

10009

10026

10030

## IMO 2020 - De ulike mulighetene

**Mai 2020**

**NTNU**

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.  
Fakultet for ingeniørvitenskap  
Institutt for havromsoperasjoner og byggingteknikk

**Bacheloroppgave**

**2020**





10009  
10026  
10030

## **IMO 2020 - De ulike mulighetene**

Bacheloroppgave  
Mai 2020

### **NTNU**

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.  
Fakultet for ingeniørvitenskap  
Institutt for havromsoperasjoner og byggingsteknikk



Kunnskap for en bedre verden





# NTNU

Kunnskap for en bedre verden

# Bacheloroppgave

**TN303212 Hovedprosjekt**

**IMO 2020 – De ulike mulighetene**

10009, 10026, 10030

Totalt antall sider inkludert forsiden: 57

Innlevert Ålesund, 27.05.2020

## 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.**

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



# Publiseringsavtale

Studiepoeng: 15 poeng per person

Veileder: Tron Richard Resnes

## 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.

Opgaver 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: 21.05.2020

## Forord

Selv om skip allerede er blant de minst klimafiendtlige måtene å transportere gods på, ønsker IMO likevel å gjøre det man kan for å redusere utslipp ytterligere. Innen 2050 er målet satt at klimagassutslipp skal være redusert med 50% siden 2008.

IMO 2020 er en drastisk endring redere verden over blir påvirket av, den skulle egentlig blitt vedtatt i 2016 men har møtt motstand fra skipsnæringen. Også denne gangen var det flere misnøyde redere som ville utsette ratifiseringen. Denne gangen lot den seg ikke stoppe, men hva er egentlig IMO 2020 og hvorfor vil ikke næringen ha den?

IMO 2020 er den kanskje den største regelendringen sjønæringen har møtt siden MARPOL ble introdusert i 1973. Regelendringen belager seg på å redusere svovelutslippet i skipsdrivstoff fra 3,5% til 0,5%. Disse 3% utgjør en reduksjon på omtrent 85%, og gjør at hele næringen må tenke nytt. Slik det er i dag er det hovedsakelig tre valg man har for å etterkomme disse reglene; enten å installere rensesystem, bruke gass eller bruke svovelredusert drivstoff.

Når denne loven blir implementert er også spørsmålet om alle i næringen kommer til å følge kravene. Hvordan kan man kontrollere en så internasjonal næring og hvordan behandler man overtredelser?

Denne studien ser på hvilke muligheter skipsnæringen har for å etterkomme disse kravene og hvordan kravene kan kontrolleres.

Vi vil takke en rekke folk som har bidratt med informasjon til vår oppgave, Lily Hollowbread ved S&P Global som har distribuert flere dokument til oss og Sjøfartsdirektoratet der vi fikk nyttig informasjon av Lars-Petter Folkestad rundt deres inspeksjonsregime og hvordan de håndterte eventuelle brudd.

Til slutt vil vi takke vår veileder Tron Resnes, der han gjennom prosjektet har hatt kontinuerlig kontakt, støtte og veiledning i problemene vi har støtt på under skrivingen av vår oppgave.

## Sammendrag

I denne oppgaven har vi i hovedsak undersøkt tiltakene som følger av lovendringene om kutt av svovelholdig drivstoff på skip. Dette gjelder skip som tidligere har gått på tungolje og som nå må gjøre tiltak for å etterkomme de nye kravene presentert i IMO 2020.

IMO 2020 har til hensikt å redusere blant annet helseplagene oppdaget langs de travleste kysthandelsrutene. Ved å redusere svovelinnhold i drivstoff fra 3,5% til 0,50% vil en estimert reduksjon ved premature dødsfall være på 137 000 og en reduksjon på nye tilfeller av barneastma være 7 600 000. Totalt reduserer man svovelutslipp med 85%.

I den sammenheng har vi sett på de ulike mulighetene skipsflåten har for å kunne rette seg etter disse lovpåleggene. Vi har tatt for oss fordelene og ulempene ved de forskjellige alternativene. Man vil da enten gå over på lavsvoveldrivstoff eller montere et rengjøringsystem for avgasser. Kostnader knyttet til forskjellige strategier og troen på forskjellige teknologier avgjør valgene som tas.

Ansvar for overvåking av eventuelle overtredelser knyttet til svovelutslipp i Norge ligger hos Sjøfartsdirektoratet. Vi har undersøkt hvordan de arbeider ved hjelp av inspeksjoner, dokumentasjon og samarbeid med flere instanser. Samtidig har vi undersøkt tilgangen til utstyr for å kunne gi en presis avklaring for frikjennelse eller gjenholdelse av fartøy.

Konklusjonen i denne oppgaven viser til strengere utslippsbegrensninger i fremtiden. Dette vil øke antall skip som velger alternativt drivstoff fremfor tungolje. Skip som allerede er i drift med få år igjen, vil fremdeles spare på å velge et skrubbersystem. Sjøfartsdirektoratet vil på sikt få en vesentlig mindre mengde med fartøyer å kontrollere som benytter tungolje. Ved å effektivisere kontrollene med gode samarbeid, vil dette spare tid og ressurser.

Metoden som er benyttet omhandler i stor grad litteraturstudie. Ved litteraturstudie har vi valgt å fokusere på kvalitativ metode for å innhente informasjon. I lag med den kvalitative metoden har vi vært grundig med validitet av materialet, hvor vi mottar reliabel informasjon.

## Summary

In this bachelor's thesis, we have mainly investigated the measures followed by the law on sulphur-containing fuel on ships. This applies to ship who previously has been running on heavy fuel oil and now has to do measures to comply with the new requirements presented in IMO 2020.

IMO 2020 has its purpose to reduce health problems among other things, which is discovered among the busiest coastlines. By reducing the sulphur content in fuel from 3,5% to 0,5%, will cause an estimated reduction in premature deaths with 137,000 people and a reduction on new cases of child asthma will be 7,600,000. In total, sulphur emissions are reduced by 85%.

In this context, we have looked at various possibilities the shipping fleet has, to be able to comply with these new IMO 2020- requirements. We have been looking at the advantages and disadvantages within these different choices. The fleet will either switch to very low sulphur fuel oil, or they will install a scrubber system. Costs connected to these different strategies and the belief in those, decides the strategy they choose at the end.

The responsibility for surveillance of any violation related to sulphur emission in Norway lies within *Sjøfartsdirektoratet*. We have investigated how they have achieved this through inspections, documentations and collaboration with several agencies. Also, we have investigated the access on equipment to be able to provide a precise result for release or retention of a vessel.

The conclusion in this thesis shows to stricter requirements in the future. This will increase the number of vessels choosing alternative fuel over heavy fuel oil. Vessels already in operation with a few years left in duty will still save on choosing a scrubber system. In the long term, *Sjøfartsdirektoratet* will have a significantly smaller amount to control which are using heavy fuel oil. By making the controls more effective with good collaboration, this will save both time and resources.

The method used extensively is literature study. In the literature study, we have chosen to focus on qualitative methods for obtaining information. In combination with that method, we have been thorough with the validity of the material, where we receive reliable information.

## Terminologi

BTU	«British thermal unit», britisk måleining for varmeenergi
ECA	Emission Control Areas
EGCS	Exhaust Gas cleaning System / rengjøringsystem for avgasser (skrubber)
EMSA	European Maritime Safety Agency
	International Air Pollution Prevention Certificate
HFO	Heavy Fuel Oil
IAPPC	
IFO	Intermediate Fuel Oil
IMO	Den internasjonale sjøfartsorganisasjonen. FN organ for regulering av internasjonal sjøfart
ISO	International Organization for Standardization
LNG	Liquefied Natural Gas / (flytende naturgass)
LPG	Liquefied Petroleum Gas / flytende petroleumsgass
LSFO	Low Sulphur Fuel Oil
MARPOL	Den internasjonale konvensjonen til forhindring av marin forurensning fra skip
MDO	Marine Diesel Oil
MGO	Marine Gas Oil
mm <sup>2</sup> /S	centiStokes, kinematisk viskositet (cSt)
NaOH	Natriumhydroksid
NOK	Norske kroner
NOx	Nitrogenoksid / Nitrogen Oxides
Paris MOU	The Paris Memorandum of Understanding
PAS	Publicly Available Specification
PPM	Parts Per Million
PSC	Havnestatskontroll / Port State Control
Råolje	Naturlig produkt som består av en flytende blanding med hydrokarboner
SECA	Sulphur Emission Control Areas
SOx	Svoveloksid / Sulphur Oxide
Spot kontrakter	Kjøper/selger her og nå
Tier II	NOx utslippsgrense, g/kWh

ULSFO	Ultra-Low Sulphur Fuel Oil
VLSFO	Very-Low Sulphur Fuel Oil
VLCC	Very Large Crude Carrier
VOC	Oljedamp / Volatile Organic Compounds

## Innholdsfortegnelse

1	Innledning .....	1
1.1	Problemstilling .....	1
1.2	Hva er IMO 2020 .....	1
2	Metode .....	3
2.1	Metodevalg .....	3
2.2	Kvalitativ og kvantitativ metode.....	3
2.3	Intervju.....	4
2.4	Validitet av materialet .....	4
2.5	Avgrensninger av oppgaven .....	5
3	Teori.....	6
3.1	Miljøpolitikk .....	6
3.1.1	Helseplager .....	7
3.2	IMO .....	8
3.2.1	MARPOL.....	10
3.3	Sjøfartsdirektoratet.....	12
3.3.1	Kontrolltiltak.....	13
3.3.2	Brudd på IMO 2020 .....	16
3.4	Skipenes generelle levetid .....	16
3.5	De ulike mulighetene.....	17
3.5.1	Marin gassolje (MGO) .....	18
3.5.2	Tungolje (HFO).....	18
3.5.3	Flytende naturgass (LNG) .....	20
3.5.4	Alternativt drivstoff.....	21
3.5.5	Kostnader og priser knyttet til drivstoff .....	22
3.5.6	Rengjøringsystem for avgasser (skrubber).....	25
3.5.7	Innstallering av skrubber .....	26

3.5.8	Mottak av vaskevann og sludge .....	26
3.5.9	Pris for installasjon av skrubber .....	28
4.	Drøfting .....	30
4.1	Problemstilling I .....	30
4.2	Problemstilling II .....	35
5.	Konklusjon .....	37
5.1	Alternativene av drivstoff .....	37
5.2	Oppfølging av kravene .....	37
Referanser	.....	39
Figurliste	.....	47
Tabelliste	.....	47



# 1 Innledning

## 1.1 Problemstilling

I dette studiet har vi sett på følgende problemstillinger:

- Hvilke alternativ som finnes for å imøtekomme IMO 2020 kravene, med fordelene og ulempene til enhver av alternativene.
- Hvordan kontrolleres de innførte kravene av havnestaten.

Det er fordeler og ulemper ved alternativene redere har for å imøtekomme kravene. Rederier verden over har fram til nå implementert kravene og vi har undersøkt hvordan dette har og kunnet blitt gjort, samt endringene som fortrinnsvis har følget.

Vi har analysert på hvordan denne endringen har påvirket rederiers drift, for å forstå bedre hvordan de nye kravene i henhold til svovelutslipp har påvirket rederiene i form av installasjonskostnader og skipenes effektivitet.

IMO 2020 har tredd i kraft, og kontroller og inspeksjoner blir gjort for å kontrollere om kravene blir opprettholdt. Sjøfartsdirektoratet har ansvaret for å overholde disse kravene. Derfor har vi også undersøkt hvordan Sjøfartsdirektoratet har utført og overvåket nettopp dette.

## 1.2 Hva er IMO 2020

For skip som opererer utenfor utpekte utslippsområder, har International Maritime Organization (IMO) satt en grense for svovel i drivstoff brukt ombord på skip på 0,50% m/m (masse per masse) fra 01. januar 2020. Allerede i 2008 ble datoen 01. januar 2020 satt i forskriften som da ble vedtatt. Målet var å redusere mengden svoveloksider fra skip, og resultere i store helse- og miljøgevinster for hele verden, særs da befolkning som bor i nærheten av havner og kystlinjer (IMO, 2019).

Det har kommet gradvise begrensinger før selve IMO 2020 tredde i kraft. Som nevnt, ble selve datoen for IMO 2020 satt helt tilbake til 2008. Senere, den 1.1.2012 ble svovelgrensen globalt senket til 3,5%. Et par år senere, den 1.1.2014 ble svovelgrensen for drivstoff benyttet mens

fartøy ligger fortøyd eller til ankers i Europa senket til 0,1%. Deretter, den 1/1-2015, ble svovelgrensen for drivstoff benyttet i *Sulphur Emission Control Areas* (SECA) satt til 0,1%, så fulgte det med et krav fra næringen om at dette måtte følges opp av medlemslandene i gjeldende områder, da i dette tilfellet Nordsjøen og Østersjøen.

Et år før resolusjonen tredde i kraft, den 1.1.2019, så ble svovelgrensen satt til 0,1% i verdensarvfjordene, derav Geirangerfjorden. Det inkluderte forbud mot utslipp av rens vann fra skrubbere, og krav til dampreduserende tiltak på skrubbere. Det siste tiltaket kom 1.1.2020 der svovelgrensen ble satt ned til 0,5% globalt.

Flåten som omfattes av IMO 2020 har selv etter 1.1.2020 en viss tid på å følge de satte kravene. 1.mars 2020 ble den endelige datoen der ikke-kompatibelt drivstoff som inneholder den overskridende 0,50% svovelgrensen forbudt å oppbevare i tankene om bord. Skip som har installert skrubber ombord er fritatt fra dette forbudet (IMO, 2020).

Etter 1.mars 2020, skal ingen anvende eller oppbevare høy-svovel drivstoff (DNV GL, u.d.). Rederiene må ta dette i betraktning, og finne alternativ for deres flåte som tilfredsstillende kravene. Denne regelen har ingen annen betydning enn å framstå som ett ekstra tiltak for at selve implementeringen skal foregå med en mer jevn gjennomføring, samt i samsvar med de satte kravene i IMO 2020 (IMO, 2020).

## 2 Metode

### 2.1 Metodevalg

Kvalitativ metode er en av våre hovedmetoder å hente inn informasjon. Dette med tanke på at informasjonen vi har hentet ut som regel er i form av tekst. Vi har gjennom dette oppnådd dybdekunnskap og en helhetlig forståelse. Dette har gitt oss en god forståelse av både implementeringen av de nye svovelkravene, og grunnlaget for valget rederiene stod ovenfor for å holde seg innenfor de gitte utslippsgrensene for svovel (Grønmo, 2020).

En annen naturlig måte for oss å hente inn informasjonen på var ved litteratursøk, der vi hentet data fra ulike webområder.

### 2.2 Kvalitativ og kvantitativ metode

*Kvantitativ metode* handler ofte om standardisert informasjonsinnsamling i større mengder, med standardisert menes at måten informasjonen samles inn på gjøres på lik måte, det kan være for eksempel spørreskjema eller statistikk. Informasjonen kan gjerne tallfestes og representeres som grafer eller tabeller (Andersen, 2019). For eksempel hvis man ønsker å se på sammenhengen mellom mengde trafikk gjennom Suez-kanalen og lokale utslipp, kan det være gunstig å bruke kvantitativ metode, for å telle både antall skip og mengde utslipp.

*Kvalitativ metode* handler om informasjon som ikke på samme måte kan tallfestes. Informasjon med mer dybde som kan komme fra intervjuer, observasjoner, analyse av rapporter eller litteratur (Andersen, 2019). Under de forskjellige typer innhenting av informasjon som intervju er det viktig å ta hensyn til etiske problemer som konfidensialitet, informert samtykke og integritet (Fangen, 2015). Kvalitativ metode er mer åpen for ny informasjon, som i åpne dybdeintervju hvor intervjuobjekter gjerne har mulighet til å snakke relativt fritt om et subjekt. Dette kan gi en dypere forståelse for et tema, men kan også være åpent for tolkning og da også feiltolkning.

Ved å benytte kvalitativ metode for innhenting av informasjon, har vi lagt større vekt på å benytte kilder fra offentlige aktører. IMO og DNV GL er to aktører som har mye informasjon offentlig. I arbeidet av å innhente informasjon fra disse nettstedene har søkeordet, «IMO 2020» blitt brukt.

### 2.3 Intervju

Vi har valgt å gjennomføre intervju. Vi gjennomførte formelt respondentintervju knyttet til den ene problemstillingen. Intervjuet ble gjennomført for å gi oss den relevante informasjonen vi søkte, både for å bekrefte eller avkrefte noe vi ikke visste sikkert (Jacobsen, u.d.).

Intervjuet vi foretok oss kan vi dele inn i fire ulike faser. Den første var forberedelse til intervjuet. Her planlagte vi spørsmålene som skulle stilles og hva de skulle være rettet mot ut ifra problemstillingen. Vi formulerte spørsmålene skriftlig, hvor vi la opp til å unngå at intervjuobjektet svarte kort ja eller nei. Videre så sendte vi over spørsmålsbanken som kan sees på som selve intervjuet. Intervjuobjektet får da god tid på seg til kunne formulere svarene han stilles. Etter vi hadde fullført intervjuet startet etterarbeidet med å gå over teksten, før vi førte inn informasjonen vi fikk (Jacobsen, u.d.).

### 2.4 Validitet av materialet

Validitet betyr gyldighet i hvilken grad man ut fra resultatene av dataene som innhentes, kan trekke godkjente slutninger om det vi har sett som formål å undersøke (Store Norske Leksikon, 2018).

Det kan deles inn i to typer validitet. Det er ytre og indre validitet. *Ytre validitet* handler om resultat som er generell til en større gruppe. Her er det en større mengde data enn det studiet tilsier. *Indre validitet* handler om hvilken grad det settes spørsmål av de dataene vi mottar er korrekt (ibid.). Ved å innhente informasjon direkte fra IMO, så har vi sikret høy validitet om utslippskravene til IMO 2020.

Reliabilitet er når man mottar to beskjeder om samme ting, som stemmer med hverandre. Da vil man si at den er reliabel. Dette er noe man ser på som pålitelig. Man vil måtte se validitet og reliabilitet sammen, man kan ha en høy reliabilitet, men fremdeles ikke god nok validitet av informasjonen vi mottar. Informasjonen vi benyttet har alltid vært sjekket på ulike nettsider, dette for å sikre høy reliabilitet gjennom oppgaven. Eksempelvis har utslippskravene til IMO 2020 vært enstemmig oppgitt på de forskjellige nettsidene.

Informasjonen som er innhentet stammer direkte fra kilder som har sitt arbeid i direkte tilknytning til IMO 2020. Vi ser på disse som både valid og reliabel. Under innhenting av

data fra internettet, så har vi sett på dataene med et kritisk overblikk. Verifisering av dataene har skjedd gjennom våre forkunnskaper og nøye utplukket data fra nettet.

## 2.5 Avgrensninger av oppgaven

Vi hadde dialog med flere ulike rederier i mars 2020. Disse opererte innenfor segmentene fiskeri og tankfart. Rederiene var positivt innstilt til å bidra med data og informasjon. Det ble lagt opp til en løpende dialog, da henholdsvis via e-post korrespondanse. Dette ville styrke validiteten og reliabilitet i oppgaven, ved å motta direkte informasjon fra rederiene.

I mars 2020 kom COVID-19, og det ble erklært en pandemi av WHO. I den sammenheng stoppet tilbakemeldingene fra rederiene. Vi endte med å ikke få svar på spørsmålene vi sendte over som avtalt. Det medførte at vi la en alternativ strategi med å innhente info gjennom andre kilder.

Grunnet disse begrensningene med informasjonsinnhenting, så har vi valgt å svare på problemstillingene gjennom litteraturstudie og intervju. Her ser vi svakheter, som følge av å miste direkte korrespondanse med rederiene. Det vil gi en annen mengde av informasjon hvor vi ikke har fått muligheten til å stille de spørsmålene som ønsket.

## 3 Teori

### 3.1 Miljøpolitikk

IMO 2020 er et krav som har som mål å redusere svovelutslipp fra skip. Det er flere måter dette kan gjøres på, blant annet ved hjelp av installering av skrubber eller bruk av drivstoff med mindre svovelinnhold. IMO lister opp blant annet renere luft, positiv endring for menneskets helse, samt bedre kvalitet på drivstoff, som grunner for endringer i lovverket. (Anon., 2020).

En av konsekvensene av svovelholdig utslipp kan være svovelsyre i form av surt regn. Svovelsyre er en kraftig giftig syre med en pH verdi på 0, som er blant de aller sureste stoffene man har. 95% av svoveloksid som slippes ut i en forbrenningsmotor er svoveldioksid. (EGCSA, u.d.) Svoveldioksid er en vannløselig fargefri gass med ubehagelig lukt, og den er 2,26 ganger tyngre enn luft (Pedersen, 2018).

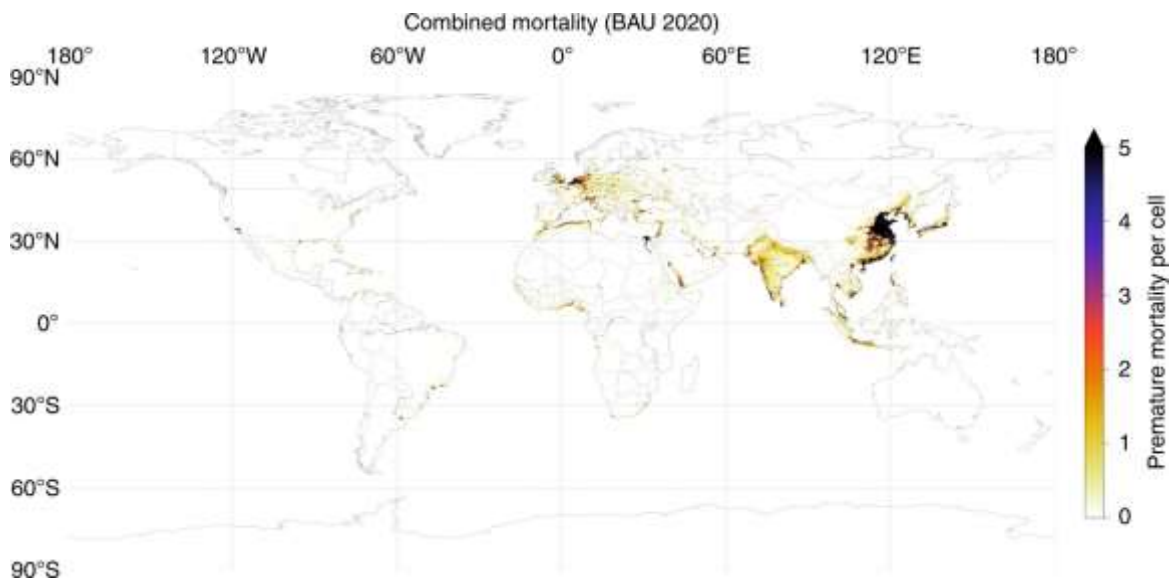
Dersom svoveldioksid ( $\text{SO}_2$ ) reagerer med vann eller vanndamp ( $\text{H}_2\text{O}$ ) blir den til svovelsyrling, dette er en ustabil gassfase som raskt omdannes. Under riktige forhold kan denne gassen reagere med ozon ( $\text{O}_3$ ) eller luft, og det kan omdannes til hydrogenulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), også kjent som svovelsyre (Kastl, 2017).

Svovelsyren kan binde seg med vann i skyer og resultere i sur nedbør, dette er nedbør med en pH-verdi lavere enn 5,6. Denne svovelsyreholdige nedbøren faller ned i økosystemer, den kan endre syrlighet i vann, hindre algevekst, hindre akvatiske arter å forplante seg, hindre respirasjonssystemet til fisk, og den kan hindre trær og planter i å ta til seg næringsstoffer (Andersen, 2020).

### 3.1.1 Helseplager

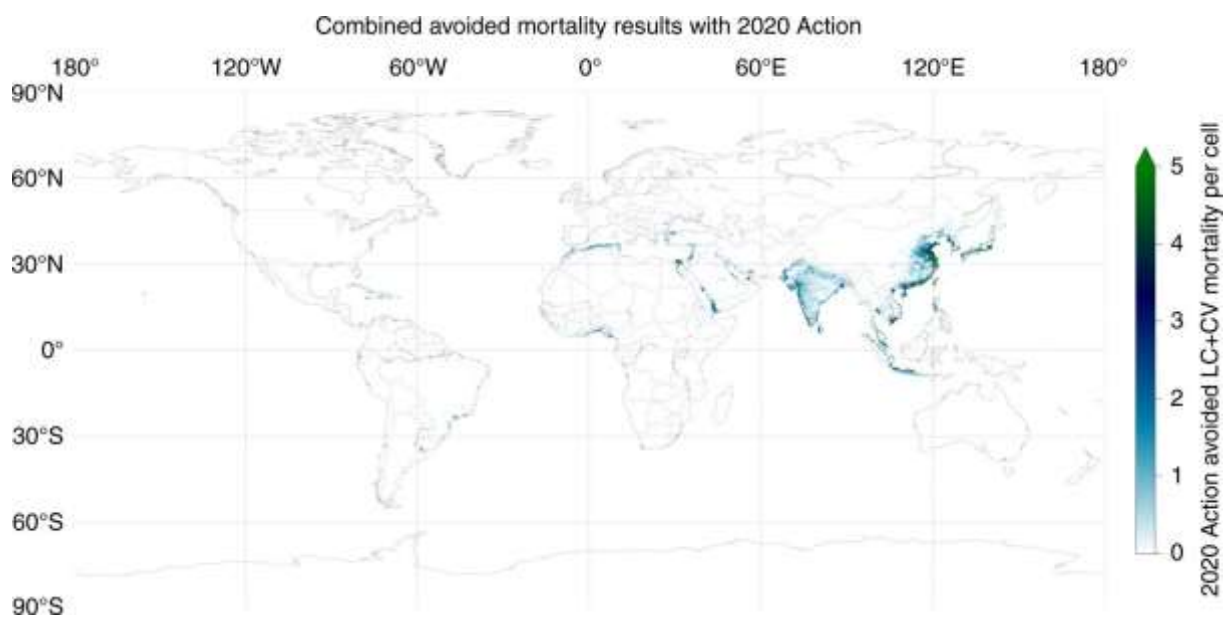
Svoveloksidene er små partikler som har innvirkning på menneskers helse. Symptomer kan være irritasjon i luftveier, brystmerter, pusteproblemer og svie i øye (EGCSA, u.d.). Det kan føre til hoste, slimdannelse, luftveisinfeksjoner og bronkitt. Det er anbefalt at sårbare grupper som barn, eldre og astmatikere unngår luft med årsmiddelkonsentrasjon på 0.02 parts per million (ppm) (Anon., 2017).

Det er estimert at 403 300 voksne mennesker vil dø prematurt i 2020 hvis man forsetter med samme nivå på utslipp i shippingnæringen som i dag (Sofiev, 2018). Figur 1 viser de mest utsatte områdene for dette.



Figur 1: Viser antatte premature dødsfall som følge av utslipp fra skip i 2020, «Business As Usual» (Sofiev, 2018)

Ved å kutte svovelinnhold i drivstoff fra 3,5% til 0,5% i masse reduserer man svovelutslipp med ca. 85%, og det er estimert at man kan redusere 137 000 premature dødsfall på denne måten. Dette tilsvarer en reduksjon på 34% (Figur 2). Også i tilfeller av barneastma er det estimert en reduksjon på 7 600 000 nye tilfeller årlig (Sofiev, 2018).



Figur 2: Viser hvor mange tilfeller av premature dødsfall hos voksne som kan unngås årlig med iverksettelse av IMO2020 (Sofiev, 2018)

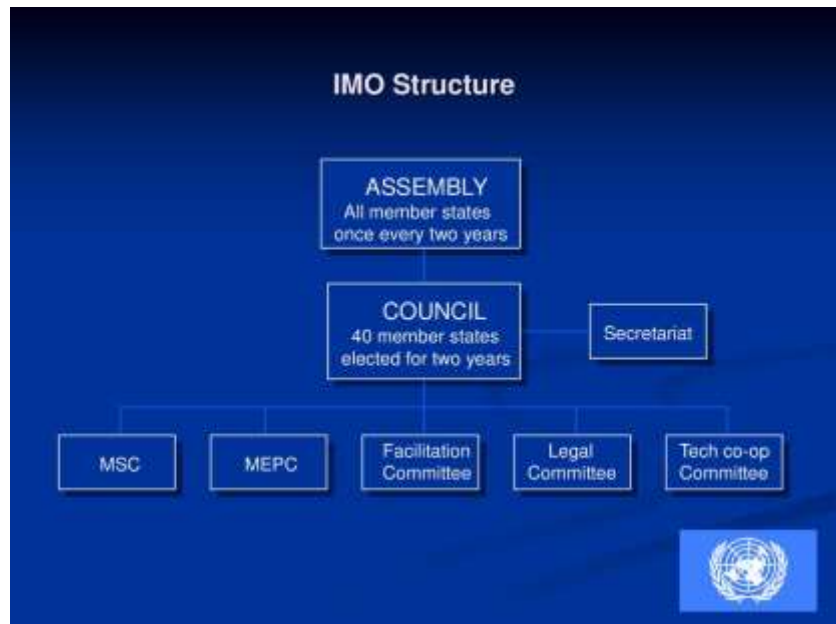
### 3.2 IMO

IMO, også kjent som den internasjonale sjøfartsorganisasjonen, arbeider for å skape et samarbeid mellom landenes maritime myndigheter. IMO er FNs organ for regulering av internasjonal sjøfart. Bakgrunnen for dette er at tiltak for å forbedre sikkerheten til sjøs er mer effektiv dersom man gjennomfører dette på internasjonalt nivå, fremfor at hvert enkelt land gjør dette uten samordning. IMO består av 174 medlemsland og tre assosierte medlemsland (IMO, 2020).

Arbeidet med sikkerhet til sjøs og å minske maritim forurensing er to veldig sentrale mål i organisasjonen. I en internasjonal sammenheng skal IMO fremme samarbeid mellom regjeringer med mål om å gjøre sjøfart effektivt og trygt, samt rene hav. Samtidig arbeider de med å begrense piratvirksomhet, som er problematisk enkelte steder i verden (FN-Sambandet, u.d.). Et eksempel på dette er Singapore-stredet i Asia, som er en viktig transportvei for sjøfart globalt (Hellenic Shipping News Worldwide, 2020).



Grunnet størrelsen til IMO, så blir det meste av arbeidet på vegne av IMO gjort gjennom flere spesial- og under-komiteer. *Figur 3* viser hvordan IMO er bygd opp med de forskjellige underkomiteene. De eldste og største komiteene er; *The Maritime Safety Committee* (MSC) og *The Marine Environment Protection Committee* (MEPC). MSC



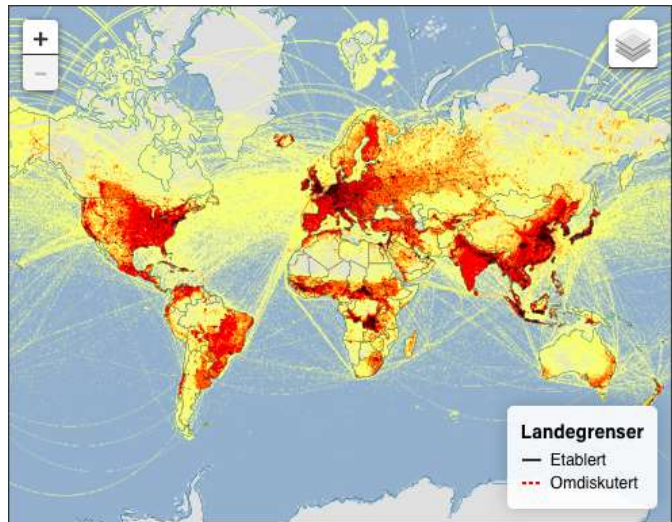
*Figur 3: Her viser det hvordan IMO er strukturert (Kurnia, 2019)*

arbeider med sikkerheten til sjøs, gjennom å sikre steder som Adenbukta. MEPC retter seg mot forebygging og kontroll av forurensing av miljøet fra skip.

Lovene fra IMO følger fire steg. Det første steget er å identifisere behovet for tiltak når man ser økende trender til alt fra ulykker, miljøfaktorer eller terror. Da må et eller flere medlemsland ønske at IMO skal ta tak i problemstillingen. Det andre steget vil være IMO som velger å ta saken. Da vil en av hovedkomiteene eller underkomiteene håndtere denne problemstillingen. Det tredje steget er å få det vedtatt. Vedtaket skjer enten gjennom delorganene, eller hovedkomiteen. For eksempel IMO 2020, det ble avgjort i IMO Assembly og er det øverste organet i IMO, de har representanter fra alle medlemslandene. Det krever at en viss andel av medlemmene i IMO stemmer for regelverket, for at det skal være gyldig. Vedtakene i IMO er som regel formulert som anbefalinger til medlemslandene framfor regler.

Det fjerde steget er å ratifisere forslaget. I Norge er det Sjøfartsdirektoratet som har ansvar for å oppdatere nytt internasjonalt regelverk i norsk lovverk. Nye anbefalinger fra IMO kan føre til endringer i lover, forskrifter eller i rundskriv (Hanssen, 2019).

Et av IMO sine overordnede mål er å seile på rene hav. På kartet nedenfor (*Figur 4*) ser man en oversikt over klimagassutslipp i verden. Her vises de travleste maritime handelsrutene. Sterk rødfarge indikerer høy aktivitet i henhold til klimagassutslipp. Forebygging av havforurensning fra skip står sentralt i IMO, og det er nettopp det vi har sett på i forbindelse med at IMO 2020 ble tredd i kraft (FN-Sambandet, u.d.). Videre fremover vil overvåkingen av utslipp være i fokus, med målet om å redusere totalutslipp langs de travleste handelsrutene til sjøs. IMO har uttrykt fremtidige planer med nye grenseverdier for utslipp, der de totale drivhusgassene skal reduseres med minst 50% innen 2050, sammenlignet med utslippene i 2008. Da dette er mange år frem i tid, har rederiene god tid på å ta hensyn til disse kravene ved nye kontraheringer av skip. Langtidsplanlegging vil være svært gunstig for redere. LNG-fartøy ansees som mer klimavennlig enn konvensjonell



*Figur 4: Utslipp av ulike klimagasser i 2010 (FN-Sambandet, u.d.)*

bunker. Dette vises igjen på data fra februar 2019, som viser at det er 143 LNG-fartøy som er i operasjon, samt 135 i bestilling. Det dobler omtrent LNG-flåten globalt. (Smith & Jaffe, 2019).

### 3.2.1 MARPOL

Den internasjonale konvensjonen til forhindring av marin forurensning fra skip (MARPOL) ble iverksatt i 1973. Med oppgraderinger og tilrettelegging gjennom årene både på konvensjonen og nye vedlegg er den nå kjent som den viktigste internasjonale konvensjonen om marint miljø. Den ble laget for å redusere forurensning til havs, fra dumping av miljøavfall til utslipp på skip som følge av operasjonelle årsaker eller ulykker. Denne konvensjonen består til nå av seks tekniske vedlegg eller Annex som IMO definerer det. Alle vedleggene inneholder ulike former for forurensning på det marine miljøet og tiltak. (IMO, u.d.)

## MARPOL Annex VI

Annex VI omhandler *hindringen av luftforurensning fra skip*. Forskrifter i Annex VI søker å minimere luftbårne utslipp og deres bidrag til global luftforurensning og miljøproblemer (Lovdata, 2011). Annex VI har de siste årene resultert i en globalt gradvis reduksjon i utslipp av SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> og svevestøv. For å redusere disse utslippene har de etablert Emission Control Areas (ECAs).

### Emission Control Areas

Emission Control Areas (ECAs) er spesifikke havområder der det er strengere krav for å redusere luftbårne utslipp fra skip. Disse utslippene inkluderer spesielt svoveloksid (SO<sub>x</sub>), nitrogenoksid (NO<sub>x</sub>) og oljedamp (VOC) (Anon., 2019).

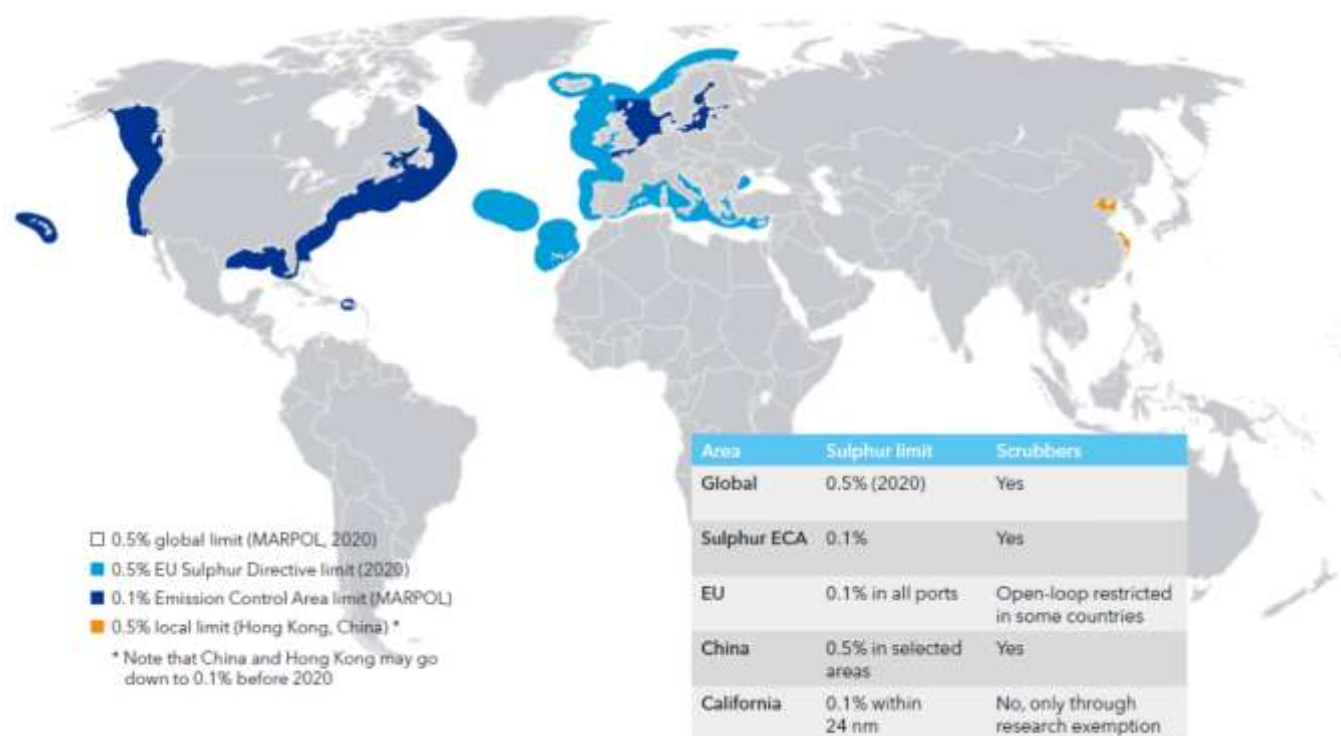
Ytterligere er Sulphur Emission Control Areas (SECA) en del av ECA. I slike områder vil grensen for svovelutslipp være vesentlig lavere, med maks svovelinnhold på 0,10% kontra 1,0% som var tidligere krav før 2015. I disse områdene kan skip være utsatt for havnestatskontroll av flaggstaten, og eventuelt resultere i tilbakehold av skip dersom tilfredsstillende mengde av svovelinnhold i drivstoff ikke er opprettholdt (International Chamber of Shipping, u.d.).

I de ulike designerte områdene definert som ECA og SECA, befinner det seg mer utsatte økosystemer. I den forbindelse vil det ha positive effekter med strengere svovelutslippskrav ved kystområdene. Disse ulike områdene er som følger:

- Østersjøen-området (definert i MARPOL Anneks I)
- Nordsjøen-området (definert i MARPOL Anneks V)
- Stillehavet og Atlanterhavet (område beskrevet av koordinatene gitt i Anneks VI)
- Karibien (område beskrevet av koordinatene gitt i Anneks VI)

(International Chamber of Shipping, u.d.)

Utslippsgrensene i ECA og SECA- områdene er som vist i *figur 5* nedenfor. De store havområdene har en global utslippsgrense på 0,50%, til sammenligning har SECA-områdene (mørkeblå markeringer) enda lavere grenser for svovelutslipp.



Figur 5: Oversikt over utslippsgrenser (DNV GL, 2017)

### 3.3 Sjøfartsdirektoratet

Sjøfartsdirektoratet har ansvar og ledelse for sikkerhet, helse, eiendom og det marine miljøet i tilknytning til skip og flyttbare innretninger. Direktoratet ligger under Nærings- og handelsdepartementet (Store Norske Leksikon, 2018).

Det er Sjøfartsdirektoratet som står for havnestatskontrollene i landet. En havnestatskontroll (PSC) er en kontroll av utenlandske skip som ankommer norske havner. Direktoratet samarbeider tett med Paris Memorandum of Understanding (Paris MOU) og European Maritime Safety Agency (EMSA). Paris MOU er et samarbeidsorgan for havnestatskontroller (Bergens Tidene, 2001). EMSA arbeider for å sikre EU's maritime sektor (European Maritime Safety Agency, u.d.). Disse organisasjonene samarbeider for å lette jobben med å kunne få et system for havnestatskontroller hvor målet er å kontrollere skip etter en felles risikostandard. Resultatet av disse samarbeidene er at de klarer å eliminere «sub-standard-skip», som vil si skip som ikke er sjødyktig. Dette samsvarer med målet direktoratet har knyttet til sikkerhet for skip og flyttbare innretninger.

Skipene blir utvalgt på bakgrunn av forskjellige risikogrupper og hvor lang tid det er siden forrige inspeksjon innenfor Paris MOU. De forskjellige risikogrupperne er lavrisikoskip (LRS), standardrisikoskip (SRS) og høyrisikoskip (HRS). De forskjellige risikogrupperne blir kalkulert ut fra ulike faktorer: skipstype, alder på skipet, rederiet, tidligere avvik eller tidligere tilbakeholdelser innenfor Paris MOU tas i betraktning når man vurderer risiko (Paris MOU, 2019). Sjøfartsdirektoratet kontrollerer skipene med gitte mellomrom på bakgrunn av risikotypen. Hvor ofte kravet og anbefalingen er kan sees av tabell 1 nedenfor.

Tabell 1: De forskjellige risikotypene viser når man kan og skal inspiseres. Data hentet fra (Sjøfartsdirektoratet, 2016).

Risikotype	Kan inspiseres (PII)	Skal inspiseres (PI)
HRS	5 måneder	6 måneder
SRS	10 måneder	12 måneder
LRS	24 måneder	36 måneder

EMSA har en sentral database kallet Thetis som styrer dette. Thetis vil informere de 27 medlemslandene i Europa, samt Canada og Russland. De får info om prioritert og om nasjonen *kan eller skal* kontrollere fartøyene.

Informasjonen man får før et skip ankommer Norge er gjennom SafeSeaNet (SSN) som Kystverket driver. Skipene som ankommer, skal melde inn til SSN senest 24 timer før ankomst. Dette gjør det mulig for direktoratet å mobilisere kontrollører for å utføre en havnestatskontroll dersom dette kreves.

### 3.3.1 Kontrolltiltak

Under en havnestatskontroll i regi av Sjøfartsdirektoratet, vil flere parametre være aktuelle. Etter 2015, da svovelgrensen for drivstoff benyttet i SECA ble redusert til 0,1%, kom det et krav at svovelgrensen for drivstoff måtte følges opp av medlemslandene rundt nordsjøområdet. Norge startet med prøvetaking av drivstoff og etterfølgende analyse, i tillegg til dokumentkontroll. I løpet av det første året med kontroller viste det seg å være et mer tidkrevende og kostbart system enn forventet, og man så da mulighetene for å se på andre alternativer for utføringen. Som et resultat av dette testet Sjøfartsdirektoratet i 2016 et portabelt

analyseverktøy, også kjent som svovelpistol. Denne kan bli benyttet ombord og gir en rask avklaring på om drivstoffet er godkjent i henhold til de gitte kravene.

Til tross for denne nyvinningen, vil kvantumet som må kontrolleres fortsatt være stort. I 2018 inngikk Sjøfartsdirektoratet et samarbeid med Kystverket og Kystvakten om innkjøp av drone med svovelsniffer. Dette ble gjort på bakgrunn av mistanken om overseelse av kravene, det gjaldt også før IMO 2020 trådte i kraft. Dronen som vist på *figur 6*, skal posisjonere seg bak fartøy og søke etter eksos fra skorsteinene (Stensvold, 2018). Dersom det blir gitt varsel for høye svovelverdier, vil dette bli tatt videre fra Kystvakten til Sjøfartsdirektoratet som står klar til inspeksjon og videre undersøkelser av fartøyet.



*Figur 6: Drone med installert svovelsniffer (Stensvold, 2018)*

Nøyaktigheten på svovelpistol er  $\pm 0,02\%$ , derfor er nivået til Sjøfartsdirektoratet for tiltak satt til  $0,53\%$  og  $0,13\%$  (SECA). Fartøy med analyse som indikerer mer enn dette vil bli tilbakeholdt, inntil bankgaranti foreligger. Grove brudd på  $0,5\%$ -kravet kan resultere i tilbakehold til nytt drivstoff er tatt om bord og det ulovlige er levert på land.

Videre samarbeider Sjøfartsdirektoratet også med Paris MOU og EMSA, der de får tildelt en andel med svovelkontroller som skal utføres på fartøy som anløper norske havner. For 2020 er Sjøfartsdirektoratets andel 350 dokumentkontroller og 200 dokumentkontroll og analyse, med andre ord skal svovelinnholdet i drivstoffet kontrolleres på 550 fartøy i norske havner inkludert Svalbard i 2020. Kystvakten vil i hovedsak kontrollere et visst antall fartøy som seiler langs kysten. De vil ikke rapporteres eksternt til Paris MOU, men gir inspektørene til Sjøfartsdirektoratet bedre grunnlag til å kontrollere de rette fartøyene.

Når en dokumentkontroll fører til en analyse som viser brudd på kravet, må prøve av drivstoffet sendes til en godkjent lab for analyse. Resultatet derfra skal videre til jurister som går gjennom saken og utsteder varsel om mulig overtredelsesgebyr. Senere kan det bli utgitt overtredelsesgebyr, dette gebyret på brudd varierer fra 300 000 til 1 500 000 NOK. Det vil forekomme vurdering av blant annet: alvorlighet eller mulig fortjeneste ved brudd, eventuell gjentakelse og rederiets økonomi. Dersom et rederi får et slikt gebyr vil en bankgaranti forsikre betalingen av dette, og denne garantien må foreligge før avgang. Selve prosessen på dette kan ta flere måneder, inkludert høring og eventuell klagemulighet.

Siden dagens system er kostbart å implementere kan muligens forfalskning av *bunker delivery notes* (BDN) forekomme. BDN inneholder informasjon om drivstoffet som lastes ombord, her skal det føres både navnet på fartøyet, havn, informasjon om bunkerleverandør, mengde som bunkres og karakteristikkene til selve drivstoffet. Denne notisen skal oppbevares ombord i tre år fra ombordlastning av drivstoffet for eventuell inspeksjon (Wärtsilä, u.d.). Basert på Sjøfartsdirektoratets erfaringer med dette viser det seg at svovelinnholdet i henhold til BDN stemmer ganske bra med svovelanalysen og de har ikke støtt på slike forfalskninger per dags dato. De fleste brudd på krav er forurenset drivstoff grunnet skitne brennstofftanker, feil skifte mellom drivstofftyper, eller at fartøyet har glemt/unnlatt å skifte drivstoff ved kryssing til SECA område/havn.

Hvis man under spesielle forhold ikke har mulighet til å bunkre riktig type drivstoff for området man oppholder seg i, kan man benytte seg av en Fuel oil non-availability report (FONAR). Dette er en rapport som skal gis til skipets flaggstat og til administrasjon til påløpende havn så fort som mulig. Den kan, hvis godkjent, fraskrive skipet ansvaret det har for å bruke godkjent drivstoff. Det skal ligge til grunn god dokumentasjon om at det ikke har vært mulig innen rimelighetens grenser å finne godkjent drivstoff, det skal vises til undersøkelser og forsøk på å

finne drivstoff og eventuelt finne andre bunkringshavner. Det stilles høye krav til dokumentasjon for å forhindre at det skal være en enkel måte å fraskrive seg ansvar på. Dette inkluderer navn og e-post til personer man har kontaktet i forsøk på å finne drivstoff, inkludert korrespondanse mellom partene (IMO, 2019).

### 3.3.2 Brudd på IMO 2020

Selv om slike tiltak av Sjøfartsdirektoratet er iverksatt, vil noen fartøy, intensjonelt eller ikke, fortsatt bryte de nye reglene som har tredd i kraft. Basert på informasjon gitt av Sjøfartsdirektoratet, ble det i begynnelsen av mars oppdaget det første bruddet på IMO 2020 innenfor norsk SECA-område. 01. mars 2020 var siste mulighet for å oppbevare mer enn 0,50% svovelinnhold i drivstoffet, dersom man ikke har installert skrubber.

Fartøyet som hadde brudd på regelverket viste seg gjennom analyse av drivstoffet i bruk at det var mindre enn 0,1% svovelinnhold, som igjen er en godkjent verdi innenfor SECA. Gjennom dokumentkontroll ble det avdekket en halvfull drivstofftank med høyere svovelinnhold enn 0,50%. Dette representerer brudd, og fartøyet ble derfor tilbakeholdt med pålegg om at det ulovlige drivstoffet måtte leveres i land. Resterende drivstoff ombord måtte kontrolleres av en tredjepart, både drivstoffet med 0,50% og 0,1%-svovelinnhold. Dette forholdet ble innrapportert for vurdering, med eventuelt overtredelsesgebyr ved brudd.

### 3.4 Skipenes generelle levetid

Generelt vil skipets levetid avhenge av en rekke forskjellige faktorer. Det avhenger blant annet om rederen har arbeid til skipet og fremtidsutsiktene i markedet. Mulighetene for å tjene penger avgjør om hvorvidt rederen velger installasjon av skrubber eller skroting av skipet.

Generelt har moderne skip en fysisk levetid på omtrent 25-30 år. I løpet av et slikt tidsvindu skjer det som regel store endringer teknologisk, og markedsmessig. Skipets vedlikeholdskostnader kan overgå dens inntjening, som fører til skraping (Shippipedia, u.d.).

Det er pris og etterspørsel som avgjør skipets levetid. I noen segment krever befrakteren at skipet ikke overskrider en viss alder. Dersom det er tilfelle, vil det bli prøvd solgt ut på andre kontrakter for muligens en lavere rate. Lykkes ikke dette kan skraping være et alternativ for



rederen. Problemet som ofte tynger yngre skip er at det er tatt opp lån med sikkerhet i skipet. Disse problemstillingene er noe rederen må vurdere opp mot resterende flåte.

Very Large Crude Carrier (VLCC) segmentet er et eksempel. Til sommeren 2019 var det 101 skip i bestilling, noe som tilsvarer 13,5 % av den totale VLCC flåten. I 2018 var snittalderen for de skipene som ble sendt til skraping 19,5 år. Per mai 2019 så var der kun 76 fartøy eldre enn 18 år igjen i den globale flåten. De 76 fartøyene klarer ikke alene å kompensere for de 101 nye skipene som er i bestilling. I juni 2019 lå gjennomsnittsalderen på en VLCC på 9,8 år. Mange av disse skipene har lån og faste kapitalkostnader. Dermed er ikke skraping mulig. Dette vil påvirke markedet negativt grunnet overkapasitet av VLCC i markedet (Younevitich, et al., 2019). Det vil presse skipenes levetid ytterligere nedover.

På bakgrunn av COVID-19 har det skjedd en uvanlig endring i VLCC markedet. Sammenlignet med tidligere 1.kvartal, så ligger ratene på mellom 20 000 dollar og 30 000 dollar/dagen. Grunnet COVID-19 har dagraten til en VLCC steget til 235 000 dollar. Dette vil også påvirke VLCC-segmentet fremover, ettersom oljeprisen kollapser og lagrene på land blir fulle, som igjen gjør at investorer satser på tankskip for å lagre oljen (Kvale, 2020).

### 3.5 De ulike mulighetene

I 2020 har skipsrederne hovedsakelig fire forskjellige drivstofftyper å velge mellom, hvorav noen er mer miljøvennlig enn andre. I tillegg er det noen alternative muligheter som er utviklet med hensyn til IMO2020's svovelkrav. Hver av disse typene har både fordeler og ulemper, hvilket alternativ som er mest gunstig er avhengig av rederi og flåtesammensetning. Da ser man både på engangs vs. daglige kostnader og miljøperspektiv for hvor attraktive skipene er for kontrakter i fremtiden med disse løsningene.

Motorene i dag er forbrenningsmotorer som benytter brensel for antenning. De primære brenselstypene er petroleum og gass. Disse slipper fra seg forskjellig mengde klimagasser idet de blir forbrent. Det krever forskjellige tiltak for å kunne være innenfor kravet på 0,5% i svovelutslipp. Ved en felles standard å gå etter, vil man benytte forskjellige drivstofftyper. Disse klassifiseres etter deres fysiske egenskaper. Dette baserer seg stort sett på densitet, viskositet, flammepunkt, svovel og andre egenskaper.

International Organization for Standardization (ISO) utvikler internasjonale standarder. En ISO-standard som blir benyttet i denne sammenhengen er ISO 8217 2017. Denne setter et minimum for drivstoffstandarden for marine destillater. Det forekommer også at skipsredere setter en høyere standard når det kommer til kvaliteter på drivstoff som skal leveres, hvor de ofte også får egne betegnelser (DNV GL, 2014). Videre fremover kommer det nye oljetyper, på grunn av etterspørselen av oljer med lavt svovelinnhold (UK P&I Club, 2019).

### 3.5.1 Marin gassolje (MGO)

Marin gassolje er veldig lik den dieselen som brukes til personbiler, men MGO har en høyere densitet. Selv om densiteten er høyere, så er den langt fra like høy som tungoljen. Tungolje trenger å varmes opp både under lagring og ved injisering til motoren. Dette slipper man ved bruk av MGO. På grunn av de lettere destillatene til MGO, har man mulighet til å pumpe den inn i motoren ved en temperatur på rundt 20°C (Marquard & Bahls AG, 2015). MGO blir produsert med ulik grad av svovelinnhold. Svovelinnholdet vil uansett ligge en plass mellom 0,10 og 1,5 m/m% (Wankhede, 2019). Etter 2020 vil man ikke kunne få MGO med høyere enn 0,5 %.

Det er satt en ISO-standard for å dekke de forskjellige egenskapene gassoljen må ha. Det har på grunn av IMO 2020 blitt laget en ytterligere standard ettersom ISO 8217-2017 ikke kunne etterkomme IMO sitt krav om å legge inn 0,5% svovelkravet i standarden. Den heter ISO PAS 23263. I PAS 23263 finner man kravet som IMO har satt. Den skal brukes på tvers av den andre standarden som ISO har laget, ISO 8217-2017. (UK P&I Club, 2019)

### 3.5.2 Tungolje (HFO)

Det som kjennetegner HFO, er dens større tetthet og høyere viskositet enn marine diesololjer. HFO har en svart farge. Dette er det som er gjenværende og er de tyngre restene fra destillering. Siden dette er noe av det siste som vært tatt ut under destilleringen, så er prisen lavere ettersom det har mye urenheter. Mye urenheter krever ett skrubbersystem. I henhold til MARPOL 1973 defineres oljen som tungolje dersom dens densitet er 15°C og mer enn 900 kg/m<sup>3</sup>.

All oljen som kommer opp er forskjellig. Det kan variere på dens innhold av hydrokarboner, om den er lett og fin eller tung og oljete. Dette får betydning for om man behøver å blande oljen

ut for å tilfredsstille kravene som stilles til HFO. HFO blir ofte blandet med MGO eller andre lettere drivstoffer for å oppnå kravene i henhold til ISO 8217- standarden.

Ved å tilsette en liten del marindiesel sammen med en høyere andel tungolje, vil man få en mellomliggende olje, som kalles intermediate fuel oil (IFO). Denne har kommet for å kunne gjøre det enklere enn å brenne HFO. Man har to IFO-typer som benyttes i stor grad. Det er «IFO 180» og «IFO 380». Tallene 380 og 180 sier noe om viskositeten ved 15°C. IFO 180 og IFO 380 har en viskositet på henholdsvis 180 mm<sup>2</sup>/S og 380 mm<sup>2</sup>/S (Mabanaft GmbH & Co. KG, 2015). Ved å fortsette å benytte IFO eller HFO, vil man måtte installere et skrubbersystem om bord for å imøtekomme dagens krav.

Ved å benytte tungolje som drivstoff vil man måtte varme denne oljen ved hjelp av varmeapparat, som om bord blir kallet «heater». Tungoljene kan ikke bli pumpet eller håndtert i rørsystemene om bord når den er 15°C, da oljen vil være seig og tykkflytende (Mabanaft GmbH & Co. KG, 2015). Ved lagring regnes det at minimumstemperaturen skal være 40°C. Det kreves en temperatur på minimum 50°C for å kunne transportere tungoljen i rørene til forbrenning (A K Waugh, u.d.).

## Hybridolje

Grunnen til hybridoljens inngang i markedet, var å erstatte andre drivstoff som har et høyere svovelinhold uten å måtte endre maskinene på skipene (Hellstrøm, 2017). Hybridoljen referer til et blandet produkt. Det har mye av de samme spesifikasjonene som HFO, men fortsatt en stor forskjell. Det passer heller ikke inn i de tradisjonelle spesifikasjonene til MGO og Marin dieselolje (MDO) (DNV GL, 2015). Siden dette er relativt nytt, så vil tilgjengeligheten rundt om i verden være begrenset (Shell Global, u.d.). Det har kommet to nye begrep på hybridoljen: Ultra-Low Sulphur Fuel Oil (ULSFO) og Very-Low Sulphur Fuel Oil (VLSFO).

## ULSFO – Ultra-Low Sulphur Fuel Oil

Til sammenligning med HFO har ULSFO en lavere viskositet, lavere densitet og et godt tennpunkt. Denne hybridoljen har stort sett blitt brukt på containerskip, ro-ro skip og lasteskip innenfor ECA-områdene. Siden den har et ultra lavt svovelutslipp på < 0,1%, så vil denne være innenfor utslippskravene. (Shell Trading & Supply, u.d.)

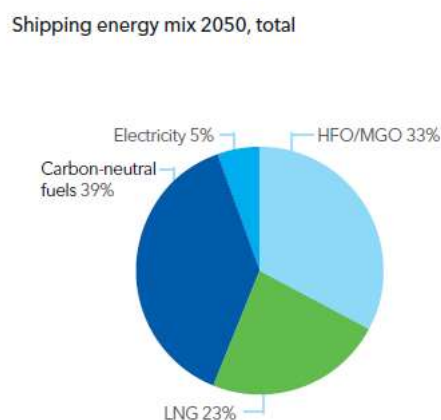
## VLSFO – Very-Low Sulphur Fuel Oil

VLSFO er veldig lik ULSFO i både egenskaper og utseende, den store forskjellen er at VLSFO har en høyere grense på tillatt svovel. Svovelutslippet er på mellom 0,1-0,5%. Denne er attraktiv for bruk utenfor ECA-områdene som erstatning for HFO, da man slipper å måtte installere et skrubbersystem.

### 3.5.3 Flytende naturgass (LNG)

LNG er en naturgass som består av en stor andel metan. Den er lettere enn luft og er hverken giftig eller luktbar i flytende form. For å få plass til denne gassen om bord på fartøyene må den kjøles ned til  $-162^{\circ}\text{C}$ . Når den da går fra gass til væske, vil volumet reduseres til cirka 1/600 av volumet i gassfasen. Dermed får man plass til mer om bord i et fartøy som benytter dette til drivstoff (Barents NaturGass, u.d.). Dette er et grønnere valg om man ser på utslipp av svovel og karbondioksid (Dr. Pierre C. Sames (GL), 2011). LNG er det reneste drivstoffet og har en utslippsverdi tilnærmet 0 når det kommer til svovel. Benytter man LNG, vil man ikke ha behov for å endre drivstoff gjennom ECA-områder, slik som mange må. Det vil være en utslippsreduksjon på ca. 27% av karbon og 90% nitrogen i forhold til MGO. Karbonutslippet med lavsvoveldrivstoff vil være på rundt 40-50% til sammenligning (Smith & Jaffe, 2019).

Mulighetene til å finne et anlegg som tilbyr LNG på verdensbasis er begrenset. I dag er det ca. 143 skip og stadig flere havner tilbyr nå bunkring av LNG. *Figur 7* viser DNV GL sin prediksjon om at 23% av all skipstrafikk benytter LNG i 2050.



*Figur 7: Antatt bruk av LNG i shipping i 2050 (DNV GL, 2018)*

Slik som tilgangen er i dag er det noe begrenset hvor i verden man kan bunkre, som kan skape usikkerhet for å investere i nybygg eller ombygging av skip som bruker denne teknologien. Det er likevel mange bunkringsprosjekter på gang, slik vi kan se av *figur 8* nedenfor. Dette kan gjøre skipsredere mer åpne for satsning.



Figur 8: Viser infrastruktur for bunkring av LNG (SEA\LNG, u.d.)

#### 3.5.4 Alternativt drivstoff

Alternative drivstoff for å møte utslippskrav på 0,5 % er eksempelvis flytende petroleumsgass (LPG) og biodrivstoff som metanol. Batteri og naturgassen hydrogen er andre alternativer. Det er mange muligheter og det blir forsket på og utviklet skip som benytter disse alternative drivstoffene.

*LPG* blir utvinnet av våtgassen fra petroleumsfelt. Det består mest av propan og/eller butan. *LPG* regnes som et mer miljøvennlig produkt enn andre flytende oljer (Hofstad, 2019).

*Metanol* er en klar og fargeløs væske som raskt løser seg opp i vann. Metanol kommer fra en naturgass, mens det også kan produseres gjennom biomasser, resirkulert karbondioksid og alt annet som er eller har vært en plante. Under brenning av metanol frigis det mindre SO<sub>x</sub> og NO<sub>x</sub> enn vanlig drivstoff (METHANEX CORPORATION, 2019).

*Batteri* er en kilde som lagrer strømmen den har fått fra ladestasjonene eller strømmen som er produsert om bord. Per nå benyttes det ikke batteri som primær energikilde på skip som reiser over store distanser. Mindre skip som seiler kortere distanser, kan benytte batteri som

primærkilde. I Norge har man hatt en økning av skip som har batteripakker for å ta unna de store energislukene i manøvreringssituasjoner. Dette blir kalt en *hybrid* løsning.

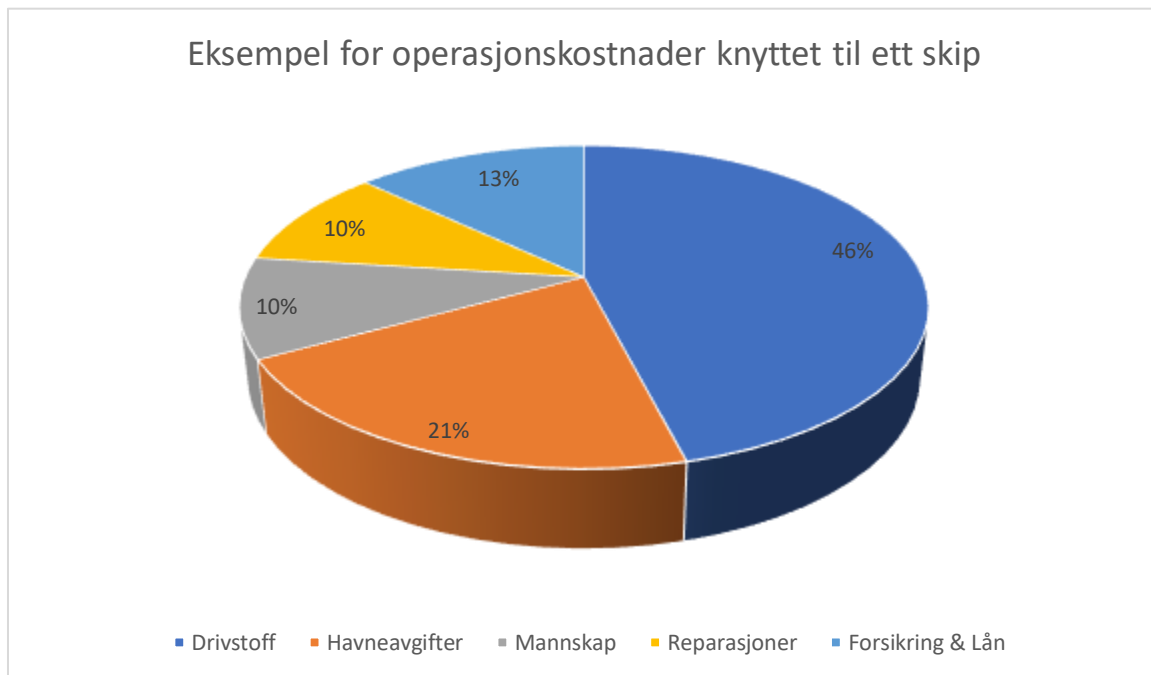
*Hydrogen* er fargeløs og uten lukt og smak. Forbrenningsproduktet av gassen er vann. Det er en veldig energirik gass, og er tre og en halv gang så energirik som bensin per vektenhet (UngEnergi, 2020).

*Ammoniakk* er både giftig og etsende. Bruken av gassen er fremdeles under utvikling, den vil kunne hjelpe til med å redusere klimagasser fra skip. Det vil derimot sette strenge krav til håndtering og lagring på grunn av farene knyttet til gassen. Egenskapene til ammoniakk viser den antenner og brenner dårligere sammenlignet med andre drivstoff (Maritimt Forum Haugalandet og Sunnhordaland, 2020). Produksjon av dagens ammoniakk kommer i hovedsak fra fossile kilder. Dette gir forurensning, og fremover kan man fjerne store deler av utslippene knyttet til produksjonen av ammoniakk. Det gjøres ved å produsere ammoniakk med energi fra fornybare energikilder (Wärtsilä Corporation, 2020).

### 3.5.5 Kostnader og priser knyttet til drivstoff

Kostnader styrer shippingindustrien, som er et globalt og relativt uregulert marked hvor alle nasjoner konkurrerer på lik linje. Marginene mellom lønnsomhet og ulønnsom kan derfor være små. Frem til 01.01.2020 har rederne hatt muligheten til å få billig drivstoff til skipene de drifter. Selv om de har hatt billig drivstoff, så har fremdeles drivstoff vært en relativ høy utgift.

Generelt på operasjonskostnadene knyttet til et skip, vil man se på at drivstoff fremdeles står for i gjennomsnitt 46% av kostnadene til skipet selv om de har brukt billig drivstoff (Fareed, 2017). *Figur 9* nedenfor viser operasjonskostnadene i prosent som er knyttet til ett skip. Dette er eksempeltall for å gi en forståelse over hvor mye som går til drivstoff av de totale kostnadene. Drivstoffkostnadene kan variere fra 30%-50% av de totale utgiftene.

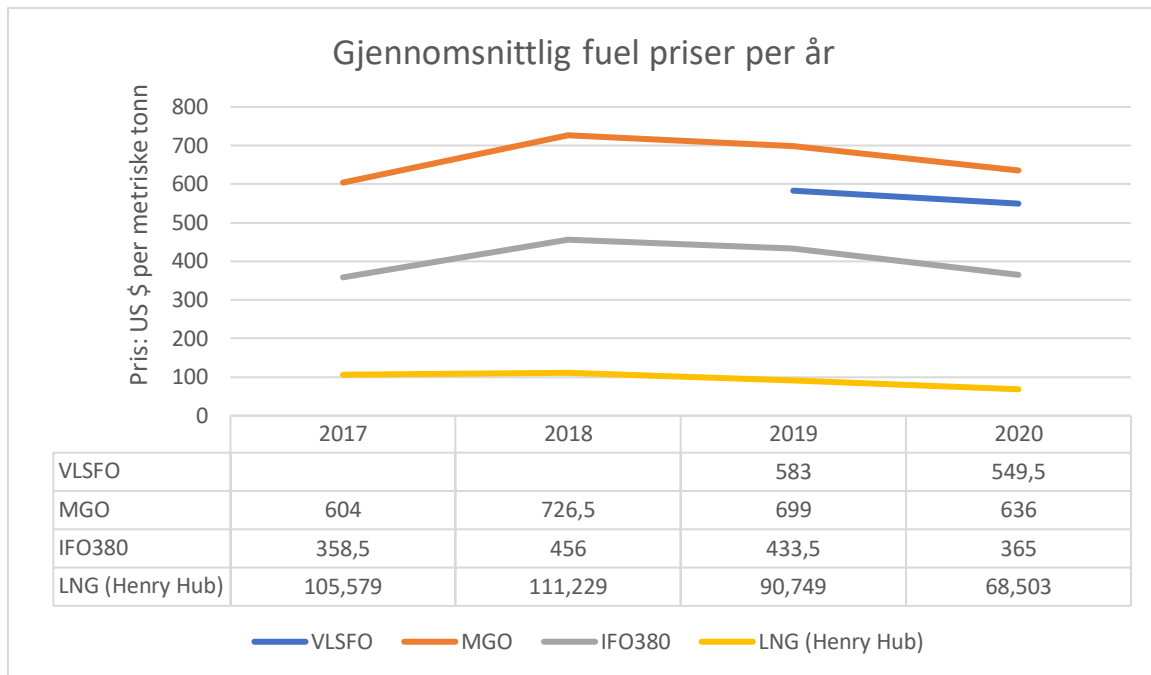


Figur 9: Viser prosentandelen til hver av de forskjellige utgiftspostene (Fareed, 2017)

Alle markedene balanserer mellom tilbud og etterspørsel. Dette var også et tema opp mot de forskjellige typene drivstoff. I 2016 trodde man at tilbud og etterspørsel i markedet rundt HFSO og VLSFO kom til å gå i hver sin retning. Det var antatt at etterspørselen av HFSO globalt kom til å få et betydelig fall. Dermed vil prisen også falle. Det kan forekomme avvik ut fra geografiske lokasjoner, men dette av mindre betydning. Med VLSFO trodde man at etterspørselen kom til å øke betydelig, som igjen kunne føre til en høyere pris. (DNV GL, 2019)

Med markedsprognosene var det antatt at prisene kom til å starte på samme nivå, men få en «V»-spredning hver sin vei ved starten av 2020. Dette vil fremover presse mange rederier til å installere skrubber, dermed minske denne «V»-spredningen, og nå equilibrium. (Kjus & Tveter, 2016)

Etter IMO lanserte IMO 2020-målene i 2016, så har prisene steget, før de har stabilisert seg. Nedenfor i *figur 10* kan man se hvordan prisen har endret seg siden 2017.



Figur 10: Priser for bunker på verdensbasis i US dollar. LNG prisen er oppgitt i \$ per 1000 kubikk, resten er oppgitt i \$ per metriske tonn. Tallene er hentet fra: (Ship & Bunker, 2020) & (Macrotrends LLC, 2020)

Tar man for seg en VLCC, kan det daglige forbruket av bunker være opptil 100 tonn per dag. På figur 9 vil man se at dette utgjør omtrent 46% av den totale daglige kostnaden knyttet til en VLCC. Det utgjør store summer når ett tonn med HSFO er 100 dollar billigere enn ett tonn VLSFO. På grunn av mild vinter og virusutbruddet COVID-19, har prisforskjellen ikke hatt spredningen som først antatt (Euronav NV, u.d.)

## Oljepris

For å produsere drivstoff er raffineriene avhengig av råolje. Råoljen kommer fra oljeprodusentene som pumper den opp fra reservoar i berggrunnen (Lundberg, 2019). Faktorer som bestemmer oljeprisene, er vid. To av de store kreftene som påvirker oljeprisen er tilbud og etterspørsel i lag med markedsstemningen. Trenger flere mer olje, så vil prisen gå opp. Stopper dermed etterspørselen vil prisen gå ned. Det som gjør tilbud og etterspørsel litt mer avansert er fremtidige oljekontrakter. Fremtidige oljekontrakter er en bindende avtale om levering av olje frem i tid. Her er prisen forhåndsbestemt den dagen avtalen ble inngått. Levering vil også skje innen en gitt tidsfrist (Kosakowski, 2020).

En av de største forbrukersegmentene er flybransjen. Et ordinært Boeing 747 bruker omtrent 4 liter per sekund det er i luften. Det er cirka 150 000 liter på en 10 timers flytur. Stor flytrafikk



resulterer i stort forbruk av drivstoff (How Stuff Works, u.d.). Siden COVID-19, har fly blitt satt på bakken grunnet frafall i passasjerer. Dette betyr mindre etterspørsel for drivstoff og forplanter seg til oljeprodusentene. Oljeprisen vil gå ned grunnet mangel på etterspørsel.

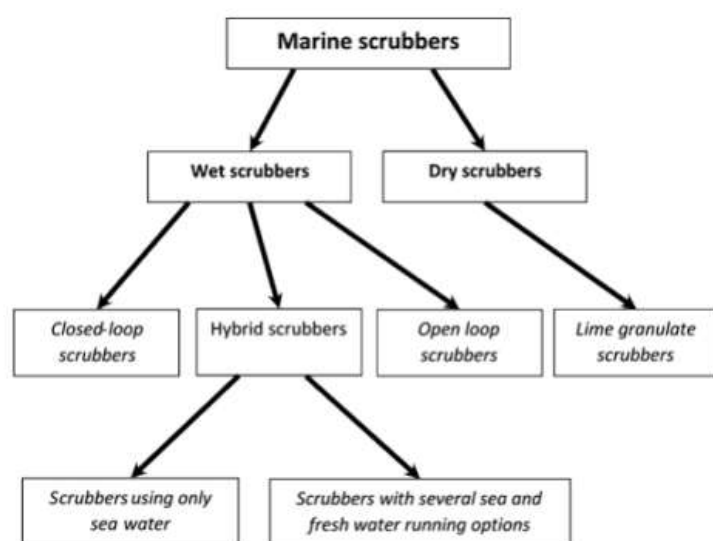
Markedsstemningen omhandler psykologien og spekulasjoner rundt oljeprisen. Verden tror man vil trenge mer olje, på bakgrunn av dette vil oljeprisen øke. Skulle det motsatte forekomme, så vil den falle (Kosakowski, 2020). Mennesker tenker forskjellig, som fører til forskjellige avgjørelser om hva man tror kommer til å skje i markedet.

Den største single påvirkningen for oljeprisen i dag er OPEC. Oljekartellet med sine medlemsland kontrollerer 40% av verdens oljetilbud. Mange kritiserer OPEC for å misbruke makten sin for å kontrollere olje og gasspriser, for å sitte igjen med et høyere overskudd. OPEC på sin side hevder å gjøre det for å sikre en stabil oljepris, som igjen skal sikre økonomi og tilbudet til verdens oljeforbrukere (Kosakowski, 2020).

Et annet element for oljeprisen er de to oljenasjonene, Russland og Saudi Arabia. De kontrollerer en stor del av tilbudssiden (Worldometers, 2020). I april 2020 økte begge landene produksjonen sin og det presset oljeprisen nedover. Samtidig økte USA sin produksjon av skiferolje. Det bidrar til overproduksjon i et allerede overfylt marked.

### 3.5.6 Rengjøringsystem for avgasser (skrubber)

Skrubber eller exhaust gas cleaning systems (EGCS) er brukt for å fjerne farlige partikler fra eksosen. Det er et resultat av forbrenningsmotoren til skip som benytter HFO. Skrubberteknologien fanger opp SO<sub>x</sub> og NO<sub>x</sub>. SO<sub>x</sub> reagerer ved at det mikses med et alkalisk virkestoff. Dette gjør det mulig å fange opp de farlige partiklene. Vist på figur 11, kan man dele



Figur 11: Forskjellige kategorier av skrubbersystem (World Maritime Affairs, 2019)

rengjøringsystemet inn i to deler: vått- og tørt system. De mest brukte skrubberne er «open-loop scrubbers» og «hybrid scrubbers» (DNV GL, 2018).

Etter IMO 2020 kravet ble kjent i 2016, så var antall skip med planlagt eller bestilt skrubbersystem på 400 skip fram til 2018 (Hellenic Shipping News, 2019). I 2018 akselererte ordrene på skip som ønsket et rengjøringsystem. I september 2019 var det en eksplosiv vekst i bestillinger, med omtrent 3000 skip som hadde valgt denne løsningen. Dette er nærmere 15% av de som brukte ordinært marint drivstoff globalt. I mars 2020 ligger tallet på 4 000 skip som enten er operasjonelle eller som har bestilt EGCS.

### 3.5.7 Innstallering av skrubber

Innstallering av en skrubber er en stor økonomisk kostnad, samt det kreves en ombygging av skipet for å få plass. Et eksempel er et containerskip som skal laste cirka 20000 standard kontainere (TEU), og som normalt trenger en motorkraft på omtrent 55-60 megawatt (MW). Til en slik motor tilbyr Alfa Laval en skrubber med disse dimensjonene. *Tabell 2* viser at man må installere en skrubber på 7.7 meter i diameter og en høyde på 14.4 meter, dette tilsvarer 670 kubikkmeter, bare for selve sylindere. Dette er bare en av flere komponenter i et closed-loop skrubber system. Vekten er 86 tonn, som kan påvirke trimmen til et skip og fører til at skipet kan ta tilsvarende mindre last.

*Tabell 2: Dimensjoner av en skrubber fra Alfa Laval (Anon., 2018)*

Engine MW	Diameter m	Length m	Height m	Dry weight tonnes	Operational weight tonnes
4	2.0	3.5	5.6	11	13
8	2.9	4.9	7.2	15	18
12	3.5	5.8	8.1	18	22
16	4.0	6.7	9.0	22	29
20	4.6	7.8	10.0	25	35
24	4.9	8.3	10.4	28	41
32	5.9	10.6	11.6	38	52
55	7.7	13.9	14.4	62	86

### 3.5.8 Mottak av vaskevann og sludge

Nå som IMO 2020 har tredd i kraft vil mange flere benytte seg av skrubber, og det ser ut til at flere havnestater blir strengere på bruk av type skrubber. Dette gjelder spesielt open-loop skrubber, fordi denne sender vaskevannet fra systemet direkte ut i sjøen med sitt innhold av svovelsyre.

Der det brukes closed-loop skrubber vil det bli en akkumulering av avfallsstoffer. Vaskevann fra skrubber går gjennom en rengjøringsprosess hvor vannets avfallsstoffer blir redusert slik at det kan slippes ut eller gjenbrukes. Resten av dette vil være sludge, og oppbevares i en tank frem til man kommer til et anlegg med mottak for slikt. Havner er pliktig til å kunne motta sludge i henhold til MARPOL regulation 17. Hvis de ikke kan ta imot sludge skal de rapportere dette til IMO. Infrastruktur skal med andre ord være på plass.

Alfa Laval bruker et eksempelskip som er en tanker på 115 000 dødvekttonn med 60% seilingstid i ECA-område. På et slikt skip er det estimert at det vil produseres seks tonn sludge på ett år, og et forbruk på 246 tonn natriumhydroksid (NaOH) (Anon., 2018).

### Åpent skrubbersystem

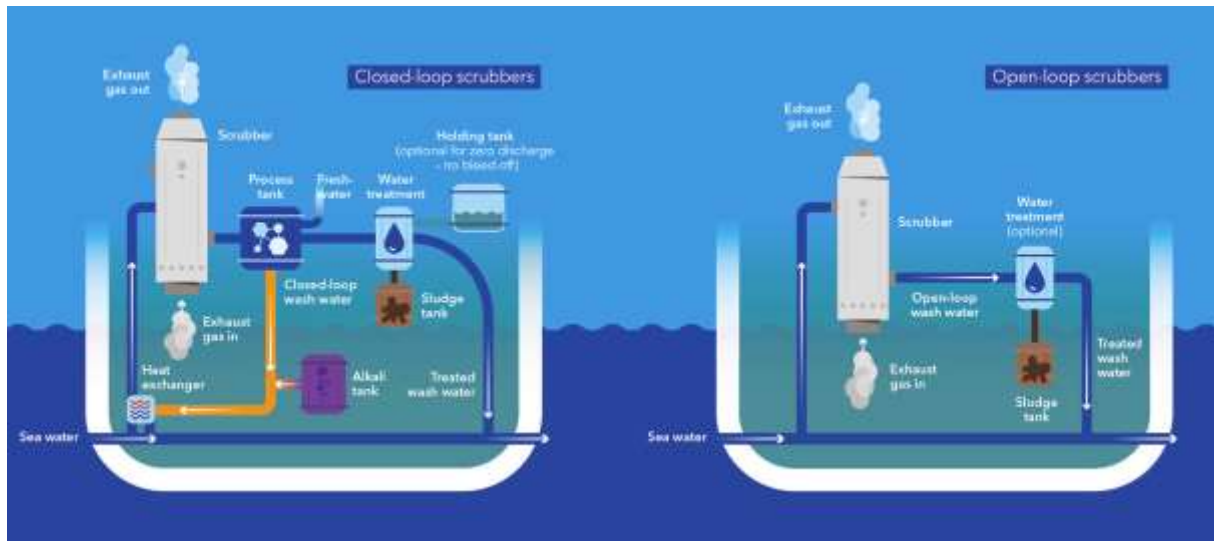
Ved et åpent skrubbersystem benyttes sjøvann som har et naturlig innhold av alkalier, til å vaske ut SO<sub>x</sub>. Det som skjer, er at eksosen blir sett i kontakt med sjøvannet ved å enten spraye det inn i eksosen eller om eksosen er rutet via ett vannbad av sjøvann. Svovelen reagerer ved kontakt med sjøvann som dermed ender opp som sulfater. Vaskevannet blir så behandlet for å fjerne faste stoff og øke pH verdien. De faste stoffene blir lagret om bord til man kommer til land, se *figur 12* for hvordan et åpent skrubbersystem fungerer (United States Environmental Protection Agency, 2011).

For å kunne la resten av vaskevannet pumpes over bord, så må man følge regelverket som er knyttet til ulike typer utslipp til sjø fra skipsfarten som er oppført i MARPOL sitt vedlegg I-V [9] (Rambøll, 2017). Dette systemet er det som er mest brukt av de forskjellige skrubbersystemene, selv om den har begrensninger på seilingsområder. Begrensningene ligger i sjøvannet, lokale lover og forskrifter ved utslipp i sjø.

### Lukket skrubbersystem

I likhet med et åpent skrubbersystem, så har et lukket skrubbersystem den samme måten å fjerne SO<sub>x</sub> på, men her tilsettes det også kaustisk soda i vaskevannet for å oppnå ett høyere nivå av alkalitet i vannet. Et lukket system går i en kontinuerlig lukket krets, hvor sjøvann blir brukt til å kjøle ned vaskevannet som går rundt, se *figur 12*. En «holdingtank» blir ofte brukt i havner og områder hvor det ikke er lov med utslipp i sjø. Det medfører at skipet blir nødt til å ta vare

på restene og slammet fra vaskevannet, for senere å sende det i land ved godkjent deponeringsanlegg. Dette har man ikke mulighet til om man har et åpent skrubbersystem.



Figur 12: Eksempel på åpent og lukket system (DNV GL, 2018)

### Hybrid skrubbersystem

Et hybrid skrubbersystem har mulighet til å operere både som et åpent og lukket system. Det åpne systemet blir brukt til sjøs og skifter ut sjøvannet kontinuerlig. Dette er utenfor områder hvor man ikke har begrensning i utslipp av vaskevann. Når man kommer inn i et område som har begrensninger, benytter man closed-loop ved å kjøre det som et lukket system.

#### 3.5.9 Pris for installasjon av skrubber

Det er 4 000 av rundt 60 000 kommersielle skip som enten har bestilt eller installert skrubber per mars 2020. Omtrent 6-7% av verdensflåten har valgt dette. Prisene på en skrubber inkludert installering og selve materiellet kan variere alt i fra ca. 2 millioner til 6 millioner dollar, avhengig av størrelse, hvilken type og alder på skip.

Inntjeningen ved bruk av skrubber kommer på sikt, og må vurderes for det individuelle skip (Smith & Jaffe, 2019). På en typisk VLCC vil inntjeningen for installasjonen av skrubber kunne være følgende, som vist i *tabell 3* under. Her tar man utgangspunkt i kostnadsspredningen mellom lavsvoveldrivstoff (LSFO) og høysvoveldrivstoff (HSFO) (Mackenzie, 2019). Denne modellen viser at man kan tjene inn installasjonen på under ett år, dersom markedet tilsvarer en differanse på \$350 per metriske tonn. Videre ser man at på mindre enn ett og et halvt år vil det være ned på \$200, og dersom man ser på en mer langsiktig inntjening avhengig av markedet,

så vil man på 2-3år fortsatt kunne tjene inn dersom det skulle falle ned på \$87 per metriske tonn (ibid.).

Tabell 3: Her kan man se antatte kostnader per år ved å installere skrubber. Kostnadene tar for seg differansen mellom LSFO og HFO (Mackenzie, 2019).

Tid	Kostnadsspredning (per metriske tonn)
< 1 år	\$350
< 1 ½ år	\$200
< 3 år	\$87

Skipene vil fortsatt kunne gå på HSFO, som vil være billigere enn LSFO. Det vil veie opp for den store kostnaden i selve skrubberen og innstalleringen av den (Smith & Jaffe, 2019).

## 4. Drøfting

Vi vil i denne delen drøfte innhentet informasjon og se de ulike faktorene både hver for seg, men også sammen for å få et helhetsbilde av problemene og mulighetene man har rundt IMO 2020. Siden vi nå er i starten av 2020 har vi fått sett litt hvordan det har utartet de første månedene dette året. Drøftingen vil ta for seg dagens tilstand, men også de økonomiske mulighetene til rederiene i fremtiden.

### 4.1 Problemstilling I

I første problemstilling deler vi opp drøftingen ved å gå gjennom hver del som påvirker de tre hovedalternativene. Videre vil vi diskutere fordelene og ulempene.

Grunnlaget for valget av tiltak må være nøye gjennomtenkt, siden kostnader i shipping er høye med små marginer. Kalkyler rederiene foretar seg, er mer komplekse enn som så.

Inn i regnestykket har vi følgende faktorer:

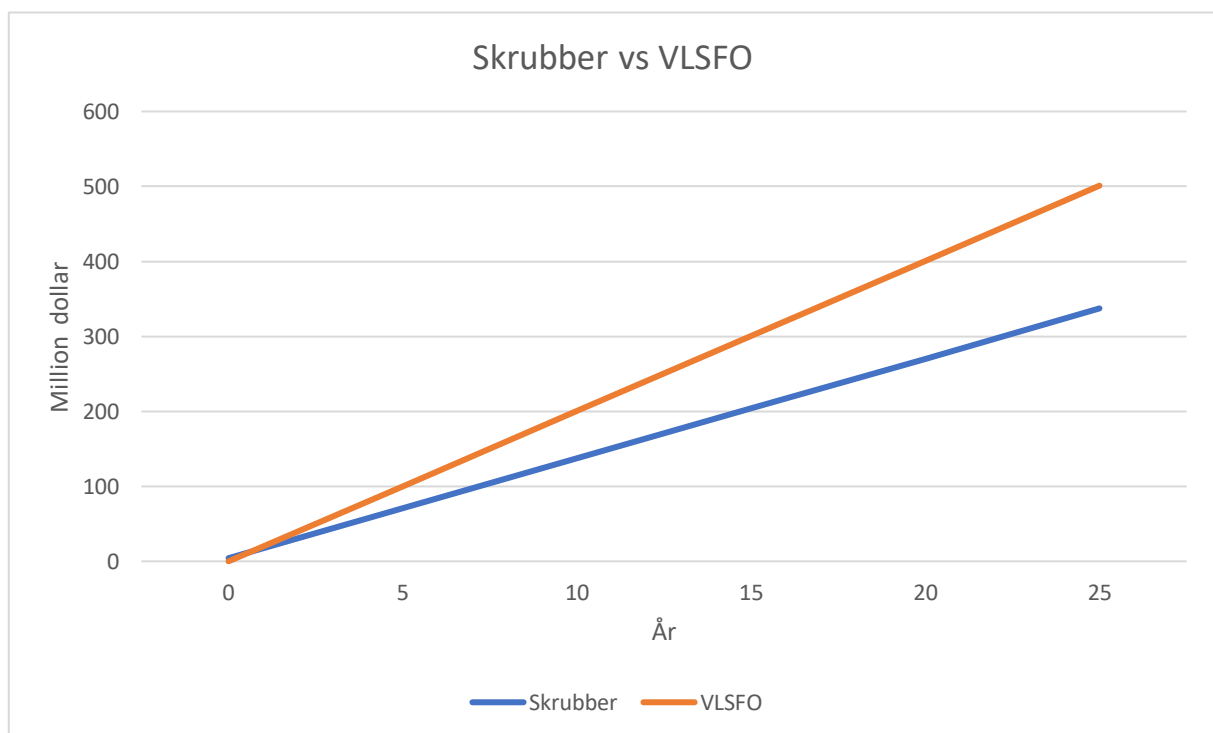
- Miljøpolitikk
- Levetid
- Alternative drivstoff
- Skrubberinstallasjon
- Kostnader
- Fremtid

Miljøpolitikken gjennom IMO setter standarder for utslippsbegrensninger til sjøs. De viser tilbake på rapporter der det står beskrevet helseplager grunnet økt skipstrafikk gjennom tidene. Det har ikke tidligere vært restriksjoner på bunker før IMO lanserte tiltak. Gradvis har man senket svovelgrensen. Før restriksjonene har økonomi gått fremfor helse, ved å benytte høy-svoveldrivstoff som skaper luftveisirritasjon. Dette gjelder spesielt de som er i sårbare grupper for luftveisproblem, eksempelvis astmatikere. Ved tiltakene IMO 2020 har satt i gang vil man redusere premature dødsfall. Miljøpolitikken som føres har som formål å redusere dette.

Hvordan det blir videre med ytterligere begrensninger fra miljøpolitikken er ikke noe vi vet per i dag. Det vi vet er at fremover mot 2050, så ønsker IMO å kutte utslipp med minst 50%

sammenlignet med utslippene i 2008. Det å velge grønnest mulig, er noe som kan lønne seg om man skal bygge skip fremover.

Levetiden til et skip er også med på å avgjøre hva slags valg som lønner seg for den resterende levetiden til skipet. Den generelle levetiden til et skip ligger på rundt 25-30 år, og som vist på *figur 13* vil man kunne spare inn installasjonskostnadene på cirka 8 måneder. Differansen på høgsvovel- og lavsvoveldrivstoff er omtrent \$185 per metrisk tonn. En VLCC bruker cirka 100 tonn per dag. Prisdifferansen blir på \$18 500 per dag, og tilsvarer 6,75 millioner dollar på ett år. Omregnet til NOK blir dette 67,5 millioner som kan spares per år ved å velge HFO fremfor VLSFO. Ved en installasjonspris på mellom 2 til 6 millioner dollar, vil skrubberinstallasjonen være tjent inn på få år. Regner man med at skipene vil ha en levetid på rundt 25 år, så vil man ha en kostnadsbesparelse på rundt 165 millioner dollar ved en prisdifferanse på \$185 per metrisk tonn.



Figur 13: Viser prisforskjellen mellom skrubber v/IFO380 og VLSFO i løpet av 25 år. Tallene er hentet fra figur 10

På den andre siden, så har rundt 4 000 av 60 000 skip valgt å gå for skrubber. De resterende rederiene som velger lavsvoveldrivstoff, vil trolig kunne oppleve en markant prisstigning på VLSFO. Dette på bakgrunn av at etterspørselen øker betydelig på skip som benytter lavsvoveldrivstoff.

I rapporten til Kjus var det beskrevet at markedet kom til å få en «V»-spredning på bunkersprisene. Det vil avta etter hvert som rederiene har utført tiltakene for IMO 2020. Det ser ut til å stemme, «V»-spredningen har allerede blitt påvirket av oljeprisen negativt. Dette gjør at «V»-spredningen ikke lenger øker, men samler seg. Prisen har stabilisert seg på under \$100.

En pådriver som er satt av myndighetene for å redusere utslipp er ECA-områder. ECA-områdene har enda strengere krav enn den globale 0,5%-grensen. Dette viser seg å ha direkte effekt, ved å kreve lavutslipp om skipet skal gå inn i et ECA-område. Ved hjelp av myndighetene er det få eller ingen andre utveier enn å holde seg innenfor de forskjellige grensene.

Blant de forskjellige alternativene som gir muligheten til redusert utslipp så har vi MGO. Dette drivstoffet blir ofte brukt mye av de mindre- og mellomstore fartøyene langs kysten. Dette gir flere fordeler. Første fordel er at man slipper et EGCS, og dermed trenger ikke man å foreta en eventuell ombygging av skipet for å få plass til EGCS. Den andre fordel er tilgjengeligheten av MGO, som er godt utbredt og man slipper da problemet med mangel ved bunkringshavn. På den andre siden så vil tungoljen være relativt dyrere per tonn. Vi anser at rederiene ser på MGO som et trygt alternativ, fordi denne er utprøvd i flere år og viser seg som et pålitelig drivstoff. Dette vil da være et sikkert valg for rederiene, men vil gi en svakere bunnlinje over tid.

Tungolje er noe som fremdeles er attraktivt for mange, men etter IMO 2020 trådte i kraft vil mange rederier vurdere alternativene. På bakgrunn av grensen på 0,5 % er man avhengig av EGCS dersom man benytter tungolje. Installasjon av EGCS gjør at kostnadene kan innspares i løpet av få år. Det vil også gjøre det mulig å benytte høysvoveldrivstoff, som er et billigere alternativ enn lavsvoveldrivstoff. På den annen side vil EGCS kreve plass for installering. Dette er ikke alle skip som har. Dermed vil de måtte gå for lavsvoveldrivstoff, dersom de ikke har mulighet til ombygging av skip for å få plass.

En ulempe med tungolje er at det krever rutiner, blant annet med oppvarming og rengjøring. Siden det har blitt brukt i flere år, så er det på plass rutiner for å levere avfall på land. Dette gir sikkerhet for de som benytter tungoljen, og man slipper å måtte uroe seg for det når man ankommer havner. Det negative med tungoljen er at den krever oppvarming for å flyte i rørene,



men også for oppbevaring. Varmeapparatene om bord krever vedlikehold og jevnlig oppfølging idet man skal laste, lagre og benytte tungolje som drivstoff. Ved vedlikehold kommer kostnader. Så selv om tungoljen er billigere i seg selv, så kommer andre kostnader knyttet til EGCS og «heaters».

Et alternativ som er brukt sammen med Tungolje er IFO. Her må man også installere EGCS. Fordelene og ulempene er til dels det samme som med tungolje. Det er litt forskjellig viskositet, men dette ser vi ikke på som et eget drivstoff.

Ved bruk av tungolje, så står rederen i hovedsak ovenfor tre ulike skrubberstiler. Dersom rederen velger å gå for skrubber, kan det gi utrykk for at de ønsker mest mulig inntjening over tid. Det billigste alternativet blir Open-loop system som skyller det rett i havet. Uten et skrubbersystem vil avgassene gå rett ut i atmosfæren. Ved å benytte et open-loop system vil man i bunn og grunn bare flytte utslippene fra luft til sjø. Det gir bedre luftkvalitet øyeblikkelig, men skadene flyttes til et annet økosystem. Man har muligheten til å sette inn ett «treatment system», men det er ikke alle som gjør. Både system og levering er kostbart. Det å flytte problemet fra luft til sjø er bare en måte å skyve problemet vekk fra seg. Dette hjelper i all hovedsak de med luftveisproblemer, og kan hjelpe til å redusere premature dødsfall for de som har underliggende sykdommer som astma, kols o.l. Dette vil over tid være i sjøen, der vi mennesker får mye av maten vår fra. Langtidseffekten av dette er det ingen som vet noe om. Dette er noe vi tror man vil se på fremover.

Skulle skipene som installerer et EGCS velge en hybrid eller lukket løsning, så vil dette gi mye mer effekt opp mot miljøet enn et åpent system. Et lukket system vil kreve mer vedlikehold, men vil også redusere utslippet i skyllevannet fra skrubbersystemet. Det systemet som er lukket har muligheten til å sende skyllevannet i en «holdingtank» eller det kan skylle ut vann som er behandlet. Dette vil være et mer fremtidsrettet tiltak. Vi ser at IMO blir strengere, men det er også havner i Europa som ikke ønsker å ha skip med åpent skrubbersystem inn i havnen. Et hybrid/lukket system tar høyde for dette. Dette kan øke populariteten av EGCS fremover. Vi ser også at dette kan være med å redusere etterspørselen etter lavsvoveldrivstoff, som vil medføre at høysvoveldrivstoff og EGCS får en jevnere kostnad totalt sett. Ulempene med EGCS er at det har høye installasjonskostnader og er store enheter som tar mye plass om bord i skipet. Det vil lønne seg over tid, men fremdeles høy kostnad for et skip som ikke har så god inntjening fra før av.

Hybridoljen har blitt lansert på bakgrunn av IMO 2020, og dette er et godt produkt for markedet. Skip med tungolje som har få år igjen på markedet risikerer skroting som følge av kravet om EGCS. Skip som går på hybridolje får kraftig redusert svovelutslippet sitt kontra tungoljen, uten å måtte installere ett EGCS. Her tror vi det ligger store potensialer for skip som alternativt var planlagt skrotet i nærmeste fremtid. Prisen ligger noe høyere enn vanlig tungolje. Et annet problem med valg av hybridolje er at det fortsatt ikke er veldig utbredt tilgjengelighet av ULSFO/VLSFO i alle verdens havner. Dette er problematisk for den globale flåten, som opererer rundt om i hele verden. Hybridoljen har ikke vært lenge på markedet, så tror vi kvaliteten på denne oljen vil variere. Dermed kan det være en økt risiko å bunkre fra ulike verdensdeler.

Det siste alternativet vi har sett på er LNG, som slipper ut mindre farlig gasser enn de andre alternativene. Dersom man kun ser på miljøaspektet så er LNG en av de beste alternativene per i dag. Vi vet at IMO har ønske om å kutte utslippene med 50%, og for å nå dette målet trengs det mye mer LNG-skip enn det som er i dag. Dermed vil det være en fordel å velge LNG på nybygg fremfor andre alternativer. Vi forstår at redere som i dag skal velge om de skal gå for et LNG-skip eller et ordinært skip med olje ikke har et lett valg. LNG-bunkringsmulighetene er mye mindre utbredt enn oljebasert drivstoff. Skulle man velge LNG, må man vite hvor skipet skal operere for å eliminere problemet med bunkringsmuligheter. Vi vet at det er oppe til diskusjon flere plasser om det skal bygges eller ikke.

Man kan også se andre muligheter når det kommer til bunkers. Inntrykket vårt er at ammoniakk, batteri, hydrogen og LPG ikke kan stå som et generelt alternativ for de globale rederiene. Mange av produktene er fremdeles i utprøvningsfasen hvor de blir overvåket, men de vil være begrenset slik de ikke kan konkurrere med de allerede sikre produktene som HFO, LNG og lignende.

På den andre siden så vil vi ikke utelukke dem, siden de kan være gode alternativer til grønnere bunkers enn vi har i dag. Fremover mot 2050 kan dette være en bidragsyter for å gjøre skipsfarten grønnere. Vi ser at LNG-utbyggingen går sakte fremover. Viser det seg at ammoniakk og hydrogen er alternativer med gode løsninger, så trengs det massive investeringer av anlegg som leverer dette. Det vil kreve en mer aggressiv utbygging av bunkersanlegg. Med den miljøpolitikken som føres, ser utsiktene for disse alternativene lysere ut i den forstand at

verden søker grønnere muligheter. Dermed kan ammoniakk og hydrogen føres frem som to aktuelle drivstoffkilder.

#### 4.2 Problemstilling II

Den andre problemstillingen omhandlet hvordan de innførte kravene om IMO 2020 kom til å bli kontrollert av havnestaten. Kontroll av dette blir i all hovedsak gjort av flaggstaten selv. Vi har sett på hvordan det gjøres i Norge, hvor myndigheten ligger hos Sjøfartsdirektoratet. De har løst dette med en rekke tiltak. Ved å ha inngått samarbeid med Kystverket, Kystvakten, Paris MOU og EMSA vil overgangen til IMO 2020 foregå på en mer oversiktlig og effektiv måte.

I begynnelsen av 2012 ble svovelgrensen globalt senket til 3,5%. Den ble ytterligere strammet inn i 2014 til 0,1%, men den ble bare benyttet mens fartøy lå fortøyd eller til anker i Europa. Forståelig nok var dette sett på som svært krevende å følge opp, og svovelsyndere på denne tiden var en gråsoner som er vanskelig å sette lys på. På denne tiden ble dokumentkontroll anvendt for å overholde en viss kontroll over utslippene. Med årene som gikk, fulgte strengere krav om inspeksjoner og oppfølging. Dette gjorde at Sjøfartsdirektoratet måtte jobbe med å gjøre prosessen mer oversiktlig, skånsom og effektiv.

Selv om denne løsningen tok tid, viste det seg å være lønnsomt og mer effektivt å inngå et slikt samarbeid med flere parter. Portable analyseverktøy og droner med svovelsniffere står sentralt i den nye fremgangsmåten ved inspeksjoner. Med dette kan de reise rundt på fartøy i regi av en havnestatskontroll, og man kan foreta en enkel prøve gjort av for eksempel en svovelpistol som viser en nøyaktighet på  $\pm 0,02\%$ . En buffer på grensene blir på samme måte lagt til, henholdsvis til 0,53% og 0,13% (SECA). På de mer åpne farvann vil dronene med svovelsniffere bli brukt. Disse posisjonerer seg selv bak fartøyene og søker etter eksos fra skorsteinene, og kan på den måten undersøke om det er overskridende verdier og om fartøyet seiler under godkjente krav i henhold til IMO 2020.

Gode løsninger og sterkt samarbeid gir fremdeles ikke en fullstendig oversikt over alle fartøy som seiler inn og ut av ECA/SECA. Av den grunn kan man tenke seg scenarioer der fartøy klarer å komme rundt systemet og seile videre uten å skifte drivstoff ved kryssing av disse gitte farvannene med restriksjoner. Så langt har ikke Sjøfartsdirektoratet møtt på slike brudd i norske farvann, men utover vår forskning og i tiden fremover kan det tenkes at slike tilfeller *kan* og eventuelt *vil* oppstå.

Forfalskninger av *Bunker Delivery Notes* (BDN) har heller ikke blitt møtt på av Sjøfartsdirektoratet, noe som vi så på som et mulig tilfelle. Dette på bakgrunn av hva andre flaggstater har møtt på som et problem. Sjøfartsdirektoratet har etter sine erfaringer bare hatt BDN med godkjent svovelinnhold, der det samtidig stemmer med svovelanalysen de har foretatt ved inspeksjoner på fartøy. Med disse samlede erfaringene, vil vi tro mesteparten seiler innenfor regelverket.

I 2020 vil Sjøfartsdirektoratet foreta 550 kontroller på fartøy som anløper norske havner (inkludert Svalbard), basert på andelen som er tildelt fra Paris MOU og EMSA. Dette vil inkludere både rene dokumentkontroller (350 stk.) og dokumentkontroll med analyser (200 stk.). Kystverket vil på sin side overvåke et visst antall fartøy langs kysten. På denne måten får Sjøfartsdirektoratet konsentrere seg om de rette fartøyene, i den forstand luke vekk en mengde fartøy som gir inspektørene deres muligheten for et bedre grunnlag til å foreta aktuelle inspeksjoner. Hovedmetoden for oppfølging av svovलगrensen etter IMO 2020 er i all hovedsak med dokumentkontroll, svovelpistol og drone med svovelsniffer. Sammenlignet med metodene de anvendte i 2012 til nå i 2020, ser det ut til å være en positiv framgang der effektivitet og oversiktighet står sentralt i fokus.

Et godt motiv for de aller fleste fartøy og rederi for å følge disse kravene er penger. Ved overskridelse av kravene følger det en rekke problemer for ikke bare fartøyet, men også rederiet. Alt etter hvor grove bruddene er, sammenstilt med motivet for bruddet, kan man i verste fall møte på store overtredelsesgebyr. Gebyrene kan variere alt fra 300 000 til 1 500 000 NOK, dette vil juristene vurdere og avgjøre. Ved slike summer vil det i det lange løp lønne seg å rigge fartøyet etter de nye kravene som trådte i kraft januar 2020.

## 5. Konklusjon

### 5.1 Alternativene av drivstoff

Ved å sammenligne de ulike fordelene og ulempene, så kan vi med de tallene vi har innhentet konkludere følgende. Det å installere et EGCS vil gi best avkastning til rederen om skipet skal driftes i mer enn ett år etter installasjonen. Det vil derimot ikke gi en mer miljøvennlig skipsfart globalt, siden man fremdeles benytter tungolje for fremdrift. Men dersom man velger å benytte en «holdingtank» så vil man kunne levere dette på land. Dette vil resultere i mindre forurensing til sjø og luft samtidig. Fremover vil det komme enda strengere begrensninger knyttet til utslipp fra skip. LNG er per i dag det grønneste alternativet til den globale flåten, og etterspørselen er på vei opp. Vi ser at utbygging av bunkringsalternativer utvides, men fremdeles ikke i en stor nok grad.

Sett fra et realistisk ståsted, har gruppen også fokusert på uttalelsene fra IMO om et fremtidig nullutslippskrav som kan se lys fra og med 2050. I den forbindelse kan de omtalte og revolusjonerende ammoniakk og hydrogen som fremdrift i skip være svært aktuelle i den sammenheng. Dermed kan det være både taktisk og kostnadseffektivt å rette flåten mot en slik løsning, da vi vet med stor sikkerhet at et nullutslippskrav vil komme med tiden. Spørsmålet er bare *når* dette vil begynne å realiseres.

### 5.2 Oppfølging av kravene

Sjøfartsdirektoratet har løst dette på en forsvarlig, effektiv og god måte. Svovel har vært et tema i flere år, og et inspeksjonsregime har blitt iverksatt med tiden. Sett lenger frem i tid, mot enda strengere krav enn IMO 2020, vil nybygg og ombygginger være aktuelle løsninger mot et fremtidig nullutslipp. Ved slik ombygging og nybygg med fokus på nullutslipp vil nødvendigheten av overvåkning av svovelutslipp fra fartøy bli redusert, siden flåten ikke vil benytte svovel i like stor grad.

Ved hjelp av droner, portable analyseverktøy og det tette samarbeidet Sjøfartsdirektoratet har med Paris MOU, vil dette effektivisere oppfølgingen av kravene enn foruten samarbeidet. Databasen i EMSA står sentralt, da den inneholder rapporteringer fra de forskjellige medlemslandene som Sjøfartsdirektoratet benytter. Det gir en god oversikt over skipene som anløper innenfor Paris MOU sine medlemsland.

Gruppen ser derimot at det kan være andre problemstillinger knyttet til utslipp fra skip. Sjøfartsdirektoratet må dermed være omstillingsdyktig i sitt arbeid mot strengere krav som kommer. I perioden frem til nå har beslutningene som har blitt tatt og inspeksjonsregimet som er bygd opp gjort systemet tilstrekkelig og fullkommet i henhold til overvåking, samt behandling av svovelutslipp basert på våre vurderinger og funn i rapporten. Sjøfartsdirektoratet holder med dette kontroll over skipstrafikken som ferdes mellom medlemslandene innen Paris MOU.

## Referanser

A K Waugh, u.d. <https://akwaugh.com/index.php/about-us-2/>. [Internett]

Available at: <https://akwaugh.com/index.php/important-information/information-for-storage-tank-manufacturers-fuel-oil-information/>

[Funnet 01 April 2020].

Andersen, G., 2019. *Nasjonal Digital Læringsarena*. [Internett]

Available at:

<https://ndla.no/nb/subjects/subject:19/topic:1:195989/topic:1:195829/resource:1:56937>

[Funnet 19 Februar 2020].

Andersen, G., 2020. *Store Norske Leksikon*. [Internett]

Available at: [https://snl.no/sur\\_nedb%C3%B8r](https://snl.no/sur_nedb%C3%B8r)

[Funnet 20 Mars 2020].

Anon., 2017. *Queensland Government*. [Internett]

Available at: <https://www.qld.gov.au/environment/pollution/monitoring/air/air-pollution/pollutants/sulfur-dioxide>

[Funnet 16 april 2020].

Anon., 2018. *Alfa Laval*. [Internett]

Available at:

<http://www.dieselduck.info/machine/06%20safety/2018%20Alfa%20Laval%20PureSOx%20Scrubber.pdf>

[Funnet 02 April 2020].

Anon., 2019. *Wikipedia*. [Internett]

Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Emission\\_Control\\_Area#cite\\_note-IMO\\_new\\_rules-1](https://en.wikipedia.org/wiki/Emission_Control_Area#cite_note-IMO_new_rules-1)

[Funnet 15 Februar 2020].

Anon., 2020. *IMO*. [Internett]

Available at: <http://www.imo.org/en/mediacentre/hottopics/pages/sulphur-2020.aspx>

[Funnet 10 Februar 2020].

Barents NaturGass, u.d. *Barents NaturGass*. [Internett]

Available at: <https://barentsnaturgass.no/naturgass/>

[Funnet 02 Februar 2020].

Bergens Tidene, 2001. *Bergens Tidene*. [Internett]

Available at: <https://www.bt.no/nyheter/innenriks/i/d4PJX/norsk-skipskontrollpaa-jumboplass>

[Funnet 02 Mai 2020].

DNV GL, 2014. Teknisk vurdering av skip og av infrastruktur for forsyning av drivstoff til skip. I: OSLO: DNV-GL, p. 12.

DNV GL, 2015. Notice for low-sulphur, "hybrid" fuel operation. I: Germany: DNV-GL, pp. 1-2.

DNV GL, 2017. *Shippingforum*. [Internett]

Available at:

<http://shippingforum.custompublish.com/getfile.php/3761000.2005.rswbeuyspv/Shippingforum+medlemsm%C3%B8te+torsdag+9.+februar+Geir+Dugstad.pdf>

[Funnet 09 Mars 2020].

DNV GL, 2018. <https://www.dnvgl.com/about/maritime/index.html>. [Internett]

Available at: <https://www.dnvgl.com/expert-story/maritime-impact/Scrubbers-at-a-glance.html>

[Funnet 23 April 2020].

DNV GL, 2018. *Maritime Forecast to 2050*, s.l.: DNV GL.

DNV GL, 2018. *Scrubbers at a glance*. [Internett]

Available at: <https://www.dnvgl.com/expert-story/maritime-impact/Scrubbers-at-a-glance.html>

[Funnet 03 Februar 2020].

DNV GL, 2019. *Assessment of selected alternative fuel and technologies*, Høvik / Hamburg:

DNV GL Maritime.

DNV GL, u.d. *DNV GL*. [Internett]

Available at: [www.dnvgl.com/maritime/global-sulphur-cap/index.html](http://www.dnvgl.com/maritime/global-sulphur-cap/index.html)

[Funnet 15 Februar 2020].

Dr. Pierre C. Sames (GL), M. N. B. C. (. & M. M. L. A. (., 2011. *Costs and Benefits of LNG as ship fuel for container vessels*, Copenhagen: GL & MAN Diesel & Turbo .

EGCSA, u.d. <https://www.egcsa.com/contact/>. [Internett]

Available at: <https://www.egcsa.com/technical-reference/what-are-the-effects-of-sulphur-oxides-on-human-health-and-ecosystems/>

[Funnet 10 April 2020].



Euronav NV, u.d. <https://www.euronav.com/careers/about/>. [Internett]  
Available at: <https://www.euronav.com/media/1157/eco-ships-not-worth-investing-in.pdf>  
[Funnet 05 Mai 2020].

European Maritime Safety Agency, u.d. <http://www.emsa.europa.eu/about.html>. [Internett]  
Available at: <http://www.emsa.europa.eu/about.html>  
[Funnet 03 Mai 2020].

Fangen, K., 2015. *Etikkom.no*. [Internett]  
Available at: <https://www.etikkom.no/FBIB/Introduksjon/Metoder-og-tilnarminger/Kvalitativ-metode>  
[Funnet 21 Februar 2020].

Fareed, Z., 2017. <https://about.linkedin.com/>. [Internett]  
Available at: <https://www.linkedin.com/pulse/conventional-analysis-ship-operating-cost-zeeshan-fareed-mni/>  
[Funnet 29 Mars 2020].

FN-Sambandet, u.d. <https://www.fn.no/om-oss>. [Internett]  
Available at: <https://www.fn.no/Om-FN/FNs-organisasjoner-fond-og-programmer/Den-internasjonale-sjoefartsorganisasjonen-IMO>  
[Funnet 20 Januar 2020].

Grønmo, S., 2020. *Store Norske Leksikon*. [Internett]  
Available at: [https://snl.no/kvalitativ\\_metode](https://snl.no/kvalitativ_metode)  
[Funnet 18 Februar 2020].

Hanssen, H., 2019. <https://www.slideshare.net/about>. [Internett]  
Available at: <https://www.slideshare.net/HalvorHanssen/f35-imo-lover-og-regler-133522617>  
[Funnet 16 Mars 2020].

Hellenic Shipping News Worldwide, 2020. <https://www.hellenicshippingnews.com/contact/>. [Internett]  
Available at: <https://www.hellenicshippingnews.com/recaap-nine-piracy-and-armed-robbery-incidents-in-asia-during-april/>  
[Funnet 26 Mai 2020].

Hellenic Shipping News, 2019. <https://www.hellenicshippingnews.com/contact/>. [Internett]  
Available at: <https://www.hellenicshippingnews.com/imo-2020-is-about-to-get-real/>  
[Funnet 25 Mars 2020].

Hellstrøm, K. C., 2017. *Weathering properties and toxicity of marine fuel oils*, Trondheim: SINTEF.

Hofstad, K., 2019. *Store norske leksikon*. [Internett]

Available at: <https://snl.no/LPG>

[Funnet 02 Februar 2020].

How Stuff Works, u.d. <https://www.howstuffworks.com/about-hsw.htm>. [Internett]

Available at: <https://science.howstuffworks.com/transport/flight/modern/question192.htm>

[Funnet 21 April 2020].

IMO, 2019. <http://www.imo.org/en/About/Pages/Default.aspx>. [Internett]

Available at:

<http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/GHG/Documents/2020%20sulphur%20limit%20FAQ%202019.pdf>

[Funnet 15 Februar 2020].

IMO, 2019. *Marpol Annex IV*. [Internett]

Available at:

<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/Documents/Resolution%20MEPC.320%2874%29.pdf>

[Funnet 03 Mars 2020].

IMO, 2020. <http://www.imo.org/en/About/Pages/Default.aspx>. [Internett]

Available at: <http://www.imo.org/en/About/Membership/Pages/MemberStates.aspx>

[Funnet 16 Mars 2020].

IMO, 2020. *IMO.ORG*. [Internett]

Available at: <http://www.imo.org/en/mediacentre/hottopics/pages/sulphur-2020.aspx>

[Funnet 27 Februar 2020].

IMO, 2020. [www.imo.org/en/About/Pages/Default.aspx](http://www.imo.org/en/About/Pages/Default.aspx). [Internett]

Available at: [www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/03-1-March-carriage-ban-.aspx](http://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/03-1-March-carriage-ban-.aspx)

[Funnet 30 April 2020].

IMO, u.d. *International Maritime Organization*. [Internett]

Available at:

[http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx)

[Funnet 20 Januar 2020].

International Chamber of Shipping, u.d. *ICS*. [Internett]

Available at: <https://www.ics-shipping.org/docs/default-source/Sulphur-ECA-compliance/uk->

[mca-sulphur-regulation-pamphlet.pdf?sfvrsn=6](#)

[Funnet 09 Mars 2020].

Jacobsen, D. I., u.d.. <https://www.uio.no/om/>. [Internett]

Available at:

<https://www.uio.no/studier/emner/jus/afin/FINF4002/v12/Metode.kval.intervjuer.pdf>

[Funnet 26 Februar 2020].

Kastl, A. ., S. G., 2017. *Sciencedirect*. [Internett]

Available at: <https://www.sciencedirect.com/topics/chemical-engineering/sulfur-dioxide>

[Funnet 03 Mars 2020].

Kjus, T. & Tvetter, K., 2016. *How The IMO is Not Making Shipping Great Again*, Oslo: DNB Markets.

Kosakowski, P., 2020. <https://www.investopedia.com/about-us>. [Internett]

Available at: <https://www.investopedia.com/articles/economics/08/determining-oil-prices.asp>

[Funnet 21 April 2020].

Kurnia, B., 2019. <https://slideplayer.com/support/project/>. [Internett]

Available at: <https://slideplayer.com/slide/14558894/>

[Funnet 01 Mai 2020].

Kvale, A. N., 2020. <https://e24.no/informasjon/om-oss>. [Internett]

Available at: <https://e24.no/boers-og-finans/i/vQ7MAm/markant-ratehopp-i-tankmarkedet-utrolige-nivaaer>

[Funnet 22 April 2020].

Lovdata, 2011. *Lovdata*. [Internett]

Available at: [https://lovdata.no/static/LTI/sf-20161123-1362-07-](https://lovdata.no/static/LTI/sf-20161123-1362-07-01.pdf?timestamp=1479995502000)

[01.pdf?timestamp=1479995502000](https://lovdata.no/static/LTI/sf-20161123-1362-07-01.pdf?timestamp=1479995502000)

[Funnet 28 Februar 2020].

Lundberg, N. H., 2019. [https://meta.snl.no/Om\\_Store\\_norske\\_leksikon](https://meta.snl.no/Om_Store_norske_leksikon). [Internett]

Available at: <https://snl.no/r%C3%A5olje>

[Funnet 21 April 2020].

Mabanaft GmbH & Co. KG, 2015. <https://www.mabanaft.com/en/content-provider.html>.

[Internett]

Available at: <https://www.mabanaft.com/en/news-info/glossary/details/term/heavy-fuel-oil-hfo.html>

[Funnet 01 April 2020].

Mackenzie, W., 2019. *Hellenics Shipping News*. [Internett]  
Available at: <https://www.hellenicshippingnews.com/lng-for-2020-imo-sulfur-limits-and-the-lng-alternative/>  
[Funnet 10 April 2020].

Macrotrends LLC, 2020. *info@macrotrends.net*. [Internett]  
Available at: <https://www.macrotrends.net/2478/natural-gas-prices-historical-chart>  
[Funnet 29 Mars 2020].

Maritimt Forum Haugalandet og Sunnhordaland, 2020. <https://www.maritimt-forum.no/om-maritimt-forum>. [Internett]  
Available at: <https://www.maritimt-forum.no/haugalandet-og-sunnhordland/nyheter/2020/tester-ammoniakk-som-fremtidens-drivstoff>  
[Funnet 09 Mai 2020].

Marquard & Bahls AG, 2015. *Marquard & Bahls*. [Internett]  
Available at: <https://www.marquard-bahls.com/en/news-info/glossary/detail/term/marine-gasoil-mgo.html>  
[Funnet 29 Januar 2020].

METHANEX CORPORATION, 2019. *www.methanex.com*. [Internett]  
Available at: <https://www.methanex.com/about-methanol/methanol-marine-fuel>  
[Funnet 02 Februar 2020].

Paris MOU, 2019. <https://www.parismou.org/about-us/organisation>. [Internett]  
Available at: <https://www.parismou.org/inspections-risk/library-faq/ship-risk-profile>  
[Funnet 05 Mars 2020].

Pedersen, B., 2018. *SNL*. [Internett]  
Available at: <https://snl.no/svoveloksider>  
[Funnet 14 Mars 2020].

Rambøll, 2017. *Utslipp til luft og sjø fra skipsfart i fjordområder med stor cruisetrafikk*. I: Trondheim: Sjøfartsdirektoratet, p. 16.

SEA\LNG, u.d. *SEA\LNG*. [Internett]  
Available at: <https://sea-lng.org/lng-as-a-marine-fuel/bunkering-infrastructure/>  
[Funnet 19 Mars 2020].

Shell Global, u.d. <https://www.shell.com/about-us/who-we-are.html>. [Internett]  
Available at: <https://www.shell.com/business-customers/marine/imo-2020.html>  
[Funnet 23 April 2020].

Shell Trading & Supply, u.d. *www.shell.com*. [Internett]  
Available at: <https://www.shell.com/business-customers/marine/fuel/ulsfo.html>  
[Funnet 02 Februar 2020].

Ship & Bunker, 2020. <https://shipandbunker.com/about>. [Internett]  
Available at: <https://shipandbunker.com/prices/av/global/av-glb-global-average-bunker-price#IFO380>  
[Funnet 29 Mars 2020].

Shippipedia, u.d. <http://www.shippipedia.com/om/>. [Internett]  
Available at: <http://www.shippipedia.com/life-cycle-of-a-ship/>  
[Funnet 01 April 2020].

Sjøfartsdirektoratet, 2016. <https://www.sdir.no/om-direktoratet/>. [Internett]  
Available at: <https://www.sdir.no/sjofart/fartoy/tilsyn/port-state-control-psc/>  
[Funnet 01 Mai 2020].

Smith, R. & Jaffe, N., 2019. *Hellenic Shipping News*. [Internett]  
Available at: <https://www.hellenicshippingnews.com/lng-for-2020-imo-sulfur-limits-and-the-lng-alternative/>  
[Funnet 20 Mars 2020].

Sofiev, M. W. J. J. L. e. a., 2018. *Cleaner fuels for ships provide public health benefits with climate tradeoffs*. [Internett]  
Available at: <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02774-9>  
[Funnet 10 Februar 2020].

Stensvold, T., 2018. *Teknisk Ukeblad*. [Internett]  
Available at: <https://www.tu.no/artikler/sjofartsdirektoratet-bruker-droner-og-sensorpistoler-for-a-sniffe-seg-fram-til-svovelsynderne/447195>  
[Funnet 21 Mai 2020].

Store Norske Leksikon, 2018.  
[https://meta.snl.no/Kontakt\\_redaksjonen\\_i\\_Store\\_norske\\_leksikon](https://meta.snl.no/Kontakt_redaksjonen_i_Store_norske_leksikon). [Internett]  
Available at: <https://snl.no/validitet>  
[Funnet 09 Mars 2020].

Store Norske Leksikon, 2018. *www.snl.no*. [Internett]  
Available at: <https://snl.no/Sj%C3%B8fartsdirektoratet>  
[Funnet 04 Mars 2020].

UK P&I Club, 2019. *UKP&I*. [Internett]  
Available at: <https://www.ukpandi.com/knowledge-publications/article/imo-sulphur-2020->

[joint-industry-guidance-and-iso-pas-23263-150151/](#)

[Funnet 29 Januar 2020].

UngEnergi, 2020. [\*www.ungenergi.no\*](http://www.ungenergi.no). [Internett]

Available at: <https://ungenergi.no/miljoteknologi/transport/hydrogenbil/>

[Funnet 02 Februar 2020].

United States Environmental Protection Agency, 2011. *Exhaust Gas Scrubber Washwater Effluent*, Washington: United States Environmental Protection Agency.

Wankhede, A., 2019. [\*https://www.marineinsight.com/about/\*](https://www.marineinsight.com/about/). [Internett]

Available at: <https://www.marineinsight.com/guidelines/a-guide-to-marine-gas-oil-and-lsfo-used-on-ships/>

[Funnet 17 Februar 2020].

World Maritime Affairs, 2019. [\*https://www.worldmaritimeaffairs.com/contact-us/\*](https://www.worldmaritimeaffairs.com/contact-us/). [Internett]

Available at: <https://www.worldmaritimeaffairs.com/ship-exhaust-scrubber-system-what-is-all-about/>

[Funnet 24 April 2020].

Worldometers, 2020. [\*https://www.worldometers.info/about/\*](https://www.worldometers.info/about/). [Internett]

Available at: <https://www.worldometers.info/oil/oil-production-by-country/>

[Funnet 03 Mai 2020].

Wärtsilä Corporation, 2020. [\*https://www.wartsila.com/nor/om-oss\*](https://www.wartsila.com/nor/om-oss). [Internett]

Available at: <https://www.wartsila.com/nor/media/nyhet/25-03-2020-tester-ammoniakk-som-fremtidens-drivstoff>

[Funnet 09 Mai 2020].

Wärtsilä, u.d. *Wärtsilä Encyclopedia of Marine Technology*. [Internett]

Available at: [https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/bunker-delivery-note-\(bdn\)](https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/bunker-delivery-note-(bdn))

[Funnet 25 Mars 2020].

Younevitich, A. et al., 2019. *Into the storm*, London: S&P Global Platts.

## Figurliste

Figur 1: Viser antatte premature dødsfall som følge av utslipp fra skip i 2020, «Business As Usual» (Sofiev, 2018).....	7
Figur 2: Viser hvor mange tilfeller av premature dødsfall hos voksne som kan unngås årlig med iverksettelse av IMO2020 (Sofiev, 2018) .....	8
Figur 3: Her viser det hvordan IMO er strukturert (Kurnia, 2019).....	9
Figur 4: Utslipp av ulike klimagasser i 2010 (FN-Sambandet, u.d.).....	10
Figur 5: Oversikt over utslippsgrenser (DNV GL, 2017).....	12
Figur 6: Drone med installert svovelsniffer (Stensvold, 2018).....	14
Figur 7: Antatt bruk av LNG i shipping i 2050 (DNV GL, 2018).....	20
Figur 8: Viser infrastruktur for bunkring av LNG (SEA\LNG, u.d.).....	21
Figur 9: Viser prosentandelen til hver av de forskjellige utgiftspostene (Fareed, 2017) .....	23
Figur 10: Priser for bunker på verdensbasis i US dollar. LNG prisen er oppgitt i \$ per 1000 kubikk, resten er oppgitt i \$ per metriske tonn. Tallene er hentet fra: (Ship & Bunker, 2020) & (Macrotrends LLC, 2020) .....	24
Figur 11: Forskjellige kategorier av skrubbersystem (World Maritime Affairs, 2019) .....	25
Figur 12: Eksempel på åpent og lukket system (DNV GL, 2018).....	28
Figur 13: Viser prisforskjellen mellom skrubber v/IFO380 og VLSFO i løpet av 25 år. Tallene er hentet fra figur 10.....	31

## Tabelliste

Tabell 1: De forskjellige risikotypene viser når man kan og skal inspiseres. Data hentet fra (Sjøfartsdirektoratet, 2016).....	13
Tabell 2: Dimensjoner av en skrubber fra Alfa Laval (Anon., 2018) .....	26
Tabell 3: Her kan man se antatte kostnader per år ved å installere skrubber. Kostnadene tar for seg differansen mellom LSFO og HFO (Mackenzie, 2019). .....	29