

Miljøprojekt Nr. 410 1998

## Udvikling af bunkernorm for skibe

Finn Ole Boye  
Carl Bro A/S, Dwinger Marineconsult

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

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

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

# Indhold

1. **Indledning** 1
2. **Formål og anvendelse** 3
3. **Definitioner** 4
4. **Generelt om brændselsolier** 10
5. **Indkøb af bunkers** 13
6. **Brændolieparametre** 20
7. **Svovl** 27
8. **Forslag til en ny dansk bunkernorm** 30
9. **Bunker delivery note** 38
10. **Bilagsoversigt** 39



# 1. Indledning

Nærværende rapport om “Udvikling af bunkernorm for skibe” er udarbejdet for Miljøstyrelsen (MST) til brug for en eventuel regulering af svovlindholdet i bunkerolie, idet MST har fundet, at de definitioner, der anvendes i direktiv 93/12/EØF om gasolie ikke er relevante for redere ved indkøb af bunkerolie. Der henvises til kommissoriet for arbejdsgruppens arbejde.

Arbejdet indledes med at få belyst, hvilken type maskineri, der er installeret i de forskellige skibstyper, der besejler de danske farvande.

Skibsinddelingen er foretaget på følgende måde:

- Færger:
  - Primære ruter
  - Sekundære ruter
  - Internationale ruter
  - Hurtigfærge ruter
  
- Handelsskibe
  
- Fiskeskibe
  
- Fritidsskibe

Med baggrund i ovennævnte skibsoptdeling skal det undersøges om flere skibstypers normer kan slås samme for at reducere antallet af normer.

Der foretages en udredning af den bunkerolie, som skibets maskineri typisk anvender og en sammenligning med den olietype, som maskinfabrikanten specificerer for den pågældende maskintype.

Ud fra ovennævnte anvendte og specificerede brændselsoilier rubriceres disse efter ISO-standard og CIMAC's specifikationer for bunkerolie.

Denne fuel olienorm/fuel oliespecifikation bygges herefter op med ISO-standard og CIMAC som udgangspunkt, men med tilføjelser af max. og min værdier for de enkelte bestanddele, samt øvrige bemærkninger med hensyntagen til driftstekniske og miljøtekniske egenskaber, samt destillationsrest ved 350 gr.C og 250 gr. C (som er direktivets definition), samt endelig leverancesikkerhed for den pågældende fuel olietype.

Det er EU - Fællesskabets miljøpolitiske mål og princip at sikre effektiv beskyttelse af befolkningen mod den erkendte sundhedsfare ved svovldioxidemissioner og beskytte miljøet ved at forhindre, at svovlnedslag overskrider de kritiske belastninger og niveauer.

Svovldioxidemissioner bidrager betydeligt til forsurening inden for EU. Svovldioxid indvirker betydeligt på menneskers sundhed og på miljøet som helhed. Forsuring og svovldioxid i atmosfæren beskadiger følsomme økosystemer, skovenes vækst og skader på bygninger.

## 2. Formål og anvendelse

Formålet med udarbejdelse af en ny bunkernorm er at udarbejde kriterier, definitioner på bunkerolie, som er i overensstemmelse med de kriterier, parametre, som rederne typisk indkøber bunkerolie efter, og som herefter kan anvendes i lovgivningen: direktiver, bekendtgørelser m.v. om f.eks. begrænsninger af bunkeroliens indhold af svovl.

Reduktion af emissionen af svovldioxid fra forbrænding af visse mineraloliebaserede flydende brændstoffer skal opnås ved fastsættelse af grænser for svovlindholdet for sådanne brændstoffer som betingelse for, at de kan anvendes på EU - område.

Grænserne for svovlindholdet i visse mineraloliebaserede flydende brændstoffer gælder imidlertid ikke for brændstoffer,

- a) der er indeholdt i brændstoftankene på skibe, når disse krydser en grænse mellem et tredjeland og en medlemsstat.
- b) der er bestemt til forarbejdning med henblik på endelig forbrænding
- c) der anvendes til forarbejdning i raffinaderiindustrien.

### 3. Definitioner

Da hovedvægten i denne rapport er at undersøge og belyse brændselolier til skibe, må det derfor være korrekt at definere hvad, der forstås ved fuel olie og gasolie jævnfør EU-direktivets definitioner. I dette direktiv forstås ved:

#### 1. Fuel olie

Ethvert mineraloliebaseret flydende brændstof, som henhører under KN-kode 2710 00 71 til 2710 00 78 (dette er toldpositions numre), eller som (bortset fra gasolie som defineret i nr. 2) ud fra sine destillationsgrænser henhører under de svære olier, der er bestemt til anvendelse som brændstof, og hvoraf mindre end 65 volumenprocent (inklusive tab) destillerer ved 250 gr. C efter ASTM D86-metoden. Kan destillationen ikke bestemmes efter ASTM D86-metoden, klassificeres olieproduktet som fuel olie.

#### 2. Gasolie

Ethvert mineraloliebaseret flydende brændstof, som henhører under KN-kode 2710 00 69, eller som ud fra sine destillationsgrænser henhører under de mellemdestillater, der er bestemt til anvendelse som brændstof, og hvoraf mindst 85 volumenprocent (inklusive tab) destillerer ved 350 gr.C efter ASTM D86-metoden. Dieselolie som defineret i artikel 2, stk. 2, til Europa - Parlamentets og Rådets direktiv om kvaliteten af benzin og dieselolie er ikke omfattet af denne definition.

#### Definitioner af brændselolier inden for søfartserhvervet

Gennem tiden har der inden for søfartserhvervet været mange forskellige definitioner på brændselolier og endnu i dag er der en del forskellige standarder, som rederierne bestiller olie efter.

For en del år tilbage definerede man brændstofferne ved bestilling som:

- gasolie
- dieselolie
- let fuel olie
- svær fuel olie

med opgivelse af den ønskede viskositet i sec. Redwood I ved 100 gr. F samt ca. vægtfylde ved 15 g. C.

Men foranlediget af den tekniske udvikling på olie raffinaderierne, hvor man blev bedre til at cracke råolien og udvinde flere produkter, samt i



takt med en større miljøbevidsthed på landjorden, men ikke på skibe, bevirkede denne udvikling også, at brændstofkvaliteten til skibe blev dårligere, da der ikke på daværende tidspunkt blev stillet miljøkrav til skibsfarten. Motorbyggerne måtte derfor begynde at tænke i andre baner og designe motorer, der var i stand til anvende de dårligere bændolier, - en udvikling, der stadig pågår. Rederierne blev samtidig nødt til at stille flere krav til den bunkerolie, som man bestilte og i 1982 blev den første standard, som også omfattede de såkaldte tungolier eller heavy-olier præsenteret. Denne fik betegnelsen BS MA 100, hvor brændolierne er inddelt i 12 grupper og i hver gruppe er der angivet grænseværdier for oliens egenskaber.

Hovedgrupperingen i BS (British Standard) MA 100 er:

M1:	Marine Gasolie
M2:	Marine Dieselolie
M3:	Destillat med nogen restolie iblandet
M4 - M9:	Tungolier med øgende viskositet og en øvre vægtfyldegrænse
M10 - M12:	Svarer til M7 - M9, men uden vægtfyldegrænse

Det er her værd at bemærke, at grupperingen er henført til oliens viskositet. Man skal også bemærke, at denne standard har flere begrænsninger. F.eks. giver den ikke oplysninger om så vigtige tungolieegenskaber som:

- blandbarhed
- tændingsegenskaber
- indhold af faste partikler eller forureninger

Denne BS MA 100- standard anvendes fortsat af mange rederier, når der skal bestilles bunker ude omkring i verden; men er ved at glide i baggrunden til fordel for ISO 8217-standarden, der nok er den mest fremherskende i dag. Også CIMAC's fuel olie anbefalinger anvendes en del. Man ser ofte ISO 8217 og CIMAC's definitioner integreret i samme tabel eller standard. ( CIMAC står for CONSEIL INTERNATIONAL DES MACHINES A COMBUSTION og som varetager maskinfabrikanters og brugers interesser).

I det følgende oversigtsskema er opremset inddelingen af bændolier efter ISO 8217 samt CIMAC's:

### a) Distillate grades

ISO 8217: CIMAC:	DMX DX	Er en fuel, som er velegnet til brug ved omgivelsestemperatur ned til -15 gr.C uden opvarmning af olien. I handelsflåden er dens brug begrænset til redningsbådsmotorer og nødgeneratorer pga. oliens reducerede flammepunkt.
ISO 8217: CIMAC:	DMA DA	Er et destillat af høj kvalitet og bliver i almindelighed betegnet som MGO (Marine Gas Oil).
ISO 8217: CIMAC:	DMB DB	Er en almindelig fuel, der kan indeholde spor af residual fuel og er beregnet til dieselmotorer, der ikke er designet til forbrænding af residual fuels. Denne fuel bliver i almindelighed betegnet som MDO (Marine Diesel Oil).
ISO 8217: CIMAC:	DMC DC	Er en fuel, som kan indeholde betydelige spor af residual fuel. Denne olie er derfor ikke anvendelig til maskineri og oliebehandlingsanlæg, der ikke designet til residual fuel.

Som det fremgår af tabelopstillingen angående destillate grades beskriver ISO 8217 og CIMAC fire kategorier for destilleret fuel. Yderligere angiver standarden max.- og min værdier for følgende:

Characteristic	Limit
Density at 15 deg.C Kg/cub.m	max.
Viscosity at 40 deg.C, mm <sup>2</sup> /s	min. max.
Flash point, deg.C	min.
Pour point (upper), deg.C	
- winter quality	max.
- summer quality	max.
Cloud point, deg.C	max.
Sulfur, % (mm/mm)	max.
Cetane number	min.
Carbon residue (micro method), 10% res. % m/m	max.
Carbon residue (micro method), % (mm/mm)	max.
Ash, % (m/m)	max.
Sediment, % (m/m)	max.
Total existent sediment, % (m/m)	max.
Water, % (v/v)	max.
Vanadium, mg/kg	max.
Aluminium plus silicon, mg/kg	max.

### b) Residual grades

ISO 8217: CIMAC:	RMA 10 A 10	Se venligst nedennævnte bemærkninger under A10 og B10
ISO 8217: CIMAC:	RMB 10 B 10	Se venligst nedennævnte bemærkninger under A10 og B10
ISO 8217: CIMAC:	RMC 10 C 10	Se venligst nedennævnte bemærkninger under C10 og op til H55
ISO 8217: CIMAC:	RMD 15 D 15	Se venligst nedennævnte bemærkninger under C10 og op til H55
ISO 8217: CIMAC:	RME 25 E 25	Se venligst nedennævnte bemærkninger under C10 og op til H55
ISO 8217: CIMAC:	RMF 25 F 25	Se venligst nedennævnte bemærkninger under C10 og op til H55
ISO 8217: CIMAC:	RMG 35 G 35	Se venligst nedennævnte bemærkninger under C10 og op til H55
ISO 8217: CIMAC:	RMH 35 H 35	Se venligst nedennævnte bemærkninger under C10 og op til H55
ISO 8217: CIMAC:	RMK 35 K 35	Se venligst nedennævnte bemærkninger under K 35
ISO 8217: CIMAC:	RMH 45 H 45	Se venligst nedennævnte bemærkninger under C10 og op til H55
ISO 8217: CIMAC:	RMK 45 K 45	Se venligst nedennævnte bemærkninger under K 45
ISO 8217: CIMAC:	RMH 55 H55	Se venligst nedennævnte bemærkninger under C10 og op til H55
ISO 8217: CIMAC:	RMK 55 K55	Se venligst nedennævnte bemærkninger under K 55

Bemærkninger til opstillet tabel angående residual grades henført til ISO 8217 og CIMAC.

Standarderne er opbygget med udgangspunkt i oliernes viskositet.

*A 10 og B 10*

Er anvendelig til drift ved lav omgivelsestemperatur i installationer uden opvarmningsmuligheder i storage tank, hvor et pour point lavere end 24 eller 30 gr. C er nødvendigt. Af disse to grades har A 10 en lavere vægtfylde og en minimum viskositet for at forbedre muligheden for gode tændingsegenskaber.

*C 10 og op til H55*

Er fuel olier der om bord kræver behandling/rensning i almindelige purifier - clarifier centrifugesystem.

*K 35, K 45 og K55*

Er fuel olier til brug i installationer med centrifuger specielt designet til behandling af fuel olier med højere vægtfylde.

Som det fremgår af tabelopstillingen angående residual grades beskriver ISO 8217 og CIMAC, 13 kategorier for residual grades. Yderligere angiver standarden max.- og min værdier for følgende:

Characteristic	Limit
Density at 15 deg.C Kg/cub.m	max.
Viscosity at 100 deg.C, mm <sup>2</sup> /s	max.
Flash point, deg.C	min.
Pour point (upper), deg.C	
- winter quality	max.
- summer quality	max.
Carbon residue % (mm/mm)	max.
Ash, % (m/m)	max.
Water, % (v/v)	max.
Sulfur, % (m/m)	max.
Vanadium, mg/kg	max.
Aluminium plus silicon, mg/kg	max.
Total sediment, potential, % (m/m)	max.

Det kan synes beklageligt, at selv den nye ISO 8217-1996-udgave ikke medtager begrænsninger på flere af de stoffer, der vitterligt ofte findes i fuel olierne. Som eksempel herpå kan nævnes:

- Natrium
- Jern
- Fosfor
- Bly
- Calcium
- Zink

Standarden oplyser ganske vist max. værdier i mg/kg for Aluminium og Silicon, men siger ikke noget om partiklernes størrelse, hårdhed og vægtfylde. Dette er en nok så vigtig parameter for slidtage i brændstofsystemet og cylinderforinger.

Standarden burde også oplyse, at fuel olien ikke må indeholde kemisk affald og brugte smøreliefer. Standarden burde også specificere om den pågældende olie kunne forblive stabil, således at asfalthene-indholdet ikke bevirkede slamdannelse.

Heller ikke oplysninger med en så vigtig en parameter som CCAI- værdi oplyses. ( CCAI= Calculated Carbon Aromatic Index, som er et udtryk for oliens forbrændingsegenskaber eller tændvillighed) er medtaget.

Et nyere problem, der opstod i 1997 og stadig er uløst, er, at man i analyser fra bunkerolier har fundet propylenpartikler i størrelsen fra 30 my og helt op til 5 mm lange. Disse fremmedlegemer er fundet US Gulf,

østkysten af USA, De Baltiske Lande og Rusland. Dette er altså ved at udvikle sig til et globalt problem. På nuværende tidspunkt er men ikke klar over, hvordan disse propylenpartikler er opstået eller kommet i olien.

*Det er også værd at bemærke, at ISO 8217 og CIMAC kun beskriver de tekniske og driftsmæssige aspekter ved max. og min. værdier af ledsagestofferne. Der er således ikke på noget tidspunkt i standarderne nævnt de miljømæssige konsekvenser af ledsagestofferne.*

Nyere undersøgelser er i gang for at afdække dette problem med forskellige motortyper og ved varierende belastninger.

## 4. Generelt om brændselolier

### *Gasolie, MGO*

Gasolie er en letflydende ofte vandklar, gullig til brunlig væske med vægtfylde på ca. 0,85-0,89 g/kub.cm. Flammepunktet ligger fra 65-85 gr. C. Den nedre brændværdi er normalt fra 44000-45000 kJ/kg. Den kinematiske viskositet er ved 40 gr.C. ca. 5-7 cSt. Svovlindholdet er ca. 1-1,5%. Askeindholdet er under 0,01% Neutralisationstallet mindre end 0,1. Cetantal over 45. Gasolie anvendes fortrinsvis til mindre og eller motorer med højt omdrejningstal.

### *Dieselolie, MDO*

Dieselolie, ofte benævnt Marine Diesel Oil (MDO) eller Marine Diesel Fuel (MDF), har en vægtfylde på ca. 0,9 g/kub. cm., flammepunktet ligger over 60 gr.C., brændværdien er ca. 44000 kJ/kg, kinematisk viskositet ved 40 gr. C er ca. 8-11 cSt, svovlindholdet er ca. 2%, farven er brunlig. Da dieselolie ofte leveres igennem de samme rørledninger og pumper, som anvendes til fuel oil, kan den være opblandet med så meget fuel, at den er næsten sort. Dieselolie anvendes som motorbrændsel i medium-speed dieselmotorer.

### *Dieselolie på land*

Der foreligger 2 gængse former for miljødiesel nemlig **let diesel** og **ultra let diesel**. Begge typer udmærker sig specielt ved at have max. 0,05% svovlindhold målt efter ASTM D. 4294- metoden.

Begge olier er et miljøbaseret brændstof med et meget lavt indhold af svovl, og udmærker sig ved at have særdeles gode antændelsesegenskaber angivet ved cetantal og/eller cetanindex samt kuldeegenskaber tilpasset årstiderne. miljødiesel kan anbefales til alle typer dieselmotorer, hvor udstødningsgassernes renhed er af betydning for det omgivende miljø.

Det skal her bemærkes, at disse olier har et flammepunkt på min. 56 gr.C. Dette harmonerer ikke med kravene til flammepunkt i skibe, hvor temperaturen for flammepunkt skal være lig med 60 eller større end 60 gr.C. Disse 2 miljødieselolier kan derfor ikke anvendes i skibe.

En anden type dieselolie, der kan betegnes som miljødiesel er f.eks. **Fiskeridiesel (0,05%)**

Denne diesel er en tyndflydende gasolie, der har et kogepunktsområde fra 200 gr.C til ca. 385 gr.C og specifikation og resultater for Fiskeridiesel (0,05%) er som følger:

Vægtfylde ved 15 gr.C	g/l	820-860
Viskositet ved 40 gr.C min.	cSt	1,9
Viskositet ved 40 gr.C max.	cSt	3,7
Flammepunkt, min	gr.C	61
<b>Svovl, max.</b>	vægt %	<b>0,05</b>
Vand, max.	mg/ kg	150
Aske, max.	vægt %	0,01
Conradsen Carbon Residue på 10% destillationsrest max. vægt	vægt %	0,15
Cetantal, min.		47
Destillation T 95%, max	gr.C	385
Nedre brændværdi, typisk	Mj/kg	42,7

### Kuldeegenskaber

Periode:		Vinter (1/10 - 31/3)	Sommer (1/4 - 30/9)
Cold Filter Plugging Point (CFPP) max.	gr.C	-20	-5
Cloud Point max.	gr.C	-8	2

### Fuel olie, HFO

Navnet fuel olie, ofte benævnt heavy fuel oil (HFO) dækker et stort og vidt område, som det også afspejles i oversigten over residual grades. Fuel olie kan således forekomme dels som et destillationsprodukt og dels som en destillationsrest af jordolie. Sidstnævnte betegnes da som en residual oil eller residual grade. Fuel olie opdeles også af olieselskaber i mange forskellige salstyper. Marine Fuel Oil (MFO) er en meget almindelig betegnelse anvendt af olieleverandører til beskrivelse af den billigste fuel olietype til handelsskibe. Den kan være af en hvilken som helst viskositet op til max., der varierer fra land til land, ja ofte fra havn til havn i samme land. MFO har også betegnelsen "Bunker C".

Thin Fuel Oil (TFO), Intermediate Fuel Oil (IFO) er betegnelser, der anvendes til at karakterisere blandingsolier afstemt efter forskellige krav til viskositet.

*Ved denne omtale af heavy fuel oil skal der hermed rådes bod på den udbredte misforståelse, at en fuel olie med viskositeten 380 cSt er dårligere driftsmæssigt for maskinerne end en fuel olie med viskositeten 180 cSt. Dette er i dag ikke korrekt, men tværtimod lige omvendt. For ca. 10 år siden var denne bedømmelse korrekt.*

I dag består en 180 cSt fuel ofte af en meget tung olie iblandet gasolie eller dieselolie for at opnå viskositeten 180 cSt. Dette kan give dårlige forbrændingsegenskaber og give slamudfældninger i centrifuger og filtre.



## 5. Indkøb af bunkers

Når et rederi skal bestille bunkers til et skib er det selvfølgelig ikke nok at aftale pris, mængde tid og sted for leverancen.

Grundlaget for bestillingen er først og fremmest at få klarlagt, hvilken brændselsolietype motorfabrikanten foreskriver til den pågældende maskintype samt at sikre sig, at de krævede oliebehandlingsfaciliteter om bord er i overensstemmelse hermed. Man kan groft sagt dele maskinlæggene op i to grupper: De, der er designet til destillater af en eller anden grade, og de, der er designet til forbrænding af residual oils af en eller anden klasse inden for dette område.

Af konkurrencemæssige årsager oplyser motorfabrikanterne som regel den "dårligste" olietype og dermed også den billigste, som maskineriet kan køre på. Da udgiften til bunkerolie udgør en meget stor del af driftsomkostningerne, så har prisen naturligvis stor indflydelse på valget af olietype. Dette er dog ikke ensbetydende med, at så vælger rederiet konsekvent den billige og dårlige type. Valget af hænger foruden af pris, maskintype, oliebehandlingsudstyr også af den driftserfaring og driftssikkerhed, som man i det pågældende rederi har oparbejdet gennem årene samt sikkerhed for leverance og kvalitet.

For at skibet og rederiet kan sikre sig, at man nu også modtager den bestilte specificerede bunkerolie, er det meget almindeligt, at skibet ved bunkerrøret udtager en repræsentativ bunkerolieprøve. Dvs. en drypprøve hvor olien drypper ned i en såkaldt prøveflaske under hele bunkringens forløb. Prøven bliver derefter forsejlet af skibets besætning under overværelse af bunkerleverandøren og olieprøven sendes til et uafhængigt laboratorium for analyse.

Når analysen er blevet udført, gives der på telex eller fax besked til rederi og skib angående resultatet dvs. indholdet af ledsagestoffer samt andre oplysninger vedr. olien samt dennes behandling for rensning og eventuelle driftsvanskeligheder. Det er helt almindeligt, at man ikke begynder at anvende den nye bunkerolie før analyseresultatet foreligger. Det er også helt almindeligt, at man om bord ikke blander fuel olier af forskellig herkomst, da dette kan give driftsmæssige uheldige konsekvenser. Man kan selvfølgelig komme ud for, at man på et tidspunkt skal blande fuel olierne, men inden denne blanding finder sted, skal man være sikker på, at de pågældende olier er blandbare.

På trods af, at man bestiller en diesellole eller en heavy fuel olie efter ISO 8217 og eller med rederiets ekstra krav til specifikationen, kan man ikke være sikker på, at den pågældende olie også opfylder standarden eller specifikationen, da bunkerolierne som tidligere omtalt kan variere i kvalitet inden for samme grade. Dette er blandt andet årsagen til, at

mange rederier har tilmeldt sig ordningen med fuel olieanalyser, i hvert fald hvis man bunker world-wide.

Det har i mange år været kendt og er stadig et problem med heavy fuel kvaliteterne rundt omkring i verden. Men det er måske nok så overraskende, at de såkaldte "finere" olier som benævnes destillater eller dieselolier også varierer meget i kvalitet inden for denne samme grade. En undersøgelse foretaget af de 3 destillater DMA, DMB og DMC efter ISO-standarden viser følgende afvigelser:

## Marine Diesel Oil samples submitted in the period of 01/01/95 - 30/6/95

Samples breakdown:	Total Samples for this period:	3212
	Samples with Grade DMA:	771
	Samples with Grade DMB:	949
	Samples with Grade DMC:	1487

### Number of samples per grade exceeding the specified limit

Parameter:	Density	Viscosity	Flash Point	Pour Point	MCR	Ash	Water	Sulfur	Vanadium	Al+ Si	SBX	TSE
Unit:	kg/cub.m	cSt	Deg.C	Deg.C	% mm	% mm	% V/V	% mm	mg/kg	mg/kg	% mm	% mm
<b>Limit DMA:</b>	>=891,0	>=8,0	<60	>0	>=0,4	>=0,02	>=0,2	>=1,6	>=10	>=5	N/A	N/A
No. Exceeding:	10	5	20	116	23	7	27	3	1	19		
%Exceeding:	1,3	0,6	2,6	15	3	0,9	3,5	0,4	0,1	2,5		
<b>Limit DMB:</b>	>=901,0	>=13,0	<60	>6	>=0,4	>=0,02	>=0,5	>=2,1	>=10	>=5	V=0.08	N/A
No. Exceeding:	37	8	14	17	172	29	16	5	58	79	16	
%Exceeding:	3,9	0,8	1,5	1,8	18,1	3,1	1,7	0,5	6,1	8,3	1,7	
<b>Limit DMC:</b>	>=921,0	>=16,0	<60	>6	>=2,6	>=0,06	>=0,5	>=2,1	>=110	>=26	N/A	>=0,11
No. Exceeding:	13	15	14	27	108	13	30	7	2	13		85
%Exceeding:	0,9	1	0,9	1,8	7,3	0,9	2	0,5	0,1	0,9		5,7

Number of samples per grade failing to meet at least one the above specified limits

Grade:	<b>DMA</b>	<b>DMB</b>	<b>DMC</b>
No. of samples:	194	263	235
% of Samples:	25,2	27,7	15,8

Af ovennævnte dieselolieanalyse kan det udledes for:

*DMA* 15% af alle analyserne nåede ikke den nedre grænse for pour point. 3% havde mere end 0,3% MCR (koksrest). For 2,6% vedkommende lå flammepunktet under 60 gr. C. I alt havde 25,2% af DMA-analyserne mindst et punkt, hvor den pågældende olie ikke overholdt standarden.

*DMB* 18,1% af analyserne havde mere end 0,3% MCR (koksrest). I alt havde 27,7% af DMB-analyserne mindst et punkt, hvor den pågældende olie ikke overholdt standarden.

*DMC* 5,7% af analyserne overskred den specificerede grænse for Total Sediment. I alt havde 15,8% af DMB-analyserne mindst et punkt, hvor den pågældende olie ikke overholdt standarden.

Hvis man ser på problematikken vedrørende svovlindholdet, må det siges at overholde standardens krav særdeles rimeligt som vist i nedennævnte ekstrakt fra analysen:

<b>Parameter:</b>	<b>Sulfur</b>
<b>Unit:</b>	%mm
<b>Limit DMA:</b>	>=1,6
No. Exceeding:	3
%Exceeding:	0,4
<b>Limit DMB:</b>	>=2,1
No. Exceeding:	5
%Exceeding:	0,5
<b>Limit DMC:</b>	>=2,1
No. Exceeding:	7
%Exceeding:	0,5

En typisk bunkerspecifikation, der anvendes ved køb af bunkers fra et større dansk rederi, der sejler world-wide kan se således ud:

### Quality - Bunker Specifications

Quality method	Description	Class	Test
<b>IBF 380 cSt:</b>	According to ISO 8217:1987	<b>RMG 35</b>	
<b>IBF 180 cSt:</b>	According to ISO 8217:1987  Both qualities of Fuel must be fit for use in the vessels'	<b>RME 25</b>	

	<p>engines, with the following additions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Aluminium, MG/KG</b> <b>max. 30</b></li> <li>- <b>Silicon, MG/KG</b> <b>max. 30</b></li> <li>- <b>Water, V/V</b> <b>max. 0.5</b></li> <li>- <b>Pour Point, Deg.C</b> <b>max. 10</b></li> <li>- <b>Sodium content</b> to be max. 30 % of the vanadium content.</li> </ul> <p>The fuel must not include chemical waste, waste lubricants or any other contaminants which would impair the efficiency of the purification or engine system.</p>		<p>(IP 377)</p> <p>(IP 377)</p> <p>(IP 74)</p> <p>(IP 15)</p> <p>(IP 377)</p>
<b>Dist. Marine Diesel:</b>	<p>According to ISO 8217:1987 with the following addition:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CFPP, Deg.C</b> max. 0</li> <li>- <b>Pour Point, Deg.C</b> max. 0</li> </ul>	<b>DMB</b>	<p>(IP 309)</p> <p>(IP 15)</p>
<b>Marine Gas Oil:</b>	<p>According to ISO 8217:1987 with the following addition:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CFPP, Deg.C</b> max. 0</li> </ul>	<b>DMA</b>	<p>(IP 309)</p>

Som det kan ses af ovennævnte specifikation bestilles der olie i henhold til ISO 8217, men med de nævnte begrænsninger og tilføjelser til specifikationen bestemt ud fra rederiets erfaringer, for at opnå en pålidelig og sikker drift på den pågældende olietype.

En typisk bunkerspecifikation, der anvendes ved køb af bunkers til et større dansk færgereferi, der sejler i danske farvande ser således ud:

#### Typisk specifikation SMD

Test	Method	Result
Density at 15 deg.C, g/cub.cm	ASTM D 4052	0,8755
Ash, mass %	ASTM D 482	Less 0,01
Conradson Carbon Residue, mass %	ASTM D 189	0,03
Flash Point, deg.C	ASTM D 93	74
Pour Point, deg.C	ASTM D 97	+6
Sediment by extraction, mass %	ASTM D 473	Less 0,01
Sulfur, mass %	ASTM D 4294	1,08
Viscosity at 50 deg.C, cSt	ASTM D 445	4,688
Water by distillation, vol %	ASTM D 95	Less 0,1
Cetane Index	ASTM D 976	42-43

#### Typisk specifikation LMD

Test	Method	Result
Density at 15 deg.C, g/cub.cm	ASTM D 1298	0,877
Ash content, mass %	ASTM D 482	Less 0,01
Cetane Index	ASTM D 976	46,6
Colour ASTM	ASTM D 1500	Less 3,0
Flash Point, deg.C	ASTM D 93	+71
Pour Point, deg.C	ASTM D 97	-9
Sediment by extraction, mass %	ASTM D 473	Less 0,01
Sulfur content, mass %	ASTM D 4294	0,99
Vanadium content, mg/kg	IP 288	Less 2
Viscosity at 50 deg.C, cSt	ASTM D 445	2,597
Water by distillation, vol %	ASTM D 95	Less 0,1
Distillation	ASTM D 86	
IBP, deg.C		182,5
10%, deg.C		218,0
50%, deg.C		285,5
90%, deg.C		353,5

Hvis disse to typer diesellole, SMD og LMD skal henføres til ISO 8217 vil den nærmeste gruppe være DMB. SMD-olien kan anvendes om sommeren og kan være lettere farvet. LMD-olien har en klar farve og kan anvendes om vinteren.

En typisk bunkerspecifikation, der anvendes ved køb af Diesel LS, der betegnes som gasolie(MGO), til et større dansk færgereferi, der sejler i danske farvande ser således ud:

### Typisk specifikation for Diesel LS (MGO)

	<b>Min</b>	<b>Max</b>
Vægtfylde ved v/15 deg.C, kg/ cub.m	820	880
Viskositet cSt v/40 deg.C	2,8	6,0
Flammepunkt, deg.C (P.M.)	61	
Cloud Point, deg.C		+2
C.F.P.P., deg.C		-12
Vandindhold		500 ppm
Destillation, 95%		385 deg.C
Askeindhold %		0,01
Conradson Carbon %		0,25
Cetane Index	45	
Svovlindhold %		0,10

## 6. Brændolieparametre

En traditionel analyse af brændolie omfatter fastlæggelse af værdier på en række parametre. Tilsammen skal disse parametre benyttes for at give en beskrivelse af:

- Forbehandlingsmetoder og procedurer for at sikre, at brændolien før tilførsel til motor tilfredsstiller de krav, som motorfabrikanten har stillet til brændolien.
- Muligheden for at benytte brændolien i den aktuelle maskintype uden at risikere skader og driftsproblemer.
- Eventuelt at ændre driftsformen for motoren, som måtte være nødvendig for at minimere sandsynligheden for skader og driftsproblemer.

### Parametre for forbehandlingen

De parametre, som direkte giver informationer for forbehandlingen omfatter:

*Vægtfylde*

Vægtfylden er bestemmende for muligheden for at udskille vand ved centrifugeringen.

*Viskositet*

Viskositeten er bestemmende for muligheden for at forvarme til korrekt temperatur ved brændstofpumperne. Typiske viskositeter ligger i området 10-15 cSt ved indsprøjtning.

*Stivnepunkt/  
pour point*

Stivnepunktet er bestemmende for den temperatur brændolien må opvarmes til for at sikre den kan pumpes. Ved temperaturer under stivnepunktet vil en udfældning af voks bevirke, at olien ikke kan pumpes. Den øvre grænse i henhold til ISO 8217 er 30 gr.C., men for de fleste oliequaliteter ligger stivnepunktet lavere. Enkelte destillatfraktioner fra termisk spaltning vil kunne have et stivnepunkt op mod og endog over grænseværdien.

*Vand*

Vand kan foreligge i brændstof som ferskvand og saltvand. Vandforureningen vil normalt indtræffe under transporten fra olieraffineriet til bunkerhavnen eller fra bunkerbåden. Den maksimale vandprocent i henhold til ISO 8217 er 1 %. Et vandindhold over 1% kan give anledning til returnere bunkeren eller få prisnedslag. Mange rederier er selvfølgelig ikke interesseret i at modtage og betale for en heavy fuel oil med ca. 1 % vandindhold, hvorfor rederierne som tidligere omtalt ofte stiller ekstra krav eller begrænsninger til ISO 8217-standarden. Man er kort sagt ikke interesseret i først at betale for vandet, problemer med at få



det udskilt fra olien og derefter betale for at skille sig af med denne vandolieblanding.

Vand, som følger med brændolien ind i indsprøjtningssystemet og cylinderen, vil kunne forårsage belægningsdannelse, korrosion, erosion og give ustabil og ufuldstændig forbrænding, samt skader på brændstoffdyser og brændstoffpumper.

#### *Aske*

Askeindholdet angiver mængden af ikke brændbart materiale i brændolien. Asken omfatter også alle former for faste forureninger. Disse forudsættes i størst mulig grad fjernet ved forbehandlingen bestående af settling, centrifugering og i filtersystemer. Den øvre grænse for askeindhold er i følge ISO 8217-standarden sat til 0,2 vægtprocent for heavy fuel oil, men et askeindhold på over 0,1% må anses for at være højt. Særligt i de tilfælde, hvor de faste forureninger kan bestå af katalysatorrester de såkaldte "cat-fines", er et højt askeindhold en indikation på, at en effektiv forbehandling er af afgørende betydning for at undgå stor slidtage.

#### *Blandbarhed*

Blandbarhed beskriver tendensen til udfældning af slam (asfalthener) ved blanding med en anden type olie. Heavy fuel oil, der leveres til et skib, skal som udgangspunkt være stabile, og dette indebærer, at de tunge hydrokarbonmolekyler holdes svævende i olien. Hvis en sådan brændolie iblandes en anden brændolietype, som ødelægger evnen til at holde de tunge molekyler svævende i olien, vil der ske en udfældning af asfalthener i form af slam. Slammet repræsenterer et brændbart stof og indebærer følgelig et tab af bunkers. Slamudfældning vil kunne føre til blokeringer i oliebehandlingsudstyret og i alvorlige tilfælde til stop af motoren.

Blandbarhed kan bestemmes på forskellige måder, men ingen af disse måder er standardiseret og det må være baggrunden for, at der ikke er fastsat krav til blandbarhed i ISO 8217-standarden. Generelt kan det fastslås:

- Aromatiske brændolier er blandbare med andre aromatiske brændolier.
- Ikke blandbarhed indtræder specielt når en aromatisk brændolie blandes med en paraffinsk brændolie.
- Aromatiske brændolier er mere ustabile end paraffinske, dvs. de vil give en større tendens til slamudfældning ved høje temperaturer.

## **Parametre der har betydning for driften af dieselmotorer**

De brændolieparametre, der er beskrevet ovenfor har hovedsagelig betydning for behandlingen af brændolien inden den når frem til indsprøjtningssystemet på maskinen. Enkelte af disse parametre kan give en del information om brændoliens egenskaber, der har betydning for drift af maskinen.

### **Vægtfylde og viskositetsrelationer for heavy fuel oil**

Vægtfylde og viskositet for en heavy fuel oil vil, når disse vurderes sammen, kunne give en indikation af brændoliens sammensætning.

#### **Høj vægtfylde og høj viskositet**

Typisk vægtfylde på 0,99 g/cub.cm eller højere og viskositet over 400-500 cSt ved 50 gr. C, indikerer en brændolie med højt indhold af termisk spaltet restolie.

#### **Høj vægtfylde og lav viskositet**

Typisk vægtfylde på 0,99 g/cub.cm eller højere og viskositet under 200 cSt ved 50 gr.C., indikerer en brændolie med højt indhold af katalytisk spaltede destillater.

#### **Lav vægtfylde og høj viskositet**

Typisk vægtfylde i området 0,96-0,98 g/cub.cm og viskositet over 400-500 cSt ved 50 gr.C., indikerer en brændolie med højt indhold af atmosfærisk restolie.

#### **Lav vægtfylde og lav viskositet**

Typisk vægtfylde i området 0,96 g/cub.cm og viskositet under ca. 200 cSt ved 50 gr. C., indikerer en brændolie med højt indhold af atmosfærisk restolie og atmosfæriske destillater. Denne sammenhæng er imidlertid meget usikker fordi det er muligt at sammensætte en brændolie med et højt indhold af katalytisk spaltede destillater, som vil give en relativ lav vægtfylde. Viskositeten vil i disse tilfælde ofte ligge betydeligt under 100 cSt ved 50 gr. C.

### **Vægtfylde og viskositetsrelationer for MGO og MDO**

Groft set kan vægtfylde- og viskositets relationerne også benyttes til at indikere sammensætningen af destillaterne MGO og MDO. Disse destillater vil imidlertid være specificeret med en øvre vægtfylde- og viskositetsgrænse, som indebærer, at forholdet kan inddeles i to grupper:

### **Høj vægtfylde og høj viskositet**

Typisk vægtfylde- og viskositetsværdier, der svarer til den øvre grænse for det pågældende destillat, indikerer højt indhold af termisk eller katalytisk spaltede destillater.

### **Lav vægtfylde og lav viskositet**

Typisk værdier, der er væsentlig lavere end den øvre grænse, indikerer et højt indhold af atmosfæriske destillater.

#### *Svovl*

*Da kravet til begrænsninger af svovl i brændolier i den kommende bunkernorm vil få en central plads vil dette emne blive behandlet mere udførligt senere i denne rapport.*

#### *Vanadium og natrium*

Vanadium følger råolien og findes i restolien efter raffineringen, medens natrium som oftest er et resultat af forurening med saltvand. Vanadium kan ikke fjernes ved forbehandlingen, men indholdet af natrium vil kunne reduceres ved en effektiv fjernelse af søvand i brændolien. Begge typer fører til belægning og korrosion ved høje metaltemperaturer også kaldet for højtemperaturkorrosion. Vanadiumindholdet i brændolie er normalt relativt lavt, men værdier på op til 600 ppm vil kunne indtræffe.

Driftserfaringer har vist, at natriumindholdet max. må udgøre 30% af vanadiumindholdet for at undgå belægnings og korrosion på de maskinkomponenter, der er tilknyttet forbrændingsrummet, såsom cylinderforinger, stempler, stempelringe, udstødsventiler, cylinderdæksler og turbolader.

Natriumindholdet er som regel afhængig af vandindholdet (saltvand) i brændolien idet 1% søvand giver ca. 150 ppm.

#### *Aluminium og silicium*

Aluminium og silicium er faste forureninger i brændolien og danner aske. De foreligger som partikler med typiske dimensioner under 50 my og stammer fra den katalytisk spaltede restolie som blandingskomponent i brændolien. Denne restolie vil altid indeholde en vis mængde forurening af katalysatorpartikler fra spaltningsprocessen. ISO 8217-standarden tillader for en heavy fuel oil op til max. 80 mg/kg.

Det er ethvert rederi og maskinmesters skræk at modtage en bunkerolie med stort indhold af disse såkaldte "cat-fines", da man har eksempler på maskinerier, der har fået udslidt brændstofpumper, brændstofventiler, stempelringe og foringer i løbet af nogle få døgn.

#### *Conradson Carbon Residue (CCR)*

Traditionelt har man antaget, at CCR og event. asfaltindholdet for brændolie gav indikationer for oliens tændings- og forbrændingsegenskaber. Erfaringer viser imidlertid, at CCR og asfaltindholdet i brændolier ikke har betydning for den pågældende oliens egnethed i en dieselmotor.

## CCAI-værdi, Calculated Carbon Aromatic Index

CCAI-index er et begreb, der er blevet indført af Shell, for at benytte viskositetsværdierne og vægtfyldeværdierne for brændselsolier til at få indtryk af oliens tændingsegenskaber.

Med tændingsegenskaberne menes der brændseloliens evne til at selvtænde og udtrykt ved tændingsforsinkelsen, dvs. tiden fra indsprøjtningens begyndelse til tænding indtræffer i krumtapgrader eller udtrykt i millisekunder.

CCAI-værdien for en brændselolie kan beregnes ud fra følgende formel:

$$\text{CCAI} = D - 140,7 \log \log(V + 0,85) - 80,6$$

Hvor:

D= vægtfylde i g/cub.cm ved 15 gr.C

V= viskositet i cSt ved 50 gr.C

Formlen er kun en indikation på tændingsegenskaberne og indgår ikke i ISO 8217-standarden.

Interessen for denne størrelse er dog stigende, da det er en særdeles vigtig faktor. Fuel olie-analyselaboratorierne beregner størrelsen i forbindelse med deres fuel olieanalyser.

For at give nogle retningslinier for CCAI-index-værdier og deres betydning, er der opstillet følgende tabel:

CCAI-værdi	Tændingskvalitet
790-830	Meget god til god
830-850	God til middel god
850-870	Varierende til dårlig
870-950	Dårlig til ubrugbar

For at belyse effekter fra drift på en olie med dårlige tændingsegenskaber er følgende skema udarbejdet:

- Lang tændingsforsinkelse
- Høj trykgradient i bar pr. krumtapgrad efter tænding
- Stor trykforøgelse i cylinderen med høj trykgradient

Udslagene er specielt store ved drift på delbelastning

Mulige skader på motoren:

- Ødelagt stempelringsfunktion
- Brækkede stempelringe
- Gaslækager, høj slidtage og høj varmebelastning
- Sprækker i stempel og foring
- Lejeskader

Dårlige tændingsegenskaber kan modvirkes effektivt ved at opretholde høj temperatur i cylinderen ved høj skyllelufttemperatur.

Bunkers med stor vægtfylde kombineret med lav viskositet, f.eks. viskositeten under ca. 180 cSt ved 50 gr. C vil meget ofte give bevirke lang tændingsforsinkelse specielt ved del- og lavbelastning af motoren.

Et stort indhold af katalysatorpartikler som aluminium og silicium, er en indikation af, at fraktioner fra den katalytiske cracking er tilsat brændolien. Disse fraktioner vil føre til en forværring af oliens tændingsegenskaber.

Der er eksempler på at bunkers med "normal" vægtfylde, men med ekstremt lav viskositet, f.eks. ned mod 20-30 cSt ved 50 gr. C, kan være fuldstændig uegnet som brændstof i dieselmotorer.

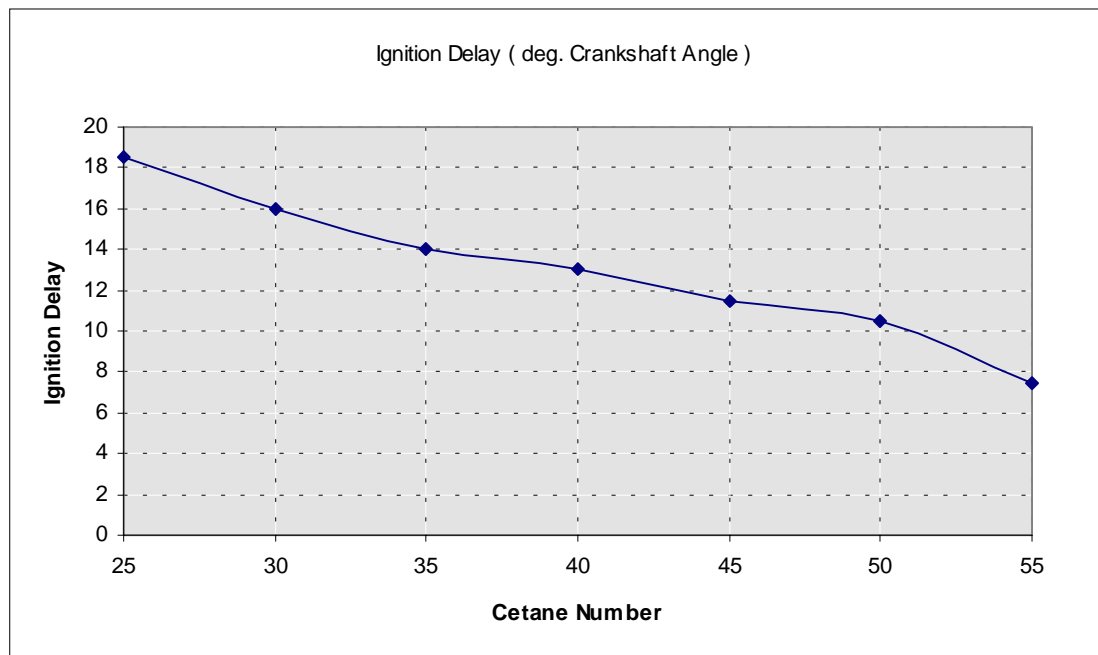
### **Cetane number**

Cetantallet for en brændselolie er et mål for oliens selvantændelighed (tændvillighed) under de i dieselmotoren herskende forhold. Cetantal og CCAI-værdi udtrykker begge oliens tændingsegenskaber. Det er dog mest almindeligt, når der tales om heavy fuel oil, at anvende CCAI-værdien, og når der tales om dieselolie og gasolie så anvendes cetantallet.

Ofte anvendes i stedet for en brændselolies cetantal et andet tal, der kaldes oliens dieselindex, der beregnes ud fra en analyse af olien og disse værdier indsættes i en formel for beregning af dieselindexet.

En tilnærmet sammenhæng mellem cetantal og dieselindex fremgår af efterfølgende tabel:

Dieselindex	Cetantal	Dieselindex	Cetantal
0	18	50	50
5	20	55	53
10	24	60	56
15	28	65	59
20	30	70	62
25	34	75	65
30	37	80	68
35	40	85	71
40	43	90	75
45	46	95	78
		100	81



## 7. Svovl

Som allerede omtalt i begyndelsen af denne rapport har svovlindholdet stor indflydelse på det ydre miljø og kan tillige give tekniske problemer. I det følgende vil derfor svovlproblematikken blive nærmere behandlet.

Svovl i brændolien er et resultat af svovl i råolien. Svovlet følger stort set restolien gennem hele raffineringsprocessen og er som følge deraf specielt repræsenteret i heavy fuel olierne. Destillatfraktionerne fra spaltningprocessen vil dog også kunne indeholde en del svovl.

*Man ønsker at holde indholdet af svovl så lavt som muligt ikke blot ud fra et miljøhensyn, men også udfra et driftsteknisk synspunkt.*

Ved forbrændingen danner svovlet svovldioxid og dette kan omdannes til svovltrioxid og svovlsyre,  $H_2SO_4$ . Denne omdannelse fremskyndes sandsynligvis stærkt ved tilstedeværelsen af jernoxid og vanadiumpentoxid, hvoraf sidstnævnte dannes ved forbrænding af vanadium, som ligeledes forefindes i olien. Den dannede svovlsyre kan virke stærkt tærende på motorens konstruktionselementer, specielt de dele af maskinen, der har forbindelse med røggassen. Undersøgelser har vist, at svovlsyrens dugpunkt ligger omkring 120 - 160 gr.C. For at reducere tæringerne må man sørge for, at forbrændingsprodukterne ikke køles ned i nærheden af svovlsyrens dugpunkt.

Følgende problemer kan opstå ved drift af maskineri på en fuel olie med relativt højt indhold af svovl:

- Lavtemperaturkorrosion med slid af stempelringe og cylinderforinger
- Vedhæftning af et sort laklignende lag på cylinderforingernes glideflader
- Lavtemperaturkorrosion og slid af udstødsventiler, gaskanaler, turboladerhuse og ubalance af turbolader
- Belægning i fuel olieforvarmere
- Højtemperaturkorrosion af udstødsventiler ( svovlkorrosion af  $Na_2SO_4$ )
- Jo højere svovlprocent olien indeholder desto lavere er den nedre brændværdien pr. kg olie

- Jo højere svovlprocent olien indeholder desto højere TBN-tal skal den anvendte smøreolie have. Dette kan give risiko for udfældninger på stempler bestående af hårde aflejringer hidrørende smøreoliens/cylinderoliens additiver på stempler
- Skader det ydre miljø ved luftforurening hidrørende fra SOx
- Forværret arbejdsmiljø om bord på skibet fra røggas samt for reparationspersonalet

Følgende problemer kan opstå ved drift af maskineri på en fuel olie med lavt indhold af svovl:

- Scuffing, dvs. rivning af cylindre og slid af stempelringe
- Kan give slid på brændstofpumpernes plunger og barrels og eventuelt sammenrivning

Vedrørende de ovennævnte problemer ved drift af maskineri på en fuel olie med lavt indhold af svovl er meningene delte inden for erhvervet. Nogle kan berette om særdeles vanskelige og store problemer og andre hævder, at det overhovedet ingen betydning har.

I denne forbindelse kan nævnes, at et norske rederi, der driver færgefart, har anvendt fuel olie med et lavt indhold af svovl i ca. to år, uden at det har givet anledning til problemer. Olien bliver specielt produceret i Norge til rederiet. I kontrakten var specificeret 1% svovl, men ofte modtager man en olie med 0,6% svovl. Rederiet anvender 120 cSt fuel til sine medium-speed maskiner og 240 cSt til sine slow-speed maskiner.

### *Smøreolie*

En smøreolie skal kunne neutralisere den forøgede mængde syre, der dannes ved forbrænding af fuel olie med højt indhold af svovl. Dette har medført, at olien tilsættes additiver af stærk alkalisk karakter, således at der er en reserve til at neutralisere den stærke syre. Mængden af disse additiver angives ved et TBN-tal, der står for Total Base Number. I dag benyttes også betegnelsen BN.

TBN-tallet er i de sidste år steget kraftigt i de fleste olieselskabers marineolier, og man opererer nu med et TBN-tal på 70 for cylinderolier og op til 30 for systemolier, alt afhængig af den anvendte brændselolies svovlindhold. Det er naturligvis ikke muligt i praksis at skifte over til en anden smøreolie alt efter svovlindholdet i den pågældende bunkerolie, men man vælger en smøreolie med et TBN-tal, der normalt opfylder kravene til den normale gennemsnitlige fuel olie, som man sejler på.

I skibsfarts- og maskinkredse har det i den sidste tid været drøftet meget, hvilken betydning de eventuelle lav-svovlsgeografiske områder ville få for valget af smøreolie. Vil f.eks. bunkerolie med lavt svovlindhold skabe et for alkalisk miljø i maskineriet, og hvad vil ulempen blive ?



For nuværende synes maskinkonstruktørerne usikre på den indflydelse bunkerolie kan have på smøringen for de lidt større motorer. Således planlægger mange fabrikanter i den nærmeste fremtid at udføre prøvekørsel på slow-speed maskiner med en fuel olie på 1% svovl og med smøreolier med forskellige TBN-tal.

- Men generelt kan man sige, at for skibe, der sejler world-wide og kun sjældent kommer til et lav-svovlsområde, vil det ikke have den store betydning, mens hvis skibet for en længere periode skal sejle i et lav-svovlsområde så vil valget af en smøreolie med korrekt TBN have en meget større betydning.

Sædvanligvis ligger svovlindholdet på 2,6-3%, men kan svinge meget fra land til land, ja selv inden for samme bunkerhavn.

Extract fra ISO 8217-standarden og CIMAC angående svovl for de forskellige brændstoftyper siger:

#### **Marine Destillate Fuels**

<b>Category ISO-F</b>	<b>CIMAC</b>	<b>Sulfur, %</b>
DMX	DX	1,0
DMA	DA	1,5
DMB	DB	2,0
DMC	DC	2,0

#### **Marine Residual Fuels**

<b>Category ISO-F</b>	<b>CIMAC</b>	<b>Sulfur, %</b>
RMA 10, RMB 10, RMC 10	A 10, B 10, C 10	3,5
RMD 15	D 15	4,0
RME 25, RMF 25	E 25, F 25	5,0
RMG 35, RMH 35, RMK 35	G 35, H 35, K 35	5,0
RMH 45, RMK 45, RML 45	H 45, K 45,	5,0
RMH 55, RMK 55, RML 55	H 55, K 55	5,0

## 8. Forslag til en ny bunkernorm

Det egentlige formål og ønske om indførelse af en ny bunkernorm er allerede beskrevet i begyndelsen af denne rapport.

Der findes bunker dieselstandarder for indkøb af bunkerolie, ISO 8217 og CIMAC, som de mest anvendte og kendte. Man må være opmærksom på, at ved kun at specificere en fuel reference til en standard, ikke giver nogen garanti for at modtage en kvalitetsolie; selv efter en olieanalyse, der bekræfter, at olien er i overensstemmelse med f.eks. ISO-standard eller CIMAC. Grunden til denne absurde situation er, at ISO-standard ikke dækker alle relevante kvalitetsparametre. Af relevante kvalitetsparametre kan nævnes: Low calorific value, stability, sodium content, lead content, calcium content, phosphorous content, zinc content, ignition index-CCAI, waste lubricants and solvents.

Styregruppen, for udarbejdelsen af denne norm, har fundet, at brændolie kvaliteten til danske skibe og danske farvande kan opstrammes med hensyn til svovlindholdet. Styregruppen har ikke fundet det formålstjenligt at medtage de ovennævnte ekstra relevante kvalitetsparametre, men Miljøstyrelsen synes dog, at det kunne være relevant.

IMO's kommende krav om, at svovlprocenten maksimum må udgøre 4,5% finder styregruppen ikke restriktiv nok, når man ved, at det gennemsnitlige svovlindhold på verdensplan ligger på 2,6-3%.

Rederierne er generelt indstillet på at få reduceret svovlindholdet i fuel olien for at få bedre driftsforhold og et bedre image i offentligheden og også i forhold til IMO's høje svovlindhold. Det er ligeledes meget generende for rederiernes drift at blive udsat for miljødifferentierede havneafgifter.

Det er styregruppens opfattelse, at en max. svovlgrænse på 1,5% kan blive accepteret af erhvervet.

Det er særdeles vigtigt, når man skal specificere en brændolie til et skib, at kvalitetskravene til brændolien til det individuelle skib og dets maskineri matcher med maskinfabrikantens specifikationer. Meget ofte skal man vælge en olie, der har bedre kvalitet end den, som fabrikanten foreskriver.

Med baggrund i CIMAC's anbefalinger til olier blev der som første forslag udarbejdet skemaer for distillated fuel og residual fuels til dieselmotorer. CIMAC's fuel olieoversigt for residual oils omfatter 13 hovedgrupper, og det blev i første omgang fundet mest hensigtsmæssigt at reducere antallet af grupper til 2 for at forenkle oversigten. De to grupper er viskositetsbestemte ved 50 gr.C. Destillatgruppen er ligeledes opdelt i 2 grupper.

## Første forslag

<b>Danish Bunker Norm, DBN - 1998 for distillate fuels</b>			<b>DBN</b>	<b>DBN</b>	
			<b>Class</b>	<b>Class</b>	
Characteristic	Dim	Limit	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>Test method</b>
<b>Residual inclusion</b>			none	some trace allowed	
<b>Density at 15 deg.C</b>	kg/cub.m	max	890,0	920,0	ISO 3675 or 12185
<b>Kinematic viscosity at 40 deg.C</b>	cSt	max	6,0	14,0	ISO 3104
<b>Kinematic viscosity at 40 deg.C</b>	cSt	min	1,4	2,5	ISO 3104
<b>Flash point</b>	deg.C	min	(43)* 60	60,0	ISO 2719
<b>Pour point winter</b>	deg.C	max	-6,0	0	ISO 3016
<b>Pour point summer</b>	deg.C	max	0	6,0	ISO 3016
<b>Cloud point</b>	deg.C	max	-16,0		ISO 3015
<b>Carbon residue Ramsbottom on 10% res.</b>	% (m/m)	max	0,2		ISO 10370
<b>Carbon residue, Microcarbon</b>	% (m/m)	max		3,0	ISO 10370
<b>Ash</b>	% (m/m)	max	0,01	0,03	ISO 6245
<b>Sediment, %</b>	% (m/m)	max		0,07	ISO 3735
<b>Total existent sediment</b>	% (m/m)	max		0,10	ISO 10307-1
<b>Water</b>	%(V/V)	max		0,3	ISO 3733
<b>Sulfur</b>	% (m/m)	max		0,2	ISO 8754
<b>Vanadium</b>	mg/kg	max		100,0	ISO 14597
<b>Aluminium + Silicon</b>	mg/kg	max		25,0	ISO 10478
<b>Cetane number</b>		min	40,0	35,0	ISO 5165
<b>Visual inspection</b>			clear	may be black	

(43)\* flammepunkt skal være lig med 60 eller større end 60 gr.C.

<b>Danish Bunker Norm, DBN - 1998 for residual fuels</b>			<b>DBN</b>	<b>DBN</b>			
			<b>Class 3</b>	<b>Class 4</b>	<b>Test method</b>		
<b>Characteristic</b>	<b>Dim</b>	<b>Limit</b>					
<b>Density at 15 deg.C</b>	kg/cub.m	max	991,0	1.010,0	ISO 3675 or 12185		
<b>Kinematic viscosity at 50 deg.C</b>	cSt	max	180,0	700,0	ISO 3104		
<b>Kinematic viscosity at 50 deg.C</b>	cSt	min	22,0	380,0	ISO 3104		
<b>Flash point</b>	deg.C	min	60,0	60,0	ISO 2719		
<b>Pour point</b>	deg.C	max	10,0	30,0	ISO 3016		
<b>Carbon Residue</b>	% (m/m)	max	20,0	22,0	ISO 10370		
<b>Ash</b>	% (m/m)	max	0,2	0,2	ISO 6245		
<b>Total sediment after aging</b>	% (m/m)	max	0,1	0,1	ISO 10307		
<b>Water</b>	%(V/V)	max	0,5	0,5	ISO 3733		
<b>Sulfur</b>	% (m/m)	max	1,5	1,5	ISO 8754		
<b>Vanadium</b>	mg/kg	max	500,0	600,0	ISO 14597		
<b>Aluminium + Silicon</b>	mg/kg	max	60,0	60,0	ISO 10478		
Approximate equivalent viscosities for information only:							
Kinematic viscosity cSt at 100 deg.C	6	10	15	25	35	45	55
Kinematic viscosity cSt at 50 deg.C	22	40	80	180	380	500	700
Sec. Redwood I at 100 deg.F	165	300	600	1500	3500	5000	7000

Den praktiske anvendelse af skemaerne var tænkt anvendt på følgende måde ved køb af bunkers til det pågældende maskineri:

- *Fastlægge brændolietype ud fra fabrikantens anvisninger samt udarbejde en specifikation med de parametre, der er nævnt i skemaet (Characteristic). Reference kan være instruktionsbog eller efter direkte kontakt med fabrikanten samt ikke at forglemme rederiets egen erfaring og driftspolitik.*

Udarbejdelse af den omtalte specifikation var kun et engangsarbejde, og kunne selvfølgelig ændres, hvis driftserfaringen skulle tale herfor. Specifikationen kunne også udvides med flere parametre f.eks. med de øvrige relevante kvalitetsparametre som tidligere nævnt i dette afsnit.

*Dette første forslag kunne dog ikke få accept i styregruppen, specielt på grund af, at max værdien for svovl var sat til 0,2% for distillate fuels Class 2. Argumentet var, at en sådan olie ikke var udbredt på marinemarkedet.*

Der kunne derimod blive enighed om at anvende CIMAC's anbefalinger til olieinddelinger samt parametre, dog med ændringer af svovlprocenterne for diverse brændolie kategorier. Fordelen ved at anvende CIMAC's skema kombineret sammen med ISO 8217-standarden er, at disse to i forvejen er kendt og indarbejdet i den maritime branche samt i bunkeroliebranchen. Ligeledes refererer de fleste instruktionsbøger for maskineri til disse to normer.

Med hensyn til Rådets direktiv om begrænsning svovlindholdet i visse flydende brændstoffer er der modtaget et nyt forslag fra Kommissionen, der foreslår 0,2% svovl for alle destillater, der opfylder kravene med hensyn viskositet og vægtfylde efter ISO 8217-standarden, tabel 1.

Forslag til en ny bunkernorm for distillate fuels og residual fuels er angivet i nedennævnte to skemaer.

Skema for distillate fuel omfatter grupperne CIMAC DX og CIMAC DA, der betegnes som marine gasolier (MGO). Grupperne CIMAC DB og CIMAC DC, der betegnes som marine dieselolier (MDO).

Skema for residual fuel omfatter 13 forskellige typer.

## Forslag til ny Bunkernorm

### Sulfur Controlled (SC) Fuel Specification for Domestic Waters and Baltic Sea

Requirements (1998) for distillate fuels for diesel engines as delivered

	Designation:		CIMAC DX SC	CIMAC DA SC	CIMAC DB SC	CIMAC DC SC
	Dim.	Limit	DMX	DMA	DMB	DMC
Related to ISO 8217 (87) F-						
Residual inclusion			none	none	some trace	allowed
Density at 15 deg.C	kg/cub.m	max	-	890	900	920
Kinematic viscosity at 40 deg.C	cSt	max	5,5	6	11	14
	cSt	min	1,4	1,5	2,5	
Flash point	Deg.C	min	43	60	60	60
Pour point winter	Deg.C	max	-	-6	0	0
Pour point summer	Deg.C	max	-	0	6	6
Cloud point	Deg.C	max	-16			
Carbon residue						
Ramsbottom on 10% res.	% m/m	max	0,2	0,2		
Microcarbon	% m/m	max			0,25	3
Ash	% m/m	max	0,01	0,01	0,01	0,03
Sediment by extraction	% m/m	max	-	-	0,02	-
Total sediment	% m/m	max	-	-	-	0,05
Water	% V/V	max	-	-	0,3	0,3
Cetane number		min	45	40	35	35
Visual inspection			clear	clear	may be black	
<b>Sulfur</b>	<b>% m/m</b>	<b>max</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>
Vanadium	mg/kg	max				100
Aluminium + Silicon	mg/kg	max				25

Test method for sulfur ISO 8754

## Sulfur Controlled (SC) Fuel Specification for Domestic Waters and Baltic Sea

Requirements (1998) for residual fuels for diesel engines as delivered

Related to ISO 8217 (87) F-	Designation:		CIMAC A	CIMAC B	CIMAC C	CIMAC D	CIMAC E	CIMAC F	CIMAC G	CIMAC H	CIMAC K	CIMAC H	CIMAC K	CIMAC H	CIMAC K
		Limit	10SC	10SC	10SC	15SC	25SC	25SC	35SC	35SC	35SC	45SC	45SC	55SC	55SC
			RMA 10	RMB 10	RMC 10	RMD 15	RME 25	RMF 25	RMG 35	RMH 35	RMK 35	RMH 45	RMK 45	RMH 55	RMK 55
Characteristic	Dim.	Limit													
Density at 15 deg.C	kg/cub.m	max	950	975	975	980	991	991	991	991	1010	991	1010	991	1010
Kinematic viscosity at 100 deg.C	cSt	max	10	10	10	15	25	25	35	35	35	45	45	55	55
		min	6				15								
Flash point	Deg.C	min	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Pour point	Deg.C	max	0 6	0 6	24	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Carbon Residue	% (m/m)	max	12	12	14	14	15	20	18	22	22	22	22	22	22
Ash	% (m/m)	max	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Total sediment after aging	% (m/m)	max	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Water	%(V/V)	max	0,5	0,5	0,5	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Sulfur</b>	<b>% (m/m)</b>	<b>max</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>
Vanadium	mg/kg	max	150	150	300	350	200	500	300	600	600	600	600	600	600
Aluminium + Silicon	mg/kg	max	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Ignition properties	See appendix, section 3 in CIMAC `s Recommendations Regarding Fuel Requirements for Diesel Engines														

Test method for sulfur ISO 8754

Approximate equivalent viscosities ( for information only):

Kinematic viscosity cSt at 100 deg.C	6	10	15	25	35	45	55
Kinematic viscosity cSt at 50 deg.C	22	40	80	180	380	500	700
Sec. Redwood at 100 deg.F	165	300	600	1500	3500	5000	7000

Som den væsentligste ændring i den nye bunkernorm i forhold til tidligere normer er fastlæggelsen af et svovlindhold på max 1,5% for residuel fuels, samt at destillaterne max. må indeholde 0,2 % svovl.

I Danmark er det således for de mindre dieselmotorers vedkommende, f.eks. i de såkaldte Ø-færger, at disse er beregnet til drift på gasolie, og man vil ved bunkring modtage en gasolie med et svovlindhold på 0,2% eller mindre. Årsagen til dette er, at markedet for marine gas olie er relativt lille, og oliefirmaerne leverer derfor en gasolie, der egentlig er beregnet til dieselmotorer med et max svovlindhold på 0,2%.

Det kan i denne forbindelse nævnes, at International Chamber of Shipping (ICS) ser meget positivt på at få reduceret svovlindholdet i brændselsolier globalt og finder IMO's max. grænse på 4,5% svovl meget høj. Denne høje værdi kan virke absurd, når det tillige er bevist, at kun en meget lille procentdel (mindre end 0,02%) af samtlige fuel olieprøver i 1996 indeholdt et højere svovlniveau. - ICS holdning er helt klar og kan udtrykkes på følgende måde: "Shipowners do not want or need sulfur in fuel".

## **Kontrol**

Når der stilles krav til en bunkerolie vedrørende oliens egenskaber, specielt for indholdet af svovl, må der selvsagt være en form for kontrol. Idet følgende skal nævnes som forslag til kontrol:

- Det påhviler bunkerleverandøren at dokumentere, at bunkerspecifikationen opfyldes, herunder kravene til svovlindholdet. Skibet skal være i besiddelse af disse detaljer angående den leverede olie. Oplysningerne kunne passende stå på "Bunker Delivery Note". Denne Delivery Note skal opbevares om bord i 3 år efter olien er blevet leveret som dokumentation for myndighederne.
- Skibe, der anvender separate fuel olier for at blive i overensstemmelse med reglerne i lavemissionsområdet, skal kunne tillades en passende driftstid for at få gennemskyllet fuel oliesystemet af en olie indeholdende max. 1,5% svovl.
- Skibet skal føre dokumentation i detaljer angående volumen af lavsvovlsolie i hver tank med dato, tid og position ved skift til anden olietype.
- Kontrollen af ovennævnte kan f.eks. udføres af Søfartsstyrelsen eller Miljøstyrelsen. ( For udenlandske skibe kunne man forestille sig, at kontrollen blev udført i forbindelse det såkaldte Port State Control.)



Myndighederne skal:

- Myndighederne skal oprette og vedligeholde et register over lokale bunkerleverandører.
- Kræve, at lokale bunkerleverandører afleverer en “Bunker Delivery Note” til skibet.
- Kræve, at lokale bunkerleverandører arkiverer en kopi af “Bunker Delivery Note”.

Et forslag til en Bunker Delivery Note er givet i det følgende.

## 9. Bunker Delivery Note

<b>Name of receiving vessel:</b>	
<b>Port:</b>	
<b>Date of commencement of delivery:</b>	
<b>Name, address and telephone number of marine fuel supplier:</b>	
<b>Product name:</b>	
<b>Quantity in metric tonnes:</b>	

Characteristic	Dim	Limit	Specificeret	Delivered	Test method
<b>Density at 15 deg.C</b>	kg/cub.m	max			ISO 3675 or 12185
<b>Kinematic viscosity at 50 deg.C</b>	cSt	max			ISO 3104
<b>Kinematic viscosity at 50 deg.C</b>	cSt	min			ISO 3104
<b>Flash point</b>	deg.C	min			ISO 2719
<b>Pour point</b>	deg.C	max			ISO 3016
<b>Carbon Residue</b>	% (m/m)	max			ISO 10370
<b>Ash</b>	% (m/m)	max			ISO 6245
<b>Total sediment after aging</b>	% (m/m)	max			ISO 10307
<b>Water</b>	%(V/V)	max			ISO 3733
<b>Sulfur</b>	% (m/m)	max			ISO 8754
<b>Vanadium</b>	mg/kg	max			ISO 14597
<b>Aluminium + Silicon</b>	mg/kg	max			ISO 10478

*Ulemper*

Den anbefalede reduktion af svovlindholdet til 1,5% for residual fuels må forventes at give prisstigninger på bunkers, samt at man sikkert vil få et ekstra problem med bortskaffelse af den svovl, som man får trukket ud af olien. For nuværende bliver der på årsbasis world-wide leveret bunker i en størrelsesorden på 80 millioner til 100 millioner tons, så blot en reduktion i svovl fra 2,5% til 1,5% vil give store miljømæssige problemer.

# Ordforklaring

*Aromatiske forbindelser:* Cycliske forbindelser, hvor C-atomernes fjerde valens er orienteret på en særlig måde som f.eks. i benzen.

*Asfaltener:* Er en gruppe hydrokarboner som er uløselig i n-heptan. Bliver ofte betragtet som den dårlige brændbare del af olien, men dette er kontroversielt.

*Aske:* Angiver den vægtmængde tørstof, der er tilbage når olien er brændt.

*ASTM:* American Society for Testing and Materials

*BS MA100:* British Standard for : Marine Gasoil, Marine Dieseloil, Distillate med nogen restolie iblandet, Heavy Oil med øgende viscositet og en øvre vægtfyldegrænse.

*CCAI- værdi:* Calculated Carbon Aromatic Index som er et udtryk for oliens tændingsegenskaber.

*Cetantal:* I dieselmotoren antændes brændstoffet ved kompressionsvarmen, og cetantallet angiver hvor villigt dette foregår.

*CFPP:* Angiver den højeste temperatur, ved hvilken olien kan forventes at tilstoppe et "gennemsinit" filter, som følge af udkrystallisering af parafin.

*CIMAC:* CONSEIL INTERNATIONAL DES MACHINES A COMBUSTION - er en organisation der varetager maskinfabrikanters og brugers interesser.

*Cloud Point:* Ved afkøling af dieselolie kan der udskilles paraffin og Cloud Point defineres ved, at der ved denne temperatur fremkommer synlige mængder paraffin.

*Conradson Carbon Residue, CCR:* Er et tal for hvor megen kulstof olien har tendens til at danne ved ophedning uden tilstrækkelig lufttilførsel.

*cSt.:* Centistoke, er et udtryk for oliens viscositet eller tyktflydenhed og dermed dens evne til at strømme gennem rør og ventiler. Høj viscositet stor tyktflydenhed.

*Cycliske forbindelser:* Organiske forbindelser, der indeholder atomer, der er knyttet sammen i ringe.

*Flammepunkt:* Den laveste temperatur ved hvilken olien afgiver tændbare dampe.

*FOBAS:* Fuel Oil Bunker Analysis and Advisory Service tilknyttet Lloyd's Register of Shipping som udfører analyser af bunkerolie.

*HFO:* Heavy Fuel Oil

*IFO:* Intermediate Fuel Oil er en betegnelse, der anvendes til at karakterisere blandingsolier afstemt efter forskellige krav til viscositet.

*ISO 8217-standard:* International standard for distillate og residual fuels for dieselmotorer.

*KN-kode:* Toldpositions nummer

*LFO:* Light Fuel Oil

*Lower heating value, LHV:* Den nedre brændværdi. Angiver oliens energiindhold og baseret på at vandet forbliver i dampform. LHV kan estimeres på grundlag af oliens vægtfylde, svovlindhold, vandindhold og askeindhold. En reduktion af disse parametre vil give et større varmeindhold pr. kg olie.

*MFO:* Marine Fuel Oil

*sec. Redwood I:* Redwood I, er et udtryk for oliens viscositet eller tyktflydenhed og dermed dens evne til at strømme gennem rør og ventiler. Høj viscositet stor tyktflydenhed.

*Sediment by hot filtration (SHF):* Et mål for oliens slamindhold.

*VPS:* Veritas Petroleum Services som udfører analyser af bunkerolie.

# Bilagsoversigt

Bilag 1	Oversigt over maskineri og brændstoftyper anvendt på primære færgeruter
Bilag 2	Oversigt over maskineri og brændstoftyper anvendt på sekundære færgeruter
Bilag 3	Oversigt over maskineri og brændstoftyper anvendt på internationale færgeruter
Bilag 4	Oversigt over maskineri og brændstoftyper anvendt på hurtigfærgeruter
Bilag 5	Oversigt over maskineri og brændstoftyper anvendt i et udpluk af forskellige handelsskibe
Bilag 6	Kortfattet oversigt over Fiskeskibe og Fritidsfartøjer
Bilag 7	Viskositet- temperatur - blad for brændolier
Bilag 8	Nomogram for Calculated Carbon Aromaticity Index (CCAI)
Bilag 9	Forventet levetid for hovedkomponenter ved drift ved HFO og MDO
Bilag 10	Svovlprocentfordeling

Primære Færgeruter

PRIMÆRE FÆRGERUTER								
Overfart og færge navn	Antal Hvm	Hvm type / fabrikat / max. total MCR i kW / rpm	Br. olietype for Hvm	Antal Aux. eng.	Aux. eng. 1 : type / fabrikat	Aux. eng. 2 : type / fabrikat	Aux. eng. 3: type / fabrikat	Br. olietype for Aux. eng.
<b>København / Rønne</b>								
"Jens Kofoed"	4	B&W Alpha / 16U28LU / 12480 kw / 775 rpm	60cSt / MDO	3	Frichs / 185 CU / 736 kW	Frichs / 185 CU / 736 kW	Frichs / 185 CU / 736 kW	MGO
"Povl Anker"	4	B&W Alpha / 16U28LU / 12480 kw / 775 rpm	60cSt / MDO	3	Frichs / 185 CU / 736 kW	Frichs / 185 CU / 736 kW	Frichs / 185 CU / 736 kW	MGO
"Peder Olsen"	2	MAN / 12V40/54 / 9862 kW / 430 rpm	30 cSt / MDO	3	MAN / G6V 23,5 / 33 ATL / 530 kW / 600 rpm	MAN / G6V 23,5 / 33 ATL / 530 kW / 600 rpm	MAN / G6V 23,5 / 33 ATL / 530 kW / 600 rpm	MGO
<b>Odden / Ebeltoft</b>								
"Mette Mols"	2	MAN-B&W / 9L35MC / 11700 kW /	HFO 180 cSt. / M6	2	B&W Holeby / 28 / 1250 kW / 750 rpm	B&W Holeby / 28 / 1250 kW / 750 rpm		HFO 180 cSt.
"Maren Mols"	2	MAN-B&W / 9L35MC / 11700 kW /	HFO 180 cSt. / M6	2	B&W Holeby / 28 / 1250 kW / 750 rpm	B&W Holeby / 28 / 1250 kW / 750 rpm		HFO 180 cSt.
"Ask"	2	Wartsila- Vasa 12V32E / 4924 kW / 750 rpm	SMD	5	Mirless Blackstone, ESL6 MK2 / 701kW + 1 stk.MAN B&W, 6L 23/30 / 780 kW + 1 stk. detroit Diesel, 16V-149 TI / 1509 kW	Mirless Blackstone, ESL6 MK2 / 701kW	Mirless Blackstone, ESL6 MK2 / 701kW	SMD
"Urd"	2	MWM, TBD 511 V 12 / 8832 kW	SMD	5	Mirless Blackstone, ESL6 MK2 / 701kW + 1 stk.MAN B&W, 6L 23/30 / 780 kW + 1 stk. detroit Diesel, 16V-149 TI / 1509 kW	Mirless Blackstone, ESL6 MK2 / 701kW	Mirless Blackstone, ESL6 MK2 / 701kW	
<b>Halskov / Knudshoved</b>								
"Arveprins Knud"	2	B&W, DM 950VBF 90 / 8243 kW/ 200 rpm	LMD	5	Frichs, 8185 CUT / 368 kw	Frichs, 8185 CUT / 368 kw	Frichs, 8185 CUT / 368 kw	LMD
"Heimdal"	1	MAK, 12M453AK / 3600 kW / 600 rpm	LMD	6	Mercedes, OM404A/MC534C / 320 kW + 3 stk.Caterpillar,3516TA/Sr 4 / 1441 kW	Mercedes, OM404A/MC534C / 320 kW	Mercedes, OM404A/MC534C / 320 kW	LMD
"Kraka"	1	MAK, 12M453AK / 3600 kW / 600 rpm	LMD	6	Mercedes, OM424A/MC534C / 320 kW + 3 stk.Caterpillar,3516TA/Sr 4 / 1441 kW	Mercedes, OM424A/MC534C / 320 kW	Mercedes, OM424A/MC534C / 320 kW	LMD
"Romsø"	2	B&W, DM10U45 HU / 8832 kW / 450 rpm	LMD	4	Frichs, 6185 CUT / 442 kW	Frichs, 6185 CUT / 442 kW	Frichs, 6185 CUT / 442 kW	LMD

Primære Færgeruter

"Lodbrog"	2	MAK,12M453AK / 3600 kW / 600 rpm	LMD	3	Mercedes, OM404A/MC534C / 320 kW + 3 stk.Caterpillar,3516TA/Sr 4 / 1441 kW	Mercedes, OM404A/MC534C / 320 kW + 3 stk.Caterpillar,3516TA/Sr 4 / 1441 kW	Mercedes, OM404A/MC534C / 320 kW + 3 stk.Caterpillar,3516TA/Sr 4 / 1441 kW	LMD
<b>Korsør / Nyborg. Vognmandsruten</b>								
"Difko Fyn"	10	Cummins GenSets / 3268 kW / ?	MDO		Diesel elektrisk drift			
"Difko Korsør"	10	Cummins GenSets / 3268 kW / ?	MDO		Diesel elektrisk drift			
"Difko Nyborg"	10	Cummins GenSets / 3268 kW / ?	MDO		Diesel elektrisk drift			
"Difko Storebælt"	10	Cummins GenSets / 3268 kW / ?	MDO		Diesel elektrisk drift			
<b>Tårs / Spodsbjerg</b>								
"Frigg Sydfyen"	2	B&W-Alpha 6T23L-KVO / 1450 kW	MGO	4	Scania DSI 11, 195 kW			MGO
"Odin Sydfyen"	2	B&W-Alpha 6T23L-KVO / 1450 kW	MGO	4	Scania DSI 11, 195 kW			MGO
"Thor Sydfyen"	2	B&W-Alpha 408 26VO / 1292 kW	MGO	4	Scania DSI 11, 195 kW			MGO
"Spodsbjerg"	2	B&W Alpha 8V23HU / 1472 kW	MGO	4	Scania DSI 11, 120 kW			MGO
<b>Bøjden / Fynshav</b>								
"Najaden"	5	B&W 621 MTBH / 2502 kW	MGO		Koblet til elmotorer			

Sekundære Færgeruter

SEKUNDÆRE FÆRGERUTER								
1998								
Overfart og færge navn	Antal Hvm	Hvm type / fabrikat / max. total MCR i kW / rpm	Br. olietype for Hvm	Antal Aux. eng.	Aux. eng. 1: type / fabrikat	Aux. eng. 2: type / fabrikat	Aux. eng. 3: type / fabrikat	Br. olietype for Aux.eng.
<b>Hundested / Rørvig</b>								
"Nakkehage"	2	Volvo Penta / 368 kW / 1600 rpm	MDO-MGO	2	26 kW	26 kW		MDO-MGO
"Skansehage"	1	B&W Alpha 404 KKO / 184 kW / 184 rpm	MDO-MGO	2	7,5 kW	13 kW		MDO-MGO
<b>Kulhuse / Sølager</b>								
"Columbus"	2	Volvo Penta / 272 kW / 1800 rpm	MDO-MGO	1	Volvo, 7 kW			MDO-MGO
<b>Holbæk / Orø</b>								
"Ourø"	1	Alpha 404 KKO / 184 kW / 360 rpm	MDO-MGO	2	Lister, 13 kW	Lister, 18 kW		MDO-MGO
<b>Sejersø / Havnsø</b>								
"Runden"	1	MAK / 588 kW / 360 rpm	MDO-MGO	2	62 kW	62 kW		MDO-MGO
"William Jørgensen"	1	Alpha 404VO / 228 kW / 380 rpm	MDO-MGO	2	66 kW	33 kW		MDO-MGO
<b>Kalundborg / Samsø</b>								
Holger Danske	4	Frichs P8185CUT/ 2944 kW / 1000 rpm	MDO-MGO	3	150 kW	150 kW	150 kW	MDO-MGO
<b>Korsør / Lohals</b>								
"Tranekær"	2	Wichmann 4AX (A) / 2944 kW	MDO-MGO	2	72 kW	72 kW		MDO-MGO
<b>Stignæs / Agersø</b>								
"Agersøfærgeren"	1	Caterpillar 3412DITA / 465 kW / 1800 rpm	MDO-MGO	2	57 kW	57 kW		MDO-MGO
<b>Stignæs / Omø</b>								
"Omø"	1	Mercedes / 393 kW / 2100 rpm	MDO-MGO	2	Deutz, 28 kW	Lister, 12 kW		MDO-MGO
<b>Fejø / Kragenæs</b>								
"Bukken-Bruse"	1	Callesen / 367 kW / 425 rpm	MDO-MGO	2	78 kW	40 kW		MDO-MGO
<b>Femø / Kragenæs</b>								
"Femø Sund"	2	Baudoin 6M26.SR / 618 kW	MDO-MGO	2	Baudoin 6M26.S /	Baudoin 6D106 /		MDO-MGO
<b>Askø / Bandholm</b>								
"Askø"	2	Scania DS 1167M40 / 452 kW / 1800 rpm	MDO-MGO	1	Scania DS9, 180 kW			MDO-MGO
<b>Bogø / Stubbekøbing</b>								
"Ida"	1	Alpha 403 KKO / 154 kW / 350 rpm		2	15 kW	11 kW		MDO-MGO
<b>Marstal / Rudkøbing</b>								
"Marstal"	1	MAK / 588 kW / 375 rpm	MDO-MGO	2	Valmet, 84 kW	Valmet, 84 kW		MDO-MGO
<b>Ærøskøbing / Svendborg</b>								
"Ærø Sund"	2	MWM TBD 440-6 / 780 kW / 660 rpm	MDO-MGO	3	129 kW	129 kW	12 kW	MDO-MGO
SEKUNDÆRE FÆRGERUTER								



## Sekundære Færgeruter

1998								
Overfart og færge navn	Antal Hvm	Hvm type / fabrikat / max. total MCR i kW / rpm	Br.oilietype for Hvm	Antal Aux. eng.	Aux. eng. 1: type / fabrikat	Aux. eng. 2 : type / fabrikat	Aux. eng. 3: type / fabrikat	Br.oilietype for Aux.eng.
<b>Søby / Mommark</b>								
"Øen"	1	Wichmann 5 ACAT /607 kw / 360 rpm	MDO-MGO	2	86 kW	86 kW		MDO-MGO
<b>Rudkøbing / Strynø</b>								
"Strynboen"	1	Grenaa / 151 kw / 500 rpm	MDO-MGO	2	9 kw	9 kW		MDO-MGO
<b>Fåborg / Avernakø / Lyø</b>								
"Faaborg II"	1	Bergen Diesel /478 kW /	MDO-MGO	2	80 kW	80 kW		MDO-MGO
<b>Ballebro / Hardsershøj</b>								
"Jacob Hardeshøj"	1	Caterpillar 3408 / 268 kW / 1800 rpm	MDO-MGO	?	?	?		MDO-MGO
<b>Aarøsund / Aarø</b>								
"Årø"	1	Caterpillar / 202 kW / 1400 rpm	Miljødiesel	1	Lister / 20 kW			Miljødiesel
"Magda II"	1	Bukh / 32 kW	Miljødiesel	0				
<b>Assens / Båge</b>								
"Baagøfærgeren"	2	Gardner / 255 kW / 1300 rpm	MDO	2	16 kW	16 kW		MDO
<b>Hjarnø / Snaptun</b>								
"Hjarnø"	1	Grenå Diesel / 220 kW / 500 rpm	Miljødiesel	1	23 kW			Miljødiesel
<b>Endelave / Snaptun</b>								
"Endelave"	2	Scania 4SA, 6 cyl. / 368 kW / 1800 rpm	Miljødiesel	2	86 kW	86 kW		Miljødiesel
<b>Drejø / Skarø / Svendborg</b>								
"Højestene"	2	Volvo Penta TAMD 163 / 750 kW /	MGO	2	Volvo Penta TAMD 71B /108 kW	Volvo Penta TMD 102A / 158 kW		MGO
<b>Hou / Samsø</b>								
"Sam-Sine"	2	Scania DSI /442 kW /	?	?	?	?		
"Vesborg"	2	B&W Alpha / 6L23/30 / 1766 kW /	?	?	?	?		
<b>Hov / Tunø Kattegat</b>								
"Tunøfærgeren"	2	Scania DS1167MU40U / 442 kW / 1800 rpm	?	3	100 kW	187 kW	52 kW	
<b>SEKUNDÆRE FÆRGERUTER</b>								
1998								

## Sekundære Færgeruter

Overfart og færge navn	Antal Hvm	Hvm type / fabrikat / max. total MCR i kW / rpm	Br. olietype for Hvm	Antal Aux. eng.	Aux. eng. 1: type / fabrikat	Aux. eng. 2 : type / fabrikat	Aux. eng. 3: type / fabrikat	Br. olietype for Aux. eng.
<b>Læsø / Frederikshavn</b>								
"Ane Læsø"	2	B&W/Alpha 6T23L-KVO / 1281 kW / 800 rpm	Miljødiesel	3	212 kW	212 kW	212 kW	
"Margrethe Læsø"	2	B&W Alpha 6L28/32A-DVO / 2800 kW / 750 rpm	MDO-MGO	4	Cummins 440 kW	Cummins 440 kW	Cummins 440 kW	MDO-MGO
<b>Sundsøre / Hvalpsund</b>								
"Hvalpsund"	1	Frichs 3 cyl. 4SA, / 221 kW / 1200 rpm	MDO-MGO	2	13 kW	13 kW		MDO-MGO
<b>Thyborøn / Agger</b>								
"Kanalen"	1	B&W/Alpha 404-26VVO / 294 kW / 400 rpm	MGO	2	20 kW	20 kW		MDO-MGO
<b>Esbjerg / Fanø</b>								
"Nordby"	1	B&W/Alpha 406-24VO / 353 kW / 415 rpm	Miljødiesel	2	Bukh, 38 kW	Bukh, 38 kW		Miljødiesel
"Sønderho"	1	Scania DSI II 40A 22 S / 235 kW / 1800 rpm	Miljødiesel	1	Valmet, 38 kW	Valmet, 38 kW		Miljødiesel
"Esbjerg"	1	B&W/Alpha 406-24VO / 353 kW / 415 rpm	Miljødiesel	2	Bukh, 38 kW	Bukh, 38 kW		Miljødiesel
<b>Hals / Egense</b>								
"Egense"	2	Gardner 187 kW / 1500 rpm	MDO-MGO	1	18 kW			MDO-MGO
"Hals - Egense"	2	Caterpillar / 368 kW /	MDO-MGO	1	18 kW			MDO-MGO
<b>Horsens / Endelave</b>								
"Endelave"	2	1200 kW						
<b>Feggesund overfart</b>								
"Hannæs"	1	Alpha 403 KKO / 169 kW / 380 rpm	MGO	2	7 kW	13 kW		MDO-MGO
<b>Næssund overfart</b>								
"Næssund"	1	Alpha 403 KKO / 169 kw / 380 rpm	MGO	2	7 kW	13 kW		MDO-MGO
<b>Branden - Fur</b>								
"Stenøre"	1	Alpha 403 KKO / 169 kW / 350 rpm	MGO	2	12 kW	7 kW		MDO-MGO
<b>Kleppen - Venø</b>								
"Venøsund II"	2	Scania DN 11 01A25 / 268 kW / 1900 rpm	MDO-MGO	1	7,5 kW			MDO-MGO
<b>SEKUNDÆRE FÆRGERUTER</b>								

## Sekundære Færgeruter

Overfart og færge navn	Antal Hvm	Hvm type / fabrikat / max. total MCR i kW / rpm	Br. olietype for Hvm	Antal Aux. eng.	Aux. eng. 1: type / fabrikat	Aux. eng. 2 : type / fabrikat	Aux. eng. 3: type / fabrikat	Br. olietype for Aux.eng.
<b>Rønberg - Livø</b>								
"Svanø"	2	Volvo / 273 kW /	Miljødiesel	3	25 kW	25 kW	15 kW	Miljødiesel

Internationale Færgeruter

INTERNATIONALE FÆRGERUTER							
Overfart og færge navn	Antal Hvm	Hvm type / fabrikat / max. total MCR i kW / rpm	Br.oilietype for Hvm	Antal Aux. eng.	Hjælpe motor type 1 Fabrikat/type/kW/om dr.	Hjælpe motor type 2 Fabrikat/type/kW/om dr.	Br.oilietype for Aux.eng.
<b>Esbjerg - Thorshavn</b>							
<b>Ystad - Rønne</b>							
"Jens Kofoed"	4	B&W Alpha / 16U28LU / 12480 kw / 775 rpm	60cSt / N	3	Frichs / 185 CU / 736 kW		MGO
"Povl Anker"	4	B&W Alpha / 16U28LU / 12480 kw / 775 rpm	60cSt / N	3	Frichs / 185 CU / 736 kW		MGO
<b>Helsingør - Helsingborg</b>							
"Tycho Brahe"	4	Azimuth thrustere (el)		4	Wartsila, Vasa 6R32E / 2462 kW		MGO
"Hamlet"	4	Wartsila, 9L20 / 6120 kW / 1000 rpm	MGO	3	Mitsubishi, S6R-MPTA / 490 kW		MGO
"Mercandia IV"	4	Azimuth thrustere (el)	MGO	10	Cummins NTA855-G2, 2750 kW, 1800 rpm		
"MercandiaVIII"	4	Azimuth thrustere (el)	MGO	10	Cummins NTA855-G2, 2750 kW, 1800 rpm		
"Sundbuss Pernille"	2	Volvo Penta / TAMD120B/484 kW/1800 rpm	GO	2	Volvo Penta, MD70C, 62 kW		GO
"Sundbuss Jeppe"	2	Volvo Penta / TAMD120A/220 kW/1800 rpm	GO	2	Mercedes Benz, OM352, 42 kW,		GO
"Sundbuss Magdelone"	2	Volvo Penta / TMD120A / 202 kW / 1800 rpm	GO	2	Volvo Penta, MD100B, 130 kW,	Volvo Penta, MD42A, 45 kW	GO
"Sundbuss Erasmus"	2	Volvo Penta / TMD120A / 202 kW / 1800 rpm	GO	2	Volvo Penta, MD100B, 130 kW,	Volvo Penta, MD42A, 45 kW	GO
"Aurora"	4	Wartsila, 6R32E / 9840 kW / 750 rpm	MGO				
<b>Grenå - Halmstad</b>							
"Stena Nautica"	2	MAN B&W 8L45GB,12470kW,175 rpm	180cSt	4	Holeby 6S28LH4,1110kW,750rpm		180cSt
"Lion King"	4	Pielstick PC2.2V	LS180	4	Wartsila 824 TS		MDO
<b>Grenå - Varberg</b>							
"Stena Prince" (Lion Prince)	8	Nohab SF112VS-E, 11470 kW, 750 rpm	80cSt	3	NohabSF16RS-F,772kW,750 rpm		80cSt
<b>København -Helsingborg- Oslo</b>							
"Queen of Scandinavia"	4	Pielstick 12PC2.5, 23000 kW, 520 rpm	380cSt	3	Wartsila 6R32, 1900 kW,		380cSt
"Crown of Scandinavia"	4	Pielstick 12PC2.5, 23700 kW, 520 rpm	380cSt	4	Wartsila 6R32, 1900 kW,		380cSt
<b>Frederikshavn - Oslo</b>							
"Stena Saga"	4	Pielstick 12PC2.5	LS180	3	Wartsila 6R32		LS180
<b>INTERNATIONALE FÆRGERUTER</b>							

Internationale Færgeruter

Overfart og færge navn	Antal Hvm	Hvm type / fabrikat / max. total MCR i kW / rpm	Br.oilietype for Hvm	Antal Aux. eng.	Hjælpermotor type 1 Fabrikat/type/k W/omdr.	Hjælpermotor type 2 Fabrikat/type/k W/omdr.	Br.oilietype for Aux.eng.
<b>Esbjerg - Thorshavn</b>							
"Stena Danica"	4	Sulzer 12ZV40/48,	LS fuel	4	Sulzer 6ASL 25/30 ?		WRD
"Stena Jutlandia"	4	MAN B&W L40/54	LS fuel	4	MAN B&W 8L28/32H ?		MDO
"Stena Scanrail"	2	Werkspoor GTM410	IF 80	4	Werkspoor RO158K ?	Werkspoor RO156K	MDO
<b>Gøteborg - Kiel</b>							
"Stena Germanica"	4	Sulzer 16ZV 40/48	LS fuel	5	Sulzer 8ASL 25/30 ?		WRD
"Stena Scandinavica"	4	Sulzer 16ZV 40/48	LS fuel	5	Sulzer 8ASL 25/30 ?		WRD
<b>Gøteborg - Travemunde</b>							
"Stena Freighter"	2	Pielstick 12PC2.5	IF180	2	Daihatsu GPSHTC-267		MDO
"Stena Carrier"	2	Pielstick 12PC2.5	IF180	2	Daihatsu GPSHTC-267		MDO
<b>Gøteborg - Felixstowe</b>							
"Stena Gothica"	2	Pielstick 12PC2.2	IF180	3	Hedemora V6A12GC		MDO
<b>Bagenkop - Kiel</b>							
Langeland III	2	MAK, 6M453C, 3600 kW, 570 rpm	180	1	Deutz-MWM, TBD604BV8/ 695 kW		MGO
<b>INTERNATIONALE FÆRGERUTER</b>							

Internationale Færgeruter

Overfart og færge navn	Antal Hvm	Hvm type / fabrikat / max. total MCR i kW / rpm	Br.oilietype for Hvm	Antal Aux. eng.	Hjælpe motor type 1 Fabrikat/type/kW/omdr.	Hjælpe motor type 2 Fabrikat/type/kW/omdr.	Br.oilietype for Aux.eng.
<b>Esbjerg - Harwich</b>							
"Dana Anglia"	2	Pielstick 18PC2.5, 17200 kW, 520 rpm	380Cst	3	B&W Holeby 6528LH, 1200 kW,		30cSt
<b>Rønne - Mukran</b>							
"Peder Olsen"	2	MAN / 12V40/54 / 9862 kW / 430 rpm	30cSt	3	MAN/G6V 23,5 / 33 ATL/530 kW/600 omdr		MGO
<b>Rødby - Putgarten</b>							
"Prins Richard"	4	Elektriske Azimut propeller - se hjm.		5	Mak, 8M32 / 3520 kW / 600 rpm		LMD
"Prinsesse Benedikte"	4	Elektriske Azimut propeller - se hjm.		5	Mak, 8M32 / 3520 kW / 600 rpm		
"Dronning Margrethe II"	2	B&W, DM 10U45 HU / 8832 kW / 450 rpm	LMD	4	3 X Frichs, 6185 CUT / 423 kW	1 X Frichs, 6185 ACU / 423 kW	LMD
<b>Gedser - Rostock</b>							
"Kronprins Frederik"	6	B&W, 16U28 LU / 18724 kW / 775 rpm	LMD	4	Frichs, 8185 ACUS / 736 kW		LMD
<b>Faaborg - Gelting</b>							
"Gelting Syd"	4	MaK, 6M453 B&C, 6800 kW / 600 rpm	30cSt	6	Volvo Penta, TD120AK / 165 kW		MGO
<b>København - Helsingborg</b>							
"Trekroner"	2	Pielstick, 16V PC2-2 / 11776 kW / 520 rpm	MGO	4	3 X Wartsila,8R22HF / 1133 kW	1 X Wartsila,6R22HF / 839 kW	MGO
"Øresund"	4	MAN/B&W, 6L40/45 / 13200 kW / 600 rpm	180 cSt	2	Wartsila, 6R32BC / 4920 kW,		180 cSt
<b>INTERNATIONALE FÆRGERUTER</b>							

## Internationale Færgeruter

Overfart og færgeavn	Antal Hvm	Hvm type / fabrikat / max. total MCR i kW / rpm	Br.oilietype for Hvm	Antal Aux. eng.	Hjælpermotor type 1 Fabrikat/type/k W/omdr.	Hjælpermotor type 2 Fabrikat/type/k W/omdr.	Br.oilietype for Aux.eng.
<b>Hanstholm-Bergen</b>							
"Bergen"	2	Sulzer, 8ZA40S, 11520 kW, 510 rpm	MSD	3	Mitsubishi S6R2-MPTK, 570 kW,		MSD
<b>Dragør - Limhamn</b>							
"Scania"	2	Nohab Polar SF112 VS-D/2648 kW / 750 rpm	MGO	3	Nohab Polar SF13RS-F / 385 kW		MGO

## Hurtigfærgerute

HURTIGFÆRGERUTER						
Overfart og færge navn	Antal Hvm	Hvm type / fabrikat / max. total MCR i kW / rpm	Br. olietype for Hvm	Antal HJM.	HJM. fabrikat / type / kW	Br. olietype for HJM.
<b>København- Malmø</b>						
"Løberen"	2	MTU, 16V 396 TE74 / 4000 kW / 1960 rpm	MGO	2	Mercedes, OM366A / 78 kW	MGO
"Sælen"	2	MTU, 16V 396 TE74 / 4000 kW / 1960 rpm	MGO	2	Mercedes, OM366A / 78 kW	MGO
"Ørnen"	2	MTU, 16V 396 TB83 / 4000 kW / 1960 rpm	MGO	2	Mercedes, OM366A / 78 kW	MGO
<b>Kastrup- Malmø</b>						
"Kraka Viking"	2	MTU, 16V 396 TE74 / 4000 kW / 1960 rpm	MGO	2	Mercedes, OM366A / 78 kW	MGO
"Sifka Viking"	2	MTU, 16V 396 TE74 / 4000 kW / 1960 rpm	MGO	2	Mercedes, OM366A / 78 kW	MGO
<b>Odden - Ebeltoft</b>						
"Mai Mols"	2	Gastb. GE LM 1600 / 24800 kW /	MGO	4	Scania /	MGO
"Mie Mols"	2	Gastb. GE LM 1600 / 24800 kW /	MGO	4	Scania /	MGO
<b>Gedser - Rostock</b>						
"Berlin Express"	4	MTU, 1163 TB73L 12V/ 23200 kW / 1240 rpm	MGO	3	MTU, 183 TE 52 12V /420 kW	MGO
<b>Skagen - Larvik</b>						
<b>Frederikshavn - Gøteborg</b>						
"SuperSea Cat"	4	Ruston, 27500 kW, 1000 rpm	MGO	3	MTU, 290 kW	MGO
"Stena Carisma"	2	Gastb. ABB STAL GT35	MGO	4	MTU 12V183TE52	GO
<b>Aarhus - Kalundborg</b>						
"Cat-Link III"	4	Ruston 16RK270 / 22000kW / 720-1030 rpm	MGO			
<b>Dragør - Limhamn</b>						
"Felix"	4	MTU 1163TB73 / 24000 kW / 1200 rpm	MGO	5	MTU 8V183TE52 / 269 kW	MGO



Handelsskibe

Handelsskibe							
Rederi og skibsnavn	Antal Hvm	Hvm type / fabrikat / max. total MCR i kW / rpm	Br.olietype for Hvm	Antal Aux. eng.	Aux. eng. 1: type / fabrikat	Aux. eng. 2 : type / fabrikat	Br.olietype for Aux.eng.
<b>Aalborg Portland</b>							
"Portland"	1	B&W, DM 6S50 HU/2904 kW/430 rpm	MGO ISO DMB	4	3 stk. Scania Vabis/ DS-14/ 186 kW	1 stk. Frichs/ 6.185CU/440 kW	ISO DMX
"Dania Portland"	1	Hitachi B&W/8L55GFCA/7870kW/14	ISO RMH35	6	3 stk. Daihatsu/GPShtB-26H/550kW	3 stk. Cummins/KTA38G2/595 kW	ISO DMX
"Kongsdal"	2	MAK 6M453AK/3309 kW/600 rpm.	MGO ISO DMB	4	2 stk. Cummins/CMVTA 11/272 kW	2 stk. Cummins/CMVTA23/ 633 kW	ISO DMX
<b>Elsam</b>							
"Calorius"	1	Wartsila Vasa, 9R32D/ 3375 kW/750	180 cSt.ISO 8217	3	2 stk. Deutz-MWM.TBD234.V8/286 kW	1 stk. Deutz-MWM. TD 226-6/ 74kW	MGO, ISO 8217
"Joulius"	1	Wartsila Vasa, 9R32D/ 3375 kW/750	180 cSt.ISO 8217	3	2 stk. Deutz-MWM.TBD234.V8/286 kW	1 stk. Deutz-MWM. TD 226-6/ 74kW	MGO, ISO 8217
"Ejner"				1	1 stk. Deutz-MWM.TBD. V12/370 kW		MGO, ISO 8217
"Erik L"				1	1 stk. Deutz-MWM.TBD. V12/370 kW		MGO, ISO 8217
"Willy"				1	1 stk. Deutz BA 12M 816LLK"O"/ 340kW		MGO, ISO 8217
"Thorvsald"				1	1 stk. Deutz BA 12M 816LLK"O"/ 340kW		MGO, ISO 8217
"Poul"				1	1 stk. Deutz BA 12M 816LLK"O"/ 340kW		MGO, ISO 8217
"Svend Åge"				1	1 stk. Deutz BA 12M 816LLK"O"/ 340kW		MGO, ISO 8217
<b>Lauritzen Kosan Tankers</b>							
"Mette Kosan"	1	MAK 6M 453AK/1803 kW /600rpm	MDO	3	3 stk. Mercedes OM 404/ 270 kW		MGO
"Henriette Kosan"	1	MAK 6M 453AK/1803 kW/600 rpm	MDO	3	3 stk. Mercedes OM 404/ 270 kW		MGO
"Fenja Kosan"	1	MAK 6MU 551 AK/1766kW/300 rpm.	MGO	3	3 stk. MWM JBO 232 V12/255 kW		MGO
"Knud Kosan"	1	Wartsila Vasa 6R32, 2046 kW/ 700 rpm	MDO	4	3 stk. Volvo Penta TAD 120A HC/ 214kW	1 stk. Volvo Penta TMD 122A/214 kw	MGO
"Laurits Kosan"	1	Wartsila Vasa 6R 32/ 2046 kw/ 700 rpm	MDO	4	4 stk. Volvo Penta TAD 120A HC/ 214 kW		MGO
"Poul Kosan"	1	MAK 8M 453 AK/ 1950 kW/550 rpm	MDO	4	4 stk. Deutz BA6M-816 LLK R/ 215 kW		MDO
"Erik Kosan"	1	Wichmann 9AXG/ 2208 kW/ 415 rpm	MDO	4	3 stk. Volvo Penta TAMD-120 AK/ 268 kW	1 stk. Volvo Penta TD-121 CHC / 268 kW	MGO
"Jacob Kosan"	1	MWM TBD 444-08L/ 1454 kW/ 740 rpm	MDO	3	2 stk. MWM TBD 234-V8/ 250 kW	1 stk. MWM TBD 234 V6	MGO
"Henrik Kosan"	1	MWM TBD 444-8I/ 1325 kW/ 75 rpm	MDO	3	3 stk. TBD 234-V8 / 273 kW		
"Greta Kosan"	1	MAK 6M 551 AK-NR.55525/ 3312 kW	180 cSt	3	3 stk. MTU 12V 183 TC 51 / 350 kW		MGO
"Gitta Kosan"	1	MAK 6M 551 AK-NR. 55526/ 3312 kW	180 cSt	3	3 stk. MTU 12V 183TC 51 / 350 kW		MGO
"Laura Kosan"	1	MAN B&W 6L 28/32A/ 1472 kW / 775 rpm	MDO	4	1 stk. MTU 10V 183 AA51	3 stk. Mercedes OM 423 / 213 kW	MGO
"Linda Kosan"	1	MAN B&W 6L 28/32A/ 1472 kW / 775 rpm	MDO	4	1 stk. MTU 10V 183 AA51	3 stk. Mercedes OM 423 / 213 kW	MGO
"Lotta Kosan"	1	MAN B&W 6L 28/32A/ 1472 kW / 775 rpm	MDO	4	1 stk. MTU 10V 183 AA51	3 stk. Mercedes OM 423 / 213 kW	MGO
"Lydia Kosan"	1	MAN B&W 6L 28/32A/ 1472 kW / 775 rpm	MDO	4	1 stk. MTU 10V 183 AA51	3 stk. Mercedes OM 423 / 213 kW	MGO
"Selma Kosan"	1	MWN TBD 510 V12/3032 kW/ 733 rpm	MDO	4	2 stk. Volvo Penta TMB 120AK / 240 kW	2 stk. Mercedes OM 404 1A / 496 kW	MGO
<b>Handelsskibe</b>							

## Handelsskibe

Rederi og skibsnavn	Antal Hvm	Hvm type / fabrikat / max. total MCR i kW / rpm	Br.oilietype for Hvm	Antal Aux. eng.	Aux. eng. 1: type / fabrikat	Aux. eng. 2 : type / fabrikat	Br.oilietype for Aux.eng.
<b>Royal Arctic Line</b>							
"Nuka Arctica"	1	MAN B&W8L48/60 / 7800 kW / 450 r	380 cSt /ISO	3	3 stk. Wartsila UD25V12S5D/ 659 kW		MGO / ISO
"Naja Arctica"	1	MAN B&W8L48/60 / 7800 kW / 450 r	380 cSt /ISO	3	3 stk. Wartsila UD25V12S5D/ 659 kW		MGO / ISO
"Irena Arctica"	2	MAN B&W 12 V28/32A-D / 5880 kW	MGO / ISO	2	2 stk. Wartsila UD 25V12 S5D / 645 kW		MGO / ISO
"Kista Arctica"	1	Pielstick 10PC2-2V400 / 3312 kW / 5	IF 30 / ISO	2	2 stk. B&W Holeby 6T23 HH / 620 KVA		MGO / ISO
"Arina Arctica"	1	B&W 7L45GA / 5060 kW / 175 rpm	IF 180 / ISO	3	3 stk. B&W Holeby 6T23LH-4 / 660 kW		MGO / ISO

## **Fiskefartøjer**

Fiskefartøjer findes i alle danske farvande. De findes i mange størrelser fra småerhvervsbåde på nogle få tons, til store søgående trawlere på langt over tusinde tons.

Antallet af danske fiskefartøjer udgjorde i 1995 ca. 2400 fartøjer større end 5 tons. Om bord i disse skibe var der hovedmotorer med en samlet effekt på ca. 400 MW.

Disse fartøjers sejlmønstre er meget individuelt. De mindste kuttere fisker tæt på hjemhavnen, hvorimod de større kuttere godt kan fiske langt fra de hjemlige farvande.

Danske fiskeskibe benytter alle marinegasolie (MGO) med et lavt svovlindhold <0,2%, som brændstof.

Fiskefartøjer har en typisk maskinkraft på ca. 100 - 800 kW. Det samlede årlige gasolieforbrug for fiskeskibe udgør ca. 160000 t.

## **Fritidsfartøjer**

De fleste sejlbåde er i dag udrustet med en motor til fremdrivning ved sejlads i vindstille og til brug ved havnemanøvre. Sejlbådens motor kan være enten en dieselmotor eller en benzinmotor. De typiske størrelser for motorer i sejlbåde er fra nogle få kW til ca. 30 kW.

Motorbåde kan have motorer i forskellig størrelse fra ca. 10 kW for de mindste motorbåde og op til 5-800 kW for de største "cabin cruisers". Som middeleffekt på motorene er ansat 15 kW, specifikt brændstofforbrug 450 g/kWh og en driftstid på 15 timer årligt. Det forudsættes endvidere, at 65% af den omsatte effekt er fra dieselmotorer, og der regnes med et svovlindhold i brændslet på 0,1%.



Survey of Destilated Diesel

<b>Marine Diesel Oil samples submitted in the period of 01/01/95 - 30/6/95</b>													
Samples break down:		Total Samples for this period:		3212									
		Samples with Grade DMA:		771									
		Samples with Grade DMB:		949									
		Samples with Grade DMC:		1487									
<b>Number of samples per grade exceeding the specified limit</b>													
<b>Parameter:</b>	<b>Density</b>	<b>Viscosity</b>	<b>Flash Point</b>	<b>Pour Point</b>	<b>MCR</b>	<b>Ash</b>	<b>Water</b>	<b>Sulphur</b>	<b>Vanadium</b>	<b>Al+ Si</b>	<b>SBX</b>	<b>TSE</b>	
<b>Unit:</b>	kg/cub.m	cSt	Deg.C	Deg.C	%mm	%mm	%V/V	%mm	mg/kg	mg/kg	%mm	%mm	
<b>Limit DMA:</b>	>=891,0	>=8,0	<60	>0	>=0,4	>=0,02	>=0,2	>=1,6	>=10	>=5	N/A	N/A	
No. Exceeding:	10	5	20	116	23	7	27	3	1	19			
%Exceeding:	1,3	0,6	2,6	15	3	0,9	3,5	0,4	0,1	2,5			
<b>Limit DMB:</b>	>=901,0	>=13,0	<60	>6	>=0,4	>=0,02	>=0,5	>=2,1	>=10	>=5	V=0.08	N/A	
No. Exceeding:	37	8	14	17	172	29	16	5	58	79	16		
%Exceeding:	3,9	0,8	1,5	1,8	18,1	3,1	1,7	0,5	6,1	8,3	1,7		
<b>Limit DMC:</b>	>=921,0	>=16,0	<60	>6	>=2,6	>=0,06	>=0,5	>=2,1	>=110	>=26	N/A	>=0,11	
No. Exceeding:	13	15	14	27	108	13	30	7	2	13		85	
%Exceeding:	0,9	1	0,9	1,8	7,3	0,9	2	0,5	0,1	0,9		5,7	
Number of samples per grade failing to meet at least one the above specified limits													
<b>Grade:</b>	<b>DMA</b>	<b>DMB</b>	<b>DMC</b>										
No. of samples:	194	263	235										
% of Samples:	25,2	27,7	15,8										

## Forventet levetid for hovedkomponenter ved drift på HFO og MDO

(timer x 1000)

Komponenter	HFO		MDO	
	Levetid	Overhalingsinterval	Levetid	Overhalingsinterval
Stempler	60		80	
Stempelringspor		18 - 24		
Stempelringe og skraber	12	6 - 12	18	12 - 18
Cylinderforinger	24 - 36	12 - 18	48	12 - 18
Udst.ventiler (2 x slibning)	9 - 15	3 - 5	24 - 36	12 - 18
Indstr. ventil (2 x slibning)	12 - 18	12 - 18	24 - 36	12 - 18
Ventilstyr	18 - 24		18 - 24	
Rotocaps	6 - 12		12 - 18	
Hovedleje ( rillelejer)	30		40	
Plejlstangsleje ( rillelejer)	18 - 24		24	
Plejlstang ( ny generation)	60		60	
Turbine dysering	18 - 20	6		
Forstøver for br. ventil	4 - 6	1,5	6 - 8	1,5 - 3
Brændselpumpeelement	12 - 18		24 - 36	
Ladeluftkøler	60		60	
Tandhjulstræk	60		60	
Styreaksel	60		60	
Styreakselleje	60		60	
Vibretionsdæmper (teflon leje)	30 - 40		30 - 40	

## Distillate Fuels

<b>Sulphur Controlled (SC) Fuel Specification for Domestic Waters and Baltic Sea</b>						
Requirements (1998) for distillate fuels for diesel engines as delivered						
	Designation:		<b>CIMAC DX SC</b>	<b>CIMAC DA SC</b>	<b>CIMAC DB SC</b>	<b>CIMAC DC SC</b>
Related to ISO 8217 (87) F-			<b>DMX</b>	<b>DMA</b>	<b>DMB</b>	<b>DMC</b>
Characteristic	Dim.	Limit				
Residual inclusion			none	none	some trace	allowed
Density at 15 deg.C	kg/cub.m	max	-	890	900	920
Kinematic viscosity at 40 deg.C	cSt	max	5,5	6	11	14
	cSt	min	1,4	1,5	2,5	
Flash point	Deg.C	min	43	60	60	60
Pour point winter	Deg.C	max	-	-6	0	0
Pour point summer	Deg.C	max	-	0	6	6
Cloud point	Deg.C	max	-16			
Carbon residue						
Ramsbottom on 10% res.	% m/m	max	0,2	0,2		
Microcarbon	% m/m	max			0,25	3
Ash	% m/m	max	0,01	0,01	0,01	0,03
Sediment by extraction	% m/m	max	-	-	0,02	-
Total sediment	% m/m	max	-	-	-	0,05
Water	%V/V	max	-	-	0,3	0,3
Cetane number		min	45	40	35	35
Visual inspection			clear	clear	may be black	
<b>Sulphur</b>	<b>% m/m</b>	<b>max</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>
Vanadium	mg/kg	max				100
Aluminium + Silicon	mg/kg	max				25
Test method for sulphur ISO 8754						

## Section 1: DISTILLATE FUELS

## Residual Fuels

<b>Sulphur Controlled (SC) Fuel Specification for Domestic Waters and Baltic Sea</b>															
Requirements (1998) for residual fuels for diesel engines as delivered															
Designation:		<b>CIMAC A 10SC</b>	<b>CIMAC B 10SC</b>	<b>CIMAC C 10SC</b>	<b>CIMAC D 15SC</b>	<b>CIMAC E 25SC</b>	<b>CIMAC F 25SC</b>	<b>CIMAC G 35SC</b>	<b>CIMAC H 35C</b>	<b>CIMAC K 35SC</b>	<b>CIMAC H 45SC</b>	<b>CIMAC K 45SC</b>	<b>CIMAC H 55SC</b>	<b>CIMAC K 55SC</b>	
Related to ISO 8217 (87) F-		<b>RMA 10</b>	<b>RMB 10</b>	<b>RMC 10</b>	<b>RMD 15</b>	<b>RME 25</b>	<b>RMF 25</b>	<b>RMG 35</b>	<b>RMH 35</b>	<b>RMK 35</b>	<b>RMH 45</b>	<b>RMK 45</b>	<b>RMH 55</b>	<b>RMK 55</b>	
Characteristic	Dim.	Limit													
Density at 15 deg.C	kg/cub.m	max	950	975	975	980	991	991	991	991	1010	991	1010	991	1010
Kinematic viscosity at 100 deg.C	cSt	max	10	10	10	15	25	25	35	35	35	45	45	55	55
		min	6				15								
Flash point	Deg.C	min	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Pour point	Deg.C	max	0 6	0 6	24	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Carbon Residue	% (m/m)	max	12	12	14	14	15	20	18	22	22	22	22	22	22
Ash	% (m/m)	max	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Total sediment after ageing	% (m/m)	max	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Water	%(V/V)	max	0,5	0,5	0,5	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Sulphur</b>	<b>% (m/m)</b>	<b>max</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>
Vanadium	mg/kg	max	150	150	300	350	200	500	300	600	600	600	600	600	600
Aluminium + Silicon	mg/kg	max	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Ignition properties	See appendix, section 3 in CIMAC `s Recommendations Regarding Fuel Requirements for Diesel Engines														
Test method for sulphur ISO 8754															
Approximate equivalent viscosities ( for information only):															
Kinematic viscosity cSt at 100 100 deg. C			6	10	15	25	35	45	55						
Kinematic viscosity cSt at 50 deg. C			22	40	80	180	380	500	700						
Sec. Redwood at 100 deg. F			165	300	600	1500	3500	5000	7000						