



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Bacheloroppgave

TN 303212 Hovedprosjekt

LNG - Drift av skip

1604, 1631, 1634

Totalt antall sider inkludert forsiden: 30

Innlevert Ålesund, 02/06-2016

Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. **Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.**

| Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6: | | |
|---|---|-------------------------------------|
| 1. | Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2. | Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none">• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3. | Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4. | Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert i Ephorus, se Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5. | Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter NTNUs studieforskrift. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6. | Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider | <input checked="" type="checkbox"/> |

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 15

Veileder: Finn Tore Holmeset

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten ([Åndsverkloven §2](#)).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage med forfatter(ne)s godkjenning.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved NTNU i Ålesund en vederlagsfri rett til å gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

ja nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja nei

Er oppgaven unntatt offentlighet?

ja nei

(inneholder taushetsbelagt informasjon. [Jfr. Offl. §13/Fvl. §13](#))

Dato: 02.06.2016

Hovedoppgave i Nautikk, våren 2016

For

Hans-Kristian S. Andersen, Harald Marius K. Aarsund og Reidar Eugen R. Aandal

LNG Drift av skip

LNG (Liquefied Natural Gas) er en type drivstoff for motorer som blir mer og mer tatt i bruk av forskjellige type fartøy. LNG er en klar og fargeløs væske som har et kokepunkt ved ca -160°C. Norge er verdensledende på LNG drift av skip. LNG kjøles ned til under -160°C , reduseres volumet med ca. 600 ganger. Vi vil i vår hovedoppgave undersøke følgende:

- *Vi vil se på sluttbruker sitt syn på hvor LNG som drivstoff egner seg best med tanke på manøver egenskapene og sikkerheten ovenfor mannskapet om bord på de ulike fartøyene.*

Besvarelsen skal redigeres mest mulig som en forskningsrapport med sammendrag, konklusjon, referanseliste, etc. Ved utarbeidelse av teksten skal det legges vekt på å gjøre den så kort og oversiktlig, presis og etterrettelig som mulig. Oppgavens omfang skal reflekteres en arbeidsbelastning på ca. 15 studie poeng for hver av studentene.

Endelig besvarelse skal leveres i ett eksemplarer til fronter NTNU senest 3. Juni 2016, og der skal legges opp til individuelle presentasjoner i plenum 3. Juni 2016.

NTNU forbeholder seg retten til fritt å kunne benytte oppgaven i undervisning og utviklingsarbeid.

Ålesund, Desember 2015.



Finn Tore Holmeset

Forord

Denne oppgaven er skrevet av tre studenter ved NTNU i Ålesund som en avslutning på en treårig Bachelorgrad i Nautikk.

Med en felles interesse for LNG ønsket vi å lære mer og utvide vår kompetanse innenfor LNG-Drift av skip med fokus på sikkerhet ovenfor mannskapet. Vi ønsket å komme i kontakt med mannskap på forskjellige fartøy som bruker LNG som drivstoff. Dette for å undersøke sluttbruker sitt synspunkt på driften av disse, det finnes lite informasjon om sluttbruker sitt syn på LNG som drivstoff.

Vi ønsker å takke alle sluttbrukere som har stilt opp for intervju, uten deres innsikt ville ikke denne oppgaven vært gjennomførbar. Det må også rettes en takk til alle vi har vært i kontakt med angående spørsmål eller annen relevant informasjon som har dukket opp under prosessen.

Til slutt ønsker gruppen å takke veileder Finn Tore Holmeset ved NTNU i Ålesund for faglig veiledning under hele prosessen.

Sammendrag

LNG som drivstoff til sjøs er i ett økende marked med flere nybygg under veis, men det å finne informasjon om sluttbrukers vurdering av systemet er vanskelig. Formålet med denne oppgaven, er å etablere sluttbrukers syn på hvor LNG-drift egner seg best, manøvrerings egenskapene til fartøyene og sikkerheten overfor mannskapet er hovedgrunnlaget for konklusjonen i oppgaven.

Problemstillingen er å undersøke flere forskjellige fartøys typer for å kunne dekke ett bestemt utvalg av sluttbrukere og dermed få en mulighet til å vurdere sluttbruker sine oppfatninger av hvor LNG drift egner seg best. Her kunne vi og finne ut om det er noen store forskjeller innenfor manøver egenskapene til de forskjellige fartøystypene, det er også interessant å vite om sikkerheten om bord for mannskapet ble ivaretatt med bruken av LNG som drivstoff, og hva som ble ansett som den største faren med dette drivstoffet.

Vi har jobbet ut fra tre teorifordypnings spørsmål da disse har vært grunnlaget for drøftelsen i denne oppgaven. Videre har vi utarbeidet en intervju mal basert på teorifordypningsspørsmålene som vi ønsket å fordype oss i.

Til innhenting av data har gruppen brukt kvalitative intervjuer med sluttbrukere og det har også blitt hentet ut data fra nettsider. Intervjuene ble transkribert og brukt for å analysere dataen fra intervjuene. Besvarelsen for denne oppgaven er basert på sluttbrukers tilbakemeldinger som er gitt til oss under intervjuer.

Studiet av denne oppgaven har vist seg at det er ett faremoment som skiller seg betraktelig ut fra andre, det er også blitt foreslått av sluttbruker på hvor LNG egner seg best som drivstoff.

Innholdsfortegnelse

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1.0 | TERMINOLOGI | 2 |
| 2.0 | INNLEDNING | 3 |
| 2.1 | BAKGRUNN | 3 |
| 2.2 | PROBLEMSTILLING | 4 |
| 2.3 | TEORIFORDYPNINGSSPØRSMÅL | 4 |
| 2.4 | AVGRENSINGER | 4 |
| 3.0 | PRESENTASJON AV LNG | 4 |
| 3.1 | FARTØY HISTORIKK..... | 4 |
| 3.2 | HVA ER LNG?..... | 6 |
| 3.3 | OVERSIKT OVER LNG SKIP | 7 |
| 3.4 | MILJØ..... | 7 |
| 4.0 | METODE | 8 |
| 4.1 | METODEVALG | 8 |
| 4.2 | UTFORDRINGER..... | 8 |
| 4.3 | GJENNOMFØRING AV INTERVJU | 9 |
| 4.4 | INTERVJU | 9 |
| 4.5 | STYRKER OG SVAKHETER VED INTERVJUENE | 10 |
| 5.0 | PRESENTASJON AV RESULTAT | 11 |
| 5.1 | KATEGORISERTE RESULTATER..... | 11 |
| 6.0 | DRØFTING | 14 |
| 6.1 | HVORDAN ER SIKKERHETEN OVENFOR EGET MANNSKAP OG HVA ER DEN STØRSTE FAREN VED BRUK AV LNG SOM DRIVSTOFF?..... | 14 |
| 6.2 | ER DET FORSKJELLER INNENFOR MANØVER EGENSKAPENE TIL FARTØYENE?..... | 16 |
| 6.3 | HVOR EGNER LNG SOM DRIVSTOFF SEG BEST? | 16 |
| 7.0 | KONKLUSJON | 19 |
| | REFERANSER | 20 |
| | VEDLEGG 1. | 22 |
| | INTERVJUMAL | 22 |

1.0 Terminologi

| Begreper/forkortelse | Betydning |
|------------------------------------|---|
| AHTS | Anchor Handling Tug Supply Vessel, Ankerhåndteringsskip. |
| Backup system | Reservesystem i tilfelle hovedmotoren skulle få en stopp eller om det skulle oppstå en midlertidig feil, så er det en ekstra motor for å kunne drifte fartøyet. PTI er nevnt i oppgaven som et backup system. |
| Bar | Måleenhet for trykk. |
| Block and bleed emergency shutdown | Nød ventil til nedstengning av gass. |
| Bunkring | Fylling av drivstoff. |
| Bunkringsanlegg | Område der det er tilgang til påfylling av drivstoff. |
| CO2 | Karbondioksid |
| DP | Dynamic Position. |
| Drivstoffsystem | Motorens sitt forbrenning system |
| Duel fuel | Mulighet til å kjøre på to uavhengige drivstoff. |
| EX merket | Europeisk standard for godkjent eksplosjonssikkert utstyr. |
| EX sone | Ett område der man må ha EX-merket utstyr. |
| IGF koden | Adoption of the international code of safety for ships using gasses or other low-flashpoints fuels. |
| LNG | Liquefied Natural Gas, Flytende naturgass. |
| LNG-drift | Motor drevet av LNG. |
| LNG-skip | Skip med LNG som drivstoff. |
| Naturgass | Fossilt brennstoff som er dannet ved nedbrytning av organiske materiale. |
| NIS | Norsk internasjonalt skipsregister. |
| NOR | Norsk ordinært skipsregister. |
| NOx | Nitrogenoksid. |
| Operativsystem | Kontrollsystem for maskineriet, for å nevne noen Rolls Royce, Kongsberg og Høglund. |

| | |
|------------------|--|
| PSV | Platform Supply Vessel, Forsyningskip for plattform. |
| PTI | Backup system. |
| RORO | Rullende last som kan kjøres om bord og av. |
| Shutdown | Nedstengning av system. |
| Sikkerhetsventil | En mekanisme som åpnes automatisk vist trykket overstiger innstilt verdi. |
| Sluttbruker | Bruker av systemet i en offiserstilling. |
| SO2 | Svoveldioksid |
| UHF | En radio som bruker ultra høy frekvens til å kommunisere. |
| Vær vindu | En periode der man forventer godkjent vær til en operasjon man skal gjennomføre. |

2.0 Innledning

2.1 Bakgrunn

Liquefied Natural Gas (LNG) drift av skip er i et voksende marked med store muligheter inn mot framtiden. Det satses veldig på å kutte avgasser og med det skape ett bedre klima. Vi finner lite data der man kan få oversikt over hvilket fartøy som bruker LNG. Det er og interessant å finne ut om det er forskjeller mellom de ulike fartøysklassene som benytter seg av LNG som drivstoff. Vi vil også se på om LNG som drivstoff egner seg bedre på spesifikke fartøy.

Med vår bakgrunn som nautikere ved NTNU Ålesund har vi i løpet av studiet opparbeidet oss mye kompetanse innenfor ulike fagområder. I faget ”Drift og vedlikehold av skip” var vi blant annet innom LNG-drift av skip. Vi synes dette var et interessant tema og valgte derfor å skrive om nettopp dette. LNG er et drivstoff som blir kjølt ned til -162 grader noe som gjør at den går over til væskeform. Dette gjør at volumet synker og gjør det lettere å transportere. LNG som drivstoff blir brukt i den maritime næringen som ett alternativ til andre drivstoff og herunder er Norge ledende på LNG drift (Stensvoll, 2015). Dette er noe som vi i senere tid kan komme i kontakt med etter endt utdanning. Siden vi ikke finner data om sluttbruker sitt syn på bruken av LNG, tenkte vi at dette kunne være et passende tema for vår bacheloroppgave.

2.2 Problemstilling

Vi vil se på sluttbruker sitt syn på hvor LNG som drivstoff egner seg best med tanke på manøver egenskapene og sikkerheten ovenfor mannskapet om bord på de ulike fartøyene.

2.3 Teorifordypningsspørsmål

- Hvor egner LNG som drivstoff seg best?
- Er det forskjeller innenfor manøver egenskapene til fartøyene?
- Hvordan er sikkerheten ovenfor eget mannskap og hva er den største faren ved bruk av LNG som drivstoff?

2.4 Avgrensinger

LNG brukes innenfor private husholdninger, industri og til drift av skip. Denne oppgaven omfatter kun LNG som drivstoff på skip. Det vil ikke bli tatt hensyn til at de ulike fartøyene opererer i ulike farvann, og har ulike bruksområder. Teknisk data er heller ikke relevant i forhold til oppgaven vår om hvor LNG egner seg, da denne oppgaven baserer seg på sluttbrukers syn.

Dual fuel er en motor som kan forbrenne både diesel og LNG, fartøy med disse motorene har blitt regnet som ett LNG fartøy.

Det vil ikke bli tatt hensyn til at de enkelte båtene har forskjellige propeller og motorsystem, da det er sluttbrukers syn på de respektive fartøy typene som er ønskelig i oppgaven.

3.0 Presentasjon av LNG

3.1 Fartøy historikk

Den norske LNG historien til sjøs startet i år 2000, da ble bilfergen Glutra levert til Fjord1 A/S. MF Glutra var verdens første fartøy drevet av LNG. Utover 2000 tallet bestiller flere rederier i Norge fartøy drevet av LNG og i 2003 fikk Eidesvik Offshore AS levert Viking Energy. Året etter i 2004 ble den første tankeren Pioneer Knutsen levert til rederiet

Knutsen OAS shipping. I 2009 fikk Remøy Management fartøyet KV Barentshav som sjøforsvaret har den operasjonelle driften av. I 2012 fikk NSK shipping A/S overlevert fraktebåten MS Høydal som var verdens første fraktebåt drevet av LNG. Det er også levert en taubåt til rederiet Buksér og Berging A/S i 2014. Etter dette har markedet økt med flere og flere LNG drevne skip. Det er også levert flere andre fartøy underveis fra år 2000, men de nevnte er de første i sine klasser.

Se Foto 1 til 6 for tidsaspekter der fartøyene er levert fra 1 til 6 (Amble, 2012), (Stensvold, 2014).



Foto 1: Brukes med tillatelse fra Fjord1 AS



Foto 2: Brukes med tillatelse fra Eidesvik Offshore AS.



Foto 3: Brukes med tillatelse fra Forsvaret.

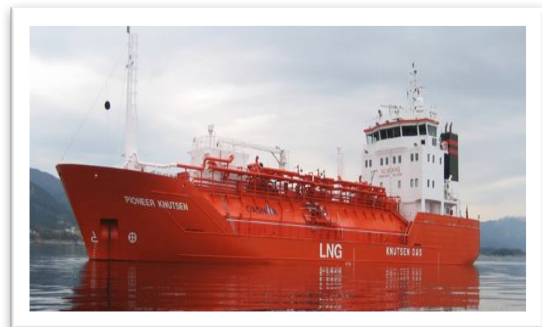


Foto 4: Brukes med tillatelse fra Knutseen OAS



Foto 5: Brukes med tillatelse fra NSK shipping AS



Foto 6: Brukes med tillatelse fra Buksér og berging AS

3.2 Hva er LNG?

LNG er nedkjølt naturgass. Naturgass over til væskeform er kjent så langt tilbake som på 1800 tallet, der Michael Faraday, en britisk kjemiker og fysiker, var den første til å eksperimentere med gass over til væskeform. Han prøvde ut mange ulike gasstyper og en av disse var LNG (The University of Texas at Austin, 2007). Se tabell 3.1 og tabell 3.2 for innføring i hva naturgass og LNG er.

Tabell 3.1 Naturgass

| Hva er naturgass? | |
|---------------------------------|--|
| Tørrgass | Består hovedsakelig av metan. |
| Våtgass | Inneholder litt tyngre komponenter som, Etan, Propan, Butan, Pentan og Kondensater. |
| Naturgass | Er en ubehandlet gass fra forskjellige gassfelt på jorden, som består av både tørrgass og våtgass. |
| Informasjon om naturgass | Naturgass er lettere enn luft og vil derfor stige opp. Gassen er fargeløs, uten lukt og er ikke farlig. |
| Brannfare | Antenner ved 540 grader celsius gitt at blandingsforholdet med luft ligger mellom 4,7-14,7 %. Uten denne blandingen vil gassen ikke antenne. |

(Naturgass, 2016).

Tabell 3.2 LNG

| Hva er LNG? | |
|---------------------------|---|
| Naturgass | LNG er nedkjølt naturgass som er gått igjennom en prosess der de henter ut de gassene som er ønsket. |
| Nedkjøling | Naturgass som kjøles ned til -162 grader celsius blir omdannet til væske. |
| Volum | Nedkjøling av gassen fører til at volumet reduseres med 600 ganger av sin opprinnelige form som gass. |
| Informasjon om LNG | Består i hovedsak av metan, men har også andre gasser i seg som etan, propan osv. LNG har ingen lukt og er fargeløs, den flytende gassen er |

| | |
|------------------|--|
| | ikke giftig. |
| Brannfare | LNG kan ikke brenne, men gasslommen over LNG kan antenne siden dette er naturgass. |

(Naturgass, 2016).

3.3 Oversikt over LNG skip

Ved utgangen av 2015 bestod den norske handelsflåten av 1373 skip (Sandnes, 2016). Pr. 20/02-2015 var det 57 norskregistrerte skip drevet av LNG som drivstoff. Det er planlagt 78 skip frem mot 2018. Disse tallene er hentet fra Tore Stensvold journalist i Teknisk Ukeblad både ved personlig kontakt og artikkel (Stensvoll, 2015). Vi har også vært i kontakt med Sjøfartsdirektoratet og DNV GL, disse hadde ikke oversikt over konkret antall NOR/NIS registrerte skip drevet av LNG. Derfor er oversikten fra februar 2015, så noe forandring i antall skip må forventes.

3.4 Miljø

En LNG motor vil ha opptil 30 prosent lavere CO₂-utslipp enn diesel eller tungolje drevne motorer (NRK, 2015). Ni prosent av CO₂-utslippene i Norge kommer fra skipsfarten, dette viser en kartlegging utført av DNV GL. De største utslippene kommer fra Fiskefartøy, offshorefartøy, ferger og passasjerskip (NRK, 2015).

I Norge har vi en støtteordning for å redusere NO_x utslippene, dette kalles NO_x fondet. Dette fondet er stiftet av 15 samarbeidende næringsorganisasjoner innenfor den maritime næring og reiseliv. Her kan bedrifter som ønsker støtte til utslippsreducerende tiltak søke om midler fra dette fondet (NHO, 2014). Man kan for eksempel få innvilget støtte for å bygge nytt fartøy drevet av LNG, eller bygge om fartøyet fra diesel til LNG. Ved bruk av LNG kan en redusere NO_x utslippene med inntil 90 prosent, mens utslipp av støv og SO₂ faller bort. Fartøy som drives av LNG, slipper også unna NO_x avgiften som Pr. i dag er på 15 kr per kilo utslipp av NO_x (Finansdepartementet, 2013). Med tanke på miljøsparing og det økonomiske perspektivet vil LNG være konkurransedyktig mot andre kommersielle drivstoffer. Det er et økt fokus på miljø og klimaendringer, dette ser man blant annet innenfor andre transportmiddel som elbil, hybridbil og elbuss. LNG vil kunne være et bedre valg med tanke på miljøbesparelser og avgifts reduksjon. (Naturgass, 2016).

4.0 Metode

I en hver oppgave vil det være ulike måter og løse problemstillingen på. Vi har sett på to muligheter som er kvalitativ og kvantitativ metoder. Kvalitative metoder vil gå i dybden på et smalt felt. Data blir samlet inn ved hjelp av intervju, observasjoner eller å analysere andre dokument, i en kvalitativ undersøkelse kan man forholde seg til ett mindre antall informanter (Andersen, "u.å"). På den andre siden vil en kvantitativ metode gå mer i bredden, der en bruker mange informanter til å samle inn mengder med data. Datainnsamlingen blir som oftest gjort med en tallrekke der informantene blir spurt om ett gitt spørsmål der de gir tall på svarene sine og dette blir analysert for og så bli vist med grafer, tabeller eller tekst (Befring, 2015).

4.1 Metodevalg

Vi har valgt å benytte oss av en kvalitativ metode i denne oppgaven. Dette vil være den best løsningen da vårt hovedfokus ligger på intervjuer og menneskelige erfaringer. En kvalitativ metode er dessuten fordelaktig innenfor temaer hvor det er lite forskning tilgjengelig, med tanke på at det ikke er mye tilgjengelig informasjon angående hvilke typer fartøy som bruker LNG, mener vi at en kvalitativ metode er det beste valget (Malt, 2015). En kvantitativ metode derimot, forholder seg til kvantifiserbare størrelser som systematiseres ved ulike former for statistisk metode (Dahlum, 2014). Denne metoden vil derfor ikke være det beste valget for vår oppgave.

4.2 utfordringer

Det har vært ulike utfordringer underveis i arbeidet med denne oppgaven. Før vi startet intervjuene av sluttbrukerne, utarbeidet vi en intervju mal. Det viste seg i etterkant av intervjuene, at noen av spørsmålene vi hadde stilt var dårlig formulert fra vår side. Dette skapte vanskeligheter med å analysere noe av de innsamlede dataene for videre drøfting.

En annen utfordring som oppstod var i forhold til hvilken informasjon sluttbrukerne var villige til å uttale seg om. Vi hadde blant annet en sluttbruker som ikke ville svare på enkelte av spørsmålene vi stilte i intervjuene på grunn av hemmeligholdt informasjon. Dette skapte problemer da vi skulle sammenligne det totale bildet fra de innsamlede dataene fra intervjuene.

Det ble utført seks intervju der fire ble gjennomført med personlige intervju om bord på de respektive fartøy, mens to resterende ble gjennomført over telefon. Vi ser av intervjuene som ble gjennomført over telefon hadde kortere total tid til sammenlignet med de personlige intervjuene. Her ble det svart mer direkte på spørsmålene, men ikke noe særlig rundt selve temaet. Dette ga oss da litt mindre informasjon enn de fire intervjuene der vi var om bord.

4.3 Gjennomføring av Intervju

Vi har gjennomført intervju med seks ulike sluttbrukerne. Intervjuene ble gjennomført i perioden 2. mars til 2. april 2016, og har en varighet fra 22 minutter til 46 minutter. Fire av intervjuene ble gjennomført om bord på de respektive fartøyene og to over telefon. Når vi gjennomførte intervjuene oppfordret vi sluttbrukeren til å snakke fritt og si det de mente uten at vi ville avbryte. Dette gjorde vi for at sluttbrukeren skulle ha mulighet til å utdype spørsmål der de mente det var nødvendig og dra inn beslektede tema til oppgaven. Se vedlegg 1 for intervju mal.

Fem av intervjuene ble tatt opp på båndopptaker og ble senere transkribert for å gjøre det lettere å analysere de innhentende data. Den ene av sluttbrukeren ønsket ikke å gjennomføre intervju om vi brukte båndopptaker, men ga oss ett dokument der han siterte seg selv i forhold til intervjuet. Under intervjuene har vi brukt en intervju mal som var utarbeidet på forhånd. Det ble spurt ved avtale av intervju om sluttbrukeren ønsket intervjumalen før vi kom om bord/ringte, slik at de kunne være best mulig forberedt til intervjuet. Her ønsket de to sluttbrukerne som ble intervjuet over telefon intervjumalen på forhånd, de fire andre ønsket ikke intervjumalen på forhånd.

4.4 Intervju

Utvalget av sluttbrukerne vi har valgt å bruke i vår oppgave har en varierende bakgrunn fra forskjellige fartøy og operasjoner. For hver klasse har vi brukt to sluttbrukere som representant for sin klasse. Det er blitt brukt tre forskjellige fartøysklasser, disse består av fraktesfartøy, offshoresfartøy og passasjerfartøy. Dette er for å samle inn mer data for å sammenligne de opp mot hverandre. Vi gjennomførte to intervju av hver fartøy type på

grunn av tidsperspektivet. Det viser seg at sluttbrukerne vi har valgt ut har varierende fartstid som har ett sprang fra 5 til 34 års fartstid. Det har også vært ett lite sprang mellom fartstiden på LNG fartøy da den varierer fra 1 til 6 år.

Det de alle har til felles er offiserstilling som innebærer at de er kaptein eller overstyrmann på sine respektive fartøy, slik at alle sluttbrukerne som er med i denne undersøkelsen er i arbeid på fartøy med LNG som drivstoff. Se tabell 4.1 for beskrivelse av intervjupersonene. Her er sluttbrukerne assortert og har ingen sammenheng med fartøyklasse eller fartstid på sjøen.

Tabell 4.1 Beskrivelse av intervjupersonene

| Tittel | Stilling |
|----------------------|--|
| Sluttbruker 1 | Har 12 års erfaring fra sjøen der 6 av årene er på LNG fartøy, tidligere erfaring med andre drivstoff er diesel og damp |
| Sluttbruker 2 | Har 26 års erfaring fra sjøen der 5 av årene er på LNG fartøy, tidligere erfaring med andre drivstoff er diesel |
| Sluttbruker 3 | Har 34 års erfaring fra sjøen der 6 av årene er på LNG fartøy, tidligere erfaring med andre drivstoff er diesel og tungolje. |
| Sluttbruker 4 | Har 27 års erfaring fra sjøen der 5 av årene er på LNG fartøy, tidligere erfaring med andre drivstoff er diesel |
| Sluttbruker 5 | Har 13 års erfaring fra sjøen der 3 av årene er på LNG fartøy, tidligere erfaring med andre drivstoff er diesel |
| Sluttbruker 6 | Har 5 års erfaring fra sjøen der 1 av årene er på LNG fartøy, tidligere erfaring med andre drivstoff er diesel |

4.5 Styrker og svakheter ved intervjuene

Med tanke på at vi har valgt å intervju enkeltpersoner for å få svar på våre spørsmål i forhold til oppgaven, vil dette være en av kildene for våre svar i oppgaven. Basert på troverdighet når vi har intervjuet personene kan dette både være en svakhet og en styrke av intervjuene. Når man er i en intervju prosess kommer man i direkte kontakt med sluttbrukeren, dette kan føre til at det blir lettere å være ærlig for sluttbruker til intervjuer i forhold til et anonymt intervju. Med tanke på dette ble de opplyst at alle svar ville bli

anonymisert slik at det ikke kunne kobles tilbake til sluttbrukeren. Sluttbrukerne som ble intervjuet snakket åpent og virket troverdig med det de svarte på intervjuene.

Under intervju gjorde vi en undersøkelse på hvor effektivt maskineriet reagerer. Resultatet av dette gjorde at vi fikk unøyaktige tall, og kunne ikke sammenligne resultatene da sluttbruker kanskje misforstod spørsmålsformuleringen, eller hva vi egentlig mente med spørsmålet. Vi hadde også spørsmål i intervjumalen der enkelte av sluttbrukerne ikke kunne besvare grunnet hemmeligholdt informasjon.

5.0 Presentasjon av resultat

5.1 *Kategoriserte resultater*

De ble stilt spørsmål om fartøyet hadde flere drivstoffsystem, eller bare LNG og når disse eventuelt blir brukt.

Alle sluttbrukere har diesel som backup system. En av sluttbrukerne har i tillegg til diesel en hybrid funksjon som gjør at den kan seile elektrisk. Forholdene de velger å bruke disse systemene varierte litt fra fartøy til fartøy, fra ekstrem vær til fartsøkning, men også som ett sikkerhetssystem for å komme seg til land.

Det ble stilt spørsmål om hvordan sluttbruker mener effekten og reaksjonen fra LNG som drivstoff var i trangt og åpent farvann, og om dette ville påvirke den operasjonelle driften av fartøyet.

Alle sluttbrukere svarte at effekten var god både i trangt- og åpent farvann, men det var en tilvennings sak med tanke på reaksjonstiden. Det hadde heller ikke noen betydning for den operasjonelle driften av fartøyet. De forskjellige reaksjonstidene varierte fra 4 sekund til 20 sekund.

Vi stilte spørsmål om hvordan de syntes LNG som drivstoff ville påvirke transitt- og manøvrerings fasen til fartøyet.

I transitt svarte samtlige av sluttbrukerne at LNG som drivstoff er god. I tillegg synes alle at det var tilstrekkelig med kraft. Men da en skal manøvrere fartøyet var alle godt fornøyde sett bort i fra en av sluttbrukerne som mente at LNG var mindre god.

Det ble stilt spørsmål om sikkerheten ovenfor mannskap og hva de mener er den største faren ombord ved bruk av LNG som drivstoff.

Samtlige av brukerne mente sikkerheten ovenfor mannskapet var god og at det ikke ville ha noen betydning om det var LNG som var drivstoff eller ett annet drivstoffsystem. Alle brukere var også enige i at det var bunkring som var den største faren ombord, men så lenge prosedyrer ble overholdt var det ikke noen problem. Det ble også nevnt at opplæring om bord i forhold til bruk av LNG som drivstoff, var en viktig del for å unngå uønskede hendelser. Angående utblåsing av LNG hadde alle brukerne ett automatisk system som løste seg ut fra 8 til 9 bar trykk alt etter hvilket system de hadde ombord. Om denne mot formodning ikke skulle løse seg ut kunne de manuelt slippe ut gassen.

Det ble stilt spørsmål om hvilken fartøyklasse sluttbrukerne mente at LNG egnet seg best og om det egnet seg bedre med andre drivstoffsystem framfor LNG, videre ble de stilt spørsmål om LNG egner seg bedre enn andre drivstoff.

Sluttbruker 1 mente at ferge, PSV og frakt ville være ideelt med tanke på bruk av LNG, han synes derimot at diesel er bedre i tung sjø på grunn av tanktrykk du du får med LNG. Derimot var LNG bedre på lav hastighet i transitt.

Sluttbruker 2 mente at kystfart var best egnet til bruk av LNG, de kunne ikke se for seg at LNG egnet seg noe særlig godt til AHTS operasjoner på grunn av stor belastning og mye manøvrering. Derimot mente de at det egnet seg godt på PSV på grunn av miljøsparingene og avgiftsreduksjonen.

Sluttbruker 3 mente at fartøy som har lett tilgang til å etterfylle gass vil være ideelt med tanke på bruk av LNG som drivstoff. Han kunne ikke se for seg at det egnet seg bedre med andre drivstoff framfor LNG. Han syntes derimot at LNG framfor andre drivstoff er mye mer attraktivt med tanke på miljø og nedsoting av fartøyet.

***Sluttbruker 4** mente at LNG ville egne seg til de aller fleste fartøy. Han mener at ett annet drivstoff ved bruk av DP vil egne seg bedre enn LNG. Men mener at LNG framfor andre drivstoff likevel vil egne seg bedre med tanke på utslipp og nedsoting.*

***Sluttbruker 5** mente at LNG ville passet best om bord på fraktebåt i fast rute, der kaiene hadde god plass og fartøy har god tid til manøvrere båten inn til kai. Men trodde ikke at LNG ville egne seg bedre enn diesel, det var kun på 1 område at LNG var bedre enn diesel og det var med tanke på miljøet/utslipp. Vedkommende var også i tvil om rekkevidden på LNG, da man ikke kan bunkre i hver havn.*

***Sluttbruker 6** mente at LNG ville ha egnet seg best om bord på ferge, da man kan unngå dårlig vær samtidig som bunkers og service vil være lett tilgjengelig. Langfart ble nevnt som et eksempel der LNG ikke ville egne seg bra, da bunkersstasjoner med LNG ikke er veldig utbredt per dags dato, slik at man må være mer nøye med å planlegge bunkringen.*

Det ble videre stilt spørsmål om en kritisk situasjon ville påvirke maskineriet dersom man måtte utføre en nød krasjstopp.

Her svarte to sluttbruker at dette ikke fungerte bra, der den ene av disse ville gå over til diesel automatisk, en av sluttbrukerne kunne ikke svare på dette, mens de tre siste synes maskineriet ville takle dette bra.

Det ble stilt spørsmål om operativsystemet fra leverandør er komplisert, hvor det eventuelt er komplisert, og hvilket operativsystem som ble brukt.

Her mente de fleste at operativsystemet var brukervennlig, bortsett fra en som synes det var litt komplisert, da han hadde ikke satt seg godt nok inn i systemet.

De ble stilt spørsmål om hvordan LNG som drivstoff ville påvirke operasjonene til fartøyet i dårlig vær.

Her svarte fem at dårlig vær ikke ville utgjøre noen forskjell for den operasjonelle driften, mens en mener at dette vil kunne påvirke den operasjonelle drifta.

Vi stilte videre spørsmål om endringen av trykket i tanken ville påvirke fartøyet i dårlig vær.

Sluttbruker 1 mener at endringa av trykk i tanken ikke er merkbart og vil derfor ikke påvirke fartøyet.

Sluttbruker 2 mener at ved veldig kald LNG, kan det ta en time for å bygge opp trykket, men dette har kun hendt ved 2 anledninger i løpet av de 5 siste årene, så har derfor liten/ingen påvirkning på fartøyet.

Sluttbruker 3 mener trykket i tanken justerer seg selv, og vil derfor ikke ha påvirkning på fartøyet.

Sluttbruker 4 mener at det utgjør ingen forskjell og vil ikke påvirke fartøyet.

Sluttbruker 5 synes trykket spesielt etter bunkring endrer seg, men har lært seg å unngå dette.

Sluttbruker 6 synes trykket er dårlig spesielt etter bunkring og i dårlig vær.

6.0 Drøfting

I denne delen vil vi diskutere sluttbrukerne sitt syn på LNG som drivstoff. Vi vil diskutere sikkerheten ovenfor mannskap og skip samt hva den største faren ved bruk av LNG som drivstoff. Vi vil også se på de eventuelle forskjellene på manøver egenskapene til fartøyene og til slutt drøfte hvor sluttbruker mener LNG som drivstoff egner seg best.

6.1 Hvordan er sikkerheten ovenfor eget mannskap og hva er den største faren ved bruk av LNG som drivstoff?

Undersøkelsen viser at sluttbrukerne er enige om at bunkring av LNG er den farligste operasjonen om bord, selv om det er andre faremomenter som lekkasje og eksplosjon som i utgangspunktet kan være farligere enn bunkring. Dersom det oppstår en LNG lekkasje om bord vil det være sensorer som fanger opp dette, selv ved små mengder gass. I tekniske

rom som er tilknyttet denne gassen er det ventilasjon som gjør at ved en eventuell lekkasje vil gassen bli ventilert ut. Siden denne gassen består av større mengder metan vil dette være skadelig for miljøet, men sikkerheten overfor mannskapet er overholdt da gassen ikke forblir i fartøyet. Det samme gjelder dersom det skulle bli for høyt trykk i tanken, sensoren vil da reagere på en trykkendring som automatisk åpner en ventil som igjen vil slippe ut gassen i atmosfæren, dette vil senke trykket samtidig som en eventuelt fare for mannskapet vil reduseres. I forhold til en lekkasjen med LNG er denne i et lukket system som ikke vil kunne gi store utslipp. Dette er fordi det er plassert sensorer på strategiske plasser om bord i fartøyet som vil klare å fange opp små mengder med gass. Faren for eksplosjon vil sannsynligvis ikke kunne inntreffe siden blandingsforholdet må være 4,7 - 14,7% luft før det er eksplosivt, i tillegg til en antennelse kilde (Naturgass, 2016).

Under operasjoner som bunkring skal alt av elektroniske utstyr være EX-merket. Ett eksempel på dette er UHF som blir brukt for å kommunisere mellom bro, bunkring stasjon og tankbil/tankanlegg. EX merkingen tilsier at utstyret ikke skal kunne gi gnist ifra seg, som igjen kan antenne gassen. Grunnen til at sluttbrukerne mener at bunkring av LNG er den største faren, er at ved bunkring er det størst sannsynlighet å komme i kontakt med LNG og dette kan være til skade for mennesker. Disse skadene kan omfatte brannskade, frostskafer og i verste tilfelle dødsfall. Sluttbrukeren var opptatt av å følge prosedyrene nøye, bruke riktig verneutstyr og dermed kunne unngå uønskede hendelser som går utover sikkerheten til mannskapet.

Undersøkelsen viser videre at sluttbrukerne er enige om at sikkerheten overfor mannskap og fartøy er overholdt. Dette kan ha bakgrunn i regelverk, prosedyrer og opplæring av mannskapet. Regelverket som fartøyene bygges etter i dag er ”Interim Guidelines on Safety for Natural Gas-Fuelled Engine Installation in ships også kalt MSC 86/26/add. 1 - Annex 11” (IMO, 2009). Videre er prosedyrene utarbeidet i forhold til dette regelverket, slik når sluttbrukerne er enige om at det følger prosedyrene, betyr det at regelverket som er gjeldene i dag er gode og kan forhindre ulykker om bord. Videre responderte sluttbrukere at de får god opplæring om bord, noe som også er med på å forsterke sikkerheten til sjøs. Ved ett godt regelverk, gode prosedyrer og systematisk opplæring forsterker dette sikkerheten overfor mannskapet, og sluttbrukerne mener sikkerheten er ivaretatt. Fra 01.01.2017 vil det komme ett nytt regelverk som heter IGF koden. Dette regelverket vil

ikke gjelde for eksisterende fartøy men vil bli implementert for fartøy som blir bygget etter 01.01.2017 (Imo, 2015).

6.2 *Er det forskjeller innenfor manøver egenskapene til fartøyene?*

Det viser seg at det er en felles enighet om at sluttbrukerne er fornøyd med LNG som drivstoff på de forskjellige fartøyklassene. Men alle sluttbrukerne nevnte at det er en tilvenning å bruke LNG som drivstoff i forhold til andre drivstoffs-system, da gassen reagerer tregere enn diesel som de alle hadde erfaring med. Som vi tidligere nevnte i styrker og svakheter ved intervju har vi spurt om reaksjonstider, men disse tidene har ikke nok tyngde bak seg, da det varierte fra sluttbrukerne på hvor vidt de gjennomførte tester eller ga oss cirka tall på spørsmålet som ble gitt. Noen av sluttbrukerne hadde gjennomført målinger av tiden det tok, mens andre svarte at dem trudde det cirka tok så lang tid som dem oppga til oss, andre kunne faktisk ikke svare på disse spørsmålene, med dette som bakgrunn vil vi se vekk fra spørsmålene som gjelder tidsperspektiv.

Alle som bruker LNG som drivstoff har til sine formål vært fornøyd med både kraft og effekt, sett bort i fra ett fartøy som kunne tenkt seg at systemet var litt raskere. Men til sammenligning var alle sluttbrukerne enige om at dette var en tilvenning sak. Sluttbrukerne mente LNG som drivstoff var tilfredsstillende med tanke på effektivitet og kraft.

6.3 *Hvor egner LNG som drivstoff seg best?*

Generelt sett har sluttbrukerne forskjellig syn på hvilke operasjoner som svekker driften av LNG. Enkelte mener at tung sjø er en faktor som gjør at LNG som drivstoff ikke er optimalt. Her er det ikke LNG i seg selv som er svakheten, men systemet. Spesielt etter at bunkring er gjennomført, da LNG'en fortsatt er så kald at de sliter med å få opp trykket som igjen går utover motorkraften. De som mente at tung sjø ikke hadde noen effekt på motorkraften hadde andre systemer som de kunne bytte til hvis en trengte mer kraft.

En av sluttbruker mente at AHTS fartøy ville egne seg dårlig med LNG, da han påpekte at det ikke ville være nok kraft i forhold til de operasjonene og manøvrering som en AHTS fartøy utøver. Ett AHTS fartøy utøver slep av rigg, legger ut og drar opp anker til riggen, samt bruker konstant mye kraft. Dette kan da gå ut over manøvrerings egenskapene til

fartøyet da det kanskje ikke vil reagere slik det skal, eller klarer å utføre selve operasjonen. Det kan også bli ett problem med lagerkapasitet av drivstoff, siden dette vil medføre økt forbruk ved høy belastning.

DP er også blitt nevnt som ulempe ved bruk av LNG som drivstoff, da det menes at maskineriet ikke klarer å gi nok kraft ved tung sjø. Dersom det er mye vind eller sjø vil dette gi store påkjenninger til fartøyet som gjør at det skal mye krefter til for å holde fartøyet i ro på ett bestemt område. Her ble det sammenlignet med diesel der diesel klarer og gi mer kraft per tidsenhet, noe som er mer optimalt når operasjonen krever at du holder deg innfor ett område med små feil marginer. Reaksjonstiden på LNG motorer er ikke like rask som en diesel motor. Dette gjør at fartøyet ikke klarer å holde denne posisjonen med like god sikkerhetsmargin som diesel, her vil fartøyet være i større bevegelser før den klare og stabilisere systemet. Dette kan føre til at avdriften er for stor noe som gjør at operasjonen kan bli risikofull eller avsluttet. Det samme gjelder hvis vær vinduet er skiftende. Her kan det komme krappe og uregelmessige bølger noe som gjør at en vil trenge mer kraft akkurat i det bølgene treffer fartøyet. Dette er for å holde posisjonen innenfor den sikkerhetsmarginen som er satt for de spesifikke operasjonene som er gjeldene. Her mener sluttbrukeren at LNG systemet ikke ville klare å opprettholde fartøyets posisjon.

Samtidig hadde alle sluttbrukerne en tanke om hvor LNG drift egnet seg best. Dette varierte fra PSV, ferge og kystfart, det ble også nevnt at fartøy som hadde lettere tilgang på å etterfylle LNG, kunne bruke dette. Tankanlegg til bunkring av LNG er under utbygging i Europa, men også i Norge (Haram, 2011). Dette gjør at i dag kan det være vanskelig for fartøy å ta i bruk LNG som drivstoff da det ikke er tilstrekkelig med tankanlegg til etterfylling av LNG. Dette kan være at de jobber i faste ruter med begrenset eller ikke mulighet til etterfylling av LNG på disse strekningene. Siden tanken som blir brukt om bord ikke har kapasitet til å lagre så mye LNG som er nødvendig for å gjennomføre seilasen. Det var også en sluttbruker som mente at LNG ikke ville egne seg over lengre distanser, her ville kanskje tungolje/diesel være et bedre alternativ. Han viste da til eksempel fra Japan til USA, der det vil bli problemer med å få etterfylle LNG, da de ikke finnes like mange bunkersstasjoner med LNG, som det finnes med tungolje/diesel. Men på den andre siden kan Nor Lines A/S trekkes fram siden de har to fartøy i drift som har

gjennomført en seilas fra Kina til Norge på bare 2 etterfyllinger av LNG underveis. Dette var en nøye planlagt rute, men gjennomførbar (Stensvold, 2015).

To av sluttbrukerne kunne ikke se for seg at andre drivstoff var bedre enn LNG. De mente at LNG var et veldig rent system, som i deres tilfelle hadde nok kraft, men på den andre siden kunne en aldri få nok kraft. De påpekte at det var opp til rederen å bestemme hvor mye kraft fartøyet trengte i forhold til sine operasjoner.

Alle var positive til at LNG egnet seg godt om bord på ferge og kystfart. Grunnen til dette var at de hadde lett tilgang til å etterfylle LNG, da dette kan bli gjennomført ved stille ligg, eller ved faste bunnkrigstider som er med i rutene deres. En av sluttbrukerne nevnte at LNG var mye renere enn diesel, med tanke på renhold og nedsoting av ytre fartøy. Dette kan være en fordel på ferge siden de frakter passasjerer og biler. De var også en sluttbruker som mente at LNG ville egne seg godt om bord på en PSV da den går ut og inn på felt og har mulighet for å etterfylle LNG ved havneanløp.

7.0 Konklusjon

Resultatet av denne oppgaven har vist at det finnes flere potensielle bruksområder med LNG-drift. Det har vært mange synspunkter på bruken av LNG. De fleste har vært veldig positive til miljøsparingen og avgift reduksjon, men det har vist seg at det å bunkre LNG kan være en operasjon som krever mye av mannskapet og stiller strenge krav til sikkerhet. Videre viser det seg at LNG bunkersanlegg er under utbygging og ikke like godt utbredt som andre bunkersanlegg, noe som gjør at tilgangen på LNG er begrenset.

De fleste brukerne av LNG er fornøyde med systemet, men det har vært noen utfordringer som fint blir kalt for "barnefeil". Dette er ikke noe som sluttbrukerne mente var ett problem siden disse har blitt fikset kontinuerlig etter som de har dukket opp. Det har vært mange myter og rykter om LNG, mange av disse har hatt med sikkerheten å gjøre da gassen er brannfarlig. Det har vist seg at LNG ikke er så farlig som vi først hadde fått inntrykk av. Det kan tyde på at LNG ikke reagerer like raskt som diesel, men dette har sluttbrukerne forklart at det ikke vil ha betydning for selve driften av skipet.

Sluttbrukerne har gitt oss en god peke pinne på hvor de mener LNG-drift egner seg best, der de har framhevet kystfart og fartøy med lett tilgang til etterfylling av LNG. På grunnlag av undersøkelsen vil vi framheve kystfart og ferge som ett godt bruksområde for LNG. Men vi vil ikke konkludere med at dette er det fremste bruksområde for LNG-drift, for hvis bunkersanleggene blir mer utbredt og tank kapasiteten om bord øker tror vi LNG kan konkurrere på lik linje med andre konvensjonelle drivstoff.

For å avslutte vil vi vise til andre problemstillinger og andre prosjekter som vi har kommet fram til under denne oppgaven, som også kan være nye potensielle prosjekt.

- Utbyggingen av gassanlegg er på lang nær det markedet tilsier at det skulle vært.
- Teknisk vurdering av de forskjellige systemene som er på marked, hva er egentlig forskjellen på disse.
- Det trer i kraft ett nytt regelverk som er gjeldene for fartøy som er bygd etter 01.01.2017. Hvorfor skal ikke alle fartøy følge samme regelverk og hva er egentlig forskjellen på disse regelverkene.

Referanser

Amble, B., 2012. *sjofartsdir.no*. [Internett]

Available at: <https://www.sjofartsdir.no/PageFiles/4425/2012/Navigare%203%202012.pdf>
[Funnet 20 02 2016].

Andersen, G., "u.å". *NDLA*. [Internett]

Available at: <http://ndla.no/nb/node/56937>
[Funnet 25 05 2016].

Befring, E., 2015. *De nasjonale Forskingsetiske Komiteene*. [Internett]

Available at: <https://www.etikkom.no/fbib/introduksjon/metoder-og-tilnarminger/kvantitativ-metode/>
[Funnet 25 05 2016].

Dahlum, S., 2014. *Store Norske Leksikon*. [Internett]

Available at: https://snl.no/kvantitativ_analyse
[Funnet 10 05 2016].

Finansdepartementet, 2013. *Regjeringen.no*. [Internett]

Available at: <https://www.regjeringen.no/no/dokumentarkiv/stoltenberg-ii/fin/tema-og-redaksjonelt-innhold/redaksjonelle-artikler/2007/nox-avgiften/id481419/>
[Funnet 28 04 2016].

Haram, H. K., 2011. *Short sea shipping*. [Internett]

Available at: <http://www.shortseashipping.no/News/1721/Infrastruktur-for-LNG-som-drivstoff>
[Funnet 24 05 2016].

imo, 2009. *Ingbunkring.no*. [Internett]

Available at:
<http://www.lngbunkering.org/lng/sites/default/files/2009%2C%20IMO%2C%20MSC.285%2886%29%20Annex%2011%20Interim%20guidelines%20on%20safety%20for%20natural%20gas-fuelled%20engine%20installations%20in%20ships.pdf>
[Funnet 26 01 2016].

Imo, 2015. *vsm.de*. [Internett]

Available at:
<http://www.vsm.de/sites/default/files/dokumente/1c5db85648c40e5fb425b596df0748fc/igf-code-final.pdf>
[Funnet 01 25 2016].

Malt, U., 2015. *Store Norske Leksikon*. [Internett]

Available at: <https://snl.no/kvalitativ>
[Funnet 10 05 2016].

Naturgass, B., 2016. *bng.no*. [Internett]

Available at: <http://www.bng.no/om-lng-og-naturgass.html>
[Funnet 01 03 2016].

NHO, 2014. *nho.no*. [Internett]
Available at: <https://www.nho.no/nox>
[Funnet 04 28 2016].

Nho, 2016. *nho.no*. [Internett]
Available at: <https://www.nho.no/Prosjekter-og-programmer/NOx-fondet/>
[Funnet 23 03 2016].

NRK, 2015. *nrk.no*. [Internett]
Available at: <http://www.nrk.no/trondelag/skipsfarten-star-for-9-prosent-av-co2-utslippene-1.12411056>
[Funnet 03 04 2016].

Sandnes, S. H., 2016. *ssb.no*. [Internett]
Available at: <http://www.ssb.no/handelsfl>
[Funnet 26 04 2016].

Stensvold, T., 2014. *Tu.no*. [Internett]
Available at: <http://www.tu.no/artikler/her-kommer-verdens-forste-lng-taubat/275121>
[Funnet 04 27 2016].

Stensvold, T., 2015. *tu.no*. [Internett]
Available at: <http://www.tu.no/artikler/kvitbjorn-fylte-drivstoff-bare-to-ganger-fra-kina-til-norge/222257>
[Funnet 08 03 2016].

Stensvoll, T., 2015. *tu.no*. [Internett]
Available at: <http://www.tu.no/artikler/norge-har-ledet-an-pa-lng-skip-na-kommer-verden-etter/223059>
[Funnet 14 02 2016].

The University of Texas at Austin, 2007. *beg.utexas.edu*. [Internett]
Available at: http://www.beg.utexas.edu/energyecon/lng/LNG_introduction_06.php
[Funnet 30 02 2016].

Vedlegg 1.

Intervjumal

Har dere bare LNG som drivstoffsystem, eller har dere et annet system i tillegg?

I hvilke anledninger bruker dere dette systemet ?

Er det områder/operasjoner der dere velger og ikke bruke LNG?

Er det prosedyrene som tilsier dette, eller er det deres profesjonelle mening som gjør at dere velger dette?

Når dere er i transitt i åpent farvann (steaming) med LNG, hvordan synes dere effekten er?

Hvordan er reaksjonen når dere utfører en manøver fra 0% kraft til 45% kraft? Hva er reaksjonstiden?

Hvordan er reaksjonen når dere utfører en manøver fra 45% kraft til 90% kraft? Hva er reaksjonstiden?

Hvordan vil dette påvirker deres arbeid som bruker, er dette til hinder for dere på noen måter?

Når dere manøvrere i trangt farvann(for eksempel til kai) med LNG, hvordan synes dere effekten er?

Hvordan er reaksjonen når dere utfører en manøver fra 0% kraft til 30% kraft? Hva er reaksjonstiden?

Hvordan er reaksjonen når dere utfører en manøver fra 30% kraft til 60% kraft? Hva er reaksjonstiden?

Hvordan vil dette påvirker deres arbeid som bruker, er dette til hinder for dere på noen måter?

Vil det være noe forskjell for dere som bruker, om farvannet er åpent eller trangt med tanke på den operasjonelle drifta til skipet?

Hvordan synes dere at LNG som drivstoff er med tanke på transitt fra A til B? (GOD, mindre GOD, Dårlig)

Er reaksjon tilfredsstillende etter deres syn?

Hvis JA, Hvorfor?

Hvis NEI, Hvorfor ikke?

Er det tilfredsstillende kraft etter deres syn?

Hvis JA, Hvorfor?

Hvis NEI, Hvorfor ikke?

Hvordan synes dere at LNG som drivstoffsystem er med tanke på manøvreringen til fartøyet? (GOD, mindre GOD, Dårlig)

Er reaksjon tilfredsstillende etter deres syn?

Hvis JA, Hvorfor?

Hvis NEI, Hvorfor ikke?

Er det tilfredsstillende kraft etter deres syn?

Hvis JA, Hvorfor?

Hvis NEI, Hvorfor ikke?

Hvordan føler dere at sikkerheten overfor egent mannskap er med bruk av LNG? (GOD, mindre GOD, Dårlig)

Med LNG som drivstoffsystem er det noe man må forholde seg til med tanke på sikkerhet til mannskapet som ikke er gjeldene for andre drivstoff?

Hva mener dere er største faren med LNG ombord i deres fartøy?

Hva er prosedyrene for utblåsing av LNG ombord oss dere ?

Er det operasjoner der dere mener det egner seg bedre med andre drivstoffsystem en LNG?
Ja / Nei spørsmål.

Hvis JA, hvor egner det seg bedre?

Hvis NEI, Hvorfor?

Er det operasjoner der dere mener det egner seg bedre med LNG en andre drivstoffsystem?
Ja / Nei spørsmål.

Hvis JA, hvor egner det seg bedre?

Hvis NEI, Hvorfor?

Hvilken fartøyklasse mener dere LNG egner seg best til?

Hvorfor mener dere dette?

Det oppstår en situasjon som er kritisk som gjør at dere må utføre en nød krasjstopp

Hvordan vil reaksjonen til LNG drivstoffsystemet være når en starter å bakke opp?
Mener dere dette er tilfredsstillende?

Farten er cirka 80 % (marsj fart), hvor lang tid vil det cirka da før maskineriet klare og gå i bakk?

Mener dere dette er tilfredsstillende?

Hvordan vil maskineriet takle en slik påkjennelse? (GOD, mindre GOD, Dårlig)

Mener dere dette er tilfredsstillende?

Mener dere at operativ systemet fra leverandøren er for komplisert?

Hvilket system har dere?

Hva mener dere er for komplisert?

Hvordan synes dere at LNG som drivstoff fungerer i forhold til dine operasjoner i dårlig vær, med tanke på bevegelser i tank og skip?

Hvordan syntes dere trykket i tanken endrer seg?

Vil dette påvirker dette fartøyet?