

NO_x/NO₂ forureningen i Danmark

Erik Stentø, Finn Palmgren, Flemming Møller og Anders Branth Pedersen

Danmark har problemer med at opfylde to EU-direktivs krav til luftens indhold af nitrogenoxider. I forhold til NEC-direktivet er det ligeegyldigt hvor vi begrænser udslippet – der vil det være billigst at tage fat i udslippene fra skibe og større kilder på land. For at overholde luftkvalitetsdirektivet er det derimod nødvendigt at sætte ind over udslippene i vores mest trafikerede gader.

Emissionsbegrænsning

Direktiverne for emission omfatter NEC (National Emission Ceilings) direktivet, som sætter emissionslofter for de enkelte lande for en række stoffer. Endvidere er der en række direktiver som sætter grænser og andre emissionsreguleringer for specifikke typer af luftforureningskilder, f.eks. store forbrændingsanlæg, virksomheder som emitterer opløsningsmidler, biler (EURO-normerne), andre køretøjer m.v.

For Danmark betyder NEC-direktivet at udledningen af stofgrupperne SO₂, NO_x, NH₃ og NMVOC'er (Non Methan Volatile Organic Compounds) i 2010 skal ligge under de mængder som fremgår af direktivet. Disse fire stofgrupper har forskellige miljømæssige konsekvenser som det fremgår af tabel 1 herunder.

Tabel 1

	Forsuring	Eutrofiering	Ozondannelse	Helbred
SO ₂ (Svovldioxid)	X			X
NO _x (Nitrogenoxider)	X	X	X	X
NH ₃ (Ammoniak)	X	X		X
NMVOC (Flygtige organiske forbindelser)			X	X

Det overordnede formål med NEC-direktivet er at begrænse emissionen af forsurende og eutrofierende stoffer samt af de flygtige organiske forbindelser der medvirker til dannelse af ozon for derved at forbedre miljøet og menneskers sundhedstilstand. Direktivet er baseret på princippet om lukning af kløften ("gap closure") mellem status for emissionerne i 1990 og et emissionsniveau uden negative effekter på miljø og helbred. Som midlertidigt mål har man valgt 50 % lukning af kløften i 2010 i alle medlemslande.

I 2008 forventes der at blive foreslået nye reduktionsmål for år 2020, som vil indebære en stramning af 2010-lofterne gennem EU-Kommissionens såkaldte Temastrategi. Her vil endvidere den direkte emission af partikler blive inkluderet.

Sigtet med NEC-direktivet er at forbedre miljøet og sundheden, og der er fastsat emissionslofter for de enkelte lande. Derved søges de samlede miljømæssige og sundhedsmæssige effekter for Europa under ét at blive reduceret mest muligt under hensyntagen til at de enkelte landes emissionsbelastning både stammer fra landet selv og fra andre lande igennem den grænseoverskridende transport af luftforurenende stoffer.

For at opfylde NEC-direktivet skal den samlede forurening i Danmark ikke overskride de givne lofter, hvad enten den kommer fra få store kilder eller utallige små, og hvad enten den kommer fra få kommuner eller er jævnt fordelt ud over landet. I opfyldelsen af NEC-direktivet er der altså intet krav om maksimale emissionsmængder i lokale områder. .

Emissionslofter og fremskrevne emissioner for 2010

Tabel 2 angiver de emissionslofter, som Danmark har forpligtet sig til at overholde i 2010. Tabellen viser også DMU's seneste fremskrivninger for forventede emissioner under den nuværende lovgivning. Som det fremgår, er der for NO_x og NMVOC en mindre manko, på hhv. 8.785 ton og 3.137 ton, hvorfor der er behov for yderligere reduktionstiltag for at opfylde NEC-direktivets lofter.

Det skal bemærkes at fremskrivningerne er meget følsomme over for den bagvedliggende energifremskrivning fra Energistyrelsen, og således let kan ændre sig.

Tabel 2. NEC's emissionslofter og DMU's seneste fremskrivninger.

Ton	SO ₂	NO _x	NH ₃	NMVOC
NEC-loft	55.000	127.000	69.000	85.000
DMU-fremskrivning	19.995	135.785	65.523	88.137

Luftkvaliteten

Direktiverne for luftkvalitet (koncentration i luften) fastsætter foranstaltninger med henblik på:

- at definere og fastsætte mål (grænseværdier og kritiske niveauer) for luftkvaliteten med henblik på at undgå, forhindre eller begrænse skadelige virkninger på menneskers sundhed og på miljøet som helhed
- at vurdere luftkvaliteten i medlemsstaterne på grundlag af fælles metoder og kriterier
- at skaffe oplysninger om luftkvaliteten som hjælp til at bekæmpe luftforurening og gener og overvåge langsigtede tendenser og forbedringer som resultat af medlemsstaternes og Fællesskabets foranstaltninger
- at sikre, at oplysningerne om luftkvaliteten er tilgængelige for offentligheden
- at bevare luftkvaliteten, hvor den er god, og forbedre den i andre tilfælde
- at fremme et øget samarbejde mellem medlemsstaterne om at reducere luftforureningen.

Luftkvalitetsdirektivet "1999/30/EF af 22. april 1999 om luftkvalitetsgrænseværdier for svovldioxid, nitrogendioxid og nitrogenoxider, partikler og bly i luften" er gennemført som dansk lov ved bekendtgørelse nr. 137 af 10. februar 2007.

NO₂ er en giftig luftart, mens NO er langt mindre skadelig. Derfor sætter man kun grænseværdier for NO₂, når man vil beskytte menneskers helbred (NO_x: summen af NO og NO₂).

Grænseværdierne for NO₂ til beskyttelse af menneskers helbred, og som skal overholdes i 2010 er:

- 200 µg/m³ (µg = mikrogram) som kun må overskrides 18 enkelt-timer på et kalenderår.
- 40 µg/m³ for årgennemsnit.

Disse grænseværdier skal overholdes udendørs alle steder i landet, også i stærkt trafikerede gader. Direktivet er under revision, men der er ikke planer om at ændre grænseværdierne for NO₂. Der bliver dog åbnet muligheder for at udsætte tidspunktet for overholdelse af grænseværdierne fra 2010 til 2015, hvis der er særlige problemer i de enkelte lande.

Danmark overholder overvågningsforpligtelsen via det Landsdækkende Luftkvalitetsmåleprogram (LMP under NOVANA).

Lokale koncentrationer af NO₂ er først og fremmest et problem i relation til menneskers helbred. Af nedenstående tabel 3 fremgår det at års gennemsnittet på 40 µg/m³ i 2006 blev overskredet på de mest trafikerede gader. Korttidsgrænseværdien på 200 µg/m³ blev ikke overskredet. I bybaggrunden, som f.eks. er inde i større parker eller over hustage i de centrale dele af byerne, blev grænseværdierne heller ikke overskredet.

Det regionale NO₂ niveau (landbaggrunden) som især er bestemt af emissioner i Europa, ligger på ca. 10 µg/m³. Sidstnævnte kan påvirkes gennem bl.a. NEC direktivet og andre europæiske tiltag. De øvrige bidrag er – i europæisk målestok – Danmarks lokale problem, som er helt domineret af den lokale vejtrafik. Det skal derfor reguleres lokalt.

Tabel 3. Målte NO₂ koncentrationer (µg/m³) i Danmark 2006.

Station	Type	Årsmiddelværdi	19. højeste enkelttime
København/1103	Gade	53	131
København/1257	Gade	53	159
Århus/6153	Gade	45	132
Odense/9155	Gade	34	120
Aalborg/8151	Gade	43	141
København/1259	Bybaggrund	25	90
Århus/6159	Bybaggrund	21	74
Odense/9159	Bybaggrund	18	71
Aalborg/8159	Bybaggrund	19	84
Lille Valby/2090	Regional	12	65
Keldsnor/9055	Regional	10	53
Grænseværdi		40	200

NO_x fra forbrændingsprocesser, f.eks. fra biler, blev tidligere især emitteret som NO, mens kun nogle få procent (5-8 %) blev emitteret som NO₂. NO omdannes i atmosfæren ved reaktion med ozon til NO₂. Derfor var ozon den begrænsende faktor, specielt i trafikerede gader. Da koncentrationen af ozon har været ret konstant over en længere årrække er der ikke konstateret nogen større ændringer i NO₂-niveauet selv om NO_x-emissionen har været klart faldende som følge af bl.a. lovgivningen om emissioner fra bl.a. biler.

I de senere år hvor vi har fået flere dieselbiler, er den direkte emission af NO₂ vokset fra ca. 5 % til over 40 % af NO_x emissionen fra nye dieselpersonbiler med oxiderende katalysator. Men også montering af visse typer af partikelfiltre kan give en større andel af NO₂, hvilket har ført til at koncentrationen NO₂ i de seneste år er begyndt at stige.

EURO-normerne for bilernes udstødningsgasser sætter kun grænser for NO_x og ikke specifikt for NO_2 . Derfor er disse normer ikke tilstrækkelige til at begrænse NO_2 forureningen. Ligeledes sætter NEC direktivet kun emissionsgrænser for NO_x .

DMU har vurderet, at stigningen i NO_2 forureningen i byerne vil fortsætte frem til omkring 2015 som følge af den stigende andel af persondieselmotorer selvom Danmark overholder emissionsdirektiver og andre vedtagne tiltag til reduktion af NO_x emissionen. Derefter vil NO_2 falde som følge af allerede vedtagne strenge emissionsbegrænsninger på biler og udskiftning af ældre biler til nye med langt lavere emissioner.

Der vil dog stadig være overskridelser af luftkvalitetsgrænseværdien på stærkt trafikerede gader frem til 2020. Regulering af NO_2 med henblik på at overholde grænseværdien for NO_2 må derfor ske via lokale tiltag, som f.eks. trafikomlægninger og udvidelse af miljøzoner til - udover at gælde for partikler - også at gælde for NO_2 .

Udover grænseværdierne for NO_2 til beskyttelse af menneskers helbred er der sat et kritisk niveau for NO_x til beskyttelse af vegetationen på $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som årgennemsnit. Det er ikke et problem for Danmark at overholde dette, da niveauet nu ligger under $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i åbne landområder og de vedtagne reduktioner i NO_x emissionen bl.a. via NEC direktivet vil reducere dette yderligere.

Der er en særlig problemstilling i forbindelse med den samlede afsætning af kvælstof i naturen og i visse tilfælde overskridelse af naturens tålegrenser. Dette er ikke behandlet i dette korte notat - der henvises til DMU's Viden for Alle på <http://www.dmu.dk/foralle/Luft/Kvaelstof/Nedfald>

Omkostningseffektive reduktioner af NO_x emissionen

Lokale overskridelser af grænseværdier for luftkvalitet kan forekomme uanset om NEC-direktivets emissionslofter for Danmark er overholdt eller ej. I forbindelse med efterlevelsen af NEC-direktivet har det således ingen betydning hvor i landet og hvordan emissionerne reduceres, og man vælger derfor typisk de billigste reduktionstiltag først.

Omkostningseffektivitetsanalyser (Cost Efficiency Analysis- CEA) har til formål at finde frem til den billigste måde, hvorpå en given miljømålsætning kan opfyldes. Målsætningen kan f.eks. være en bestemt reduktion af de danske NO_x-emissioner. Omkostningseffektivitetsanalysen gennemføres ved at beregne omkostningerne og den opnåede emissionsreduktion ved forskellige reduktionstiltag, som forventes at kunne opfylde målsætningen. Prisen for at reducere én enhed emissioner (f.eks. 'kg') kaldes 'skyggeprisen', hvilket hentyder til at prisen ikke direkte kan aflæses, men skal beregnes – hentes frem af skyggen.

Når skyggepriserne er beregnet for de forskellige tiltag, kan tiltagene rangordnes efter hvilke tiltag der opnår målsætningen med lavest mulige omkostninger (dvs. til den laveste skyggepris). Derved vil man f.eks. kunne beregne, hvordan Danmark billigst muligt kan opfylde NO_x-målsætningen.

Beregningsmetoden er normalt kun rettet mod én type emissioner (f.eks. NO_x) og tager således ikke højde for det givne tiltags eventuelle andre miljøeffekter. Beregningerne kan dog både foretages efter budgetøkonomiske og efter velfærdsøkonomiske principper. Beregnes skyggeprisen efter *velfærdsøkonomiske* principper, er det muligt at inddrage værdien af andre miljøeffekter også. *Budgetøkonomiske* omkostninger beregnes derimod udelukkende som de omkostninger, virksomheder, husholdninger, offentlige institutioner m.v. påføres af tiltaget.

Miljøstyrelsen har i rapporten ”Analyse af Danmarks muligheder for at reducere emissionerne af NO_x i 2010” fra 2006 ladet beregne hvad forskellige teknologiske tiltag vil koste i forhold til de opnåede reduktioner, se nedenstående tabel 4. Her er der taget højde for tiltagenes andre miljøeffekter – f.eks. CO₂- effekten – og skyggeprisen afspejler således her de velfærdsøkonomiske omkostninger. Tiltagenes CO₂-effekt er dog generelt af ret begrænset omfang.

Tabel 4. Pris for NO_x-reduktion

	Skyggepris Kr. pr. kg NO _x	Tons NO _x reduktion i 2010 (Akkumuleret)
1. SCR på fiskefartøjer	3	4511
2. LavNOx brænder kedler industri gasolie	8	5215
3. Lav-NOx brænder kedler industri gas	10	5880
4. Bedre styring på kraftvarmeværker	11	7565
5. Reburning på flis og træ	31	7775
6. Reburning på halm	37	7941
7. SCR på Traktorer og mejetærskere	53	11052
8. Advanced reburning på kul	61	11134
9. DLE på 2 gasturbiner (8,9)**	64	11877
10. SCR på tunge køretøjer	72	15156
11. DLE på 1 gasturbiner (4)**	78	15817
12. Fremrykning EURO 5*	91	16176
13. DLE på 7 gasturbiner (3,1,14,16,10,7,18)**	131	18164
14. Havvindmøller	208	18359
15. DLE på 1 gasturbine (17)	241	18747
16. Fremrykning EURO 6, 3 år *	271	18941
17. DLE på 4 gasturbiner (11,12,13,5)**	280	19314
18. Delvis boosting på kraftværker	312	20271
19. DLE på 2 gasturbiner (19,15)**	339	20442

Note:

Visse tiltag er udeladt i rangordningen, enten fordi et og et andet tiltag gensidigt udelukker hinanden, eller fordi reduktionspotentialerne anses for begrænsede eller for usikre at beregne på. Dette gælder f.eks. færgefart og omstilling til naturgasbusser.

Køretøjers emissioner begrænses via EURO-normer, som ikke kan skærpes nationalt, kun fremrykkes ved økonomisk incitament. En fremrykning af EURO5-normen for personbiler, der træder i kraft 2010, er allerede gennemført ved afgiftsnedsettelse for biler med partikelfiltre, hvorved normen er opfyldt.

* EURO-5 og 6 vedrører fælles EU-normer for tunge køretøjers forureninger, og er planlagt til ikrafttrædelse hhv. 2009 og 2012. Ved økonomisk incitament (nedsat registreringsafgift) kan man påvirke de facto ikrafttrædelsestidspunktet.

**DLE, dvs Dry Low Emission, er en forbrændingsteknologi, der bl.a. kan installeres på offshoreanlæg.

De undersøgte reduktionstiltag er rangordnet efter stigende skyggepris, pr. kilo reduceret NO_x i første kolonne. Sidste kolonne viser tiltagens akkumulerede reduktioner i kg, dvs. tallet ud for hvert tiltag angiver den samlede reduktion ved at gennemføre dette tiltag og de foranliggende tiltag. På denne måde kan det aflæses, at man ved at udføre de første syv billigste tiltag vil opnå en reduktion på ca. 11.052 ton NO_x og dermed dække mankoen på 8.785 ton imellem NEC-loftet og de forventede emissioner i 2010. Disse syv tiltag omhandler (1, 7) SCR-katalysatorer på fiskefartøjer, traktorer og mejetærskere, og (2, 3, 4, 5, 6) forskellige forbedrede forbrændings- og styringsteknologier på kraftanlæg.

Som det fremgår af tabellen, vil et tiltag som eftermontering af katalysatorer (SCR) på tunge køretøjer, dvs. busser og lastbiler (tiltag nr. 10), give en pæn reduktion på 3.279 ton (15.156 – 11.877) eller en tredjedel af den ønskelige emissionsreduktion. Men som det også fremgår, vil skyggeprisen på 72 kr. pr. kg NO_x være højere end skyggeprisen for de syv første tiltag, der ligger mellem 3 og 53 kr. pr. kg. Dog er skyggeprisen på 72 kr. pr. kg usikker, idet der ikke er medregnet gevinsten ved en mulig brændstofreduktion der følger avancerede SCR-teknologier, og som vil bringe tiltaget opad i rangordningen.

Miljøstyrelsens beregninger omfatter kun teknologiske tiltag og således ikke andre styringsinstrumenter som afgifter, tilskud, rådgivning/information eller administrativ regelstyring. Dog har man for transportsektoren vurderet effekten af fremrykning af EURO-normer v.h.j. af økonomisk styring – se tabelnote ovenfor. Som det også fremgår i noten ovenfor, er nogle potentielle reduktionstiltag udeladt af beregningerne med forskellige begrundelser. Her skal det imidlertid nævnes at man med fordel vil kunne se på reduktionspotentialerne for færge- og skibsgodstrafikkens NO_x-emissioner, der udgør omkring 42% af den samlede nationale skibstrafiks emissioner inkluderet fiskeri, jfr. faglig rapport fra DMU (Winther, 2008).

Cost Benefit Analyse af NO_x-emissionsreduktioner

For at vurdere om et tiltag i sig selv er samfundsmæssigt fordelagtigt, kan man efterfølgende foretage en Cost Benefit Analyse (CBA), hvilket Miljøstyrelsen også har gjort i deres NO_x-rapport. Her vil man således også

kunne finde frem til, om der generelt er en samfundsmæssig gevinst forbundet med at prøve at nå en given NO_x -målsætning. Man medindregner værdien af selve NO_x -reduktionen i omkostningerne, og her har Miljøstyrelsen anvendt en standardpris på 85 kr. pr. kg NO_x som alene dækker en værdisætning af – undgåede - sundhedsmæssige skadesomkostninger. Således er andre miljømæssige skadesomkostninger, som f.eks. nedsat eutrofiering ikke værdisat pga. usikker viden derom.

Går man ind i tabel 4 under skyggepriser, kan man aflæse, at med en gevinst på 85 kr. pr kg NO_x vil tiltag der har en skyggeprisomkostning lavere end dette niveau, kunne betale sig at udføre samfundsmæssigt, dvs. frem til og med tiltag nr. 11, så længe *benefit* overgår *cost*.

Prisen på 85 kr. pr kg er baseret på DMU's (2004) beregninger for kulfyrede kraftværkers NO_x -emissioner. Miljøstyrelsen gør derfor opmærksom på, at prisen på 85 kr. er særlig usikker, hvad angår tiltag til havs (fiskeri og offshore), hvor der ikke kan forventes de samme sundhedsmæssige effekter som på land.

Afgrænsningsproblematik ved omkostningsanalyse

Omkostningseffektivitetsanalyser og cost-benefitanalyser er beslutningsstøtteværktøj i den politiske beslutningsproces. Resultaterne af analyserne afhænger meget af afgrænsninger og af værdisætningen af miljø- og sundhedseffekter. Derfor kræver resultaterne, at afgrænsninger og usikkerheder tages med i det samlede beslutningsgrundlag.

Den endelige rangordning med henblik på at nå frem til en omkostnings-effektiv opfyldelse af NO_x -emissionsmålsætningen i Miljøstyrelsens rapport er som nævnt baseret på den velfærdsøkonomiske analyse, hvor der altså er taget hensyn til værdien af så mange andre miljøeffekter, som det er praktisk muligt. Resultatet afhænger imidlertid selvsagt af, hvorledes de analyserede reduktionstiltag afgrænses, og om man også inddrager styringsinstrumenter i analyserne. Som eksempel kan nævnes:

- Eftermontering af katalysatorer (SCR) på alle tunge køretøjer i Danmark, eller
- Forbud mod kørsel med tunge køretøjer i tæt bymæssig bebyggelse

Omkostningerne ved at sætte SCR-katalysatorer på alle tunge køretøjer er måske større end kun at begrænse brugen af tunge køretøjer i bymæssig bebyggelse. Samtidig opnås i det sidste tilfælde en højere sundhedsmæssig gevinst (negativ omkostning), end når SCR sættes på alle lastbiler. Til gengæld opnås der en større NO_x-emissionsreduktion ved at sætte SCR på alle køretøjer.

Resultatet af disse modsat rettede omkostningseffekter bliver, at skyggeprisen på de to ændringer bliver forskellig og dermed kan påvirke rangordningen af den samlede NO_x-indsats.

Afrunding

Som det er fremgået af dette notat er der forskellige måder at vurdere emissionsreduktioner på. I forhold til NEC-direktivet tæller der kun ét forhold, nemlig at de samlede emissionsmængder ikke overstiger de lofter man har forpligtet sig til. Her kan man derfor med fordel reducere emissionerne hvor det er billigst muligt.

Hvad enten NEC-direktivets emissionslofter overholdes eller ej, kan der uafhængigt heraf forekomme lokale koncentrationsmæssige overskridelser i forhold til luftkvalitetsbestemmelserne. Dette er tilfældet med NO_x-forureningen.

Medinddrager man derfor luftkvalitetsdirektivet og lokale luftkvalitetsproblemer, som man typisk finder i de tætte storbyer, kan der være god grund til at se på NO_x-reduktionsmulighederne ud fra også et lokalt synspunkt. Her kan det være påkrævet at vælge reduktionstiltag, som ikke nødvendigvis er de økonomisk billigste set på landsplan, men som har en gavnlige effekt i lokalområdet og dermed sundhedsmæssigt for befolkningen. Således vil en udvidelse af miljøzonestyrelsen til at omfatte NO_x-emission, herunder NO₂-emission, give mulighed for at forholde sig til overskridelser af grænseværdier i større byer, f.eks. ved forbud imod visse typer tunge køretøjer eller krav om SCR-katalysatorer påmonteret disse.

DMU (2005) har sammen med Miljøstyrelsen foretaget en analyse af beregnede miljøeffekter, samfundsgevinster og økonomiske udgifter for transporterhvervet i forhold til kravene om partikelbegrænsning i en mil-

jøzone. Endvidere har DMU (2007) analyseret det tekniske reduktionspotentiale for nedbringelse af NO₂-koncentrationen i storbyer, bl.a. ved eftermontering af SCR-katalysatorer på tunge køretøjer.

Der kan være behov for, at man i et analyseprojekt vurderer de bedst mulige måder – teknisk, miljømæssigt og samfundsøkonomisk- at nedbringe NO_x/NO₂-emissionerne, under hensyntagen til at både NEC-direktivets og Luftkvalitetsdirektivets grænseværdier skal overholdes. En sådan vurdering vil skulle bygge på allerede udførte analyser suppleret med ny viden om emissionsstørrelser, reduktionsteknologier og miljø- og sundhedsmæssige skadesomkostninger.

Referencer:

DMU, 2004. Andersen, M.S., Frohn, L.M., Jensen, S.S., Nielsen, J.S., Sørensen, P.B., Hertel, O., Brandt, J. & Christensen, J: Sundhedseffekter af luftforurening – beregningspriser. Faglig rapport fra DMU nr. 507. DMU

DMU, 2005. Jensen, F.P., Berkowicz, R. & Fogh, C.L. : Vurdering af konsekvenserne af indførelse af forskellige typer af miljøzoner i København. Arbejdsrapport nr. 222

DMU, 2006. Bach, H., Andersen, M.S., Illerup, J.B., Møller, F., Birr-Pedersen, K., Brandt, J., Ellermann, T., Frohn, L.M., Hansen, K.M., Palmgren, F., Nielsen, J.S. & Winther M: Vurdering af de samfundsøkonomiske konsekvenser af Kommissionens temastrategi for luftforandring. Faglig rapport nr. 586. DMU.

DMU, 2007. Palmgren, F., Berkowicz, R., Ketzler, M., Winther, M. : Vurdering af anvendelse af SCR-katalysatorer på tunge køretøjer som virkemiddel til nedbringelse af NO₂-forureningen i de større danske byer. Faglig rapport nr. 620.

EIONET, 2007. Submission of UNECE Report May 15, 2007, Emissions for 1980-2005 and Projections for 2010, 2015 and 2020.
http://cdr.eionet.europa.eu/dk/Air_Emission_Inventories/Submission_EMEP_UNECE/envrdr4_a/?qs=41

Miljøstyrelsen, 2006. Analyse af Danmarks muligheder for at reducere emissionerne af NO_x i 2010. Miljøprojekt nr. 1104, 2006. Miljøstyrelsen.

Winther, M. 2008: Fuel consumption and emissions from navigation in Denmark from 1990-2005 - and projections from 2006-2030. National Environmental Research Institute, University of Aarhus, Denmark. 110 pp. - NERI Technical Report No. 650. <http://www.dmu.dk/Pub/FR650.pdf>