af CO₂ udledningerne på 14.628 ton og en reduktion i partikeludledningerne på 4,8 ton i 2009. Dette giver en samlet gevinst på 2,7 mill.kr. i 2009⁵³.

Nutidsværdien af de samlede omkostninger (eksklusive NO_x omkostninger, men inklusive værdi af øvrige miljøeffekter) tilbagediskonteret til 2004 udgør 416 mill. kr., jf. tabel 16-11. Nutidsværdien af NO_x besparelserne tilbagediskonteret til 2004 udgør 938 tons NO_x. Dermed bliver den velfærdsøkonomiske omkostning 444 kr. pr. kg NO_x.

⁵³ De anvendte priser fremgår af tabel 2-3 og tabel 2-4.

Ved at indregne værdien af NO_x besparelsen på benefit siden, kan man beregne en samlet nutidsværdi af tiltaget. Værdien af NO_x-reduktionen giver en nutidsværdi på 80 mill.kr. Den samlede nutidsværdi for dette tiltag er således beregnet til et underskud på 336 mill.kr. for perioden 2005 - 2034 med en diskonteringsfaktor på 6 pct. Ved beregningen er der anvendt en NO_x pris på 86 kr. per kg. NO_x, som angivet i tabel 2-3.

Tabel 16-11 Velfærdsøkonomisk effekter af at omlægge registreringsafgiften 2005 – 2034. mill.kr. (2004-priser)

	Omkostning I alt.	Dødvægt Tab	Indirekte provenu-eff Årlig afgift	Indirekte prove- nu-eff Brændstof afgift	Skatte- forvrid- ning	Værdi Andre miljø effek- ter	Tons NO _x besparelse
2005	0	0	0	0	0	0	0
2006	-156,0	-160,2	-3,5	6,2	0,8	0,6	30
2007	-155,2	-163,0	-7,1	12,2	1,4	1,3	58
2008	-150,2	-161,3	-10,6	17,9	1,9	2,0	83
2009	-150,1	-164,4	-14,2	23,4	2,4	2,7	107
2010	13,6	0,0	-14,1	22,9	2,1	2,8	106
2011	13,3	0,0	-14,0	22,4	2,0	2,9	104
2012	13,0	0,0	-13,9	21,9	1,9	3,0	103
2013	12,5	0,0	-13,8	21,6	1,8	2,7	102
2014	11,9	0,0	-13,7	21,4	1,8	2,4	101
2015	11,3	0,0	-13,7	21,3	1,8	2,0	100
2016	11,0	0,0	-13,6	21,1	1,7	1,8	99
2017	10,5	0,0	-13,5	20,8	1,7	1,5	97
2018	10,2	0,0	-13,1	20,1	1,6	1,6	94
2019	9,9	0,0	-12,6	19,3	1,6	1,6	91
2020	9,3	0,0	-11,9	18,3	1,5	1,5	86
2021	8,6	0,0	-11,0	16,8	1,4	1,4	79
2022	7,8	0,0	-9,9	15,1	1,2	1,3	71
2023	6,7	0,0	-8,5	13,0	1,1	1,2	61
2024	5,5	0,0	-7,0	10,7	0,9	1,0	51
2025	4,4	0,0	-5,6	8,6	0,7	0,8	40
2026	3,4	0,0	-4,3	6,6	0,5	0,6	31
2027	2,6	0,0	-3,3	5,0	0,4	0,5	24
2028	2,0	0,0	-2,5	3,8	0,3	0,4	18
2029	1,5	0,0	-1,9	2,9	0,2	0,3	14
2030	1,1	0,0	-1,4	2,2	0,2	0,2	10
2031	0,9	0,0	-1,1	1,7	0,1	0,2	8
2032	0,7	0,0	-0,9	1,3	0,1	0,1	6
2033	0,6	0,0	-0,7	1,1	0,1	0,1	5
2034	0,4	0,0	-0,6	0,9	0,1	0,1	4
NPV	-416,6	-530,0	-126,2	200,5	18,1	21,1	938,4
CBA NPV mill.kr.							-336
Omkostning mill.kr/år (30 år)							-30,3
Omkostning kr./kg							-444

17 SCR på traktorer og mejetærskere

17.1 Beskrivelse af tiltaget og dets konsekvenser

NO_x-emissionen fra Traktorer og mejetærskere udgør ca. 8.000 tons i 2010, jf. tabel 4-5 i Miljøstyrelsen (2005). Der er derfor set på mulighederne for at reducere udledningen fra disse kilder. Erfaringerne med emissionsbegrænsende teknologier til disse motorer er dog meget begrænsede. De er, som andre dieselmotorer, omfattet af EURO-normerne, men i forhold til vejgående køretøjer er de flere år bagud forstæet på den måde, at emissions-grænseværdierne træder i kraft senere. Følgende tabel viser NO_x-grænseværdier og ikrafttrædelsestidspunkter for traktorer og mejetærskere fra Trin 2 og fremefter:

Tabel 17-1 Grænseværdier for traktorer og mejetærskere

	Motoreffekt kW	Dato	NO _x g/kWh	NO _x + HC g/kWh	HC g/kWh
Trin 2	56-75	01-01-2004	7,0	-	1,3
	75-130	01-01-2003	6,0	-	1,0
	130-560	01-01-2002	6,0	-	1,0
Trin 3A	56-75	01-01-2008		4,7	-
	75-130	01-01-2007		4,0	-
	130-560	01-01-2006		4,0	-
Trin 3B	56-75	01-01-2012	3,3	-	0,19
	75-130	01-01-2012	3,3	-	0,19
	130-560	01-01-2011	2,0	-	0,19
Trin 4	56-75	01-10-2014	0,4	-	0,19
	75-130	01-10-2014	0,4	-	0,19
	130-560	01-01-2014	0,4	-	0,19

De mindste motorer på under 56 kW er ikke medtaget

Inspireret af tiltagene for tunge køretøjer, er der blevet regnet på en fremrykning af EURO-normerne samt eftermontering af SCR på eksisterende motorer.

Mht. førstnævnte er der regnet på en fremrykning på 3-4 år af Trin 3B, som så erstatter Trin 3A, som på det tidspunkt (i 2009) er den gældende norm. Fremrykningen blev forkastet som muligt tiltag pga. et meget lavt reduktionspotentiale, idet Trin 3B kun udgør en begrænset skærpelse i forhold til Trin 3A. En fremrykning af Trin 3B frem til 2008 resulterer således kun i en reduktion på 51 ton i 2010. Man skal helt frem til Trin 4, før der sker en væsentlig skærpelse, og denne træder først i kraft i 2014. En yderligere fremrykning af Trin 4 frem til 2008 (7-8 år) kan få potentialet op på 540 ton i 2010. Det er dog yderst usandsynligt, at der findes motorer på markedet, som opfylder Trin 4 på så tidligt et tidspunkt. På nuværende tidspunkt er det ikke fastlagt, hvilke teknologier der vil blive benyttet til opfyldelse af Trin 4. Det er dermed heller ikke muligt at beregne, hvad en evt. fremrykning vil koste. Af disse grunde er det valgt ikke at medtage fremrykning som tiltag.

Eftermontering af SCR forventes at have et noget større potentiale. Der er benyttet de samme forudsætninger som for tunge køretøjer, jf. kapitel 13. Der eftermonteres på eksisterende motorer der er op til ti år gamle i 2009, dvs

årgangene 1999-2009. SCR antages at kunne fjerne 85-90 pct. af NO_x udledningen. Priserne på SCR antages at være de samme som for tunge køretøjer, nemlig 35.000 kr. AdBlue (opløsning med 32,5 pct. urea i vand) forbrugt antages som for tunge køretøjer at udgøre gennemsnitligt 7 pct. af brændstofforbruget.

Oplysninger om bestand, energiforbrug samt emissionsfaktorer stammer fra DMU og kan ses i bilag 9 – bilag 13.

17.2 Sammenfatning af budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger for SCR på Traktorer og mejetærskere

Eftermontering af SCR på traktorer og mejetærskere vil kunne give en NO_x reduktion på 3111 tons i 2010. Tabel 17-2 viser reduktionspotentialerne samt de budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger. Budgetøkonomisk koster tiltaget 65 mill. kr. pr. år, hvilket svarer til 52 kr. pr. kg NO_x. De velfærdsøkonomiske omkostninger er lidt højere end de budgetøkonomiske med årlige omkostninger på 66 mill. kr. pr. år og 53 kr. pr. kg NO_x. Tiltaget giver et velfærdsøkonomisk overskud på 556 mill. kr. i nutidsværdi.

Tabel 17-2 Oversigt over budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger for SCR på traktorer og mejetærskere (2004-priser)

Miljøeffekt- NO _x reduktion i 2010	Tons/år	3111
Budgetøkonomisk		
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	65
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	52
Velfærdsøkonomisk		
CBA nutidsværdi (overskud)	Mill.kr.	556
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	66
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	53

17.3 Budgetøkonomisk opgørelse

Omkostningerne ved SCR består af investeringsomkostninger forbundet med eftermontering af teknologien på eksisterende motorer samt driftsomkostninger, som består af forbrug af AdBlue. Anskaffelsesprisen er ens for de forskellige motorstørrelser og udgør 35.000 kr.⁵⁴. Forbruget af AdBlue vil udgøre ca. 7 pct. af brændstofforbruget. AdBlue vil koste ca. 5 kr. pr. liter⁵⁵.

Tabel 17-3 viser de budgetøkonomiske omkostninger og NO_x reduktionerne forbundet med tiltaget. Tiltaget omhandler kun årgangene 1999-2009, som alle får monteret SCR i 2009⁵⁶. Traktorer og mejetærskere har en lang levetid, men det antages at alle motorerne fra de berørte årgange er skrottet ved udgangen af 2034. Derfor ligger alle miljøkonsekvenser af tiltaget indenfor den anførte tidshorisont på 30 år.

⁵⁴ Kilde: Jan Plougman, Grundfos

⁵⁵ Personlig meddelelse Per Lyngholm, GEJenbacher

⁵⁶ Grunden til, at årgangene herefter ikke medtages, er, at der kun ses på potentialet i 2010. I realiteten bør SCR instaleres på alle årgange frem til 2013 (hvorefter Trin 4 træder i kraft), da der ellers vil opstå mulighed for spekulation (f.eks. at undlade at købe landbrugsmaskiner i 2009 og i stedet købe året efter). Medtages årgangene 2010-2013 vil det betyde en højere årlig omkostning, mens omkostningen pr. kg NO_x vil forblive uændret.

Tabel 17-3 Budgetøkonomiske omkostninger og NO_x-reduktioner. SCR på Traktorer og mejetærskere (2004-priser)

År	Investering	Drift AdBlue	Omkost- ning i alt	NO _x Reduktion
	Mill kr	Mill. Kr.	Mill. kr.	Tons
2005	0	0	0	0
2006	0	0	0	0
2007	0	0	0	0
2008	0	0	0	0
2009	825	53	877	3329
2010	0	50	50	3111
2011	0	47	47	2874
2012	0	43	43	2617
2013	0	39	39	2340
2014	0	35	35	2057
2015	0	30	30	1810
2016	0	27	27	1605
2017	0	23	23	1436
2018	0	20	20	1298
2019	0	18	18	1180
2020	0	16	16	1082
2021	0	15	15	1003
2022	0	14	14	941
2023	0	14	14	892
2024	0	13	13	832
2025	0	12	12	787
2026	0	12	12	741
2027	0	11	11	713
2028	0	11	11	692
2029	0	9	9	573
2030	0	8	8	440
2031	0	6	6	331
2032	0	5	5	257
2033	0	4	4	204
2034	0	3	3	152
NPV i 2004	616	278	894	17148
Omkostning mill.kr/år (30 år)				65
Omkostning kr./kg NO _x				52

Investeringsomkostningerne er beregnet ved at gange anskaffelsesprisen på 35.000 kr. med bestanden i 2009 for de pågældende årgange. Bestanden kan ses i bilag 9. Forbruget af AdBlue er beregnet som 7 pct. af det årlige brændstofforbrug, som kan ses i bilag 10-11⁵⁷. Prisen på AdBlue er 5 kr. pr. liter.

NO_x-reduktionen er beregnet som 87,5 pct. af NO_x emissionen pr. år for de berørte årgange. Emissionerne stammer fra DMU og kan ses i bilag 12-13.

Omkostningerne udgør 894 mill. kr. i nutidsværdi, hvilket svarer til 65 mill. kr. om året fordelt over en 30-årig periode. Der fjernes i 2010 i alt 3111 tons NO_x. Budgetøkonomisk koster det 52 kr. pr. kg NO_x.

⁵⁷ Brændstofforbruget i bilag 9-10 er opgivet i TJ=1000GJ. For at omregne GJ til liter diesel ganges med en faktor på 27,88 = 1/(brændværdi*vægtfylde). Brændværdi=0,0427 GJ/kg. Vægtfylde =0,84 kg/liter.

17.4 Velfærdsøkonomisk opgørelse

De velfærdsøkonomiske omkostninger til investering og drift er beregnet ved at forhøje de budgetøkonomiske omkostninger med nettoafgiftsfaktoren på 1,17, jf. afsnit 2.6. De velfærdsøkonomiske omkostninger til investering og drift udgør ca. 1,05 mia. kr. i nutidsværdi, jf. Tabel 17-4.

Tabel 17-4 Velfærdsøkonomiske omkostninger, SCR på traktorer og mejetærskere, (2004-priser)

År	Investering	Drift AdBlue	Omkostning i alt
	Mill. Kr	Mill. kr	Mill. kr
2005	0	0	0
2006	0	0	0
2007	0	0	0
2008	0	0	0
2009	965	62	1027
2010	0	58	58
2011	0	55	55
2012	0	50	50
2013	0	46	46
2014	0	41	41
2015	0	36	36
2016	0	31	31
2017	0	27	27
2018	0	24	24
2019	0	21	21
2020	0	19	19
2021	0	18	18
2022	0	17	17
2023	0	16	16
2024	0	15	15
2025	0	15	15
2026	0	14	14
2027	0	13	13
2028	0	12	12
2029	0	11	11
2030	0	9	9
2031	0	7	7
2032	0	6	6
2033	0	4	4
2034	0	3	3
NPV	721	325	1046

Udover NO_x-reduktionerne er der afledte miljøeffekter ved tiltaget. Partikeludledningen reduceres med 25-50%. SCR medfører også en effekt på udledningen af CO og HC, jf. kapitel 13. Det er dog valgt at udelukke disse effekter, da de ikke forventes at have større betydning for omkostningerne.

Reduktionsmængderne for partiklerne er beregnet som 37,5 pct. af emissionen pr. år for de berørte årgange. Emissionerne stammer fra DMU og kan ses i bilag 14-15. Værdien af miljøeffekterne er beregnet ved hjælp af de respektive priser i tabel 2-2. Værdien af samtlige miljøeffekter udgør i nutidsværdi 1,6 mia.kr., hvoraf NO_x udgør over 90%, jf. Tabel 17-5.

Tabel 17-5 Værdi af miljøeffekter, SCR på traktorer og mejetærskere, (2004-priser)

År	NO _x tons	Værdi Mill. kr	PM tons	Værdi Mill. kr	I alt Mill. kr
2005	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0
2009	3329	284	65	25	309
2010	3111	265	62	24	289
2011	2874	245	58	23	268
2012	2617	223	54	21	244
2013	2340	199	49	19	219
2014	2057	175	44	17	192
2015	1810	154	40	15	170
2016	1605	137	36	14	151
2017	1436	122	33	13	135
2018	1298	111	30	12	122
2019	1180	101	27	11	111
2020	1082	92	25	10	102
2021	1003	85	23	9	94
2022	941	80	22	8	89
2023	892	76	21	8	84
2024	832	71	15	6	76
2025	787	67	15	6	73
2026	741	63	15	6	69
2027	713	61	15	6	67
2028	692	59	15	6	65
2029	573	49	13	5	54
2030	440	38	10	4	41
2031	331	28	8	3	31
2032	257	22	7	3	24
2033	204	17	6	2	20
2034	152	13	5	2	15
NPV		1462		140	1601

De samlede velfærdsøkonomiske omkostninger ved SCR består af investering og drift, og bliver i alt 1 mia.kr. i nutidsværdi, jf. Tabel 17-6. Værdien af miljøeffekterne udgør 1,6 mia.kr. i nutidsværdi. Eftermontering af SCR på traktorer og mejetærskere giver således et velfærdsøkonomisk overskud på 556 mill.kr. i nutidsværdi.

De velfærdsøkonomiske omkostninger pr. kg. NO_x udregnes som nutidsværdien af omkostningerne fratrukket værdien af de afledte miljøeffekter (partikler) divideret med nutidsværdien af mængden af fjernet NO_x. Det vil sige 1 mia.kr. fratrukket 140 mill.kr. og divideret med 17148 tons, hvilket giver 53 kr. pr. kg. Dette svarer til årlige omkostninger på 66 mill.kr.

Tabel 17-6 Velfærdsøkonomiske omkostninger i alt, SCR på traktorer og mejetærskere, (2004-priser)

År	Investering og drift	Miljøeffekt NO _x	Værdi miljøeffekt	
			NO _x	Afledt
	mill kr	Tons	mill kr	Mill kr
2005	0	0	0	0
2006	0	0	0	0
2007	0	0	0	0
2008	0	0	0	0
2009	1027	3329	284	25
2010	58	3111	265	24
2011	55	2874	245	23
2012	50	2617	223	21
2013	46	2340	199	19
2014	41	2057	175	17
2015	36	1810	154	15
2016	31	1605	137	14
2017	27	1436	122	13
2018	24	1298	111	12
2019	21	1180	101	11
2020	19	1082	92	10
2021	18	1003	85	9
2022	17	941	80	8
2023	16	892	76	8
2024	15	832	71	6
2025	15	787	67	6
2026	14	741	63	6
2027	13	713	61	6
2028	12	692	59	6
2029	11	573	49	5
2030	9	440	38	4
2031	7	331	28	3
2032	6	257	22	3
2033	4	204	17	2
2034	3	152	13	2
NPV	1046	17148	1462	140
CBA NPV mill.kr.				556
Omkostning mill.kr/år (30 år)				66
Omkostning kr./kg				53

18 SCR på fiskeriflåden

18.1 Beskrivelse af tiltaget og dets konsekvenser

For en teknisk beskrivelse af SCR henvises til kapitel 5 om SCR på kraftvarmeværker. Det vurderes, at SCR på fiskefartøjer vil kunne reducere NO_x udledningen med ca. 85 pct.

Der er i alt 3425 registrerede fiskefartøjer i Danmark i 2004⁵⁸. Heraf er ca. en tredjedel (1242 fartøjer) kommercielle erhvervsfartøjer, jf. tabel 18-1. Disse tegner sig for ca. 90 pct. af energiforbruget. De ikke-kommercielle fiskefartøjer er langt overvejende små fartøjer (under 12 m)⁵⁹. Vi begrænser derfor analysen til de kommercielle fiskefartøjer.

Tabel 18-1 Energiforbrug og NO_x-emission for kommercielle fiskefartøjer, 2004

Størrelse af Fartøj	Antal	Motorkraft		Energiforbrug		NO _x udledning	
		Pr. fartøj i alt MW	i alt MW	Pr. fartøj i alt GJ	i alt GJ	Pr. fartøj i alt Tons	i alt Tons
Under 12 m	394	0,03	12	466	183716	0,6	245
12,0-14,9 m	255	0,15	37	1506	384146	2,0	513
15,0-17,9 m	164	0,19	32	2905	476471	3,9	636
18,0-23,9 m	167	0,31	51	5631	940423	7,5	1255
24,0-39,9 m	130	0,61	79	18508	2406025	24,7	3212
40 m og derover	45	1,28	57	34864	1568866	46,5	2094
specialfartøjer	87	0,06	5	2161	187984	2,9	251
I alt	1242	0,22	274		6147632		8207

Kilde: antal kommercielle fartøjer: tabel II, Fødevarerøkonomisk Institut (2004). Motorkraft: tabel 2.3, Fødevarerøkonomisk Institut (2005). Forbrug af brændstof i 1.000 liter gasolie: tabel 2.1, Fødevarerøkonomisk Institut (2004). Omregnet til GJ vha. brændværdi på 42,70 GJ/tons og vægtfylde på 0,84 tons/m³, jf. www.ens.dk.

De kommercielle fiskefartøjers energiforbrug er på 6148 TJ, jf. tabel 18-1. Emissionsfaktoren for let dieselolie til marint brug er 1335 g NO_x/GJ⁶⁰. Dette giver en samlet udledning på 8207 tons NO_x pr. år. Den forholdsvis høje emissionsfaktor skyldes motorerne og ikke brændstoffet.

18.2 Sammenfatning

SCR på fiskefartøjer er et usædvanligt billigt tiltag og med et stort potentiale for NO_x-reduktion.

Tiltaget omfatter installering i 2009 af SCR på kommercielle fiskefartøjer. SCR er mest relevant for de større fartøjer, dvs. fartøjer med en længde på 24,0-39,9 m og på 40 m og derover. Det skyldes især, at det vil være forholdsmeget dyrt at udvikle SCR til de mindre fartøjer, idet der kun er et begrænset antal af dem, og tendensen går mod en koncentration af fiskeriet på de større fiskefartøjer. De større fiskefartøjer har en samlet NO_x udledning på ca. 5300 tons NO_x om året.

⁵⁸ kilde: tabel 2.2, Fødevarerøkonomisk Institut (2005).

⁵⁹ Der er 1959 ikke-kommercielle fiskefartøjer under 12 m og 8 fartøjer på 12-14 m.

⁶⁰ kilde: Winther, M. (2005), der igen henviser til EMEP/CORINAIR guidebogen.

SCR reducerer NO_x udledningen med ca. 85 pct. På landsplan fjerner SCR på fiskefartøjer ca. 4500 tons NO_x årligt, jf. tabel 18-2.

Det koster fiskefartøjerne ca. 7 mill.kr. om året (budgetøkonomiske omkostninger). Dette svarer til 2 kr. pr. kg NO_x.

SCR på fiskefartøjer giver et velfærdsøkonomisk overskud på 3,8 mia.kr. i nutidsværdi. De velfærdsøkonomiske omkostninger er 8 mill.kr. årligt eller 3 kr. pr. kg NO_x.

Som følge af de begrænsede fiskeressourcer og væsentlige reformer i form af vedtagelse af en ny regulering for fiskeriet må man forvente en nedgang i antallet af fiskerfartøjer i de kommende år, og dermed en lavere NO_x emission. På nuværende tidspunkt kan der ikke gives et sikkert skøn over udviklingen, og dermed den forventede NO_x emission for fiskerfartøjer. Fiskerisektoren er derfor tillagt et uændret energiforbrug og dermed NO_x-emission i perioden 2005 - 2034.

Det betyder, at antallet af de større fartøjer i hvertfald ikke falder, snarere tværtimod. Da beregningerne over NO_x-effekt og omkostninger bygger på antallet af fartøjer i 2004, er der formentlig tale om et konservativt skøn. Miljøstyrelsen har i 2006 igangsat et projekt, der bl.a. ser på en fremskrivning af NO_x emissionen fra fiskefartøjer, men resultatet når ikke at komme med i denne rapport.

Tabel 18-2 Oversigt over budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger. SCR på fiskefartøjer (2004-priser)

	Enhed	For ét fartøj på 24,0 –39,9 m	For ét fartøj på 40 m og derover	På landsplan
Miljøeffekt – NO _x reduktion i 2010	Tons/år	21,0	39,6	4511
Budgetøkonomisk				
Erhverv				
Omkostninger pr. år (30 år)	mill.kr./år	0,025	0,09	7,2
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	1,58	3,00	2,14
Velfærdsøkonomisk				
CBA nutidsværdi 30 år (overskud)	mill.kr.	18,0	33,3	3844
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	0,029	0,10	8,4
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	1,85	3,51	2,50

Der er på landsplan 45 fartøjer på 40 m og derover samt 130 fartøjer på 24,0-39,9 m.

18.3 Budgetøkonomiske omkostninger

SCR er mest relevant for de større fartøjer (dvs. fartøjer med længde på 24 m og derover). Det skyldes, at SCR som udgangspunkt er relativt pladskrævende. Det vil være forholdsmæssigt dyrt at udvikle SCR til de mindre fartøjer, idet der kun er et begrænset antal af dem, og da tendensen går mod en koncentration af fiskeriet på de større fiskefartøjer.

Der er 45 fartøjer på 40 m og derover og 130 fartøjer på 24,0-39,9 m, jf. tabel 18-1. Disse to grupper står for 65 pct. af energiforbruget for kommercielle fartøjer, og deres NO_x-udledning udgør ca. 5300 tons NO_x om året. Denne type fartøjer har en gennemsnitlig motorstørrelse på hhv. 0,6 MW og 1,3 MW, jf. tabel 18-1. 6 fartøjer har motorer i intervallet 2-4 MW⁶¹.

⁶¹ kilde: Udtræk fra Fiskeridirektoratets fartøjsregister www.fd.dk

I det følgende vises beregningen af de budgetøkonomiske og de velfærdsøkonomiske omkostninger for ét fartøj med længde på 40 m og derover. Beregningen for de øvrige typer af fartøjer følger samme metode.

Tabel 18-3 Budgetøkonomiske omkostninger. SCR på fiskefartøjer (2004-priser)

Et fiskefartøj på 40 m og derover	Omkostning til investeringer og drift i alt	NO _x reduktion
År	Mill.kr.	Tons
2005	0	0
2006	0	0
2007	0	0
2008	0	0
2009	0,119	39,6
2010	0,119	39,6
2011	0,119	39,6
2012	0,119	39,6
2013	0,119	39,6
2014	0,119	39,6
2015	0,119	39,6
2016	0,119	39,6
2017	0,119	39,6
2018	0,119	39,6
2019	0,119	39,6
2020	0,119	39,6
2021	0,119	39,6
2022	0,119	39,6
2023	0,119	39,6
2024	0,119	39,6
2025	0,119	39,6
2026	0,119	39,6
2027	0,119	39,6
2028	0,119	39,6
2029	0,119	39,6
2030	0,119	39,6
2031	0,119	39,6
2032	0,119	39,6
2033	0,119	39,6
2034	0,119	39,6
NPV i 2004	1,22	407,5
Omkostning mill.kr./år (30 år)		0,089
Omkostning kr./kg		3,00

SCR kan fjerne 80-98 pct. af NO_x udslippet. Vi skønner miljøeffekten forsigtigt til 85 pct. i beregningerne. Dette giver en reduktion på 40 tons NO_x pr. år for et fartøj på 40 m og derover, jf. tabel 18-3.

Installering af et SCR anlæg (inkl. katalysator) på et fiskefartøj af denne størrelse koster 548.000 kr.⁶². Dette svarer til ca. 74.000 kr. årligt. Der er anvendt 6 pct. i rente og en levetid på 15 år for selve SCR-anlægget og 5 år for katalysator-delen, som udgør 30 pct. af investeringen. Hertil kommer driftsudgifter

⁶² Installering af SCR på de større fiskefartøjer koster ca. 429.000 kr. pr. MW. Kilde: Rosenberg, H. (2005).

til urea, som koster ca. 45.000 kr. om året⁶³. I alt omkostninger til investering og drift på 119.000 kr. årligt for fiskefartøjet, jf. tabel 18-3.

Nutidsværdien af omkostningerne er 1,2 mill.kr. og nutidsværdien af mængden af NO_x er 408 tons. Dette giver budgetøkonomiske omkostninger på 3 kr. pr. kg NO_x. De årlige omkostninger bliver 89.000 kr. (for en 30-årig periode).

18.4 Vel færdsøkonomiske omkostninger

De budgetøkonomiske omkostninger til investering og drift er forhøjet med nettoafgiftsfaktoren (NAF) på 1,17 for at få de velfærdsøkonomiske omkostninger, jf. afsnit 2.6. Dette giver årlige velfærdsøkonomiske omkostninger på 139.000 kr. eller 1,4 mill.kr. i nutidsværdi, jf. tabel 18-4.

Tabel 18-4 Velfærdsøkonomiske omkostninger. SCR på fiskefartøjer (2004-priser)

År	Omkostning til investeringer og drift Mill.kr.	NO _x reduktion Tons	Værdi NO _x -reduktion Mill.kr.
2005	0	0	0
2006	0	0	0
2007	0	0	0
2008	0	0	0
2009	0,139	39,6	3,372
2010	0,139	39,6	3,372
2011	0,139	39,6	3,372
2012	0,139	39,6	3,372
2013	0,139	39,6	3,372
2014	0,139	39,6	3,372
2015	0,139	39,6	3,372
2016	0,139	39,6	3,372
2017	0,139	39,6	3,372
2018	0,139	39,6	3,372
2019	0,139	39,6	3,372
2020	0,139	39,6	3,372
2021	0,139	39,6	3,372
2022	0,139	39,6	3,372
2023	0,139	39,6	3,372
2024	0,139	39,6	3,372
2025	0,139	39,6	3,372
2026	0,139	39,6	3,372
2027	0,139	39,6	3,372
2028	0,139	39,6	3,372
2029	0,139	39,6	3,372
2030	0,139	39,6	3,372
2031	0,139	39,6	3,372
2032	0,139	39,6	3,372
2033	0,139	39,6	3,372
2034	0,139	39,6	3,372
NPV i 2004	1,4	407,5	34,7
CBA NPV mill.kr.			33,3
Omkostning mill.kr./år (30 år)			0,104
Omkostning kr./kg			3,51

⁶³ Mængden af inddyset urea er direkte proportional med mængden af fjernet NO_x. Det koster ca. 1125 kr. i urea at fjerne et tons NO_x. Kilde: Lyngholm, P. (2005). Håndteringen af urea på fartøjet forventes ikke at give anledning til praktiske problemer.

Værdien af NO_x reduktionen udgør 34,7 mill.kr. i nutidsværdi. Der er anvendt NO_x-prisen fra tabel 2-3. Der er ikke nogle afledte miljøeffekter. Derved giver SCR på fiskefartøjer et velfærdsøkonomisk overskud på 33 mill.kr. i nutidsværdi. Velfærdsøkonomisk koster SCR på fiskefartøjer 104.000 kr. om året (inkl. værdi af afledte miljøeffekter, som i dette tilfælde er 0). Dette svarer til velfærdsøkonomiske omkostninger på ca. 4 kr. pr. kg NO_x.

19 Motoroptimering på fiskeriflåden

19.1 Beskrivelse af tiltaget og dets konsekvenser

Der foretages emissionsoptimering af eksisterende skibsmotorer på fiskefartøjer (intern optimering). Investeringen omfatter bl.a. måling af emissioner før/efter, ombygning af motoren, udstyr, trykflasker, arbejdskraft m.m. Installationen giver mulighed for bedre regulering af den tilførte luftmængde og temperatur. Der kan fjernes 20-30 pct. af NO_x -udledningen ved optimeringen. De øvrige emissioner er uændrede⁶⁴.

Vi begrænser analysen til de kommercielle fiskefartøjer, jf. kapitel 18. Optimering er relevant for de større skibe med motorer på 0,8 MW og derover. Disse er af typen "medium speed" motorer. De små og mellemstore fiskefartøjer bruger som regel "high speed" motorer, som ikke vurderes at være velegnede til emissionsoptimering. Der regnes derfor på de store fiskefartøjer (på 40 m og derover), som har motorer, der er velegnet til motoroptimering.

19.2 Sammenfatning

Emissionsoptimering af de større fiskefartøjer kan fjerne 524 tons NO_x om året på landsplan, jf. tabel 19-1. Der er ingen afledte miljøeffekter.

Det koster fiskeriet 1,2 mill.kr. årligt (set over en 30-årig periode). Dette svarer til 3 kr. pr. kg fjernet NO_x .

Der er et velfærdsøkonomisk overskud ved dette tiltag på 441 mill.kr. i nutidsværdi. Vedfærdsøkonomisk koster det 3 kr. pr. kg fjernet NO_x (inkl. værdi af de afledte miljøeffekter, som i dette tilfælde er 0).

Alt i alt et usædvanligt billigt tiltag, men med et forholdsvis begrænset potentiale på ca. 500 tons NO_x årligt.

⁶⁴ Der kan ved motoroptimering optræde det såkaldte sfc-problem med trade off mellem NO_x og partikler, CO og CO_2 , dvs. at NO_x emissionen går ned på bekostning af stigende emissioner af CO og CO_2 . De praktiske erfaringer med emissionsoptimering på skibsmotorer viser imidlertid, at man har kunnet holde sfc konstant, således at de øvrige emissioner (dvs. andre end NO_x) er uændrede.

Tabel 19-1 Oversigt over budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger. Emissionsoptimering på fiskefartøjer (2004-priser)

	Enhed	For ét fartøj på 40 m og derover (1,12 MW)	På landsplan
Miljøeffekt – reduktion af NO _x i 2010	Tons/år	11,6	524
Budgetøkonomisk			
Erhverv			
Omkostninger pr. år (30 år)	mill.kr./år	0,03	1,2
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	2,95	2,95
Velfærdsøkonomisk			
CBA nutidsværdi 30 år (overskud)	mill.kr.	9,8	441
Omkostninger pr. år (30 år)	Mill.kr./år	0,03	1,4
Omkostninger pr. kg NO _x	kr./kg	3,45	3,45

Note: Der er 45 skibe på landsplan på 40 m og derover, jf. tabel 18-1. Denne type fartøjer har en gennemsnitlig motorstørrelse på 1,3 MW.

19.3 Budgetøkonomiske omkostninger

Optimering af en eksisterende motor på et fiskefartøj koster ca. 277.000 kr. pr. MW⁶⁵. Levetiden for en motor er sat til 15 år. Det forudsættes, at der kan foretages motoroptimering på kommercielle fiskefartøjer på 40 m og derover, jf. ovenfor.

Motoroptimering kan reducere NO_x udslippet med 20-30 pct. Der anvendes 25 pct. i beregningerne.

I det følgende gennemgås beregningen for ét fartøj på 40 m og derover. Et fartøj på 40 m og derover udleder 47 tons NO_x årligt, jf. tabel 18-1. Miljøeffekten ved motoroptimering bliver da 25 pct. heraf eller 12 tons NO_x årligt, jf. tabel 19-2.

Et fartøj af denne størrelse har en motorkapacitet på 1,3 MW i gennemsnit, jf. tabel 18-1. Omkostningen for motoroptimering bliver da 354.000 kr. (1,28*277.000 kr.). Dette svarer til ca. 34.000 kr. årligt (ved levetid på 15 år og 6 pct. i rente). Motoroptimeringen foretages i 2009. For den 30-årige periode 2005-2034 bliver det ca. 26.000 kr. årligt⁶⁶, jf. tabel 19-2.

Omkostningerne udgør 3 kr. pr. kg NO_x⁶⁷.

⁶⁵ Kilde: Personlig meddelelse Rasmussen, J. (2005).

⁶⁶ Nutidsværdien i 2004 for den 30-årige periode 2005-2034 af en årlig omkostning på ca. 30.000 kr. fra 2009 er 0,31 mill.kr. (6 pct. i rente). Dette skal fordeles over de 30 år, hvilket giver 23.000 kr. pr. år.

⁶⁷ Beregnet som nutidsværdien af omkostningerne på 0,31 mill.kr. (se note 5) divideret med nutidsværdien af en årlig miljøeffekt på 11 tons NO_x fra 2009, som bliver 113,8 tons.

Tabel 19-2 Budgetøkonomiske omkostninger. Emissionsoptimering på fiskefartøjer. ét fiskefartøj (2004-priser)

Et fiskefartøj på 40 m og derover	Omkostning til investeringer og drift i alt	NO _x reduktion
År	mill.kr.	Tons
2005	0	0
2006	0	0
2007	0	0
2008	0	0
2009	0,034	11,6
2010	0,034	11,6
2011	0,034	11,6
2012	0,034	11,6
2013	0,034	11,6
2014	0,034	11,6
2015	0,034	11,6
2016	0,034	11,6
2017	0,034	11,6
2018	0,034	11,6
2019	0,034	11,6
2020	0,034	11,6
2021	0,034	11,6
2022	0,034	11,6
2023	0,034	11,6
2024	0,034	11,6
2025	0,034	11,6
2026	0,034	11,6
2027	0,034	11,6
2028	0,034	11,6
2029	0,034	11,6
2030	0,034	11,6
2031	0,034	11,6
2032	0,034	11,6
2033	0,034	11,6
2034	0,034	11,6
NPV i 2004	0,35	119,8
Omkostning mill.kr./år (30 år)		0,026
Omkostning kr./kg		2,95

19.4 Velfærdsøkonomiske omkostninger

De budgetøkonomiske omkostninger til investering og drift er forhøjet med nettoafgiftsfaktoren (NAF) på 1,17 for at få de velfærdsøkonomiske omkostninger, jf. afsnit 2.6. Dette giver årlige velfærdsøkonomiske omkostninger på 30.000 kr. eller 0,4 mill.kr. i nutidsværdi, jf. tabel 19-3. Værdien af NO_x reduktionen udgør 10,2 mill.kr. i nutidsværdi. Der er anvendt NO_x-prisen på 85 kr./kg fra tabel 2-3. Der er ikke nogle afledte miljøeffekter.

Derved giver motoroptimering på fiskefartøjer et velfærdsøkonomisk overskud på 9,8 mill.kr. i nutidsværdi. Velfærdsøkonomisk koster optimeringen på fiskefartøjer 30.000 kr. om året over en 30-årig periode (inkl. værdi af afledte miljøeffekter, som i dette tilfælde er 0). Dette svarer til velfærdsøkonomiske omkostninger på 3,45 kr. pr. kg fjernet NO_x.

Tabel 19-3 Velfærdsøkonomiske omkostninger. emissionsoptimering på fiskefartøjer. ét fiskefartøj (2004-priser)

Et fiskefartøj på 40 m og derover	Omkostning til investeringer og drift i alt	NO _x reduktion	Værdi NO _x -reduktion
År	Mill.kr.	Tons	Mill.kr.
2005	0	0	0
2006	0	0	0
2007	0	0	0
2008	0	0	0
2009	0,040	11,6	0,992
2010	0,040	11,6	0,992
2011	0,040	11,6	0,992
2012	0,040	11,6	0,992
2013	0,040	11,6	0,992
2014	0,040	11,6	0,992
2015	0,040	11,6	0,992
2016	0,040	11,6	0,992
2017	0,040	11,6	0,992
2018	0,040	11,6	0,992
2019	0,040	11,6	0,992
2020	0,040	11,6	0,992
2021	0,040	11,6	0,992
2022	0,040	11,6	0,992
2023	0,040	11,6	0,992
2024	0,040	11,6	0,992
2025	0,040	11,6	0,992
2026	0,040	11,6	0,992
2027	0,040	11,6	0,992
2028	0,040	11,6	0,992
2029	0,040	11,6	0,992
2030	0,040	11,6	0,992
2031	0,040	11,6	0,992
2032	0,040	11,6	0,992
2033	0,040	11,6	0,992
2034	0,040	11,6	0,992
NPV i 2004	0,4	119,8	10,2
CBA NPV mill.kr.			9,8
Omkostning mill.kr/år (30 år)			0,030
Omkostning kr./kg			3,45

20 DLE teknologi på gasturbiner på offshore anlæg

20.1 Beskrivelse af tiltaget

NO_x emissionen fra den danske offshoresektor stammer hovedsagelig fra brug af gasturbiner på produktionsplatformene samt flaring. I 2010 udgør NO_x emissionen fra offshoresektoren knap 11.000 tons⁶⁸. Dette kapitel omhandler reduktion af NO_x fra gasturbiner.

I den danske sektor i Nordsøen er der i dag tre selskaber (operatører), der står for de daglige operationer vedrørende produktion af olie og gas i Nordsøen. Heraf er Mærsk Olie og Gas AS klart den dominerende danske operatør og står med sine 15 felter for 85 pct af den samlede danske olie- og gasproduktion.

På Mærsk's platforme er der installeret i alt 62 gasturbiner, hvoraf de 37 er "single fuel" og de 25 er "dual fuel". Single fuel turbinerne drives af naturgas, og anvendes typisk til direkte drift af vandinjektionspumper og kompressorer. Dual fuel turbinerne kan drives på enten diesel eller naturgas og benyttes til elforsyningen.

DLE (Dry Low Emission) teknologi er en udprøvet teknologi på norske offshore anlæg, hvor der i dag er installeret 34 single fuel DLE turbiner⁶⁹, heraf er 2 eftermonteret. Amerada Hess har på Syd Arne platformen installeret 2 gasturbiner. Begge er af dual fuel typen, og begge er med brændkammer med DLE. Turbinerne har haft denne konfiguration fra de blev idriftsat i 1999. På Siri feltet anvender DONG en Dual fuel gasturbine af ældre dato. DLE kan umiddelbart ikke eftermonteres på dual fuel turbiner uden større ombygninger.

DLE virker ved at føre brændstoffet ind i brændkammeret gennem flere dyser, ved hjælp af et avanceret kontrol- og styringssystem. Således opnås en kontrolleret og jævn forbrænding og en lavere forbrændingstemperatur i turbinerne og dermed en lavere NO_x emission. Ingen andre emissioner påvirkes.

Tiltaget går ud på at installere DLE udstyr på 18 af Mærsk's 19 nyere single fuel turbiner, dvs. turbiner installeret efter ca. 1990. Det vil være muligt at eftermontere DLE på alle 19 gasturbiner, der tegner sig for 249 MW ud af 406 MW for Mærsk, men da én af gasturbinerne kun har en forventet produktionsperiode på ét år tilbage efter 2010, udelukkes denne turbine. Investeringen forudsættes foretaget i 2009 og fuld operationel fra 2010. DLE nedbringer den enkelte gasturbines NO_x emission med ca. 78 pct.

⁶⁸ Jf. tabel 4-2 i rapporten "Analyse af Danmarks muligheder for at reducere emissionerne af NO_x i 2010, Miljøstyrelsen, maj 2006 (udkast)".

⁶⁹ Jf. Oljedirektoratet (2005).

Da der er store forskelle på restlevetider for felterne og dermed på levetiden for investeringen i DLE, og på omkostninger og NO_x -reduktioner for de enkelte turbiner, er beregningerne lavet enkeltvis for hver turbine. Forudsætningerne for de enkelte turbiner kan ses i tabel 20-3.

Beregningerne er baseret på data fra Mærsk Olie og Gas AS, jf. tabel 20-3. Priser på olie og gas stammer fra Energistyrelsen og er de samme som anvendt i Energistyrelsens energifremskrivning fra april 2006⁷⁰. Priserne kan ses i tabel 2-8.

For de resterende 18 ældre single fuel gasturbiner (68 MW ud af 416 MW) er ombygning ikke mulig, men hele turbinen vil skulle udskiftes til en Lav- NO_x type. Dette er et meget omfattende projekt, der bl.a. vil betyde større ombygninger på platformene samt udskiftning af andet udstyr som pumper, kompressorer m.v. Udgifterne hermed vil være langt højere end for de 19 nyere turbiner. Der er ikke regnet på dette tiltag, da det anses for urealistisk.

Mærsk har også 25 dual fuel gasturbiner og DONG har 1. For disse er der som nævnt ikke udviklet Lav- NO_x ombygningsudstyr, dvs. det er ikke muligt at eftermontere DLE. I stedet kan man overgå til dieseldrift på de 11 nyere turbiner, der så kan ombygges til Lav- NO_x typen. Det vil kræve store ombygninger på platformene at skulle håndtere så store dieselmængder og vurderes at være urealistisk dyrt. En alternativ løsning vil være at etablere separate turbiner for dieseldrift og gasdrift. Dette vil kræve meget store nye installationer på platformene og i visse tilfælde er nye platforme påkrævet. Det er således valgt ikke at regne på tiltag for de eksisterende dual fuel gasturbiner.

SCR er en anden teknologi, som muligvis vil kunne benyttes offshore. Mærsk oplyser imidlertid, at de reaktionsbeholdere m.v., der er tale om, langt overstiger, hvad der kan placeres på platformene, og håndteringen af urea offshore vil også udgøre et problem. Ud over det rent plads- og vægtmæssige er der desuden en række andre operationelle emner, som er problematiske i forbindelse med offshore installationer. MÆRSK vurderer på denne baggrund, at SCR ikke vil være en realistisk mulighed til gasturbiner offshore på grund af de uforholdsmæssigt store praktiske problemer med plads, vægt og arbejdsmiljø/sikkerhed. En lignende konklusion er fremkommet i en norsk undersøgelse, som bl.a. vurderede muligheden for SCR på gasturbiner på offshoreanlæg⁷¹. Der er derfor ikke regnet på dette tiltag i nærværende rapport.

Mærsk har oplyst, at fremover vil nye single fuel gasturbiner blive indkøbt af Mærsk som Lav- NO_x turbiner, dvs. med DLE-teknologien. Tilsvarende gælder for dual fuel gasturbiner i det omfang teknologien er modnet hertil. DONG har oplyst, at ved eventuelle nyinstallationer vil der blive benyttet rene tilgængelige teknologi (BAT).

Emissionskoefficienter for NO_x

For en typisk single fuel gasturbine uden DLE er emissionsfaktoren 302 g NO_x pr. GJ, og efter installeringen af DLE falder den til 67 g NO_x pr. GJ. NO_x emissionen reduceres med ca. 78 pct. med DLE.

Emissionsfaktorerne er baseret på standarddriftsbetingelser og 100 pct. belastning af turbinerne. I praksis opererer turbinerne på lavere belastningsniveauer end 100 pct. Der findes en begrænset mængde data for forskellige be-

⁷⁰ P.t. er anvendt foreløbige priser oplyst af Energistyrelsen, Thomas Jensen.

⁷¹ Oljedirektoratet (2005).

lastningsniveauer, som viser, at NO_x-udledningen falder med belastningen. Det er antaget, at på standardturbiner falder NO_x-udledningen ved 50 pct. belastning til 35 pct. af NO_x-udledningen ved 100 pct. belastning. Tilsvarende antages det, at for Lav-NO_x turbiner falder NO_x-udledningen ved 50 pct. belastning til 57 pct. af NO_x udledningen ved 100 pct. belastning⁷². Der interpoleres lineært i området 50-100 pct. belastning. Dette betyder, at hvis en standard turbine gennemsnitligt opererer med 80 pct. belastning, beregnes NO_x udledningen som 74 pct. af udledningen ved 100 pct. belastning. De 19 gasturbiner kører typisk 95 pct. af tiden med en gennemsnitlig belastning på 79 pct.

20.2 Sammenfatning af de budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger for DLE-gasturbiner offshore

Tabel 20-1 viser de samlede budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger for en udvalgt turbine samt for situationen, at alle 18 enheder udskiftes til DLE. Samlet set kan der opnås en reduktion på 4373 tons i 2010. Dette svarer til det samlede potentiale på landsplan, og dermed er dette tiltag blandt dem med det største NO_x reduktionspotentiale.

Det svarer til en nedbringelse af hele offshoresektorens NO_x emission med ca. 40 pct. i 2010. Miljøgevinsten vil aftage med tiden, efterhånden som felterne udtømmes. Budgetøkonomisk koster tiltaget offshoresektoren 260 mill. kr. pr. år, hvilket svarer til 112 kr. pr. kg NO_x. De velfærdsøkonomiske omkostninger er højere end de budgetøkonomiske med årlige omkostninger på 304 mill. kr. pr. år og 131 kr. pr. kg NO_x. Tiltaget giver et velfærdsøkonomisk underskud på 1451 mill. kr. i nutidsværdi.

Tabel 20-1 Oversigt over budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger for DLE-gasturbiner offshore (2004-priser)

		For en udvalgt turbine*	For alle 18 turbiner
Miljøeffekt - reduktion af NO _x i 2010	Tons/år	151	4373
Budgetøkonomisk			
Omkostninger pr. år 30 år	mill.kr./år	12	260
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	128	112
Velfærdsøkonomisk			
CBA nutidsværdi 30 år (underskud)	mill.kr.	-87	-1451
Omkostninger pr. år 30 år	mill.kr./år	15	304
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	150	131

*Dan FF, CT 3520

Note: I CBA er anvendt en pris på 85 kr. pr. kg NO_x. Denne pris dækker alene de sundhedsmæssige skadesomkostninger og er derfor bl.a. afhængig af, hvor emissionen finder sted og af befolkningstætheden, hvor eksponeringen sker. Derfor er denne pris særlig usikker for de tiltag, der foregår til havs, dvs. i sektorerne fiskeri og offshore.

Da omkostningerne og NO_x reduktionerne varierer en del imellem de enkelte turbiner, er resultaterne for de enkelte turbiner præsenteret i figur 20-1. Figuren viser NO_x reduktioner og skyggepriser for hver turbine. Tiltagets reduktion af NO_x udledning (søjlerne) aflæses på venstre akse og dets skyggepris (kurven) på højre akse. Turbinerne er rangordnet efter stigende skyggepris.

⁷² Antagelserne er baseret på den norske rapport: Oljedirektoratet (2005).

Som et eksempel på skadesomkostningerne fra NO_x emissionen og en mulig størrelsesorden for disse har DMU i rapport 507: "Sundhedseffekter af luftforureningen – beregningspriser" fra oktober 2004 estimeret de sundhedsmæssige skadesomkostninger for ét kg NO_x fra et moderne kulfyret kraftværk på hhv. Sjælland og Vest-Jylland til en pris der omregnet til 2004-priser kan opgøres til hhv. 81 og 89 kr., gennemsnittet heraf er 85 kr. pr. kg. Transport- og Energiministeriet anvender et væsentligt lavere skøn over prisen på NO_x på 15-16 kr. pr. kg.

Mærsk Olie og Gas har som repræsentanter for offshore-sektoren peget på, at nærværende rapport efter deres opfattelse ikke giver et retvisende billede af den miljø- og samfundsmæssige gevinst ved NO_x-reducerende tiltag offshore, idet rangordningen ikke tager hensyn til, hvor meget de enkelte tiltag reelt vil reducere eventuelle sundhedsmæssige skadesomkostninger, da disse vil variere under hensyntagen til bl.a. hvor emissionen sker og ikke kan fastlægges ved at anvende et simpelt gennemsnit som det anførte.

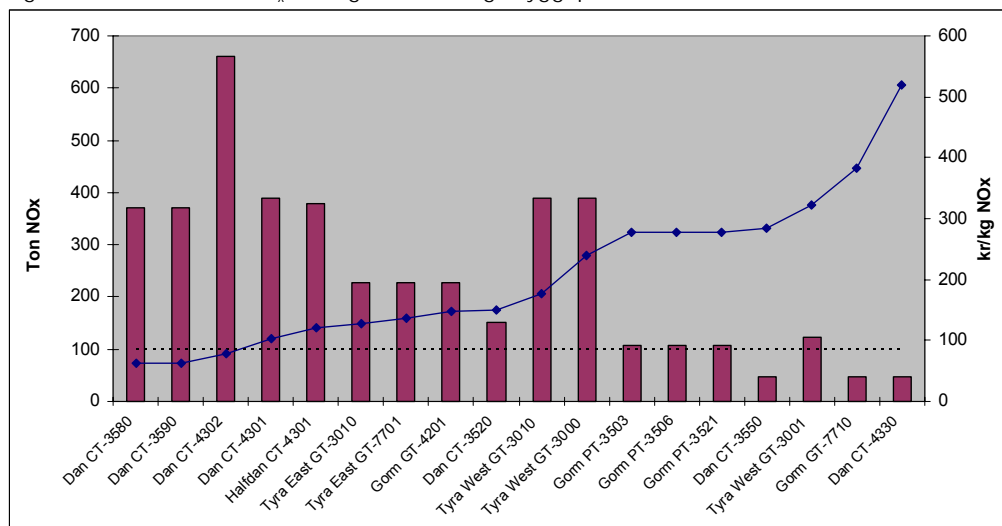
Det er i rapporten vist, hvilke tiltag der giver velfærdsøkonomisk hhv. under- og overskud, hvis prisen på NO_x er 85 kr. pr. kg. Men det skal understreges, at hovedsigtet med denne rapport er at belyse, hvorledes Danmark mest omkostningseffektivt kan opfylde NEC-direktivets og Gøteborgprotokollens NO_x-målsætning, Til dette bruges en rangordning af tiltagenes skyggepris, dvs. deres omkostning pr. kg fjernet NO_x, og heri indgår ikke værdien af NO_x. Prisen på NO_x er således uden betydning for rangordenen af tiltagene og øvelsen at opfylde NO_x-målsætningen mest omkostningseffektivt.

Det skal endvidere understreges, at de sundhedsmæssige skadesomkostninger kun er en del af de samlede skadesomkostninger. Hertil kommer de miljømæssige skadesomkostninger (f.eks. i form af eutrofiering, evt. reduceret fiskebestand pga. NO_x deponering i havet o.l.), der ikke er medregnet, da de ikke på tilfredsstillende måde har kunnet kvantificeres. Prisen på de 85 kr. pr. kg er derfor ikke en fyldestgørende pris, men er det bedste skøn for nærværende efter Miljøstyrelsens opfattelse. Prisen på de 85 kr. pr. kg NO_x dækker som nævnt alene de sundhedsmæssige skadesomkostninger og er derfor bl.a. afhængig af, hvor emissionen finder sted og af befolkningstætheden, hvor eksponeringen sker. Derfor er denne pris særlig usikker for de tiltag, der foregår til havs, dvs. i sektorerne fiskeri og offshore.

Prisen på de 85 kr. pr. kg er angivet som den stiplede linie i figuren. Forudsat at prisen på NO_x er 85 kr. pr. kg, så vil alle tiltag, hvis skyggepris ligger under den stiplede linie, give velfærdsøkonomisk overskud, mens alle over linien vil give underskud.

Der er stor spredning mellem tiltagene, både mht. økonomi og NO_x reduktion. Der er en gruppe på 7 turbiner, hvor der kan fjernes relativt meget NO_x (mere end 300 tons NO_x årligt per turbine), men der er også en stor gruppe med en mere beskedne reduktion på under 100 tons NO_x årligt. Skyggepriserne varierer fra 63 kr. pr. kg for den billigste til 521 kr. pr. kg for den dyreste. De billigste tiltag er karakteriseret ved relativ store NO_x-reduktioner og lange levetider, da omkostningerne bliver spredt ud over længere tid og en større reduktionsmængde. De 7 dyreste er alle karakteriseret ved et relativt bekedent reduktionspotentiale. De budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger for samtlige turbiner kan ses i bilag 16.

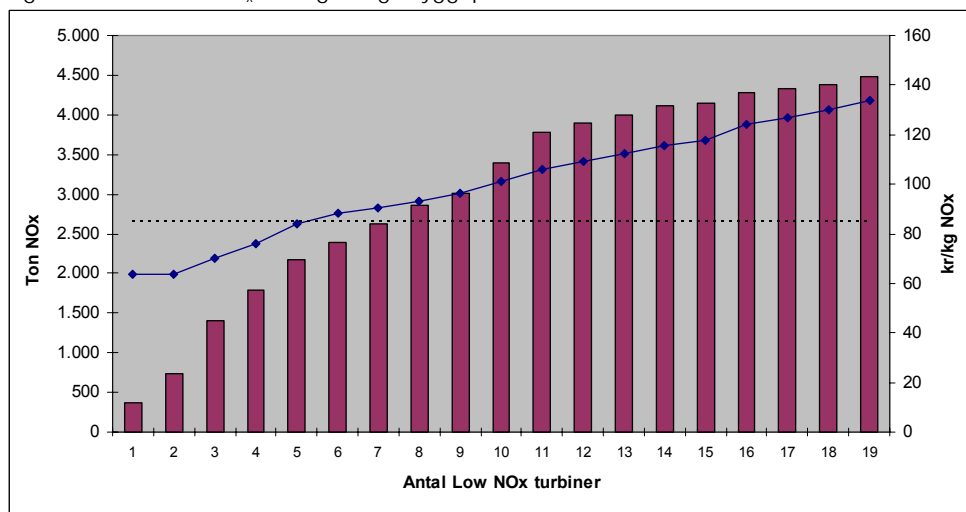
Figur 20-1 Reduceret NO_x mængde i 2010 og skyggepris for de enkelte turbiner



Note: Prisen på de 85 kr. pr. kg NO_x dækker alene de sundhedsmæssige skadesomkostninger og er derfor bl.a. afhængig af, hvor emissionen finder sted og af befolkningstætheden, hvor eksponeringen sker. Derfor er denne pris særlig usikker for de tiltag, der foregår til havs, dvs. i sektorerne fiskeri og offshore.

Figur 20-2 viser NO_x mængde og skyggepris ved forskellige scenarier for tiltaget, hvor antallet af DLE turbiner varieres. Der akkumuleres, og turbinerne vælges i samme rækkefølge som i figur 20-1, dvs. billigste vælges først. Hvis der f.eks. bliver installeret DLE på de 10 turbiner med lavest skyggepris, bliver den samlede NO_x-reduktion i 2010 ca. 3400 tons, og den gennemsnitlige skyggepris bliver 101 kr. pr. kg. Tilsvarende, hvis der installeres på de billigste 5 turbiner, fås en reduktion på ca. 2200 tons NO_x til en gennemsnitlig skyggepris på ca. 84 kr. pr. kg. Dette vil give velfærdsøkonomisk overskud. Den gennemsnitlige skyggepris bliver højere, jo flere turbiner man vælger at installere DLE på. Tabel 20-2 viser de samlede budget- og velfærdsøkonomiske omkostninger, hvis der installeres på op til 5 turbiner, startende med den billigste.

Figur 20-2 Samlet NO_x mængde og skyggepris ved varierende antal DLE turbiner



Note: se note til figur 20-1

Tabel 20-2 Oversigt over budgetøkonomiske og velfærdsøkonomiske omkostninger for DLE-gasturbiner offshore (2004-priser)

Antal turbiner		1	2	3	4	5
Miljøeffekt - reduktion af NO _x i i 2010	tons/år	371	743	1404	1792	2171
Budgetøkonomisk						
Omkostninger pr. år 30 år	mill.kr./år	14	28	59	78	105
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	54	54	60	65	72
Velfærdsøkonomisk						
CBA nutidsværdi 30 år (underskud)	mill.kr.	76	153	196	145	13
Omkostninger pr. år 30 år	mill.kr./år	16	33	69	91	123
Omkostninger pr. kg NO _x	Kr./kg	64	64	71	76	85

Note: I CBA er anvendt en pris på 85 kr. pr. kg NO_x. Denne pris dækker alene de sundhedsmæssige skadesomkostninger og er derfor bl.a. afhængig af, hvor emissionen finder sted og af befolkningstætheden, hvor eksponeringen sker. Derfor er denne pris særlig usikker for de tiltag, der foregår til havs, dvs. i sektorerne fiskeri og offshore.

Følsomhedsanalyser

For at undersøge robustheden af resultaterne i forhold til beregningsforudsætningerne, er der foretaget en række følsomhedsanalyser:

- Velfærdsøkonomisk rentesats nedsættes fra 6 pct. til 3 pct., og der anvendes forrentningsfaktor på kapital.
- Investeringsudgifter som i norsk rapport, dvs. reduceret til ca. 65 mill.kr. pr. turbine
- Investeringsudgifter hhv. hæves/sænkes med 25 pct.
- Antal dage med produktionsstop reduceres fra 30-40 dage til 15 dage
- Priser på brændsler (råolie og naturgas) hhv. forhøjes og formindskes svarende til højpris- og lavpris-scenarie i Energistyrelsens reviderede energi-strategi, maj 2006 (udkast).
- "Best case" scenarium og "worst case" scenarium

Følsomhedsanalyserne konkluderer, at resultaterne er forholdsvis følsomme overfor ændringer i forudsætningerne. Dette ses ved, at skyggeprisen falder til 71 kr./kg NO_x i "Best Case" scenariet og stiger til 170 kr./kg NO_x i "Worst Case" scenariet. Resultatet af alle følsomhedsanalyserne kan ses i afsnit 20-5.

Sundhedseffekter og miljøeffekter af NO_x-emissioner offshore

Mærsk mener, at den forholdsvis sundhedsrisiko forbundet med NO_x emissioner fra offshore sektoren er væsentligt lavere end tilsvarende emission på land pga. den særdeles lave befolkningstæthed i udledningpunktet og den store afstand til land og høje befolkningstætheder. Kilder, der udelukkende bidrager til den regionale baggrundskoncentration, skaber ikke en sundhedsrisiko i sig selv. Hvis reduktioner af NO_x-emission skal medføre en regulær sundhedsmæssig forbedring, skal reduktionerne foretages i tæt befolkede områder, hvor der er risiko for, at sundhedsgrænseværdierne overskrides. Mærsk konkluderer på denne baggrund,

- en stor del af kvælstofdepositionen fra offshore installationer falder på havet, hvor den ikke vil udgøre en reel miljøbelastning
- reduktion af NO_x emissioner på land har større positiv effekt på miljøet end tilsvarende reduktion på offshore faciliteter.

Miljøstyrelsens synspunkt er, at det ikke kan udelukkes, at udslippet af NO_x-emissionen bidrager til partikeldannelsen, som kan transporteres over store

afstande, og som har stor sundhedsmæssig effekt. Størrelsen af de sundhedsmæssige skadesomkostninger er dog afhængig af befolkningstætheden i nedfaldsområdet. NO_x danner sammen med andre stoffer, SO₂, NH₄, VOC, forsurende og eutrofierende forbindelser samt ozon, der påvirker de omgivende landområder, selvom udledningen sker i relativ stor afstand fra kyster. Miljøstyrelsen finder desuden ikke, at der er fremført dokumentation for, at den del af kvælstofdepositionen fra offshore installationer, der falder på havet, ikke vil udgøre en reel miljøbelastning. Udslip fra offshoresektor tæller i NEC-direktivets regnskab og dermed i Danmarks internationale forpligtigelse. Derfor bør tiltag i offshoresektoren indgå på lige fod med tiltag i andre sektorer.

20.3 Budgetøkonomiske omkostninger

De budgetøkonomiske omkostninger består af:

- investeringer
- øgede driftsomkostninger for DLE turbiner
- sparede driftsomkostninger i anlægsperioden
- omkostninger ved udsættelse af produktionen grundet nedlukning i anlægsperioden

Da der er store forskelle på økonomi og NO_x-reduktioner for de enkelte turbiner, er beregningerne lavet enkeltvis for hver turbine. Forudsætningerne for de enkelte turbiner kan ses i tabel 20-3. For at give et samlet billede viser tabellen også tallene for turbine nr. 6, der er udtaget af beregningerne, da den forventes at blive taget ud af drift efter 1 år. I dette og det følgende afsnit vises beregningen for en udvalgt turbine. De øvrige turbiner er regnet efter samme metode.

Tabel 20-3 Forudsætninger for de enkelte turbiner, DLE på gasturbiner offshore, (2004-priser)

Nr	Platform	Turbine	NO _x	Levetid	Investering	Drift	Sparet drift	Drift-stop	Olieprod.	Gasprod.
			reduktion	År	mill.kr.	mill.kr /år	Antal dage	Pr. dag	pr. dag	
			Ton/år		mill.kr.		mill.kr		bopd	MM-scf
1	Halfdan B	CT-4301	378,7	25	177	0,48	0,16	30	60000	0
2	Dan FC	CT-4330	48,1	9	133	0,48	0,16	30	3000	0
3	Dan FF	CT-4301	388,6	16	165	0,96	0,42	40	30000	0
4	Dan FG	CT-4302	660,8	25	197	0,96	0,42	40	50000	0
5	Dan FB	CT-3550	48,1	25	112	0,48	0,16	30	6000	0
6	Dan FE	CT-3570	108,4	1	143	0,48	0,20	30	9000	0
7	Dan FF	CT-3520	151,4	21	145	0,96	0,24	30	15000	0
8	Dan FF	CT-3580	371,5	25	157	0,48	0,28	30	18000	0
9	Dan FG	CT-3590	371,5	25	157	0,48	0,28	30	18000	0
10	Gorm F	GT-4201	227,0	9	160	0,48	0,16	30	10000	0
11	Gorm F	PT-3503	108,4	9	141	0,48	0,16	30	10000	0
12	Gorm F	PT-3506	108,4	9	142	0,48	0,16	30	10000	0
13	Gorm F	PT-3521	108,4	9	142	0,48	0,16	30	10000	0
14	Tyra EA	GT-3010	227,0	25	154	0,48	0,24	30	3000	200
15	Gorm F	GT-7710	48,1	16	133	0,48	0,16	30	5000	0
16	Tyra EA	GT-7701	227,0	9	154	0,48	0,16	30	8000	0
17	Tyra West E	GT-3000	388,6	4	173	0,48	0,42	40	1000	350
18	Tyra West E	GT-3010	388,6	7	173	0,48	0,42	40	1000	350
19	Tyra West A	GT-3001	122,8	16	316	0,48	0,32	30	5000	0
Gennemsnit			235	15	162	0,56	0,25	32	14316	47
Sum			4458	-	3072	10,59	4,66	-	272000	900

Investeringen omfatter køb af teknisk udstyr, arbejdskraft og offshore beboelse i anlægsperioden samt administrative omkostninger. Det tekniske udstyr koster gennemsnitligt 25 mill. kr. pr. turbine.

Offshore beboelse udgør suverænt den største post på 84-240 mill. kr. pr. turbine eller gennemsnitligt 115 mill. kr. Mærsk oplyser, at det i konstruktionsperioden vil være nødvendigt at leje borerigge eller lignende til indlogering af konstruktionspersonalet, da de eksisterende forhold på anlæggene ikke er dimensioneret til indkvartering af personel til større konstruktionsopgaver som de foreliggende. For at minimere nedlukningen udføres arbejdet i tre faser: ikke-produktionskritiske forberedende arbejder før nedlukning, selve turbineindgrebet under nedlukning og ikke-produktionskritiske afsluttende arbejder efter nedlukning. Det er i alle tilfælde vurderet, at 10 personer pr. (13 timer) skift kan arbejde på turbinerne, hvilket skyldes de begrænsede pladsforhold. Rigtigheden er estimeret til 200.000 USD pr. dag, svarende til ca. 1,1 mill.kr. pr. dag. Konstruktionsperioden udgør typisk 90 dage, dvs. en samlet udgift på 115 mill.kr. til leje af en borerig for en turbine.

Arbejdskraft udgør 14 mill. kr. pr. turbine i gennemsnit. Dette bygger på et gennemsnitligt timeforbrug på ca. 19800 pr. turbine til installeringen. Administrative omkostninger udgør gennemsnitligt 8 mill. kr. pr. turbine.

De samlede investeringsomkostninger for hver turbine kan ses i tabel 20-3. Der er udført følsomhedsanalyser, hvor investeringsomkostningerne op- og nedjusteres, jf. afsnit 20-5.

Investeringen antages at blive foretaget for alle turbiner i 2009, og udstyret tages i brug fra 2010. Investeringen antages for alle de 18 gasturbiner at holde det pågældende felts resterende levetid. Derfor er ingen reeinvestering nødvendig. Felternes restlevetid varierer mellem 4 og 25 år. I praksis vil det være urealistisk at installere 18 DLE turbiner i løbet af ét år. Men da alle udgifter er opgivet som enkeltprojekter, ville der sandsynligvis være nogle stordriftsfordele ved at installere på alle 18 turbiner, som ikke er medtaget i beregningerne. En fordeling af installationen og dermed investeringen over flere år vurderes imidlertid ikke at kunne rykke nævneværdigt ved resultaterne.

Der er øgede driftsomkostninger forbundet med DLE turbiner sammenlignet med standard turbiner. De øgede driftsudgifter udgør ca 0,5-1 mill.kr. pr. år pr. turbine og kan ses i tabel 20-3. Driftsudgifterne afholdes i hele turbinens levetid, som igen varierer fra turbine til turbine og ligeledes kan ses i tabel 20-3. Turbinernes gasforbrug er ikke indeholdt i driftsudgifterne.

I forbindelse med installationen af DLE-turbinerne er det nødvendigt at lukke ned for produktionen i en periode. Mærsk oplyser, at der ikke er nogen reservekapacitet på platformene, og derfor er det ikke muligt at afkorte perioden for produktionsstop i forhold til anlægsperioden. Perioden varierer fra 30-40 dage. I denne periode spares der altså nogle driftsudgifter, som ses i tabel 20-3.

Idet produktionen lukkes ned i anlægsperioden, fås et indkomstab for operatøren i denne periode. Da der er tale om et olie- eller gasfelt, som udtømmes på et tidspunkt, opnås denne produktion i stedet senere, lige inden feltet udtømmes. Der er altså tale om en udsættelse af produktionen til umiddelbart efter feltet ellers ville have været udtømt. Tabet ved udsættelsen af produktionen beregnes ved at trække nutidsværdien af indtægten på udtømmningstidspunktet fra nutidsværdien af indtægten i anlægsperioden, jf. tabel 20-4. Længden af perioden med produktionsstop har stor indflydelse på indkomsttabet og de samlede omkostninger. Derfor foretages en følsomhedsanalyse, hvor antallet af dage med produktionsstop nedjusteres, jf. kap 20-5.

For alle turbiner undtagen én, ligger udtømmningstidspunktet indenfor tidshorizonten, der strækker sig til og med 2034. For én turbine (Tyra EA GT-3010) er udtømmningstidspunktet i 2035, og det antages her for nemheds skyld, at det i stedet er i 2034, at udtømmningen finder sted. I tabel 20-3 er vist hver turbines produktion af olie og naturgas angivet i hhv. tønder olie pr. dag (bopd) og Millioner standard kubik fødder pr. dag (MMscfd). Priserne på råolie og naturgas stammer fra Energistyrelsen og kan ses i tabel 2-8. For råolie benyttes en brændværdi på 5,84 GJ pr. tønde olie. For naturgas bruges en brændværdi på 39,6 GJ pr. 1000 Nm³ gas og en omregningsfaktor på 37,24 scf/ Nm³⁷³.

Tabel 20-4 viser de budgetøkonomiske omkostninger for DLE på en udvalgt turbine (Dan FF, CT 3520). Investeringsomkostningerne, produktionstab og de sparede driftsudgifter finder sted i 2009 i forbindelse med installationen. De øgede driftsudgifter samt NO_x-reduktionerne finder sted i perioden fra 2010 til 2030, hvor feltet udtømmes. Derved får turbinen en levetid på 21 år.

⁷³ Kilde: Energistyrelsen, april 2005, Appendiks: Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet

I 2030 opnås en øget produktion, som følge af udsættelsen af produktionen i 2009 under anlægsarbejdet.

Tabel 20-4 Budgetøkonomiske omkostninger, DLE på gasturbiner, udvalgt turbine: Dan FF CT 3520 (2004 priser)

År	Investering mill.kr	Drift mill.kr	Sparet Drift	Ændring i produktion	Produktionstab	Samlede omkostninger mill.kr.	NO _x reduktion Ton
				Olief	Olief		
				1000 GJ	mill.kr.		
2005	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0
2009	145	0	-0,24	2628	105	250	0
2010	0	0,96	0	0	0	1	151
2011	0	0,96	0	0	0	1	151
2012	0	0,96	0	0	0	1	151
2013	0	0,96	0	0	0	1	151
2014	0	0,96	0	0	0	1	151
2015	0	0,96	0	0	0	1	151
2016	0	0,96	0	0	0	1	151
2017	0	0,96	0	0	0	1	151
2018	0	0,96	0	0	0	1	151
2019	0	0,96	0	0	0	1	151
2020	0	0,96	0	0	0	1	151
2021	0	0,96	0	0	0	1	151
2022	0	0,96	0	0	0	1	151
2023	0	0,96	0	0	0	1	151
2024	0	0,96	0	0	0	1	151
2025	0	0,96	0	0	0	1	151
2026	0	0,96	0	0	0	1	151
2027	0	0,96	0	0	0	1	151
2028	0	0,96	0	0	0	1	151
2029	0	0,96	0	0	0	1	151
2030	0	0,96	0	-2628	-107	-106	151
2031	0	0	0	0	0	0	0
2032	0	0	0	0	0	0	0
2033	0	0	0	0	0	0	0
2034	0	0	0	0	0	0	0
NPV i 2004	108	8,47	-0,18		55	172	1331
Omkostning mill.kr/år (30 år)						12,5	
Omkostning kr./kg						129,0	

Omkostningerne beløber sig til 172 mill.kr. i nutidsværdi i 2004, hvilket svarer til årlige omkostninger på 12,5 mill.kr. pr. år. NO_x reduktionen er 151 tons pr. år. Dette giver en budgetøkonomisk omkostning på 129 kr./kg NO_x.

20.4 Velfærdsøkonomiske omkostninger

De velfærdsøkonomiske omkostninger er beregnet ved at forhøje de budgetøkonomiske omkostninger fra tabel 20-4 med nettoafgiftsfaktoren på 1,17, jf. afsnit 2.6.

Tabel 20-5 Velfærdsøkonomiske omkostninger, DLE på gasturbiner, udvalgt turbine: Dan FF CT 3520 (2004 priser)

År	Investe- ring	Drift	Sparet drift	Produk- tionstab	Samlede omkost- ninger	NO _x reduk- tion	NO _x Værdi	
	mill.kr			mill.kr				mill.kr
2005	0	0	0	0	0	0	0	
2006	0	0	0	0	0	0	0	
2007	0	0	0	0	0	0	0	
2008	0	0	0	0	0	0	0	
2009	170	0	-0,28	123	292	0	0	
2010	0	1,13	0	0	1,13	151	13	
2011	0	1,13	0	0	1,13	151	13	
2012	0	1,13	0	0	1,13	151	13	
2013	0	1,13	0	0	1,13	151	13	
2014	0	1,13	0	0	1,13	151	13	
2015	0	1,13	0	0	1,13	151	13	
2016	0	1,13	0	0	1,13	151	13	
2017	0	1,13	0	0	1,13	151	13	
2018	0	1,13	0	0	1,13	151	13	
2019	0	1,13	0	0	1,13	151	13	
2020	0	1,13	0	0	1,13	151	13	
2021	0	1,13	0	0	1,13	151	13	
2022	0	1,13	0	0	1,13	151	13	
2023	0	1,13	0	0	1,13	151	13	
2024	0	1,13	0	0	1,13	151	13	
2025	0	1,13	0	0	1,13	151	13	
2026	0	1,13	0	0	1,13	151	13	
2027	0	1,13	0	0	1,13	151	13	
2028	0	1,13	0	0	1,13	151	13	
2029	0	1,13	0	0	1,13	151	13	
2030	0	1,13	0	-125	-124	151	13	
2031	0	0	0	0	0	0	0	
2032	0	0	0	0	0	0	0	
2033	0	0	0	0	0	0	0	
2034	0	0	0	0	0	0	0	
NPV i 2004	127	9,91	-0,21	64	201	1.331	113	
CBA mill. kr.							-87,4	
Omkostning mill.kr/år (30 år)							14,6	
Omkostning kr./kg							151	

Note: I CBA er anvendt en pris på 85 kr. pr. kg NO_x. Denne pris dækker alene de sundhedsmæssige skadesomkostninger og er derfor bl.a. afhængig af, hvor emissionen finder sted og af befolkningstætheden, hvor eksponeringen sker. Derfor er denne pris særlig usikker for de tiltag, der foregår til havs, dvs. i sektorerne fiskeri og offshore.

Nutidsværdien af de velfærdsøkonomiske omkostninger udgør 201 mill. kr. for Dan FF CT 3520 turbinen, jf. tabel 20-5. Dette svarer til en årlig omkostning på 14,6 mill. kr. pr. år. Værdien af NO_x-reduktionen er beregnet med en pris på 85 kr. pr. kg, jf. tabel 2-2. Nutidsværdien af værdien af miljøeffekten udgør dermed 113 mill. kr. for den udvalgte turbine, jf. tabel 20-5. CBA underskuddet er beregnet ved at trække nutidsværdien af de samlede velfærdsøkonomiske omkostninger fra nutidsværdien af miljøeffekten. Dermed fås et underskud på 87 mill. kr. i nutidsværdi for den udvalgte turbine. Skyggeprisen pr. kg beregnes ved at dividere nutidsværdien af omkostningerne med nutids-

værdien af den reducerede mængde NO_x . Dermed fås en skyggepris på 151 kr. pr. kg NO_x for den udvalgte turbine.

20.5 Følsomhedsanalyser for DLE på gasturbiner offshore

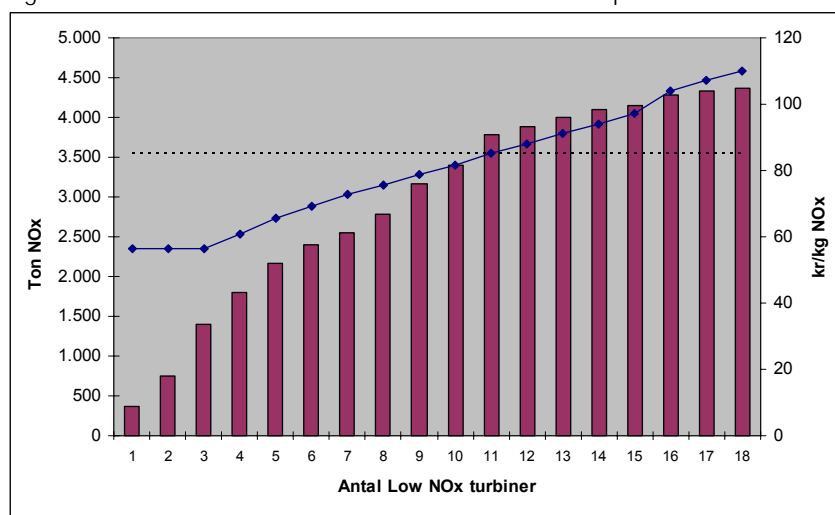
Der er lavet en række følsomhedsanalyser, hvor der er ændret på forudsætningerne for beregningerne. DLE på gasturbiner adskiller sig fra de andre tiltag, ved at der er 18 forskellige tiltag (turbiner) med meget forskellige skyggepriser. Når der ændres på forudsætningerne, kan det have indflydelse på rangordningen af de enkelte tiltag samt på det antal turbiner, det kan svare sig at installere på. Dette gælder både i forhold til, om det er samfundsøkonomisk rentabelt, og i forhold til skyggeprisen sammenlignet med de andre tiltag.

Der er udført følgende følsomhedsanalyser

- Velfærdsøkonomisk rentesats nedsættes fra 6 pct. til 3 pct., og der anvendes forrentningsfaktor på kapital.
- Investeringsudgifter som i norsk rapport, dvs. reduceret til ca. 65 mill.kr. pr. turbine
- Investeringsudgifter hhv. hæves/sænkes med 25 pct.
- Antal dage med produktionsstop reduceres fra 30-40 dage til 15 dage
- Priser på brændsler (råolie og naturgas) hhv. forhøjes og formindskes svarende til højpris- og lavpris-scenarie i Energistyrelsens reviderede energistrategi, maj 2006 (udkast).
- "Best case" scenarium og "worst case" scenarium

Den første følsomhedsanalyse er en ændring af den velfærdsøkonomiske rente til 3 pct. i stedet for 6 pct. kombineret med den såkaldte forrentningsfaktor på kapital. Denne følsomhedsanalyse er også foretaget på alle de andre tiltag, jf. kap 5 i "Analyse af Danmarks muligheder for at reducere emissionerne af NO_x i 2010, Miljøstyrelsen, maj 2006".

Figur 20-3 Følsomhed med velfærdsøkonomisk rente 3 pct.



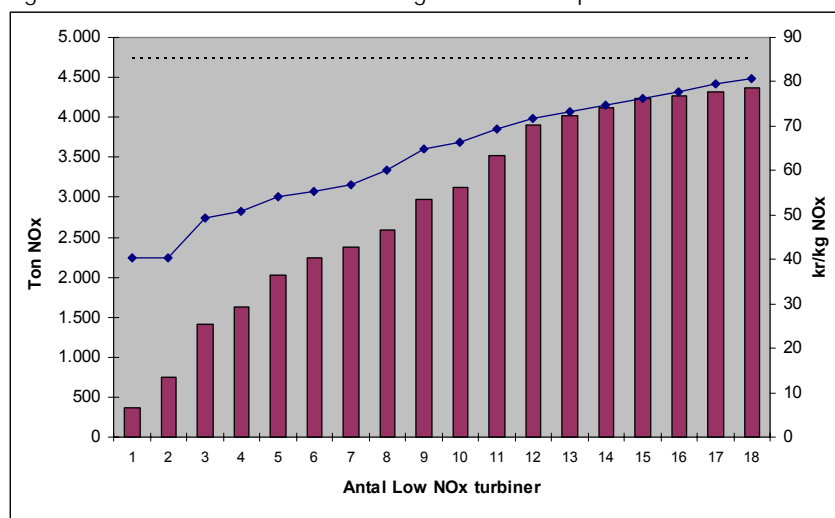
Note: se note til figur 20-1

For de fleste tiltags vedkommende (undtagen skift fra diesel- til benzinbiler) gør ændringen tiltaget dyrere. For DLE på offshore derimod, betyder det, at tiltaget bliver billigere, da det gør nutidsværdien af indkomsttabet ved udskudt produktion mindre. Ved en velfærdsøkonomisk rente på 3 pct. er det muligt at installere på op til 11 turbiner, og stadig holde sig under beregningsprisen på

NO_x på 85 kr. pr. kg, jf. figur 20-3. Hvis der installeres på alle 18 turbiner, opnås en skyggepris på 110 kr. pr. kg.

I sammenligning med norsk rapport er de danske investeringsomkostninger meget høje. Der er derfor udført en følsomhedsanalyse, hvor der er benyttet den norske gennemsnitspris for investeringerne på ca. 65 mill. kr. pr. turbin⁷⁴. Med denne forudsætning er det samfundsøkonomisk rentabelt at installere på alle 18 turbiner, med en skyggepris på 81 kr. pr. kg, jf. figur 20-4. Det skal understreges, at der er nogle væsentlige fysiske forskelle på offshore anlæggene i Norge og Danmark, idet mange norske anlæg er væsentligt større end de danske. Det betyder, at de er bedre dimensioneret til indkvartering af ekstra personel, hvilket medfører, at den store udgift til offshore beboelse vil kunne spares.

Figur 20-4 følsomhed med investeringer 65 mill. kr. pr. turbine

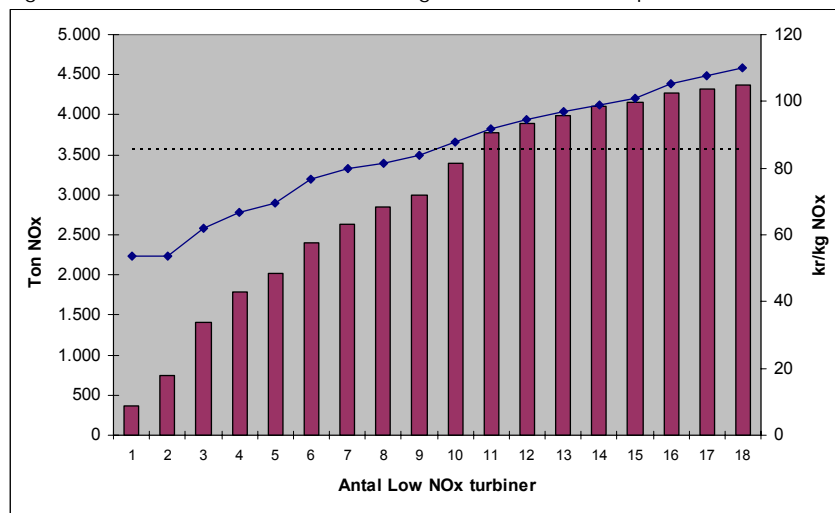


Note: se note til figur 20-1

De næste to følsomhedsanalyser minder om den forrige, men er mindre drastiske. Ligesom for de andre tiltag skrues der op og ned for investeringsomkostningerne med 25 pct. Med 25 pct. lavere investeringsomkostninger, er det velfærsøkonomisk rentabelt at installere på op til 9 turbiner med en skyggepris på 84 kr. pr. kg, jf. figur 20-5. Installering på alle 18 turbiner giver en skyggepris på 110 kr. pr. kg.

⁷⁴ Jf. Oljedirektoratet (2005)

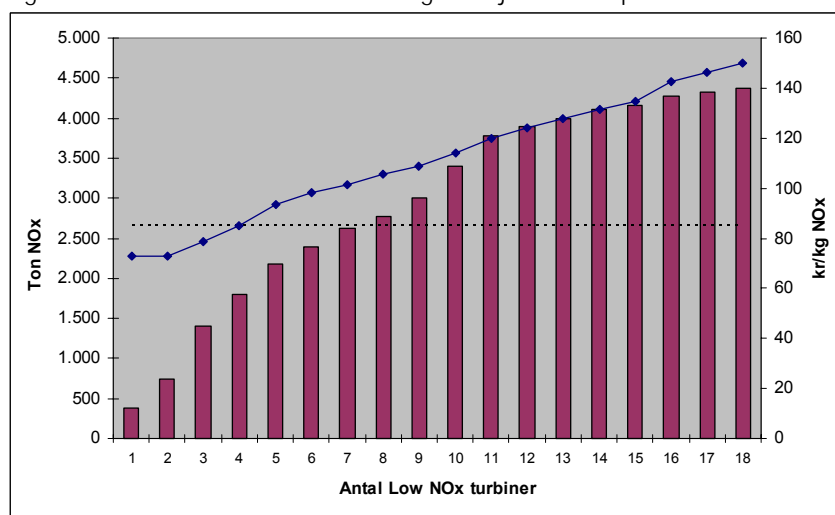
Figur 20-5 Følsomhed med Investering reduceret med 25 pct.



Note: se note til figur 20-1

Med 25 pct. højere investeringsomkostninger, er det kun muligt at installere på 4 turbiner, før beregningsprisen på 85 kr./kg nås. Hvis der installeres på alle 18 ryger skyggeprisen op på 150 kr./kg.

Figur 20-6 Følsomhed med investering forhøjet med 25 pct.

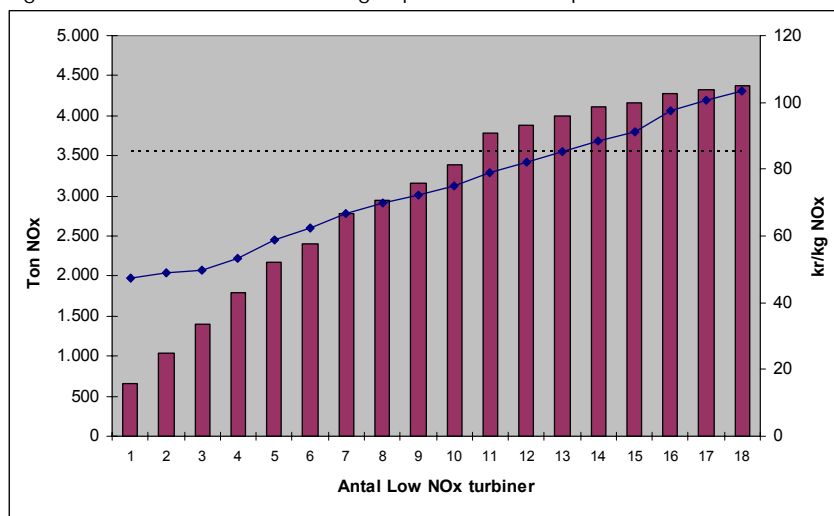


Note: se note til figur 20-1

Ifølge den norske rapport viser det sig, at hvis turbinerne har fuld eller delvis reservekapacitet, kan perioden med produktionsstop reduceres til 9 dage ved delvis reservekapacitet og helt ned til 2 dage ved fuld reservekapacitet. De norske platforme adskiller sig imidlertid fra de danske, ved at turbinerne ofte bruges til at generere elektrisk strøm til forsyning af samtlige brugere på en platform. I strømforsyningsystemer vil der ofte være en vis redundans indbygget, som betyder, at en enkelt maskine kan tages ud i en periode uden produktionsmæssige konsekvenser. Dette gør sig ikke gældende for de danske platforme. Der er dog foretaget en følsomhedsanalyse, hvor antallet af dage med produktionsstop reduceres fra typisk 30 dage til 15 dage. Dette har indflydelse på størrelsen af produktionstab. Figur 20-7 viser, at skyggepriserne er meget følsomme overfor antallet af dage med produktionsstop. Med denne forudsætning ville det være muligt at installere på op til 12 turbiner, og opnå

en skyggepris på 82 kr. pr. kg. Installeres på alle 18 turbiner opnås en skyggepris på 104 kr. pr. kg.

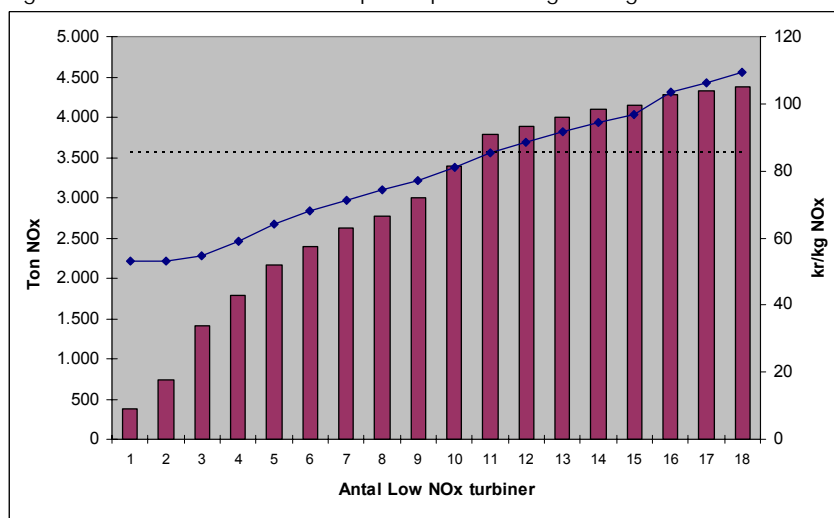
Figur 20-7 følsomhed med 15 dages produktionsstop



Note: se note til figur 20-1

Priserne på råolie og naturgas har også indflydelse på størrelsen af produktionsstabet. Derfor er der lavet to følsomhedsanalyser, hvor der skrues op og ned for disse priser. Med lave priser vil det være muligt at installere på op til 11 turbiner indenfor en skyggepris på 85 kr. pr. kg. Alle 18 turbiner giver en skyggepris på 109 kr. pr. kg.

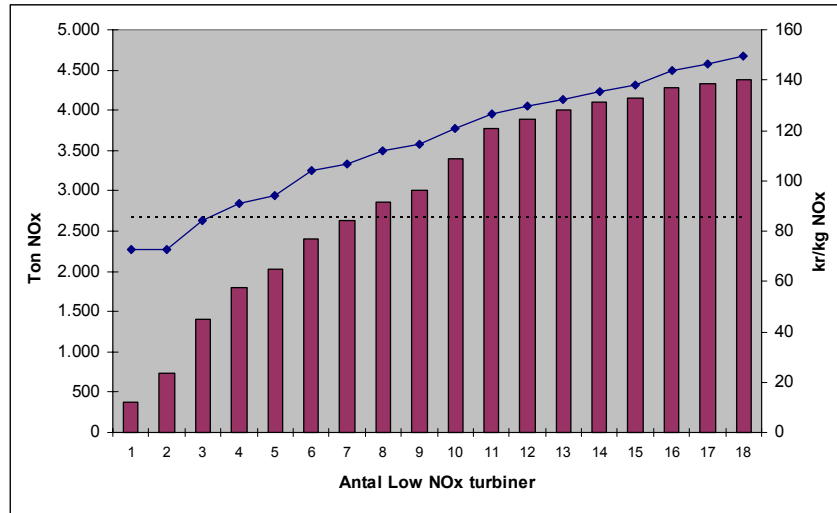
Figur 20-8 Følsomhed med lave priser på råolie og naturgas



Note: se note til figur 20-1

Høje priser på olie og naturgas har den modsatte effekt, at tiltaget bliver dyrere. Her kan der kun installeres på 3 turbiner indenfor beregningsprisen. Dette koster 84 kr./kg. For alle 18 turbiner koster det 150 kr./kg.

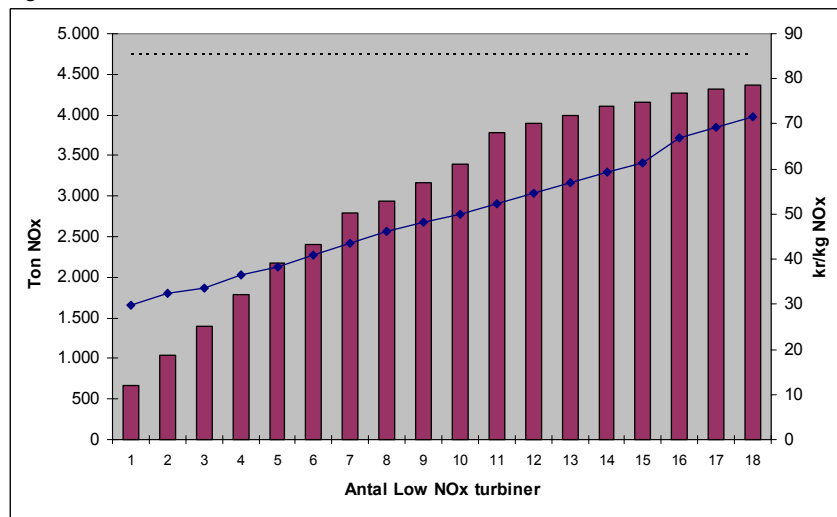
Figur 20-9 Følsomhed med høje priser på råolie og naturgas



Note: se note til figur 20-1

Der er lavet et "best case" scenarium og et "worst case" scenarium ved at kombinere nogle af følsomhederne ovenfor. I "best case" scenariet sættes den velfærdsøkonomiske rente til 3 pct., der skrues ned for investeringerne med 25 pct., antallet af dage med produktionsstop reduceres til 15, og de lave priser for råolie og naturgas benyttes. I "best case" scenariet kan der installeres på alle 18 turbiner ved en skyggepris på 71 kr. pr. kg.

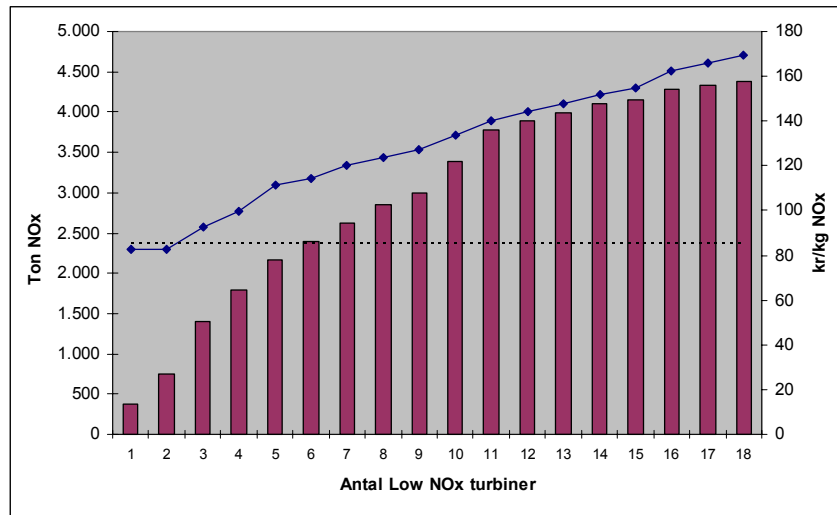
Figur 20-10 Følsomhed med "best case" scenarium



Note: se note til figur 20-1

I "worst case" scenario skrues op for investeringerne med 25 pct., og de høje priser for råolie og naturgas benyttes. I "worst case" kan man kun installere på 2 turbiner, før skyggeprisen ryger op over beregningsprisen. Det koster 82 kr. pr. kg at installere på de to billigste turbiner. For alle 18 turbiner ryger skyggeprisen op på 170 kr. pr. kg.

Figur 20-11 Følsomhed med "worst case" scenarium



Note: se note til figur 20-1

21 Litteratur

ACEA (2003) (Automobile Manufacturers Association): ACEA Statement on the Adoption of SCR Technology to Reduce Emissions Levels of Heavy-Duty Vehicles. www.acea.be

Andersen, M. S., et al. (2004): Sundhedseffekter af luftforurening – beregningspriser. Faglig rapport fra DMU, nr. 507.

Bilvalgsmodellen, 2002, Trafikministeriet, Marts 2004

Dansk Gasteknisk Center (2002): Kortlægning af emissioner fra decentrale kraftvarmeverker, Eltra PSO projekt 3141, Delrapport 2, Anlægs karakterisering og emissionsdata for gasfyrede decentrale kraftvarmeanlæg < 25 MWe. Dansk Gasteknisk Center (2005)

DEEC (2005) www.deec.dk

Energistyrelsen (1995): Teknologidata el- og varmeproduktion.

Energistyrelsen (1996): Teknologidata for vedvarende energianlæg, del 2, Biomasseteknologier.

Energistyrelsen (2003): En omkostningseffektiv opfyldelse af Danmarks reduktionsforpligtigelse.

Energistyrelsen (2005): Vejledning i samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, april 2005.

Energistyrelsen (2005): Appendix: Forudsætninger for samfundsøkonomiske analyser på energiområdet, april 2005.

EU-kommissionens database Beta

EU-kommissionen (2002): Study on Emission control technology for heavy-duty vehicles. The European commission – DG ENTR (Enterprise)

Finansministeriet (1999): Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger.

Finansministeriet (2001): Miljøpolitikens økonomiske fordele og omkostninger.

Finansministeriet (2004): Finansredegørelse.

Fiskeridirektoratets fartøjsregister www.fd.dk

FORCE Technology (2005)

Fødevarøkonomisk Institut (2004): Fiskeriregnskabsstatistik 2004, Fødevarøkonomisk Institut, serie F, nr. 10.

Fødevarøkonomisk Institut (2005): Fiskeriets Økonomi 2005, Fødevarøkonomisk Institut.

German Federal Environmental Protection Agency (2003): Future Diesel – Exhaust gas legislation for passenger cars, lightduty commercial vehicles, and heavy duty vehicles – Updating of limit values for diesel vehicles.

Illerup, J. B., et al. (2002): Projection models 2010, NERI Technical report 414.

Iversen, E. (2005) Industri og Transport, Miljøstyrelsen.

Kristensen, Per G., Dansk Gasteknisk Center (2005)

Larsen, Lars C. (2005) DEEC (Association of Danish Engine Emission Control)

Lyngholm, Per (2005), GE Jenbacher.

Miljøministeriets nøgletalskatalog (udkast)

Miljøstyrelsen (2006): Analyse af Danmarks muligheder for at reducere emissionerne af NO_x i 2010, Miljøstyrelsen 2006.

Møller, F, et al. (2000): Samfundsøkonomisk vurdering af miljøprojekter. Miljø- og Energiministeriet.

Møller, F., Bjerrum Jensen, D. (2004): Velfærdsøkonomiske forvridningsomkostninger ved finansiering af offentlige projekter, Faglig rapport fra DMU, nr. 496 2004.

Oljedirektoratet (2005): NO_x - Utdredning av mulige NO_x-reducerende tiltak på sokkelen.

Rambøll (2003) CO₂-reduktionspris ved konvertering af elektricitetsproduktion fra kul til gas. Samfundsøkonomiske beregninger og vurderinger. DONG A/S. Rambøll august 2003.

Rasmussen, J. (2005): Jørgen Rasmussen, MAN B&W Diesel A/S. Personlig meddelelse

Rosenberg, H. (2005): Helge Rosenberg, Haldor Topsøe A/S, Personlig meddelelse,.

Skatteministeriet (2002a): "Afgifter og eksterne effekter", Skatteministeriets tidsskrift Skat, april 2002.

Skatteministeriet (2002b): "Hvordan opgøre dødvægstabet?", Skatteministeriets tidsskrift Skat, december 2002.

(<http://www.skat.dk/publikationer/skat/1453/1456/>).

Trafikministeriet (2004): Nøgletalskatalog – til brug for samfundsøkonomiske analyser på transportområdet, December 2004.

Winther, M, (2004), Danish emission inventories for road transport and other mobile sources, Research notes from NERI no. 201.

Winther, M. (2005), DMU: personlig meddelelse.

www.ens.dk.

22 Bilag

Bilag 1 Emissionsfaktorer uden SCR, g/km, kilde: Morten Winther, DMU

Biltype	EURO-norm	NO _x	CO	VOC	CO ₂	PM
7,5 – 16 tons	EURO 2	2,7373	1,1516	0,8866	519	0,1369
	EURO 3	1,9161	0,8061	0,6206	519	0,0958
16 – 32 tons	EURO 2	4,0221	1,1741	0,6506	762	0,1517
	EURO 3	2,8155	0,8219	0,4554	762	0,1062
> 32 tons	EURO 2	5,9926	1,1741	0,6506	1017	0,1629
	EURO 3	4,1948	0,8219	0,4554	1017	0,1140
Bybus	EURO 2	7,0560	1,7783	0,7223	892	0,2147
	EURO 3	4,9392	1,2448	0,5056	892	0,1503
Turistbus	EURO 2	4,0511	1,1672	0,7257	735	0,1267
	EURO 3	2,8358	0,8171	0,5080	735	0,0887

Bilag 2 Emissionsfaktorer med SCR, g/km

Biltype	EURO-norm	NO _x	CO	VOC	CO ₂	PM
7,5 – 16 tons	EURO 2	1,0949	0,1440	0,1108	491	0,0411
	EURO 3	0,7665	0,1008	0,0776	491	0,0287
16 – 32 tons	EURO 2	1,6089	0,1468	0,0813	720	0,0455
	EURO 3	1,1262	0,1027	0,0569	720	0,0319
> 32 tons	EURO 2	2,3971	0,1468	0,0813	961	0,0489
	EURO 3	1,6779	0,1027	0,0569	961	0,0342
Bybus	EURO 2	2,8224	0,2223	0,0903	843	0,0644
	EURO 3	1,9757	0,1556	0,0632	843	0,0451
Turistbus	EURO 2	1,6204	0,1459	0,0907	695	0,0380
	EURO 3	1,1343	0,1021	0,0635	695	0,0266

Bilag 3 Emissionsfaktorer g/km, Fremrykning af EURO-normer
kilde: Morten Winther, DMU

Biltype	EURO-norm	NO _x	PM
3,5 – 7,5 tons	EURO 4	0,7033	0,0148
	EURO 5	0,4023	0,0148
7,5 – 16 tons	EURO 4	1,3399	0,0181
	EURO 5	0,7665	0,0181
16 – 32 tons	EURO 4	1,9674	0,0200
	EURO 5	1,1262	0,0200
> 32 tons	EURO 4	2,9313	0,0215
	EURO 5	1,6779	0,0215
Bybus	EURO 4	3,4547	0,0284
	EURO 5	1,9757	0,0284
Turistbus	EURO 4	1,9823	0,0167
	EURO 5	1,1343	0,0167

Bilag 4 Bilbestand, SCR og EGR på tunge køretøjer. kilde: Morten Winther, DMU

Andel Biltype EGR	Reg. Ar	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
100%	7,5-16	1999	457	431	404	376	347	318	287	256	223	190	155	120	84	47	9							
100%	tons	2000	489	463	437	409	381	352	322	291	259	226	192	157	122	85	48	9						
100%		2001	521	496	470	443	415	386	357	326	295	262	229	195	159	123	86	48	9					
100%		2002	553	528	503	476	449	421	392	361	330	298	266	232	197	161	125	87	49	10				
100%		2003	585	561	536	510	483	455	426	397	366	335	302	269	235	199	163	126	88	49	10			
100%		2004	617	593	569	543	517	489	461	432	402	371	339	306	272	237	202	165	128	89	50	10		
70%		2005	649	626	602	577	551	524	496	467	438	407	376	343	310	276	240	204	167	129	90	51	10	
70%		2006	681	658	635	610	585	558	531	503	473	443	412	380	347	314	279	243	207	169	131	91	51	10
100%	16-32	1999	813	749	683	616	548	478	407	335	262	188	112	35	31	21	16							
100%	tons	2000	884	820	755	689	621	552	482	411	338	264	189	113	35	31	21	16						
100%		2001	955	892	827	762	695	626	557	486	414	341	266	191	114	35	32	21	16					
100%		2002	1026	964	900	834	768	700	632	561	490	417	344	268	192	114	36	32	21	16				
100%		2003	1097	1035	972	907	842	775	706	637	566	494	421	346	271	194	115	36	32	22	16			
100%		2004	1168	1107	1044	980	915	849	781	712	642	571	498	424	349	273	195	116	36	32	22	16		
70%		2005	1239	1178	1116	1053	989	923	856	788	718	647	575	502	428	352	275	197	117	36	33	22	17	
70%		2006	1310	1250	1189	1126	1062	997	931	863	794	724	653	580	506	431	355	277	198	118	37	33	22	17
100%	> 32	1999	817	749	680	611	541	470	399	327	255	182	108	33	30	20	15							
100%	tons	2000	888	820	752	683	613	543	472	401	329	256	182	108	34	30	20	15						
100%		2001	959	892	824	755	686	616	546	474	403	330	257	183	109	34	30	20	15					
100%		2002	1031	964	896	828	759	689	619	548	476	404	331	258	184	109	34	30	20	15				
100%		2003	1102	1035	968	900	831	762	692	622	550	478	406	333	259	185	110	34	30	20	15			
100%		2004	1173	1107	1040	972	904	835	765	695	624	553	481	408	334	260	186	110	34	30	20	15		
70%		2005	1245	1179	1112	1045	977	908	839	769	698	627	555	483	409	336	261	186	111	34	31	20	15	
70%		2006	1316	1250	1184	1117	1049	981	912	842	772	701	630	557	485	411	337	262	187	111	34	31	21	15
100%	Bybus	1999	218	202	187	171	155	139	123	107	91	75	59	43	27	12	1							
100%		2000	234	218	202	187	171	155	139	123	107	91	75	59	43	27	12	1						
100%		2001	250	234	218	202	186	171	155	139	123	107	91	75	59	43	27	12	1					
100%		2002	266	250	234	218	202	186	171	155	139	123	107	91	75	59	43	27	12	1				
100%		2003	282	266	250	234	218	202	186	171	155	139	123	107	91	75	59	43	27	11	1			
100%		2004	298	282	266	250	234	218	202	186	171	155	139	123	107	91	75	59	43	27	11	1		
70%		2005	314	298	282	266	250	234	218	202	186	171	155	139	123	107	91	75	59	43	27	11	1	
70%		2006	330	314	298	282	266	250	234	218	202	186	170	155	139	123	107	91	75	59	43	27	11	1
100%	Turist	1999	240	224	207	191	174	157	140	123	105	87	69	51	32	14	1							
100%	bus	2000	257	241	225	209	192	175	158	141	123	106	88	70	51	33	14	1						
100%		2001	275	259	243	227	210	193	176	159	142	124	106	88	70	52	33	14	1					
100%		2002	292	276	260	244	228	211	195	177	160	143	125	107	89	70	52	33	14	1				
100%		2003	310	294	278	262	246	229	213	196	179	161	144	126	108	89	71	52	33	14	1			
100%		2004	327	312	296	280	264	247	231	214	197	180	162	144	126	108	90	71	52	33	14	1		
70%		2005	345	329	314	298	282	265	249	232	215	198	181	163	145	127	109	90	72	53	34	14	1	

Blag 5 Bilbestand, Fremrykning af EURO5-normer. kilde: Morten Winther, DMU

Biltype	Lastbiler 3,5-7,5 t.		Lastbiler 7,5-16 t.		Lastbiler 16-32 t.		Lastbiler >32 t.		Bybusser		Turistbusser	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Reg. år	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
2008	405	766	1510	1523	1523	1530	378	412	378	378	412	412
2009	392	409	1452	1523	1459	1530	362	397	362	378	397	414
2010	378	395	1393	1465	1394	1465	346	382	346	362	382	399
2011	364	381	1333	1406	1328	1400	330	367	330	346	367	384
2012	350	367	1272	1345	1261	1334	314	351	330	330	351	369
2013	335	352	1209	1283	1194	1267	298	335	314	314	335	353
2014	320	338	1145	1219	1127	1200	282	320	298	298	320	338
2015	305	323	1080	1155	1058	1132	266	303	282	282	303	321
2016	289	307	1014	1089	989	1063	250	287	266	266	287	305
2017	274	292	946	1022	920	994	234	270	250	250	270	289
2018	258	276	877	954	850	924	218	254	234	234	254	272
2019	241	260	807	884	779	853	202	236	218	218	236	255
2020	225	243	736	814	707	782	186	219	202	202	219	238
2021	208	227	663	742	635	710	170	202	186	186	202	221
2022	191	210	589	668	562	638	155	184	170	170	184	203
2023	174	192	514	594	489	565	139	166	155	155	166	185
2024	156	175	438	518	415	491	123	148	139	139	148	167
2025	138	157	360	441	340	416	107	129	123	123	129	149
2026	120	139	281	363	265	341	91	111	107	107	111	130
2027	101	121	201	284	189	266	75	92	91	91	92	111
2028	83	102	120	203	112	189	59	73	75	75	73	93
2029	64	83	37	121	35	112	43	54	59	59	54	73
2030	44	64	33	38	31	35	27	34	43	43	34	54
2031	27	44	20	33	19	31	16	20	27	27	20	34
2032	16	27	12	20	11	19	10	12	16	16	12	20
2033	10	16	34	34	20	11	10	12	10	10	12	12
2034		10	20	12	12	11	11	11	10	10	12	12

Bilag 7 Indenlandsk årskørsel, EGR og SCR på tungkøretøjer, Fremrykning af EURO 5 og EURO 6.
 Bemærk: årskørslen den samme for alle årgange
 Kilde: Morten Winther, DMU

Reg. år	Lastbiler		Lastbiler		Lastbiler		Lastbiler		Bybus	Turistbus
	3,5-7,5 t	7,5-16 t	16 - 32 t	>32t	16 - 32 t	7,5-16 t	>32t			
2008	26940	13819	41290	41290	41290			57639	47620	
2009	26754	14330	41357	41357	41357			57669	47793	
2010	26568	14840	41424	41424	41424			57698	47965	
2011	26382	15351	41491	41491	41491			57728	48137	
2012	26196	15861	41557	41557	41557			57758	48309	
2013	26010	16372	41624	41624	41624			57788	48481	
2014	25824	16882	41691	41691	41691			57818	48653	
2015	25638	17393	41757	41757	41757			57847	48826	
2016	25452	17903	41824	41824	41824			57877	48998	
2017	25266	18414	41891	41891	41891			57907	49170	
2018	25080	18924	41958	41958	41958			57937	49342	
2019	24894	19435	42024	42024	42024			57967	49514	
2020	24707	19945	42091	42091	42091			57996	49686	
2021	24521	20456	42158	42158	42158			58026	49859	
2022	24335	20966	42224	42224	42224			58056	50031	
2023	24149	21477	42291	42291	42291			58086	50203	
2024	23963	21987	42358	42358	42358			58115	50375	
2025	23777	22498	42424	42424	42424			58145	50547	
2026	23591	23008	42491	42491	42491			58175	50719	
2027	23405	23519	42558	42558	42558			58205	50892	
2028	23219	24029	42625	42625	42625			58235	51064	
2029	23033	24540	42691	42691	42691			58264	51236	
2030	22847	25050	42758	42758	42758			58294	51408	
2031	22847	25050	42758	42758	42758			58294	51408	
2032	22847	25050	42758	42758	42758			58294	51408	
2033	22847	25050	42758	42758	42758			58294	51408	
2034	22847	25050	42758	42758	42758			58294	51408	

Bilag 8 Brændstofforbrug, SCR på tunge køretøjer og fremrykning af EURO 5

Kilde: Winther, M., (2004), Danish emission inventories for road transport and other mobile sources, Research notes from NERI no. 201.

Biltype	Brændstofforbrug g/km		Mileage split %		Brændstofforbrug vægтет		Brændstofforbrug vægтет	
	Urban	Highway	Rural	Highway	g/km	l/km	g/km	l/km
3.5 – 7.5 tons	95,8	109,2	47%	21%	95	0,1125		
7.5 – 16 tons	186,8	169,1	47%	21%	164	0,1957		
16 – 32 tons	295,3	230,7	45%	36%	241	0,2873		
> 32 tons	392,8	297,4	45%	36%	322	0,3832		
Bybus	315,8	219	41%	8%	282	0,3362		
Turistbus	281,8	198,3	47%	21%	233	0,2770		

Bilag 9 Bestand af traktorer og mejtærskere, 2009

Kilde: Morten Winther, DMU

Salgsår	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	SUM
Traktorer	659	685	530	294	263	263	263	263	263	263	263	4012
75-130 kW	1229	1377	1412	1404	953	953	953	953	953	953	953	12094
130-560 kW	142	163	135	214	394	394	394	394	394	394	394	3413
Mejtærskere	28	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	35
130-560 kW	405	359	387	462	319	268	360	360	360	360	360	4002

Bilag 10 Årligt energiforbrug, Tera Joule (TJ), mejtærskere

Kilde: Morten Winther, DMU

Salgsår	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	
75-130 kW	3,9	3,7	3,6	3,4	3,2	3,0	2,9	2,7	2,5	2,3	2,1	2,0	1,8	1,6	1,4												
2000	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2											
2001	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2										
130-560 kW	83	79	76	72	68	64	61	57	53	49	45	42	38	34	30												
2000	94	89	85	81	77	73	69	65	61	57	53	49	45	41	37	33											
2001	114	109	104	99	95	90	85	80	76	71	66	62	57	52	47	43	38										
2002	145	139	133	127	121	116	110	104	98	93	87	81	75	69	64	58	52	46									
2003	107	103	99	94	90	86	82	78	74	70	66	62	58	53	49	45	41	37	33								
2004	96	92	89	85	81	78	74	71	67	64	60	57	53	50	46	42	39	35	32	28							
2005	132	127	123	118	113	109	104	99	94	90	85	80	76	71	66	61	57	52	47	42	38						
2006	137	132	127	123	118	113	109	104	99	94	90	85	80	76	71	66	61	57	52	47	42	38					
2007	142	137	132	127	123	118	113	109	104	99	94	90	85	80	76	71	66	61	57	52	47	42	38				
2008	146	142	137	132	127	123	118	113	109	104	99	94	90	85	80	76	71	66	61	57	52	47	42	38			
2009	151	146	142	137	132	127	123	118	113	109	104	99	94	90	85	80	76	71	66	61	57	52	47	42	38		

Bilag 11 Årligt energiforbrug, Tera Joule (TJ), traktorer
 Kilde: Morten Winther, DMU

	Salgsår	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034					
56-75 kW	1999	87	74	62	50	37	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25											
	2000	103	90	77	64	52	39	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26										
	2001	90	80	70	60	50	40	30	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20									
	2002	55	50	44	39	33	28	22	17	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11								
	2003	50	50	45	40	35	30	25	20	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10								
	2004	50	50	50	45	40	35	30	25	20	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10							
	2005	50	50	50	50	45	40	35	30	25	20	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10							
	2006	50	50	50	50	50	45	40	35	30	25	20	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10							
	2007	50	50	50	50	50	50	50	45	40	35	30	25	20	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10							
	2008	50	50	50	50	50	50	50	50	45	40	35	30	25	20	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10							
2009	50	50	50	50	50	50	50	50	50	45	40	35	30	25	20	15	10	10	10	10	10	10	10	10								
75-130 kW	1999	232	199	166	132	99	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66										
	2000	301	264	226	188	151	113	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75									
	2001	349	310	271	233	194	155	116	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78									
	2002	386	348	309	270	232	193	154	116	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77								
	2003	260	260	234	208	182	156	130	104	78	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52								
	2004	260	260	260	234	208	182	156	130	104	78	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52								
	2005	260	260	260	260	234	208	182	156	130	104	78	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52								
	2006	265	260	260	260	260	234	208	182	156	130	104	78	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52								
	2007	265	265	260	260	260	260	260	234	208	182	156	130	104	78	52	52	52	52	52	52	52	52	52								
	2008	265	265	265	260	260	260	260	260	234	208	182	156	130	104	78	52	52	52	52	52	52	52	52								
2009	265	265	265	265	260	260	260	260	260	234	208	182	156	130	104	78	52	52	52	52	52	52	52									
130-560 kW	1999	43	37	31	25	18	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12										
	2000	57	50	43	36	29	21	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14										
	2001	55	49	43	37	30	24	18	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12										
	2002	96	86	76	67	57	48	38	29	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19										
	2003	177	177	160	142	124	106	89	71	53	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35										
	2004	177	177	177	160	142	124	106	89	71	53	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35										
	2005	177	177	177	177	160	142	124	106	89	71	53	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35										
	2006	213	177	177	177	177	160	142	124	106	89	71	53	35	35	35	35	35	35	35	35	35										
	2007	213	213	177	177	177	177	177	160	142	124	106	89	71	53	35	35	35	35	35	35	35										
	2008	213	213	213	177	177	177	177	177	160	142	124	106	89	71	53	35	35	35	35	35	35										
2009	213	213	213	213	177	177	177	177	160	142	124	106	89	71	53	35	35	35	35	35	35											

Bilag 12 Årlige NO_x-emissioner (ton), traktorer
 Kilde: Morten Winther, DMU

	Salgsår	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034		
56-75 kW	1999	85	73	61	49	37	24	24	24	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25								
	2000	101	89	76	63	51	38	25	25	25	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26							
	2001	59	52	46	39	33	26	20	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13							
	2002	36	33	29	25	22	18	15	11	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7						
	2003	33	33	29	26	23	20	16	13	10	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7						
	2004	23	23	23	21	19	16	14	12	9	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5						
	2005	23	23	23	23	21	19	16	14	12	9	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5						
	2006	23	23	23	23	23	21	19	16	14	12	9	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5						
	2007	23	23	23	23	23	23	23	21	19	16	14	12	9	7	5	5	5	5	5	5	5	5						
	2008	17	17	17	17	17	17	17	17	15	14	12	10	8	7	5	3	3	3	3	3	3	3	3					
2009	17	17	17	17	17	17	17	17	17	15	14	12	10	8	7	5	3	3	3	3	3	3	3						
75-130 kW	1999	269	230	192	154	116	77	77	77	77	77	77	77	77	77	78	78	78	78	78	78								
	2000	349	306	262	219	175	131	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88							
	2001	404	359	314	270	225	180	135	90	90	90	90	90	90	91	91	91	91	91	91	91	91							
	2002	272	245	218	191	164	137	109	82	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55						
	2003	117	117	105	94	82	70	59	47	35	23	23	23	23	23	24	24	24	24	24	24	24	24						
	2004	117	117	117	105	94	82	70	59	47	35	23	23	23	23	23	24	24	24	24	24	24	24						
	2005	117	117	117	117	105	94	82	70	59	47	35	23	23	23	23	23	23	24	24	24	24	24						
	2006	119	117	117	117	117	105	94	82	70	59	47	35	23	23	23	23	23	24	24	24	24	24						
	2007	78	78	77	77	77	77	77	69	61	54	46	38	31	23	15	15	15	15	15	15	15	15						
	2008	78	78	78	77	77	77	77	77	69	61	54	46	38	31	23	15	15	15	15	15	15	15						
2009	78	78	78	78	77	77	77	77	77	69	61	54	46	38	31	23	15	15	15	15	15	15							
130-560 kW	1999	43	37	31	25	18	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12							
	2000	57	50	43	36	28	21	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14							
	2001	37	33	29	25	21	16	12	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8							
	2002	44	39	35	31	26	22	18	13	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9						
	2003	81	81	73	65	57	49	41	33	24	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16						
	2004	81	81	81	73	65	57	49	41	33	24	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16						
	2005	81	81	81	81	73	65	57	49	41	33	24	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16						
	2006	64	53	53	53	53	48	43	37	32	27	21	16	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11						
	2007	64	64	64	53	53	53	53	48	43	37	32	27	21	16	11	11	11	11	11	11	11	11						
	2008	64	64	64	64	53	53	53	53	48	43	37	32	27	21	16	11	11	11	11	11	11	11						
2009	64	64	64	64	53	53	53	53	48	43	37	32	27	21	16	11	11	11	11	11	11	11							

Bilag 13 Årlige NO_x-emissioner (ton), mejletærskere
 Kilde: Morten Winther, DMU

	salgsår	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	
75-130 kW	1999	2,8	2,7	2,5	2,4	2,3	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	1,0												
	2000	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1											
	2001	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2										
130-560 kW	1999	83	79	76	72	68	64	61	57	53	49	46	42	38	34	31												
	2000	93	89	85	81	77	73	69	65	61	57	53	49	45	41	37	33											
	2001	113	108	104	99	95	90	85	81	76	71	67	62	57	52	48	43	38										
	2002	66	64	61	59	56	53	51	48	45	43	40	37	35	32	29	27	24	21									
	2003	49	47	45	43	42	40	38	36	34	32	30	28	27	25	23	21	19	17	15								
	2004	44	42	41	39	37	36	34	33	31	29	28	26	24	23	21	20	18	16	15	13							
	2005	61	59	56	54	52	50	48	46	43	41	39	37	35	33	30	28	26	24	22	20	17						
	2006	41	40	38	37	35	34	33	31	30	28	27	26	24	23	21	20	19	17	16	14	13	11					
	2007	43	41	40	38	37	35	34	33	31	30	28	27	26	24	23	21	20	19	17	16	14	13	13				
	2008	44	43	41	40	38	37	35	34	33	31	30	28	27	26	24	23	21	20	19	17	16	14	14	14			
	2009	45	44	43	41	40	38	37	35	34	33	31	30	28	27	26	24	23	21	20	19	17	16	16	16	16	16	

Bilag 14 Årlige partikel-emissioner (ton), traktorer
 Kilde: Morten Winther, DMU

	Salgsår	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034		
56-75 kW	1999	4,5	3,9	3,3	2,7	2,0	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6								
	2000	5,2	4,6	4,0	3,4	2,8	2,1	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7							
	2001	2,2	2,0	1,8	1,6	1,3	1,1	0,8	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6						
	2002	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,7	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4					
	2003	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	2004	1,2	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	2005	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	2006	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	2007	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	2008	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
2009	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
75-130 kW	1999	12,2	10,6	8,9	7,2	5,5	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9	3,9	4,0	4,0	4,1	4,1	4,2	4,2	4,3	4,3	4,4								
	2000	15,6	13,8	12,0	10,2	8,2	6,3	4,2	4,3	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,6	4,6	4,7	4,8	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0						
	2001	17,8	16,1	14,2	12,4	10,4	8,5	6,4	4,3	4,4	4,4	4,5	4,6	4,6	4,7	4,7	4,8	4,8	4,9	4,9	4,9	5,0	5,1	5,1					
	2002	9,7	8,9	8,0	7,1	6,2	5,2	4,2	3,2	3,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5					
	2003	6,5	6,6	6,0	5,4	4,8	4,2	3,5	2,8	2,8	2,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7				
	2004	6,4	6,5	6,6	6,0	5,4	4,8	4,2	3,5	2,8	2,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
	2005	6,3	6,4	6,5	6,6	6,0	5,4	4,8	4,2	3,5	2,8	2,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
	2006	6,3	6,3	6,4	6,5	6,6	6,0	5,4	4,8	4,2	3,5	2,8	2,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
	2007	6,2	6,3	6,3	6,4	6,5	6,6	6,0	5,4	4,8	4,2	3,5	2,8	2,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
	2008	6,1	6,2	6,3	6,3	6,4	6,5	6,6	6,0	5,4	4,8	4,2	3,5	2,8	2,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
2009	6,0	6,1	6,2	6,3	6,3	6,4	6,5	6,6	6,0	5,4	4,8	4,2	3,5	2,8	2,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	
130-560 kW	1999	2,3	2,0	1,7	1,4	1,0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8								
	2000	3,0	2,7	2,3	2,0	1,6	1,2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0							
	2001	1,4	1,3	1,1	1,0	0,8	0,7	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4						
	2002	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3					
	2003	2,2	2,3	2,1	1,9	1,7	1,4	1,2	1,0	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6				
	2004	2,2	2,2	2,3	2,1	1,9	1,7	1,4	1,2	1,0	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6			
	2005	2,2	2,2	2,2	2,3	2,1	1,9	1,7	1,4	1,2	1,0	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
	2006	2,6	2,2	2,2	2,2	2,3	2,1	1,9	1,7	1,4	1,2	1,0	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
	2007	2,5	2,6	2,2	2,2	2,2	2,3	2,1	1,9	1,7	1,4	1,2	1,0	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
	2008	2,5	2,5	2,6	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,1	1,9	1,7	1,4	1,2	1,0	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
2009	2,5	2,5	2,5	2,6	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,1	1,9	1,7	1,4	1,2	1,0	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	

Bilag 16 Budgetøkonomiske og velfærdøkonomiske omkostninger for samtlige turbiner, DLE på gasturbiner offshore

Nr.	Navn	Miljøeffekt pr år	Budgetøkonomisk		Velfærdøkonomisk		Omkostninger pr. kg NOx
			Omkostninger pr. år 30 år	Omkostninger pr. kg NOx	CBA nutidsværdi (overskud)	Omkostninger pr. år 30 år	
1	Halfdan CT-4301	Tons 379	27	103	-128	32	121
2	Dan CT-4330	48	8	445	-106	9	521
3	Dan CT-4301	389	19	87	-50	22	102
4	Dan CT-4302	661	30	66	48	36	78
5	Dan CT-3550	48	8	244	-92	10	285
6	Dan CT-3570	108	8	1485	-126	10	1738
7	Dan CT-3520	151	12	128	-87	15	150
8	Dan CT-3580	371	14	54	77	16	63
9	Dan CT-3590	371	14	54	77	16	63
10	Gorm GT-4201	227	11	125	-71	12	147
11	Gorm PT-3503	108	9	237	-106	11	277
12	Gorm PT-3506	108	9	237	-106	11	278
13	Gorm PT-3521	108	9	237	-106	11	278
14	Tyra East GT-3010	227	17	108	-90	20	127
15	Gorm GT-7710	48	9	327	-108	10	382
16	Tyra East GT-7701	227	10	117	-60	11	137
17	Tyra West GT-3000	389	15	204	-155	17	239
18	Tyra West GT-3010	389	18	151	-148	21	177
19	Tyra West GT-3001	123	19	275	-219	22	322
Samtlige turbiner		4482	267	114	-1556	312	134
Gnsnt. for én turbine		236	14	114	-82	16	134

Note: Bilaget er vist for samtlige 19 turbiner. Turbine nr. 6 indgår ikke i de økonomiske beregninger pga. den korte resterende produktionsperiode.