



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

# *Alternativt drivstoff til skip*



Bachelorprosjekt utført ved  
Høgskolen Stord/Haugesund – Avd. Haugesund – Ingeniørfag

---

*Studieretning: Maskin, Prosess- og energiteknikk*

Av: Andre Grindhaug  
Susann Slettemark  
Erik Kristoffer Rummelhoff

Kandidat nr: 14  
Kandidat nr: 4  
Kandidat nr: 2

---

Haugesund

Mai 2015

# BACHELORPROSJEKT

**Studenten(e)s navn:** Andre Grindhaug  
Susann Slettemark  
Erik Kristoffer Rummelhoff

---

**Linje & studieretning** Maskin, Proses- og energiteknikk

**Oppgavens tittel:** *Alternativt drivstoff til skip*

## Oppgavetekst:

Er alternativt drivstoff et godt nok alternativ til å erstatte de eksisterende drivstoffene i skipsfart?

Oppgaven omhandler redegjøring av alternative drivstoff til skipstrafikken. Drivstoffene som skal vurderes er biodiesel, metanol og etanol og de skal sammenlignes med de eksisterende drivstoffene LNG, marin diesel og tungolje. Sammenligningen skal ta hensyn til energitetthet, miljø, økonomi, tilgjengelighet og enkle risikovurderinger. Aktuelt regelverk skal også belyses i denne rapporten og drivstoffene skal vurderes ut ifra det gjeldende regelverket.

**Endelig oppgave gitt:** 3. mars 2015  
**Innleveringsfrist:** Fredag 8.mai 2015 kl. 12.00

**Intern veileder:** Jorunn S. Nysted – HSH, tlf: 52 70 26 76  
**Ekstern veileder:** Raymond Lone  
**Adresse ekstern veileder:** Sjøfartsdirektoratet, Postboks 2222  
N-5509 Haugesund, Norway

**Godkjent av studieansvarlig:**

**Dato:**

Bent Fulle  
23/4 -15

Oppgavens tittel		Rapportnummer
<i>Alternativt drivstoff til skip</i>		
Utført av Andre Grindhaug Erik Kristoffer Rummelhoff Susann Slettemark		
Linje Maskin		Studieretning Prosess- og Energiteknikk
Gradering Åpen	Innlevert dato	Veiledere Intern: Jorunn S. Nysted, HSH Ekstern: Raymond Lone, Sjøfartsdirektoratet

#### **Ekstrakt**

Denne rapporten er skrevet for sjøfartsdirektoratet om alternativt drivstoff til skip. Bakgrunnen for rapporten er strengere regelverk for utslipp fra skip, og et ønske om å gå over til mer fornybare former for drivstoff. Rapporten sammenligner de alternative drivstoffene biodiesel, metanol og etanol mot tungolje, marin diesel og LNG. Drivstoffene sammenlignes ut fra økonomi, tilgjengelighet, energitetthet, miljø, risikovurderinger og regelverk.

Gjennomførelsen av denne rapporten er gjort som en litteraturstudie, der det i tillegg er gjort egne beregninger på utslippsstoffer og energitetthet. Litteraturstudiet, pluss beregningene vil gi et godt grunnlag til refleksjon rundt alternativene, med en god og begrunnet konklusjon.

## Forord

Denne rapporten er et resultat av den avsluttende oppgaven gjennomført siste halvår ved Bachelor-studiet for Maskin, Energi- og Prosessteknikk ved Høgskolen Stord / Haugesund. Oppgaven er vektlagt med 20 studiepoeng.

Oppgaveteksten er utformet på bakgrunn av en problemstilling som ble presentert av Sjøfartsdirektoratet på en bachelordag ved Høgskolen Stord / Haugesund. De ønsker å få dokumentert alternative drivstoffer som kan være gode erstattere til nåværende drivstoff. Regelverk skal belyses og tas i betraktning.

Sjøfartsdirektoratet har fungert som en ekstern veileder gjennom prosessen med oppgaveskrivingen. Oppgaven ble valgt både av faginteresse og den tidsaktuelle problemstillingen den representerer.

Spesiell takk til intern veileder ved Høgskolen Stord/Haugesund, **Jorunn S. Nysted**, og ekstern veileder ved Sjøfartsdirektoratet, **Raymond Lone**, for god og relevant veiledning gjennom hele prosjektet.

Vil også takke DNV-GL for god hjelp med å skaffe informasjon og Øyvind Toft fra BW for gode tilbakemeldinger på rapporten.

---

Andre Grindhaug

---

Susann Slettemark

---

Erik Kristoffer Rummelhoff



## Sammendrag

Sjøfartsdirektoratet ønsker å få en vurdering over aktuelle alternative drivstoff, med bakgrunn i at regelverk strammes inn og fornybare løsninger er ønskelig. Denne rapporten tar for seg biodiesel, metanol og etanol som de alternative drivstoffkildene og tungolje, marin diesel og flytende naturgass som de eksisterende drivstoffkildene.

Målet med rapporten er å gi en vurdering på om noen av de alternative drivstoffene, som denne rapporten tar for seg, er gode alternativer for de eksisterende. For å kunne svare på problemstillingen er det blitt gjort en sammenligning mellom de eksisterende- og de alternative drivstoffene. Økonomi, tilgjengelighet, energi, miljø, risikovurderinger og regelverk er de faktorene rapporten omhandler. Gjennomførelsen av denne rapporten er gjort som en litteraturstudie, der det i tillegg er gjort egne beregninger på utslippsstoffer og energitetthet. Etablering av kontakt med relevante bedrifter har vært essensielt i forhold til å få tak i viktig informasjon som har vært med på å gi vurderingsgrunnlag for denne rapporten.

Som resultat av vurderingene som er gjort i denne studien, er det kommet frem til at etanol per i dag ikke er et godt nok alternativ til de eksisterende drivstoffene. Metanol derimot, er et godt alternativ til HFO og MGO, men tilgjengeligheten til metanol må bedres. Det å innføre metanol som drivstoff for fergesamband, som Stena-rederiet har gjort, er en god start. LNG er pr. dags dato den beste løsningen. Biodiesel som additiv til vanlig marin diesel er også et godt alternativ, dersom produksjonen ikke stammer fra jordbruk.

## Ordliste

CEESA	Coherent Energy and Environmental System Analysis
CO	Karbonmonoksid
CO <sub>2</sub>	Karbondioksid
cST	Censtistokes
DME	di-methyl eter
ECA	Emission Control Area
DNV-GL	Stiftelsen Det Norske Veritas
EIAPP	Engine International Air Pollution Prevention
EMIP	Energy Management In Practice
EØS	Det europeiske økonomiske samarbeidsområde
GJ	Gigajoule
HFO	Heavy Fuel Oil (tungolje)
IGC	International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk
IGF	International Code of Safety for Ships Using Gases or other Low-Flashpoint Fuels
IMO	International Marine Organization
ISO	International Standardization Organization
LBG	Liquified Bio Gas
LNG	Liquified Natural Gas
LPG	Liquified Petroleum Gas
LSMGO	Low-sulphur Marine Gas Oil
MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships
MSC	Maritime Safety Committee
MEPC	Marine Environment Protection Committee
MDO	Marine Diesel Oil
MGO	Marine Gas Oil
Mt	Metric Tonnes
NaOH	Natriumhydroksid
NIS	Norsk Internasjonalt Skipsregister
NO <sub>x</sub>	Nitrogenoksid
NO	Nitrogenmonoksid
NO <sub>2</sub>	Nitrogendioksid
NH <sub>3</sub>	Ammoniakk
N <sub>2</sub>	Nitrogen
NOR	Norsk Ordinært Skipsregister
NTNU	Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet
OPEC	Organization of Petroleum Exporting Countries

PSV	Platform Supply Vessel
PBCF	Propeller Boss Can Fins
RME	Rapsmetylester
SCR	Selective Catalytic Reduction
SECA	Sulphur Emission Control Area
SOLAS	International Convention for the safety of life at sea
SO <sub>x</sub>	Svoveloksid
TEN-T	Trans-European Transport Networks
VLCC	Very Large Crude Carrier

## Innholdsfortegnelse

Forord .....	ii
Sammendrag.....	iii
Ordliste .....	iv
Bilder .....	viii
Figurer.....	viii
Tabeller .....	viii
1. Innledning .....	1
1.1 Presentasjon av Sjøfartsdirektoratet .....	1
1.2 Bakgrunn.....	2
1.3 Problemstilling .....	3
1.4 Formål.....	3
1.5 Begrensninger .....	3
2. Arbeidsmetode.....	5
3. Regelverk .....	5
4. Tidligere forskning .....	8
4.1 Arbeidsgruppen Miljøvennlig skipsfart .....	8
4.1 SPIRETH prosjektet .....	9
5. Utslippsstoffer .....	11
5.1 CO .....	11
5.2 CO <sub>2</sub> .....	11
5.3 SO <sub>x</sub> .....	11
5.4 NO <sub>x</sub> .....	12
6. Rensesystemer .....	13
6.1 SO <sub>x</sub> rensing.....	13
6.2 NO <sub>x</sub> rensing.....	16
7. Eksisterende drivstoff .....	18
7.1 Tungolje (HFO).....	19
7.1.1 Økonomi og tilgjengelighet .....	20
7.1.2 Energi og miljø.....	21
7.1.3 Risikovurderinger og regelverk .....	23
7.2 Marine Gas Oil/Marine Diesel Oil (MGO/MDO) .....	24
7.2.1 Økonomi og tilgjengelighet .....	25
7.2.2 Energi og miljø.....	26
7.2.3 Risikovurderinger og regelverk .....	28
7.3 Liquefied Natural Gas (LNG).....	29
7.3.1 Økonomi og tilgjengelighet .....	30

7.3.2	Energi og miljø.....	31
7.3.3	Risikovurderinger og regelverk .....	34
8.	Alternativt drivstoff .....	35
8.1	Biodiesel .....	36
8.1.1	Økonomi og tilgjengelighet .....	36
8.1.2	Energi og miljø.....	37
8.1.3	Risikovurdering og regelverk .....	39
8.2	Metanol.....	40
8.2.1	Økonomi og tilgjengelighet .....	41
8.2.2	Energi og miljø.....	41
8.2.3	Risikovurderinger og regelverk .....	43
8.3	Etanol.....	46
8.3.1	Økonomi og tilgjengelighet .....	46
8.3.2	Energi og miljø.....	47
8.3.3	Risikovurderinger og regelverk .....	49
9.	Refleksjon .....	50
9.1	Biodiesel mot eksisterende .....	51
9.2	Metanol mot eksisterende .....	53
9.3	Etanol mot eksisterende .....	56
10.	Konklusjon .....	58
	Bibliografi .....	59
	Vedlegg 1: Metanoldatablad .....	I
	Vedlegg 2: Etanoldatablad .....	IX
	Vedlegg 3: Biodieseldatablad .....	XIX
	Vedlegg 4: LNG-datablad.....	XXIV
	Vedlegg 5: MGO-datablad.....	XXVIII
	Vedlegg 6: Tungoljedatablad .....	XLV

## Bilder

Bilde 1: Sjøfartsdirektoratet i Haugesund .....	1
Bilde 2: Emission Controlled Areas (ECA) i oransje.....	2
Bilde 3 Prestige oil spill.....	19
Bilde 4: Viking Avant, Foto: Eidesvik .....	24
Bilde 5: Viking Prince. LNG drevet skip. ....	29
Bilde 6 Stena Germanica – Ferje på metanoldrift fra mars 2015.....	40
Bilde 7 Kofferdamm med dobbel barriere .....	44

## Figurer

Figur 1 Svovelutslipp ECA områdene og globalt - MARPOL Annex VI Reg. 14 .....	6
Figur 2 Skrubber - Open Loop .....	14
Figur 3 Closed Loop Skrubber .....	15
Figur 4 Bestilling av skrubber system .....	15
Figur 5 Annex VI - Reg 13 .....	16
Figur 6 Wärtsilä's NOR system.....	17
Figur 7 Prisutvikling tungolje .....	21
Figur 8 Priser hentet fra Bunkerworld 16. mars 2015 .....	25
Figur 9 Prisutvikling for MGO i Rotterdam. ....	25

## Tabeller

Tabell 1 NOx Tier Regulations .....	6
Tabell 2 Prisene er hentet fra Bunkerworld .....	20
Tabell 3: Sammenlikning Dieselelektrisk drift og BlueDrive PlusC. ....	26
Tabell 4 Pris på metanol. ....	41
Tabell 5: Oversiktstabell.....	50
Tabell 6: Sammendrag av sammenlikning Rødt=Biodiesel er dårligere Gult=Like bra Blått=Biodiesel er bedre .....	52
Tabell 7 Sammendrag av sammenlikning Rødt=Metanol er dårligere Gult=Like bra Blått=Metanol er bedre .....	54
Tabell 8: sammendrag av sammenlikning Rødt=Etanol er dårligere Gult=Like bra Blått=Etanol er bedre .....	57

# 1. Innledning

## 1.1 Presentasjon av Sjøfartsdirektoratet



Sjøfartsdirektoratet er et statlig organ, som er underlagt Nærings- og fiskeridepartementet og Klima- og miljøverndepartementet. Sjøfartsdirektoratet har et myndighetsansvar overfor norskregistrerte skip og utenlandske skip som anløper norske havner [1].

Deres mål er å gjøre Norge til en attraktiv flaggstat, med høy sikkerhet for både helse, miljø og materielle verdier.

Dette oppnår Sjøfartsdirektoratet gjennom sine tre kjerneoppgaver:

- Påse at norske skip holder god standard (sikkerhet og miljø).
- Ansvar for sjøfolk på norske skip, om de holder kvalifikasjonene, og om de har gode arbeidsvilkår.
- De har også et ansvar for å påse at utenlandske skip holder en god internasjonal standard [2].

I forhold til disse oppgavene jobbes det aktivt med regelverket for godkjenning og sertifisering. Sjøfartsdirektoratet er også selv med på å implementere internasjonal standard i det norske regelverket. Dette er en av Norges plikter i henhold til handelsavtalen EØS. Sjøfartsdirektoratet er organisert med stasjoner over hele landet, men hovedkontoret ligger i Haugesund. I Haugesund har de nye og moderne lokaler, og huser rundt 200 ansatte. Det finnes totalt 19 stasjoner over hele landet, og i underkant av 330 ansatte i hele Sjøfartsdirektoratet [3]. Skipsregisteret er forøvrig også en del av direktoratet fra og med 2012, og er en egen avdeling i sjøfartsdirektoratet. Denne avdelingen holder til i Bergen og omfatter Norsk Internasjonalt Skipsregister (NIS) og Norsk Ordinært Skipsregister (NOR) [4].



Bilde 1: Sjøfartsdirektoratet i Haugesund

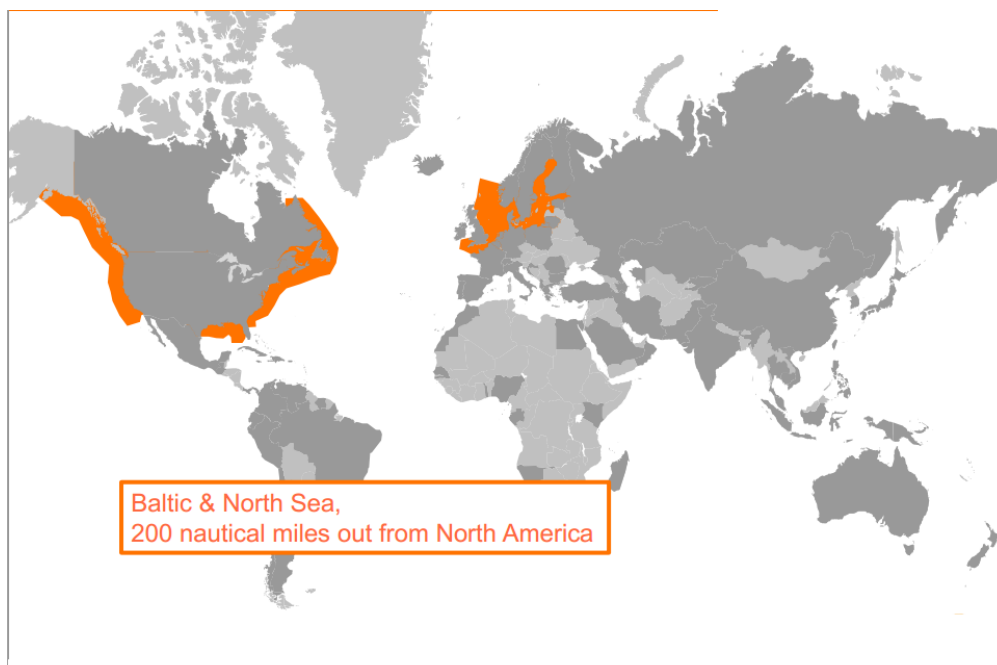
Foto: Sjøfartsdirektoratet

## 1.2 Bakgrunn

Oppgaven om alternativt drivstoff ble i første omgang presentert via Sjøfartsdirektoratet på et arrangement på høyskolen i Haugesund. Problemstilling er aktuell, særlig for et rettslig organ som Sjøfartsdirektoratet. Direktoratet mottar henvendelser fra bedrifter og rederier som driver forskning på alternativt drivstoff, og det søkes stadig om godkjenning av nye drivstoffsystemer.

Regelverket i Norge strammes inn, og i henhold til EØS – avtalen samarbeides det med blant annet IMO for å implementere internasjonal standard inn i det norske regelverket. Problematikken for rederiene i dag er å imøtekomme et strengere krav vedrørende svovelinnhold i drivstoffet.

Et begrep som er viktig å gjøre rede for her er «ECA» eller «Emission Controlled Areas». ECA områdene, som er vist i Bilde 2 nedenfor, er områder som har særskilte krav i forhold til miljøutslipp. Fra 1. januar 2015 ble kravet satt til maksimalt 0,1 masse % svovelinnhold i drivstoffet i ECA områdene [5].



Bilde 2: Emission Controlled Areas (ECA) i oransje – Brukt med tillatelse fra Wärtsilä

Det nye regelverket gjør at rederiene må tenke nytt for å imøtekomme kravet, samtidig som man må ivareta økonomiske interesser for en allerede presset næring. Rederiene må balansere en rekke kort - og langsiktige hensyn som tilgjengelighet, risiko og tilbakebetaling av investering for å komme frem til den beste løsningen på å imøtekomme kravet [6]. Mange rederier forsøker å unngå store endringer, og satser på å redusere utslippene fra eksisterende drivstoff med avanserte rensesystemer, som er godkjente via ekvivalente tiltak i regelverket. Andre ser også på bedre destillerte drivstoff.

Om en ser på utviklingen, vil man kunne se flere negative sanksjoner rettet mot sjøtrafikk, som for eksempel høyere avgifter på de store utslippsstoffene. Den økonomiske gjennomførbarheten for bruk av de konvensjonelle drivstoffene vil bli svekket. Noen rederier ser derfor på muligheten til å gå «radikalt» til verks og satse på alternative drivstoffkilder, for å imøtekomme krav om miljøutslipp.



### 1.3 Problemstilling

Sjøfartsdirektoratet har et ønske om å begrense miljøskadelig utslipp fra skipsfart. Hoveddelen av luftutslippet kommer fra drivstoffet. Sjøfartsdirektoratet vil ha en vurdering av alternative og uetablerte drivstoff, på bakgrunn av utslipp, økonomi, regelverk, risikovurderinger og energitetthet. Det vil også etableres en oversikt over de eksisterende drivstoffene på bakgrunn av de samme faktorene, for å etablere et godt grunnlag for sammenligning.

Dette gir grunnlag for å kunne svare på problemstillingen:

*Er alternativt drivstoff (metanol, etanol og biodiesel) et godt nok alternativ til å erstatte de eksisterende drivstoffene i skipsfart?*

### 1.4 Formål

Rapportens formål er å gjøre en vurdering ut fra en rekke faktorer for å se om alternativt drivstoff (biodiesel og alkoholene metanol og etanol) er gode erstattere for de eksisterende drivstoffene.

Bakgrunnen for å skifte ut de eksisterende drivstoffene er miljøproblemene de fører med seg. Utslippene må reduseres, og en måte å gjøre dette på er å bytte til alternative og gjerne fornybare, drivstoffkilder.

### 1.5 Begrensninger

Begrensningene for denne rapporten ble avklart med Sjøfartsdirektoratet. Det finnes mange potensielt gjennomførbare drivstoff, så dette grunnlaget ble lagt ganske tidlig i prosessen. Bruk av brenselcelle (hydrogen), batteridrift, biogass, alkoholer, biodiesel og naturgass (LNG) ble lagt frem som forslag.

Hydrogendrift er lovende og minimerer utslipp. Teknologien er dog ikke ferdig utviklet for bruk i skip, dessuten er sikkerheten rundt hydrogendrift på skip ennå ikke vurdert av Sjøfartsdirektoratet. Derfor ble det enighet med direktoratet om ikke å se på hydrogendrift med dagens teknologi. Det finnes pilotprosjekter, men de er fortsatt på prøvestadiet.

Hydrogendrift er et spennende område for mange segmenter av transport, noe som gjør at Sjøfartsdirektoratet ønsker å bygge opp sin kompetanse på slik bruk for fremtidens teknologi på sikt.

Batteridrift er også et spennende konsept og er allerede brukt i pilotprosjekter, men er per definisjon ikke et drivstoff. Biogass og LNG ble det også enighet om ikke å legge vekt på. Det ble resonert frem at LNG allerede var et etablert drivstoff, og altså ikke lenger «alternativt drivstoff». Drivstoffet blir allikevel benyttet som et viktig sammenligningsgrunnlag i rapporten.

Når det gjelder LBG, eller flytende biogass har den lik sammensetning som LNG, det er kun fødestrømmen som er ulik [7]. Når det ikke sees på produksjonen av drivstoffet, vil dermed disse være like.

Hva som er mest aktuelt for Sjøfartsdirektoratet ble vurdert, og metanol kom høyt på listen. Det samme gjorde etanol. I tillegg ble det enighet om å se på biodiesel.

Rapporten tar ikke for seg problematikk knyttet til produksjon og distribusjon av de forskjellige drivstoffene. Videre vil rapporten begrense seg til risikovurderinger på hvert drivstoff og ikke omfattende risikoanalyser. Analysene i seg selv er omfattende nok til å produsere egne bachelorrapporter. Det vil i denne rapporten legges vekt på de største risikoene ved drivstoffene.

Økonomiske vurderinger vil i denne rapporten bli gjort i henhold til benevningen \$ / GJ og \$ / mt. Førstnevnte er gitt i dollar pr. gigajoule og vil bli benyttet som en spesifikk kostnad hvor energitettheten til stoffet er tatt i betraktning, og en dollarpris på 8,2 kr er benyttet (16. mars 2015). Sistnevnte er gitt i dollar pr. tonn og er en generell kostnad som kildene brukt i denne rapporten opererer med.

## 2. Arbeidsmetode

Gjennomførelsen av denne rapporten er gjort som en litteraturstudie, i tillegg til at det har blitt gjort egne beregninger på utslippsstoffer og energitetthet. Rapporten er skrevet i programmet Word. Oppgaven inneholder studier fra gjeldende regelverk, og offentlig tilgjengelige rapporter / dokumenter. Det ble etablert kontakt med aktuelle aktører som har vært viktig i forhold til valg og vurderinger.

## 3. Regelverk

Regelverket som er brukt i denne rapporten er SOLAS (utg. 14), MARPOL (utg. 2011), regler for passasjer- og lasteskip mv (utg. 2014) og MSC 285(86) (utg. 2009). IGF koden ble også brukt, men denne er ikke gjeldende før i 2017.

**SOLAS** (International Convention for the safety of life at sea) er et internasjonalt regelverk som er utarbeidet av IMO (Internasjonalt Maritime Organization). Dette er den eldste konvensjonen, hvor den første versjonen kom i 1914 som følge av Titanic forliset, der mer enn 1500 mistet livet. Siden dette, har det blitt produsert 4 versjoner av SOLAS [8]. Det kapittelet som er blitt brukt i denne rapporten er det som omhandler brannsikkerhet. Det er en paragraf som er essensiell i brannsikkerhetskapittelet, og det er **SOLAS Chap. II – 2 part B. Reg 4, punkt 2.1**, som sier at flammepunktet på drivstoffet må være minimum 60 °C.

**MARPOL** (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) er et regelverk som omhandler det marine miljøet der forurensing står i fokus. MARPOL ble utgitt i 1973 og inneholdt 5 vedlegg. Det ble innført et siste vedlegg i 1997. Vedleggene består av [9]:

- Pollution of the sea by oil (forurensing av havet fra oljer)
- Pollution of the sea by noxious liquid substances in bulk (forurensing av havet fra skadelige væsker i bulk)
- Pollution of the sea by harmful substances in package form (forurensing av havet fra skadelige stoffer i fast form)
- Pollution of the sea by sewage from ships (forurensing av havet fra kloakk)
- Pollution from garbage from ships (forurensing av havet fra søppel)
- Air pollution from ships (luftforurensing fra skip)

I denne rapporten legges det vekt på Reg. 13 og Reg. 14 i vedlegg VI som omhandler NO<sub>x</sub> og SO<sub>x</sub> utslipp.

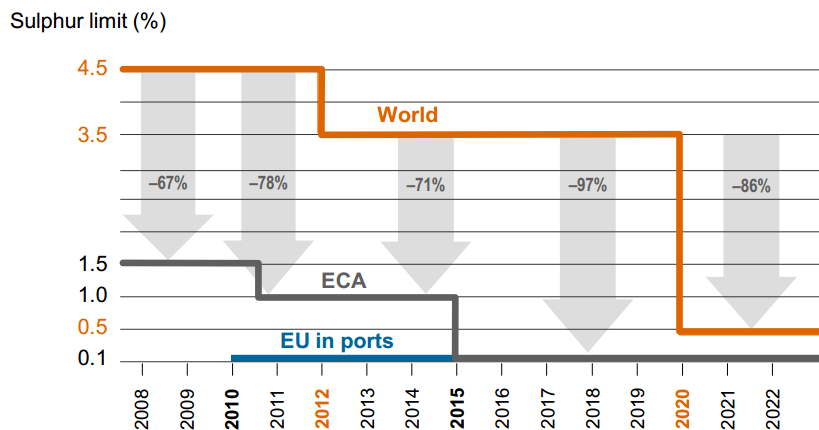
MARPOL Vedlegg VI Reg. 13 regulerer utslippet av NO<sub>x</sub> gass til luft fra skip og er delt inn i tre trinn. Regelverket gjelder for motorer større enn 130 kW, og er kontrollert gjennom undersøkelser og sertifisering av båter i ECA områdene. De tre forskjellige trinnene er vist nedenfor i Tabell 1 NO<sub>x</sub> Tier Regulations - Brukt med tillatelse fra IMO og hentet fra IMO, det er altså avhengig av turtallet [10].

Tier	Ship construction date on or after	Total weighted cycle emission limit (g/kWh) n = engine's rated speed (rpm)		
		n < 130	n = 130 - 1999	n ≥ 2000
I	1 January 2000	17.0	$45 \cdot n^{(-0.2)}$ e.g., 720 rpm – 12.1	9.8
II	1 January 2011	14.4	$44 \cdot n^{(-0.23)}$ e.g., 720 rpm – 9.7	7.7
III	1 January 2016*	3.4	$9 \cdot n^{(-0.2)}$ e.g., 720 rpm – 2.4	2.0

Tabell 1 NOx Tier Regulations - Brukt med tillatelse fra IMO

MARPOL Vedlegg VI Reg. 14 (som vist i Figur 1) regulerer innholdet av svovel i drivstoffet, regulering 4 er også et ekvivalent tiltak (renseshystem). Reguleringen gjelder i første omgang for ECA områdene, men vil senere gjelde globalt.

### IMO & EU Sulphur Limits



Figur 1 Svovelutslipp ECA områdene og globalt - MARPOL Annex VI Reg. 14, Brukt med tillatelse fra Wärtsilä

**Regler for passasjerskip- og lasteskip mv.** er utarbeidet av Sjøfartsdirektoratet og kom i bruk fra 1. januar 2014. Regelverket omhandler sikkerhet til sjøs, miljø og sjøfolks rettigheter og plikter [11]. For vår rapport er det ikke mye som er relevante fra dette regelverket, da MARPOL dekker de fleste. Paragrafer som er relevante er Forskrift 30. mai 2012 nr. 488 om miljømessig sikkerhet for skip og flyttbare innretninger § 14 svovelinnhold i drivstoff for passasjerskip i rutefart i EØS-området. Her er kravet et innhold på 1,50 % svovelinnhold, som er mye høyere enn for skip i ECA området. Forskrift 17. juni 2002 nr. 644 for lasteskip hvor forbrenningsmotorer drives med naturgass, er også relevant for denne studien.

**MSC 285(86)** ble tatt i bruk i 2009. Skip som bruker gass som drivstoff kan bruke dette regelverket. Sjøfartsdirektoratet står bak regelverket, men det er gjeldende internasjonalt. Dette regelverket er et alternativ til Forskrift 17. juni 2002 nr. 644 for lasteskip hvor forbrenningsmotorer drives med naturgass. MSC 285(86) er midlertidig og det ventes at IGF-koden tar over for dette regelverket når det kommer i 2017.

## **IGF koden**

Det er per dags dato et nytt regelverk under utvikling [12]. Dette regelverket skal ta for seg drivstoff med lavere flammepunkt (enn 60 °C), og andre alternative drivstoff som ikke går under regelverk som SOLAS og MARPOL (bortsett fra utslipp). Etter planen skal IGF koden ferdigstilles i 2017, men det ligger allerede et utkast ute som heter IGF Code Draft. Utkastet kan brukes for de som allerede nå vil bygge skip etter dette regelverket. IGF Code Draft er bare et utkast, eller en kladd på hvordan regelverket kan se ut, så det å bestille skip som er designet ut i fra dette utkastet allerede nå, kan være risikabelt, da det kan føre til at rederne må gjøre forandringer på skipene sine senere når IGF koden er ferdigstilt.

For de eksisterende drivstoffene vil alle de omtalte regelverkene ovenfor brukes.

For de alternative drivstoffene vil MARPOL, SOLAS og utkastet av IGF-koden brukes.

## 4. Tidligere forskning

### 4.1 Arbeidsgruppen Miljøvennlig skipsfart

Arbeidsgruppen Miljøvennlig skipsfart, også kalt WG 5, er et resultat blant fem rederier om å samarbeide på en god måte innen miljøområde. Tom Erik Klaveness tok initiativet og fikk med seg Wilh. Wilhelmsen ASA, Høeg Autoliners AS, BW gas AS og Greig Shipping AS som samarbeidspartnere. Solvang ASA kom i tillegg inn til EMIP II prosjektet, men navnet WG 5 står fortsatt.

Tidlig i februar 2009 markerte WG 5 starten på et systematisk og omfattende program der erfaringsoverføring var målet. Hensikten med programmet var å lære av hverandre og undersøke mulighetene for eventuelt prosjektsamarbeid for å hjelpe Norges Rederiforbunds miljøvisjon [13].

Miljøvisjonen til Norges Rederiforbund er som følger:

*«Norsk skipsfart og offshore entreprenørvirksomhet skal ikke ha miljøskadelige utslipp til sjø eller luft» [14].*

I august 2009, etter at medlemmene hadde delt erfaringer seg imellom kom de fram til et program med 7 miljøområder:

**A1** Utslippsreducerende teknologi – ledet av Klaveness Maritime Logistics AS

**A2** Alternative drivstoff – ledet av BW Gas AS

**A3** Energieffektivitet – ledet av Greig Shipping AS

**A4** Avfallsproduksjon og håndtering – ledet av Wilh. Wilhelmsen Lines AS

**A5** Utslipp til sjø – ledet av Greig Shipping AS

**A6** Miljøopplæring – ledet av Høegh Autoliners AS

**A7** Miljøovervåking og regnskap – ledet av Høegh Autoliners AS

Det ble enighet om å prioritere reduksjon av drivhusgass gjennom å forbedre energieffektiviteten til skip. Prosjektet hadde oppstart i mars 2010.

#### **Hovedmålet til EMIP (Energy Management In Practice) prosjektet:**

*«For å etablere en felles plattform og evne blant en gruppe av rederier som vil muliggjøre et fremtidig samarbeid om evalueringen, distribusjon, gjennomføring, måling og evaluering av energisparende tiltak om bord på skip» [15]*

Resultat fra EMIP:

- Prosjektet har utviklet et SEEMP utkast (Ship Energy Efficiency Management Plan) for alle de fem testskipene. Hvert firma har tildelt ett testskip til prosjektet [15].

EMIP prosjektet ble avsluttet i mai 2011. Resultatene WG 5 kom fram til i EMIP blir implementert i EMIP II. Fokuset i EMIP II er verifisering av besparelser av ulike energieffektiviserende tiltak [15].

### Hovedmålet til EMIP II prosjektet:

*«Å utnytte, styrke, forbedre og opprettholde den utviklede EMIP plattformen gjennom sterkere inkludering av R&D (Research and Development) institusjoner og bransjeaktører som muliggjør en robust kunnskap og innovasjons plattform knyttet til energieffektivitet på skip, men rasjonell utnyttelse av begrensede ressurser og et sterkt fokus på verifikasjon av praktiske energi effektiviseringstiltak, bidrar til å øke norsk skipsfarts konkurransekraft og miljøprestasjon» [16]*

WG 5 samarbeidet med Marorka, Kongsberg Maritime, NTNU og MARINTEK på EMIP II prosjektet som startet opp i september 2011.

Resultat fra EMIP II:

- EMIP II prosjektet konkluderer med et positivt resultat med opptil 3% reduksjon i drivstofforbruket for bulkskip og oljetankere etter en installasjon PBCF (Propeller Boss Can Fins). PBCF er en ekstra propell med flere finner. Dette baseres på to forskjellige og uavhengige forsøk som ble gjort i prosjektet [16].

**Forsøk 1:** To VLCCs (Very Large Crude Carrier) ble installert med PBCFs, noe som ble gjort mens skipene var flytende. Seks måneder med tett overvåking av resultater fra daglige målinger. Det ble gjort sammenligning med tallene før installasjon av PBCF og resultatet ble en forbedring på ca. 3,5%.

**Forsøk 2:** To bulkskip fikk installert PBCF. Etter overvåking i 18 måneder med daglige målinger der hastighet og forbruk var i fokus, ble det resultert med en forbedring på ca. 3%, sammenlignet med skip uten PBCF [16].

Det er to andre prosjekter som WG 5 har opprettet: Smart Contractors og FRAM. Smart Contractors omhandler hvordan kontrakter kan utformes slik at miljømessige resultater ikke hindres, og FRAM prosjektet omhandlet miljøovervåking [13].

#### 4.1 SPIRETH prosjektet

Prosjektet går ut på å teste metanol og DME (di-methyl eter) basert drivstoff i marin motorkraft. Målet med prosjektet er å se om metanol kan brukes som drivstoff, som gir lavere miljøutslipp.

Stena Scanrail, som er en passasjerferge som går mellom Göteborg og Frederikshavn, ble installert med metanol lagring, distribusjon og håndteringsutstyr for å være med som testskip i dette prosjektet.

Prosjektet gikk ut på å teste to metoder:

- DME: Utvikle metanol til DME ved hjelp av et konverterings prosessanlegg for skip. Prosjektet omhandlet drift og testing av anlegget, og hvordan DME drivstoffet som ble brukt på et eksisterende skip med en dieselhjelpemotor fungerte.
- Metanol: Konvertere en fullskala marin diesel motor som skal kjøres effektivt på metanol.

Risikoanalyse, sikkerhetsvurdering og kvalitetssikring var i fokus under hele prosjektet.

Resultatene fra SPIRETH prosjektet [17]:

- Mulig å konvertere skip for metanol og DME basert brensel
- For fremtidige prosjekter anbefales det å gjøre mer testing og utvikling av motorene slik at det ikke oppstår problemer med å kjøre motorene på metanolblanding.
- For testing i laboratorium ble det utviklet en monteringsløsning for omdannelse av hovedmotoren (diesel) til en motor som kan gå på metanol.
- Arbeidet fra dette prosjektet har også bidratt til utkastet for IGF-koden.



## 5. Utslippsstoffer

I dette kapitlet blir de utslippsstoffene som rapporten tar for seg, presentert på en enkel måte. Rapporten ser på utslipp av CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub> og NO<sub>x</sub>. De følgende delkapitlene forklarer hva de forskjellige stoffene er, hvordan de blir dannet og hvordan de kan renses, eller gjøres om til mindre farlige stoffer.

### 5.1 CO

Har man for lite oksygen til stede ved forbrenning (ufullstendig forbrenning), får man CO ut av forbrenningsreaksjonen i stedet for CO<sub>2</sub>. CO blir også kalt kullos.

CO oksiderer videre til CO<sub>2</sub>, men dette er en prosess som tar opp til to måneder. Dette gjør at de CO-utslippene man får blir værende i atmosfæren i lang tid [18].

CO-gassen er en svært giftig gass for mennesker. CO kan føre til økt risiko for hjerteinfarkt, og hyppigere dødelighet hos pasienter med hjertekrampe. CO er også dødelig på den måten at det binder seg til hemoglobinet i de røde blodlegmene, noe som reduserer opptaket av oksygen. Det blir dannet COHb (karboksyhemoglobin). Hvis du blir eksponert for CO-gass til blodet er mettet med COHb, dør du [18]. CO kan fjernes/oksideres til CO<sub>2</sub> ved bruk av en katalysator.

### 5.2 CO<sub>2</sub>

Ved en fullstendig forbrenning får man CO<sub>2</sub> ut av forbrenningsreaksjonen. CO<sub>2</sub> forekommer naturlig i atmosfæren, og er ikke farlig for mennesker [18]. Det negative med CO<sub>2</sub> utslipp er at konsentrasjonen av CO<sub>2</sub> i atmosfæren øker [18], og siden CO<sub>2</sub> er en drivhusgass, så er den med på å øke den globale oppvarmingen. Noen god løsning på fjerning av CO<sub>2</sub> fra røykgassen eksisterer ikke per i dag, men det har blitt forsket mye på CO<sub>2</sub> rensing de siste årene, blant annet på Mongstad, med «månelandingsprosjektet».

### 5.3 SO<sub>x</sub>

Når man forbrenner drivstoff som inneholder svovel, får vi dannet SO<sub>2</sub> (Svoveldioksid). SO<sub>2</sub> kan oksidere videre i atmosfæren, til å bli SO<sub>3</sub> (Svoveltrioksid) [19].

Disse to gassene er skadelig både for mennesker og miljø. På mennesker kan gassene virke irriterende på slimhinnen og øke faren for luftveissykdommer, som for eksempel bronkitt. Astmatikere, gamle og andre kronisk syke blir sykere, og disse gassene fører også til økt dødelighet i disse gruppene [19].

Disse gassene har også store påvirkninger på miljøet. Planter kan få bladskader av SO<sub>2</sub>, men kanskje den verste påvirkningen er at SO<sub>2</sub> og SO<sub>3</sub> kan løses i vann og danne syrene H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Svovelsyre) og H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> (Svovelsyring). Dette kan så komme ned til jorda igjen som sur nedbør og ha en korroderende virkning på en rekke metalliske produkter, og bygninger av sand- og kalkstein [19].

Det finnes flere metoder for å fjerne SO<sub>2</sub> fra røykgassen. Man kan rense det ved å blande kalkstein og vann. SO<sub>2</sub> vil da reagere med dette og ender opp med sluttproduktet vi kjenner som gips [20]. Sjøvannsvasking kan også brukes. Her oksideres SO<sub>2</sub> til SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, luftes og evt. kalkes for å heve pH-verdien før det dumpes til sjø [20]. Lesket kalk kan også brukes, dette ved at fine dråper reagerer med SO<sub>2</sub> i røykgassen og produktet blir vannfri gips [20]. Absorpsjonsmiddel kan også brukes ved for eksempel direkte innsprøytning i

røykgasskanalen. Middel som for eksempel kan brukes er Natriumhydrogenkarbonat. Sluttproduktet av denne rensemetoden er Natriumsulfat [20].

## 5.4 NO<sub>x</sub>

Det å beregne NO<sub>x</sub> utslipp er vanskelig, men det man vet er at termisk-NO<sub>x</sub> dannes ved forbrenningstemperaturer på over 800-1000 °C, ved at nitrogen og oksygen reagerer med hverandre [21].

NO<sub>x</sub> dannes også i drivstoffet, noe som kalles for «Fuel NO<sub>x</sub>». Dette er en komplisert prosess hvor organisk nitrogen, som er organisk bundet i drivstoffet, reagerer med oksygen [22].

Vi har også en tredje måte å danne NO<sub>x</sub> på, som kalles «prompt NO<sub>x</sub>». Dette er en fellesbetegnelse på rask dannelse av NO<sub>x</sub>, Hvor NO<sub>x</sub> blir dannet på en mye kjappere måte enn ved dannelse av termisk NO<sub>x</sub> [23].

En NO<sub>x</sub> forbindelse kan enten være NO (nitrogenmonoksid), eller NO<sub>2</sub> (nitrogendioksid). NO<sub>x</sub> kan påvirke både mennesker og miljø negativt. Plager som går direkte på menneskers helse er blant annet at det kan påvirke lungefunksjonen, og dermed forverre situasjonen for blant annet astmatikere, og kan også føre til andre luftveissykdommer.

Konsekvensene NO<sub>x</sub> utslippene kan få for naturen er blant annet sur nedbør. Dette skjer ved at NO<sub>2</sub> løser seg opp i vann og danner HNO<sub>3</sub> (Salpetersyre) og HNO<sub>2</sub> (Salpetersyrling). Disse syrene kommer så ned på bakken igjen som sur nedbør [21].

NO<sub>2</sub> er også med på å skape det som kalles for fotokjemiske oksidanter. Det er disse oksidantene som er med på å skape smog, som oppstår blant annet i rush-trafikk tidene i storbyer som Oslo og Bergen [21].

NO<sub>x</sub> kan fjernes ved å benytte ammoniakk. Det gjøres ved å blande sammen NO<sub>2</sub> med NH<sub>3</sub> (ammoniakk) over en katalysator [24]. Man får da ut N<sub>2</sub> gass og vann, som er helt ufarlige stoffer.

## 6. Rensesystemer

Rederienes respons til et strengere regelverk er hovedsakelig økonomisk preget. I en konkurransepresset næring som skipsfart, må en bærekraftig strategi legges for å imøtekomme kravene, uten å ha for mange negative konsekvenser. Mange rederier mener at denne strategien er rensesystemer. Regelverket har håndfaste reguleringer med tanke på både  $\text{NO}_x$  og  $\text{SO}_x$  utslipp, som rederiene må ta hensyn til. En har allerede iverksatt siste trinn i MARPOL Vedlegg VI Reg 14 (pr. 2015), om innhold av svovel i drivstoffet. I 2016 vil også siste trinn i Reg 13 i samme regelverk bli iverksatt, vedrørende  $\text{NO}_x$  utslipp. Det diskuteres om rensesystemer er den beste økonomiske måten å imøtekomme disse kravene. Slike systemer vil imidlertid ikke redusere  $\text{CO}_2$  utslippet fra skipstrafikk. Tanken bak dette avsnittet er å gjøre rede for enkelte metoder for renseteknologi.

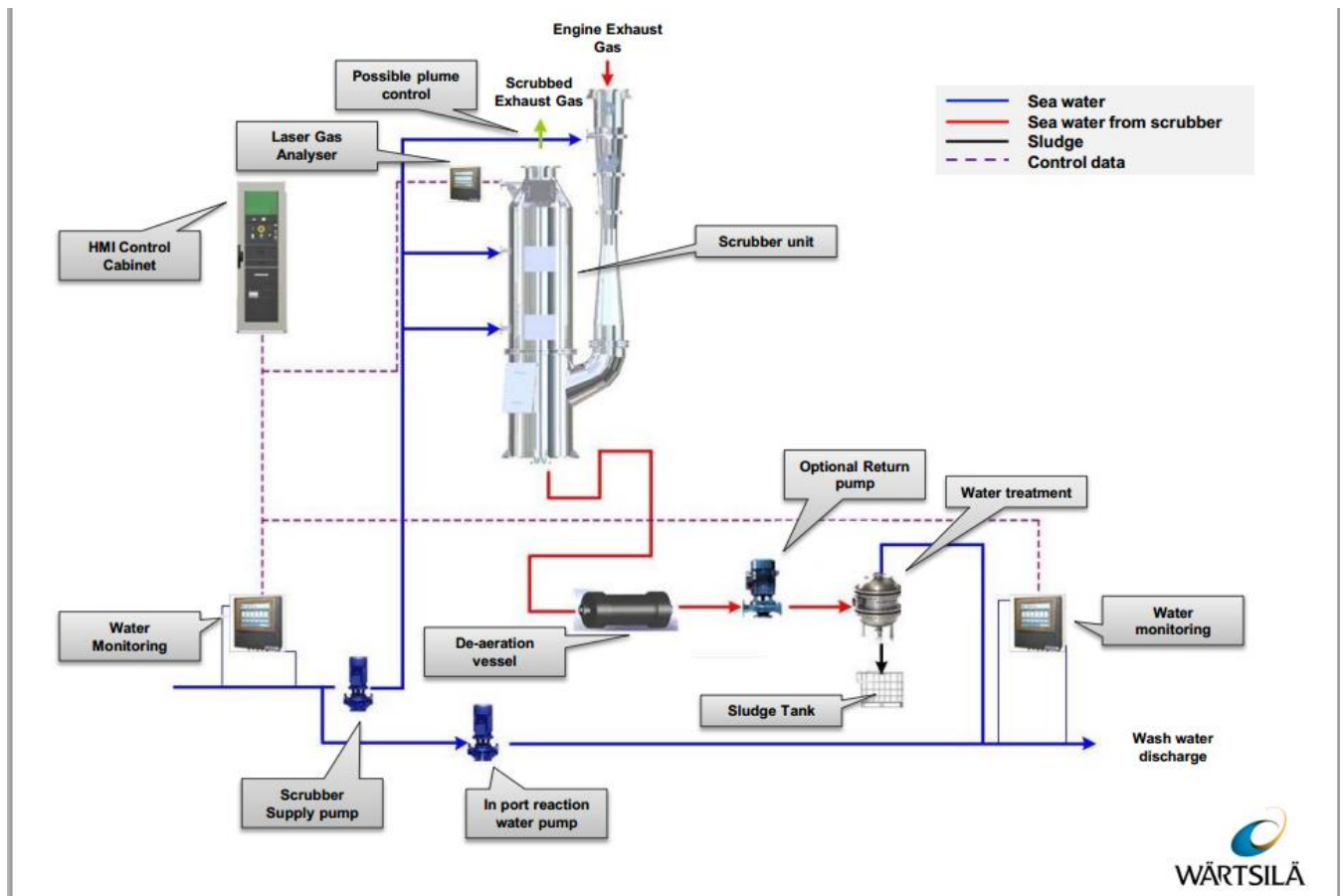
### 6.1 $\text{SO}_x$ rensing

Svovelinhold i drivstoff er i dag regulert i ECA området, og ble pr. 01.01.2015 begrenset til 0,1 masse % innhold i drivstoffet [5]. Rnseteknologi er derimot et ekvivalent tiltak for reguleringen i henhold til MARPOL Vedlegg VI Reg. 14, og dermed et godkjent alternativ via Reg. 4<sup>1</sup>. Den mest omtalte og lovende måten for å rens eksos på er et skrubbersystem (Scrubber), som reduserer innholdet av  $\text{SO}_x$  i eksosen mellom 90 – 98 % og som samtidig renser luftpartikler [25]. Wärtsilä er en stor produsent av slike systemer og vil benyttes som referanse for slik teknologi i denne rapporten.

Teknologien i skrubbing kan gjerne deles inn i to: «Open loop» og «Closed loop». I den førstnevnte vil eksosgassen entre skrubberen, hvor den vil bli sprayet med sjøvann i tre forskjellige stadier, som vist i Figur 2.  $\text{SO}_x$  i eksosen vil reagere med vannet og danne svovelsyre, her vil sjøvannet nøytralisere syren og den kan dumpes overbord. Vannet fra skrubberen vil bli behandlet og overvåket slik at det overholder utslippskriteriene i MEPC 184(59). Systemet er relativt enkelt og lite komplekst, og bruker rundt 2 % ekstra motorkraft i drift [26].

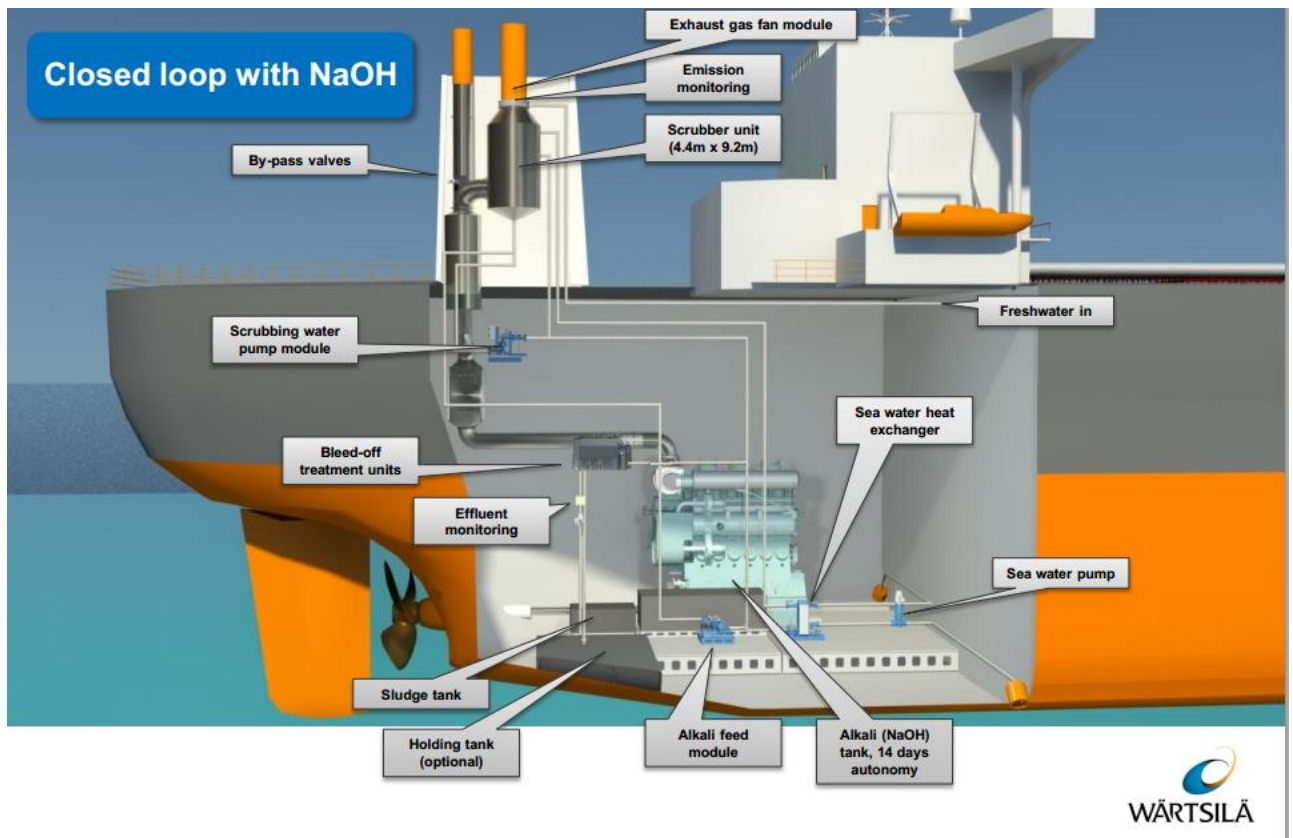
---

<sup>1</sup>Pr. E – post fra Sjøfartsdirektoratet 18.02.2015



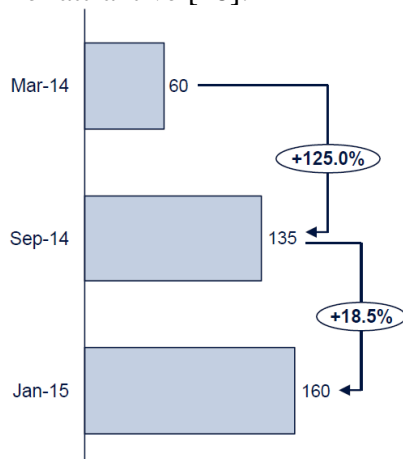
Figur 2 Skrubber - Open Loop – Brukt med tillatelse fra Wärtsilä

For en «Closed Loop» skrubber blir vannet sirkulert i skrubberen (forlater aldri båten). Eksosen blir vasket med ferskvann som inneholder natriumhydroksid (NaOH), dette vil reagere med svovelet i eksosen og vil effektivt nøytralisere det. For et slikt system vil ikke sjøvannet begrense kvaliteten på rensing. Når det kommer til kraftforsyning regnes det med en 0,5 – 1 % tillegg i fra motoren. Systemet vil imidlertid være teknisk komplekst, og vil trenge kjemikalier (NaOH) [27]. Figur 3 viser et typisk «Closed Loop» system.



Figur 3 Closed Loop Scrubber – Wärtsilä system, brukt med tillatelse

I følge en undersøkelse av enkelte rederiers respons til svovelkravet som ble utført av MEC intelligence, er det bestilt rundt 160 skrubber systemer frem mot januar 2015. Som vist i Figur 4 har veksten i bestillinger imidlertid stagnert med godt over 100 %. Det påstås at den lave drivstoffprisen har gjort andre alternativer som LNG og bedre destillert drivstoff (LSMGO) mer attraktive [28].



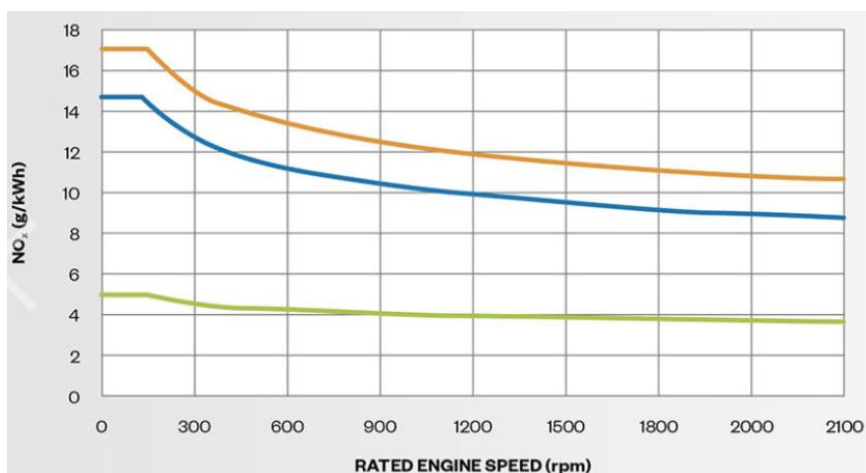
Figur 4 Bestilling av skrubber system – Figur brukt med tillatelse fra MEC Intelligence

Skrubbeteknologien har sine begrensninger og en konsekvensutredning må gjøres på bakgrunn av tilgjengelig rom ombord, kraftbehov, investeringskostnad og stabilitet for å nevne noen [29]. Det vil i praksis bety teknisk uegnethet for enkelte skip. Et containerskip for eksempel, har begrenset stabilitet med høy last, og kan gjøre rensesystemet vanskelig å installere.

Kostnadene til et slikt system er vanskelig å anslå, da de er veldig saksavhengige, det avhenger av kompleksiteten og ekstrautstyret til systemet. Tilbakebetalingstiden på fartøy innenfor ECA områdene har en tendens til å ligge på mellom 2 – 3 år, hvor den tekniske levealderen til rensesystemet er like lang som selve fartøyet. MEC intelligence anslo et omtrentlig intervall på 6-7 millioner dollar pr. fartøy som realistisk [28]. Et problem vil imidlertid være en aldrende marin flåte hvor gjennomsnittsalderen i 2011 lå på 19 år, man nærmer seg altså stor flåteutskifting [30].

## 6.2 NO<sub>x</sub> rensing

Selv om den pågående problematikken til rederiene er å imøtekomme svovelreguleringen, vil man i 2016 også være nødt til å respondere på MARPOL Tier III reguleringen (Vedlegg VI Reg. 14). Det generelle kravet er belyst i kapittel 3.

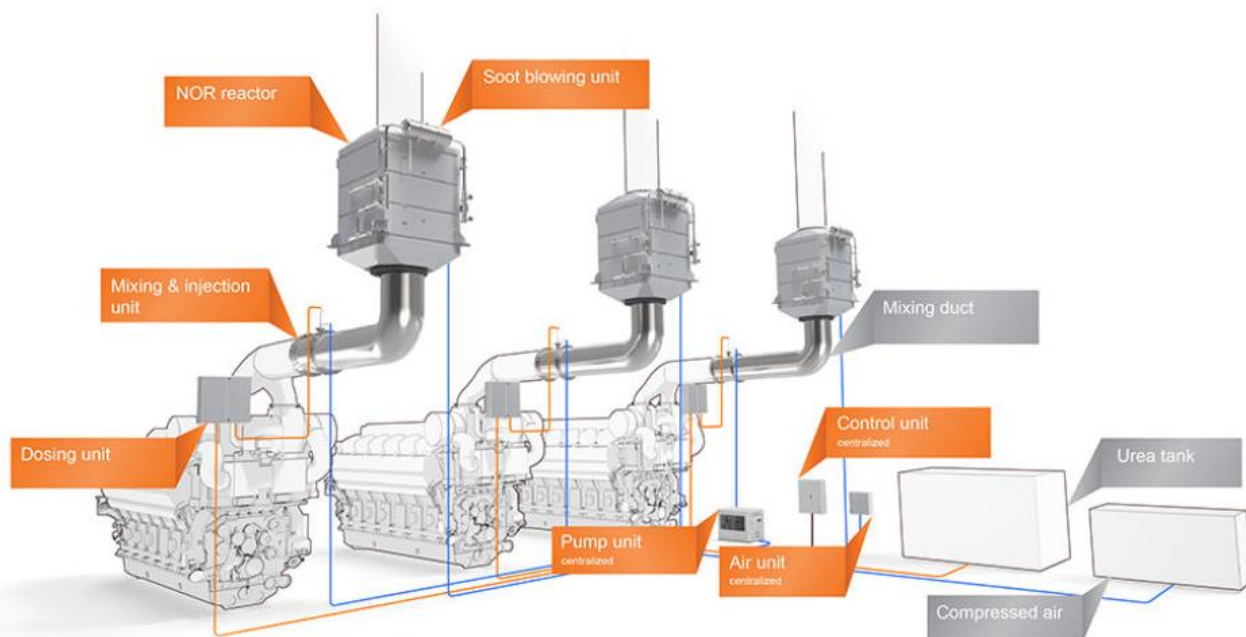


Figur 5 Annex VI - Reg 13. Tier I i oransje, Tier II er blå mens Tier III er i grønn – Figur brukt med tillatelse fra Wärtsilä

Figur 5 over viser de tre forskjellige stadiene av reguleringen. Tier I trådte i kraft i 2005, Tier II i 2011, mens det siste stadiet vil tre i kraft i 2016, i ECA områdene. Som figuren viser, avhenger utslippskravet av motorens turtall. Spranget mellom de forskjellige stadiene er store, opp imot 70 % mellom 1. og 3. stadiet. Innenriks sjøfart – og fiske i Norge sto i 2013 for opp imot en tredjedel av det totale nasjonale utslippet av NO<sub>x</sub> og har med andre ord et stort forbedringspotensial [31]. Det arbeides med forskjellige teknologier for renseteknologi for NO<sub>x</sub>.

Det vil også her tas utgangspunkt i teknologien som Wärtsilä tilbyr. Wärtsilä har lang erfaring med NO<sub>x</sub> reduksjon og har utviklet sin egen «NO<sub>x</sub> Reducer». Teknologien er SCR basert (Selective Catalytic Reduction) og vist i Figur 6. I praksis vil dette være et etterbehandlingssystem, som reduserer mengden NO<sub>x</sub> i eksosen ved bruk av et katalysatorelement og et reduksjonsmiddel. Sistnevnte vil legges i eksosgass systemet, her vil vannet i reduksjonsmiddelet bli fordampet som gjør at middelet dekomponeres til ammoniakk. Eksosutslippet av NO<sub>x</sub> blir transformert til nitrogen og vann når det reageres med ammoniakk over en katalytisk overflate inne i reaktoren i «NO<sub>x</sub> Reduceren». En slik rensing vil ifølge Wärtsilä være nok til å imøtekomme Tier III kravet i 2016, med en 85 – 95 % minskning av NO<sub>x</sub> [32].





Figur 6 Wärtsilä's NOR system – Brukt med tillatelse fra Wärtsilä

Kostnadsperspektivet på et slikt system er enklere å indikere enn for en skrubber, ifølge Wärtsilä. Det ble oppgitt et prisanslag for systemet:

OPEX 3 – 2,1 \$ / GJ

Prisen avhenger av: Reduksjonsmiddel og ønsket NO<sub>x</sub> reduksjon. OPEX er en driftskostnad som tar hensyn for drift på systemet.

CAPEX 20 – 64 \$ / KW

Prisen avhenger av: Størrelse og antall motorer samt ønsket NO<sub>x</sub> reduksjon. CAPEX er investeringskostnaden til systemet.

Hvis vi går ut ifra Wärtsilä motoren 9L38 som har en effekt på 6525kW, vil investeringskostnadene på et NOR-rensesystem bli ca.  $6525\text{kW} \cdot 64\$/\text{kW} = 417600\text{\$}$  per motor.

Igjen er slike systemer situasjonsavhengig og dette er kun et prisanslag<sup>2</sup>. I tillegg til SCR basert teknologi arbeides det mot alternative måter for rensing. Eksos resirkulering (EGR) og motorer som kombinerer forskjellige teknologier, er eksempler på dette.

<sup>2</sup> Pr. E – post med Direktør Sigurd Jenssen i Wärtsilä 04.03.2015

## 7. Eksisterende drivstoff

I den maritime næringen finnes det lang tradisjon for å benytte marin diesel og tungolje som drivstoff. Spesielt tungolje har vært dominerende i internasjonal skipsfart, og det finnes ingen reelle kommersielle alternativer til å kunne erstatte tungolje i alle segmenter av internasjonal skipsfart [33]. Drivstoffet står for mesteparten av utslippet til luft. Av de miljøskadelige stoffene, er  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$  og  $\text{CO}_2$  utslippene de mest omtalte. Som nevnt i innledningen er svovelinhold i drivstoffet strengere regulert per 1. januar 2015, hvor nå kun 0,1 % svovelinhold i drivstoffet er tillatt. I henhold til MARPOL Vedlegg VI Reg. 4 er imidlertid andre ekvivalente tiltak akseptert.

Slik det fremstilles, eksisterer det tre alternativer for å imøtekomme kravet:

- Bruke et dyrere destillat drivstoff med mindre enn 0,1 % svovel (LSMGO)
- Konvertere til et annet drivstoff
- Fortsette på eksisterende drivstoff med installasjon av rensesystem, som for eksempel skrubber teknologi, som kan fjerne opp imot 98 % av svovelet fra eksosen [34].

I de utslippskontrollerte områdene (ECA) er det ingen mulighet for å fortsette med de tradisjonelle drivstoffene uten tiltak. I den allerede pressede næringen har de fleste satset på forbedring av eksisterende løsninger og satset på rensesystem og å fortsette med tungolje og vanlig marin diesel for å imøtekomme kravene, ifølge MEC Intelligence [28].

I tillegg er også utslipp til sjø problematisk for både vanlig marin diesel og tungolje. Tungolje forårsaker enorm tilgrising, og er katastrofal for fuglelivet når den legger seg over havet som et sjikt. Lettere oljer, som marin diesel, er heller ikke uproblematisk ved at de finfordeles i sjøen og dreper mikroorganismer.

I tillegg til marin diesel og tungolje, er også LNG omtalt i denne studien som et eksisterende drivstoff. Selv om LNG markedet er nyetablert, så seiler det nesten 60 skip på drivstoffet [35].

Formålet med kapitlet er å gjøre rede for de eksisterende drivstoffene. I dette legges det vekt på enkle risikovurderinger, energitetthet, regelverk og beregninger av miljøutslipp. Delkapitlene vil bidra til å skaffe et godt sammenligningsgrunnlag for refleksjon og vurderinger som skal bli tatt.



## 7.1 Tungolje (HFO)

Drivstoffet som trolig bidrar mest til miljøskadelige utslipp både til sjø og luft, er tungolje. Drivstoffet har vært enerådende i en årrekke på bakgrunn av de økonomiske fordelene, og på teknisk egnethet i marint maskineri (se avsnitt 7.1.2). Den svarte og svært viskøse væsken inneholder også mest svovel av de eksisterende drivstoffene, med rundt 1 % svovel [36].

Tungoljen er et restprodukt som kommer fra raffinering av råolje når gasser, nafta, parafin, diesel, lette fyringsoljer og smøreoljer er tatt ut [33].

Tungolje er et utprøvd og velkjent drivstoff, men som kan ha store konsekvenser når ulykker først skjer. Via bred mediedekning og store miljøkonsekvenser er bruken av tungolje som drivstoff satt på dagsordenen [33]. Viskositeten gjør at drivstoffet ligger på overflaten og har stor effekt på dyre og planteliv. «Prestige» ulykken i 2002 er et eksempel på hvor kaotisk tungoljeulykker kan være. Det bahamansk flaggede skipet med 77 tusen tonn olje ombord forliste etter å ha blitt delt i to utenfor kysten til Spania, som vist i Bilde 3. 63 tusen tonn av tungoljen lekket ut i Atlanterhavet som hadde enorme konsekvenser for det marine miljøet [37].



Bilde 3 Prestige oil spill - Getty Images / Getty Images News / Getty Images / Universal Images Group

Innledningsvis ble det nevnt at uten tiltak, er ikke tungolje lenger et alternativ for bruk i ECA områdene. Renseteknologi for rensing av eksos må til for å imøtekomme kravet om svovelinnhold. Norges Rederiforbund mener allikevel at de vedtatte reguleringene omkring SO<sub>x</sub>- og NO<sub>x</sub> utslipp vil medføre at omfattende omlegging og redusert bruk av tungolje er uunngåelig – og vil etter hvert bli utkonkurrert [33].

### 7.1.1 Økonomi og tilgjengelighet

De økonomiske fordelene har hatt en udiskutabel effekt på hvorfor tungolje har vært dominerende i en årrekke. Tungolje er også tilgjengelig i de fleste havner i hele verden og handles aktivt som bunkersolje [28].

Man skiller tungolje ut i fra viskositeten, og de mest solgte variantene av tungolje kalles IFO380 og IFO180. Navnet sier noe om viskositeten til drivstoffene i centistokes (cST). Begge variantene inneholder for mye svovel for å imøtekomme kravet uten tiltak.

Når det kommer til prisen på fossilt brensel, vil den alltid variere. I dagens situasjon i olje – og gass næringen er oljeprisen lav, noe som fører til en lav drivstoffpris på petroleumsbaserte produkter (pr. mars 2015). Dette er en usikkerhet som rederiene alltid må være bevisste om, og prisvariasjonene kan bestemme om sjøtransport i det hele tatt er lønnsomt.

Priser fra Bunkerworld blir benyttet i denne rapporten, her kan vi finne prisene i de største havnene, på de vanligst benyttede drivstoffene (marin diesel, tungolje etc.) [38].

Drivstoffprisen vil også ha store prisvariasjoner ut i fra hvilken havn og hvilket kontinent vi befinner oss i. Om havnen befinner seg i et ECA område, vil en finne helt andre priser og tilgjengelighet enn i Øst – Asia.

For enkelthetens skyld tas det utgangspunkt i den nærmeste og største havnen i forhold til oss i Norge (som er tilgjengelig via bunkerworld). Den befinner seg i Rotterdam, Nederland.

Prisen på marin tungolje ligger her på:

Rotterdam port	IFO380 [\$/mt] <sup>1</sup>	IFO180 [\$/mt] <sup>1</sup>	IFO380 [\$/GJ] <sup>2</sup>	IFO180 [\$/GJ] <sup>2</sup>
Date: 29.01.2015	243,00	263,50	6,1	6,6
Date: 10.03.2015	296,00	322,00	7,4	8,05

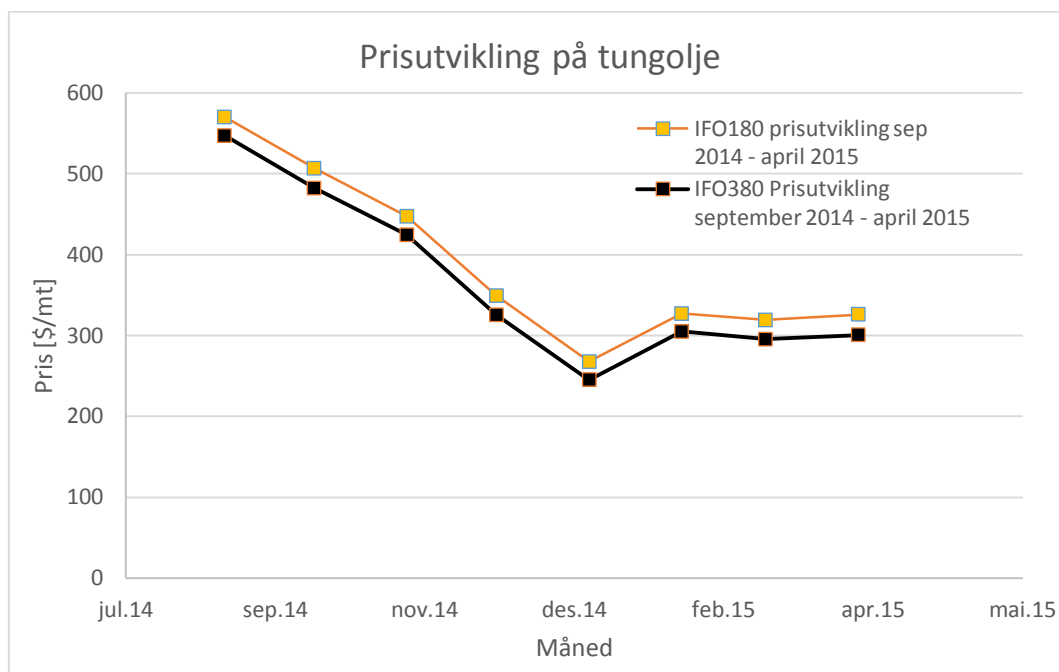
Tabell 2 Prisene er hentet fra Bunkerworld, 1 = [dollar/metrisk tonn], 2 = [dollar / Giga Joule]

I Tabell 2 vises også en mer spesifikk pris for marin tungolje, gitt ved benevnningen dollar / GJ, eller altså kostnad per energienhet. Dette tallet kommer fra prisen og energitettheten til stoffet, hvor sistnevnte gjøres rede for i avsnittet under. Det tas utgangspunkt i en omtrentlig verdi på 40 GJ / tonn.

$$\frac{\$/mt}{GJ/mt} = \frac{\$}{GJ}$$

Formelen gitt over gir sammenhengen mellom en generell kostnad og en mer spesifikk, hvor det tas hensyn til energitetthet. Denne formelen brukes også for de andre drivstoffene som er vurdert i denne rapporten.

Til sammenligning var forøvrig prisen på IFO 380, for et halvt år siden opp imot 550 dollar / mt, prisendringen mellom juli 2014 og februar 2015 er vist i Figur 7.



Figur 7 Prisutvikling tungolje, priser hentet fra Bunkerworld

### 7.1.2 Energi og miljø

Ved kontakt med Sjøfartsdirektoratet, kom det fram at å sette en eksakt verdi på drivstoffets energitetthet er vanskelig. Årsaken til det er at tungolje gjerne vil variere i komposisjon ved forskjellig destillering, noe som vil gi forskjellige egenskaper. I følge Exxonmobil har tungolje en høy andel svovel, men den har også en stor andel vann. Innhold av svovel og vann gjør at noe av energien faller bort ved forbrenning. Sjøfartsdirektoratet meddelte et testresultat hvor energitettheten ligger på 40 GJ / mt, som er en gjennomsnittlig verdi som motorprodusentene går ut i fra<sup>3</sup>.

Ved inngangen til 2015 varslet flere skip om mulige motorproblemer når reguleringen av svovelinholdet ble redusert til 0,1 %. Tungoljen, som har høyt innhold av svovel bidrar til smøring av pumper og sylindere [39].

Innledningsvis ble det nevnt at Norsk Rederiforbund tror at de allerede vedtatte reguleringene og sanksjonene gjør at omlegging i fra tungolje til andre drivstoff er uunngåelig. Bruken av tungolje er en stor utfordring for miljøet. De tre store utslippsstoffene som drivstoffet bidrar med er NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> og CO<sub>2</sub>.

Først har vi CO<sub>2</sub>, som utvilsomt er den drivhusgassen som er satt på dagsordenen oftest. For marin tungolje, som kan variere i komposisjon vil det være vanskelig å sette en verdi på

<sup>3</sup>Sjøfartsdirektoratet, E-post 29.01.15

utslippet. Nedenfor er det sett på et eksempel på en sammensetning, hvor utslippene på fullstendig og ufullstendig forbrenning er sett på. I tillegg til dette, er det kjent at en går ut i fra standardverdier for CO<sub>2</sub> utslipp per tonn forbrent drivstoff. Denne verdien er 3,114 tonn CO<sub>2</sub> / tonn drivstoff<sup>4</sup>. Sammensetningen som ble utregnet i denne rapporten kom frem til en verdi på 3,155 tonn CO<sub>2</sub> / tonn drivstoff, og er altså ikke så langt i fra standardverdien.

Statistisk sett er båttrafikken verst når det gjelder NO<sub>x</sub> utslipp. Innenriks sjøtrafikk med fiske står for rundt en tredjedel av nasjonens utslipp [31]. En endring i båttrafikken vil altså få store utslag på totalbilde av nasjonens NO<sub>x</sub> utslipp. Å måle slike utslipp basert på drivstoff er vanskelig, og er hovedsakelig avhengig av forbrenningstemperatur og forbrenningsteknikk. I denne studien tas det utgangspunkt i at marin tungolje gir 100 % NO<sub>x</sub> utslipp (Ref. Tabell 5)

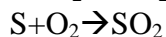
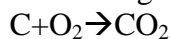
Når det gjelder SO<sub>x</sub> utslipp, møter ikke tungolje kravet i ECA områdene. Tungolje har et minimumsinnhold på 1 %, og er altså 10 ganger så stort som kravet. Utslippet av SO<sub>x</sub> er dog noe større, Mecintelligence kom fram til et intervall på 1,5 til 4,5 % SO<sub>x</sub> utslipp med bruk av IFO380 tungolje [28]. For å imøtekomme kravet må avanserte rensesystemer installeres. Skrubbe teknologien er den mest utprøvde måten å oppnå lavt svovelutslipp på. Denne teknologien er belyst i kapittel 6.1

### Beregninger på tungolje:

Siden sammensetningene av stoffene kan variere, blir det vanskelig å angi en eksakt verdi for utslipp av SO<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub>. Hvordan beregningene kan bli gjort på, er vist under. Her har vi et eksempel på en sammensetning av en tungolje, og hvordan man kan gå frem for å finne utslippene man får fra denne [40]:

Karboninnhold: 86,1 %  
 Hydrogeninnhold: 11,8 %  
 Svovelinnhold: 2,1 %  
 Går ut i fra 1000 kg HFO (1 tonn).

Fullstendig forbrenning:



$$M = \frac{m}{n}$$

$$n_C = \frac{m_C}{M_C} = \frac{861 \text{ kg}}{12,01 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}} = 71690,258 \text{ mol}$$

$$n_S = \frac{m_S}{M_S} = \frac{21 \text{ kg}}{32,07 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}} = 654,82 \text{ mol}$$

$$m_{CO_2} = 71690,258 \text{ mol} \cdot 44,01 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} = \underline{\underline{3155,10 \text{ kg}}}$$

$$m_{SO_2} = 654,82 \text{ mol} \cdot 64,07 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} = \underline{\underline{41,95 \text{ kg}}}$$

<sup>4</sup> Pr E – post med Sjøfartsdirektoratet 29.01.2015, gitt ved Resolution MEPC.212(63) ANNEX 8.

Vi ser at denne komposisjonen får et CO<sub>2</sub> utslipp som er ca. like de verdiene vi sammenligner med, som er verdier hentet i tabell Resolution MEPC.212(63) ANNEX 8, side 2 som sier at Tungolje har et CO<sub>2</sub> utslipp på 3114 kg/tonn.

Utslipp per GJ blir:

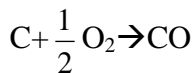
CO<sub>2</sub>:

$$\frac{3114 \text{ kg/tonn}}{40 \text{ GJ/tonn}} = \underline{\underline{77,85 \text{ kg/GJ}}}$$

SO<sub>2</sub>:

$$\frac{41,95 \text{ kg/tonn}}{40 \text{ GJ/tonn}} = \underline{\underline{1,05 \text{ kg/GJ}}}$$

Helt ufullstendig forbrenning:



$$M = \frac{m}{n}$$

$$n_{\text{C}} = \frac{m_{\text{C}}}{M_{\text{C}}} = \frac{861 \text{ kg}}{12,01 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}} = 71690,258 \text{ mol}$$

$$m_{\text{CO}} = 71690,258 \text{ mol} \cdot 28,01 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} = \underline{\underline{2008,04 \text{ kg}}}$$

### 7.1.3 Risikovurderinger og regelverk

Marin tungolje er et utprøvd og trygt drivstoff. En del av de restriksjonene som foreligger og som er relevante for denne rapporten handler om utslipp til sjø og luft. Innledningsvis ble «Prestige» forliset beskrevet som en forferdelig ulykke, en av de største vi vet om, både med tanke på kostnader og miljøkonsekvenser. «Prestige» forliset var en viktig årsak til at blant annet FN utviklet miljøkonvensjonen MARPOL, for å øke fokuset på de negative konsekvensene [33]. Risikoen for slike ulykker er relativt liten, men er noe som rederiene må ta hensyn til. Dessuten kan også små utslipp som for eksempel ved propellakslingene lage bivirkninger på lang sikt i vannmiljøet.

Andre relevante risikovurderinger på dette drivstoffet er lagringsproblematikk og flammepunkt, men tungolje imøtekommer alle krav. Tungolje har et flammepunkt på 60 °C, og innfrir altså minimumskravet (se kapittel 3) [41]. Lagring av tungolje er heller ikke noe problem, så vidt som at utstyret er tett. Brannfarlig damp fra drivstoffet kan være til stede også under flammepunktet, som kan antenne på overflater som er varmere enn tenntemperaturen som understreker viktigheten av tett utstyr. I tillegg er drivstoffet direkte farlig for levende organismer, da det kan skade organer ved gjentatt eksponering, det er skadelig for blodet og også kreftfremkallende [41]. For mer informasjon om tungolje, henvises det til vedlagt sikkerhetsdatabladd (Vedlegg 6). Det vil ikke gjøres rede for andre risikohensyn som må tas ombord med bruk av tungolje som drivstoff. Som nevnt er tungolje et utprøvd drivstoff, som er velkjent for mannskapet, slik at hensyn til hvordan båten er konstruert og håndtering av drivstoffet er kjent

## 7.2 Marine Gas Oil/Marine Diesel Oil (MGO/MDO)

MGO og MDO er marin diesel, og er destillerte produkter hvor sammensetningen av destillatet er litt forskjellig ut i fra hvilken destillasjonsstandard du følger.

Vi har fire forskjellige destillasjonsstandarder som dekkes av ISO 8217 spesifikasjonene for maritimt drivstoff. Disse er DMX, DMA, DMZ og DMB. DMA er det som kalles MGO, mens DMB er MDO [42].

Det finnes også et lavsvovel alternativ som ikke dekkes av denne standarden, som kalles LSMGO (Low-sulphur Marine Gas Oil), som skal ha et svovelinnhold som er under 0,1 %. Utslippene av CO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub> er også på vei ned ved bruk av MGO, noe som vil bli belyst under Energi og miljø kapitlet. Bilde 4 viser Viking Avant, som bruker diesel som drivstoff, og er et eksempel på skip som har tatt i bruk SCR teknologi (se kapittel 6.2).

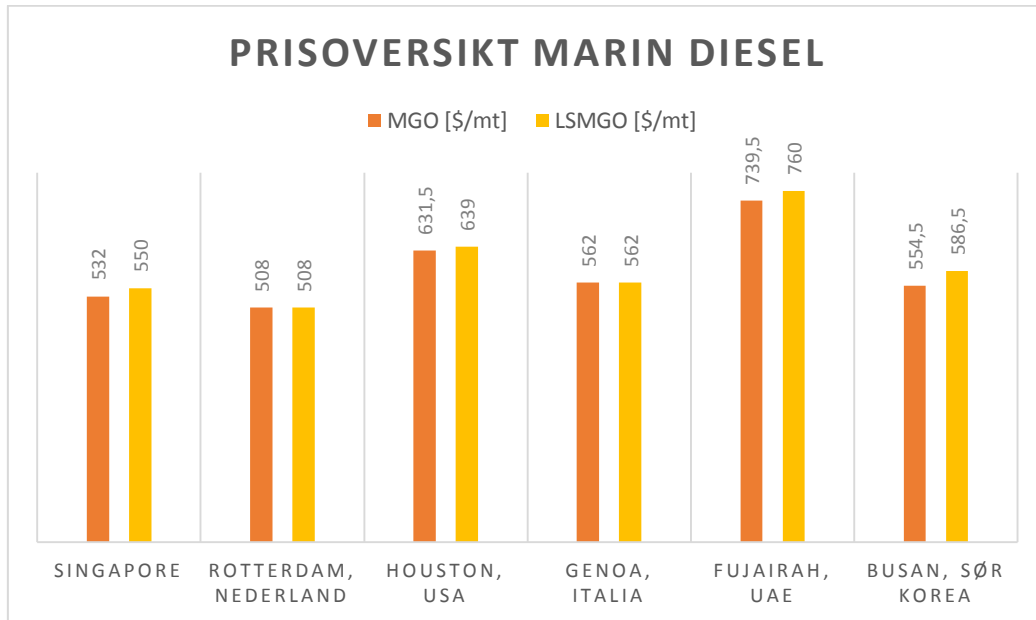


Bilde 4: Viking Avant, skipet har SCR teknologi ombord som fører til en nedgang på 90 % av NO<sub>x</sub>-utslippene. Foto: Eidesvik



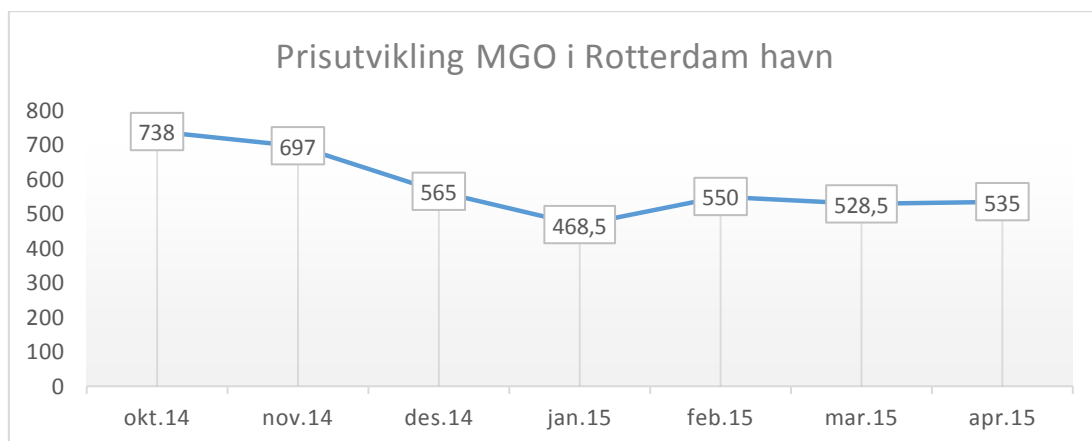
### 7.2.1 Økonomi og tilgjengelighet

Med tanke på tilgjengelighet, er vanlig marin diesel tilgjengelig i de aller fleste havner. De forskjellige typene av marin diesel varierer dog i tilgjengelighet. Rotterdam, som befinner seg i ECA området, baserer seg kun på salg av mer destillert diesel med lavt svovelinhold. Prisen på marin diesel varierer også veldig mye fra havn til havn, prisen på LSMGO var blant annet hele 33 % dyrere i Midtøsten enn i Rotterdam (se Figur 8) [38].



Figur 8 Priser hentet fra Bunkerworld 16. mars 2015

Ovenfor er det gitt en oversikt over prisforskjellene i hver havn, samt forskjellen i pris, i forhold til det mer destillerte produktet LSMGO. I Rotterdam baseres det kun på bra destillert diesel, noe som gjelder for hele ECA området, samt landene rundt Middelhavet (i henhold til MARPOL Vedlegg VI Reg 14). Prisene på marin diesel har slik som tungolje, gått igjennom stor reduksjon de siste 6 månedene. Prisen har nærmest vært i fritt fall i store perioder, hvor konkurransen mellom OPEC landene og skiferoljen i Amerika står som ansvarlige. Det diskuteres hva som er bunnivået for olje og det har blitt påstått at landene i OPEC vil fortsette ned mot 20 dollar fatet, for ikke å tape markedsandel til Amerika. Oljeprisnedgangen har imidlertid stoppet opp, og prisen er på vei opp igjen. Per dags dato ligger den rundt 64-66 dollar (april 2015), noe som også fører til at drivstoffprisen har steget litt, slik Figur 9 viser.



Figur 9 Prisutvikling for MGO i Rotterdam mellom oktober 2014 til april 2015, gitt i \$/mt.

Den energispesifikke kostnaden til MGO, er mer interessant å sammenligne med enn overnevnte kostnad over antall tonn. Energitettheten (se kapittel 7.2.2) er funnet på bakgrunn av testbenkrapporter og ligger på 42,5 GJ / tonn. I Rotterdam, som har en MGO pris på 546 dollar / tonn i gjennomsnitt i februar, vil man få en spesifikk kostnad på 12,85 dollar / GJ.

## 7.2.2 Energi og miljø

På samme måte som for tungolje kan det være vanskelig å sette en eksakt energitetthet på MGO og MDO, men motorprodusenter går ut i fra 42,5MJ/kg i testbenkrapporter<sup>5</sup>. CO<sub>2</sub> utslippet vil være 3,206 tonn CO<sub>2</sub>/ tonn drivstoff [43].

Ifølge ISO 8217 har DMX destillatet et maks innhold på 1 % svovel, DMA 1,5 % og DMB 2 %.

Dette tilfredsstillende ikke de nye svovelkravene som trådte i kraft 1. januar 2015 (MARPOL Vedlegg VI Reg. 14) på 0,1 % svovelinnhold i drivstoffet i ECA området. LSMGO derimot, skal inneholde mindre enn 0,1 % svovel, og tilfredsstillende dermed disse kravene.

Som nevnt under innledningen om MGO/MDO, så gjøres det mye for å få ned utslippene av CO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub>. Siemens har utviklet et system som de kaller for BlueDrive PlusC [44]. Dette er et hybrid - og optimaliseringssystem som gjør at motoren, propeller og thrustere driftes på forskjellige hastigheter og sørger for optimal drift av skipet. Dette skal spare opp imot 19 % av drivstofforbruket årlig, i forhold til vanlig dieselelektrisk drift. Dette vil si en nedgang på ca. 450 tonn/år i drivstofforbruk og en nedgang på 17 % av drivhusgass utslippene, som for CO<sub>2</sub> alene vil si ca. 950 tonn/år i reduserte utlipp. Den største forskjellen ser man på NO<sub>x</sub> utslippene. I følge Siemens skal BlueDrive PlusC systemet gi en nedgang på 83 % av NO<sub>x</sub> utslippene i forhold til vanlig dieselelektrisk drift, som vil si en reduksjon på 21 tonn/år. Tallene er basert på drift av et vanlig offshore fartøy, og er presentert i Tabell 3 [44].

Produkt	Dieselelektrisk drift	BlueDrive PlusC
MGO	2350	1900
NO <sub>x</sub>	29	5
CO <sub>2</sub>	6950	6000
Klimagasser totalt	7400	6050

Tabell 3: Sammenlikning Dieselelektrisk drift og BlueDrive PlusC. Tallene er i tonn/år [44]

En annen produsent som mener de har en god løsning er GE. De har utviklet en dieselmotor-serie som de kaller L250 og V250. Dette er en motor som ifølge GE, møter IMO Tier III kravene, som står beskrevet i MARPOL Vedlegg VI Reg. 13. Videre i presentasjonen av motoren skriver GE at motoren kan kjøres på alle destillatene i ISO 8217:2010 med et svovelinnhold opp til DMB destillatet. Dette vil si at dieselen kan ha et svovelinnhold på maks 2 %. Det står ikke noe om at motoren tilfredsstillende kravene i MARPOL Vedlegg VI Reg. 14 om SO<sub>x</sub> utlipp ved bruk av DMB-destillatet, så LSMGO må brukes for å tilfredsstillende kravene i ECA områdene [45]. Denne rapporten tar utgangspunkt i et 100 % NO<sub>x</sub> utlipp fra MGO som sammenligningsgrunnlag.

<sup>5</sup> Sjøfartsdirektoratet, E-post 29.01.15



### Beregning av diesel oil:

Siden sammensetningene av stoffene kan variere litt, blir det vanskelig å angi en eksakt verdi for utslipp av SO<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub>. Måten beregningene kan bli gjort på er vist under. Her har vi et eksempel på en sammensetning av et diesel drivstoff, og hvordan man kan gå frem for å finne utslippene man får fra denne [40]:

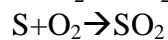
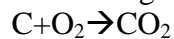
Karbon: 86,3 %

Hydrogen: 12,8 %

Svovel: 0,9 %

Går ut i fra 1000 kg diesel (1 tonn).

Fullstendig forbrenning:



$$n_C = \frac{m_C}{M_C} = \frac{863 \text{ kg}}{12,01 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}} = 71856,78 \text{ mol}$$

$$n_S = \frac{m_S}{M_S} = \frac{9 \text{ kg}}{32,07 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}} = 280,636 \text{ mol}$$

$$m_{CO_2} = 71856,78 \text{ mol} \cdot 44,01 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} = \underline{\underline{3162,40 \text{ kg}}}$$

$$m_{SO_2} = 280,636 \text{ mol} \cdot 64,07 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} = \underline{\underline{17,98 \text{ kg}}}$$

Vi ser at denne komposisjonen får et CO<sub>2</sub> utslipp som er ca. like de verdiene vi sammenligner med, som er verdier hentet i tabell Resolution MEPC.212(63) ANNEX 8, side 2 som sier at diesel har et CO<sub>2</sub> utslipp på 3206 kg/tonn.

Utslipp per GJ blir:

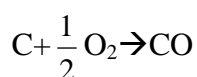
CO<sub>2</sub>:

$$\frac{3206 \text{ kg/tonn}}{42,7 \text{ GJ/tonn}} = \underline{\underline{75,10 \text{ kg/GJ}}}$$

SO<sub>2</sub>:

$$\frac{17,98 \text{ kg/tonn}}{42,7 \text{ GJ/tonn}} = \underline{\underline{0,42 \text{ kg/GJ}}}$$

Helt ufullstendig forbrenning:



$$M = \frac{m}{n}$$

$$n_C = \frac{m_C}{M_C} = \frac{863 \text{ kg}}{12,01 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}} = 71856,78 \text{ mol}$$

$$m_{CO} = 71856,78 \text{ mol} \cdot 28,01 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} = \underline{\underline{2012,71 \text{ kg}}}$$

### 7.2.3 Risikovurderinger og regelverk

MGO/MDO er et drivstoff som er mye brukt, og sikkerhetshensynene ved bruk av dette destillatet som drivstoff er godt kjent blant mannskapet ombord på skipene. Det er allikevel viktig å vite farene ved å drive skipet på dette drivstoffet, og mange av farene mannskapet og skipet kan bli utsatt for er oppgitt i databladet til stoffet (se vedlegg 5). Flammepunktet er 60 °C, og er dermed godkjent (se kapittel 3).

Tradisjonell MGO/MDO som er destillert iht. ISO 8217, imøtekommer ikke kravene i MARPOL Vedlegg VI Reg. 14 om maksinnhold av svovel i ECA områdene. Det vil si at så lenge ikke rensesystemer i henhold til MARPOL Vedlegg VI Reg. 4 blir oppfylt, så er man nødt til å gå over til å bruke LSMGO som drivstoff i stedet for tradisjonell MGO/MDO.

For å belyse noen av farene dette drivstoffet har for mennesker og miljø bruker denne rapporten et datablad fra ExxonMobil. Dette er et datablad som er tilgjengelig via miljødirektoratet sine sider [46].

For mennesker kan MGO være dødelig ved svelging, eller hvis det kommer inn i luftveier.

Det kan forårsake organskader og fører til irritert hud ved eksponering. Det mistenkes også at slikt drivstoff er kreftfremkallende. Det er blant annet påvist kreft ved bruk i dyreforsøk, men det er så langt uvisst om dette også gjelder mennesker. Det må på bakgrunn av disse farene til enhver tid vurderes om åndedrettsvern, spesialhansker eller annet spesielt verneutstyr skal benyttes ut over det normale verneutstyret.

Diesel er giftig for livet i vann på lang sikt, og ved store utslipp til sjø, skal lenser settes ut umiddelbart. Hvis dieselen får finfordelt seg i sjøen, kan dette drepe mikroorganismer som lever i sjøen<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Øyvind Toft, E-post 08.04.15

### 7.3 Liquefied Natural Gas (LNG)

LNG er naturgass som er nedkjølt til  $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Da går den fra gassfase til væskefase og volumet blir redusert med mer enn 600 ganger. Det er først når LNG fordampes at den er brennbar [47].

Nye norske skip som bygges for nærsjøfart foretrekker LNG som drivstoff. LNG har lave miljøutslipp, og er konkurransedyktige i forhold til tradisjonelle drivstoff som for eksempel MDO [48].

LNG er et utprøvd drivstoff, og dette er grunnen til at LNG ligger under eksisterende drivstoff. I 2015 var det 57 LNG skip som opererte over hele verden [35]. Erfaringene med LNG viser til lave vedlikeholdskostnader, enkel drift og godt arbeidsmiljø [49].

LNG sees på som et fossilt brensel. Biogass begynner å bli mer og mer utbredt, og som nevnt i innledningen til denne rapporten så er komposisjonen av LNG og LBG helt lik. Det vil si at når/hvis LBG produksjonen blir såpass stor at den kan dekke det markedet LNG dekker og vil dekke i fremtiden, så vil de båtene som er bygget for å gå på LNG også kunne gå på LBG, altså en fornybar energikilde. Bilde 5, som vist under, er en av båtene Eidesvik har, som bruker LNG som drivstoff.



Bilde 5: Viking Prince. LNG drevet skip.

Foto: Eidesvik

### 7.3.1 Økonomi og tilgjengelighet

Den manglende infrastrukturen for bunkring av LNG har vært et av argumentene mot LNG som drivstoff. Snart vil det imidlertid bli utbygd bunkringsterminaler både i Rotterdam og Zeebrugge [50]. Det bygges spesialskip for LNG-bunkring som har fleksibelt design, og som muliggjør skip- til skip bunkring. Denne muligheten reduserer tidsbruk og er mer økonomisk enn hvis skipene må inn til havn for å bunkre [51].

Prisen på LNG er avhengig av flere parametere, det er derfor ikke lett å gi en konkret pris.

#### **Prisparametere:**

- Prisindeks (oljerelatert eller gasslink)
- Avstand til LNG kilde/lager
- Leveransemetode (for eksempel lastebil eller skip til skip)
- Volumet

En typisk LNG pris vil ligge mellom HFO og MGO, men siden det er en nedgangsperiode i oljemarkedet vil LNG ligge mer på nivå med MGO. Dette gjelder det internasjonale markedet, der man ikke har oljeavgift, som man har i Norge.

En generell pris på LNG kan ligge mellom 4800 – 5800 NOK/tonn, som kan brukes som en indikasjon. Igjen er dette avhengig av blant annet verdien på den norske kronen og amerikanske dollaren<sup>7</sup>. Med dagens dollarpris (pr. 16 mars 2015) som ligger på 8,2 kr vil altså prisen på LNG ligge rundt 585 – 700 \$ / mt. Energitetthet tatt i betraktning vil prisen ligge imellom 12,2 – 14,6 \$ / GJ (energitettheten belyst i kapittel 7.3.2).

Installasjon av en gasskompatibel motor, LNG tanker, passende rør og annet relatert utstyr kan øke prisen på et nytt fartøy med 10-15 % [52].

NO<sub>x</sub> – fondet er en økonomisk støtteordning, som gir støtte til bedrifter som ønsker å gjøre NO<sub>x</sub> reduserende tiltak. Dette fondet har fungert som et løft for utvikling av LNG teknologien og innsamling av erfaringer. Fra oppstarten og frem til 2013 har NO<sub>x</sub> – fondet gitt støtte til over 60 søknader som har involvert LNG som en energikilde. Støttesummen på de 60 søknadene er på om lag 1,8 milliarder kroner. Fra rapporten «et bedre fungerende LNG-marked» som er skrevet av Næringslivets NO<sub>x</sub> fond kommer det frem at NO<sub>x</sub> reduksjonen vil være på ca. 6000 tonn per år, og at LNG prosjekter står for rundt 40 % av NO<sub>x</sub> reduksjonen [53].

Dersom videre bruk av LNG i den maritime sektoren skal fortsette, må LNG prisene og merkostnadene reduseres. NO<sub>x</sub> fondet vil opphøre i 2017 [53]. Støttesatsen i 2014 var på 300kr/kg NO<sub>x</sub> redusert. Det vil bli ytterligere reduksjon i støttesatsen slik at NO<sub>x</sub> fondets gjenstående midler skal vare til 2017 [54].

---

<sup>7</sup> Skangass, E-post 26.02.15

### 7.3.2 Energi og miljø

Sett ifra et miljøperspektiv er LNG et miljøvennlig drivstoff, ettersom det ikke er noe innhold av svovel.

Fra en rapport skrevet av Marintek klarer ikke LNG motorene å forbrenne all gass og dermed blir metanutslippet høyere. Metan er 21 ganger kraftigere drivhusgass enn CO<sub>2</sub> per tonn. Dette fører til at gevinsten av reduksjonen fra CO<sub>2</sub> utslippet blir spist opp av metanutslippet [55]. Det er dette som er den store ulempen ved bruk av LNG.

Utslippene ved forbrenning er i hovedsak CO<sub>2</sub> og vanndamp, men utslippet av metan kan komme opp i 2-3 % i de fleste motorer. Resultatet blir at LNG, med dagens forbrenningsteknologi, vil ha nesten like stort utslipp av drivhusgasser som HFO<sup>8</sup>.

Motorene som opererer med LNG bruker som regel Otto-syklusen, der prinsippet er å forhåndsblende forbrenningsluft med LNG før det går inn i motoren. Denne formen for forbrenning har vist seg og ofte gi høye metankonsentrasjoner i eksosen. Dette fører til metanutslipp til atmosfæren [52].

#### **For å prøve å løse dette problemet kan flere teknologier prøves:**

- For motorer som bruker Otto-syklusen kan reduksjon av ubrent metan reduseres ved hjelp av eksosresirkulering.
- Etterbehandling av eksosen med metanoksidasjonskatalysator der spesielle katalytiske materialer, som palladium eller platina brukes. I dette forsøket blir LNG sprøytet direkte inn i forbrenningskammeret [52].

Komposisjonen til LNG varierer så å få et eksakt tall på CO<sub>2</sub> utslippet og energitettheten for LNG er igjen vanskelig, men motorprodusenter går ut i fra 48 GJ/mt i testbenkrapporter<sup>9</sup>.

Under vises en metode å finne ut av utslippet når du vet sammensetningen.

Går ut i fra en typisk LNG sammensetning som består av (gitt i mol %) [56]:

94,7 % metan  
4,8 % etan  
0,40 % propan  
0,06 % butan  
0,01 % pentan  
0,01 % hexan  
0,02 % nitrogen

---

<sup>8</sup> DNV GL, E-post 18.02.15

<sup>9</sup> Sjøfartsdirektoratet, E-post 29.01.15

**Beregninger:**

Går ut i fra 100 mol LNG:

$$\text{Metan: } 94,7 \text{ mol} \cdot 16,04 \text{ g/mol} = 1518,988 \text{ g}$$

$$\text{Etan: } 4,8 \text{ mol} \cdot 30,07 \text{ g/mol} = 144,336 \text{ g}$$

$$\text{Propan: } 0,4 \text{ mol} \cdot 44,10 \text{ g/mol} = 17,64 \text{ g}$$

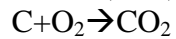
$$\text{Butan: } 0,06 \text{ mol} \cdot 58,12 \text{ g/mol} = 3,4872 \text{ g}$$

$$\text{Pentan: } 0,01 \text{ mol} \cdot 72,146 \text{ g/mol} = 0,72146 \text{ g}$$

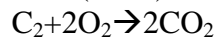
$$\text{Hexan: } 0,01 \text{ mol} \cdot 86,172 \text{ g/mol} = 0,86172 \text{ g}$$

$$\text{Nitrogen: } 0,02 \text{ mol} \cdot 28,01 \text{ g/mol} = 0,5602 \text{ g}$$

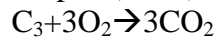
$$\underline{100 \text{ mol LNG} = 1686,59458 \text{ g}}$$

Metan (CH<sub>4</sub>):1 mol karbon gir 1 mol CO<sub>2</sub>

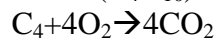
$$94,7 \text{ mol metan gir } 94,7 \text{ mol} \cdot 1 = 94,7 \text{ mol CO}_2$$

Etan (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>):2 mol karbon gir 2 mol CO<sub>2</sub>

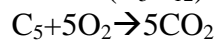
$$4,8 \text{ mol etan gir } 4,8 \text{ mol} \cdot 2 = 9,6 \text{ mol CO}_2$$

Propan (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>):3 mol karbon gir 3 mol CO<sub>2</sub>

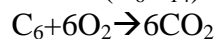
$$0,4 \text{ mol propan gir } 0,4 \text{ mol} \cdot 3 = 1,2 \text{ mol CO}_2$$

Butan (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>):4 mol karbon gir 4 mol CO<sub>2</sub>

$$0,06 \text{ mol butan gir } 0,06 \text{ mol} \cdot 4 = 0,24 \text{ mol CO}_2$$

Pentan (C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>):5 mol karbon gir 5 mol CO<sub>2</sub>

$$0,01 \text{ mol pentan gir } 0,01 \text{ mol} \cdot 5 = 0,05 \text{ mol CO}_2$$

Hexan (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>):6 mol karbon gir 6 mol CO<sub>2</sub>

$$0,01 \text{ mol hexan gir } 0,01 \text{ mol} \cdot 6 = 0,06 \text{ mol CO}_2$$

100 mol LNG gir :  $(94,7 + 9,6 + 1,2 + 0,24 + 0,5 + 0,06)$  mol  $\text{CO}_2 = \underline{105,85 \text{ mol CO}_2}$

$m_{\text{CO}_2} = 105,85 \text{ mol} \cdot 44,01 \text{ g/mol} = 4658,4585 \text{ g CO}_2$

$$\frac{4658,4585 \text{ g CO}_2}{1686,59458 \text{ g LNG}} = \underline{\underline{2,762 \text{ g CO}_2 / \text{g LNG}}}$$

Dette vil si at vi får 2762kg  $\text{CO}_2$  ved forbrenning av 1000kg LNG.

Svaret i denne utregningen er ganske lik som svaret fra tabell Resolution MEPC.212(63) ANNEX 8, side 2 som sier 2750kg/tonn.

Utslipp per GJ blir:

$\text{CO}_2$ :

$$\frac{2750 \text{ kg/tonn}}{48 \text{ GJ/tonn}} = \underline{\underline{57,3 \text{ kg/GJ}}}$$

$\text{SO}_2$ : 0 kg/GJ

Helt ufullstendig forbrenning:

Antall mol CO, blir det samme som antall mol  $\text{CO}_2$ .

$m_{\text{CO}} = 105,85 \text{ mol} \cdot 28,01 \text{ g/mol} = \underline{2964,8585 \text{ g CO}}$

$$\frac{2964,8585 \text{ g CO}}{1686,59458 \text{ g LNG}} = \underline{\underline{1,757896 \text{ g CO/g LNG}}}$$

Dette vil si at vi får 1757,9kg CO ved forbrenning av 1000kg LNG.

### 7.3.3 Risikovurderinger og regelverk

LNG blir lagret ved et trykk mellom 1-10 bar, der temperaturen er ca. -160 °C. For å minimere risikoen for både liv og materiell, er det viktig at materialet som brukes for LNG-systemer er sertifisert for kryogeniske (lavtemperatur) temperaturer, og at det er innebygd trykkavlastning i systemet [57].

Gasskip over hele verden har brukt LNG som en del av drivstoffet i flere tiår [58]. Sikkerhetserfaringen med LNG har vært ekstremt god. Ved bruk av LNG på konvensjonelle skip er prinsippene mye av det samme, men det må innføres nye systemer, som LNG tanker, gassmotor/dual-fuel og passende rør ombord, og da følger tilhørende risiko [59].

En av risikoene ved bruk av LNG skip er større fare for eksplosjon ved kollisjon hvor drivstofftanker revner og gassen antennes.

Skal en designe, konstruere- og drive et gassdrevent skip på en sikker måte må disse risikoene bli tatt hensyn til og bli minimert [60]:

- Høyt innhold av energi i LNG-tank
- Eksplosjonsfare i tilfelle gasslekkasje
- Kryogenisk temperatur på LNG-drivstoff
- Beliggenhet / arrangement av drivstoffsystem
- Farlig mot ufarlige områder
- Uerfarent mannskap til nytt drivstoff

Regelverk for bruken av gass som drivstoff med lavt flammepunkt skal være ferdigstilt i 2017. Per dags dato er det Sjøfartsdirektoratet sine midlertidige retningslinjer for sikkerheten rundt gassmotorer som er installert i skip (MSC285(86)), og Forskrift 17. juni 2002 nr. 644 for lasteskip hvor forbrenningsmotorer drives med naturgass som blir brukt.

Det er krav om at drivstoff skal ha flammepunkt på over 60 °C (se kapittel 3), men det er gitt en dispensasjon på gasskip som ifølge IGC-koden har fått godkjenning til å brenne last. Dette gjelder kun for LNG så langt og betyr at skip som har LNG som last også kan bruke den som drivstoff [61]. IGC koden brukes av gasskip som er konstruert etter 1.juli 1986. MSC 285(86) refererer til dette regelverket. Når IGF-koden er ferdigstilt vil den ta over som gjeldende regelverk for MSC 285(86).

Part A-1 i IGF-koden omhandler regler som går direkte på LNG.



## 8. Alternativt drivstoff

Å legge om til en alternativ drivstoffkilde er en av mulighetene for å imøtekomme et strengere regelverk. Det finnes allerede mange forskjellige typer alternative drivstoff, men dessverre få som er utprøvd i skipsfart. For at rederiene skal kunne bytte ut sine konvensjonelle drivstoffs-systemer, må det økonomiske aspektet i første omgang gjøres rede for. I en presset næring, må en bærekraftig strategi legges for å imøtekomme regelverket på en måte som ikke innebærer for mange negative økonomiske konsekvenser. I tillegg har vi faktorer som tilgjengelighet, miljøutslipp og eventuelle restriksjoner og reguleringer som må tas hensyn til. Det diskuteres om den rette strategien kan være ombygging til alternative drivstoffkilder, noe denne rapporten skal vurdere.

Miljøutslipp er for alvor satt på dagsordenen, og fokuset på fornybare energikilder er høyt. Statistisk sett har produksjon av bærekraftig drivstoff imidlertid ikke vært stor, en rekke statistikker er gitt nedenfor:

- I 1973 ble det brukt 2,3 % biodrivstoff (640,06 millioner tonn oljeekvivalenter) og i 2013 ble det brukt 5,3 % biodrivstoff (1340,71 millioner tonn oljeekvivalenter) [62].
- I 2011 ble det produsert 154 millioner liter biodrivstoff i Norge [63] som utgjør ca. 3,75 % av den totale salgsmengden drivstoff til veitrafikken samme år.
- I 2013 ble de produsert 26,3 milliarder liter med biodiesel på verdensbasis [64]

Biodrivstoff har i størst grad blitt solgt til veitrafikken, hvor både bioetanol og biodiesel er etablert på enkelte fyllestasjoner. Til maritimt forbruk er slike drivstoffkilder lite tilgjengelige, men strengere regelverk har imidlertid gjort alternative drivstoffkilder mer aktuelle.

## 8.1 Biodiesel

Biodiesel kan produseres av mange forskjellige produkter: kokosnøtt, soyabønner, alger, solsikkeolje, palmeolje, rapsolje, fiskeoljer og organisk avfall. Rapsolje er den som blir brukt mest for å produsere biodiesel i Europa og i Norge [65]. Biodiesel som er produsert på rapsolje blir omtalt som RME.

Produksjon av biodiesel skjer ved en kjemisk prosess, også kalt transesterifisering, hvor alkohol (metanol, etanol) blir blandet sammen med vegetabilsk olje eller animalsk fett [66]. Sluttproduktet er metylester hvis metanol er brukt, og etylester, hvis det benyttes etanol. Biproduktet av produksjonen av biodiesel er glyserin [66].

Produksjon av biodiesel skiller mellom første - og andre generasjons produksjon. Første generasjon omhandler nåværende produksjonsteknologi og kjente jordbruksprodukter, mens det i andre generasjon produksjon tar for seg nye teknologier og nye råstoffer, som alger og trevirke [67].

### 8.1.1 Økonomi og tilgjengelighet

I rapporten «Biofuels In Ships» blir det påstått at produksjon av biodrivstoff er dyrere enn fossilt drivstoff, og det blir også nevnt at hvis en bytter fra MDO til biodiesel vil det omtrent doble utgiftene for drivstoff [65]. Fra våre beregninger er biodiesel billigere enn både MGO og LNG, bare HFO er billigere enn biodiesel. Hvis CO<sub>2</sub> skatten økes, kan billig biodrivstoff bli konkurransedyktig med fossile marine drivstoff [65].

Prisen på biodiesel, laget av raps (pr. 5. mars 2015) ligger på 405 \$/tonn, som tilsvarer 10,89 \$/GJ [68]. Her er energitettheten tatt i betraktning. B100 er 100 % biodiesel, B5 som inneholder 5% biodiesel og 95% diesel kan brukes på vanlige diesel motorer. B5 er innført i hele landet som drivstoff til biler. Prisforskjellen er ikke veldig stor, men for at biodiesel skal bli brukt mer må den være mer lønnsom enn det eksisterende drivstoffet.

For at biodiesel skal bli et attraktivt drivstoff for flertallet av skip må bunkringsterminaler og infrastruktur etableres. Dette dilemmaet blir ofte kalt «høna og egget». Det er ofte slik at drivstoffet kommer før fyllingsterminalene, som gjør at tilgjengeligheten blir dårlig.

Motorer som går på HFO kan uten problemer gå på vegetabilske oljer, som rapsolje og palmeolje, men dieselmotorer kan ha noen problemer med høyere tetthet og viskositet som den vegetabilske oljen har [65].

Fra rapporten «Biofuels In Ships» kommer det fram at Man B&W Diesel gir et grov estimat der en ekstra kostnad på 5% av motorkostnaden må til for å konvertere eksisterende skip om slik at det kan gå på biodrivstoff [65].

### 8.1.2 Energi og miljø

Egenskapene og sikkerheten til biodiesel er svært lik tradisjonelt petroleum diesel, men det fins noen forskjeller som for eksempel flammepunkt. For petroleum diesel er flammepunktet på 60 °C, mens biodiesel har et minste flammepunkt på 93 °C [69]. Høyere flammepunkt gir bedre sikkerhet. Biodiesel har også en litt lavere energitetthet enn vanlig diesel, og ligger på ca. 37,2 GJ/tonn. Energitettheten til biodiesel er basert på vanlig rapsolje som kan brukes til matlaging

B100 indikerer 100 % biodiesel som inneholder 0,02 masse % svovel. [66]. Ved forbrenning av biodiesel oppstår det 10 % mer NO<sub>x</sub>, enn ved petroleum diesel. Økningen i NO<sub>x</sub> skyldes høyere forbrenningstemperatur, men dette kan løses på en teknisk måte med selektiv katalytisk reduksjon (SCR) og en NO<sub>x</sub> sensor. Økningen i NO<sub>x</sub> er avhengig av motortype og hvilke testprosedyrer som utføres. Dermed kan en redusere økningen av NO<sub>x</sub> ved å spesialjustere motoren for biodiesel [70].

Biodrivstoff er biologisk nedbrytbart, det vil si at hvis det oppstår en lekkasje der drivstoffet lekker ut i havet vil det ikke ha noen stor innvirkning på miljøet [65].

Når det gjelder lagring på tanker, kan de minst stabile biodiesel typene lagres opptil 8 måneder, mens de stabile typene kan lagres i mer enn et år. Ulike typer biodiesel har forskjellige mengder antioksidanter. Høyere nivå av mettede fettsyrer vil være mer stabilt mot oksidasjon enn når nivået er lavt. Biodiesel produsert på raps, har naturlig høyere motstand mot oksidasjon siden vegetabiliske oljer inneholder naturlige antioksidanter. Skal det lagres lengre må drivstoffet observeres og testes nøye slik at det opprettholder sin ordinære spesifikasjon. Antioksidanter kan tilsettes som additiver, som vil øke lagringstiden til drivstoffet betydelig.

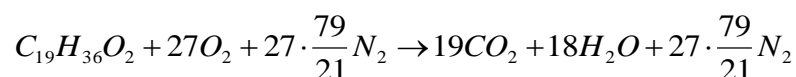
#### **Beregninger biodiesel [71]:**

Beregningene går ut i fra metyloleat (C<sub>19</sub>H<sub>36</sub>O<sub>2</sub>) som er hovedandelen i RME med 59,9 %. Sammensetningen er ellers [71]:

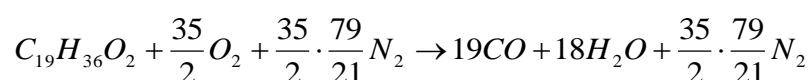
- Metyl palmitat (C<sub>17</sub>H<sub>34</sub>O<sub>2</sub>) 4,3 %.
- Metylstearat (C<sub>19</sub>H<sub>38</sub>O<sub>2</sub>) 1,3 %.
- Metyllinoleat (C<sub>19</sub>H<sub>34</sub>O<sub>2</sub>) 21,1 %.
- Metyl linolenat (C<sub>19</sub>H<sub>32</sub>O<sub>2</sub>) 13,2 %.

Siden karboninnholdet er såpass likt i alle alkylene, og sammensetningen av biodrivstoffet vil variere fra plante til plante, så er beregningene gjort i dette avsnittet en god tilnærming til hva vi kan forvente av CO<sub>2</sub>- og CO-utslipp fra biodiesel.

#### **Fullstendig forbrenning**



#### **Ufullstendig forbrenning:**



$$M = \frac{m}{n}$$

$$n_{\text{Biodiesel}} = \frac{1\text{kg}}{M_{\text{Biodiesel}}} = \frac{1\text{kg}}{296,494 \cdot 10^{-3} \text{kg/mol}} = \underline{\underline{3,37\text{mol}}}$$

Ser ut i fra reaksjonslikningen at 3,37 mol biodiesel gir 64,08 mol CO<sub>2</sub> og CO.

Fullstendig forbrenning gir:

$$m_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} \cdot M_{\text{CO}_2} = 64,08\text{mol} \cdot 44,01 \cdot 10^{-3} \text{kg/mol} = \underline{\underline{2,82\text{kg CO}_2}}$$

Utslipp per tonn blir da:  $2,82 \text{ kg CO}_2 \cdot 1000\text{kg biodiesel} = \underline{\underline{2820 \text{ kg CO}_2/\text{tonn biodiesel}}$

Utslipp per GJ blir:

CO<sub>2</sub>:

$$\frac{2820\text{kg/tonn}}{37,2\text{GJ/tonn}} = \underline{\underline{75,80 \text{ kg/ GJ}}}$$

SO<sub>2</sub>: 0 kg/GJ

Helt ufullstendig forbrenning gir:

$$m_{\text{CO}} = n_{\text{CO}} \cdot M_{\text{CO}} = 64,08\text{mol} \cdot 28,01 \cdot 10^{-3} \text{kg/mol} = \underline{\underline{1,7948\text{kg CO}}}$$

Utslipp per tonn blir da:  $1,7948\text{kg CO} \cdot 1000\text{kg biodiesel} = \underline{\underline{1794,80 \text{ kg CO/tonn biodiesel}}}$

### 8.1.3 Risikovurdering og regelverk

Biodiesel har høyere flammepunkt enn vanlig diesel. Biodiesel har flammepunkt på ca. 93 °C, men dette varierer med sammensetningen på drivstoffet, det er med andre ord godkjent i henhold til flammepunktskravet til SOLAS.

For å tilfredsstille de nye utslippskravene vil driftskostnadene øke for skipseiere og operatører, på grunn av mer kompliserte drivstoffsystemer og mer vedlikehold. Når en bruker høy konsentrasjon av biodiesel vil den ha en rensende effekt i drivstoffsystemet, som fører til tetting av filtrene. Disse må da rengjøres oftere enn ved bruk av fossilt drivstoff [65].

Tåkepunkt (Cloud Point) oppstår ved -3 °C [66]. Det som skjer ved dette punktet er at biovoks fra biodieselen vil tette filtrene og strømningshastigheten minsker ved lav temperatur. Voksen i biodieselen vil begynne å utkrystallisere seg slik at biodiesel får et tåkete utseende [66]. For diesel er tåkepunktet -32 °C, dette gjelder vinterdieselen. Om sommeren er tåkepunktet for vanlig diesel -11 °C. Tåkepunktet varierer ut fra årstid og hvor i landet en befinner seg. For eksempel, hvis man har en bil som bruker biodiesel som drivstoff, må en passe på å oppholde seg på steder hvor temperaturen ikke kan komme ned mot null. Kommer temperaturen ned mot tåkepunktsgrensen kan filtrene tettes av biovoksen, som får en annen konsistens ved -3 °C. Biodiesel fungerer derfor dårlig i kaldt klima.

Ved kontakt med biodiesel er tetningsringer utsatt for slitasje. Tetningsringene bør derfor byttes til syrebestandige materialer, som viton. Alle oljeslanger bør være laget av teflon og reguleringsventiler, oljemålere og oljefilter må være i rustfritt eller syrebehandlet materiale [66].

Datablad for biodiesel ligger som vedlegg 3 i rapporten.

## 8.2 Metanol



Bilde 6 Stena Germanica – Ferje på metanoldrift fra mars 2015, brukt med tillatelse fra Stena

Metanol, tradisjonelt kalt tresprit, er den enkleste formen for alkohol som finnes [72]. Sjøfartsdirektoratet mottar en del henvendelser på bruken av metanol som drivstoff, og det ble fremstilt som et viktig element i rapporten.

Det ble gjort en kort ekskursjon i starten av prosjektet hvor subsea-fartøyet Edda Fauna ble besøkt, hvor formålet var å se hvordan motorrommet var bygd. Metanol var ikke et ukjent stoff, det ble fraktet i egne tanker om bord Edda Fauna. Tanken på å bruke metanol som drivstoff derimot, ble møtt med stor skepsis av mannskapet. Bruken av metanol som drivstoff vil møte mange problemer, men det finnes allikevel rederier som er positive til løsningen. Et av disse rederiene er Stena i Sverige, som har blant annet sjøsatt skipet Stena Germanica, som bruker metanol som drivstoff fra våren 2015, skipet er vist i Bilde 6. Stena var også en sentral aktør i SPIRETH prosjektet, hvor båten Stena Scanrail gjennomgikk en fullskala ombygging for å bevise at metanoldrift er mulig. Naturlig nok har Stena vist stor optimisme til metanoldrift, og ved en eventuell suksess vil ytterligere 25 ferjer konvertere til metanoldrift [73].

Produksjonen av metanol er en industriell prosess og produseres vanligvis av naturgass. Metanol kan dessuten også fremstilles ved hjelp av biomasse, noe som også vil være den mest bærekraftige måten å fremstille metanol på. Råvarene til en slik produksjon kommer ofte i fra trevirke (derav navnet tresprit), problemet til slik produksjon vil være å tilfredsstille drivstoffbehovet uten å påvirke andre treprodukter [74].

### 8.2.1 Økonomi og tilgjengelighet

Bruken av metanol til marin drivstofforbruk er så å si ikke eksisterende. Tilgjengeligheten for et slikt forbruk er derfor svært dårlig. Metanol har tradisjonelt sett blitt brukt hovedsakelig i industrien og Norge er en stor produsent av industriell metanol. Anlegget på Tjeldbergodden i Nordmøre produserer hele 25 % av den samlede metanol produksjonen i Europa, på rundt 900.000 tonn årlig [75].

For pilotprosjektet Stena Germanica er havnene i Kiel og Gøteborg viktige investorer. En ferje som kun har to havner, gjør utbygging av infrastruktur enkelt [76]. Methanex, som er verdens største produsent og eksportør av metanol, har også vært viktig investor i Stena Germanica prosjektet. Prisen på metanol ifølge Methanex er [77]:

<i>Kontinent (gyldig fra 01.03.15 -31.03.15)</i>	<i>Pris [\$/mt]</i>	<i>Pris [\$/GJ] *</i>
<i>Europa</i>	<i>383.5</i>	<i>17</i>
<i>Asia</i>	<i>315</i>	<i>14</i>
<i>Nord – Amerika</i>	<i>416</i>	<i>18.5</i>

Tabell 4 Pris på metanol hentet i fra Methanex 2015 - \*Dollar / Gigajoule, se Energi og miljø.

For at metanol skal kunne ta over flere segmenter av skipstransport må infrastrukturen utbygges ytterligere.

Metanol kan potensielt bli en bærekraftig drivstoffløsning, som kan produseres lokalt ved hjelp av biomasse. Sverige, hvor Stena rederiet er lokalisert, er flinke til å ta i bruk avfall og tre til energiformål. Det påstås at det kan dannes 1 million tonn metanol på forbrenning av avfall på et år, noe som vil dekke drivstofforbruket til alle 39 ferjer i Stena Lines [78].

Distribusjonen kan dermed ha en stor effekt på kostnaden på metanol. De prisene som er oppgitt trenger med andre ord ikke være gjeldende for Stena.

### 8.2.2 Energi og miljø

Metanol har relativ lav energitetthet, beregningene i rapporten viser til en verdi på 22,6 GJ / mt.

Når det kommer til miljøutslipp, har flere tall blitt påstått av forskjellige kilder. Det en kan si med sikkerhet er at metanol ikke inneholder svovel og vil dermed være en løsning på å imøtekomme svovelkravet i MARPOL Vedlegg VI Reg. 14 [79].

I forhold til CO<sub>2</sub> og CO utslipp er dette beregnet under, både for ufullstendig og fullstendig forbrenning. CO<sub>2</sub> utslippet, som er det mest interessante sammenligningstallet ligger på 1373,5 kg / tonn metanol. Det må understrekes at dette er i forhold til forbrenning av drivstoffet, og gir ikke hele bilde. Dagens produksjon, som for eksempel ved Tjeldbergodden anlegget, lages metanol av gass fra Heidrun feltet i Nordsjøen [75]. Ved slik produksjon vil det bli dannet CO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub>, selv om det er snakk om relativt lite.

Usikkerheten i miljøaspektet er imidlertid NO<sub>x</sub> utslipp. Å påstå et eksakt tall er vanskelig, akkurat som for de andre drivstoffene. NO<sub>x</sub> er regulert og kontrollert gjennom undersøkelser og sertifiseringskrav av EIAPP. Kontrollkravene blir gjort i henhold til Vedlegg VI som anvendes på båter større enn 400 tonn [80]. De generelle kravene i reguleringen belyses i kapittel 3.

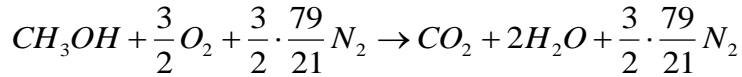
Stena påstår å oppnå en reduksjon på NO<sub>x</sub> utslipp på 60 % sammenlignet med eksisterende bunkringsalternativer på Stena Germanica [81]. En intern rapport fra DNV GL viste



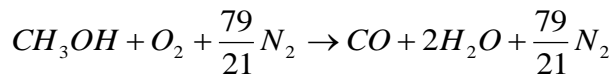
imidlertidig til et intervall på 10-30 % reduksjon sammenlignet med eksisterende bunkringsalternativ<sup>10</sup>.

**Beregninger:** [82] [83]

**Reaksjonslikning ved fullstendig forbrenning av et mol metanol:**



**Reaksjonslikning for helt ufullstendig reaksjon av et mol metanol:**



**Reaksjonsentalpien/energitettheten ved 25°C:**

$$\Delta H^\theta = \sum_P n_i \Delta \tilde{h}_{fi}^\theta - \sum_R n_i \Delta \tilde{h}_{fi}^\theta \quad [84]$$

$$\Delta H^\theta = 1 \text{ mol} \cdot (-393520 \text{ J/mol}) + 2 \text{ mol} \cdot (-285820 \text{ J/mol}) - 1 \text{ mol} \cdot (-240532 \text{ J/mol})$$

$$\Delta H^\theta = -724628 \text{ J/mol metanol}$$

Energitettheten per kg metanol blir da:

$$\begin{aligned} & -724628 \text{ J/mol metanol} \cdot \frac{1}{32,04 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}} \\ & = -22616354,56 \text{ J/kg Metanol} \\ & \approx \underline{\underline{-22,6 \text{ MJ/kg metanol}}} \end{aligned}$$

**Utslipp av klimagasser ved forbrenning av 1 kg metanol:**

$$M = \frac{m}{n}$$

$$n_{\text{Metanol}} = \frac{1 \text{ kg}}{M_{\text{metanol}}} = \frac{1 \text{ kg}}{32,04 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}} = \underline{\underline{31,21 \text{ mol}}}$$

Ser ut i fra reaksjonslikningen at 31,21 mol metanol gir 31,2 mol CO<sub>2</sub> og CO.

Fullstendig forbrenning gir:

$$m_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} \cdot M_{\text{CO}_2} = 31,21 \text{ mol} \cdot 44,01 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} = \underline{\underline{1,3735 \text{ kg CO}_2}}$$

Utslipp per tonn blir da:

$$1,3735 \text{ kg CO}_2 \cdot 1000 \text{ kg Metanol} = \underline{\underline{1373,50 \text{ kg CO}_2/\text{tonn Metanol}}}$$

Utslipp per GJ blir:

---

<sup>10</sup>Pr. E – post fra DNV GL 18.02.2015



CO<sub>2</sub>:

$$\frac{1373,5 \text{ kg/tonn}}{22,6 \text{ GJ/tonn}} = \underline{\underline{60,80 \text{ kg/GJ}}}$$

SO<sub>2</sub>: 0 kg/GJ

Helt ufullstendig forbrenning gir:

$$m_{\text{CO}} = n_{\text{CO}} \cdot M_{\text{CO}} = 31,21 \text{ mol} \cdot 28,01 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} = \underline{\underline{0,874 \text{ kg CO}}}$$

Utslipp per tonn blir da:  $0,874 \text{ kg CO} \cdot 1000 \text{ kg Metanol} = \underline{\underline{874 \text{ kg CO/tonn Metanol}}}$

### 8.2.3 Risikovurderinger og regelverk

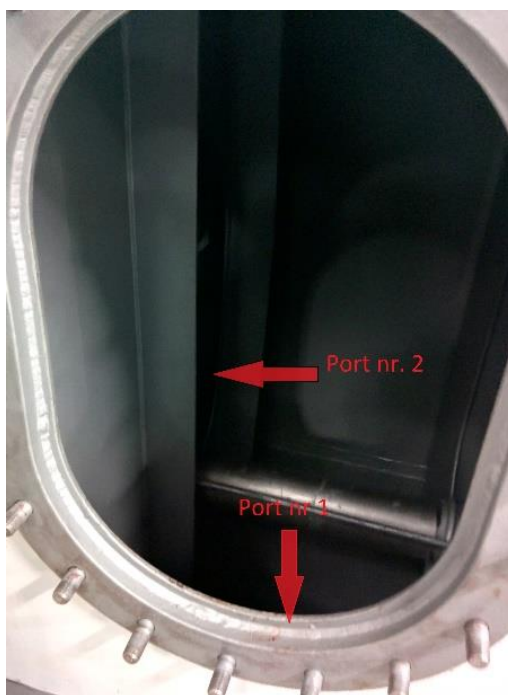
Et element som skaper stor skepsis for denne alternative bruken av metanol er hvor giftig stoffet er. Inntak av 30-50 gram metanol er dødelig, da det påvirker kroppens oksygenopptak. Gjerne påvirkes øynene først, så blindhet er en relativt vanlig komplikasjon. Metanol forbrennes bare ufullstendig i kroppen, og omdannes til maursyre og formaldehyd, og det forårsaker acidose i kroppen som gir dødelige symptomer [74].

Flammepunktet til metanol utgjør trolig den største risikoen om bord. Dette punktet er lavt, bare 11 °C, og møter altså ikke minimumskravet (se kapittel 3). Dessuten brenner metanol med en usynlig flamme, noe som gjør denne typen alkohol uforutsigbar og usikker [85].

Det finnes per dags dato ikke et regelverk til drivstoff med lavt flammepunkt, det er imidlertid som nevnt under utvikling (IGF – koden).

Når det kommer til risikovurderinger på metanol, blir de gjort i forhold til foreslått regelverk, DNV klasseregelverk og erfaring. Det ble etablert kontakt med Waterfront Shipping Co. Ltd. som frakter metanol, de hadde et godt innblikk i hvilke hensyn en bør forholde seg til. Disse sikkerhetshensynene mente de gav et godt sikkerhetsgrunnlag ombord:

**Ved lagring av metanol** ombord må tankene bli utstyrt med et «inert» system (ikke reagerende stoff). Dette systemet består av en gass, veldig ofte nitrogen, som vil ligge over metanolen i tankene for å skape en gasstrygg atmosfære. Tankene som inneholder metanol må bli omgitt av beskyttende kofferdammer. Noe som også finnes ombord Edda Fauna, kofferdammen vist nedenfor i Bilde 7.



Bilde 7 Kofferdamm med dobbel barriere

Foto: Andre Grindhaug

Formålet for kofferdammene er også å skape en gasstrygg atmosfære og skal i tillegg være installerte med gass – og væske deteksjon. Ved eventuell lekkasje av metanoldamp blir kofferdammene fylt med vann for å hindre videre lekkasje til utsatte områder for antennelse. Dette samsvarer også med del A-2 Paragraf 2.1.1 (Punkt 2.1.1.1 og 2.1.1.3) kravene i utkastet av IGF koden.

**Drivstofftilførselen (med pumpe)** må plasseres utenfor maskinrommet og må være utstyrt med ventilasjon, gass deteksjon og en sekundær barriere, i tilfelle lekkasje skulle skje. Tilførselsrørene, som er doble rør, må være arrangert for gassfrigjøring og inerting. Her benyttes nitrogensystemet, som også er brukt i oppbevaringstankene til metanol, for å spyle rørene med inert gass. Tilførselen må også inneholde automatisk og manuell nødavstengning ved en eventuell lekkasje, slik del A-2 Paragraf 2.2 i utkastet av IGF koden også viser til. I tillegg må all materiell i pakninger være alkohol resistente.

For alternative drivstoffsystemer, med lavt flammepunkt, må en risikovurdering bli gjort til **brannslukking**, i henhold til SOLAS Ch. 11-2 Reg. 17. Brannslukningssystemet på alternative drivstoffkilder skal være like sikkert som på et konvensjonelt drivstoffsystem. Metanol oppløses i vann, noe som gjør brannslukkingssystem med vann til det mest logiske ombord [86]. Det automatiske sprinkelsystemet med vann kan bli brukt i både motor – og pumperom, i henhold til klassegodkjenning. Det finnes selvsagt flere alternativer, hvor inergen, CO<sub>2</sub> eller alkoholresistent skum også kan bli godkjent.<sup>11</sup>

IGF koden vil også inkludere opplæring av mannskapet på drivstoff med lavt flammepunkt i del C 17.3 (krav til opplæring). For å sikre at metanol blir håndtert på den rette måten, må mannskapet bli opplært til riktig gassrelatert sikkerhet, operasjoner og vedlikehold. I tillegg må mannskap som har direkte ansvar for drivstoffrelatert utstyr ombord bli spesialtrenet på dette feltet.

<sup>11</sup> Pr. E – post fra Waterfront Shipping Co. Ltd. 27.02.2015 (Alle risikohensyn)

Med de hensyn som er belyst ovenfor, er et godt grunnlag for sikkerheten ombord satt. I henhold til IGF-koden A-1 Paragraf 14.3 punkt 4.3.3, skal elektrisk utstyr installert i klassifiserte områder (motorrom, pumperom) i henhold til A-1 Paragraf 12.5 være i ex-utførelse. Det vil si at alt elektrisk utstyr må bli konstruert på en måte som ikke danner gnist eller varme som kan antenne overflater [87]. Waterfront Shipping Co. Ltd. mener allikevel at ex utstyr ikke var nødvendig ombord ved metanoldrift, når de sikkerhetstiltakene nevnt over var blitt tatt hensyn til. Ex – utstyr vil for mange bety større ombygging og store investeringskostnader, noe som potensielt kan sprengte budsjettet til rederne. En vanlig lysarmatur (2x36W) koster for eksempel 500,-, mens en lysarmatur av ex kvalitet ligger mellom 2900 og 6858,-<sup>12</sup>.

I forhold til ulykker og utslipp til sjø, er ikke metanol ansett som et stoff som er skadelig på makroskopisk nivå. Dette er på grunn av løseligheten til metanol i vann. Det betyr allikevel ikke at å kaste metanol over bord som en operasjonell prosedyre er tillatt [86].

---

<sup>12</sup> Priseksempel fra Statoil

## 8.3 Etanol

Etanol er den typen alkohol man finner i drikkevarer som øl, vin og brennevin. Store mengder etanol er giftig for mennesker og dyr.

Fremstillingen av etanol kan skje på flere forskjellige måter. Det kan fremstilles ved å gjære sukker med en spesiell type gjærsopp. Denne prosessen kalles fermentering og fører til at man får produsert etanol (etanolprosent på maks 18 %) og CO<sub>2</sub>. For å få økt etanolprosenten ytterligere må etanolen destilleres [88]. Etanol kan også fremstilles til det vi kjenner som teknisk sprit som blir laget ved at etylen og vann reagerer over en katalysator og blir til etanol sprit [89].

Hvis produksjonen av etanol skjer med utgangspunkt i planter eller annen biomasse kalles det bioetanol. For å kunne produsere etanol fra biomasse må den enten inneholde sukker, stivelse eller cellulose [90]. Det er ingen forskjell på produktet etanol som er produsert fra petroleum, eller bioetanol som er produsert i fra biomasse, kun måten det er fremstilt på.

Etanol har allerede et bredt bruksområde. Det brukes i en rekke industrier som f. eks kosmetikk, og legemidler [88]. Etanol brukes også som teknisk sprit, som alkohol i drikkevarer og som løsemiddel. Etanol er også et etablert drivstoff for biler, enten i ren form, eller som en del av drivstoffet [89].

### 8.3.1 Økonomi og tilgjengelighet

For biler er bioetanol et etablert drivstoff der det er vanlig å blande bensin med bioetanol som for eksempel E85 der 15 % er bensin og 85 % er bioetanol. Det negative ved benyttelse av etanol som drivstoff, er at forbruket blir høyere da energitettheten er lavere enn eksisterende drivstoff. En annen grunn til at det er viktig med en liten prosent bensin i bioetanol er vanskelighetene med kald start. E85, som er drivstoff til biler, er tilgjengelig på 19 bioetanol stasjoner som eies av Statoil [91].

På verdensbasis er det bioetanol det mest produserte biodrivstoffet. Det ble produsert hele 80 milliarder liter i 2010 [92].

Etanol som drivstoff til skip er i dag nærmest ikke eksisterende [93], men vi har utskipningshavner for dette. Blant annet har Borregaard en isfri utskipningshavn for etanol [94], og Oslo havn skriver i sin havneplan for 2013-2030 at det vil bli gjort plass til nye våtbulksprodukter hvis dette skal bli nødvendig. Etanol og biodiesel nevnes som to av de nye våtbulksalternativene [95]. Det eksisterer altså ingen fyllestasjoner for etanol som drivstoff, men vi har havner i Norge med etanol for utskipning.

Prisen for Etanol i Norge varierer ut i fra hvor etanolen er produsert og hva den er produsert av. Prisen for 100 % etanol fra Europa og inn til Norge er ca. 5 kr/liter hvis man importerer i store volum med skip. Prisen på 96 % etanol er ca. 10 % billigere enn 100 % etanol, hvis vi snakker om 1. generasjons etanol som er basert på mais eller korn fra Asia, Sør Amerika eller lignende.

2. generasjons etanol produsert i Norden, vil ligge inntil 1 kr høyere i pris pr liter, for både 96 % og 100 % etanol.<sup>13</sup>

Man vil da oppnå følgende priser på de forskjellige etanolfremstillingsmåtene:

Hvis man går ut i fra en tetthet på 790 kg/m<sup>3</sup> eller 0,00079 tonn/l.

---

<sup>13</sup> Borregaard, E-post 27.02.15

Vi får da en pris pr tonn og en pris pr GJ på (se utregning for MJ/kg under Energi og miljø):

### **100 % fra Europa:**

$$\frac{5\text{kr}}{0,000790 \text{ tonn}} \approx \underline{\underline{6329 \text{kr/tonn}}} \rightarrow \frac{6329\text{kr/tonn}}{30\text{GJ/tonn}} \approx \underline{\underline{211\text{kr/GJ}}}$$

### **96 % fra Asia/Sør Amerika:**

$$\frac{5\text{kr}}{0,000790 \text{ tonn}} \cdot 0,90 \approx \underline{\underline{5696\text{kr/tonn}}} \rightarrow \frac{5696\text{kr/tonn}}{30\text{GJ/tonn}} \approx \underline{\underline{190\text{kr/GJ}}}$$

Med dagens dollarpris på 8,2 kr vil 100 % etanol fra Europa koste nesten 26 \$ / GJ og 96 % etanol fra Asia / Sør Amerika vil koste 23 \$ / GJ.

### **2. generasjons etanol fra Norden:**

100 % etanol:

$$\frac{6\text{kr}}{0,000790\text{tonn}} \approx \underline{\underline{7595\text{kr/tonn}}} \rightarrow \frac{7595\text{kr/tonn}}{30\text{GJ/tonn}} \approx \underline{\underline{253\text{kr/GJ}}}$$

96 % etanol:

$$\frac{6\text{kr}}{0,000790\text{tonn}} \cdot 0,90 \approx \underline{\underline{6835\text{kr/tonn}}} \rightarrow \frac{6835\text{kr/tonn}}{30\text{GJ/tonn}} = \underline{\underline{228\text{kr/GJ}}}$$

Slik 2. generasjons etanol i dollar/GJ vil da forholdsvis bli rundt 31 \$/GJ for 100 % etanol og 28 \$/GJ for 96 %.

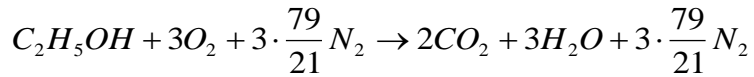
#### 8.3.2 Energi og miljø

Etanol har en energitetthet på ca. 30 GJ/mt (se beregninger under). Etanol inneholder ikke svovel og tilfredsstillt dermed de nye kravene pr. 1. januar 2015 om maks 0,10 % svovelinnhold i drivstoffet i ECA-områdene (MARPOL Vedlegg VI Reg. 14). Benyttelse av bioetanol regnes som utslippsnøytralt i henhold til kyotoprotokollen, som vil si at CO<sub>2</sub> utslippene som blir gjort ved forbrenning av bioetanol regnes som å være en del av det naturlige karbonkretsløpet. Grunnen til at vi kan se på det på denne måten er at den CO<sub>2</sub> som blir sluppet ut ved forbrenning av bioetanol, er den samme som biomassen etanolen ble produsert av tok opp fra atmosfæren [96]. Dette vil i teorien si at det eneste utslippsstoffet som vurderes i denne rapporten som er skadelig for miljøet hvis man bruker bioetanol er NO<sub>x</sub> utslipp. Som vi ser ut i fra tabell 5, så har etanol et høyere utslipp av NO<sub>x</sub> enn de eksisterende drivstoffene.

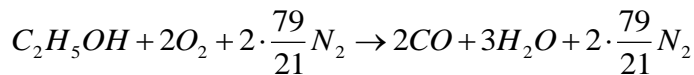
Utslippene av CO<sub>2</sub> og CO er gjort rede for under beregninger og sammenligning med andre alternative drivstoff er under refleksjonsavsnittet.

**Beregninger** [82] [83] :

Reaksjonslikning ved fullstendig forbrenning av et mol etanol:



Reaksjonslikning for helt ufullstendig reaksjon av et mol etanol:



Reaksjonsentalpien/energitettheten ved 25 °C:

$$\Delta H^\theta = \sum_P n_i \Delta \tilde{h}_{fi}^\theta - \sum_R n_i \Delta \tilde{h}_{fi}^\theta \quad [84]$$

$$\Delta H^\theta = 2 \text{ mol} \cdot (-393520 \text{ J/mol}) + 3 \text{ mol} \cdot (-285820 \text{ J/mol}) - 1 \text{ mol} \cdot (-281102 \text{ J/mol})$$

$$\Delta H^\theta = -1363398 \text{ J/mol etanol}$$

Energitettheten per kg etanol blir da:

$$\begin{aligned} & -1363389 \text{ J/mol etanol} \cdot \frac{1}{46,07 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}} \\ & = -29594052,53 \text{ J/kg etanol} \\ & \approx \underline{\underline{-30 \text{ MJ/kg etanol}}} \end{aligned}$$

**Utslipp av klimagasser ved forbrenning av 1 kg etanol:**

$$M = \frac{m}{n}$$

$$n_{\text{Etanol}} = \frac{1 \text{ kg}}{M_{\text{Etanol}}} = \frac{1 \text{ kg}}{46,07 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}} = \underline{\underline{21,7 \text{ mol}}}$$

Ser ut i fra reaksjonslikningen at 21,7 mol etanol gir 43,4 mol CO<sub>2</sub> og CO.

Fullstendig forbrenning gir:

$$m_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} \cdot M_{\text{CO}_2} = 43,4 \text{ mol} \cdot 44,01 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} = \underline{\underline{1,91 \text{ kg CO}_2}}$$

Utslipp per tonn blir da:  $1,91 \text{ kg CO}_2 \cdot 1000 \text{ kg Etanol} = \underline{\underline{1910 \text{ kg CO}_2/\text{tonn Etanol}}}$

Utslipp per GJ blir:

CO<sub>2</sub>:

$$\frac{1910 \text{ kg/tonn}}{30 \text{ MJ/tonn}} = \underline{\underline{63,67 \text{ kg/GJ}}}$$

SO<sub>2</sub>: 0 kg/GJ

Helt ufullstendig forbrenning gir:

$$m_{\text{CO}} = n_{\text{CO}} \cdot M_{\text{CO}} = 43,4 \text{ mol} \cdot 28,01 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} = \underline{\underline{1,22 \text{ kg CO}}}$$

Utslipp per tonn blir da:  $1,22 \text{ kg CO} \cdot 1000 \text{ kg Etanol} = \underline{\underline{1220 \text{ kg CO/tonn Etanol}}}$

### 8.3.3 Risikovurderinger og regelverk

Etanol har et flammepunkt på 12 °C og er ikke godkjent som drivstoff (se kapittel 3). Det finnes i dag ikke noe regelverk for drivstoff med flammepunkt under 60 °C, bortsett fra MSC 285(86) og Forskrift 17. juni 2002 nr. 644 for lasteskip hvor forbrenningsmotorer drives med naturgass. Disse regelverkene tar for seg skip som bruker gass som drivstoff, men er ikke gjeldende for etanol. Regelverket som vil gjelde for bruk av etanol vil trolig være IGF koden når denne er ferdig i 2017.

Fortynnet etanol er kjent som nytelsesmidler (øl, vin og brennevin), men ren etanol er giftig for mennesker og dyr. Datablad for etanol som løsemiddel blir lagt ved rapporten (vedlegg 2). Dette databladet beskriver de fleste farene etanol har for mannskap og skip og er beskrevet videre i dette kapitlet. Etanol er meget brannfarlig og det er dette som er den største faren ved bruk av etanol. Med et flammepunkt på bare 12 °C avgir etanol brennbar gass i de fleste tilfeller om bord. Tenntemperaturen er på 425 °C. Det er derfor viktig at områder om bord på skipet hvor det kan være fare for etanolutslipp ikke har overflater som kan få en temperatur på over 425 °C og dermed antenne etanolgassen. For mannskapet er ikke eksponering av etanol spesielt farlig. Både ved innånding, øye og hudkontakt kan det oppstå irritasjoner. Ved langvarig eksponering av etanol mot huden kan du få tørr hud. Selv om dette ikke er direkte farlige konsekvenser, så er det ubehagelige konsekvenser. Verneutstyr, som briller og godkjente hansker bør brukes ved arbeid som kan føre til eksponering. Åndedrettsvern bør brukes der det er fare for avgassing.

Ved svelging av etanol kan man få de samme symptomene som ved alkoholpåvirkning.

Som nevnt i tilgjengelighetskapitlet er etanol godt etablert som drivstoff og tilsetningsstoff til drivstoff for biler. For skip derimot er ikke dette tilfelle. Her er det metanol som er mest fokusert på, dette også når det gjelder risikoanalyser. Det ble ikke funnet noen risikoanalyser om etanol som drivstoff i denne studien, men mange av de samme løsningene som må gjøres ved bruk av metanol, gjelder også etanol, da IGF-koden ikke skiller disse stoffene, da A-2 tar for seg både metyl og etyl alkoholer.

## 9. Refleksjon

Dette kapitlet reflekterer rundt de fakta denne studien har kommet fram til. I delkapitlene under sammenliknes hvert enkelt av de alternative drivstoffene opp mot de eksisterende, og det konkluderes under hvert delkapittel om dette alternativet er en god nok erstatting. For lettere å holde en oversikt over hvilke verdier som gjelder for hvilke drivstoff er det laget en oversiktstabell, Tabell 5.

Drivstoff Sammenligningsobjekt	HFO	MGO/MDO (LSMGO)	LNG	Biodiesel	Metanol	Etanol
CO <sub>2</sub> /tonn ved fullstendig forbrenning	3114 Kg	3206 Kg	2762 Kg*	2820 Kg*	1373,5 Kg	1910 Kg
CO/tonn ved helt ufullstendig forbrenning	2008,044 Kg*	2012,71 Kg*	1757,9 Kg*	1794,8 Kg*	874 Kg	1220 Kg
SO <sub>2</sub> /tonn	41,95 Kg*	17,98 Kg*	0 Kg	Ca. 0 Kg	0 Kg	0 Kg
NO <sub>x</sub> i %av HFO/MDO**	100 % **	100 %**	10 - 80 %**	110 %**	40 - 90 %**	110 %**
Energitetthet	40 MJ/Kg	42,7 MJ/Kg	48 MJ/Kg	37,2 MJ/Kg	22,6 MJ/Kg	30 MJ/Kg
CO <sub>2</sub> /GJ	77,85 Kg	75,1 Kg	57,3 Kg	75,8 Kg	60,8 Kg	63,67 Kg
SO <sub>2</sub> /GJ	1,05 Kg	0,42 Kg	0 Kg	Ca. 0 Kg	0 Kg	0 Kg
Pris \$/GJ	IFO380:7,4 IFO180:8,05	12,85 ***	12,2 - 14,5	10,89	14 - 18,5	23 - 31
Pris med NO <sub>x</sub> rensing \$/GJ	IFO380: 9,5**** IFO180:10,15****	14,95 *****	NA	12,99	NA	25,1-33,1

Tabell 5: Oversiktstabell

CO<sub>2</sub> verdiene for HFO og MGO er tatt fra Resolution MEPC.212(63) ANNEX 8, side 2.

\*Verdien er tatt ut i fra sammensetningen brukt i beregningseksemplet. Verdien vil variere med sammensetningen av drivstoffet.

\*\*Verdiene er hentet fra en tabell fra en intern rapport hos DNVGL fra 2012. Tabellen fra rapporten ble sendt til oss på mai fra DNVGL

\*\*\*. Gjelder ECA-område

\*\*\*\* I tillegg til NO<sub>x</sub> rensing må MGO/MDO(Hvis det ikke er LSMGO) og HFO ha SO<sub>x</sub> rensing som vil ha en betydelig kostnad, men som vil variere såpass mye at CAPEX og OPEX blir vanskelig å fastslå.



## 9.1 Biodiesel mot eksisterende

### **Økonomi og tilgjengelighet**

Biodiesel som drivstoff, er billigere enn MGO/MDO og LNG, men dyrere enn tungolje. Hvis CO<sub>2</sub>-skatten økes, kan den billigste biodieselen bli konkurransedyktig i skipstrafikken. Det som er den store ulempen ved bruk av biodiesel er hvordan den billigste typen produseres. Biodiesel laget på raps er den mest økonomiske produksjonsmetoden, men dette går utover jordbruksarealer som kunne vært brukt til matproduksjon. Andre produksjonsprodukter som trevirke og alger er bedre alternativer, men siden produksjonsprosessen er kompleks så vil prisen på drivstoffet øke. Da kan det være bedre å bruke LNG, som også kan produseres fornybart, kalt LBG.

Pr. i dag er det ingen infrastruktur for biodiesel i skipstrafikken, men det er etablert noen fyllestasjoner for bil som bruker biodiesel som innblandingsstoff i vanlig diesel. Infrastrukturen til MGO/MDO og tungolje er god, siden dette er brukt i alle år, men også LNG begynner å få god infrastruktur.

### **Energi og miljø**

Energitettheten til biodiesel er noe lavere enn de eksisterende drivstoffene. LNG er den med høyest energitetthet, det vil si at den kan produsere mer energi på samme masse drivstoff enn hva MGO/MDO, HFO og biodiesel kan. Ved forbrenning av biodiesel oppstår det en liten andel av SO<sub>x</sub> og en får en 10 % økning i NO<sub>x</sub> i forhold til nåværende drivstoff. Det fins muligheter for å redusere utslippet av NO<sub>x</sub>, men dette betyr en ekstra kostnad (se kapittel 6.2). CO<sub>2</sub> utslippet vil ikke bidra til økt drivhuseffekt, da den befinner seg i en lukket karbonkrets. Både MGO/MDO og HFO er mindre miljøvennlige drivstoff. LNG inneholder ingen SO<sub>x</sub>, men metanutslippet resulterer i at klimagassene fra LNG er på samme nivå som MGO/MDO. Det er også her muligheter for å redusere metanutslippet, men igjen vil dette føre til en ekstra kostnad.

### **Risikovurdering og regelverk**

Biodiesel har et høyere flammepunkt enn MDO/MGO, tungolje og LNG. Høyere flammepunkt indikerer bedre sikkerhet. Risikovurderingene som angår biodiesel vil ha med vedlikehold å gjøre, biodiesel har nesten samme egenskaper som vanlig marin diesel. De regler og lover som gjelder for vanlig marin diesel, vil også gjelde for biodiesel.

## Konklusjonstabell

<i>Drivstoff</i>	HFO	MGO/MDO (LSMGO)	LNG
<i>Sammenlikning</i>			
<b>Pris på drivstoff</b>			
<b>Tilgjengelighet</b>			
<b>Klimagass utslipp</b>			
<b>SO<sub>2</sub> (uten rensing)</b>			
<b>NO<sub>x</sub> (Uten rensing)</b>			
<b>Energitetthet</b>			
<b>Tilfredsstillere kravene i MARPOL Vedlegg VI Reg. 14 (uten rensing)</b>			
<b>Helsefare</b>			
<b>Brannfare</b>			
<b>Fornybar</b>			

*Tabell 6: Sammendrag av sammenlikning Rødt=Biodiesel er dårligere Gult=Like bra Blått=Biodiesel er bedre*

Beregningene viser et høyere utslipp av CO<sub>2</sub> fra biodiesel enn fra LNG, men siden dette inngår i karbonkretsløpet, vil ikke dette føre til økt konsentrasjon av klimagasser. For de alternative drivstoffene er tilgjengeligheten dårlig, og det er derfor ikke lagt så mye vekt på dette i konklusjonen. Det viktigste er at det tilfredsstillere kravene satt av IMO. For rederiene er også pris en viktig faktor. Fra konklusjonstabellen ser man at tungolje slår biodiesel på pris, men at biodiesel slår alle de eksisterende på CO<sub>2</sub> utslipp. Det som gjør biodiesel til et mindre attraktivt drivstoff er produksjonsmetoden og tilgjengelighet. I dag blir jordbruksarealer mest brukt til produksjon av biodiesel, og hvis biodiesel skal bli et mer attraktivt produkt, må produksjonen fra alger og skogbruk utvides, slik at produksjonen av drivstoffet ikke går ut over matproduksjonen. Tilgjengeligheten kan bedres med enkle tiltak, ved gradvis å tilsette additiver i eksisterende marin diesel, slik som blir gjort i biltrafikken. Vår vurdering er at 100 % biodiesel ikke kan erstatte de eksisterende drivstoffene slik situasjonen er pr. dagsdato, men å tilsette biodiesel i marin diesel er et godt alternativ.

## 9.2 Metanol mot eksisterende

### Økonomi og tilgjengelighet

Metanol som drivstoff er ukjent, og tilgjengeligheten til slikt forbruk blir dårlig i de fleste tilfeller. Det er tidligere gjort rede for «Stena Germanica» i kapittel 8.2 som er det første kjente skipsprosjektet som er bygget til metanoldrift [97]. «Stena Germanica» er en ferje som kun seiler mellom to havner, noe som gjør infrastruktur og bunkring med et alternativt drivstoff, mye lettere. I andre segmenter av sjøtransport vil en slik utbygging av infrastruktur bli vanskeligere og vil være avhengig av flere aktører bidrar. Den spesifikke kostnaden til metanol er relativt høy, her i Europa oppimot 17 \$/GJ ifølge Methanex og er altså noe dyrere enn LNG og marin diesel. Dette er basert på produksjon fra naturgass, produksjonen kan imidlertid bli bærekraftig (fornybar). Forskergruppen CEESA i Danmark anslo blant annet at produksjon av metanol fra biomasse for så å benytte den til transportenergi er den mest energieffektive måten å sikre grønn transport på [98]. Produksjon av metanol fra biomasse er trolig også planen til Stena rederiet.

Noen kilder påstår at en ombygging til metanol vil være billigere enn for LNG. Prisen for et LNG nybygg vil være rundt 10 – 15 % dyrere enn for et nybygg (se kapittel 0) som kjører på tungolje, noe som gir en 20 – 30 millioner dollar investering [28]. Ombyggingskostnaden til metanol menes å være billigere, men vanskelig å sette et eksakt tall på, da antall ombyggingsprosjekter er få. Ombyggingen av «Stena Germanica» har relativ høy kostnad i denne sammenheng på 25-28 millioner dollar, men har fått støtte på 50 % av denne kostnaden via EU sitt transportnettverk (TEN-T) [97]. Eller altså like dyr som for en ombygging til LNG. Det anbefales videre undersøkning på det økonomiske aspektet ved slik ombygging og drift på metanol.

### Energi og miljø

Metanol er det drivstoffet som har lavest energitetthet i denne rapporten, med 22,6 GJ / mt, ifølge Tabell 5: Oversiktstabell. Det vil by på mange problemer med metanol som drivstoff, blant annet med spesifikk kostnad, og at en trenger større volum for å oppnå lik energimengde, som ved konvensjonelle løsninger.

Om en ser på Tabell 5: Oversiktstabell helt i starten på kapittelet, er metanol en av de mest miljøvennlige stoffene ved forbrenning. Metanol inneholder ikke svovel, NO<sub>x</sub> utslippet kan bli redusert med 10 – 60 % sammenlignet med MGO og tungolje og det lave CO<sub>2</sub> utslippet er kun slått av LNG. Den flytende naturgassen vil imidlertid forurense luften med metan, som er en mye sterkere drivhusgass enn CO<sub>2</sub>. Om metanolen er produsert på en bærekraftig måte, vil CO<sub>2</sub> utslippet i tillegg bli neglisert i henhold til kyotoavtalen. Det vil si at forbrenning av metanol ikke bidrar til økt CO<sub>2</sub> konsentrasjon. Det er med dette liten tvil om at metanol til slikt formål, vil imøtekomme alle nåværende - og fremtidige miljøutslippsreguleringer.

## Risikovurdering og regelverk

Metanol er et stoff som har lavt flammepunkt, og pr. dags dato er det ingen regelverk som inkluderer slike drivstoff. Med det lave flammepunktet, følger også mange sikkerhets hensyn. Det giftige stoffet har et flammepunkt på 11 °C og ved antennelse brenner det med en usynlig flamme som kan få store konsekvenser. Mannskapet må bli opplært og skipet må igjennom noe ombygging for at slikt formål skal bli sikkert. Tilleggsutstyret som kreves ombord er belyst i kapittel 8.2.3, i tillegg til det kreves det også utskiftning av motor («dual fuel engine»). Sammenlignet med de konvensjonelle drivstoffene er altså metanol usikkert og uprøvd, både for mannskap og materiell. De helsefarlige konsekvensene ved eksponering er akutte for mannskapet (blindhet, forgiftning), mens det for konvensjonelle drivstoffløsninger (marin diesel og tungolje) er snakk om flere langsiktige helsefarer (kreftfremkallende ved hyppig berøring og innånding). LNG på den andre siden innebærer få risikoer til mannskap – så lenge det rette utstyret er installert.

Til slutt er metanol ikke farlig i det marine miljøet (utslipp til sjø), slik som marin diesel og tungolje er. Metanol reagerer og blir oppløst i vann, men det er allikevel ikke lov til å kaste metanol overbord som en operasjonell prosedyre.

## Konklusjonstabell

<i>Drivstoff</i>	<b>HFO</b>	<b>MGO/MDO (LSMGO)</b>	<b>LNG</b>
<i>Sammenlikning</i>			
<b>Pris på drivstoff</b>			
<b>Tilgjengelighet</b>			
<b>Klimagasser</b>			
<b>SO<sub>2</sub> (uten rensing)</b>			
<b>NO<sub>x</sub> (Uten rensing)</b>			
<b>Energitetthet</b>			
<b>Tilfredsstillende kravene i MARPOL Vedlegg VI Reg. 14 (uten rensing)</b>			
<b>Helsefare</b>			
<b>Brannfare</b>			
<b>Fornybar</b>			

Tabell 7 Sammendrag av sammenlikning Rødt=Metanol er dårligere Gult=Like bra Blått=Metanol er bedre

Metanolfremdrift er en av de mest lovende metodene for å sikre grønn og bærekraftig transportenergi på. Metanolproduksjon kan potensielt bli bærekraftig, om man bruker større andel biologisk avfall og annen biomasse. Videre er metanol med dagens produksjonsmetode relativt kostbar mot de andre drivstoffene, når energitettheten er tatt høyde for.

Av de alternative drivstoffene vurdert i denne rapporten, har metanol størst tilgjengelighet, samtidig som den har lavest miljøutslipp. Metanol er dog usikkert og teknisk krevende. For et drivstoff med lavt flammepunkt, må påfølgende risikoanalyser gjøres, på bakgrunn av foreslått regelverk og erfaringer. IGF koden som blir ferdigstilt i 2017 skal sikre at mannskapet opplæres riktig, og at skipet er konstruert på en måte som er akseptabel for slikt metanolforbruk.

Mye ligger til rette for at metanol kan ta over flere segmenter av sjøtransport, hvor i første omgang skip som har få havner er aktuelt. Infrastruktur med påfølgende bunkringsalternativer innebærer relativt store investeringskostnader, og krever flere større aktører. Stena er foreløpig det eneste store rederiet som har gått for denne løsningen, de mener at løsningen kan være minst like god som LNG. Flere kilder påstår at ombyggingskostnaden er mindre for metanol enn for LNG, pilotprosjektet «Stena Germanica» viser dog til høy kostnad. Fokuset på drivhusgasser har aldri vært større, og IMO jobber aktivt med å redusere utslippene globalt [99]. Det er derfor sannsynlig at bastante reguleringer som omhandler drivhusgasser blir å se i fremtiden. Skjer dette, vil metanol sin posisjon som drivstoff bli sterkere, og de konvensjonelle svakere.

Denne studien konkluderer med at metanol som drivstoff er ikke et godt nok drivstoff til å erstatte de konvensjonelle drivstoffene i alle nisjer, med dagens pris. Det kan dog være aktuelt i enkelte segmenter av sjøtransport på skip som har få havner, noe som vil kreve mindre investeringskostnader. Det anbefales videre økonomisk undersøkning, og at et sannsynlig fremtidig regelverk blir tatt høyde for i en eventuell vurdering av dette drivstoffet.

### 9.3 Etanol mot eksisterende

#### Økonomi og tilgjengelighet

Den store ulempen med etanol er tilgjengeligheten. Etanol er ikke et etablert drivstoff i maritim sammenheng, så for at etanol i det hele tatt skal kunne bli vurdert som et drivstoff, må infrastruktur bygges ut. Et godt sted å starte med dette er for eksempel på fergesamband, offshore supply skip (PSV) eller liknende områder hvor skipene går til og fra de samme havnene gang etter gang. Dette gjør at det ikke trengs store investeringer for å få etablert etanol-fyllestasjoner. Det er på denne måten mange av skipene som er drevet på LNG i dag opererer. MGO og HFO er godt etablerte drivstoff på verdensbasis og LNG begynner å øke på tilgjengeligheten.

Prisen på etanol varierer fra 23 \$/GJ til 31 \$/GJ avhengig om du vil ha 1. eller 2. generasjons etanol og hvor i verden du kjøper dette i fra. Dette er dobbel pris hvis vi sammenlikner med de nåværende drivstoffene. Skal man i tillegg ha rensing av NO<sub>x</sub> må man legge på ca. 2\$/GJ ekstra. Skal etanol bli konkurransedyktig må prisen nærmest halveres. En økning av produksjon og tilgjengelighet kan være en måte å få prisene ned på, men for å få til dette må man gå inn for å gjøre etanol til et kommersielt drivstoff.

#### Energi og miljø

Energitettheten til etanol er 25 % til nesten 40 % lavere enn de etablerte drivstofftypene. Dette vil si at vi trenger en større masse etanol for å få ut like mye energi enn for de eksisterende drivstoffene. Ser vi på utslipp per GJ derimot kommer etanol bedre ut. Etanol har lavere CO<sub>2</sub>-utslipp per GJ enn både HFO og MGO, og har ingen utslipp av svovel. Hvis etanol ikke er produsert av petroleumsprodukter, men av biomasse kan man se helt vekk fra CO<sub>2</sub> utslippene og si at ved forbrenning er det null utslipp av både CO<sub>2</sub>-og SO<sub>x</sub> gasser. Etanol har derimot høyere NO<sub>x</sub> utslipp enn samtlige av de eksisterende drivstoffene, men dette kan reduseres ved bruk av renseteknologi, eller annen teknologi som gjør at vi får en lav-NO<sub>x</sub> forbrenning. Som nevnt i rensesystemkapitlet vil rensing medføre en kostnad på ca. 2 dollar ekstra per GJ. Som vist i Tabell 5 har etanol mindre CO<sub>2</sub> utslipp enn LNG også, men LNG kan på lik linje med etanol også utvinnes i fra biomasse, og i klimaregnskap vil da LNG regnes til å ha null utslipp av CO<sub>2</sub>. NO<sub>x</sub> utslippene er også betydelig lavere ved bruk av LNG enn etanol. LNG har derimot utslipp av metangass, og vil dermed ha et større utslipp av klimagasser enn etanol, uansett om det er laget av petroleum eller av biomasse (LBG).

#### Risikovurdering og regelverk

For mennesker er ikke faren ved etanol stor sammenliknet med dieseldestillatene og tungolje. Eneste faren er forgiftning ved svelging. Den største faren ved å benytte dette drivstoffet går på brannsikkerheten pga. det lave flammepunktet til etanol. Her er diesel og tungolje mye sikrere, siden de har høyere flammepunkt enn etanol. Flammepunktet til LNG derimot ligger langt under etanol sitt flammepunkt. Risikoen ved bruk av etanol og LNG er dermed større enn ved bruk av diesel og tungolje, men ved bruk av IGF-koden som kommer ut i 2017, så kommer bruken av lavflammepunktsdrivstoff til å bli like sikkert som diesel og tungolje. IGF-koden stiller andre krav enn SOLAS og ombygging av utstyret på skipet vil dermed være nødvendig om den skal over på etanoldrift.

## Konklusjonstabell

<i>Drivstoff</i>	<b>HFO</b>	<b>MGO/MDO (LSMGO)</b>	<b>LNG</b>
<i>Sammenlikning</i>			
<b>Pris på drivstoff</b>			
<b>Tilgjengelighet</b>			
<b>Klimagasser</b>			
<b>SO<sub>2</sub> (uten rensing)</b>			
<b>NO<sub>x</sub> (Uten rensing)</b>			
<b>Energitetthet</b>			
<b>Tilfredsstillere kravene i MARPOL Vedlegg VI Reg. 14 (uten rensing)</b>			
<b>Helsefare</b>			
<b>Brannfare</b>			
<b>Fornybar</b>			

*Tabell 8: sammendrag av sammenlikning Rødt=Etanol er dårligere Gult=Like bra Blått=Etanol er bedre*

Det som virkelig trekker etanol ned som et alternativ er prisen. Et skip på LSMGO og med teknologien som f. eks GE bruker i sine L250 og V250 dieselmotorer vil være et langt billigere alternativ, pluss at det tilfredsstillere de utslippskravene MARPOL setter i Vedlegg VI Reg. 13 og 14. HFO vil også være billigere å bruke med rensing enn etanol. Siden etanol er et alternativt drivstoff sier det seg selv at tilgjengeligheten er dårligere enn for de etablerte drivstoffene, så den faktoren er ikke tungt vektlagt. LNG er i dag godt etablert som drivstoff til ferger, PSV-skip og taubåter. Det er i disse nisjene man burde ha prøvd og fått inn etanol som et etablert drivstoff. LNG scorer totalt bedre enn etanol, og kun klimagassutslipp er det punktet etanol scorer bedre på. Dette er pga. metanutslippene vi får ved bruk av dagens teknologi ved forbrenning av LNG.

Denne studien konkluderer derfor med at med dagens prisnivå og teknologi, så er ikke etanol et bærekraftig alternativ til de nåværende drivstoffene, både med tanke på utslipp, regelverk og økonomi.

## 10. Konklusjon

Når man skal finne et nytt og godt drivstoff til å erstatte de etablerte med, er det viktig at drivstoffet scorer bra på utslipp og økonomi. Dette for å sikre en bærekraftig utvikling av næringen, samtidig som at redernes økonomiske interesser blir ivaretatt. Videre er det viktig at drivstoffet kan brukes innenfor gjeldende regelverk og at risikoen ved bruken av drivstoffet dermed er kjent og tatt høyde for i designet av skipet. Det er også viktig at energitettheten er høy nok til å kunne bruke drivstoffet over lengre avstander uten at det tar opp for mye volum. Når det gjelder tilgjengelighet og pris er ikke dagens situasjon så kurant å se på. Det man må se på er hva prisen vil ligge på når drivstoffet er etablert. Når det gjelder biodrivstoffene er det viktig å se på om det er mulig å øke produksjon og tilgjengelighet, samtidig som at drivstoffet blir produsert på en bærekraftig måte.

Ut i fra denne studien kan vi utelukke etanol som et alternativt drivstoff med dagens priser og NO<sub>x</sub> utslipp. Prisen for å bygge et etanoldrevet skip er også høyere enn for et skip som er drevet på MGO, og skipet må trolig ha NO<sub>x</sub> rensing installert. Metanol er et mye bedre alternativ med tanke på både utslipp og pris.

Denne studien vil anbefale metanol som et godt alternativ til diesel og tungolje, men da med forbehold om at metanolen på sikt blir produsert på en bærekraftig måte, og at tilgjengeligheten bedres. Fergesamband, som for eksempel Stena rederiet har begynt med, er et godt utgangspunkt.

Når det gjelder biodiesel, så kan ikke dette alene erstatte noen av de eksisterende drivstoffene fullt ut. Denne studien anbefaler å gjøre det samme i maritim næring som i bilindustrien, å fase ut vanlig diesel gradvis ved å benytte biodiesel som et additiv til den vanlige dieselen.

LNG har i denne rapporten gått under eksisterende drivstoff, da dette drivstoffet har vært på markedet en stund. Det er ingen av drivstoffene i rapporten som totalt sett vil være et bedre alternativ enn LNG. Største utfordringen til LNG er utslippet av metan, men når forbrenningsteknologien blir bedre, vil forhåpentligvis disse utslippene minimeres.



## Bibliografi

- [1] Sjøfartsdirektoratet, «[www.sjofartsdir.no/om-direktoratet.no](http://www.sjofartsdir.no/om-direktoratet.no),» 11 Februar 2014. [Internett]. Available: [www.sjofartsdir.no/om-direktoratet.no](http://www.sjofartsdir.no/om-direktoratet.no). [Funnet 5 Mars 2015].
- [2] Sjøfartsdirektoratet, «[Sjofartsdir.no/Om-direktoratet](http://www.sjofartsdir.no/Om-direktoratet),» 31 Januar 2014. [Internett]. Available: <http://www.sjofartsdir.no/om-direktoratet/presentasjon-av-direktoratet/>. [Funnet 5 Mars 2015].
- [3] Norsk Samfunnvitenskapelig Datatjeneste, «[nsd.uib.no](http://nsd.uib.no),» 2013. [Internett]. Available: <http://www.nsd.uib.no/polsys/data/forvaltning/ansatte/etat/24:10>. [Funnet 9 Mars 2015].
- [4] Sjøfartsdirektoratet, «Sjøfartsdirektoratet,» 24 Januar 2014. [Internett]. Available: <http://www.sjofartsdir.no/registrering/om-registrene/>. [Funnet 3 4 2015].
- [5] International Maritime Organization (IMO), «[imo.org](http://imo.org),» Januar 2015. [Internett]. Available: [http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Sulphur-oxides-\(SOx\)-%E2%80%93Regulation-14.aspx](http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Sulphur-oxides-(SOx)-%E2%80%93Regulation-14.aspx). [Funnet 5 Mars 2015].
- [6] hellenicshippingnews, «[Hellenicshippingnews.com](http://www.hellenicshippingnews.com),» 9 Februar 2015. [Internett]. Available: <http://www.hellenicshippingnews.com/shipping-industrys-response-to-eca-2015/>. [Funnet 5 Mars 2015].
- [7] S. Ø. Flåten, «[Tu.no](http://www.tu.no),» 30 Januar 2014. [Internett]. Available: <http://www.tu.no/industri/2014/01/30/her-skal-oslo-avfallet-bli-til-flytende-biogass>. [Funnet 5 Mars 2015].
- [8] IMO, «SOLAS,» IMO, 2014, p. 474.
- [9] IMO, «MARPOL,» IMO, 2011, p. 447.
- [10] IMO, «[IMO.org](http://imo.org),» 2015. [Internett]. Available: <http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Nitrogen-oxides-%28NOx%29-%E2%80%93Regulation-13.aspx>. [Funnet 10 Mars 2015].
- [11] Sjøfartsdirektoratet, «Regler for passasjer- og lasteskip mv.,» 1319, Sjøfartsdirektoratet, 2014.
- [12] IMO, [Internett]. Available: [http://www.lng-info.de/fileadmin/Normen/Draft\\_IGF-Code\\_26.04.\\_2013\\_rev.12.07.2013.pdf](http://www.lng-info.de/fileadmin/Normen/Draft_IGF-Code_26.04._2013_rev.12.07.2013.pdf). [Funnet Februar 2015].
- [13] Norges Rederiforbund, «Miljøvennlig skipsfart - WG5,» [Internett]. Available: [http://www.rederi.no/nrweb/cms.nsf/\\$all/EA9150BB03C41284C125786300269148](http://www.rederi.no/nrweb/cms.nsf/$all/EA9150BB03C41284C125786300269148). [Funnet 6 mars 2015].
- [14] Norges Rederiforbund, «Miljøvisjonen,» [Internett]. Available: [http://www.rederi.no/nrweb/cms.nsf/\\$all/FBF2FA6ACC5E8F36C12578620051016D](http://www.rederi.no/nrweb/cms.nsf/$all/FBF2FA6ACC5E8F36C12578620051016D). [Funnet 13 Mars 2015].
- [15] WG5, «Energy Management In Practice - Final report,» Os, 2011.
- [16] WG5, «Energy Management In Practice 2 - Final raport,» 2013.
- [17] B. R. T. F. M. N. P. S. A. E. M. F. N. K. K. T. U. F. T. S. L. H. Joanne Ellis, «SPIRETH - end of project report,» 2014.
- [18] B. R. & O. Lauritzen, Kjemi og miljøkunnskap, 4. utgave, side265, Bekkestua: NKI forlaget, 2012.

- [19] B. R. & O. Lauritzen, *Kjemi og Miljøkunnskap*, 4. utgave, side 261, Bekkestua: NKI forlaget, 2012.
- [20] B. R. & O. Lauritzen, *Kjemi og Miljøkunnskap*, 4. utgave, side 284, Bekkestua: NKI forlaget, 2012.
- [21] B. R. & O. Lauritzen, *Kjemi og Miljøkunnskap*, 4. utgave, kap. 14.3-14.4, Bekkestua: NKI forlaget, 2012.
- [22] IFRF, «What are the main NO<sub>x</sub> formation processes in combustion plant?», [Internett]. Available: <http://www.handbook.ifrf.net/handbook/cf.html?id=66>. [Funnet 16 April 2015].
- [23] S. R. Turns, *An Introduction to Combustion*, second edition, McGraw-Hill Higher Education, 2000.
- [24] B. R. O. Lauritzen, *Kjemi og Miljøkunnskap*, 4 utgave, kap 15.3,s 285, Bekkestua: NKI forlaget, 2012.
- [25] Wärtsilä, «[wartsila.com](http://www.wartsila.com),» [Internett]. Available: <http://www.wartsila.com/en/emissions-reduction/exhaust-gas-technology-hamworthy>. [Funnet 5 Mars 2015].
- [26] Wärtsilä, «[Wartsila.com](http://www.wartsila.com),» 2015. [Internett]. Available: <http://www.wartsila.com/en/emissions-reduction/exhaust-gas-technology-hamworthy/open-loop-scrubber-seawater>. [Funnet 5 Mars 2015].
- [27] Wärtsilä, «[Wartsila.com](http://www.wartsila.com),» 2015. [Internett]. Available: <http://www.wartsila.com/en/emissions-reduction/exhaust-gas-technology-hamworthy/scrubber>. [Funnet 5 Mars 2015].
- [28] Mecintelligence, «Shipping Industry's response to ECA 2015,» Februar 2015. [Internett]. Available: <http://www.mecintelligence.com/uploads/Report%20Shipping%20Industrys%20response%20to%20ECA%202015.pdf>. [Funnet 5 Mars 2015].
- [29] Wärtsilä, Forfatter, *Wärtsilä Exhaust Cleaning System*. [Performance]. 2013.
- [30] IMO, «International Shipping Facts and Figures,» IMO , 2012.
- [31] SSB, «[Miljostatus.no](http://www.miljostatus.no),» 2013. [Internett]. Available: [http://www.miljostatus.no/Itera.MiljoTall\\_Graf\\_Cube/delGraf.aspx?Host=http%3a%2f%2fwww.miljostatus.no&Url=%2fTema%2fLuftforurensning%2fSurnedbor%2fNitrogenoksid-NOx%2f&UnikID=5e45c7ba0e9746128950641a3cdc44e8](http://www.miljostatus.no/Itera.MiljoTall_Graf_Cube/delGraf.aspx?Host=http%3a%2f%2fwww.miljostatus.no&Url=%2fTema%2fLuftforurensning%2fSurnedbor%2fNitrogenoksid-NOx%2f&UnikID=5e45c7ba0e9746128950641a3cdc44e8). [Funnet Mars 2015].
- [32] Wärtsilä, «[wartsila.com](http://www.wartsila.com),» 2015. [Internett]. Available: [http://www.wartsila.com/en/emissions-reduction/SCR/nor#\\_0\\_Applications\\_\\_undefined](http://www.wartsila.com/en/emissions-reduction/SCR/nor#_0_Applications__undefined). [Funnet Mars 2015].
- [33] Norges Rederiforbund, «Blått hav - grønn fremtid, miljøstrategi,» Norges Rederiforbund, 2014.
- [34] Cleanmarine, «[Cleanmarine.no](http://www.cleanmarine.no),» [Internett]. Available: <http://www.cleanmarine.no/regulations>. [Funnet Mars 2015].
- [35] TU, «[tu.no](http://www.tu.no),» Februar 2015. [Internett]. Available: <http://www.tu.no/industri/2015/02/20/norge-har-ledet-an-pa-lng-skip.-na-kommer-verden-etter>. [Funnet Mai 2015].
- [36] ExxonMobil, «[Exxonmobil.com](http://www.exxonmobil.com),» 2015. [Internett]. Available: [http://www.exxonmobil.com/Norway-Norwegian/PA/about\\_what\\_refining\\_process\\_heavyfueloil.aspx](http://www.exxonmobil.com/Norway-Norwegian/PA/about_what_refining_process_heavyfueloil.aspx). [Funnet 6 Mars 2015].
- [37] G. Vince, «[Newscientist.com](http://www.newscientist.com),» 27 August 2003. [Internett]. Available:

- [http://www.newscientist.com/article/dn4100-prestige-oil-spill-far-worse-than-thought.html#.VPluDvmG\\_T8](http://www.newscientist.com/article/dn4100-prestige-oil-spill-far-worse-than-thought.html#.VPluDvmG_T8). [Funnet Mars 2015].
- [38] Bunkerworld, «Bunkerworld.com,» 2015. [Internett]. Available: <http://www.bunkerworld.com/prices/port/nl/rtm>. [Funnet 2015].
- [39] T. Stensvold, «TU.no,» 22 Oktober 2014. [Internett]. Available: <http://www.tu.no/industri/2014/10/22/fra-nyttar-far-mange-skip-strengere-drivstoffkrav.-bransjen-frykter-motortrobbe>. [Funnet Mars 2015].
- [40] T. D. E. & A. McConkey, Applied Thermodynamics for engineering technologists, fifth edition, tabell 7.4, Essex: Pearson Education Limited, 1993.
- [41] Shell, «Shell.com,» Januar 2013. [Internett]. Available: <http://www.shell.com/content/dam/shell-new/local/corporate/trading-shipment/downloads/msds/imo/netherlands-str/shell-marine-fuel-oil-str.pdf>. [Funnet Mars 2015].
- [42] Proteux, «PROTEUX Marine Engine Diesel Fuels | DMX, DMA, DMB, and DMC Marine Fuels,» [Internett]. Available: <http://proteux.com/product/marine-engine-diesel-fuels-dmx-dma-dmb-and-dmc-marine-fuels-2/>. [Funnet 12 Februar 2015].
- [43] The Marine Environment Protection Committee, «RESOLUTION MEPC.212(63) ANNEX 8, side 2,» 2012.
- [44] Siemens, *BlueDrive PlusC*, Trondheim: Siemens, 2015.
- [45] GE, «getransportation.com,» 2013. [Internett]. Available: <http://www.getransportation.com/marine/emissions-reduction>. [Funnet 2015 mars 05].
- [46] Miljødirektoratet, «Produktinformasjonsbanken,» 27 Februar 2011. [Internett]. Available: [http://www.pib.no/hms-datablad/kjemiske-produkter/marine\\_gasoil\\_mgo\\_\\_134461.html](http://www.pib.no/hms-datablad/kjemiske-produkter/marine_gasoil_mgo__134461.html). [Funnet 5 mars 2015].
- [47] Skangass, «Webområde for LNG,» [Internett]. Available: <http://www.skangass.no/index.cfm?id=352127>. [Funnet 27 februar 2015].
- [48] Sintef, «LNG som drivstoff for skip,» [Internett]. Available: <http://www.sintef.no/MARINTEK/Prosjekter/Maritim/LNG-as-fuel-for-ships/>. [Funnet 26 februar 2015].
- [49] GASNOR, «LNG som drivstoff,» [Internett]. Available: <http://gasnor.no/drivstoff-skip/lng-som-drivstoff/>. [Funnet 26 februar 2015].
- [50] T. Stensvold, «Norge har ledet an på LNG-skip. Nå kommer verden etter,» TU, 20 Februar 2015. [Internett]. Available: <http://www.tu.no/industri/2015/02/20/norge-har-ledet-an-pa-lng-skip.-na-kommer-verden-etter>. [Funnet 26 Februar 2015].
- [51] Skangass, «Skangass med nytt spesialbygd skip for LNG-bunkring,» 15 Januar 2015. [Internett]. Available: <http://www.mynewsdesk.com/no/skangass/pressreleases/skangass-med-nytt-spesialbygd-skip-for-lng-bunkring-1105838>. [Funnet 26 Februar 2015].
- [52] DNV-GL, «FuelTrilemma,» DNV-GL, 2015.
- [53] Næringslivets NOx fond, «Et bedre fungerende LNG-marked,» 2013.
- [54] Næringslivets NOx fond, «Støtteregime for LNG-drevne skip og erfaringer om investeringskostnader,» 2013.
- [55] H. K. Haram, «Verre klimautslipp med LNG?,» [Internett]. Available: <http://www.shortsea.tv/SitePages/News.aspx?t=Verre+klimautslipp+med+LNG%3F>. [Funnet 27 Februar 2015].
- [56] Hebel, «CNG/LNG composition,» [Internett]. Available:

- [http://www1.eere.energy.gov/cleancities/pdfs/hebeler\\_remote\\_gas\\_ngvtf\\_albany.pdf](http://www1.eere.energy.gov/cleancities/pdfs/hebeler_remote_gas_ngvtf_albany.pdf). [Funnet 12 Februar 2015].
- [57] DNV-GL, «LNG safety,» [Internett]. Available: <https://www.dnvgl.com/maritime/lng/lng-safety.html>. [Funnet 4 Mars 2015].
- [58] DNV-GL, «LNG as ship fuel,» [Internett]. Available: <https://www.dnvgl.com/maritime/lng/technology.html>. [Funnet 9 mars 2015].
- [59] DNV-GL, «LNG as ship fuel,» [Internett]. Available: <https://www.dnvgl.com/maritime/lng/index.html>. [Funnet 9 mars 2015].
- [60] DNV-GL, «LNG as ship fuel,» [Internett]. Available: <https://www.dnvgl.com/maritime/lng/index.html>. [Funnet 4 mars 2015].
- [61] Ø. Toft, «Alternative Marine Fuels,» 2013.
- [62] International Energy Agency, «Key World Energy STATISTICS,» IEA (International Energy Agency), 2014.
- [63] Fornybar.no, «Fornybar - En informasjonsressurs for fremtidens energisystemer,» [Internett]. Available: <http://www.fornybar.no/bioenergi/produksjon-og-marked#bio3.5>. [Funnet Januar 2015].
- [64] R. 21, «Global Status Raport,» REN 21, 2014.
- [65] O. A. O. o. J. F. Hojem, «Biofuels in ships,» Zero, 2007.
- [66] O. A. O. o. M. G. Unni Berge, «Fra fossil fyringsolje til biofyringsolje,» ZERO, 2007.
- [67] O. A. O. o. J. F. Hojem, «Biofuels in ships,» ZERO, 2007.
- [68] OIL WORLD, «World Market Prices in US,» [Internett]. Available: <http://www.oilworld.biz/app.php?ista=135bea04de308e83720c2ebb0a2f87ad>. [Funnet 17 mars 2015].
- [69] National Renewable Energy Laboratory, «Biodiesel Handling and Use Guide,» NREL, 2009.
- [70] Statens Vegvesen, «Biodiesel,» [Internett]. Available: <http://www.vegvesen.no/Kjoretoy/Fakta+og+statistikk/Kjoretoy+og+drivstoff/Biodiesel>. [Funnet 26 februar 2015].
- [71] V. I. G. & J. Yang, «The construction of the combustion models for RME bio-diesel fuel for ice application,» Department of Applied Mechanics, Chalmers University of Technology, Göteborg.
- [72] Energilink, «Energilink.tu.no,» TU.no, [Internett]. Available: <http://energilink.tu.no/no/metanol.aspx>. [Funnet Mars 2015].
- [73] portofgothenburg, «portofgothenburg.com,» Juni 2013. [Internett]. Available: <http://www.portofgothenburg.com/News-desk/News-articles/Stena-Line-invests-in-methanol/>. [Funnet 6 Mars 2015].
- [74] Store Norske Leksikon, «SNL.no,» Februar 2009. [Internett]. Available: <https://snl.no/metanol>. [Funnet Mars 2015].
- [75] Statoil, «Statoil.com,» November 2013. [Internett]. Available: <http://www.statoil.com/no/OurOperations/TerminalsRefining/Tjeldbergodden/Pages/default.aspx>. [Funnet Mars 2015].
- [76] N. Roumpis, «tradewindsnews.com,» 19 November 2014. [Internett]. Available: <http://www.tradewindsnews.com/liner/349120/Stenas-methanol-first>. [Funnet Mars 2015].
- [77] Methanex, «Methanex.com,» 2015. [Internett]. Available:

- <https://www.methanex.com/our-business/pricing>. [Funnet Mars 2015].
- [78] P. Westling, Forfatter, *Methanol - A good alternative for ferries and short sea shipping*. [Performance]. Stena RoRo AB, 2013.
- [79] P. W. Richardsen, «DNV.no,» 22 Januar 2014. [Internett]. Available: [http://www.dnv.no/nyheter\\_events/nyheter/2014/dnv\\_gl\\_klasser\\_metanoldrevne\\_tanks\\_kip.asp](http://www.dnv.no/nyheter_events/nyheter/2014/dnv_gl_klasser_metanoldrevne_tanks_kip.asp). [Funnet Mars 2015].
- [80] DNV, «DNV.com,» 2014. [Internett]. Available: <http://www.dnv.com/industry/maritime/servicessolutions/statutoryservices/marpol/annexVI.asp>. [Funnet Mars 2015].
- [81] Ukjent, «methanol.org,» November 2014. [Internett]. Available: <http://methanol.org/blog/?p=439>. [Funnet Mars 2015].
- [82] T. D. E. & A. McConkey, *Applied Thermodynamics for Engineering Technologists*, fifth edition, tabell 7.11, Essex: Pearson Education Limited, 1993.
- [83] S. Skogestad, *Prosessteknikk masse og energibalanser*, 3. utgave, side 372, Trondheim: Tapir akademiske forlag, 2009.
- [84] T. D. E. & A. McConkey, *Applied Thermodynamics for Engineering Technologists*, fifth edition, likning 7.33, Essex: Pearson Education Limited, 1993.
- [85] Statoil, «Statoil.no,» November 2004. [Internett]. Available: <http://www.statoil.com/no/OurOperations/TradingProducts/Methanol/Pages/MethanolProductSpecifications.aspx>. [Funnet 6 Mars 2015].
- [86] Marinemethanol, «Marinemethanol.com,» 2015. [Internett]. Available: <http://www.marinemethanol.com/methanol-as-marine-fuel2>. [Funnet 6 Mars 2015].
- [87] DNV, «Dnvba.com,» [Internett]. Available: <http://www.dnvba.com/Global/certification/products/Ex-Equipment/Pages/default.aspx>. [Funnet 6 Mars 2015].
- [88] Store Norske Leksikon, «Stoer Norske Leksikon,» 23 juni 2011. [Internett]. Available: <https://snl.no/etanol>. [Funnet 26 februar 2015].
- [89] B. R. & O. Lauritzen, i *Kjemi og Miljøkunnskap*, 4. utgave, Bekkestua, NKI forlaget, 2012, p. 203.
- [90] Statens Vegvesen, «Bioetanol E85 og E100,» 10 november 2010. [Internett]. Available: <http://www.vegvesen.no/Kjoretoy/Fakta+og+statistikk/Kjoretoy+og+drivstoff/Bioetanol>. [Funnet 26 februar 2015].
- [91] Statens vegvesen, «Statens vegvesen,» 10 november 2010. [Internett]. Available: <http://www.vegvesen.no/Kjoretoy/Fakta+og+statistikk/Kjoretoy+og+drivstoff/Bioetanol>. [Funnet februar 2015].
- [92] L. L. o. T. Halsør, «Bærekraftig Biodrivstoff - Et avgjørende klimatiltak,» Zero.
- [93] Godsfergen, «Godsfergen fremtidens kysttransport,» 2013. [Internett]. Available: <http://www.godsfergen.no/SitePages/NyhetDetalj.aspx?nid=146&t=Fremtidens+kystskip+tar+form>. [Funnet 3 mars 2015].
- [94] Borregaard, «Ethanol Products,» [Internett]. Available: <http://www.borregaard.com/Business-Areas/Specialty-Cellulose/Borregaard-ChemCell/Ethanol-products>. [Funnet 3 mars 2015].
- [95] Oslo havn, «oslohavn.no,» [Internett]. Available: <http://www.oslohavn.no/filestore/PDF/2013/Oslo-havneplan-web2.pdf>. [Funnet 3 mars 2015].
- [96] SSB, «SSB.no,» 8 oktober 2008. [Internett]. Available: <http://www.ssb.no/natur-og->

- miljo/artikler-og-publikasjoner/biodrivstoff-et-omstridt-miljotiltak. [Funnet 2015 mars 3].
- [97] Ship-technology, «ship-technology.com,» [Internett]. Available: <http://www.ship-technology.com/projects/stena-germanica-ropax-ferry/>. [Funnet 18 Mars 2015].
- [98] W. (. R. K. W. Ralph McGill, «Alternative Fuels for Marine Applications,» IEA - Advanced Motor Fuels Implementing Agreement, 2013.
- [99] IMO, «www.imo.org,» [Internett]. Available: <http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Default.aspx>. [Funnet 25 Mars 2015].
- [100] Rederiforbund, Norges, «Miljøvennlig Skipsfart - WG5,» 20 juni 2013. [Internett]. Available: [http://www.rederi.no/nrweb/cms.nsf/\\$all/EA9150BB03C41284C125786300269148](http://www.rederi.no/nrweb/cms.nsf/$all/EA9150BB03C41284C125786300269148). [Funnet Januar 2015].
- [101] W. (. R. K. W. Ralph McGill, «Alternative Fuel for Marin Applications,» IEA-AMF, 2013.
- [102] Biodiesel.org, «Biodiesel .org,» [Internett]. Available: <http://www.biodiesel.org/docs/ffs-basics/emissions-fact-sheet.pdf?sfvrsn=4>. [Funnet Februar 2015].
- [103] ENERGI LINK, «ENERGI LINK,» [Internett]. Available: <http://energilink.tu.no/no/etanol.aspx>. [Funnet Februar 2015].
- [104] Kanenergi, «Biodrivstoff - potensial for ny næringsvirksomhet,» Kanenergi, 2005.
- [105] National Renewable Energy Laboratory, «nrel,» 2007. [Internett]. Available: <http://www.nrel.gov/biomass/pdfs/40742.pdf>. [Funnet Februar 2015].
- [106] shell, «Shell.com,» 28 Januar 2014. [Internett]. Available: <http://www.shell.com/content/dam/shell-new/local/corporate/trading-shiping/downloads/msds/in-country/netherlands-str/bio-ethanol-etbe-denatured---str---en.pdf>. [Funnet 10 februar 2015].
- [107] «TU.NO,» [Internett]. Available: <http://www.tu.no/industri/2015/01/29/Ing-er-trendy-flere-og-flere-bygger-slepebater-med-gass>. [Funnet 12 Februar 2015].
- [109] M. Wold, «Status og premisser for vidre utvikling av alternativt drivstoff,» DNV-GL, 2014.
- [112] M. Wold, «LNG som drivstoff til skip - Økonomiske betingelser for vidre utvikling,» DNV, 2014.
- [113] M. Graff, «LNG som drivstoff i skip,» NTNU, Trondheim, 2008.
- [114] M. Wold, «LNG som drivstoff til skip - Betingelser for videre utvikling,» DNV, 2013.
- [115] IMO, «IMO.org,» 2015. [Internett]. Available: <http://www.imo.org/OurWork/Environment/Pages/Default.aspx>. [Funnet 5 Mars 2015].
- [116] Statistisk Sentralbyrå, «SSB.no,» 2012. [Internett]. Available: <http://www.ssb.no/99745/utslipp-til-luft-av-so2-nox-nh3-nmvoc-og-co-etter-kilde.siste-%C3%A5r.1-000-tonn>. [Funnet Mars 2015].
- [117] Statistisk SentralByrå, «Miljostatus.no,» 2013. [Internett]. Available: [http://www.miljostatus.no/Itera.MiljoTall\\_Graf\\_Cube/delGraf.aspx?Host=http%3a%2f%2fwww.miljostatus.no&Url=%2fTema%2fLuftforurensning%2fSurnedbor%2fNitrogenoksid-NOx%2f&UnikID=5e45c7ba0e9746128950641a3cdc44e8](http://www.miljostatus.no/Itera.MiljoTall_Graf_Cube/delGraf.aspx?Host=http%3a%2f%2fwww.miljostatus.no&Url=%2fTema%2fLuftforurensning%2fSurnedbor%2fNitrogenoksid-NOx%2f&UnikID=5e45c7ba0e9746128950641a3cdc44e8). [Funnet Mars 2015].
- [118] Chevronmarineproduct, «Chevronmarineproduct.com,» 2010. [Internett]. Available:

- [http://www.chevronmarineproducts.com/docs/Requirements\\_for\\_Residual\\_Fuel\\_2010.pdf](http://www.chevronmarineproducts.com/docs/Requirements_for_Residual_Fuel_2010.pdf). [Funnet Mars 2015].
- [120] E. Lajord, «NOX-utslipp fra skip,» DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET, UIS, Stavanger, 2007.
- [121] TU, «TU.no,» Oktober 2014. [Internett]. Available: <http://www.tu.no/industri/2014/10/22/fra-nyttar-far-mange-skip-strengere-drivstoffkrav.-bransjen-frykter-motortrobbel>. [Funnet 4 Mai 2015].
- [122] Teknisk Ukeblad, «TU.no,» Februar 2015. [Internett]. Available: <http://www.tu.no/industri/2015/02/20/norge-har-ledet-an-pa-lng-skip.-na-kommer-verden-etter>. [Funnet 5 Mai 2015].

# Vedlegg 1: Metanoldatablad



# HMS-DATABLAD

## HELSE- MILJØ- og SIKKERHETSDATABLAD

Sist endret: 26.11.2004

Internt nr:

Erstatter dato:

### Metanol

#### 1. IDENTIFIKASJON AV KJEMIKALIET OG ANSVARLIG FORETAK

HADELNAVN	Metanol
BRUKSOMRÅDE	Tørkemiddel.

#### Nasjonal produsent/importør

Foretak	Statoil Tjeldbergodden
Postnr./sted	6699 Kjørsvikbugen
Land	Norway
Telefon	+47 71 64 90 00

#### 2. OPPLYSNINGER OM KJEMISK SAMMENSETNING

Nr.	Ingrediensnavn	EC-nr.	Cas-nr.	Kons.	Merking
1	metanol	200-659-6	67-56-1	> 99 %	T,F,R11 - R23/24/25 - R39/23/24/25

Tegnforklaring: T+=meget giftig, T=giftig, C=etsende, Xn=helseskadelig, Xi=irriterende E=eksplosiv, O=oksidierende, F+=ekstremt brannfarlig, F=meget brannfarlig, N=miljøskadelig, Kreft=kreftfremkallende, Mut=arvestoffskadelig, Rep=reproduksjonsskadelig, Kons.=konsentrasjon

#### INGREDIENSKOMMENTARER

R-setninger nevnt i punkt 2 er listet opp i punkt 16 med fullstendig tekst.

#### 3. VIKTIGSTE FAREMOMENTER



Meget  
brannfarlig



Giftig

#### HELSE

Giftig ved innånding, hudkontakt og svelging. Giftig: fare for alvorlig varig helseskade ved innånding, hudkontakt og svelging.

Gjentatt innånding over lengre tid kan forårsake permanente hjerneskader.

#### BRANN OG EKSPLOSJON

Meget brannfarlig.

#### MILJØ

Ikke ansett for å være miljøfarlig.

#### 4. FØRSTEHJELPSTILTAK

#### GENERELT

Den skadede flyttes straks fra eksponeringskilden. Sørg for ro, varme og frisk luft. Ved bevisstløshet løses tettsittende klær. Plasser vedkommende i stabilt sideleie. Gi kunstig åndedrett ved pustestans.

# HMS-DATABLAD

## HELSE- MILJØ- og SIKKERHETS DATABLAD

Sist endret: 26.11.2004

Internt nr:

Erstatter dato:

### Metanol

#### INNÅNDING

Sørg for ro, varme og frisk luft. Ved irritasjon i luftveiene, pustevansker, hodepine, tretthet, kvalme eller bevisstløshet må lege oppsøkes umiddelbart.

#### HUDKONTAKT

Skyll straks med mye vann. Ta straks av forurensede klær og sko. Vask huden nøye med såpe og vann. Søk straks legehjelp!

#### ØYEKONTAKT

Skyll straks øyet med mye vann mens øyelokket løftes. Fjern eventuelle kontaktlinser og fortsett å skylle med vann i minst 15 minutter (hold øyelokkene atskilt). Skaff øyeblikkelig legehjelp eller transport til sykehus. Fortsett å skylle.

#### SVELGING

Til sykehus eller lege. FREMKALL IKKE BREKNING! Gi straks 7-8 ss. (1 dl) brennevin. Gi sykepleiepersonalet beskjed om at den skadde har drukket metanol.

### 5. TILTAK VED BRANNSLUKKING

#### EGNET BRANNSLUKKINGSMIDDEL

Slokningsmiddel: spredd vannstråle eller alkoholbestandig skum.

#### UEGNET BRANNSLUKKINGSMIDDEL

Unngå vann i konsentrert stråle direkte mot brannpunktet; vil spre ilden.

#### BRANNSLUKKINGSMETODER

Beholdere i nærheten av brann bør flyttes eller kjøles med vann.

#### BRANN- OG EKSPLOSJONSFARE

Meget brannfarlig. Kan ved oppheting avgi brennbar damp som kan danne en eksplosiv blanding med luft. Damper er tyngre enn luft og kan bre seg langs bakken til tennkilder. Ta forholdsregler mot utladning av statisk elektrisitet. Ved brann dannes karbonmonoksid og karbondioksid.

#### PERSONLIG VERNEUTSTYR VED SLUKKING AV BRANN

Generelt: Evakuér alt personell, ta på verneutstyr for brannslukking. Bruk bærbart pusteapparat når produktet er involvert i brann.

### 6. TILTAK VED UTILSIKTET UTSLIPP

#### SIKKERHETSTILTAK FOR Å BESKYTTE PERSONELL

Eliminer alle antennelseskilder. Sørg for god ventilasjon. Benytt nødvendig verneutstyr. OBS! Sklirisiko ved søl. Hold uvedkommende borte fra fareområdet.

#### SIKKERHETSTILTAK FOR Å BESKYTTE YTRE MILJØ

Dem opp utslippet. Må ikke tommes i kloakkavløp. Steng av eventuelle vanninntak i nærheten av forurensningsområdet. Vær oppmerksom på mulige vanninntak og sørg for varsling av impliserte brukere.

#### METODER FOR OPPRYDDING OG RENGJØRING

Stopp lekkasje hvis mulig uten risiko. Ved søl eller lekkasje: Større mengder pumpes opp i en beholder, resten tas opp med et absorberende materiale. Leveres til avfallshåndtering. Spyl rent med mye vann. Husk faren for glatt dekke.

# HMS-DATABLAD

## HELSE- MILJØ- og SIKKERHETS DATABLAD

Sist endret: 26.11.2004

Internt nr:

Erstatter dato:

### Metanol

#### 7. HÅNDTERING OG OPPBEVARING

##### SPESIELLE BRUKSOMRÅDER, EGENSKAPER OG FARER

Giftig ved innånding, hudkontakt og svelging. Meget brannfarlig.

##### HÅNDTERING

Eliminer alle antenneskilder. Røyking forbudt. Benytt nødvendig verneutstyr. Skal behandles og åpnes med forsiktighet. Unngå innånding av damper. Unngå kontakt med huden og øynene. Sørg for god ventilasjon. Unngå søl. Bruk hel beskyttelsesdrakt ved høye konsentrasjoner eller langvarig håndtering. Unngå kontakt med oksiderende stoffer og sterke syrer.

##### OPPBEVARING

Oppbevar på et tørt, kjølig og godt gjennomlufted sted. Beholdere må holdes tett lukket. Brannfarlig eller brennbart: Holdes vekk fra oksiderende stoff, varme og flammer. Ta forholdsregler mot utladning av statisk elektrisitet.

#### 8. EKSPONERINGSKONTROLL OG PERSONLIG VERNEUTSTYR

##### BEGRENSNING OG KONTROLL AV EKSPONERING

Sørg for god ventilasjon. Vask hendene grundig etter håndtering og før spising eller røyking. Ta straks av gjennomtrengelige klær som er blitt tilsølt. Nøddusj og mulighet for øyeskylling skal finnes.

##### ÅNDERETTSVERN

Åndrettsvern med filter AX (brun) ved behov. Bruk trykkluftmaske ved høye konsentrasjoner.

##### ØYEVERN

Bruk godkjente vernebriller eller ansiktsskjerm.

##### HÅNDVERN

Beskyttelseshansker (butylgummi, Viton). (> 8h)

##### ANNET HUDVERN ENN HÅNDVERN

Heldekkende vernebekledning skal benyttes.

##### ADMINISTRATIVE NORMER

Ingrediensnavn	Cas-nr.	Intervall	ppm	mg/m <sup>3</sup>	År	Anm.
metanol	67-56-1	8 timer	100,0	130,0	2003	H

##### ANBEFALTE OVERVÅKINGSPROSEDYRER

Ved eksponeringskontroll vurder egnet prøvetakingsmetode, og om stasjonær eller mobil prøvetaking er mest hensiktsmessig.

#### 9. FYSISKE OG KJEMISKE EGENSKAPER

<b>Tilstandsform</b>	Væske.
<b>Farge</b>	Fargeløs.
<b>Lukt</b>	Karakteristisk lukt. Lukt av alkohol.
<b>Løselighet</b>	Løselig i: Vann. Blandbar med de fleste organiske løsningsmidler.

# HMS-DATABLAD

## HELSE- MILJØ- og SIKKERHETSDATABLAD

Sist endret: 26.11.2004

Internt nr:

Erstatter dato:

### Metanol

#### FYSISKE OG KJEMISKE PARAMETERE

Parameter	Verdi/enhet	Metode/referanse	Merknad
Smeltepunkt	-98 °C		
Flammepunkt	11 °C		
Ekspløsjonsområde	6 - 37 %		
Fordampingshastighet	4	BuAc=1	
Damptrykk	96 mm/hg		
Rel. damptetthet	1,1		
Tetthet	769 kg/m <sup>3</sup>	(15°C)	
Tenntemperatur:	455°C		

#### 10. STABILITET OG REAKTIVITET

##### STABILITET

Stabil under anbefalte lagrings- og håndteringsforhold.

##### FORHOLD SOM SKAL UNNGÅS

Unngå oppvarming, gnist og åpen ild.

##### MATERIALER SOM SKAL UNNGÅS

Oksiderende stoff. Reagerer med alkalimetaller. Bly. Aluminium.

#### 11. OPPLYSNINGER OM HELSEFARE

##### Akutte toksiske testresultater

Eksponeeringsvei	Verdi/enhet	Dyreart	Eksp.tid	Merknad
Oral LD50	= 5628 mg/kg	rotte		

##### INNÅNDING

Giftig ved innånding. Kan gi symptomer som hoste, irritasjon, hodepine, trøtthet, svimmelhet, brekninger og pustevansker, i alvorlige tilfeller bevisstløshet.

##### HUDKONTAKT

Giftig ved hudkontakt. Kan tas opp gjennom huden. Avfetter huden, noe som kan føre til tørr hud eller hudsprekker, og ved langvarig eller gjentatt kontakt fare for eksem.

##### ØYEKONTAKT

Støv, damp og sprut i øynene kan gi sterk svie/irritasjon.

##### SVELGING

Giftig ved svelging. Svelging kan forårsake bevisstløshet, blindhet og eventuelt død.

##### AKUTTE OG KRONISKE SKADEVIRKNINGER

Gjentatt innånding over lengre tid kan forårsake permanente hjerneskader.

#### 12. MILJØOPPLYSNINGER

##### ØKOTOKSISITET

Ikke ansett for å være miljøfarlig.

##### MOBILITET

Vannløslig. Kan trenge ned i bakken og forurense grunnvannet.

# HMS-DATABLAD

## HELSE- MILJØ- og SIKKERHETS DATABLAD

Sist endret: 26.11.2004

Internt nr:

Erstatter dato:

### Metanol

#### PERSISTENS OG NEDBRYTBARHET

Lett nedbrytbar.

#### BIOAKKUMULERINGS POTENSIAL

log Pow: 0,77

Bioakkumulering er ikke sannsynlig.

#### 13. FJERNING AV KJEMIKALIEAVFALL

##### GENERELT

Behandles som farlig avfall. Ta hånd om dette kjemikaliyet og dets emballasje og lever det til godkjent avfallsbehandlingsanlegg.

##### AVFALLSGRUPPER

14 06 03 andre løsemidler og løsemiddelblandinger

Avfallstoffsnummer: 7042 Organiske løsemidler uten halogen

#### 14. OPPLYSNINGER OM TRANSPORT

Kjemikaliyet er klassifisert som farlig gods:  Ja  Nei  Ikke vurdert

UN-nr: 1230

##### VARENAVN OG BESKRIVELSE:

METHANOL / METANOL

##### ADR/RID (veitransport/jernbanetransport)

Klasse:	3	Forpakkingsgr:	II
Fareseddel:	3+6.1		
Farenummer:	336		

Meget brannfarlig væske, giftig.

##### IMDG (sjøtransport)

Klasse:	3	Forpakkingsgr:	II
Sub. risiko:	6.1	EMS:	F-E, S-D
Marin forurensning:	-		

##### IATA (lufttransport)

Klasse:	3	Forpakkingsgr:	II
Sub. risiko:	6.1		
Etikett:	Flamm.liquid & Toxic		

#### 15. OPPLYSNINGER OM LOVER OG FORSKRIFTER

Meget  
brannfarlig

Giftig

# HMS-DATABLAD

## HELSE- MILJØ- og SIKKERHETSDATABLAD

Sist endret: 26.11.2004

Internt nr:

Erstatter dato:

### Metanol

#### EF-etikett

Nei

Ja

Ikke vurdert

#### SAMMENSETNING

metanol (> 99 %)

#### R-SETNINGER

Nr.	R-setningstekst
R11	Meget brannfarlig.
R23/24/25	Giftig ved innånding, hudkontakt og svelging.
R39/23/24/25	Giftig: fare for alvorlig varig helseskade ved innånding, hudkontakt og svelging.

#### S-SETNINGER

S7 Emballasjen skal holdes tett lukket.

S16 Holdes vekk fra antenneskilder - Røyking forbudt.

S36/37 Bruk egnede verneklær og vernehansker.

S38 Ved tilstrekkelig ventilasjon, må det benyttes egnet åndedrettsvern.

S42 Bruk egnet åndedrettsvern ved utgassing/sprøyting.

S45 Ved uhell eller illebefinnende er omgående legebehandling nødvendig; vis etiketten om mulig.

S210 Bruk trykkluft- eller friskluftsmaske i trange rom.

#### YL-gruppe

5

#### YL-tall

> 8000 m<sup>3</sup>/l

#### REFERANSER

Forskrift om klassifisering, merking mv. av farlige kjemikalier (2002).

Forskrift om stoffliste (2002).

Forskrift om farlig avfall (2003).

Transport av farlig gods: ADR, RID, IMDG og IATA.

Arbeidstilsynet: YL-merking.

Administrative normer for forurensning i arbeidsatmosfæren, 2003.

#### EU-DIREKTIVER

EU-direktiv: 1999/45/EC. EU-direktiv: 91/155/EEC. EU-direktiv: 2001/58/EC.

#### 16. ANDRE OPPLYSNINGER AV BETYDNING FOR HMS

#### LEVERANDØRENS ANMERKNINGER

Databladet er kvalitetssikret av PRIDE i henhold til kravene i norsk regelverk. PRIDE ASA er ISO-sertifisert for utarbeidelse og kvalitetssikring av HMS-datablader.

Utarbeidet av: Kristin Larsen Dragsund

Kontrollert av: Marta Teigland

Pride ASA har ikke ansvar for eventuelle feil i opplysninger fra importør/leverandør.



# HMS-DATABLAD

## HELSE- MILJØ- og SIKKERHETS-DATABLAD

Sist endret: 26.11.2004

Internt nr:

Erstatter dato:

### Metanol

#### LISTE OVER ALLE RELEVANTE RISIKOSETNINGER

Nr.	R-setningstekst
R11	Meget brannfarlig.
R23/24/25	Giftig ved innånding, hudkontakt og svelging.
R39/23/24/25	Giftig: fare for alvorlig varig helseskade ved innånding, hudkontakt og svelging.

UTGITT: 26.11.2004

#### REVISJONSOVERSIKT

Versjon	Rev.dato	Ansvarlig	Endringer
1.0.0	26.11.2004	Kristin L.Dragsund	Utarbeidelse.

#### HMSD er utarbeidet av

Foretak	PRIDE ASA
Adresse	Pb. 222
Postnr./sted	4066 Stavanger
Land	Norway
E-post	pride@pride.no
Internett	http://www.pride.no
Telefon	+47 51 44 22 00
Faks	+47 51 44 22 99

# Vedlegg 2: Etanoldatablad



# HMS-DATABLAD

Sist endret: 01.09.2006

Internt nr:



Erstatter dato: 15.08.2005

## Etanol

### 1. IDENTIFIKASJON AV KJEMIKALIET OG ANSVARLIG FORETAK

<b>HANDELSNAVN</b>	Etanol
<b>KJEMISK NAVN</b>	Etanol
<b>SYNONYMER</b>	Component A and B in Apo-brdu(tm) tunnel assay kit ; Component G ; Eriochromeblack T-indicator i ethanol ; Mercognost Magnesium,Spectroquant AOX,Tecra Gram Negative ; Protein G IP Kit, Protein G Agarose
<b>BRUKSOMRÅDE</b>	Løsningsmiddel Kit-material / Kit-komponent
<b>FORMEL</b>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH
<b>Cas-nr.</b>	64-17-5
<b>EC-nr.</b>	200-578-6
<b>Indeksnr.</b>	603-002-00-5

#### Artikkelnummer

TT022

#### Nasjonal produsent/importør

Foretak	VWR International AS
Adresse	Postboks 45
Postnr./sted	NO-0901 OSLO
Land	N
E-post	ehs@se.vwr.com
Telefon	02290
Faks	22 90 00 40

Navn	E-post	Tlf. (arb.)	Land
Miljø & Sikkerhet			

Nødtelefonnummer	Bistandstype	Åpningstider
112	Politi	24 h
110	Brann	24 h
113	Med.nødhjelp	24 h

### 2. VIKTIGSTE FAREMOMENTER



Meget  
brannfarlig

#### GENERELT

MEGET BRANNFARLIG.

# HMS-DATABLAD

Sist endret: 01.09.2006

Internt nr:



Erstatter dato: 15.08.2005

## Etanol

### 3. OPPLYSNINGER OM KJEMISK SAMMENSETNING

Nr.	Ingrediensnavn	Reg.Nr.	EC-nr.	Cas-nr.	Kons.	Merking
1	Etanol		200-578-6	64-17-5	>50%	F,R11

Tegnforklaring: T+=meget giftig, T=giftig, C=etsende, Xn=helseskadelig, Xi=irriterende E=eksplosiv, O=oksidierende, F+=ekstremt brannfarlig, F=meget brannfarlig, N=miljøskadelig, Kreft=kreftfremkallende, Mut=arvestoffskadelig, Rep=reproduksjonsskadelig, Kons.=konsentrasjon

### 4. FØRSTEHJELPSTILTAK

#### INNÅNDING

Frisk luft og hvile. Gi kunstig åndedrett ved behov. Kontakt lege ved vedvarende symptomer.

#### HUDKONTAKT

Ta av forurenset tøy. Skyll huden med mye vann.

#### ØYEKONTAKT

Skyll godt med rennende vann. Hvis øyeirritasjonen vedvarer skal en gå til spesialist.

#### SVELGING

Drick mye vann. Kontakt lege. Gi aktivt kull (20-40g 10% slurry) om mulig. Fremkall ikke brekning! Risiko for aspirasjon! Ikke giv matolje. Ikke giv melk. Hold luftveiene åpne.

#### MEDISINSK INFORMASJON

Vis datablad eller etikett til legen. Natriumsulfatløsning (1 ts/ 250 ml vatten) kan gis. Magepumping kan behøves.

### 5. TILTAK VED BRANNSLUKKING

#### EGNET BRANNSLUKKINGSMIDDEL

Valg av slukningsmiddel gjøres på grunnlag av hva som lagres i nærheten. Slukkes med pulver, skum, karbondioksid eller vann.

#### BRANN- OG EKSPLOSJONSFARE

Brennbart stoff. Damper kan danne eksplosive blandinger med luft. Eliminer antennelseskilder. Dampene er tyngre enn luft og kan samles ved gulvet og spredes til andre rom. Risiko for etterantennelse. Ta forholdsregler mot statisk elektrisitet. Ved brann kan karbonmonoksid, karbondioksid og andre irriterende gasser frigjøres.

#### PERSONLIG VERNEUTSTYR VED SLUKKING AV BRANN

Ved brann skal passende beskyttelsesklær og pusteapparat benyttes.

#### ANNEN INFORMASJON

Ta forholdsregler mot statisk elektrisitet. Eliminer antennelseskilder. Beholdere i nærheten av brann flyttes og/eller nedkjøles med vann.

# HMS-DATABLAD

Sist endret: 01.09.2006

Internt nr:



Erstatter dato: 15.08.2005

## Etanol

### 6. TILTAK VED UTILSIKTET UTSLIPP

#### SIKKERHETSTILTAK FOR Å BESKYTTE PERSONELL

Unngå innåndning av damp/aerosoler. Sørg for tilførsel av frisk luft til lukkede/trange rom. Benytt hensiktsmessig verneutstyr iht seksjon 8.

#### METODER FOR OPPRYDDING OG RENGJØRING

Omkranses og oppsamles med inert absorpsjonsmiddel, f.eks. Vermikulit eller Chemizorb. Sendes til destruksjon. Rengjør den forurensede overflaten.

#### ANNEN INFORMASJON

Forhindre utslipp til kloakk: Eksplosjonsrisiko!

### 7. HÅNTERING OG OPPBEVARING

#### HÅNTERING

Produktet bør håndteres slik at det ikke dannes statisk elektrisitet. Ved håndtering av produktet skal regler for håndtering av brannfarlige artikler følges.

#### OPPBEVARING

Forpakningen oppbevares lukket og tørt ved romtemperatur (+15 °C til +25 °C). Holdes vekk fra antennelseskilder - Røyking forbudt.

Oppbevaring skal skje i samsvar med lov om brannfarlige varer, med forskrifter, samt regler og bestemmelser fastsatt av Direktoratet for Brann- og Eksplosjonvern.

### 8. EKSPONERINGSKONTROLL OG PERSONLIG VERNEUTSTYR

#### BEGRENSNING OG KONTROLL AV EKSPONERING

Alt arbeide med farlige kjemikalier skal utføres i avtrekkskap eller i godt ventilert og godkjent rom. NØDDUSJ og mulighet for ØYESKYLLING skal finnes på arbeidsplassen. Skift forurensede klær. Vask hender og ansikt etter arbeid med produktet.

#### ÅNDEDRETTSVERN

Åndedrettsvern (type A) skal anvendes ved forekomst av damper/aerosoler.

#### ØYEVERN

Ved risiko for direkte kontakt eller sprut skal øyebeskyttelse benyttes. Bruk ikke kontaktlinser ved håndtering.

#### HÅNDVERN

Vernehansker skal benyttes ved fare for direkte kontakt og sprut.

Vernehanskene som brukes må være i hht spesifikasjonene i EU direktiv 89/686/EEC og standarden EN374. Våres anbefalding gjelder kun for produktet nevnt i HMS-databladet og leverert av oss for laboratoriebruk. Anbefaldingen gjelder ikke ved oppløsning eller blanding med andre stoffer under betingelser som er forskjellige fra det. Vernehansker av følgende materiale har normalt ved romtemperatur gjennombryddstid mer enn 4 timer: Nitril, Butylgummi.

# HMS-DATABLAD

Sist endret: 01.09.2006

Internt nr:



Erstatter dato: 15.08.2005

## Etanol

### ANNET HUDVERN ENN HÅNDVERN

Verneklær etter behov. Bruk av barriere krem (før arbeid med produktet) anbefales.

### ADMINISTRATIVE NORMER

Ingrediensnavn	Cas-nr.	Intervall	ppm	mg/m3	År	Anm.
Etanol	64-17-5	8 timer	500,0	950,0	2001	

### 9. FYSISKE OG KJEMISKE EGENSKAPER

<b>Tilstandsform</b>	Væske.
<b>Farge</b>	Fargeløs -Orangerød.
<b>Lukt</b>	Alkohol.
<b>Løselighet</b>	Løselig i vann.

### FYSISKE OG KJEMISKE PARAMETERE

<b>Smelte-/frysepunkt:</b>	-117 °C (etanol)	<b>Tetthet:</b>	~0,79 g/cm <sup>3</sup> (20°C) (etanol)
<b>Eksplosjonsomr., %--%:</b>	3-19 (etanol)	<b>Løselighet i vann:</b>	løseligt
<b>Damptrykk:</b>	5,9 kPa (etanol)	<b>Metningskons:</b>	
<b>pH-løsning:</b>	~7 (etanol)	<b>Kokepunkt:</b>	79 °C (etanol)
<b>Flammepunkt:</b>	12 °C (etanol)	<b>pH-konsentrat:</b>	Inga data
<b>Molvekt:</b>		<b>Viskositet:</b>	1.2 mPa*s (etanol)
<b>Tenntemperatur:</b>	425 °C (etanol)	<b>Luktgrense:</b>	
<b>logP(o/w):</b>	0.32 (etanol)		

### 10. STABILITET OG REAKTIVITET

#### STABILITET

Unngå oppvarming.

#### FORHOLD SOM SKAL UNNGÅS

Må ikke utsettes for støt, gnidning, varme, gnister o.l.

#### MATERIALER SOM SKAL UNNGÅS

Eksplosjonsrisiko! Unngå kontakt med: Alkalimetaller. Jordalkalimetaller. Oksiderende stoff. Sterke syrer. Halogener. Kromater. Etylenoksid. Perklorater. Permanganat. Fosforoksyder. Salpetersyre. Nitrogenoksid. Uranhexafluorid. Hydrogenperoksid. Fluor. mm.

#### FARLIGE SPALTINGSPRODUKTER

Ved spaltning dannes: Karbonoksid, karbondioksid.

### 11. OPPLYSNINGER OM HELSEFARE

#### Akutte toksiske testresultater

<b>Akutt oralt toks.</b>	7060 mg/kg (etanol)	LD-50 (orl-rat)
<b>Inneh. toksisitet</b>	>8000 ppm / 4h (etanol)	LC-50 (inh-rat)

#### GENERELT

Kvantitative data om produktets toksisitet savnes. Håndtere substansen som potensiell helsefarlig. De beskrevne symptomene gjelder for enkeltkomponentene i produktet.

# HMS-DATABLAD

Sist endret: 01.09.2006

Internt nr:



Erstatter dato: 15.08.2005

## Etanol

### INNÅNDING

Lett irriterende på slimhinnene i nese og øvre luftveier. Risiko for absorpsjon.

### HUDKONTAKT

Lett irritasjon. Langvarig hudkontakt kan avfette huden og fremkalle hudbetennelse. Hudsprekker.

### ØYEKONTAKT

Irriterer øynene.

### SVELGING

Brekninger. Kvalme. Absorpsjon av toksiske kvantiteter kan gi: Symptom som ved alkoholpåvirkning. Eufori. Svimmelhet. Bevisstløshet. Åndedrettstopp.

### ALLERGI

Produktet har ved djurtester ikke vist seg å være sensibiliserende.

### MUTAGENE EFFEKTER

Ikke mutagen i AMES-test.

### FOSTERSKADELIGE EFFEKTER

Eventuelle embryotoksiske effekter har ennå ikke blitt fullstendig validert. Risikoen for fosterskader er lav ved eksponering under de angitte grenseverdiene.

### ANNEN TOKS. INFORMASJON

Hudirritasjonstest (kanin): Lett hudirritasjon.

Øyeirritasjonstest (kanin): Mild øyeirritasjon.

## 12. MILJØOPPLYSNINGER

### ØKOTOKSISITET

Følgende gjelder generelt for Etanol:

Større konsentrasjoner/mengder kan skade fisk og marine organismer.

Giftighet for fisk: LC50 (Leuciscus idus, mg/l / 48 h): 8140

Giftighet for krepsdyr: EC50 (Daphnia magna, mg/l / 48h): >9268

Giftighet for alger: IC50 Sc. quadricauda, mg/l (7 d): 5000

Giftighet for bakterier: EC5 Ps. putida, mg/l (16 h): 6500

Giftighet for protozoer: EC5 E. sulcatum, mg/l (72 h): 65

### PERSISTENS OG NEDBRYTBARHET

Lett nedbrytbart. Brytes ned relativt raskt av naturlig forekommende mikroorganismer. Ved utslipp avdunster mesteparten.

### BIOAKKUMULERINGS-POTENSIAL

Forventes ikke å bioakkumulere.  $\log P(ow) < 1$

# HMS-DATABLAD

Sist endret: 01.09.2006

Internt nr:



Erstatter dato: 15.08.2005

## Etanol

### ANDRE SKADEVIRKNINGER

Lav giftighet for pattedyr som lever på land. Normal håndtering og mindre utslipp vurderes å ikke utgjøre noen skaderisiko.

### ANNEN INFORMASJON

Ved rett håndtering av produktet forventes ingen forstyrrelser i renseanlegg. Unngå utslipp i drikkevannsreservoar, avløp eller på marken.

### 13. FJERNING AV KJEMIKALIEAVFALL

#### GENERELT

Destrueres etter lokale forskrifter. Håndter forurenset forpakning på samme måte som substansen. Klassifisert som farlig avfall.

#### AVFALLSGRUPPER

Avfallsstoffnr. 7042 Organiske løsemidler uten halogen.

Forslag til EAL-kode(r): 07 01 04 Andre organiske løsemidler, vaskevæsker og utgangsvæsker.

### 14. OPPLYSNINGER OM TRANSPORT

Kjemikaliet er klassifisert som farlig gods:  Ja  Nei  Ikke vurdert

UN-nr: 1170

#### VARENAVN OG BESKRIVELSE:

ETHYL ALCOHOL

#### ADR/RID (veitransport/jernbanetransport)

Klasse: 3 Forpakningsgr: II  
Fareseddel: 3

#### IMDG (sjøtransport)

Klasse: 3 Forpakningsgr: II  
Sub. risiko: EMS: F-E,S-D

#### IATA (lufttransport)

Klasse: 3 Forpakningsgr: II  
Etikett: 3

### 15. OPPLYSNINGER OM LOVER OG FORSKRIFTER



Meget  
brannfarlig

EF-etikett  Nei  Ja  Ikke vurdert



# HMS-DATABLAD

Sist endret: 01.09.2006

Internt nr:



Erstatter dato: 15.08.2005

## Etanol

### SAMMENSETNING

Etanol (>50%)

### R-SETNINGER

Nr.	R-setningstekst
R11	Meget brannfarlig.

### S-SETNINGER

S7 Emballasjen skal holdes tett lukket.  
S16 Holdes vekk fra antennelseskilder - Røyking forbudt.

### REFERANSER

Forskrift om klassifisering og merking av farlige kjemikalier 2002 eller Stoffliste 2002  
HMS-databladet er revidert i.h.t. 29 ATP (2004/73/EU)  
Merck Safety Data Sheet.  
KPL MSDS

### ANNEN INFORMASJON

Produktet og/eller dets ingredienser omfattes ikke av merkingsendringene i 29 atp.

### 16. ANDRE OPPLYSNINGER AV BETYDNING FOR HMS

#### LEVERANDØRENS ANMERKNINGER

Opplysningene i dette databladet baseres på vår nåværende kunnskap og er ment å beskrive produktet fra et sikkerhetsaspekt. Databladet er ikke å betrakte som en kjemisk spesifikasjon. Det er derfor kundens ansvar å kontrollere at produktet er egnet til kundens spesifikke bruk.

Informasjonen i dette HMS-databladet gjelder bl.a. kitkomponent i:

Aquamerck® Magnesium.  
Merckognost® Magnesium.

Spectroquant® AOX

#### YL-gruppe

3

#### YL-tall

800-1600m<sup>3</sup>/l

#### RÅD OM OPPLÆRING

VWR International Norge forutsetter at personer som håndterer produktet har tilegnet seg de kunnskaper og ferdigheter som kreves for laboratoriearbeide.

UTGITT: 20.08.1999

# HMS-DATABLAD

Sist endret: 01.09.2006

Internt nr:



Erstatter dato: 15.08.2005

## Etanol

### REVISJONSOVERSIKT

Versjon	Rev.dato	Ansvarlig	Endringer
0.0.1	24.11.2003	PISE	Generell oppdatering
0.0.2	15.08.2005	Michaela Sandvik	Endret merking
0.0.3	01.09.2006	Eeva Odell	Generel oppdatering

### HMSD er utarbeidet av

Foretak	VWR International AB
Postnr./sted	SE-163 94 STOCKHOLM
Land	S
E-post	info@se.vwr.com
Telefon	+46 8 621 34 00
Faks	+46 8 760 45 20

<b>Navn</b>	<b>E-post</b>	<b>Tlf. (arb.)</b>	<b>Land</b>
Miljø & Sikkerhet	ehs@se.vwr.com	+46 8 621 34 00	





# Vedlegg 3: Biodieseldatablad

# SIKKERHETSDATABLAD

## Biodiesel



### 1. Identifikasjon av stoffet / produktet og av selskapet / foretaket

Utgitt dato	21.12.2005
Revisjonsdato	31.10.2013
Kjemikaliets navn	Biodiesel
Synonymer	Drivstoff
Artikkelnr.	17900
Produktgruppe	DRIVSTOFF
Kjemikaliets bruksområde	Drivstoff.

#### Importør

Firmanavn	UNO-X Energi AS
Postadresse	Lysaker Torg 35
Postnr.	N-1366
Poststed	Lysaker
Land	Norway
Telefon	22124000
Telefaks	22124050
E-post	connie.thomsen@unox.dk
Hjemmeside	<a href="http://www.unox.no/">http://www.unox.no/</a>
Nødtelefon	Giftinfo sentralen:22591300

### 2. Fareidentifikasjon

Farebeskrivelse	<p><b>GENERELT</b> Vurdert ikke merkepliktig.</p> <p><b>HELSE</b> Ingen helsefare forventes ved normal bruk.</p> <p><b>BRANN OG EKSPLOSJON</b> Produktet er ikke klassifisert som brann- eller eksplosjonsfarlig.</p> <p><b>MILJØ</b> Produktet er ikke klassifisert som miljøskadelig.</p>
-----------------	---

### 3. Sammensetning / opplysning om innholdsstoffer

Komponentnavn	Identifikasjon	Klassifisering	Innhold
FAME (Fatty Acid Methyl Ester)	CAS-nr.: 67762-38-3 EC-nr.: 267-015-4		0 - 100 %
eller			
FAME (Fatty Acid Methyl Ester)	CAS-nr.: 85586-25-0 EC-nr.: 287-828-8		0 - 100 %
Kolonneforklaring	CAS-nr. = Chemical Abstracts Service; EU (Einecs- eller Elincsnummer) = European inventory of Existing Commercial Chemical Substances; Ingrediensnavn = Navn iflg. stoffliste (stoffer som ikke står i stofflisten må oversettes hvis mulig). Innhold oppgitt i; %, %vkt/vkt, %vol/vkt, %vol/vol, mg/m <sup>3</sup> , ppb, ppm, vekt%, vol%		

FH/FB/FM	T+ = Meget giftig, T = Giftig, C = Etsende, Xn = Helseskadelig, Xi = Irriterende, E = Eksplosiv, O = Oksiderende, F+ = Ekstremt brannfarlig, F = Meget brannfarlig, N = Miljøskadelig.
----------	--

#### 4. Førstehjelpstiltak

Innånding	Frisk luft, ro og varme.
Hudkontakt	Tilsølt hud vaskes med såpe og lunkent vann. Fjern tilsølt tøy.
Øyekontakt	Ved sprut i øynene skylles med rikelig mengde vann i minst 15 minutter. Søk lege hvis øyeirritasjon vedvarer.
Svelging	FREMKALL IKKE BREKNINGER! Om pasienten er bevisst gi straks et glass vann, deretter melk, fløte eller matolje. Aktivt kull oppløst i vann, dersom tilgjengelig. Kontakt lege.
Informasjon til helsepersonell	Symptomatisk behandling. Pasienten observeres med henblikk på faren for kjemisk pneumoni som følge av aspirasjon. Ventrikkelskylling foretas bare hvis pasienten har fått i seg store mengder og kun etter intubering.
Annen informasjon	Kontakt evt. Giftinformasjonen, tlf. 22 59 13 00.

#### 5. Tiltak ved brannslukking

Passende brannslukningsmidler	Skum, pulver, karbondioksid
Uegnete brannslukningsmidler	Vann må ikke sprayes direkte inn i lagringsbeholdere, pga fare for overkoking, men kan brukes til avkjøling av beholdere og overflater.
Brann- og eksplosjonsfarer	Produktet har høyt flammepunkt og er ikke karakterisert som brannfarlig.
Personlig verneutstyr	Bruk personlig verneutstyr ved slukking av brann.

#### 6. Tiltak ved utilsiktet utslipp

Generelle tiltak	Forhindre utslipp til gater, grøfter og vassdrag.
Metoder for opprydding og rengjøring	Søl fjernes med absorberende midler, som sand, kiselgur, syrebinder, universalbinder, sagflis og bark. Spyl etter med vann og strø med sand. NB! Meget glatt på ulykkesstedet!

#### 7. Håndtering og lagring

Håndtering	Unngå kontakt med hud og øyne. Hold unna åpen flamme.
Oppbevaring	Lagres i tett lukkede beholdere ved maksimalt 40 °C. Beskytt mot frost.

#### 8. Eksponeringskontroll / personlig verneutstyr

##### Eksponeringskontroll

Annen informasjon om grenseverdier	Vask huden med såpe og vann før spising, drikking, røyking og før bruk av toalett. Gå ikke med tilsølte klær.
Håndvern	Bruk hansker av nitrilgummi eller annet oljebestandig materiale. Gjennomtrengningstiden for hanskematerialet vil variere med hanskens tykkelse, arbeidsoperasjon og eksponering. Hanskeleverandøren bør alltid kontaktes i forbindelse med valg av hansker. Velg hanske som er egnet for den bestemte arbeidsoperasjonen (mekanisk styrke, antistatisk m.m.) Etabler rutiner for bruk/skifte av hansker i tråd med hanskeprodusentens anbefalinger og forholdene hansken brukes under. Det vises forøvrig til bruksanvisningen fra hanskeprodusenten.
Øyevern	Ved fare for sprut, bruk vernebriller.
Annen informasjon	Alt verneutstyr skal være CE-merket og testet i henhold til relevant CEN-standard.

#### 9. Fysiske og kjemiske egenskaper

Tilstandsform	Væske
---------------	-------

Lukt	Karakteristisk
Farge	Gulaktig
Løselighet i vann	ikke løselig
Relativ tetthet	Verdi: 0.875-0.885 g/cm <sup>3</sup>
Smeltepunkt/smeltepunktintervall	Verdi: - 18 °C
Kokepunkt / kokepunktintervall	Verdi: ~ 300 °C
Flammepunkt	Verdi: 180 °C
Kommentarer, Viskositet	4.0 mm <sup>2</sup> /s (40 °C) 6.5-7.0 mm <sup>2</sup> /s (20 °C)

## 10. Stabilitet og reaktivitet

Materialer som skal unngås	Hold unna åpen flamme. Biodiesel løser opp lakk og maling, samt enkelte typer plast og gummi etter lang tids bruk.
Farlige spalttningsprodukter	Ved forbrenning dannes damp, røyk, karbonmonoksid og karbondioksid.
Stabilitet	Produktet er stabilt når det lagres i lukket beholder. Med tilgang til luft vil rapsolje være ustabil, da det lett reagerer med oksygenet i lufta.

## 11. Toksikologisk informasjon

### Øvrige helsefareopplysninger

Generelt	Produktet er ikke helsefarlig ved vanlig bruk.
Innånding	Høyt kokepunkt og liten avdamping ved normale temperaturer. Varm olje avgir oljedamp som kan irritere.
Hudkontakt	Langvarig og gjentatt hudkontakt kan føre til hudirritasjon.
Øyekontakt	Sprut i øynene er ubehagelig, men varig skade er usannsynlig.
Svelging	Risiko for at produktet kan komme ned i lungene. eks. ved brekninger.

## 12. Miljøopplysninger

### Øvrige miljøopplysninger

Persistens og nedbrytbarhet	Lett og rask biologisk nedbrytning.
-----------------------------	-------------------------------------

## 13. Fjerning av kjemikalieavfall

Avfallskode EAL	EAL: 130703 annet brensel (herunder blandinger)
NORSAS	7023
Annen informasjon	Ikke klassifisert som farlig avfall.

## 14. Transportinformasjon

Andre relevante opplysninger	Ikke transportklassifisert.
------------------------------	-----------------------------

## 15. Opplysninger om lover og forskrifter

Sammensetning på merkeetiketten	FAME (Fatty Acid Methyl Ester): 100 %
R-setninger	Vurdert ikke merkepliktig.
Referanser (Lover/Forskrifter)	Forskrift om klassifisering, merking m.v. av farlige kjemikalier, 16.07.2002 nr. 1139, med endringer. Forskrift om klassifisering, merking og emballering av stoffer og stoffblandinger (CLP), 16.06.2012 nr. 622. Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav (forskrift om utførelse av arbeid), 06-12-2011 nr. 1357, med endringer. Forskrift om registrering, vurdering, godkjenning og begrensning av kjemikalier (REACH), 30.05.2008 nr. 516, med endringer. FOR 2011-12-06 nr 1358: Forskrift om tiltaksverdier og grenseverdier for fysiske og kjemiske faktorer i arbeidsmiljøet samt smitterisikogrupper for

	biologiske faktorer (forskrift om tiltaks- og grenseverdier). Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften), 01.06.2004 nr. 930, med endringer. Forskrift om organisering, ledelse og medvirkning, 06.12.2011 nr. 1355, med endringer. Forskrift om brannfarlig vare, 26.06.2002 nr. 744, med endringer. Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven), 14.06.2002 nr. 20, med endringer.
Ikke deklareringspliktig pga.	Produkt er ikke merkepliktig.

## 16. Andre opplysninger

Opplysninger som er nye, slettet eller revidert	Endret i punkt 3, 9, 10, 15 og 16.
Leverandørens anmerkninger	Sikkerhetsdatabladet er utarbeidet i henhold til gjeldende regelverk. Uno-X Energi AS har ikke ansvar for feil eller mangler i opplysninger fra produsent / importør / omsetter. Produsent/leverandør oppgitt i seksjon 1 er juridisk ansvarlig for databladets innhold.
Versjon	4
Ansvarlig for Sikkerhetsdatablad	UNO-X Energi AS

# Vedlegg 4: LNG-datablad

Revisjoner:	1 2	Utskriftsvennlig versjon
<b>SIKKERHETS DATABLAD</b>		

### 1. Identifikasjon av kjemikallet og ansvarlig firma

Revisjonsdato:	21.12.2007
<b>Handelsnavn:</b>	<b>LNG</b>
Produkttype:	GASSER
Anvendelsesområde:	Gass
CAS-nr:	74-82-8 ; 74-84-0
Kjemikalienavn:	Metan
Kjemikaliesynonym:	Flytande naturgas, Kondenserad naturgas
Kjemisk formel:	CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>
Artikkelnr:	Hoved
PR-nr:	
<b>Nødtelefon1:</b>	<b>Giftinformasjonssentralen 22 59 13 00</b>
<b>Leverandør/omsetter:</b>	Statoil Norge AS
Postadresse:	Postboks 1176, Sentrum
Postnummer:	0107
Poststed:	Oslo
Land:	Norge
Telefon:	22 96 20 00
Telefax:	22 96 23 57
E-post:	<a href="mailto:webno@statoil.com">webno@statoil.com</a>
www:	<a href="http://www.statoil.no">www.statoil.no</a>
Kontaktperson:	K.Grave
<b>HMS-datablad utarbeidet av:</b>	STATOIL NORGE A/S
Postadresse:	PB 1176 SENTRUM
Postnummer:	0107
Poststed:	OSLO

### 2. Viktigste faremomenter



### 3. Opplysninger om kjemisk sammensetning

Cas-nr	EC-nr	Navn	Kons.(vekt%)	Fareklasse/Anm.
74-84-0	200-814-8	etan	0.46	F+; R12
74-82-8	200-812-7	metan	min. 99	F+; R12

Tegnforklaring: T+=Meget giftig, T=Giftig, C=Etsende, Xn=Helseskadelig, Xi=Irriterende, E=Eksplodiv, O=Oksiderende, F+=Ekstremt brannfarlig, F=Meget brannfarlig, N=Miljoskadelig IK=Ikke Klassifiseringspliktig

Ingrediens informasjon	
------------------------	--

### 4. Førstehjelpstiltak

Generelt:	Vedkommende bringes snarest mulig vekk fra eksponeringskilden. Vanlig førstehjelp: Ro, varme, frisk luft. Ved åndedrettsbesvær: Evt. oksygentilførsel. Ved bevisstløshet: Los stramtsittende klær, stabilt sideleie. Ved hjertestans, hjertekompresjon. Kontakt lege.
Innånding:	Ved åndedrettsstans gis kunstig åndedrett. Ved åndedrettssvikt, evt. oksygentilførsel.
Hudkontakt:	Behandling av frostskafer etter kontakt med væske: Spyl med rikelig lunkent (ca. 40°C) vann. Søk legehjelp. Fjern ikke tøy ved forfrysning. Gni ikke skaden
Øyekontakt:	Skaff legehjelp/ transporter til sykehus. Fortsett skyllingen.
Svelging:	Ikke aktuelt (produktet er en gass).



## 5. Tiltak ved brannslukking

Passende slukningsmiddel:	Skum, pulver eller karbondioksid (CO <sub>2</sub> ), vanntåke/spray.
Brann- og eksplosjonsfarer:	Stor brannfare! Beholdere i nærheten av brann flyttes og/eller nedkjøles med vann. Slukk ikke brannen før kilden er stengt grunnet faren for oppblussing.
Personlig verneutstyr ved slukking av brann:	Pressluftsapparat og øyevern må benyttes av innsatspersonell som utsettes for gass eller røyk. Hvis mulig bekjempes brannen fra beskyttet posisjon.
Annen informasjon:	Avsteng risikoområdet og nekt uvedkommende adgang.

## 6. Tiltak ved utilsiktet utslipp

Sikkerhetstiltak for å beskytte personell:	Avsteng i alle retninger ved tilsøling eller lekkasje. Vær oppmerksom på faren for frostskafer.
Sikkerhetstiltak for å beskytte miljø:	Ingen spesielle miljøforholdsregler er påkrevet.
Egnede metoder for skadebegrensning og opprensning:	Ta forholdsregler mot statisk elektrisitet.

## 7. Håndtering og oppbevaring

Spesielle egenskaper og farer:	Fordampende produkt forårsaker kraftig nedkjøling.
Håndteringsveiledning:	Øyedusj og noddusj skal finnes på arbeidsplassen. Gassen er meget kald når den kommer ut av beholderen, og det kan forårsake frostskafer på hud. Åpen ild eller andre tennkilder i nærheten av produktet må ikke forekomme.
Annen informasjon:	Pga. brann- og eksplosjonsfare er røyking og åpen ild forbudt.

## 8. Eksponeringskontroll og personlig verneutstyr

Ingrediens navn	Cas-nr	ppm	mg/m <sup>3</sup>	Adm.år	Anm.
Forebyggende tiltak:	BEGRENSNING OG KONTROLL AV EKSPONERING Sørg for god ventilasjon.				
Åndedrettsvern:	Ved utilstrekkelig ventilasjon må det brukes egnet åndedrettsvern.				
Arbeidshansker:	kuldeisolerende materiale.				
Verneklær:	Bruk egnede verneklær for bl.a. å hindre frostskafer.				
Annen informasjon:	Vær oppmerksom på at temperaturen i/på beholder vil synke ved lekkasje og at dette kan ha en sterk nedkjølende effekt. Propan: Cas nr.: 74 98 6, Adm.norm: 900mg/m <sup>3</sup> , Adm.år: 1996.				

## 9. Fysiske og kjemiske egenskaper

Tilstandsform:	Komprimert flytende gass.
Lukt:	Ingen.
Farge:	Fargeløs
Tetthet:	422 kg/m <sup>3</sup> 1 atm
Eksplosjonsomr., % - %:	5 - 15
Dekomponeringstrykk:	700°C
Kokepunkt:	-161.5 v/1atm
Tenntemperatur:	540°C
Annen informasjon:	Kritisk temperatur: -82°C Kritisk trykk: 46 bar

## 10. Stabilitet og reaktivitet

Stabilitet:	Unngå kontakt med sterke oksidasjonsmidler.
Reagerer med:	MATERIALER SOM SKAL UNNGÅS Unngå kontakt med sterke oksidasjonsmidler.
Farlige spaltningsprodukter:	Ved forbrenning vil det utvikles røyk og farlige gasser, bl.a. karbonmonoksid (CO).
Annen informasjon:	Pga. brann- og eksplosjonsfare er røyking og åpen ild forbudt.

## 11. Opplysninger om helsefare

Generelt:	Ved svært høy konsentrasjon kan gassen forårsake noe svimmelhet og virke bedøvende. Ved enda høyere konsentrasjon kan bevisstløshet og død inntre. Gassen fortrenger luftens oksygen og virker kvelende.
Hudkontakt:	Gassen er meget kald når den kommer ut av beholderen, og det kan forårsake frostskafer på hud.
Øyekontakt:	Kontakt med flytende propan kan forårsake alvorlig skade på øynene.
Svelging:	Svelging vurderes å ikke være sannsynlig ved normal bruk.
Akutte og kroniske skadevirkninger:	Gassen er meget kald når den kommer ut av beholderen, og det kan forårsake frostskafer på hud.
Allergi:	Allergifremkallende egenskaper er ikke kjent.
Kreft:	Kreftfremkallende egenskaper er ikke kjent.
Mutagene effekter:	Produktet ansees ikke å være arvestoffskadelig.

## 12. Opplysninger om miljøfare

Mobilitet:	Fordamper hurtig fra vann- og jordoverflater. Spres hurtig i luft.
Nedbrytbarhet:	Det er lite sannsynlig at produktet vil kunne medføre alvorlige langtidsvirkninger i miljøet.
Akkumulering:	Forventes ikke å bioakkumulere.
Økotoksitet:	Negative effekter på vannmiljøet ikke kjent. For propan er verdiene for fisk, Daphnia and algae i området 14 to 21 mg/l.
Andre skadevirkninger:	Forbrenningsprodukter kan bidra til global oppvarming og til fotokjemisk ozon-dannelse.


## 13. Fjerning av rester og avfall

Generelt:	Det oppstår sjelden behov for å destruere større mengder. Følg de lokale forskrifter . Returner helt eller delvis tomt beholder til leverandoren.
-----------	---

## 14. Opplysninger om transport

Varenavn/Proper Shipping Name:	
UN-nr:	1972
Farlig gods ADR/RID:	Ja, Klasse: 2, Klassifis.kode: 2F, Fareseddel: 2.1, Farenummer: 223
Farlig gods IMDG:	Ja, Klasse: 2
Farlig gods IATA/ICAO:	Ja, Klasse: 2, 1
Generell transport info:	Forbudt å sende med passasjerfly.

## 15. Opplysninger om lover og forskrifter

Handelsnavn:	LNG
	
Farebestemmende komponenter:	
R-setninger:	R12 Ekstremt brannfarlig.
S-setninger:	S16 Holdes vekk fra antennelseskilder - Røyking forbudt. S33 Ta forholdsregler mot utladning av statisk elektrisitet. S36/37/39 Bruk egnede verneklær, vernehansker og vernebriller/ansiktsskjerm. S9 Oppbevares på et godt ventilert sted.
EF-etikett:	Nei
Referanser:	Utarbeidet iht forskrifter om klassifisering og merking av farlige kjemikalier og stoffliste over farlige stoffer (Statens forurensningstilsyn, Arbeidstilsynet, Direktoratet for brann og eksplosjonsvern), siste utgave. Administrative normer (Arbeidstilsynet). Forskrift om farlig avfall (Siste utgave).

## 16. Andre opplysninger

Erstatter HMS-datablad av:	15.12.2005
Leverandørens merknader:	Databladet er basert på opplysninger gitt av våre leverandører og vår nåværende viten. UTGITT: 10.10.2002
Risiko-setninger(fra pkt.3):	R12 Ekstremt brannfarlig.

# Vedlegg 5: MGO-datablad

Produktnavn: MARINE DISTILLATES  
Revisjonsdato: 27 feb 2011  
Side 1 av 81

## SIKKERHETSDATABLAD

<b>AVSNITT 1</b>	<b>IDENTIFIKASJON AV STOFFET/STOFFBLANDINGEN OG SELSKAPET/FORETAKET</b>
------------------	---

Dette sikkerhetsdatabladet er utarbeidet for Norge.

### 1.1. IDENTIFIKASJON AV STOFFET ELLER STOFFBLANDINGEN

**Produktnavn:** MARINE DISTILLATES  
**Produktbeskrivelse:** Hydrokarboner og tilsetninger  
**Produktkoder:** 708621-60

Handelsnavn	Handelsnavn
GASOIL (LSGO)	GASOIL MARINE WINTER (GOW)
MARINE GASOIL	MARINE GASOIL (MGO)

### 1.2. BRUK AV STOFFET/STOFFBLANDINGEN

**Viktigste (tiltenkte) bruksområder:** Drivstoff

**Identifiserte (potensielle) bruksområder:**

Fremstilling av stoffer  
Distribusjon av stoffer  
Bruk som mellomprodukt  
Formulering og (re)emballering av stoffer og blandinger  
Overflatebehandling - industri  
Oljeboring og -produksjon - industri  
Smøremidler - industri  
Metallbearbeidingsvæsker / valseoljer - industri  
Binde- og formslippmiddel - industri  
Drivstoff - industri  
Spesialvæsker - industri  
Gummiproduksjon og -bearbeiding  
Overflatebehandling - yrkesbruker  
Oljeboring og -produksjon - yrkesbruker  
Smøremidler - yrkesbruker (lavt utslipp)  
Smøremidler - yrkesbruker (høyt utslipp)  
Binde- og formslippmiddel - yrkesbruker  
Drivstoff - yrkesbruker  
Bygg- og veiarbeidsformål  
Tilvirking og bruk av eksplosive stoffer  
Drivstoff - forbruker

**Bruk som frarådes:** Dette produktet anbefales ikke for annen bruk i industri, av yrkesbrukere eller forbrukere, enn de som er angitt over.

### 1.3. IDENTIFIKASJON AV SELSKAP/FORETAK

**Leverandør:** Esso Norge AS  
Pb. 350 Skøyen

Produktnavn: MARINE DISTILLATES  
Revisjonsdato: 27 feb 2011  
Side 2 av 81

, Oslo  
Norge

**Generell leverandørkontaktinformasjon:**  
**Internettadresse for sikkerhetsdatablader:**  
**E-post:**

+46 (0)31 799 02 75  
<http://www.msds.exxonmobil.com/psims/psims.aspx>  
[sdsnorden@exxonmobil.com](mailto:sdsnorden@exxonmobil.com)

#### 1.4. NØDNUMMER

**Nødtelefon i Norge:**  
**Giftinformasjonen:**

33 37 73 00 (Nødtelefon) /  
22 591300

## AVSNITT 2 FAREIDENTIFIKASJON

### 2.1. KLASSIFISERING AV STOFFET ELLER BLANDINGEN

#### Klassifisering i henhold til forordning (EC) nr. 1272/2008 [CLP/GHS]

Akutt giftighet (Kategori 4, ved innånding) Irriterende for huden (Kategori 2) Kreftfremkallende egenskaper (Kategori 2) Spesifikk målorgantoksisitet - gjentatt eksponering (Kategori 2) Aspirasjonsfare (Kategori 1)  
Farlig for vannmiljøet (Kronisk kategori 2)  
H304: Kan være dødelig ved svelging om det kommer ned i luftveiene. H315: Irriterer huden. H332: Farlig ved innånding. H351: Mistenkes for å kunne forårsake kreft. H373: Kan forårsake organskader.  
H411: Giftig, med langtidsvirkning, for liv i vann.

#### Klassifisering i henhold til EU-direktiv 67/548/EEC / 1999/45 EC [Klass-merk]

| Kreft kat. 3; R40 | Xn; R20 | Xn; R65 | Xi; R38 | N; R51/53 |  
Kreft kat. 3 Helsekadelig. Irriterende. Miljøskadelig.  
R40; Mulig fare for kreft. R20; Farlig ved innånding. R65; Farlig; kan forårsake lungeskade ved svelging. R38; Irriterer huden. R51/53; Giftig for vannlevende organismer, kan forårsake uønskede langtidsvirkninger i vannmiljøet.

### 2.2. MERKING

#### Merking i henhold til forordning (EC) nr. 1272/2008 [CLP/GHS]

Piktogrammer:



**Signalord:** Fare.

**Faresetninger:**

H304: Kan være dødelig ved svelging om det kommer ned i luftveiene. H315: Irriterer huden. H332: Farlig ved

Produktnavn: MARINE DISTILLATES

Revisjonsdato: 27 feb 2011

Side 3 av 81

innånding. H351: Mistenkes for å kunne forårsake kreft. H373: Kan forårsake organskader.  
H411: Giftig, med langtidsvirkning, for liv i vann.

#### Sikkerhetssetninger:

P201: Innhent særskilt instruks før bruk. P202: Skal ikke håndteres før alle advarsler er lest og oppfattet. P210: Holdes vekk fra åpen flamme og varme overflater. — Røyking forbudt. P260: Ikke innånd ta ke og damp. P264: Vask grundig etter bruk. P271: Brukes bare utendørs eller i et godt ventilert område. P273: Unngå utslipp til miljøet. P280: Benytt vernehansker og vernebriller/ansiktsskjerm. P281: Bruk påkrevd personlig verneutstyr. P301 + P310: VED SVELGING: Kontakt umiddelbart et GIFTINFORMASJONSSENTER eller lege. P302 + P352: VED HUDKONTAKT: Vask med mye såpe og vann. P304 + P340: VED INNÅNDING: Flytt personen til frisk luft og sørg for at vedkommende hviler i en stilling som letteråndedrettet. P308 + P313: Ved eksponering eller mistanke om eksponering: Søk legehjelp. P331: IKKE framkall brekning. P332 + P313: Ved hudirritasjon: Søk legehjelp. P362: Tilsølte klær må fjernes og vaskes før de brukes på nytt. P370 + P378: Ved brann: Slukk med vanntåke, skum, pulver eller karbondioksid (CO<sub>2</sub>). P391: Samle opp spill. P403 + P235: Oppbevares på et godt ventilert sted. Oppbevares kjølig. P405: Oppbevares innelåst. P501: Innhold/holder skal avhendes i henhold til lokale lover og regler.

Inneholder: Drivstoff, diesel

### 2.3. ANDRE FARER

#### Fysiske / kjemiske farer:

Produktet kan akkumulere statisk elektrisitet som kan forårsake antennelse. Produktet kan avgi damper som lett kan danne brannfarlige blandinger. Dampansamlingen kan brenne eller eksplodere ved antennelse. Brennbart.

#### Helsefarer:

Kan medføre svekkelse av sentralnervesystemet. Injeksjon under huden ved høyt trykk kan gi alvorlige skader. Ved dårlig personlig hygiene og langvarig, gjentatt kontakt har visse polyaromatiske hydrokarboner (PAH) blitt mistenkt for å forårsake kreft hos mennesker. Kan være irriterende for øyne, nese, svelg og lunger.

#### Miljøfarer:

Ingen tilleggfarer. Materialet oppfyller ikke kravene til PBT eller vPvB i henhold til REACH vedlegg XIII.

## AVSNITT 3

## SAMMENSETNING/OPPLYSNINGER OM BESTANDDELER

3.1. STOFFER Ikke relevant. Dette produktet er definert som en blanding.

### 3.2. BLANDINGER

Dette materialet er definert som en blanding

#### Rapporterbare, farlige stoffer som oppfyller klassifiseringskriteriene og/eller har en administrative norm

Navn	CAS#	EC-nr.	REACH-regist rering#	Konsentrasjon*	GHS/CLP-klassifisering
Drivstoff, diesel	68334-30-5	269-822-7	01-2119484664-27	> 99%	Acute Tox. 4 H332, Acute Tox. 4 H332, Asp. Tox. 1 H304, Carc. 2 H351,



Produktnavn: MARINE DISTILLATES  
 Revisjonsdato: 27 feb 2011  
 Side 4 av 81

					[Flam. Liq. 4 H227], Aquatic Chronic 2 H411, STOT RE 2 H373, Skin Irrit. 2 H315
--	--	--	--	--	--

Merknad: Eventuell klassifisering i klammer er en GHS-byggestein som ikke ble tatt inn av EU i CLP-forskriften (Nr. 1272/2008) og gjelder derfor ikke i EU eller i land utenfor EU som har innført CLP-forskriften. Den vises kun for informasjon.

Navn	CAS#	EC-nr.	REACH-regist røring#	Konsentrasjon*	"Klass/merk"-symbo ler og - risikosestninger
Drivstoff, diesel	68334-30-5	269-822-7	01-2119484664- 27	> 99%	Xn;R20, Xi;R38, Xn;Carc. Cat. 3;R40, Xn;R65, N;R51/53

\* Alle konsentrasjoner er angitt som vektprosent med unntak for gasser. Gasskonsentrasjoner er angitt i volumprosent.

Merknad: Produktet kan inneholde inntil 0,5 % ytelsesforbedrende tilsetninger og / eller fargestoffer.

Merknad: Se databladets avsnitt 16 for komplette sikkerhetssetninger. Se databladets avsnitt 16 for fullstendige faresetninger.

#### AVSNITT 4 FØRSTEHJELPSTILTAK

##### 4.1. BESKRIVELSE AV FØRSTEHJELPSTILTAK

###### INNÅNDING

Flytt vedkommende bort fra eksponeringskilden. Hjelpepersonell bør unngå eksponering. Bruk egnet åndedrettsvern om nødvendig. Tilkall straks lege ved irritasjon i åndedretsorganene, svimmelhet, kvalme eller bevisstløshet. Gi kunstig åndedrett ved åndedrettsstans. Bruk evt. mekanisk utstyr eller munn-til-munn-metoden.

###### KONTAKT MED HUDEN

Fjern tilsølt tøy. Børst av eksponert hud og rens med en vannfri håndrens etterfulgt av grundig vask med såpe og vann. Hjelpepersonell må hindre at de selv og andre utsettes for videre hudeksponering. Bruk ugjennomtrengelige hansker. Vask tilsølte klær for seg før videre bruk. Kast tilsølte gjenstander som ikke kan vaskes. Hvis produktet blir injisert i eller under huden, eller andre deler av kroppen, må, uavhengig av skadens omfang eller utseende, den skadede straks undersøkes av lege som et kirurgisk tilfelle. Selv om de første symptomene etter høytrykksinjeksjon kan være minimale eller fraværende, kan rask kirurgisk behandling sørge for at de endelige skadene reduseres betraktelig.

###### KONTAKT MED ØYNENE

Skyll grundig med vann. Søk legehjelp ved irritasjon.

###### SVELGING

Søk legehjelp umiddelbart. Ikke fremkall brekninger.

##### 4.2. VIKTIGSTE AKUTTE OG FORSINKEDE SYMPTOMER OG VIRKNINGER

Hodepine, svimmelhet, søvnighet, kvalme og andre symptomer fra sentralnervesystemet. Kløe, smerter, rød og hoven hud. Lokal nekrose som viser seg ved forsinkede smerter og vevsskader noen timer etter

Produktnavn: MARINE DISTILLATES  
Revisjonsdato: 27 feb 2011  
Side 5 av 81

injeksjonen.

#### 4.3. EVENTUELT BEHOV FOR ØYEBLIKKELIG LEGEHJELP OG SPESIELL BEHANDLING

Ved svelging kan produktet komme ned i lungene og forårsake kjemisk pneumonitt. Gi samsvarende behandling. Inneholder hydrokarbonløsningsmidler / petroleumshydrokarboner - Hudkontakt kan forverre en eksisterende eksem.

### AVSNITT 5 BRANNSLOKKINGSTILTAK

#### 5.1. SLUKKEMIDLER

**Egnede slukkemidler:** Bruk vanntåke, skum, pulver eller karbondioksid (CO<sub>2</sub>) for å slukke flammer.

**Uegnede slukkemidler:** Direkte vannstråle.

#### 5.2. SPESIELLE FARER TILKNYTTET STOFFET ELLER BLANDINGEN

**Farlige forbrenningsprodukter:** Røyk, Damp, Aldehyder, Sveloksid, Ufullstendige forbrenningsprodukter, Karbonoksid

#### 5.3. RÅD TIL BRANNMANNSKAPER

**Brannslukningsinstruksjoner:** Evakuer området. Unngå at avrenning fra slukkemidler eller spyling når elver, bekker, kloakk eller drikkevannsforsyning. Brannmannskap må bruke standard verneutstyr med flammehemmende jakke, hjelm med ansiktsvern, hansker, gummistøvler og selvforsynt pusteapparat i lukkede rom. Bruk vandusj for å holde eksponerte beholdere nedkjølt og for å beskytte personell.

**Uvanlige brannfarer:** Farlig produkt. Brannpersonell bør vurdere å bruke verneutstyr som beskrevet i seksjon 8.

#### BRANNFAREEGENSKAPER

**Flammepunkt [Metode]:** >60°C (140F) [typisk]

**Øvre / nedre eksplosjonsgrense (ca. vol.% i luft):** ØEG: 7.0 NEG: 0.6 [testmetode ikke tilgjengelig]

**Selvantennelsestemperatur:** >250°C (482°F) [testmetode ikke tilgjengelig]

### AVSNITT 6 TILTAK VED UTILSIKTEDE UTSLIPP

#### 6.1. PERSONLIGE FORHOLDSREGLER, VERNEUTSTYR OG NØDPROSEDYRER

##### VARSLINGSRUTINER

Varsle brannvesenet på telefon 110 samt andre relevante myndigheter ved spill eller utilsiktet utslipp, i henhold til gjeldende regler.

##### VERNETILTAK

Unngå kontakt med produktsøl. Advar eller evakuer personer i nærheten og på lesiden om nødvendig, basert på produktets giftighet eller brannfare. Se avsnitt 5 for brannslukningsinformasjon. Se seksjonen for "Viktigste faremomenter" for informasjon om de viktigste farer. Se avsnitt 4 for informasjon om førstehjelpstiltak. Se avsnitt 8 for minimumskrav til personlig verneutstyr. Ekstra vernetiltak kan være påkrevet avhengig av de spesifikke forhold og/eller ekspertvurderinger fra innsatspersonellet. Det anbefales å bruke arbeidshansker (fortrinnsvis med lang mansjett) som gir tilstrekkelig kjemisk beskyttelse. Merk: hansker av PVA er ikke vanntette og eger seg ikke i nødsituasjoner. Hvis kontakt med varme produkter er mulig eller kan forventes, anbefales varmebestandige og varmeisolerte hansker. Andedrettsvern: det kan brukes halv eller hel pustemaske med filter for organiske damper eller, hvis aktuelt



H<sub>2</sub>S, eller selvstendig pusteutstyr (SCBA) avhengig av størrelsen av utslippet og potensiell eksponeringsgrad. Hvis eksponeringen ikke kan karakteriseres fullstendig eller oksygenfattig atmosfære er mulig eller forventet, anbefales selvstendig pusteutstyr (SCBA). Det anbefales arbeidshansker som er motstandsdyktige mot aromatiske hydrokarboner. Merknad: hansker av polyvinylacetat (PVA) er ikke vanntette og egner seg ikke i nødsituasjoner. Vernebriller er anbefalt dersom sprut eller kontakt med øynene er mulig. Små utslipp: normale antistatiske arbeidsklær er vanligvis tilstrekkelig. Store utslipp: anbefaler heldrakt av kjemisk motstandsdyktig, antistatisk stoff.

#### 6.2. MILJØMESSIGE FORHOLDSREGLER

Store utslipp: Grav grøfter foran utslippet for senere oppsamling og avhending. Hindre produktet i å nå avløp, vannkilder eller lavtliggende områder.

#### 6.3. METODER OG UTSTYR FOR AVGRENSING OG OPPRENSKING

**Utslipp på land:** Fjern alle antennelseskilder. (Ingen røyking, bluss, gnister eller flammer i nærheten.) Steng kilden på en sikker og kontrollert måte. Alt utstyr som brukes ved håndtering av produktet må jordes. Ikke rør eller trakk i produktsøl. Hindre sølet i å nå vannveier, kloakk, kjellere eller trange rom. Et avdampingshindrende skum kan brukes for å minske damper. Bruk rent, gnistsikkert verktøy for å samle opp absorbert produkt. Store søl: Vandusj kan minske damper men hindrer ikke nødvendigvis antennelse i trange rom. Mindre utslipp: Absorber sølet med jord, sand eller annet ikke-brennbart materiale og overfør det til beholdere for senere avhending.

**Utslipp til vann:** Steng kilden på en sikker og kontrollert måte. Avgrens spillet umiddelbart med lenser. Varsle annen skipstrafikk. Fjern fra overflaten ved lensing eller med passende absorpsjonsmidler. Søk råd hos spesialist før bruk av dispergeringsmidler.

Anbefalingene etter utslipp til vann og land er basert på det mest sannsynlige utslippsscenarioet for dette produktet. Imidlertid kan geografiske forhold, vind, temperatur samt (ved utslipp til vann) retning og hastighet til bølger og strøm i stor grad ha betydning for hvilke tiltak som bør iverksettes. Derfor bør lokal ekspertise konsulteres. Merk: Lokale lover og regler kan foreskrive eller begrense visse tiltak.

#### 6.4. REFERANSER TIL ANDRE AVSNITT

Se avsnitt 6.1.

### AVSNITT 7

### HÅNTERING OG LAGRING

#### 7.1. HÅNTERING

Hindre all kontakt med kroppen. Ikke sug opp med munnen. Må ikke brukes som f.eks. rensevæske. Må bare brukes som motordrivstoff. Ikke bruk elektronisk utstyr (deriblant men ikke begrenset til, mobiltelefoner, datamaskiner, kalkulatorer, personsøkere eller annet elektronisk utstyr etc.) i eller rundt et område for fylling eller lagring av drivstoff hvis ikke utstyret er sertifisert som sikkert i seg selv av en godkjent, nasjonal testinstans og i samsvar med sikkerhetsstandardene som kreves i henhold til nasjonale og/eller lokale lover og regler. Hindre mindre søl og lekkasjer for å unngå sklifare. Produktet kan akkumulere statisk elektrisitet som i sin tur kan gi opphav til en elektrisk gnist (antennelseskilde). Når produktet håndteres i bulk kan en elektrisk gnist antenne brennbare damper fra evt. væsker og rester som kan ligge igjen (f.eks. ved lasting av forskjellige produkter). Følg relevante rutiner for sammenkobling og/eller jording. Imidlertid vil ikke sammenkobling og jording nødvendigvis fjerne faren for statisk akkumulering. Konferer relevante, publiserte standarder og rutiner.

**Statisk akkumulator:** Dette produktet kan akkumulere statisk elektrisitet. En væske regnes typisk som en ikke-ledende, statisk akkumulator når dens konduktivitet er under 100 pS/m og regnes som delvis ledende når dens konduktivitet er under 10,000 pS/m. Uansett om en væske er ikke-ledende eller ledende er forholdsreglene de samme. Flere faktorer som f.eks. væskens temperatur, innholdet av forurensninger, ledende tilsetninger og filtrering, kan innvirke på dens konduktivitet.

Produktnavn: MARINE DISTILLATES

Revisjonsdato: 27 feb 2011

Side 7 av 81

## 7.2. LAGRING

Valget av beholder, f.eks. lagertank, kan påvirke statisk opp- og utladning. Hold beholdere lukket. Hånder beholdere med varsomhet. Åpne langsomt for å begrense mulig gassutstrømming ved overtrykk. Lagre på et kjølig og godt ventilert sted. Lagringsbeholdere bør jordes eller sammenkobles. Faste beholdere for lagring og overføring samt tilhørende utstyr bør jordes og sammenkobles elektrisk for å unngå oppladning av statisk elektrisitet. Hold god avstand til inkompatible materialer.

**7.3. SÆRLIG(E) BRUKSOMRÅDE(R):** Avsnitt 1 gir informasjon om bruk av stoffet/stoffblandingen. Ingen industri- eller sektorspesifikk veiledning tilgjengelig.

## AVSNITT 8 EKSPONERINGSKONTROLL/PERSONLIG BESKYTTELSE

### 8.1. GRENSEVERDIER FOR EKSPONERING

#### EKSPONERINGSGRENSER

**Eksponeringsgrenser/-normer (Merk: Eksponeringsgrenser skal ikke adderes)**

Navn på substans	Form	Administrative normer			Merknad	Kilde
Drivstoff, diesel	Tåke.	8(t) snitt	1 mg/m <sup>3</sup>			Arbeids-tilsynet
Drivstoff, diesel	Damp	8(t) snitt	50 mg/m <sup>3</sup>			Arbeids-tilsynet
Drivstoff, diesel	Tåke.	8(t) snitt	5 mg/m <sup>3</sup>			ExxonMobil
Drivstoff, diesel	Damp	8(t) snitt	200 mg/m <sup>3</sup>			ExxonMobil
Drivstoff, diesel [totale hydrokarboner, damp og aerosol]	Inhalerbar fraksjon og damp	8(t) snitt	100 mg/m <sup>3</sup>		Hud	ACGIH

Merknad: Informasjon om anbefalte overvåkningsprosedyrer kan fåes fra følgende instanser:

Arbeidstilsynet (Brosjyren "Kartlegging og vurdering av eksponering for kjemiske stoffer og biologiske forurensninger i arbeidsatmosfæren", best.nr. 450)

#### "DERIVED NO EFFECT LEVEL" (DNEL) / "DERIVED MINIMAL EFFECT LEVEL" (DMEL)

##### Arbeidstaker

Navn på substans	Hud	Inhalering
Drivstoff, diesel	NA	NA

##### Forbruker

Navn på substans	Hud	Inhalering	Oral
Drivstoff, diesel	NA	NA	NA

Merknad: DNEL ("Derived No Effect Level") er en estimert sikker eksponeringsgrad som beregnes ut fra giftighetsdata etter en spesifikk veiledning i den europeiske REACH-forskriften. DNEL kan være forskjellig fra OEL (Occupational Exposure Limit) for det samme stoffet. OEL kan være anbefalt av et individuelt firma, et statig reguleringsorgan eller en ekspertorganisasjon, for eksempel SCOEL (Scientific Committee for Occupational Exposure Limits) eller ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). OEL regnes som sikre eksponeringsgrader for en vanlig arbeider i jobbsituasjon på 8-timers skift, 40 timers arbeidsuke, som tidsvektet gjennomsnitt (TVG) eller en 15-minutters kortidseksponeringsgrense (STEL). Det regnes at også OEL gir helsevern, men den beregnes på annen måte enn REACH.

**"PREDICTED NO EFFECT CONCENTRATION" (PNEC)**

Navn på substans	Vann (ferskvann)	Vann (havvann)	Vann (sporadisk utslipp)	Vannrens anlegg	Sediment	Jordbunn	Oral (sekundær forgiftning)
Drivstoff, diesel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

**8.2. EKSPONERINGSKONTROLL**

**TEKNISKE TILTAK / VENTILASJON**

Graden av beskyttelse og hvilke tiltak som er nødvendige vil variere med de potensielle eksponeringsforholdene. Tiltak å vurdere omfatter:  
 Bruk eksplosjonssikkert ventilasjonsutstyr for ikke å komme over eksplosjonsgrensen.

**KONTROLL MED EKSPONERING I ARBEIDET**

Valget av personlig verneutstyr vil variere med de potensielle eksponeringsforholdene som bruksområde, håndteringsrutiner, konsentrasjon og ventilasjon. Informasjonen gitt under om valg av verneutstyr til bruk ved håndtering av dette produktet, er basert på tiltenkt, normal bruk.

**Åndedrettsvern:** Hvis tekniske installasjoner ikke er i stand til å holde konsentrasjonen av luftforurensning under det nivået som regnes som sikkert for arbeidernes helse kan bruk av godkjent åndedrettsvern være nødvendig. Valg, bruk og vedlikehold av åndedrettsvern må evt. være i henhold til gjeldende lover og forskrifter. Åndedrettsvern å vurdere omfatter:

- Halvdekkende filteråndedrettsvern
- Filtermateriale av type A., Filtermateriale av type P., Den europeiske standardiseringskomiteens (CEN) standarder EN 136, 140 og 405 angir åndedrettsvernsmasker og EN 149 og 143 angir filteranbefalinger.

Ved høye konsentrasjoner i atmosfæren bruk godkjent, luftforsynt åndedrettsvern med overtrykk . Luftforsynt åndedrettsvern med fluktflaske kan være påkrevet når oksygenivået er for lavt, gass- eller dampdeteksjonsmulighetene er dårlige eller kapasiteten til luftrensesystemet kan overskrides.

**Håndvern:** All informasjon om spesifikke hansker er basert på offentlig litteratur eller hanskeprodusentens data. Hanskenes egnethet og gjennombruddstid vil variere avhengig av de spesifikke bruksforholdene. Kontakt hanskeprodusenten for spesifikke råd om valg av hansker og gjennombruddstider for din bruk. Undersøk og evt. erstatt slitte eller ødelagte hansker. Hansketyper å vurdere for dette produktet omfatter:  
 Kjemisk motstandsdyktige hansker anbefales. Bruk hansker med mansjetter dersom kontakt med underarmene er sannsynlig. Nitril, Viton, CEN-standardene EN 420 og EN 374 gir generelle krav til og angir hansketyper.



Produktnavn: MARINE DISTILLATES  
Revisjonsdato: 27 feb 2011  
Side 9 av 81

**Øyevern:** Hvis kontakt med produktet er sannsynlig, anbefales bruk av kjemikalieresistente vernebriller.

**Hudvern:** All informasjon om spesifikk påkledning er basert på offentlig litteratur eller produsentens data. Arbeidstøy å vurdere omfatter:  
Kjemikalie-/oljeresistente klær anbefales.

**Spesifikke hygienetiltak:** Praktiser god personlig hygiene som vasking etter håndtering av produktet og før spising, drikking og/eller røyking. Vask regelmessig arbeidstøy og verneutstyr for å fjerne forurensninger. Kast tilsølt arbeidstøy og -sko som ikke kan vaskes. Hold god orden.

For sammendrag av risikostyringstiltak for all identifisert bruk, se vedlegget.

## BEGRENSNING OG OVERVÅKNING AV MILJØEKSPONERINGEN

Se avsnitt 6, 7, 12 og 13.

### AVSNITT 9 FYSISKE OG KJEMISKE EGENSKAPER

Typiske fysiske og kjemiske egenskaper er oppgitt nedenunder. Kontakt leverandøren oppgitt i avsnitt 1 for ytterligere informasjon.

#### 9.1. ALMINNELIGE OPPLYSNINGER / VIKTIGE HELSE-, SIKKERHETS- OG MILJØOPPLYSNINGER

**Form:** Væske  
**Farge:** Klar (Kan være farget)  
**Lukt:** Petroleum/løsningsmiddel  
**Luktgrense:** Ingen data tilgjengelig  
**pH:**  
**Smeltepunkt:** Ingen data tilgjengelig  
**Frysepunkt:** Ingen data tilgjengelig  
**Startkokepunkt / Kokepunktsintervall:** > 180°C (356F) [testmetode ikke tilgjengelig]  
**Flammepunkt [Metode]:** >60°C (140F) [typisk]  
**Fordampningshastighet (n-butylacetat = 1):** Ingen data tilgjengelig  
**Brennbarhet (Fast stoff, gass):** Ikke teknisk gjennomførbart  
**Øvre / nedre eksplosjonsgrense (ca. vol.% i luft):** ØEG: 7.0 NEG: 0.6 [testmetode ikke tilgjengelig]  
**Damptrykk:** < 0.04 kPa (0.3 mm Hg) v/ 20 °C [testmetode ikke tilgjengelig]  
**Damptetthet (luft = 1):** Ingen data tilgjengelig  
**Relativ tetthet (v/ 15 °C):** 0.85 [testmetode ikke tilgjengelig]  
**Løselighet: vann** Ubetydelig  
**Partisjonskoeffisient (partisjonskoeffisienten for n-oktanol/vann):** > 3.5 [testmetode ikke tilgjengelig]  
**Selvantennelsestemperatur:** >250°C (482°F) [testmetode ikke tilgjengelig]  
**Dekomponeringstemperatur:** Ingen data tilgjengelig  
**Viskositet:** >=3 cSt (3 mm<sup>2</sup>/s) v/ 40 °C [testmetode ikke tilgjengelig]  
**Eksplosive egenskaper:** Ingen  
**Oksiderende egenskaper:** Ingen

#### 9.2. ANDRE OPPLYSNINGER

Produktnavn: MARINE DISTILLATES  
 Revisjonsdato: 27 feb 2011  
 Side 10 av 81

**Tetthet:** 800 kg/m<sup>3</sup> (6.68 lbs/gal, 0.8 kg/dm<sup>3</sup>) - 910 kg/m<sup>3</sup> (7.59 lbs/gal, 0.91 kg/dm<sup>3</sup>) [testmetode ikke tilgjengelig]

<b>AVSNITT 10</b>	<b>STABILITET OG REAKTIVITET</b>
-------------------	----------------------------------

- 10.1. REAKTIVITET:** Se underavsnitt nedenfor.
- 10.2. KJEMISK STABILITET:** Materialet er stabilt under normale forhold.
- 10.3. FARLIGE REAKSJONER:** Farlig polymerisering vil ikke forekomme.
- 10.4. FORHOLD SOM SKAL UNNGÅS:** Åpne flammer og kraftige antennelseskilder.
- 10.5. STOFFER SOM SKAL UNNGÅS:** Halogener, sterke syrer, sterke baser, Sterke oksidasjonsmidler
- 10.6. FARLIGE DEKOMPONERINGSPRODUKTER:** Produktet dekomponerer ikke ved normale temperaturer.

<b>AVSNITT 11</b>	<b>TOKSIKOLOGISKE OPPLYSNINGER</b>
-------------------	------------------------------------

**11.1. OPPLYSNINGER OM GIFTIGHET**

<u>Fareklasse</u>	<u>Konklusjon / Kommentarer</u>
<b>Inhalering</b>	
Akutt toksisitet (rotte): 4 hour(s) LC50 4100 mg/m <sup>3</sup> (Damp og aerosol)	Moderat giftig. Basert på testdata for stoffer med liknende struktur. Test(er) som svarer til eller likner OECG-veiledningen. 403
Irritasjon: -	Høye temperaturer eller mekanisk agitasjon kan føre til dannelse av damper, tåke eller gasser som kan være irriterende for øyne, nese, svelg eller lunger.
<b>Svelging</b>	
Akutt toksisitet (rotte): LD50 > 5000 mg/kg Testresultater eller andre studiefunn for dette produktet oppfyller ikke kriteriene for klassifisering.	Minimal giftighet. Basert på testdata for stoffer med liknende struktur. Test(er) som svarer til eller likner OECG-veiledningen. 401
<b>Hud</b>	
Akutt toksisitet (kanin): LD50 > 5000 mg/kg Testresultater eller andre studiefunn for dette produktet oppfyller ikke kriteriene for klassifisering.	Minimal giftighet. Basert på testdata for stoffer med liknende struktur. Test(er) som svarer til eller likner OECG-veiledningen. 434
Etsing av huden/Irritasjon (kanin): - Testresultater eller andre studiefunn for dette produktet oppfyller kriteriene for klassifisering.	Irriterer huden. Basert på testdata for stoffer med liknende struktur. Test(er) som svarer til eller likner OECG-veiledningen. 404
<b>Øyne</b>	
Alvorlig øyeskade/Irritasjon (kanin): - Testresultater eller andre studiefunn for dette produktet oppfyller ikke kriteriene for klassifisering.	Kan medføre svakt, kortvarig ubehag i øynene. Basert på testdata for stoffer med liknende struktur. Test(er) som svarer til eller likner OECG-veiledningen. 405
<b>Allergi</b>	
Allergi i åndedrettssystemet: Ingen endepunktdata.	Ventes ikke å gi allergi i åndedrettssystemet.
Utløsning av allergisk hudreaksjon: Data	Ventes ikke å gi hudallergi. Basert på testdata for stoffer med

Produktnavn: MARINE DISTILLATES

Revisjonsdato: 27 feb 2011

Side 11 av 81

tilgjengelig. Testresultater eller andre studiefunn for dette produktet oppfyller ikke kriteriene for klassifisering.	liknende struktur. Test(er) som svarer til eller likner OECG-veiledningen. 406
<b>Aspirasjon:</b> Data tilgjengelig.	Kan være dødelig om det svelges og kommer ned i luftveiene. Basert på de fysiske-kjemiske egenskapene til stoffet.
<b>Kimcellemutagenitet:</b> Data tilgjengelig. Testresultater eller andre studiefunn for dette produktet oppfyller ikke kriteriene for klassifisering.	Ventes ikke å være et kimcellemutagen. Basert på testdata for stoffer med liknende struktur. Test(er) som svarer til eller likner OECG-veiledningen. 471 475
<b>Kreft:</b> Data tilgjengelig.	Har forårsaket kreft hos forsøksdyr, men det er uvisst om det er relevant for mennesker. Basert på testdata for stoffer med liknende struktur. Test(er) som svarer til eller likner OECG-veiledningen. 451
<b>Forplantning:</b> Ingen endepunktdata.	Ikke forventet å skade forplantningsevnen.
<b>Melkeproduksjon:</b> Ingen endepunktdata.	Ventes ikke å skade barn som ammes.
<b>STOT (Specific Target Organ Toxicity - spesifikk målorgangiftighet)</b>	
Engangseksponering: Ingen endepunktdata.	Ventes ikke å gi organskader ved engangseksponering.
Gjentatt eksponering: Data tilgjengelig.	Konsentrert, langvarig eller tilsiktet eksponering kan gi organskader. Basert på testdata for stoffer med liknende struktur. Test(er) som svarer til eller likner OECG-veiledningen. 410 413

## ANDRE OPPLYSNINGER

### Selve produktet:

Allergi: Ikke hudallergifremkallende for dyr i eksponeringsstudier.

Dampkonsentrasjoner over anbefalte eksponeringsgrenser er irriterende for øynene og åndedretsorganene, kan forårsake hodepine og svimmelhet, er bedøvende og kan ha andre effekter på sentralnervesystemet. Små mengder væske som aspireres til lungene ved svelging eller oppkast kan medføre kjemisk pneumonitt eller lungeødem. Dieselolje: Kreftfremkallende i eksponeringsstudier. Dannet mutasjoner in vitro. Gjentatt hudkontakt med høye konsentrasjoner hos dyr førte til redusert kullstørrelse og kullvekt og økt fosterresorpsjon ved maternelt giftige doser. Hudkontakt med høye konsentrasjoner førte til sterk hudirritasjon med vekttap og en viss dødelighet. Innånding av høye konsentrasjoner førte til irritasjon av luftveiene, forandringer/infiltrering/akkumulering i lungene og redusert lungefunksjon. Dieseleksosrøyk: Kreftfremkallende i eksponeringsstudier. Innånding av eksos i 2 år har ført til lungesvulster og lymfom hos dyr. Ekstrakt av partikkelmateriale fremkalte hudsvulster hos forsøksdyr. Dannet mutasjoner in vitro.

Flere opplysninger kan fås på forespørsel.

## AVSNITT 12 ØKOLOGISKE OPPLYSNINGER

Informasjonen er basert på tilgjengelig data for produktet, komponentene og lignende stoffer.

### 12.1. TOKSISITET

Produktet. -- Giftig for vannlevende organismer, kan forårsake uønskede langtidsvirkninger i vannmiljøet.

### 12.2. PERSISTENS OG NEDBRYTBARHET

#### Biologisk nedbrytning:

Produktet. -- Forventet å være bionedbrytbar.

#### Atmosfærisk oksidasjon:

Hovedmengden av komponenter -- Ventes å nedbrytes raskt i luft

Produktnavn: MARINE DISTILLATES  
 Revisjonsdato: 27 feb 2011  
 Side 12 av 81

### 12.3. BIOAKKUMULERINGS-SPOTENSIAL

Hovedmengden av komponenter -- Har et potensial for å bioakkumulere, men metabolisme eller fysikalske egenskaper kan redusere biokonsentrasjonen eller begrense biotilgjengeligheten.

### 12.4. MOBILITET I JORD

Mer flyktig komponent -- Svært flyktig. Vil fordeles raskt i luft. Ikke forventet å opptas i sedimenter og avløpsvannpartikler.

Mindre flyktig komponent -- Lav løselighet. Flyter. Forventet å forflytte seg fra vann til land. Forventet å fordele seg til sediment og faste stoffer i avløpsvann.

Hovedmengden av komponenter -- Liten evne til å migrere gjennom jord.

### 12.5. Resultater av PBT-vurdering

Dette produktet er ikke selv og inneholder ikke en PBT eller vPvB.

### 12.6. ANDRE SKADEVIRKNINGER

Ingen skadevirkninger ventet.

## ØKOLOGISKE DATA

### Miljøgiftighet

Test	Varighet	Type organisme	Testresultater
Akvatisk - Akutt toksisitet	96 time(r)	Fisk	LL50 1 - 100 mg/l: data for lignende stoffer
Akvatisk - Akutt toksisitet	48 time(r)	Daphnia magna	EL50 1 - 1000 mg/l: data for lignende stoffer
Akvatisk - Kronisk giftighet	72 time(r)	Pseudokirchneriella subcapitata	Ingen observert effekt ved 1 - 10 mg/l: data for lignende stoffer
Akvatisk - Akutt toksisitet	72 time(r)	Pseudokirchneriella subcapitata	EL50 1 - 100 mg/l: data for lignende stoffer

### Persistens, nedbrytbarhet og bioakkumuleringspotensial

Medium	Testtype	Varighet	Testresultater: Grunnleggende
Vann	Biologisk nedbrytbarhet	28 dag(er)	Prosent nedbrutt < 60 : lignende materiale

## AVSNITT 13

## INSTRUKSER VED DISPONERING

Avhendingsanvisningene er gitt for produktet som det leveres. Avhending må skje i samsvar med gjeldende lover og forskrifter samt produktets beskaffenhet på avhendingstidspunktet.

### 13.1. METODER FOR AVFALLSBEHANDLING

Produktet er egnet til forbrenning i et lukket, kontrollert forbrenningsanlegg for energigjenvinning eller kontrollert destruksjon i anlegg med svært høye temperaturer som hindrer dannelsen av uønskede



Produktnavn: MARINE DISTILLATES  
Revisjonsdato: 27 feb 2011  
Side 13 av 81

---

forbrenningsprodukter.

## LOVER OG FORSKRIFTER FOR AVHENDING

**Europeisk avfallskode:** 13 07 01\*

**MERKNAD:** Disse kodene er tilordnet basert på den vanligste bruken av produktet uten at det nødvendigvis har blitt tatt hensyn til forurensninger som følge av faktisk bruk. Den som genererer avfallet må kjenne den faktiske prosessen som har frembrakt avfallet og dets forurensninger for å kunne tilordne riktige avfallskoder.

Dette produktet er klassifisert som farlig avfall i henhold til "Forskrift om farlig avfall" og må håndteres som angitt i denne forskriften.

**Advarsel for tomme beholdere:** Advarsel for tomme beholdere (der dette kommer til anvendelse): Tomme beholdere kan inneholde rester og kan være skadelige. Ikke prøv å etterfylle eller rengjøre beholdere uten riktige anvisninger. Tomme beholdere bør tømmes fullstendig og oppbevares på en sikker måte til de er tilstrekkelig overhølet eller avhendet. Tomme beholdere bør leveres til resirkulering, gjenvinning eller avhendes hos tilstrekkelig kvalifisert og godkjent mottaker, og i samsvar med myndighetenes forskrifter. SLIKE BEHOLDERE SKAL IKKE SETTES UNDER TRYKK, SKJÆRES, SVEISES, HARDLODDES, LODDES, BORES, SLIPES ELLER UTSETTES FOR VARME, ÅPEN ILD, GNISTER, STATISK ELEKTRISITET ELLER ANDRE ANTENNINGSKILDER. DE KAN EKSPLODERE OG FØRE TIL PERSONSKADE ELLER DØD.

<b>AVSNITT 14</b>	<b>TRANSPORTOPPLYSNINGER</b>
-------------------	------------------------------

### LAND (ADR/RID)

14.1. UN-nummer: 1202  
14.2. UN-varenavn ved transport (Teknisk navn): DIESELOLJE  
14.3. Transportfareklasse(r): 3  
14.4. Pakkegruppe: III  
14.5. Miljøfarer: Ja  
14.6. Spesielle forholdsregler for brukere:  
Spesielle bestemmelser: Spesialforordning 640M  
Klassifiseringskode: F1  
Faresedler: 3, EHS  
Farenummer: 30  
Hazchem EAC: 3Y  
Navn på transportdokument: UN1202, DIESELOLJE, 3, PG III

### INLAND WATERWAYS (ADNR/ADN) - Ikke relevant for Norge

14.1. UN- (eller ID-)nummer: 1202  
14.2. UN-varenavn ved transport (Teknisk navn): DIESELOLJE (Dieselolje..C9-20)  
14.3. Transportfareklasse(r): 3  
14.4. Pakkegruppe: III  
14.5. Miljøfarer: Ja  
14.6. Spesielle forholdsregler for brukere:  
Farenummer: 30  
Faresedler: 3 (N2, F), EHS  
Navn på transportdokument: UN1202, GASSOLJE (Dieselolje..C9-20), 3 (N2, F), PG III



Produktnavn: MARINE DISTILLATES  
Revisjonsdato: 27 feb 2011  
Side 14 av 81

## SJØ (IMDG)

- 14.1. UN-nummer:** 3082  
**14.2. UN-varenavn ved transport (Teknisk navn):** MILJØSKADELIG STOFF, FLYTENDE, N.O.S (Dieselolje..C9-20)  
**14.3. Transportfareklasse(r):** 9  
**14.4. Pakkegruppe:** III  
**14.5. Miljøfare:** Marine Pollutant  
**14.6. Spesielle forholdsregler for brukere:**  
**Etikett(er):** 9  
**EMS nr.:** F-A, S-F  
**Navn på transportdokument:** UN3082, MILJØFARLIG STOFF, FLYTENDE, N.O.S. (Dieselolje..C9-20), 9, PG III, (60°C c.c.), MARINE POLLUTANT

## SJØ (MARPOL 73/78-konvensjonen - Vedlegg II):

- 14.7. Transport i bulk i henhold til vedlegg II av MARPOL 73/78 og IBC-forskriften**  
Ikke klassifiseringspliktig i henhold til vedlegg II

## LUFT (IATA)

- 14.1. UN-nummer:** 3082  
**14.2. UN-varenavn ved transport (Teknisk navn):** MILJØSKADELIG STOFF, FLYTENDE, N.O.S (Dieselolje..C9-20)  
**14.3. Transportfareklasse(r):** 9  
**14.4. Pakkegruppe:** III  
**14.5. Miljøfare:** Ja  
**14.6. Spesielle forholdsregler for brukere:**  
**Faresedler:** 9, EHS  
**Navn på transportdokument:** UN3082, MILJØFARLIG STOFF, FLYTENDE, N.O.S. (Dieselolje..C9-20), 9, PG III

## AVSNITT 15

## REGELVERKSMESSIGE OPPLYSNINGER

### RELEVANTE LOVER OG FORSKRIFTER

**Møter følgende nasjonale / regionale krav til registrering av kjemikalier.:** DSL, TSCA, AICS, IECSC, PICCS, EINECS, KECI

### 15.1. HELSE-, MILJØ- OG SIKKERHETSFORSKRIFTER OG -LOVER SPESIFIKKE FOR STOFFET ELLER BLANDINGEN

#### Gjeldende EU-direktiver og forordninger:

- 1907/2006 [... om registrering, vurdering og godkjenning av samt begrensninger for kjemikalier (REACH)... og senere oppdateringer]  
92/85/EEC (Gravide, arbeidstakere som nettopp har født, amming)  
Arbeidsmiljølovens §14, §8.  
94/33/EC (Beskyttelse av barn og ungdom i arbeid)  
DAT 1998-04-30 nr 554 (Forskrift om arbeid av barn og ungdom)

Produktnavn: MARINE DISTILLATES  
Revisjonsdato: 27 feb 2011  
Side 15 av 81

96/82/EC utvidet med 2003/105/EC [ ... om kontroll av fare for større ulykker med farlige stoffer]. Produktet inneholder et stoff som defineres som farlig etter kriteriene i vedlegg I. Detaljerte krav finnes i direktivet. Ta også hensyn til volumet av produkt som lagres på stedet.

98/24/EC [... om vern av arbeidere mot fare fra kjemiske midler i arbeidet ...]. Detaljerte krav finnes i direktivet.

1272/2008 [... om klassifisering, merking og emballering av stoffer og blandinger ... og senere oppdateringer]

Eventuelle nødvendige tiltak eller restriksjoner finnes i de relevante forskriftene/direktivene fra EU/nasjonale myndigheter.

## 15.2. VURDERING AV KJEMIKALIESIKKERHETEN

**REACH:** En vurdering av kjemikaliesikkerheten har blitt gjennomført for de stoffer som utgjør dette produktet eller for produktet selv.

### AVSNITT 16 ANDRE OPPLYSNINGER

**REFERANSER:** Informasjonskilder brukt ved utarbeidelsen av dette databladet omfatter en eller flere av de følgende: Resultater fra egne eller leverandørers toksikologiske studier, CONCAWE produkt dossierer, publikasjoner fra andre bransjesammenslutninger som EU Hydrocarbon Solvents REACH Consortium, U.S. HPV Program Robust Summaries, EU IUCLID-databasen, U.S. NTP-publikasjoner og andre relevante kilder.

#### Liste over forkortelser og akronymer som kan være (men ikke nødvendigvis er) brukt i dette sikkerhetsdatabladet:

Akronym	Full tekst
Ikke relevant	Ikke relevant
Ikke bestemt	Ikke fastlagt
NE	Ikke etablert
AICS	Den australske fortegnelsen over kjemiske stoffer
AIHA WEEL	Miljøeksponeringsgrenser fra ACGIH, det amerikanske forbundet for industrihygiene på arbeidsplassen
ASTM	ASTM International, opprinnelig kjent som American Society for Testing and Materials (ASTM)
DSL	Liste over hjemlige stoffer (Canada)
EINECS	Europeisk fortegnelse over eksisterende stoffer i handelen
ELINCS	Europeisk liste over forhåndsmeldte kjemiske stoffer
ENCS	Eksisterende og nye kjemiske stoffer (japansk stoffliste)
IECSC	Fortegnelse over eksisterende kjemiske stoffer i Kina
KECI	Den koreanske fortegnelsen over eksisterende kjemikalier
NDSL	Liste over ikke-hjemlige stoffer (Canada)
NZIoC	New Zealands fortegnelse over kjemikalier
PICCS	Den filippinske fortegnelsen over kjemikalier og kjemiske stoffer
TLV	Terskelgrenseverdi (Threshold Limit Value - ACGIH)
TSCA	Loven om giftkontroll (Toxic Substances Control Act, US Stoffliste)

Produktnavn: MARINE DISTILLATES

Revisjonsdato: 27 feb 2011

Side 16 av 81

---

UVCB                   Materialer av ukjent eller varierende sammensetning, komplekse reaksjonsprodukter eller biologisk materiale (UVCB)

**Klassifisering i henhold til forordning (EC) nr. 1272/2008 [CLP/GHS]**

Klassifisering i henhold til forordning (EU) nr. 1272/2009	Framgangsmåte for klassifisering
Aquatic Chronic 2; H411	Beregning
Carc. 2; H351	Overgang, strukturelt like materialer
STOT RE 2; H373	Overgang, strukturelt like materialer
Skin Irrit. 2; H315	Overgang, strukturelt like materialer

**Forklaring til risikokodene i avsnitt 2 og 3 i dette dokumentet.**

R20; Farlig ved innånding.

R38; Irriterer huden.

R40; Mulig fare for kreft.

R51/53; Giftig for vannlevende organismer, kan forårsake uønskede langtidsvirkninger i vannmiljøet.

R65; Farlig; kan forårsake lungeskade ved svelging.

**Forklaring til H-kodene i avsnitt 3 i dette dokumentet.**

[Flam. Liq. 4 H227]; Brennbar væske; Flammable Liquid, Cat 4

Asp. Tox. 1 H304; Kan være dødelig ved svelging om det kommer ned i luftveiene; Aspiration, Cat 1

Skin Irrit. 2 H315; Irriterer huden; hudets irritasjon, kat.

Acute Tox. 4 H332; Farlig ved innånding; akutt gift innånding, kat.

Carc. 2 H351; Mistenkes for å kunne forårsake kreft; GHS karsinogen, kat.

STOT RE 2 H373; Kan forårsake organskader ved langvarig eller gjentatt eksponering; målorgan, gjentatt, kat. 2

Aquatic Chronic 2 H411; Giftig, med langtidsvirkning, for liv i vann; kronisk miljøgift, kat.

**DETTE SIKKERHETSATABLADET INNEHOLDER FØLGENDE REVISJONER:**

Sikkerhetsdatabledet er oppdatert i henhold til REACH Annex II (EU No 453/2010).

---

Disse opplysningene og anbefalingene var så vidt ExxonMobil tror og vet, nøyaktige og pålitelige den dagen de ble offentliggjort. Du kan kontakte ExxonMobil for å sikre deg at dokumentet er seneste utgave. Opplysningene og anbefalingene tilbys for brukerens egen vurdering. Det er brukerens ansvar å sikre at produktet egner seg til det tiltenkte formålet. Hvis kjøperen pakker om produktet er det brukerens ansvar å sikre at passende opplysninger om helse, sikkerhet og andre nødvendige opplysninger er med eller på emballasjen. Passende advarsler og sikkerhetsprosedyrer må gis til de som skal håndtere og bruke produktet. Det er strengt forbudt å gjøre endringer i dette dokumentet. Med unntak for det som loven krever er hel eller delvis nyttigivelse eller nyutsendelse av dette dokumentet ikke tillatt. Betegnelsen "ExxonMobil" brukes for enkelhets skyld og kan omfatte en eller flere av ExxonMobil Chemical Company, ExxonMobil Corporation eller andre underavdelinger som disse direkte eller indirekte har interesser i.

---

Kun for intern bruk

MHC: 1A, 0B, 2, 0, 4, 1

PPEC: C

DGN: 7108458XNO

(1018053)

# Vedlegg 6: Tungoljedatablad

# HMS-DATABLAD

HELSE- MILJØ- og SIKKERHETS DATABLAD

Sist endret: 15.03.2005

Internt nr:

Erstatter dato:27.08.2002

## Marine Bunkeroljer (IF30 - IF380)

### 1. IDENTIFIKASJON AV KJEMIKALIET OG ANSVARLIG FÖRETAK

Godkjent for bruk  
 Godkjent for lab.bruk  
 Endret av Statoil NE.  
 Lub.:M.Kopp (S),U.Larsen (DK),S.Casadiago (N)  
 Main:K.Grave (N), B.Lindberg (S), U.Larsen (DK)  
 Chem.: R.R. Carlsen (N), M-L Linderoth, Milan Kopp (S)

<b>HANDELSNAVN</b>	Marine Bunkeroljer (IF30 - IF380)
<b>Cas-nr.</b>	68553-00-4 ; 68334-30-5
<b>EC-nr.</b>	271-384-7 ; 269-822-7
<b>Indeksnr.</b>	649-030-00-1 ; 649-224-00-6

<b>Leverandørens artikkelnummer</b>	
Hoved	

#### NASJONAL PRODUSENT/IMPORTØR

**Foretak** Statoil Norge AS  
**Adresse** Postboks 1176  
**Postnr./sted** 0107 Sentrum Oslo  
**Land** Norge  
**Telefon** 22 96 20 00  
**Faks** 22 96 23 57

#### KONTAKTPERSONER

Navn	E-post	Tlf. (arb.)
K.Grave		

### 2. OPPLYSNINGER OM KJEMISK SAMMENSETNING

Nr.	Ingrediensnavn	EC-nr.	Cas-nr.	Vekt-%	Merking
1	fyringsolje, rest; tung fyrings-olje		68476-33-5		T,R45 - R52/53 - R66

Tegnforklaring: T+=meget giftig, T=giftig, C=etsende, Xn=helseskadelig, Xi=irriterende E=eksplosiv, O=oksiderende, F+=ekstremt brannfarlig, F=meget brannfarlig, N=miljøskadelig, Kref=kreftfremkallende, Mut=arvestoffskadelig, Rep=reproduksjonsskadelig, Kons.=konsentrasjon

#### INGREDIENSKOMMENTARER

De oppgitte komponenters klassifisering er angitt direkte etter Stofflisten eller andre kilder uten hensyn til Stofflistens noter.

Ved klassifisering av selve stoffet er det tatt hensyn til disse notene.

Produktet kan inneholde ytterligere komponenter som ikke bidrar til klassifiseringen.

### 3. VIKTIGSTE FAREMOMENTER

**GENERELT**

Kan forårsake kreft Produkt som kommer ned i lungene ved svelging eller brekning kan forårsake alvorlige lungeskader. Skadelig for vannlevende organismer; kan forårsake uønskede langtidsvirkninger i vannmiljøet.

**4. FØRSTEHJELPSTILTAK** **GENERELT**

Fjern pasienten fra videre eksponering snarest. Vanlig førstehjelp. Frisk luft, hvile og varme. Ved bevisstløshet: Løs stramtsittende klær, stabilt sideleie. Ved åndedrettsstans: Gi kunstig åndedrett. Ved hjertestans, hjertekompresjon. Ved åndedrettssvikt, evt. oksygentilførsel. Kontakt lege.

**INNÅNDING**

Frisk luft. Gi oksygen ved pustevansker. Førstehjelpspersonell bør evt. ha spesiell opplæring i å gi oksygen.

**HUDKONTAKT**

Vask huden med vann og såpe. Fjern straks tilsølt tøy. Unngå bruk av white spirit el.l. til å vaske av oljen fra huden. Kontakt lege hvis irritasjon vedvarer. Smør på fet hudkrem for å erstatte tapt hudfett.

**ØYEKONTAKT**

Skyll straks øyet med mye vann mens øyelokket løftes. Kontakt lege hvis ubehag vedvarer etter skylling.

**SVELGING**

Gi ikke noe via munnen. Fremkall ikke brekning, men sørg for øyeblikkelig legehjelp.

**5. TILTAK VED BRANNSLUKKING** **EGNET BRANNSLUKKINGSMIDDEL**

Vann, skum, CO<sub>2</sub>, tørt materiale, sand Skum, pulver eller karbondioksid (CO<sub>2</sub>), vanntåke/spray, sand Vann i tåkestråle.

**UEGNET BRANNSLUKKINGSMIDDEL**

Bruk ikke sterk vannstråle ved brannslukking, kan forårsake sprut av brennende materiale.

**BRANN- OG EKSPLOSJONSFARE**

Kan antennes ved oppvarming til og over flammepunktet. Dampene er tyngre enn luft, og kan nå fjerntliggende antenneskilder via avløp o.l. Karbonmonoksid (CO) kan dannes ved ufullstendig forbrenning. Produktet kan akkumulere statisk elektrisitet, som kan føre til antennelse ved utladning.

**PERSONLIG VERNEUTSTYR VED SLUKKING AV BRANN**

For stor brann i lagerområder: ÅNDEDRETTSUTSTYR: Pressluftsapparat og øyevern må benyttes av innsatspersonell som utsettes for gass eller røyk. Hvis mulig bekjempes brannen fra beskyttet posisjon. Hvis ikke: Trekk tilbake og la brannen brenne ut.

**ANNEN INFORMASJON**

Hold spill borte fra kloakk og vannkilder. Grøft (lag diker) for å kontrollere vannavrenning. Flytt beholdere fra brannstedet hvis det er mulig uten risiko. Trekk straks tilbake hvis forsterket lyd fra blåsende

sikkerhetsventil eller eventuell misfarging av tanker forårsaket av brann. Informer ansvarlige myndigheter ved risiko for vannforurensing.

## 6. TILTAK VED UTILSIKTET UTSLIPP

### SIKKERHETSTILTAK FOR Å BESKYTTE PERSONELL

Advar personer i nærheten, og hold uvedkommende borte. Bruk personlig vernutstyr i flg. pkt 8.

### SIKKERHETSTILTAK FOR Å BESKYTTE YTRE MILJØ

Spill fjernes straks.

#### UTSLIPP TIL VANN:

Produktet flyter på vann og løses praktisk talt ikke. Vær oppmerksom på mulig vanninntak og sørg for varsling av impliserte brukere. Fjern antennelseskilder.

#### UTSLIPP PÅ GATER, MARK, ETC.:

Dem opp for spredning med f.eks. sand og jord. La ikke avrenning komme i kloakk eller vannveier. Ved spill av større mengder foretas først oppumping med egnet utstyr.

### METODER FOR OPPRYDDING OG RENGJØRING

Spill kan pumpes eller absorberes i tørt, inert materiale som sand, jord e.l.

### ANNEN INFORMASJON

Hold vekk fra trange rom pga. eksplosjonsfare. Fjern antennelseskilder. Ved større uhell varsles Politi, Brannvesen (tlf.110) eller kommunalt oljevernuttvalg.

## 7. HÅNTERING OG OPPBEVARING

### SPESEIELLE BRUKSOMRÅDER, EGENSKAPER OG FARER

Kan angripe enkelte plaststoffer, gummi og overtrekksmaling.

### HÅNTERING

Unngå oppvarming, gnist og åpen ild. Unngå søl, hud- og øyekontakt. Unngå innånding av damper.

### OPPBEVARING

Brannfarlig stoff: Holdes vekk fra oksiderende stoff, varme og flammer. Må ikke utsettes for varme og sollys. Beholder og overføringsutstyr må jordes for å eliminere gnister dannet ved utladning av statisk elektrisitet. Utendørs eller separat lagring. Lagres som brannfarlig vare.

### ANNEN INFORMASJON

Pga. brann- og eksplosjonsfare er røyking og åpen ild forbudt.

## 8. EKSPONERINGSKONTROLL OG PERSONLIG VERNEUTSTYR

### BEGRENSNING OG KONTROLL AV EKSPONERING

Bruk øyebeskyttelse. Øyespylingsmuligheter. Dusj nær arbeidsplassen. Vask straks hud som er blitt tilsølt. Vask huden ved slutten av hvert skift og før spising, røyking og bruk av toalett.

### ÅNDEDRETTSVERN

Normalt ikke påkrevet. Bruk åndedrettsvern ved arbeidsoperasjoner som utvikler gass, røyk, damp eller tåke, f.eks. gassmaske med kombinasjonsfilter A2/P2.

### ØYEVERN

Ved fare for sprut, bruk godkjente vernebriller. Kontaktlinser bør ikke brukes ved arbeid med dette produktet.

#### HÅNDVERN

Bruk vernehansker av: neopren, nitrilgummi, polyeten, polyvinylalkohol eller polyvinylklorid. Vitongummi (fluorgummi).

#### ANNET HUDVERN ENN HÅNDVERN

Bruk hensiktsmessige verneklær for å beskytte mot mulig hudkontakt.

#### ANNEN INFORMASJON

Ta straks av alle klær som er blitt våte eller tilsølt.

### 9. FYSISKE OG KJEMISKE EGENSKAPER

#### TILSTANDSFORM

Væske.

#### FARGE

Sort.

#### LUKT

Karakteristisk.

#### LØSELIGHET

Uoppløselig i vann. Oppløselig i organiske løsningsmidler (de fleste).

#### FYSISKE OG KJEMISKE PARAMETERE

Parameter	Verdi/enhet	Metode/referanse	Merknad
Flammepunkt	80 - 90 °C		
Tetthet	935 - 985 kg/m <sup>3</sup>	v/15C	
Viskositet	30 - 380 mm <sup>2</sup> /s	v/50C	
Brennverdi MJ/kg nedre	40,4		
Flytepkt °C	6 - 24		
Brennverdi MJ/kg øvre:	42,7		
Svovel, masse-%:	1.5 - 2.4		

### 10. STABILITET OG REAKTIVITET

#### STABILITET

Holdes borte fra antennelseskilder. Unngå meget langvarig lagring.

#### MATERIALER SOM SKAL UNNGÅS

Sterke oksydasjonsmidler som f.eks. flytende klor og konsentrert oksygen.

#### FARLIGE SPALTINGSPRODUKTER

Spaltes ikke ved normale temperaturer. Danner ved ufullstendig forbrenning giftig og meget brannfarlig karbonmonoksyd. Danner ved fullstendig forbrenning karbondioksyd, som fortrenger luft og oksygen.

#### ANNEN INFORMASJON

Produktet skader pakninger, lakkerte og malte flater, beskyttende og tettende fett og oljebelegg, samt klær og redskaper av gummi.



**11. OPPLYSNINGER OM HELSEFARE** 

Akutt oralt toks.:	LD 50 - rotte, mg/kg	>2000
Akutt derm. toks.:	LD 50 - kanin, mg/kg.	>2000
Inneh. toksisitet:	LC 50 - rotte	ikke kjent

**GENERELT**

Den vesentlige risiko ligger i å få produktet i lungene med derpå følgende kjemisk lungebetennelse.

**INNÅNDING**

Vær oppmerksom på at avgasser ved forbrenning vil inneholde karbonmonoksid, nitrose gasser, uforbrente hydrokarboner etc. som er giftige. Oljetåke kan irritere luftveier/lunger.

**HUDKONTAKT**

Produktet virker fettløsende, og kan ved gjentatt kontakt forårsake sårhet, utslett eller eksem.

**ØYEKONTAKT**

Irriterende på øynene.

**SVELGING**

Produktet har lav akutt giftighet ved nedsvelging, dog foreligger risiko for kjemisk lungebetennelse ved aspirasjon til lungene.

**ALLERGI**

Allergifremkallende egenskaper er ikke kjent.

**KREFT**

Tilgjengelige data indikerer at langvarig eller gjentatt hudkontakt kan forårsake hudkreft.

**MUTAGENE EFFEKTER**

Produktet ansees ikke å være arvestoffskadelig.

**FOSTERSKADELIGE EFFEKTER**

Produktet ansees ikke å være reproduksjonsskadelig.

**AKUTTE OG KRONISKE SKADEVIRKNINGER**

Produktet har lav akutt giftighet ved nedsvelging, dog foreligger risiko for kjemisk lungebetennelse ved aspirasjon til lungene.

**12. MILJØOPPLYSNINGER** **ØKOTOKSISITET**

Tilgriset pels og fjærdrakt mister isolasjonsevnen. Dyr og fugler kan som en følge av dette dø av kulde. Produktet er moderat giftig for vann- og jordorganismer. Akutt giftighet for tungolje:

Art Method Parameter Resultat (mg/l)  
 Fish (Oncorhynchus mykiss) WAF LL50, 96h >1000  
 Fish (Oncorhynchus mykiss) WAF LL50, 96h >100 - 1000  
 Fish (Brachydanio rerio) WAF LL50, 96h 48  
 Invertebrate (Daphnia magna) WAF EL50, 48h >1000  
 Invertebrate (Daphnia magna) WAF EL50, 48h 220 - 460  
 Algae (Raphidocelis subcapitata) WAF IrL50, 72h 100 - 300  
 Algae (Raphidocelis subcapitata) WAF IrL50, 72h 30 - 100

**MOBILITET**

Produktet flyter og kan spres til store områder på vann.  
 Det trenger delvis ned i jord og kan forurense grunnvannet.  
 Produktet fordampes delvis fra jord- og vannoverflater.

#### PERSISTENS OG NEDBRYTBARHET

Produktet forventes delvis å ha en moderat biologisk nedbrytningshastighet, delvis å motstå biologisk nedbrytning, og vil delvis forbli i miljøet..

#### BIOAKKUMULERINGSPOTENSIAL

Produktet antas å kunne bioakkumuleres, på basis av høy log Pow verdi, men eksperimentelle data har vist at komponentene vil kunne metaboliseres i enkelte testorganismer.

#### ANDRE SKADEVIRKNINGER

Forbrenningsprodukter kan bidra til global oppvarming og til fotokjemisk ozon-dannelse.

#### ANNEN INFORMASJON

Petroleumsprodukter ødelegger isolasjonsevnen i pels og fjædrakt, slik at sjøfugl og sjøpattedyr kan fryse ihjel.

### 13. FJERNING AV KJEMIKALIEAVFALL

#### GENERELT

Mindre rester tas vare på og er leveringspliktig dersom mengden overstiger 1 kg pr år. Behandles etter SFT's regler som spesialavfall. Hovedregelen er at all avfallsbehandling krever tillatelse fra miljøvernmyndighetene. Dette betyr at alt avfall, herunder farlig avfall, skal leveres til den som lovlig kan håndtere dette.

#### AVFALLSGRUPPER

16 09 01 forurensete drivstoffer og fyringsoljer

### 14. OPPLYSNINGER OM TRANSPORT

Kjemikaliet er klassifisert som farlig gods: Ja

#### VARENAVN OG BESKRIVELSE:

Heating Oil

#### ADR/RID (VEITRANSPORT/JERNBANETRANSPORT)

Klasse:	3	Forpakkingsgr:	
Fareseddel:	3		
Farenummer:	30		

#### IMDG (SJØTRANSPORT)

Klasse:	3,3	Forpakkingsgr:	
---------	-----	----------------	--

#### IATA (LUFTTRANSPORT)

Klasse:	3	Forpakkingsgr:	III
---------	---	----------------	-----

#### ANNEN INFORMASJON

Klassifiseringskode ADR: F1

Emballasjegruppe ADR: III

CEFIC kort: 752, 30 G 37

### 15. OPPLYSNINGER OM LOVER OG FORSKRIFTER





EF-etikett            Nei

#### SAMMENSETNING

#### R-SETNINGER

- R-45 Kan forårsake kreft.
- R-66 Gjentatt eksponering kan gi tørr eller sprukket hud.
- R-52/53 Skadelig for vannlevende organismer; kan forårsake uønskede langtidsvirkninger i vannmiljøet.

#### S-SETNINGER

- S-24 Unngå hudkontakt.
- S-36/37 Bruk egnede verneklær og vernehansker.
- S-61 Unngå utslipp til miljøet. Se produktdatablad for ytterligere informasjon.
- S-62 Ved svelging må ikke brekning fremkalles: kontakt lege omgående og vis denne etikett eller emballasje.
- S-43 Ved brannslukking, bruk skum, pulver, karbondioksid eller sand. Bruk ikke vann.
- S-2 Oppbevares utilgjengelig for barn.

#### REFERANSER

Utarbeidet iht forskrifter om klassifisering og merking av farlige kjemikalier og stoffliste over farlige stoffer (Statens forurensningstilsyn, Arbeidstilsynet, Direktoratet for brann og eksplosjonsvern), siste utgave.  
Administrative normer (Arbeidstilsynet). Forskrift om farlig avfall (Siste utgave).

### 16. ANDRE OPPLYSNINGER AV BETYDNING FOR HMS

#### INFORMASJONSKILDER

Produsenter  
Forskrifter om klassifisering, merking m.v. av farlige kjemikalier  
Forskrifter om liste over farlige stoffer  
Administrative normer for forurensning av arbeidsatmosfære  
Arbeidstilsynet: Åndedrettsvern  
Arbeidstilsynet: Øyevern  
Foreningen for arbetsskydd: Guide for val av kemsyddsmaterial  
SFT-rapport 91:04-Petroleumsprodukter - Hovedtyper, sammensetning og helsevurdering  
ADR  
IMDG CODE  
IATA DGR

#### LEVERANDØRENS ANMERKNINGER

Opplysninger i dette HMS-databladet er basert på opplysninger fra produsent og vår nåværende kunnskap, og er ment som en beskrivelse av produktet, helse og sikkerhetsmessig.

#### LISTE OVER ALLE RELEVANTE RISIKOSETNINGER

Nr.	R-setningstekst
R45	Kan forårsake kreft.
R52/53	Skadelig for vannlevende organismer: kan forårsake uønskede langtidsvirkninger i vannmiljøet.
R65	Farlig: kan forårsake lungeskade ved svelging.
R66	Gjentatt eksponering kan gi tørr eller sprukket hud

UTGITT: 27.08.2002

#### HMSD ER UTARBEIDET AV

<b>Foretak</b>	STATOIL NORGE A/S
<b>Adresse</b>	PB 1176 SENTRUM
<b>Postnr./sted</b>	0107 OSLO

---

This document was generated using Pride Chess 9.3.0, database - ORACLE <http://www.pride.no>