



CHALMERS



En jämförande studie av metanol och MGO

Med fokus på emissioner, hantering och kostnader

Examensarbete inom Sjöingenjörsprogrammet

MADELEINE GÖTHE

JENNY LEIJON

Institutionen för sjöfart och marin teknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2015

RAPPORTNR. SoL-15/157

En jämförande studie av metanol och MGO

Med fokus på emissioner, hantering och kostnader

MADELEINE GÖTHE
JENNY LEIJON

Institutionen för sjöfart och marin teknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige, 2015

En jämförande studie av metanol och MGO

Med fokus på emissioner, hantering och kostnader

A comparing study of methanol and MGO

With focus on emission, handling and expenses

MADELEINE GÖTHE

JENNY LEIJON

© MADELEINE GÖTHE, 2015.

© JENNY LEIJON, 2015.

Rapportnr. SoL-15/157

Institutionen för sjöfart och marin teknik

Chalmers tekniska högskola

SE-412 96 Göteborg

Sverige

Telefon + 46 (0)31-772 1000

Omslag:

Två av Stena Germanicas huvudmotorer. Övre/undre - Innan/efter anpassning till metanoldrift.

Tryckt av Chalmers

Göteborg, Sverige, 2015

En jämförande studie av metanol och MGO

Med fokus på emissioner, hantering och kostnader

MADELEINE GÖTHE

JENNY LEIJON

Institutionen för sjöfart och marin teknik

Chalmers tekniska högskola

Sammanfattning

Denna rapport är en studie som utförts med syfte att jämföra metanol och marin gasolja (MGO), två alternativa bränslen som blivit aktuella inom sjöfarten i samband med strängare miljökrav. Det finns olika metoder för att leva upp till de strängare SECA-kraven och i rapporten behandlas bränslen med lägre svavelhalt. Aspekter förutom svavelinnehåll beaktas för att kunna jämföra de två olika bränslena med varandra ur andra perspektiv än just SECA-regleringarna. Denna rapport ger svar på frågor som: hur står sig metanol och MGO mot varandra i en jämförelse ur miljöperspektiv, vilka är hälsoriskerna för besättningen som handskas med bränslena och vilka ekonomiska kostnader kan uppstå vid respektive metod? För att samla en bred bas av information har en litteraturstudie utförts kombinerat med intervjuer. Information har samlats in dels från tidigare forskning och dels från personer som arbetar med frågorna idag. Utvecklingen syns tydligt de senaste åren i och med skärpta miljöregler.

Resultatet visar att det är flera faktorer som måste tas med i beräkningarna för att kunna avgöra vilket bränsle som är mest lämpat för användningsområdet. Några exempel på faktorer som påverkar är priset på råolja, priset på metanol och ombyggnadskostnader. Idag kan rederier behöva välja mellan att antingen prioritera lägre emissioner eller lägre investeringskostnader. De låga oljepriserna idag gör att det inte nödvändigtvis blir billigare med metanoldrift, dock är metanol ett miljövänligare bränsle.

Nyckelord: Metanol, diesel, MGO, utsläpp, miljö, bränsle, emissioner, SECA, IMO, MARPOL

Abstract

This report is a theoretical study made to compare methanol and MGO, two alternative fuels that are relevant to the shipping industry in conjunction with more severe environmental regulations. Different methods can be applied to meet the more strict SECA-regulations, and this report handles fuels with lower sulphur content. Other aspects than sulphur content have been taken into consideration to be able to compare the fuels from another perspective than just the SECA-regulations. This report answers questions like: how will MGO and methanol stand against each other when considering environmental aspects, what are the main hazards for the crew that handles the fuel and what economic costs may arise as a result of the two different alternatives? To be able to answer these questions a study of literature is combined with interviews to collect a wide range of information. This means that both earlier research material and information from proficient people working in this area today is collected and compiled. This creates a good view of the development in this field over the last few years. The progress over the last few years is clearly visible because of the applied regulations.

The result shows that there are many things to consider to be able to tell which fuel is the most appropriate in different areas of use. Examples of factors that are worth considering are the crude oil price, the methanol price and the cost of retrofitting the ship. Today companies may be forced to choose between the option that the environment benefits from and the option that is the most cost effective. The low oil prices of today is the reason that methanol might not be the cheapest option, even though methanol is a more environmentally friendly fuel.

Keywords: Methanol, diesel, MGO, emissions, environment, fuel, SECA, IMO, MARPOL

Förord

Flera personer har varit till hjälp vid arbetet med denna rapport. Författarna vill tacka:

- Bengt Ramne, SkandiNaos, för deltagande i en givande intervju.
- Mats Nilsson, Stena Line, som guidade besöket på Stena Germanica samt deltog i en intressant intervju.
- Kent Salo, den handledare som gett råd och tips för att hjälpa författarna att komma vidare i processen.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	i
Abstract.....	ii
Förord	iii
Figurförteckning	vi
Tabellförteckning.....	vi
Begreppsförklaringar	vii
1 Introduktion.....	1
1.1 <i>Syfte</i>	2
1.2 <i>Frågeställning</i>	2
1.3 <i>Avgränsningar</i>	2
1.4 <i>Metodval</i>	3
2 Teori	4
2.1 <i>Emissioner</i>	4
2.1.1 <i>Svaveloxider</i>	4
2.1.2 <i>Kväveoxider</i>	5
2.1.3 <i>Koldioxid</i>	6
2.2 <i>Bränslen</i>	6
2.2.1 <i>Metanol</i>	7
2.2.2 <i>MGO</i>	8
2.3 <i>Teknisk anpassning</i>	9
2.4 <i>Ekonomi</i>	10
3 Metod	11
3.1 <i>Litteraturstudie</i>	11
3.2 <i>Intervjuer</i>	12
4 Resultat.....	13
4.1 <i>Miljöpåverkan vid spill</i>	13
4.2 <i>Emissionsjämförelse</i>	13
4.3 <i>Regelverk idag och i framtiden</i>	14
4.4 <i>Arbete för besättning</i>	14
4.5 <i>Säkerhet</i>	15

4.6	<i>Personlig skyddsutrustning</i>	15
4.7	<i>Brandsäkerhet</i>	16
4.8	<i>Ekonomiska kostnader</i>	16
4.9	<i>Påverkan på metanolpriserna</i>	17
4.10	<i>Ombyggnationer</i>	17
5	Diskussion	19
5.1	<i>Resultatdiskussion</i>	19
5.2	<i>Metoddiskussion</i>	20
5.2.1	<i>Litteraturstudie</i>	20
5.2.2	<i>Intervjuer</i>	20
6	Slutsatser	22
	Referenser	24
	Bilaga 1	27
	Bilaga 2	34
	Bilaga 3	35

Figurförteckning

Figur 1. Svavelregleringar enligt MARPOL Annex VI (Egen bild).	5
Figur 2. Schematisk figur över metoden för examensarbetet (Egen bild).	11
Figur 3. Jämförelse av potentiella partikelemissioner, (g PM _{2,5} -ekvivalenter/MJ) för olika marina bränslen. Återgiven från Environmental Assessment of Present and Future Marine Fuels, tillstånd av Selma Brynolf.	14
Figur 4. Sniffer. Återgiven från Methanol Training Manual. Tillstånd av Mats Nilsson.	15
Figur 5. En ordinarie och en ombyggd huvudmaskin på Stena Germanica (Egen bild).	18

Tabellförteckning

Tabell 1. Datum för införande av utsläppsregler för NO _x (IMO, 2013)	6
Tabell 2. Fysikaliska data för metanol och MGO (Egebäck, bilaga 1, bilaga 3, 1998, Olah et al., 2006, Shell, 2010, Swedhandling, 2014)	7
Tabell 3. Bunkerpriser (Bunkerworld, 2015, Methanex, 2015).	10
Tabell 4. Släckmedel för metanol och MGO (Nilsson, 2015, Shell, 2010, Swedhandling, 2014).	16
Tabell 5. Beskrivning av påverkade system vid ett bränslebyte (Nilsson, 2015, Olah et al., 2006).	17

Begreppsförklaringar

Aerob/Anaerob - Syresatt/syrefri

Bioackumulation - Anrikning av gift hos en biologisk organism

Cetantal - Ett mått på ett bränsles tändvillighet. Högt cetantal innebär lättantändligt

CO₂ - Koldioxid

Dual Injector - En bränsleventil som hanterar två bränslen

ECA - Emission Control Area

HFO - Heavy Fuel Oil (Tjockolja)

IMO - International Maritime Organization

Inertgas - Syrefattig gas. Även kallat kvävgas

Kofferdamm - Utrymme för uppsamling och detektion av läckage

LCA - Life Cycle Assessment (Livscykelanalys)

MARPOL - International Convention for the Prevention of Pollution from Ships

MDO - Marine Diesel Oil (Marin Dieselolja)

MGO - Marine Gas Oil (Marin Gasolja)

Mikrober - Mikroorganismer

NECA - Nitrogen Emission Control Area

NO_x - Kväveoxider

Pilotbränsle - En liten mängd bränsle som används för att få igång förbränningen

SECA - Sulphur Emission Control Area

SO_x - Svaveloxider

Purga - Blåsa rent

1 Introduktion

Sjöfarten är en avgörande faktor för att den globala handelsmarknaden ska fungera, omkring 90 procent av all global godstransport (i volym) sker med fartyg (Transportstyrelsen, 2014). Historiskt sett så har framdrivningsmetoder utvecklats från muskler och vindkraft till mer effektiva alternativ som förbränningsmotorer drivna av kol och olja. Denna innovation gjorde att fler började använda sjöfarten som transportmedel. Problemet med ökad mängd transporter är ökad miljöpåverkan. I takt med att nya miljöregleringar introduceras måste sjöfarten utvecklas.

Det bränsle som idag används i störst utsträckning globalt är tjockolja (HFO) som är ett bränsle med hög svavelhalt (Brynolf et al., 2014). Ett av de mest oroande utsläppen som kommer från sjöfarten är svaveloxider (SO_x), vilket bildas vid förbränning av svavel. Framdrivningsbränslen, vilka som har en negativ miljöpåverkan, skapar ett behov av nya regler. I och med strängare krav inom utsläppskontrollområden (ECA), står sjöfarten inför förändringar. Detta tvingar rederier att se över och minska sin miljöpåverkan och sina emissioner av svaveloxider men också av kväveoxider (MARPOL Annex VI). Utsläpp av SO_x har en negativ inverkan på både miljö och hälsa (Fridell et al., 2014), vilket är ett stort problem i vältrafikerade områden.

Det finns flera lösningar på marknaden för att minska utsläppen och leva upp till de nya kraven. Rederier måste aktivt besluta vilken metod de ska välja för att klara de restriktioner som uppkommit. Ett alternativ som kräver ombyggnation av fartyget är skrubbrar, som renar avgaserna innan de släpps ut. Ett annat alternativ är användandet av bränslen med lägre svavelhalt än HFO för att minska emissionerna.

Metanol och marin gasolja (MGO) är två alternativa bränslen som kan användas i enlighet med SECA-regleringarna på grund av deras låga svavelhalt. Rapporten ämnar studera dessa bränslen ur ett miljöperspektiv, hälsoperspektiv samt ur kostnadssynpunkt. För att skapa en bild av hur metanol påverkar miljön i förhållande till MGO så presenteras en jämförelse mellan dessa bränslen. Det är få rederier som valt att gå över till metanol jämfört med det antal som har gått över till MGO eller annan lågsvavlig olja (Trafikanalys, 2013). Hanteringen av de olika bränslena har också en stor inverkan i jämförelsen, speciellt hanteringen av metanol som är mer toxisk för människan än MGO (Egebäck, bilaga 2, 1998). Ekonomiska kostnader är en annan aspekt som är viktig att ta hänsyn till då det påverkar vilket bränsle rederierna väljer.

1.1 Syfte

Denna studie syftar till att jämföra två alternativa bränslen med varandra och belysa för- och nackdelar med egenskaperna hos dem och på så vis få fram vilket alternativ som skulle kunna passa bäst sett till miljö, hantering och ekonomiska kostnader. Detta för att ta hänsyn till fler aspekter än bara svaveloxidutsläppen, som är den huvudsakliga anledningen till att krav på förändring har uppkommit, samt för att få ett bredare perspektiv på val av bränsle. De bränslen som analyseras är metanol och MGO.

1.2 Frågeställning

- Hur står sig metanol och MGO mot varandra i en jämförelse ur ett miljöperspektiv?
 - Vilken påverkan har de olika bränslena vid ett utsläpp i hav och mark?
 - Hur är bränslenas emissioner i förhållande till nuvarande och kommande regleringar?
- Vad är hälsoriskerna för besättningen som handskas med bränslena?
 - Vad bidrar metanoldrift till för extra arbete för besättningen?
 - Vad för extra skyddsutrustning tillkommer vid metanolhantering?
- Vilka ekonomiska kostnader kan uppstå vid respektive bränsleval?
 - Vilka faktorer påverkar om det lönar sig att bygga om ett fartyg till metanoldrift?
 - Hur skiljer sig bunkerkostnaderna mellan bränslena?

1.3 Avgränsningar

- Endast metanol framställd av naturgas ingår i studien. Metanol framställd med andra metoder är hittills inte relevant för sjöfarten sett till de små kvantiteter som framställs, och behandlas därför inte i rapporten.
- Andra metoder för att leva upp till SECA-kraven, som avgasrening av olika slag, behandlas inte i denna rapport med hänsyn till projektets begränsade tidsram.
- Många olika bränslen med dieselkaraktär finns tillgängliga, men rapporten behandlar endast MGO, med hänsyn till projektets storlek.
- Utsläpp av NO_x och CO₂ behandlas endast kort, fokus ligger på utsläpp av SO_x då dessa regleringar är mest aktuella i dagsläget.
- Ingen hänsyn tas till eventuella skillnader mellan olika fartygstyper och fartområden. Syftet med analysen är att jämföra bränslen mot varandra ur ovan givna aspekter och detta är då inte av högsta relevans med hänsyn till projektets begränsade omfattning.
- Metanol är ett relativt nytt bränsle med mindre utvecklad infrastruktur. Eventuella begränsningar i tillgång till metanol som bunkerbränsle har därför bortsetts ifrån.

1.4 Metodval

Detta arbete är en jämförande studie bestående av två delar, en teoretisk och en empirisk studie. Den teoretiska studien består främst av en litteraturstudie. Denna är till för att ge en bra teoretisk bas runt de olika delarna i rapporten. Den empiriska delen består av intervjuer samt en fältstudie. Denna del är till för att få en överblick i hur det fungerar i praktiken. Intervjuerna utfördes med Bengt Ramne¹ från ScandiNaos och Mats Nilsson², förstemaskinist på Stena Germanica. Studien har främst baserats på moderna vetenskapliga artiklar i ämnet som finns tillgängliga via bibliotekets databaser, samt lagtexter och förordningar från IMO. Forskningshandboken (Denscombe, 1998) användes för att definiera de olika metoderna samt för att strukturera intervjuerna korrekt.

¹ Bengt Ramne (SkandiNaos, intervjuades 2015-03-31)

² Mats Nilsson (Förstemaskinist på Stena Germanica, intervjuades 2015-04-01)

2 Teori

Teorikapitlet behandlar regleringar samt introducerar de två bränslen som jämförs. Här förklaras också olika emissioner, tekniska anpassningar, åtgärder vid brand, hantering av bränslena, samt hur dessa påverkar miljön vid spill.

2.1 Emissioner

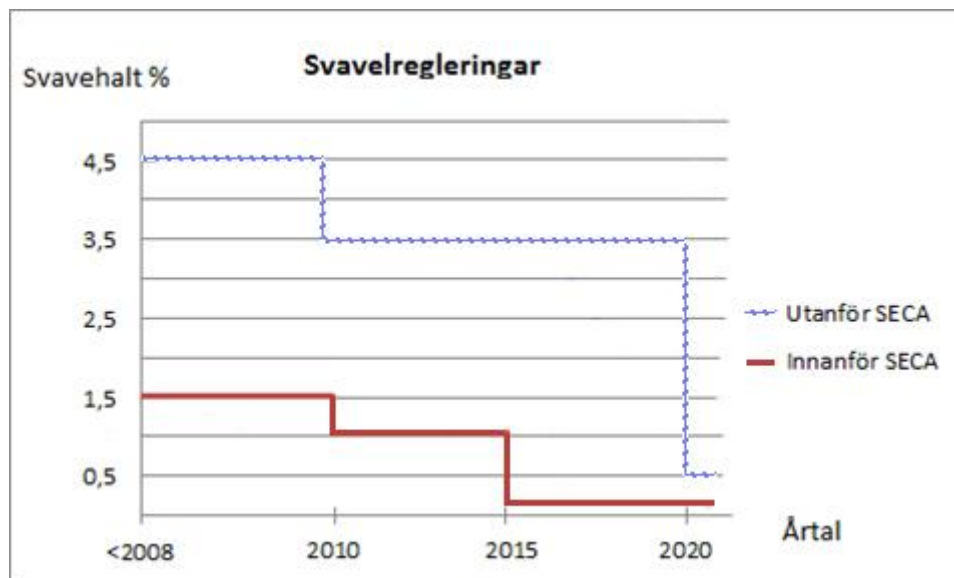
Detta kapitel beskriver av några av de emissioner som sjöfarten idag avger. Vidare beskrivs hur de uppkommer, varför de är farliga och hur de kan begränsas. De emissioner som behandlas i detta kapitel är svaveloxider, kväveoxider (NO_x), och koldioxid (CO_2). Partikelemissioner behandlas även, men endast kort.

2.1.1 Svaveloxider

Svavelutsläpp från sjöfarten sker i form av svaveloxider som uppstår vid förbränning av svavel i bränslet. Mängden SO_x i avgaserna påverkas av halten svavel i bränslet och inte av förändrade temperaturer och tryck i förbränningen. Utsläpp av SO_x bidrar till försurning och hälsorisker genom bildandet av partiklar i atmosfären (Fridell et al., 2014,). Stora utsläpp av svavel i form av svaveloxider förekommer till exempel vid vulkanutbrott. Där är halten mer koncentrerad än i utsläppen från fartyg, men principen av påverkan på miljön blir den samma. I de fallen så visar sig svavlet som ett synligt dis. Denna sortens dis kan återfinnas i vissa stora hamnstäder, exempelvis i Asien där svavelregleringar ännu inte tillämpats. Svaveloxider påverkar vegetation negativt och kan även skapa försurningar i de lokala ekosystemen (Brimblecombe, 2014). För människor utsatta för svaveldioxid (SO_2) i koncentrationer högre än 10 ppm så uppstår irritation i ögon och hals. Långvarig exponering för lägre koncentrationer har lett till astma och andningsbesvär främst hos barn men även i vissa fall hos vuxna. I de fall då vuxna påverkats har det däremot varit svårt att påvisa att just SO_2 orsakat skadan, då denna exponering skett tillsammans med exponering för andra utsläpp. Personer med astma sedan tidigare drabbas hårdare än friska personer (Schlesinger, 2010).

Svaveldirektivet är ett direktiv som begränsar den tillåtna halten svavel i marina bränslen. Utsläppen av svaveloxider regleras indirekt i förhållande till det tillåtna svavelinnehållet i bränslet. Den tillåtna svavelhalten anges i viktprocent. I MARPOL Annex VI anges tillåtna svavelhalter i bränslen (IMO, 2013). De områden som berörs av svavelregleringarna är de definierade SECA-områdena. Dessa innefattar Östersjön, Nordsjön och Engelska kanalen. Områden utanför Nordamerika och Karibien omfattas också av regleringarna (Transportstyrelsen, 2014). Bränslen med en högre svavelhalt än vad som är tillåtet enligt IMO får användas om de kombineras med avgasrening.

För att denna metod ska godkännas måste de slutgiltiga utsläppen motsvara samma eller mindre än de utsläpp som skulle ha uppkommit vid användning av bränsle med tillåten svavelhalt utan avgasrening (Svavelförordning, 2014). Figur 1 ger en bild av hur svavelhalten i bränslen reglerats över åren.



Figur 1. Svavelregleringar enligt MARPOL Annex VI (Egen bild).

2.1.2 Kväveoxider

Kväveoxider (NO_x) i avgaserna uppkommer vid förbränning. En hög förbränningstemperatur ger en hög halt av NO_x . Det samma gäller för höga tryck i förbränningskammaren, då kvävet i luften reagerar med syre (Fridell et al., 2014). Utsläpp av kväveoxider leder till försurning och övergödning i haven på grund av kvävedeposition. Detta är ett stort problem i exempelvis Östersjön. Övergödning leder till syrebrist i vattnet vilket dödar havsbotten och till slut rubbar havets ekosystem. Sjöfarten är inte den största bidragande faktorn när det gäller utsläpp av kväveoxider globalt sett, men beräknas kunna bli det inom ett tiotal år om inte skarpa regleringar införs (Fridell et al., 2014). NO_x -utsläppen som påverkar miljön negativt bidrar även till problematiskt förhöjda partikelemissioner (Fridell et al., 2014). Detta påverkar hälsan hos människor som andas in partiklarna och långvarig exponering leder i flera fall till en förkortad livslängd med uppemot flera år (Forsberg et al., 2014).

Regleringen av NO_x -utsläpp sker idag med ett regelverk som kallas Tier II, striktare regler i form av Tier III kommer att träda i kraft 1 januari 2016 inom NECA-områdena (IMO, 2013). I dagsläget finns det få definierade NECA-områden. Hittills är bara områden utanför Nordamerika och Karibien berörda (Transportstyrelsen, 2014). Dessa regleringar påverkar inte bara valet av bränsle utan påverkar också nybyggda motorer och maskininstallationer efter de högre kraven. Tabell 1 visar när de olika utsläppskraven träder i kraft och hur mycket NO_x -utsläpp en motor då får avge i g/kWh. Gränserna varierar beroende på vilket varvtal motorn har.

Tabell 1. Datum för införande av utsläppsregler för NO_x (IMO, 2013)

Tier	Gäller fartyg byggda efter	g/kWh (vid 130-1999 rpm)
I	1 januari 2000	17,0 - 9,8
II	1 januari 2011	14,4 - 7,7
III	1 januari 2016	3,4 - 2,0

2.1.3 Koldioxid

Utsläpp av koldioxid bidrar till den globala uppvärmningen och har även betydande inverkan på försurning av haven. Globalt sett bidrar sjötransporter till ungefär en femtedel så mycket koldioxid som landtransporter (Fridell et al., 2014). Koldioxidutsläpp påverkar inte människans hälsa direkt, men indirekt på lång sikt då koldioxiden påverkar växthuseffekten och därigenom klimatet på jorden (Bernstein, 2004).

Utsläpp av koldioxid (CO₂) beräknas öka inom sjöfarten (IMO, 2013). CO₂-utsläpp sker i direkt proportion till mängden bränsle som används. För att minska utsläppen av CO₂ så är det vanligt att tillämpa så kallad *slow steaming* vilket innebär att fartyget håller en lägre hastighet. Syftet med detta är att sänka bränsleförbrukningen och minska bränslekostnaderna, men att därigenom också minska miljöpåverkan. Slow steaming innebär inte att hastigheten behöver reduceras avsevärt, utan några knop räcker för att minska bränsleförbrukningen betydligt (Maloni et al., 2013). Detta är på grund utav att bränsleförbrukningen ökar i kvadrat i förhållande till hastigheten (Kuiken, 2008). Utveckling av mer energieffektiva fartyg drivs på av bland annat Energy Efficiency Design index (EEDI) som är ett regelverk av IMO som begränsar de tillåtna CO₂-utsläppen. Bränsleeffektivare fartyg kommer att behövas i framtiden för att möta reglerna i EEDI (Fridell et al., 2014). Ett effektivare fartyg förbrukar mindre bränsle vilket direkt leder till minskade CO₂-utsläpp. Ett annat alternativ för att minska utsläppen av CO₂ är att byta till ett bränsle som innehåller mindre kol och därmed avger mindre koldioxid vid förbränning (Brynolf et al., 2014).

2.2 Bränslen

De bränslen som jämförs i denna rapport är metanol och MGO. I tabell 2 visas fysikaliska data för dessa bränslen. HFO är det framdrivningsbränsle som idag används i störst utsträckning globalt sett. Inom de SECA-områden som i nuläget finns kan metanol och MGO komma att ersätta HFO i stor utsträckning. År 2020 ändras reglerna preliminärt globalt för tillåten svavelhalt i bränslet och fler fartyg måste då byta bränsle eller installera skrubber.

Tabell 2. Fysikaliska data för metanol och MGO (Egeback, bilaga 1, bilaga 3, 1998, Olah et al., 2006, Shell, 2010, Swedhandling, 2014)

Fysikalisk data:	Metanol	Diesel (MGO)
Kemiskt namn	Metanol	Brännolja nr2
Flampunkt (°C)	11	60
Kokpunkt (°C)	64,6	170 – 390
Densitet (kg/m ³)	792	860
Ångtryck vid 20 °C (kPa)	12,77	< 0,1
Cetantal	3	40-55
Självantändning (°C)	455	200 - 300
Energiinnehåll (kJ/kg)	22681,5	42467,6
Viskositet vid 25 °C (cSt)	0,54 – 0,59	1,6 – 3,3
Explosionsområde (volymprocent)	5 – 36,5	1 – 6

2.2.1 Metanol

Metanol är en alkohol som främst används vid kemikalieframställning i olika industrier, men har nu även blivit uppmärksammas i diskussionen om fartygs framdrivningsbränslen. Idag produceras metanol nästan enbart av naturgas vilket gör det till ett fossilt bränsle. Ur naturgas utvinns syngas som är en blandning av väte, kolmonoxid och CO₂ (Olah et al., 2006). Vad gäller SECA-regleringarna så håller sig metanol väl under de tillåtna utsläppsnivåerna, men det har inte utförts tillräckligt med tester för att fastslå om bränslet kommer att klara Tier III-kraven eller inte (Brynolf, 2014).

Arbetsmiljö och säkerhet

Metanol har flera negativa effekter på hälsan, exempelvis ögon- och hudirritation. Även innan toxiska nivåer har uppnåtts i luften så kan metanol irritera ögon och hals. Toxiska nivåer av metanol är inte alltid lätta att upptäcka med hjälp av luktsinnet då luktröskeln för metanol ligger på cirka 6000 ppm i luften (Egeback, bilaga 2, 1998). Gränsvärdet för exponering är 200 ppm under en arbetsdag (8 timmar) (Swedhandling, 2014). Personlig skyddsutrustning som bör användas vid hantering av metanol är heltäckande skyddsklädsel som exempelvis overall, handskar, skyddsglasögon och skyddsskor. För mer information kring personlig skyddsutrustning, se bilaga 1.

Metanol och MGO förvaras på olika sätt. Vid förvaring av metanol i slutna behållare finns en kudde av avdunstad metanol och luft ovanför vätskeytan i behållaren. Denna blandning är teoretiskt sett explosiv vid en temperatur över 11 °C. Det innebär att en explosion kan uppstå om en gnista från en extern källa kommer åt blandningen i behållaren. Däremot har metanol en bra ledningsförmåga vilket gör att den avleder eventuella laddningar. Detta gör att risken är liten att gnistbildningar uppstår från metanolen (Egeback, bilaga 2, 1998). Metanol brinner oftast med en osynlig låga men kan även ha en blå låga som inte är synlig i solljus.

Däremot så kan luften "dallra" ovanför lågorna. Vid metanolbrand är värmestrålningen låg vilket innebär att brandsläckningspersonal kan komma närmare brandkällan. Risken för spridning av brand till närliggande objekt minskar också tack vare detta (Egebäck, bilaga 2, 1998). Metanol har ett högre ångtryck än MGO (Olah et al., 2006). Detta innebär att det avdunstar fort och späds ut med luften vilket gör att koncentrationen blir för låg för att längre vara lika brandfarlig (Ramne, 2015).

Ångorna från metanolspill är inte antändningsbara vid temperaturer under flampunkten som är 11 °C. Vid 50 procent utspädning med vatten är metanolen svårantändlig i rumstemperatur (Egebäck, bilaga 2, 1998). För att metanol garanterat inte ska vara brandfarlig längre så behöver den slutgiltiga blandningen vara 20 procent metanol och 80 procent vatten då dränkning tillämpats för att förebygga brand (Nilsson, 2015). Vattendimma är därför ett bra släckmedel vid metanolbrand, så även pulversläckmedel, alkoholresistent skum och koldioxid (Swedhandling, 2014; Nilsson, 2015). Ett släckmedel som är olämpligt att använda vid metanolbrand är hård vattenstråle då detta kan leda till att bränslet skvätter och branden sprids (Swedhandling, 2014).

Miljöeffekter

Utsläpp av metanol i mark och vatten har mindre miljöpåverkan än MGO då metanol lätt bryts ned genom påverkan av mikrober och ljus i naturliga processer. Detta är en anledning till att metanol kan användas i exempelvis spolarvätska och fönsterputs. Det har ingen betydelse om nedbrytning sker i aeroba eller anaeroba miljöer och metanol visar inga tecken på bioackumulation (Olah et al., 2006). Vid ett spill på ängsmark dör växtligheten men naturen återhämtar sig utan långvariga konsekvenser (Egebäck, bilaga 2, 1998).

Vid spill i vatten späder metanol ut sig då den är vattenlöslig. Vid metanolspill i hav sjunker koncentrationen snabbt till nivåer som är obetydliga för påverkan på miljön. Nivåerna blir snabbt oskadliga och därefter fortsätter de att sjunka. Mikroorganismer hjälper till att bryta ner den metanol som är kvar och spillet har försvunnit helt efter några dagar (Olah et al., 2006).

2.2.2 MGO

Marin gasolja är ett destillatbränsle med dieselkaraktär som har samma användningsområde som diesel, men är lite finare/tunnare. MGO framställs genom destillering av råolja. Svavelinnehållet i MGO är lägre jämfört med HFO och marin dieselolja (MDO) men bränslet är dyrare. MGO (0,1 procent svavelhalt) klarar av SECA-kraven, men för att efterleva Tier III-kraven så bör bränslet kombineras med ytterligare tekniska installationer för att reducera NO_x-utsläppen tillräckligt (Brynolf, 2014).

Arbetsmiljö och säkerhet

MGO bör inte komma i kontakt med huden en längre tid, då det innehåller cancerogena ämnen. Ångorna bör heller inte andas in.

Kläder med MGO på bör avlägsnas snarast för att undvika kontakt med huden. Ett vanligt antagande är att skyddskläder endast fyller en skyddande funktion, men då MGO trängt igenom tyget och kommer i kontakt med huden uppstår exponering för MGO så länge kläderna behålls på. MGO är, till skillnad från metanol, synlig, lätt att känna lukten av och brinner med synlig låga. Vid brand skall heltäckande skyddsklädsel och ett slutet andningssystem användas vid släckning. De släckmedel som är lämpade för MGO är skum, vattendimma eller vattenspray. Det brandsläckmedel som inte bör användas är vatten med hård stråle då detta kan leda till att bränslet skvätter och branden sprids (Shell, 2010).

Miljöeffekter

Olja som hamnar i vattnet sprider ut sig på ytan i ett tunt lager. En stor del av utsläppet evaporerar tillsammans med några av de giftiga ämnena i oljan. Desto lättare oljan är, desto större del av den kan evaporera. MGO evaporerar därför snabbare och effektivare än exempelvis MDO eller HFO. Kvarvarande olja blandas med vattnet vilket minskar giftigheten något. En del klumpar sig och sjunker till botten efter en tid, vilket påverkar havsbottenarna avsevärt då giftiga ämnen fortfarande finns kvar i bränslet. Olja som spolat iland påverkar sjöfåglar och strandlivet negativt och oljan kan vara svår att avlägsna helt. Utsläpp av MGO ger långvariga konsekvenser (Kingston, 2002). MGO som spills på marken dödar växtlighet och andra levande organismer. Det ger dessutom långvariga konsekvenser för naturen där spillet inträffat (Egeback, bilaga 2, 1998).

2.3 Teknisk anpassning

I en dieselmotor komprimeras luft till en sådan grad att den höga temperaturen åstadkommer en snabb självantändning av det insprutade bränslet, vilket skapar en explosion. Ett fartyg som ska köras på MGO istället för HFO kan använda sig av samma bränslesystem som innan. Det innebär att ombyggnation inte behöver utföras för att byta bränsle. Dock är det vanligt att det uppstår läckor i bland annat tätningar och kopplingar, då viskositeten på bränslet är lägre och på så vis flyktigare (Kuiken, 2008).

Cetantalet speglar tändvilligheten hos ett bränsle. Om cetantalet är lågt är bränslet mer svårantändligt än om det är högt. Då metanol har ett lågt cetantal och MGO har ett högt cetantal måste en dieselmotor anpassas och byggas om för att kunna fungera med metanoldrift (Olah et al., 2006). Ett fartyg med metanoldrift kan ha MGO som pilotbränsle för att få igång förbränningen av metanolen (Nilsson, 2015).

Stenas bunkerstation för metanol ligger med tillhörande pumpar på kajen vid terminalen. Detta på grund av att det inte finns någon tillräckligt utvecklad infrastruktur med bunkringsfartyg för metanol än. Bränslerören och motorn ombord på ett fartyg med metanoldrift måste purgas med inertgas innan demontering av systemet sker. Metanolens rörsystem är även utrustat med dubbelmantlade rör i rostfritt stål för att förhindra läckage.

För att tillverka inertgas används ett inertgassystem ombord som består av två kompressorer. Detta system har inte dubbelmantlade rör men det är trycksatt (Nilsson, 2015).

En metanolmotor kan vara utrustad med common rail (Nilsson, 2015). Common rail innebär att alla cylindrarna har ett gemensamt bränslerör som matas från en högtryckspump med elektriskt styrda insprutningsmunstycken (Kuiken, 2008). Bränsleventilerna är anpassade för drift med både metanol och MGO. Den ordinarie bränsleinjektorn sitter i mitten och byggd runtom denna är den magnetventilstyrda common rail injektorn för metanol. Detta resulterar i en så kallad Dual Injector (Nilsson, 2015). Då energiinnehållet i MGO är ungefär dubbelt så stort som i metanol så måste metanolens bränsletankar vara ungefär dubbelt så stora som MGO-tankarna. Detta är för att den dubbla volymen bränsle går åt för samma effektuttag (Olah et al., 2006). Då kraven på metanoltankar är lägre än för MGO-tankar så kan dessa placeras med större enkelhet. Exempelvis kan ballasttankar användas till bränsleförvaring då dubbelskrov inte är ett krav. Kofferdammarna innehållande metanolgasdetektorer, alternativt vattentankar med nivågivare för detektering av läckor, kan placeras runt metanoltankarna in mot maskinutrymmen. Detta är för att förhindra metanolläckage in i maskinutrymmen (Nilsson, 2015). En kofferdamm är en uppsamlingsplats där vätska kan samlas upp vid ett eventuellt läckage (Chopra, 2011). I metanolsystemet ingår inga separatorer utan bara bränslefilter (Nilsson, 2015).

2.4 Ekonomi

En ekonomisk beräkningsmodell som heter GET-RC 6.2 har använts vid tidigare forskning för att beräkna kostnadseffektivitet hos olika bränslen. Dessa beräkningar visar att ett byte till naturgasbaserade bränslen, från HFO, är ett kostnadseffektivt alternativ fram till år 2050. I denna studie ingick även bränsleceller, biobränslen och väte som alternativa marina bränslen (Taljegard et al., 2014).

Priset på metanol påverkas bland annat av bränsleindustrins efterfrågan, men allra främst av kemiindustrin då majoriteten av all metanol som produceras globalt går till denna industri. Priset på MGO påverkas av råoljepriserna och dessa styrs främst av tillgång och efterfrågan (Ramne, 2015). Tabell 3 visar aktuella bunkerpriser i dagsläget i USD/MT (metrisk ton) och i USD/GJ (gigajoule). Vanligast är att ange bunkerpriser i USD/MT men i tabellen anges priset även i USD/GJ för att få en mer jämförbar bild över priserna, då samma mängd bränsle innehåller olika mängd energi.

Tabell 3. Bunkerpriser (Bunkerworld, 2015, Methanex, 2015).

Bränsle:	Metanol	MGO	HFO
USD / MT	400,98	564,50	356,50
USD / GJ	18	13	9

3 Metod

Denna rapport är en jämförande studie som baseras på en litteraturstudie. Litteraturfördjupningar har genomförts för att besvara forskningsfrågorna som ställts. Två intervjuer har även utförts med personer som deltagit i Stena Lines metanolprojekt samt varit involverade i utvecklingen av detta.

I figur 2 beskrivs schematiskt hur arbetsprocessen kring rapporten gått till, från frågeställning till slutsats. Då de olika delarna knutits ihop bildar de tillsammans ett fullständigt examensarbete. Rapporten innefattar tre huvudfrågor som besvaras med tillhörande underfrågor. Det första steget var att hitta information kring ämnet till teoridelen, vilket utfördes genom en litteraturstudie. Intervjuer samt en fältstudie har också genomförts för att få en bättre bild av ämnet i praktiken och för att inhämta information. Detta var för att få ett bra och utförligt resultat och för att därefter få en bra diskussion och slutsats.



Figur 2. Schematisk figur över metoden för examensarbetet.

3.1 Litteraturstudie

Metoden litteraturstudie valdes på grund av att en jämförande studie kräver en bra teoretisk grund. Fördjupning har utförts i litteratur berörande kringliggande områden för att kunna besvara forskningsfrågorna. Livscykelanalyser har studerats och analyserats i processen för att få fram relevant information. För att få fram nödvändig fakta i form av böcker, avhandlingar och vetenskapliga artiklar, har olika databaser och bibliotek använts.

Den litteratur som legat till grund för rapporten har varit både på svenska och engelska för att därigenom få tillgång till ett större utbud. De sökord som användes var bland annat: metanol, MGO, emissioner, miljö, diesel, bränsle, utsläpp, SO_x, CO₂, NO_x, SECA, IMO och MARPOL. Sökorden har både varit på svenska och engelska för att få tillgång till fler relevanta träffar. De sökmotorer som använts är bland annat: Chalmers Bibliotek, Scopus, Web of Science, ProQuest Platform och Google Scholar.

3.2 Intervjuer

En intervju utfördes 2015-03-31 med Bengt Ramne från ScandiNaos, som är ett svenskt företag som arbetar med energieffektiv och hållbar sjöfart. Han intervjuades då han deltagit i det metanolprojekt som Stena i dagsläget arbetar med och har stor insikt och kunskap i området. Han har tidigare i ScandiNaos arbetat med andra liknande projekt kring alternativa bränslen på bland annat Stena Scanrail. Syftet med intervjun var att få information om hur långt metanolprojektet kommit och hur det utvecklats med tiden, men också hur han som sakkunnig ser på framtiden för metanol som marint bränsle. Första delen av intervjun var ostrukturerad för att sedan övergå i en semistrukturerad intervju. En ostrukturerad intervju ger den intervjuade möjligheten att berätta och utveckla tankar själv utan att författarna ingriper (Denscombe, 1998). Detta gav ett brett spektrum av information. Se bilaga 2 för sammanställda frågor som författarna ställde vid intervjutillfället med Bengt Ramne.

En semistrukturerad intervju är upplagd så att författarna har frågor och ämnen att behandla, men att den intervjuade tillåts utveckla sina svar fritt. I en semistrukturerad intervju bör författarna vara flexibla när det kommer till frågorna och ämnenas ordningsföljd (Denscombe, 1998).

En intervju utfördes 2015-04-01 med Mats Nilsson, förstemaskinist på Stena Germanica. Även han arbetade med metanolprojektet på Stena Scanrail tidigare. Syftet med denna intervju var att få en mer praktisk inblick i Stenas metanolprojekt samt mer teknisk information och detaljer kring detta. Denna intervju ledde även till ett studiebesök ombord på Stena Germanica där författarna själva fick se vad som faktiskt byggts om och vad de egentliga skillnaderna på de olika systemen är i praktiken. Mötet inleddes med att Mats Nilsson provkörde utbildningsmaterial på författarna och därefter utfördes en semistrukturerad intervju (Denscombe, 1998). Se bilaga 3 för sammanställda frågor som författarna ställde vid intervjutillfället med Mats Nilsson.

De förberedda frågorna till intervjutillfällena anpassades efter den person som skulle intervjuas. Frågorna till ScandiNaos var mer teoretiska och projektnriktade samtidigt som frågorna till Stena var mer praktiska och företagsinriktade.

4 Resultat

I resultatkapitlet presenteras bland annat resultat från forskning kring miljöpåverkan samt information som tillhandahållits vid intervjuerna med Beng Ramne (SkandiNaos, 2015) och Mats Nilsson (Stena Line, 2015).

4.1 Miljöpåverkan vid spill

Enligt Egeback et al (1998) så är olja direkt dödligt för levande organismer vid ett spill. Kingston (2002) skriver om att olja som spills i havet lägger sig som ett tunt skikt på vattenytan och delar av den evaporerar. Det som inte evaporerar bryts delvis ner av organismer, delvis sjunker det till botten. Den olja som spolas iland har negativ påverkan på kustmiljön och organismer som lever där.

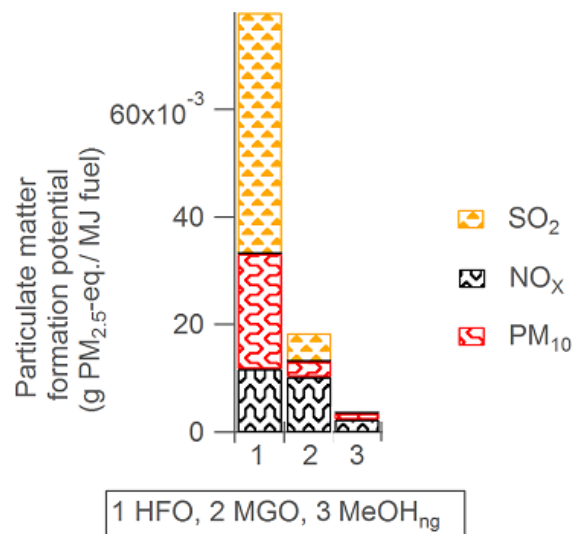
Enligt Olah et al. (2006) så har spill av metanol i havet mindre betydelse då det snabbt späder ut sig och evaporerar. Egeback et al. (1998) skriver om forskning som gjorts vid spill i naturen på exempelvis ängsmark. Där dör växtlighet och organismer direkt men naturen återhämtar sig relativt fort.

4.2 Emissionsjämförelse

Enligt Ramne (2015) så är det möjligt att minska flera problematiska utsläpp, inklusive CO₂, genom att byta till naturgasbaserade bränslen. Olah et al. (2006) skriver att metanol, precis som andra naturgasbaserade bränslen, innehåller färre kolatomer än MGO vilket gör att mindre CO₂ bildas vid förbränning.

Olah et al. hävdar också att metanol har lägre NO_x-emissioner på grund av att den antänder vid lägre temperaturer. Detta ger lägre totala förbränningstemperaturer som i sin tur leder till mindre bildning av NO_x under förbränningen. För att MGO med säkerhet ska klara Tier III menar Brynolf (2014) att bränslet bör kombineras med annan teknisk installation för minskning av NO_x-utsläpp. Enligt Ramne (2015) så försvinner SO_x-emissionerna vid ett byte till metanol från HFO i och med att metanol inte innehåller något svavel från början.

Det finns även en skillnad i potentiella partikelformationer mellan de jämförda bränslena. I figur 3 jämförs partikelutsläpp för olika marina bränslen sorterat efter bidrag från SO_x, NO_x och partiklar mindre än 10 µm (PM₁₀). I figuren är staplarna för HFO (1), MGO (2) och fossil metanol (9) mest intressanta i och med rapportens syfte. Figuren visar att både MGO och metanol ger förbättrade partikelemissioner i förhållande till HFO. Det syns även att metanol bidrar med mindre partikelemissioner än vad MGO gör. På y-axeln graderas potentialen för partikelformationer (g PM_{2,5}-ekvivalenter/MJ bränsle).



Figur 3. Jämförelse av potentiella partikelemissioner, (g PM_{2,5}-ekvivalenter/MJ) för HFO, MGO och metanol. Modifierad figur från Environmental Assessment of Present and Future Marine Fuels, tillstånd av Selma Brynolf.

4.3 Regelverk idag och i framtiden

Gränsvärden för utsläpp till luften regleras idag i MARPOL Annex VI. Enligt Ramne (2015) så håller sig metanol väl under gränserna för att klara de mest aktuella SECA-regleringarna som trädde i kraft 1 januari 2015. Detta då metanol inte innehåller svavel alls. Vid användning av MGO (0,1 procent svavel) så kan de nya SECA-kraven efterlevas. I MARPOL Annex VI framgår att den globalt tillåtna halten svavel i bränslet ska sänkas till 0,5 procent till år 2020 (se figur 1.) utanför ECA-områden.

Gränsvärden för utsläpp av NO_x regleras idag i Tier II. Tier III kommer att träda i kraft 1 januari 2016 vilket innebär att fartyg byggda efter detta datum kommer att behöva leva upp till högre krav gällande utsläpp av NO_x än de fartyg som är byggda innan (IMO, 2013).

4.4 Arbete för besättning

För driftbesättningen blir det enligt Nilsson (2015) förändrade arbetsuppgifter vid införandet av metanol. Detta i och med att det kommer bunkras fler bränslen samt att bunkring kommer att ske oftare. De högtryckspumpar som används kräver också tätare underhåll än vanliga pumpar men precis som vid övergång till MGO-drift så har mycket arbete minskat i och med att hanteringen av HFO försvunnit.

4.5 Säkerhet

På Shells datablad för MGO framgår tydlig hur hantering av bränslet bör ske. MGO innehåller cancerogena ämnen och bör därför inte komma i kontakt med huden under längre perioder. För att undvika hudkontakt bör därför kläder med MGO på avlägsnas för att minimera riskerna för exponering.

Enligt Egeback et al. (1998) så är metanol skadligt för människan vid långvarig kontakt då det kan skapa hudirritationer. Egeback hävdar också att gaser från metanol kan skapa ögonirritation redan innan toxiska nivåer uppnåtts i luften. Nilsson (2015) nämner att en avdomnande känsla kan uppkomma efter exponering via huden.

4.6 Personlig skyddsutrustning

I Shells datablad för MGO framgår att handskydd bör användas vid hantering, för att undvika kontakt med huden. Det är också viktigt att se till att ha rena händer innan handskar tas på. Skyddsglasögon bör användas vid risk för stänk, då exponering för MGO i ögonen kan leda till irritationer.

Enligt "Methanol Training Manual" (bilaga 1), framtagen av Nilsson (2015) för att utbilda besättningen på Stena Germanica, skall följande skyddskläder användas vid hantering av metanol:

- Overall i bomull (långärmad)
- Handskar
- Skyddsglasögon
- Heltäckande skyddsskor

Vid bunkring skall en flamskyddad overall användas och eventuellt en jacka. Vid misstanke om att det har skett ett läckage av metanol i ett rum så skall syrgasmask användas och inte filtermask. Detta på grund av att metanol inte har någon lukt, vilket gör det svårt att avgöra när filtret är mättat och måste bytas ut. För att upptäcka läckor kan läcksökningsverktyg användas. Nilsson (2015) beskrev ett verktyg som kallas "sniffer" som kommer att användas på Stena Germanica vid läcksökning. En sniffer (figur 4) är i storleken av en penna och har lysdioder som lyser olika mycket beroende på om metanol är närvarande eller inte.



Figur 4. Sniffer. Återgiven från Methanol Training Manual. Tillstånd av Mats Nilsson.

4.7 Brandsäkerhet

Enligt Egeback et al. (1998) brinner metanol utan synlig låga vilket gör att det kan vara svårt att upptäcka en metanolbrand. Värmestrålningen från en sådan brand är låg vilket underlättar släckningsarbetet och branden sprider sig heller inte lika lätt till närliggande objekt. Metanol löser sig bra i vatten vilket gör den svårantändlig. Det krävs utspädning med fyra delar vatten för att en del metanol garanterat inte ska vara brandfarlig längre. Metanol har ett högre ångtryck än MGO vilket innebär att den avdunstar lättare. Detta gör att den inte lika lätt antänder då den späder ut sig med luften snabbt. Explosionsområdet för metanol är mycket större än för MGO, vilket gör att metanolen har en större explosionsrisk.

Shells säkerhetsdatablad (2010) beskriver att MGO brinner med synlig låga och är lätt att känna lukten av vilket gör att branden upptäcks lättare. I tabell 4 listas lämpliga och olämpliga släckmedel för de båda bränslena.

Tabell 4. Släckmedel för metanol och MGO (Nilsson, 2015, Shell, 2010, Swedhandling, 2014).

Släckmedel	Metanol	MGO
Lämpliga	Vattendimma, pulver, alkoholresistent skum, koldioxid	Skum, vattendimma, vattenspray
Olämpliga	Hård vattenstråle, skum med miljöfarliga ämnen	Hård vattenstråle

4.8 Ekonomiska kostnader

Enligt Bengt Ramne (2015) och Mats Nilsson (2015) är priset på metanol högre än det på HFO men lägre än för MGO. Ramne (2015) hävdar däremot att nu när priset på MGO dalat så snabbt så är det idag inte en lika bra affär att bygga om till metanol som det var för några år sedan när metanolprojektet startade. Priset på råolja är därför avgörande för om det lönar sig att bygga om ett fartyg till metanol i längden eller inte, samt hur snabbt en sådan investering kan löna sig. I tabell 3, avsnitt 2.4, beskrivs aktuella bunkerpriser för olika bränslen idag.

När Stena valde att bygga om Stena Germanica så var det delvis för att detta fartyg inte är lika gammalt som många av Stenas andra fartyg, vilket gör att det kommer vara i drift tillräckligt länge för att en ombyggnation ska vara lönsam. Motorerna på Stena Germanica är dessutom tillverkade av motortillverkaren Wärtsilä, som Stena driver metanolprojektet med idag. Det underlättade ombyggnationen av systemet att det tidigare utformats av samma tillverkare (Ramne, 2015).

Enligt Taljegard et al. (2014) kommer de bränslen som produceras av naturgas (till exempel metanol) vara de bränslen som huvudsakligen kommer att ersätta HFO.

Enligt en undersökning som presenterades i avsnitt 2.4, är det mest kostnadseffektiva alternativet i längden att byta från HFO till ett naturgasbaserat bränsle i ett tidigt skede.

4.9 Påverkan på metanolpriserna

Enligt Ramne (2015) så är det bara en bråkdel av all producerad metanol som säljs på bränslemarknaden, den stora försäljningen sker idag på kemimarknaden för att användas vid framställning av kemikalier. Detta gör att priset på metanol idag inte påverkas speciellt mycket av bränsleindustrins efterfrågan. Företag som producerar metanol kan därför hålla bra och konkurrenskraftiga priser på bränslemarknaden då de stora intäkterna kommer från kemiindustrin.

4.10 Ombyggnationer

George A Olah beskriver i boken "Bortom gas och olja" (2006) cetantalet som: "ett bränsles förmåga att självantända vid höga temperaturer och tryck". Cetantalet är mycket lägre för metanol än för MGO. För att kunna antända metanolen så kan en process med pilotbränsle tillämpas, skriver Olah et al. (2006).

Det som byggts om på Stena Germanica är bränsletankar, ventiler, pumpar, inertgassystem, högtrycksrör och en tillkommande bunkerstation på kajen vid terminalen. I tabell 5 nedan listas de påverkade systemen.

Tabell 5. Beskrivning av påverkade system vid ett bränslebyte (Nilsson, 2015, Olah et al., 2006).

System	HFO till metanol	HFO till MGO
Bränslesystemet	Större volymer på bränsleventiler och pumpar. Bränslerören behöver dubbelmantling. Bränsletankarna måste vara större.	Samma bränslesystem kan användas.
Bränsleseparering	För metanol används istället filter.	Separatorer används som förut.
Intergassystem	Ett inertgassystem har installerats för att förse tankar och rör med kvävgas vid behov.	Inertgassystem ej nödvändigt.
Bunkring	En ny bunkringsterminal har byggts.	Ingen skillnad.

Helsvetsade dubbelmantlade rör i rostfritt stål används till metanolen. Nilsson (2015) berättar att common rail används på Stena Germanicas metanolmotor. Bränsleventilerna på den ombyggda motorn har anpassats för att kunna hantera både metanol och MGO (till pilotbränsle samt uppstart och låglastkörning). Bränsleventilerna är nu alltså ombyggda till dual injektorer. Dessa är även anpassade för att snabbt gå över till MGO-drift vid behov, om exempelvis en driftstörning uppstår på metanolsystemet. Runt om metanoltankarna måste det finnas kofferddammar med metanolgaskdetektorer eller vatten in mot övriga maskinutrymmen.

På Stena Germanica används ballasttankar som bunkertankar till metanolen, då dubbelbotten inte är ett krav (Nilsson, 2015). Enligt Kuiken (2008) så behöver ingen ombyggnation ske vid byte från HFO till MGO, samma bränslesystem kan användas då de två bränslenas egenskaper är tillräckligt lika. Figur 5 visar två av Stena Germanicas huvudmotorer, den övre visar en icke ombyggd motor och den nedre är anpassad för metanoldrift med MGO som pilotbränsle. I figuren syns delar av bränslesystemet, så som common rail-systemets rör.



Figur 5. En ordinarie och en ombyggd huvudmaskin på Stena Germanica.

5 Diskussion

I detta kapitel diskuteras bland annat att de hypoteser om bränsleanvändning och kostnader författarna hade i studiens början inte stämmer helt överens med det resultat som framkommit under studiens gång.

5.1 Resultatdiskussion

De resultat som framkommit av de utförda studierna visar att det är många faktorer som spelar in vid valet av metod för att leva upp till de nya reglerna. Investeringar i form av ombyggnationer har jämförts med de högre driftskostnader ett dyrare bränsle skulle leda till. Sett till det låga oljepriset idag så kan valet att bygga om till metanol vara svårt att försvara ur ekonomisk synpunkt. Detta innebär också att om priset på råolja stiger igen så är ombyggnationen en bra investering. Att gå över till MGO är inte så vanligt som författarna trodde innan arbetet kom igång, då exempelvis Stena Germanica använder ECA-fuel (ett blandbränsle med låg svavelhalt, egenskaper som liknar HFO (Holmvang, 2015)), inte MGO, för att sänka sina svavelemissioner innan ombyggnationen är fullständig. Detta är inte så oväntat då detta är billigare än MGO men ändå efterlever de senaste SECA-kraven gällande svavelhalter. Priset på metanol visar sig inte stämma överens mellan marknadspriserna och de prisuppgifter författarna fått av intervjupersonerna. Tidigare i rapporten har det nämnts att metanolpriset ligger mellan det för HFO och det för MGO. Vid närmare efterforskning visar sig detta inte stämma helt då metanolen är den dyraste av de tre på bränslemarknaden, vilket kan ses i tabell 3, avsnitt 2.4. Dessa deviationer skulle kunna bero på speciella avtal mellan företag och leverantör för att upprätta och bibehålla ett samarbete.

Ombord blir det förändringar vid ombyggnation till metanoldrift och nya krav för hanteringen av bränslet. En del arbete kommer att tillkomma i underhållsarbetet men en del kommer även att försvinna. För besättningen så innebär detta att arbetsbelastningen mer eller mindre kommer vara den samma, möjligen bli något högre. Vid hanteringen av metanol behövs extra skyddsutrustning jämfört med MGO och HFO, vilket gör att vissa arbeten kompliceras något. En stor fördel med att byta från HFO till något av de två bränslena är att det kommer att vara renare i maskinrummet på grund utav att HFO-hanteringen försvinner. Hantering av metanol innebär mer försiktighet än hantering av MGO, i och med att metanol skapar större akuta hälsorisker för besättningen.

På grund utav att emissionerna minskar vid metanoldrift så är detta ett bättre alternativ i förhållande till MGO sett ur miljösynpunkt. Båda bränslena klarar av SECA-regleringarna men tills vidare är det osäkert om metanol kommer att kunna leva upp till Tier III. MGO behöver kompletteras med annan teknisk installation för att klara de restriktionerna. Vad gäller CO₂-emissioner så är de något högre för MGO jämfört med metanol då MGO innehåller mer kol. Vid spill av metanol från fartyget ut i havet har detta inte lika stor miljöpåverkan som ett läckage av MGO.

Detta är på grund utav att metanol förångas, späder ut sig och bryts ner på ett helt annat sätt, samt att metanol inte ger några långvariga skador på naturen. På så vis är metanol inte lika skadligt för miljön vid ett spill.

Som tidigare nämnt har metanol ett högt ångtryck och avdunstar därför snabbt. Vid ett läckage eller spill i ett slutet utrymme kan det innebära att det inte nödvändigtvis bildas en pöl på durken utan att metanolen snabbt förgasas och blandas med luften. Detta kan leda till att en tillräckligt hög koncentration av metanol finns i luften för att en explosion ska uppstå vid exempelvis en gnistbildning. MGO avdunstar inte lika lätt och avger inte antändningsbara gaser under 60°C. De olika bränslena har olika breda spann på när bränsle/luftblandningen är explosiv. MGO är explosivt mellan 1-6 procent och metanol är explosivt mellan 5-36,5 procent inblandning i luft. Explosionsrisken är alltså mycket större för metanol då spannet för explosivitet är så brett. Ur brandsynpunkt är det svårare att upptäcka en metanolbrand jämfört med en brand i MGO, men de släckmedel som används ombord är ungefär desamma för båda bränslena. Då metanol är vattenlösligt och svårantändlig vid utspädning med vatten, kan brand vid misstänkt läckage förebyggas genom att dränka området i vatten.

5.2 Metoddiskussion

I metoddiskussionen reflekteras över hur intervjuerna och litteraturstudien kompletterat varandra.

5.2.1 Litteraturstudie

En litteraturstudie är en förutsättning för att kunna sätta sig in i ett ämne tillräckligt för att utföra en jämförelse. Många vetenskapliga artiklar har funnits att tillgå i ämnet om metanol som marint bränsle, även om majoriteten riktade in sig på biometanol och olika framställningsmetoder för detta. Att hitta vetenskapliga artiklar kring ämnet MGO var en större utmaning då forskning inte bedrivits i samma grad kring detta bränsle de senaste åren.

Då forskningsfrågorna varit relativt snäva så har det inte alltid varit lätt att hitta de svar författarna sökt genom att leta i tidigare studier. Detta uppdagades under arbetet med att finna material och på grund av detta var intervjuer ett bra komplement.

5.2.2 Intervjuer

Som komplement till de artiklar och rapporter som studerats så har intervjuer utförts med två kunniga personer inom området. Denna metod har varit väldigt givande i processen då många konkreta svar på specifika frågor tillhandahållits. De intervjuade personerna är kunniga i sitt område och väldigt hjälpsamma. En av intervjuerna var ostrukturerad och detta gav ett bredare spektrum av information än var författarna räknat med vilket var till stor fördel.

Nackdelen med intervjuerna har varit att författarna fått olika information från de intervjuade på vissa frågor. Detta har medfört att försök har gjorts för att sälla bort den information som framstått som partisk eller som uttryck för personliga åsikter. Vissa svar som författarna fått har inte nödvändigtvis varit partiska eller personliga, men ändå devierat tillräckligt mellan källorna för att uteslutas. I vissa fall har en intervjuperson varit den enda källan till viss information, kan detta göra att rapportens validitet inte säkerställts fullständigt. Forskningshandboken (Denscombe, 1998) föreslår triangulering för att säkerställa informationens validitet. Detta innebär att man bekräftar intervjudata med andra källor. Möjlighet till detta har i vårt fall inte alltid funnits, då begränsad information och källor har funnits att tillgå.

6 Slutsatser

Vilka ekonomiska kostnader kan uppstå vid respektive bränsleval?

En ombyggnation av ett fartyg till metanoldrift är ett kostsamt projekt där flera komponenter får byggas om eller bytas ut. Bränslekostnaderna varierar hela tiden och en höjning av råoljepriserna kan skapa förhöjda kostnader för de rederier som valt att gå över till MGO.

Vad påverkar om det lönar sig att bygga om ett fartyg till metanoldrift?

Priset på råolja har stor inverkan på bränslemarknaden. Detta sätter ett pris för alla oljebaserade bränslen och påverkar därigenom huruvida metanol är lönsamt att använda eller inte. Skulle priset på MGO bli väldigt lågt så skulle det innebära att det inte lönar sig kortsiktigt att investera i ett stort metanolprojekt.

Hur skiljer sig bunkerkostnaderna mellan bränslena?

Tabell 3, i teorikapitlet avsnitt 2.4, visar att det är stor skillnad på att jämföra bunkerpriserna per viktenhet eller per energiinnehåll. Den mest rättvisa jämförelsen av bränslepriserna sker då de anges per gigajoule. MGO är dyrare än metanol per ton. Metanol är däremot dyrare per gigajoule då större kvantiteter behövs för att uppnå samma effekt.

Vad är hälsoriskerna för besättningen som handskas med bränslena?

Exponering för bränslena är den största risken för besättningen vid hantering av dessa. Exponering för metanol är mer akut skadligt än vad exponering för MGO är. Att andas in ångorna från något av bränslena bör undvikas, dock är ångorna från metanol farligare och kan skapa irritation i ögon och hals.

Vad bidrar metanoldrift till för extra arbete för besättningen?

Besättningen kommer att få lägga mer tid på bunkring och underhåll av högtryckspumpar. Då extra skyddsutrustning tillkommer vid hantering av metanol, kan detta komplicera även de enklaste arbetsuppgifterna. Däremot så försvinner all hantering av HFO vilket underlättar det dagliga arbetet för besättningen.

Vad för extra skyddsutrustning tillkommer vid metanolhantering?

Skyddsglasögon och heltäckande kläder är viktiga delar i den skyddsutrustning som tillkommer vid hanteringen av metanol. Förutom det så används kemikalieresistenta handskar vid bränslehantering med händerna, samt andningsskydd för att skydda mot ångor.

Hur står sig metanol och MGO mot varandra i en jämförelse ur ett miljöperspektiv?

Metanol har totalt sett lägre emissionsnivåer än vad MGO har och är därmed bättre för miljön ur flera aspekter. Metanol ger heller inte lika långvariga konsekvenser i naturen vid ett eventuellt läckage, däremot ger MGO långvariga skador.

Hur påverkar de olika bränslena naturen vid ett utsläpp i hav och mark?

Vid ett utsläpp i naturen gör MGO större skada än metanol både kortsiktigt och långsiktigt, på land och i havsmiljöer. Metanol behöver kortare tid på sig att brytas ner och avdunstar dessutom snabbare än de delar i MGO som kan evaporera.

Hur är bränslenas emissioner i förhållande till nuvarande och kommande regleringar?

I dagsläget klarar metanol alla de senaste SECA-kraven, men hur det ser ut med NO_x-utsläppen inför Tier III är fortfarande oklart. MGO har låg svavelhalt men inför de kommande Tier III-regleringarna kan bränslet behöva kompletteras med andra tekniska installationer för att sänka NO_x-utsläppen tillräckligt.

Möjliga vidarestudier

För att arbeta vidare inom detta ämne kan det vara värt att bredda perspektivet och ta med fler faktorer i analysen. Exempelvis skulle hänsyn kunna tas till olika fartygstyper samt vilka områden dessa fartyg seglar i.

Referenser

2014:509, *Svavelförordning*, Stockholm, Miljödepartementet

Bengtsson, S (2011) *Life Cycle Assessment of Present and Future Marine Fuels*, (Licentiatavhandling inom Institutionen för Sjöfart och Marin Teknik) Chalmers Publication Library. <http://publications.lib.chalmers.se/publication/148820-life-cycle-assessment-of-present-and-future-marine-fuels> (2015-02-08).

Bernstein, J-A (2004) *Health Effects of Air Pollution*. Journal of Allergy and Clinical Immunology. Volym 114, s. 1116-1123.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0091674904022663> (2015-03-27).

Brimblecombe, P. (2014) *The Global Sulfur Cycle*, Treatise on Geochemistry (Second Edition), Volume 10, s. 559-591, University of East Anglia, Norwich, UK.
http://ac.els-cdn.com/B9780080959757008147/3-s2.0-B9780080959757008147-main.pdf?_tid=99caddb4-bcf7-11e4-bbb8-00000aacb360&acdnat=1424873415_49438a051523ce01a308fc5249ef424d (2015-02-25)

Brynolf, S (2014) *Environmental Assessment of Present and Future Marine Fuels*, Göteborg, Chalmers Tekniska Högskola (Doktorsavhandling inom Institutionen för Sjöfart och Marin Teknik) Ny serie:3687

Brynolf, S, Fridell, E, Andersson, K (2014) *Environmental assessment of marine fuels: liquefied natural gas, liquefied biogas, methanol and bio-methanol*. Journal of Cleaner Production. Volym 74, s. 86-95.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652614002832> (2015-02-08).

Bunkerworld (2015) <http://www.bunkerworld.com/prices/> (2015-04-30).

Chopra, KC. (2011) *What is Cofferdam on Ships?* Marine insight, 19 juli
<http://www.marineinsight.com/misc/naval-architecture/what-is-cofferdam-on-ships/> (2015-04-29).

Dencombe, M. (1998) *Forskningshandboken*. Upplaga 2. Open University Press UK Limited.

Egebäck, K, Larsson, E, Laveskog, A (1998) *Metanol: hantering, säkerhet och arbetsmiljö*, Bilagor 1-3 KFB-meddelande 1998:7

Forsberg, B. Johansson, H-C. Johansson, C. Areskoug, H. Persson, K. Järvholm, B. (2005) *Comparative Health Impact Assessment of Local and Regional Periculate Air Pollutants in Scandinavia*. Ambio, 34(1), s. 11-9.
<http://search.proquest.com/docview/207671271/fulltextPDF/C14283503D474033PQ/1?accountid=10041> (2015-03-27).

Fridell E, Hassellöv I.M (2014) *Sjöfarten kring Sverige och dess påverkan på havsmiljön*. Göteborg: Havsmiljöinstitutet. (2014:4)

Holmvang, PH. (2015) Notice for low-sulphur, "Hybrid" fuel operation. DNV-GL.
http://www.dnv.nl/Binaries/technical%20update%20no03_2015_tcm141-628870.pdf (2015-06-08).

Höst, M. Regnell, B. Runesson, P. (2006) *Att genomföra examensarbete*. Upplaga 1:6. Malmö, Holmbergs

IMO (2013). *MARPOL Annex VI and NTC 2008 with guidelines for implementation*. London, International Maritime Organization.

Kingston, PF. (2002) *Long-term environmental impact of oil spills*. Edinburgh: Heriot-Watt University

Kuiken, K. (2008) *Diesel Engines Part I & II*. Nederländerna: Target Global Energy Training.

Maloni, M. Jomon, P. Gligor, D.M. (2013) *Slow steaming impacts on ocean carriers and shippers*. I Maritime Economics & Logistics. 15(2), s. 151-171.
<http://search.proquest.com/docview/1344234853?accountid=10041> (2015-03-04)

Methanex (2015) <https://www.methanex.com/our-business/pricing> (2015-04-30).

Olah , G. Goeppert, A. Prakash, S. (2006) *Beyond Oil and Gas: The Methanol Economy*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co KGaA

Schlesinger, RB. (2010) *Sulfur Oxides*. Comprehensive Toxicology, Volume 8, s. 277-290. Pace University, New York, Elsinger.
http://app.knovel.com/web/view/swf/show.v/rcid:kpCTVE0004/cid:kt0084GB2D/viewerType:pdf/root_slug:comprehensive-toxicology?cid=kt0084GB2D&page=1&b-toc-cid=kpCTVE0004&b-toc-root-slug=comprehensive-toxicology&b-toc-url-slug=sulfur-oxides&b-toc-title=Comprehensive%20Toxicology%2C%20Volumes%201-14%20%282nd%20Edition%29 (2015-02-25)

Shell (2010) *Säkerhetsdatablad*. www.st1.se
<http://www.st1.se/documents/10180/1065c364-1ac9-4e68-86ac-6e1b620198e9>. (2015-03-04).

Swedhandling Chemicals (2014). *Säkerhetsdatablad*. www.swedhandling.com
<http://www.swedhandling.com/pdf/Metanol.pdf> (2015-03-19)

Taljegard, M. Brynolf, S. Grahn, M. Andersson, K. Johnson, H. (2014) *Cost-Effective Choices of Marine Fuels in a Carbon-Constrained World: Results from a Global Energy Model*, Environmental Science & Technology,
<http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es5018575> (2015-02-08)

Trafikanalys (2013) *Konsekvenserna av skärpta krav för svavelhalten i marint bränsle - slutredovisning*. Stockholm rapport 2013:10

Transportstyrelsen (2014) Miljö och hälsa <https://www.transportstyrelsen.se/sv/sjofart/Miljo-och-halsa/> (2015-05-06).

Transportstyrelsen (2014) Svavelkontrollområde (SECA)
<https://www.transportstyrelsen.se/sv/sjofart/Miljo-och-halsa/Luftfororening/SOx---svaveloxider/Kommande-krav/> (2015-05-11)

Bilaga 1

Stena Germanica

26.19

SOLAS Ch. II-2, Reg.15.2.3

Ref.No. 1-6



Methanol

This is a compliment to fire training manual

7 CONTENT

General	3
<i>Introduction</i>	3
<i>Safety awareness</i>	3
Personal Protection Equipment	3
Personal Treatment if exposed	4
<i>Preventive Actions</i>	4
Safety system for methanol fuel	5
<i>Fire Alarm</i>	5
<i>Local protection system (High-fog)</i>	5
<i>CO2 Total flooding system</i>	6
<i>Black-Out</i>	6
<i>Gas monitoring system</i>	6
Methanol gas detection system	6
Oxygen detection system	7
<i>Methanol bunkering</i>	8
Pump station	8
Fire fighting equipment.....	8

General

Introduction

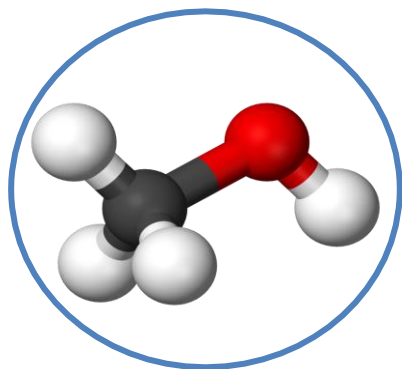
Due to new regulations in sulphur emission limits has Stena Line widen their use of alternative fuels, there in among methanol.

Methanol is a class 1 fuel which means that it has a flashpoint under 21 °C (methanol 11 °C). The earlier regulations for fuel consumed onboard had a flashpoint over 60 °C.

To prevent any accident actions is taken as double walled pipes, sensitive leakage detection, air locks, gas detections, inert gas blanketing and extra knowledge and learning onboard.

To effectively extinguish a methanol fire on board it is important that everybody knows what to do when a fire is discovered. To know how to use the fire extinguishing equipment, maintain it correctly, training and practice is the only way to always be prepared.

The purpose of this Training Manual is for you to keep your knowledge about firefighting up to date, and to give you answers to questions you have, regarding the firefighting equipment onboard.



Safety awareness

Personal Protection Equipment

If there is low risk of vapour and low volume splash can occur regular personal equipment can be used.

- Overalls in 100 % cotton
- Long sleeves
- Gloves (methanol retardant)
- Safety glasses (with side shields)
- Full foot cover

Methanol is volatile, colorless with a slight alcohol odor and can easily be mistaken with water. If a high risk of exposure to vapor goes up, respiratory protection is required.



1.1 Personal Treatment if exposed

Intoxication symptoms, dizziness, nausea, abdominal pain, visual disturbances, shortness of breath. In eyes strong burning and redness. Contact with skin Blushing and skin irritation.

Ingestion of methanol:

- Rinse mouth with water
- If available, give medical neutralizer
- As soon as possible to hospital

Methanol in contact with eyes:

- Immediately flush gently with water
- Continue for at least 15 minutes
- Ensure all surfaces are flushed by lifting upper and lower eyelids
- Always obtain medical attention



Methanol in contact with skin:

- Remove clothing that is soaked; treat clothing as hazardous (flammable)
- Wash affected area with soap and water for 15 minutes
- If irritation occurs, seek medical attention



Preventive Actions

In order to reduce the possibilities of a methanol fire onboard it is important to have knowledge of the different hazards areas.

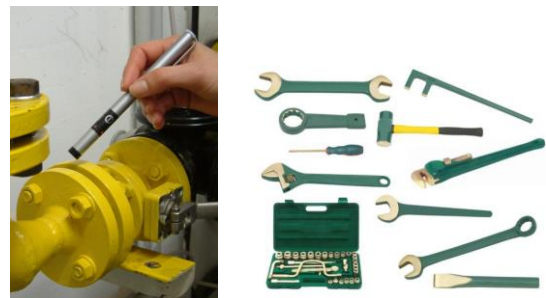
In pump room and at bunkering areas it's only allowed to use explosion-proof electrical equipment and non-sparking tools.



To detect any small leak of methanol a sniffer can be of great benefit.

Spark

free tools



All spaces on board have fire detectors connected to the ship's fire alarm system. In addition to that most of the areas have sprinkler systems. What has been added in methanol pump room and main engine rooms are gas detection.

Fire equipment in methanol pump and main engine rooms:

- Ships fire alarm system
- Local protection (High-fog) system
- CO2 total flooding system
- Gas detection system
- Double wall methanol pipes
- Ships main fire water line
- Foam application system
- Powder extinguishers

Safety System for methanol fuel

Fire alarm (Siemens)

Ships fire alarm system in pump and main engine room is monitored by smoke and flame detectors. The local call points are connected to this system.



What happens if smoke and/ or flame detector is activated in ships fire alarm system:

- First a pre alarm to Bridge and ECR, if no one mute the indication in approx. 2 min alarm goes out to personal areas
- Fire pumps starts automatically
- Some fans stops and close dampers

Same thing will happen if pushing a local call point.

If two detectors to Siemens fire alarm system in methanol pump room is activated the main engine change over to diesel.

General alarm can only be set of manually.

Local protection system (Consilium)

Local protection (High-fog) firefighting system is a stand-alone system with separate detectors. The system is a Consilium/ Danfoss product, also called Semsafe.

Local protection can always be released manually from ECR and Bridge panel or directly on/ at the section valve.



What happens if **one** smoke or flame detector is activated in local protection system;

Main Engine rooms:

- Pre warning to stand alone panel
- No other actions is taken

Methanol pump room:

- Alarm to stand-alone panel
- Common alarm to Valmarine
- Section valve opens
- High-fog pumps starts
- Engines automatically change over to diesel and high pressure/ transfer methanol pumps stops. Methanol master valves close automatically
- Em. bilge and OB valves starts/ open

What happens if **two** smoke and/ or flame detectors in same section is activated or manual release is activated in;

Main Engine rooms:

- Alarm to stand-alone panel
- Common alarm to Valmarine
- Section valve opens
- High-fog pumps starts

Methanol pump room:

- Alarm to stand-alone panel
- Common alarm to Valmarine
- Section valve opens
- High-fog pumps starts
- Engines automatically change over to diesel and high pressure/ transfer methanol pumps stops. Methanol master valves close automatically
- Em. bilge and OB valves starts/ open



CO2 total flooding system

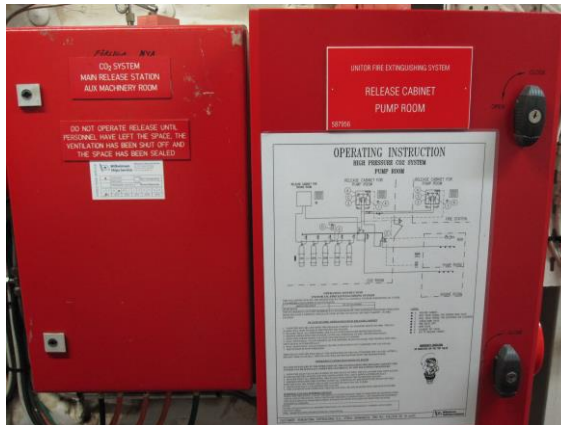
Release of CO2 total flooding system can only be done manually on Chief engineers order or of he's lieutenant (deputy).

Methanol pump room, main engine room and other engine spaces there fuel is present has CO2 total flooding extinguishing.

All dampers shall close automatically when releasing CO2 to respective section.

Location for release of total flooding system:

- Dk6 CO2 room (entrance from dk5)
- Dk7 Safety station



Black-out

In a case of black-out longer than 2 minutes a automatically purge of methanol pipes with nitrogen between high pressure methanol pumps thru main engines is performed, if some of the main engines are running in methanol mode.

Gas monitoring system

Gas monitoring system is a stand- alone system with combined methanol and Oxygen detection with local panel placed in methanol electrical room.

Gas alarm panel is connected to Valmarine (engine alarm system) and for methanol gas detection an audible and visual alarm goes out in methanol pump room, outside pump room, in ECR, engine room spaces and at Bridge.

For Oxygen detection an audible and visual alarm goes out locally at methanol pump room and nitrogen (inert gas generator) room.



Methanol Gas Detection system

Main engine rooms and methanol pump room is equipped with methanol gas detectors. Methanol pump room has also detection in exhaust ventilation duct. As long it is methanol in the system exhaust fan in methanol pump room and supply fan airlocks has to be running.

If a methanol gas leak is detect a significant audible and visual alarm inside and outside methanol pump room, at all engine alarm columns, in ECR and at Bridge goes out.

Methanol gas detection has two levels, 30 % and 60 % LEL (Lower Explosion Level). At 60 % LEL Main Engines automatically change over to diesel.

What happens if methanol gas alarm system detects **30 % LEL** on at least **one** detector in;
Main Engine rooms:

- Alarm to stand-alone panel, Valmarine, all engine alarm columns, ECR and Bridge
- No other automatically actions is taken

Methanol pump room:

- Alarm to stand-alone panel, Valmarine, all engine alarm columns, ECR and Bridge
- Exhaust fan speeds up from 15 air changes in hours to 30 air changes.

What happens if methanol gas alarm system detects **60 % LEL** on at least **one** detector in;
Main Engine rooms:

- Alarm to stand-alone panel, Valmarine, all engine alarm columns, ECR and Bridge
- Main engines automatically change over to diesel. High pressure methanol and transfer pumps stop. Methanol master valves close automatically
- Methanol pipes is purged with nitrogen

Methanol pump room:

- Alarm to stand-alone panel, Valmarine, all engine alarm columns, ECR and Bridge
- Main engines automatically change over to diesel. High pressure methanol and transfer pumps stop. Methanol master valves close automatically
- St-by exhaust fans starts automatically on high speed, if not running already
- Methanol pipes is purged with nitrogen



Oxygen detection system

An Inert gas generator is placed on deck 3 above methanol pump room SB side and supplies Main Engines and methanol pump room safety and purge system with nitrogen.

If nitrogen is released or leaked out in surrounded personal area it displacing oxygen and creates hazardous atmosphere, which is an occupational hazard. Hazardous atmosphere occur when the oxygen concentration is below 19,5 % or above 23,5 %.

Methanol pump room and Inert gas generator room is equipped with oxygen detectors, not Main Engine rooms.

What happens if an oxygen sensor detects a low concentration of oxygen in;

Methanol pump room:

- Alarm to stand-alone panel, Valmarine
- Audible and visual alarm significant for oxygen alarm goes out locally adjacent to airlock entrance door in vestibule and inside methanol pump room

Inert gas generator room:

- Alarm to stand-alone panel, Valmarine
- Audible and visual alarm significant for oxygen alarm goes out locally adjacent to the entrance door on car deck and inside inert gas generator room



Inert gas generator room



Methanol bunkering

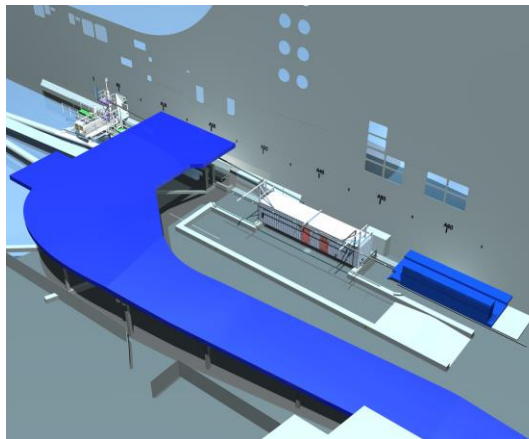
Bunkering of methanol can be performed from outside of ship by bunker ship or on quay side by truck. When bunkering by truck the methanol is transferred through a pump station on quay.

At bunkering it's only allowed to use explosion-proof electrical equipment and non-sparking tools.

At bunkering shall bunker operator always carry a portable gas detector and a radio for communication with engineer on watch.

Pump station

The truck is parked outside pump station on an appointed platform with fixed sprinkler equipment.



Fire fighting equipment

- Sprinkler/ Drencher
- Foam applicators
- Powder extinguishers

In emergency

Safety routines and safety plan is placed in electrical room in pump station.

Pictures



Main Engine with double-walled methanol pipes, the lighter upper pipes. The lower double-wall black pipes are the regular fuel pipe system.



Methanol pump room, two of four individual high-pressure methanol pumps to each Main Engine.



Methanol section switchboard electrical room, above methanol pump room.

Bilaga 2.

Frågor till Bengt Ramne 2015-03-31

1. Arbetsområde, position och huvuduppgifter, varför just metanol?
2. Tidigare arbetsområden?
3. Hur kan man försvara användandet av metanol i förhållande till ex. LNG eller MGO?
4. Hur fungerar det med Tier III och metanol? Oklart enligt Brynolf.
5. Ren metanol eller DME?
6. Vad innebär en ombyggnation? (vad byggs huvudsakligen om?)
7. Hur argumenterar man *för* metanol ekonomiskt? (speciellt nu med dalande oljepriser)
8. Finns det argument *mot* metanol?
9. Hur har SPIRETH gått? (Scanrail)
10. Vad är skillnaden mellan DME producerad direkt från syngas och producerad från metanol?
11. Tror du att metanol kommer bli framtiden för fler rederier?
12. Bunkermöjligheter över lag?
13. Från power point: När blir de 6 tankfartygen aktuella?
14. Metanol har ett högre ångtryck än MGO, vad innebär detta? Bra, dåligt?
15. Vad ser du som argument för och emot att bara gå över till MGO?
16. Har du något tips på bra artiklar eller rapporter inom ämnet?
17. Något tips på relevanta frågor till Stena?

Bilaga 3.

Frågor till Mats Nilsson 2015-04-01

1. Vilka ombyggnationer har ni fått göra?
2. När kommer Germanica att sättas i vanlig drift med metanol? (Tester kvar?)
3. Hur är valet av ombyggnation uppbackat ekonomiskt sett?
4. Hur har utrymme för större bränsletankar planerats?
5. Har besättningen fått extra utbildning i metanolhantering?
6. Hur ser hantering av metanol ut?
7. Hur förändras det dagliga arbetet för besättningen vid bränslebytet?
8. Använder besättningen skyddsutrustning vid hantering?
9. Hur mycket pilotbränsle (MGO) behöver användas? Är detta pga. det låga cetantalet?
10. Vad skulle hända vid ett läckage till vevhuset?
11. Kan du beskriva brandsäkringssystemet? (Sjöfartstidningen - dubbelmantlade rör, pumprum)
12. Hur ligger det till med Tier III kraven och metanol?
13. Vad är bunkerkostnaden för en resa med metanol jämfört med MGO?
14. Ombyggnad av terminalen?
15. Bunkring, leverantör, produktion?
16. Vilka och hur många fartyg kommer att byggas om för metanoldrift?
17. Hur resonerar Stena utsläppsmässigt mellan MGO och Metanol?
18. Varför har ni valt att gå över till metanol på Germanica och diesel på Danica?
19. Effekt och hastighet - halva energiinnehållet, vad innebär det i praktiken?
20. Hur lång tid tar det att tjäna in en sådan här investering?
21. Hur lång tid tar det att tjäna ihop idag i jämförelse med när projektet planerades?