



CHALMERS



CHALMERS

En litteraturstudie om hur det nya svavel- direktivet påverkat internationell sjöfart

Framdrivning, bunkerpris och efterlevnad

Examensarbete inom Sjöfart och logistik

EMIL AXELL

TOBIAS MARTIN

En litteraturstudie om hur det nya svaveldirektivet påverkat internationell sjöfart

Framdrivning, bunkerpris och efterlevnad

Kandidatarbete i mekanik och maritima vetenskaper

EMIL AXELL

TOBIAS MARTIN

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper

Avdelningen för marina studier

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2020

En litteraturstudie om hur det nya svaveldirektivet påverkat internationell sjöfart
Framdrivning, bunkerpris och efterlevnad

EMIL AXELL
TOBIAS MARTIN

© EMIL AXELL & TOBIAS MARTIN, 2020

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper
Chalmers tekniska högskola
SE-412 96 Göteborg
Sverige
Telefon: + 46 (0)31-772 1000

Omslag:
Logga, Chalmers tekniska högskola

Tryckeri /Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper
Göteborg, Sverige 2020

En litteraturstudie om hur det nya svaveldirektivet påverkat internationell sjöfart:
Framdrivning, bunkerpris och efterlevnad
Kandidatarbete i Sjöfart och Logistikprogrammet
EMIL AXELL
TOBIAS MARTIN
Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper
Avdelningen för maritima studier
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Den 1 januari 2020 införs strängare utsläppsregler om svaveloxider till luft. Utanför ECA-områden sänks den tillåtna svavelmängden i utsläppen drastiskt för fartyg som går i internationella vatten. Rapporten är en litteraturstudie som undersöker hur de nya svaveldirektiven påverkat den internationella sjöfarten, den undersöker bland annat hur fartygsägarna kan arbeta för att upprätthålla de nya svaveldirektiven, hur bunkerpriserna har påverkats och hur ansvariga myndigheter kontrollerar att fartygen efterlever reglerna.

Högsvavligt bunker har varit det mest använda bränslet inom sjöfarten de senaste åren men med den strängare svavelregleringen innebära att lågsvavlig bunker kommer bli det mest använda efter 2020. Priserna på lågsvavligtbunker stiger i slutet av 2019 men rasar sedan tidigt in i 2020 då Covid-19 påverkar världsekonomin. Det är upp till flaggstaten att fartygen följer IMO:s nya svaveldirektiv och hamnstaterna kommer inspektera fartyg när de är i hamn. Vid en inspektion skall fartygen kunna visa upp uppdaterade och godkända dokument som styrker att de följer direktiven. Med IMO:s nya svaveldirektiv har svavelutsläppen från sjöfartssektorn minskat och detta är bättre för både människor och miljö. Dock kan direktiven leda till att fartyg väljer hamnar där inspektionsrisken är låg och att utsläppen förflyttas till havet istället för luften. Det är upp till flaggstaten att fartygen följer IMO:s nya svaveldirektiv och hamnstaterna kommer inspektera fartyg när de är i hamn. Vid en inspektion skall fartygen kunna visa upp uppdaterade och godkända dokument som styrker att de följer direktiven. Med IMO:s nya svaveldirektiv har svavelutsläppen från sjöfartssektorn minskat och detta är bättre för både människor och miljö.

Nyckelord: BIMCO, Bunker, CO₂, DNV GL, ECA, HSFO, IMO 2020, LNG, MARPOL Annex VI, NO_x, SECA, Skrubber, SO_x, VLSFO, skrubber, bunker, SECA, ECA, MARPOL Annex VI, IMO 2020, BIMCO, DNV GL

A literature study on how the new Sulfur Directive affected international shipping
Propulsion, bunker costs and compliance
Bachelor's thesis in Shipping and Logistics
EMIL AXELL
TOBIAS MARTIN
Institution of Mechanics and Maritime Sciences
Division of Maritime Studies
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

This report is a literature study examining how the new Sulphur emissions rules has affected international shipping. It investigates how shipowners can work in order to meet the new emission regulation and how these rules have affected the price off bunker. It continues to look at how the flag state and port states control that the rules are being followed. Before the turn of the year 2019 - 2020, most vessels sailing on international waters used high Sulphur fuel oil as propulsion. When the new sulfur directives came into force on 1 January 2020, the use of fuel looks different. The study shows that the alternatives that has been recommended to ship owners, namely, shifting to low Sulphur fuel oil, continuing to use high Sulphur fuel oil in combination with a scrubber. Another possibility is to switch to alternative fuels such as LNG or methanol, which of the alternatives is the best depends on a variety of aspects. It continues to look at how the flag state and port states control that the rules are being followed. High-sulfur bunker has been the most widely used fuel in shipping in recent years, but with the stricter sulfur regulation means that low-sulfur bunker will be the most widely used after 2020. The prices of low-sulfur bunker rise at the end of 2019 but then collapse early in 2020 when Covid-19 affects world economy. It is up to the flag state that the vessels comply with IMO's new sulfur directives and the port states are responsible for inspecting vessels when in port. During an inspection, the vessels must be able to present updated and approved documents that shows they follow the directives. With the IMO's new sulfur directive, sulfur emissions from the maritime sector have been reduced and this is better for both people and the environment.

Keywords: BIMCO, Bunker, CO2, DNV GL, ECA, HSFO, IMO 2020, LNG, MARPOL Annex VI, NOx, SECA, Skrubber, SOx, VLSFO

FÖRORD

Denna rapport är ett kandidatarbete på Sjöfart och Logistik. Rapporten är skriven under våren år 2020 och är anpassad efter Chalmers Tekniska Högskolas ramar och regler för kandidatauppsatsen i Sjöfart och Logistikprogrammet.

Författarna vill tacka alla de personer som varit inblandade i processen.

Emil Axell och Tobias Martin, 2020

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	I
Abstract	II
Förord.....	III
Förkortningar och Definitioner	1
1 Inledning	3
1.1 Syfte och mål	6
1.2 Forskningsfrågor	6
1.3 Avgränsningar.....	6
2 Bakgrund	7
2.1 Internationella regelverk	7
2.2 Framdrivning i marina sektorn.....	9
2.2.1 Avgasutsläppens miljöpåverkan	11
2.3 Bunkermarknaden innan 2020	12
2.4 Tillämpning och Inspektion	14
2.4.1 Tillämpning.....	14
2.4.2 Inspektion.....	15
3 Metod och Material	17
4 Resultat	19
4.1 Framdrivningsalternativ	19
4.2 Prisförändring på hög- och lågsavligt bunker	22
4.3 Kontroll av efterlevnaden	24
5 Diskussion	26
5.1 Resultatdiskussion.....	26
5.1.1 För- och nackdelar med de olika framdrivningsalternativen	26
5.1.2 Prissättning på bunker.....	28
5.1.3 Kontroll av efterlevnad	29

5.2	Metoddiskussion	30
6	Slutsats.....	32
6.1	Vidare studie	33
7	Källförteckning	34

FÖRKORTNINGAR OCH DEFINITIONER

BDN	Bunker Delivery Notes
BIMCO	Baltic and International Maritime Council
Bunker	Benämning på fartygsbränsle
CO2	Koldioxid
DNV GL	Det norske Veritas och Germanischer Lloyd
ECA	Emission Control Area
FN	Förenta Nationerna
FONAR	Fuel Oil Non-Availability Report
HSFO	High-sulfur Fuel Oil
Högsvavligt bunker	Maximalt 3,50 viktprocent svavel i bränslet
IAPP-certifikat	International Air Pollution Prevention - certifikat
IMO	International Maritime Organization
LNG	Liquefied Natural Gas
LSFO	Low Sulphur Fuel Oil
Lågsvavlig bunker	Maximalt 0,50 viktprocent svavel i bränslet
MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships
NOx	Kväveoxider
PSC	Port State Control
SECA	Sulphur Emission Control Area
SIP	Ship Implementations Plan
Skrubber	Avgasrenande tekniskt system
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea

SO_x

Svaveloxider

ULSFO

Ultra Low Sulphur Fuel Oil

VLSFO

Very Low Sulphur Fuel Oil

1 INLEDNING

Rapporten presenterar en litteraturstudie av International Maritime Organization (IMO) nya svaveldirektiv 2020 och dess påverkan på fartyg som går i internationellt vatten. I det här avsnittet kommer en kort inledning till studien, syftet, metoden samt avgränsningar.

Sjöfarten transporterar runt 90% av allt gods mätt i volym. Utvecklingen av sjöfartstransporter är kopplad till tillväxten i världsekonomin. Mycket fraktas med fartyg då det är effektivt att transportera stora mängder av gods på samma gång men det medför också utsläpp som påverkar både miljö och människor (Transportstyrelsen, 2014). Fartyg står för 3,1% av de totala globala utsläppen av koldioxid (CO₂), 15% av de totala globala utsläppen av kväveoxider (NO_x) och 13% av de totala globala utsläppen av svaveloxider (SO_x) (International Maritime Organization [IMO], 2015). Bland de negativa effekter som sjöfarten medför, är att luftkvaliteten försämras vilket får konsekvenser för både miljö och hälsa. De konsekvenser som uppstår är bland annat mänskliga hälsorisker i form av lunginflammation och irritation i ögon samt miljökonsekvenser i form av försurning av både hav och mark (Havsmiljöinstitutet, 2017).

I internationell sjöfart har högsvavligt bränsle (HSFO), varit det dominerade valet i bunker mellan 2015–2020. Detta bränsle har en svavelhalt på 3,50 viktprocent (BP, 2018). Denna höga svavelhalt i bränslet, har varit orsaken till den höga andelen globala utsläpp som sjöfartsbranschen står för (IMO, 2015). IMO har regelverk som reglerar vilka tillåtna andelar av exempelvis SO_x och NO_x som avgaserna får innehålla, samt vilken typ av bunker som är godkänt att användas beroende på vart fartyget befinner sig i världen (IMO, 2015). Genom International Convention for Prevention of Pollution from Ships (MARPOL), så kontrollerar IMO de farligaste ämnena i utsläppen från avgaserna, dessa är bland annat svavel, kväve och partiklar. MARPOL antogs för att motverka försämringen av luftkvaliteten och därmed motverka skador på människan och miljön (IMO, 2020d).

IMO reglerar utsläppen av SO_x genom MARPOL Annex VI, som antogs 1997. Det tog till 2005 för att genomföra regelverket. MARPOL Annex VI behandlar två typer av områden, internationella områden och speciellt känsliga områden. Dessa speciellt känsliga områden kallas för Emission Control Area (ECA). De nuvarande ECA-områden som finns är i Nordsjön, Kattegatt, Skagerak, Östersjön, på Nordamerikas nord- och östkust samt dess karibiska sjöområde. Sedan implementeringen av MARPOL Annex VI, år 2005, så har kraven blivit alltmer strikta gällande procentinnehållet av de farliga andelarna avgaserna från fartyget. Om

restriktionerna i ett speciellt känsligt område gäller svavel, benämns område som ett Sulphur Emission Control Area (SECA). Enligt de senaste reglerna får fartygen inte släppa ut en svavelmängd i avgaserna över 0,10 viktprocent inom SECA (IMO, 2020d; Transportstyrelsen, 2020).

1 januari 2020 träder ett nytt svaveldirektiv i kraft. Detta svaveldirektiv gäller den internationella sjöfarten. Svaveldirektivet sänker den tillåtna svavelhalten i avgaserna från fartyg från 3,50 viktprocent till 0,50 viktprocent. Med detta nya svaveldirektiv så kommer över 70 000 fartyg i internationell sjöfart bli påverkade. Dessa fartyg kommer behöva ändra sitt framdrivningssätt, antingen genom att byta typ av bunker eller att installera ett skrubbersystem för att följa den nya tillåta maximala gränsen (DNV GL, 2019). Dessa alternativ kan vara att övergå, från högsvavligt bränsle till lågsvavligt bränsle (LSFO, VLSFO, ULSFO), som ligger under 0,50 viktprocent svavel eller att fortsätta framdriva fartyget på högsvavligt bränsle. För att få fortsätta framdriva fartyget på ett högsvavligt bränsle så ska ett skrubbersystem installeras ombord. Ett skrubbersystem renar avgaserna från den oönskade mängden svavel som kommer från ett högsvavligt bränsle, så att avgaserna klarar den nya maximala svavelgränsen. Ytterligare val för att klara svaveldirektivet är att framdriva fartyget på Liquefied Natural Gas (LNG) eller metanol. Detta kräver en ombyggnation och modifiering av maskinsystemen ombord (Lindstad et al., 2017; Vierth et al., 2015). Dessa olika framdrivningssätt har många för- och nackdelar, vilket gör valet till ett komplicerat beslut.

En prognos för bränsleanvändningen under år 2020 säger att den största efterfrågan kommer övergå från högsvavligt bränsle till lågsvavligt bränsle (Lowell, 2019). För de som ändrar bränsletyp från högsvavligt bränsle till lågsvavligt bränsle kan räkna med högre bunkerkostnader. Under 2019 har lågsvavligt bränsle varit dyrare än högsvavligt och att framdriva ett fartyg på lågsvavligt bränsle innefattar högre operativa kostnader (Ship & Bunker, 2019). Att däremot fortsätta framdriva ett fartyg på högsvavligt bränsle kräver en momentan kapitalkostnad för installation av ett skrubbersystem ombord (Lindstad et al., 2017). Detta är en komplex faktor som påverkar valet av framdrivningssätt.

För att kontrollera att det nya svaveldirektivet efterlevs, så kommer fartyg i internationell fart inspekteras under hamnstatskontrollen. Det finns olika sätt de ansvariga myndigheterna kan inspektera efterlevnaden av det nya svaveldirektivet. Samtidigt råder oklarhet i vad påföljderna blir ifall fartyget inte efterföljer det nya svaveldirektivet (DNV GL, 2020a). Det kommer bli en utmaning för flaggstaterna och inspektörerna från hamnstatskontrollen att se till att de nya svaveldirektiven följs. Ett problem med detta är att det inte finns några enhetliga standardiseringar för hur inspektionen av efterlevnaden ska ske. Ett ytterligare problem är att det inte finns några enhetliga standardiseringar om hur fartyg ska straffas på ett rättvist sätt ifall de inte följer de nya svaveldirektiven (Solakivi et al., 2019).

När fartygsägarna måste anpassa sig till de nya svaveldirektiven kommer detta påverka sjöfartsbranschen. Vad den här litteraturstudien främst kommer att undersöka är fartygens valmöjligheter av framdrivning, hur bunkerpriserna på högsvavlig och lågsvavlig bunker har förändrats samt hur det kontrolleras att fartyg följer de nya kraven. Dessa undersökningar kommer vara på fartyg som går på internationellt vatten och gäller främst SO_x utsläpp.

1.1 SYFTE OCH MÅL

Det övergripande målet med rapporten är att undersöka hur IMO:s nya svaveldirektiv har påverkat den internationella sjöfarten i tre olika aspekter. Alla aspekter som rapporten undersöker handlar om bunker; valet av bunker, priset på bunker och kontroll av bunker.

Syftet med rapporten är att utreda vilka åtgärder som kan göras med framdrivningssättet för att klara av det nya svaveldirektivet. Vidare undersöks prissförändringen på högsvavlig och lågsvavlig bunker som skett efter svaveldirektivet trätt i kraft. Slutligen undersöker rapporten hur de ansvariga myndigheterna kontrollerar om fartygen efterlever de nya svaveldirektiven.

1.2 FORSKNINGSFRÅGOR

Följande forskningsfrågor är avhandlingen baserad på:

- Vilka framdrivningsalternativ kan användas för att uppfylla IMO:s svaveldirektiv?
- Hur har prissättningen på högsvavlig och lågsvavlig bunker förändrats efter svaveldirektivet trätt i kraft?
- Hur kontrollerar ansvariga myndigheter att IMO:s nya svaveldirektiv efterlevs?

1.3 AVGRÄNSNINGAR

Rapporten är begränsad till fartyg som går utanför ECA-områden då det är där som reglerna blivit mer strikta efter 2020.

I rapportens delas alla olika bränslen upp i tre kategorier, lågsvavlig bunker som klarar svavelbegränsningen, högsvavligt bunker med maxgräns på 3,50 viktprocent och alternativa bränslen så som LNG och Metanol. Då fartygen som använder LNG eller Metanol som framdrivning utgör en förhållandevis liten del i internationell sjöfart kommer rapporten bara kolla på hur priserna för högsvavligt och lågsvavlig bunker har påverkats av svaveldirektiven efter årsskiftet 2019/2020.

2 BAKGRUND

I det här avsnittet presenteras en sammanställning av litteraturundersökningen som gjorts, syftet har varit att ge en tydlig bild av problematiken som uppstår med de nya skärpta svaveldirektiven för fartyg som går i internationell sjöfart. Inledningsvis beskrivs regelverk som IMO har tagit fram gällande svavelutsläpp från fartyg och hur reglerna har utvecklats genom åren. Fortsättningsvis ges en kort förklaring om hur sjöfarten påverkar miljö och människor. Därefter ges en generell beskrivning om vilka bunkertyper som ägarna använder sig av och hur priserna på högsvavlig bunker och lågsvavlig bunker ser ut innan de nya direktiven. Avslutningsvis ges en förklaring på hur det tidigare kontrollerats att fartyg efterlever de tidigare direktiven inom ECA-områden.

2.1 INTERNATIONELLA REGELVERK

I följande avsnitt beskrivs IMO samt dess konvention MARPOL. Hur IMO arbetar för en säker sjöfart, med en särskild vikt på MARPOL Annex VI som adresserar svavelutsläpp till luft.

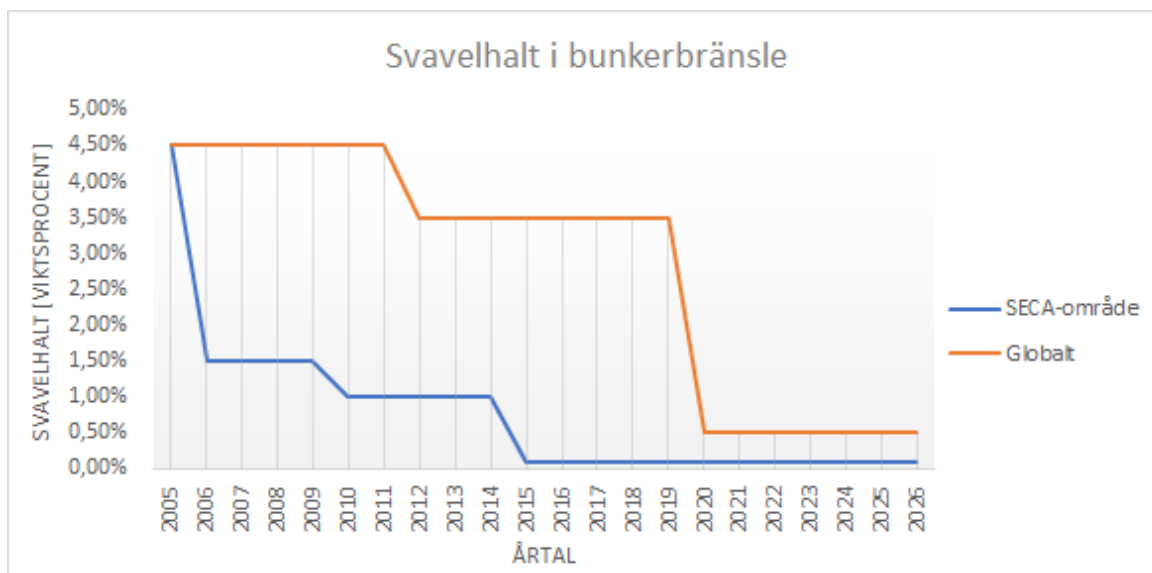
Det har alltid varit känt att det bästa sättet att förbättra och främja sjösäkerheten mer effektivt är genom internationella bestämmelser (IMO, 2020a). Detta infördes inte förrän 1948, när Förenta Nationerna (FN) upprättade IMO. IMO första uppdrag blev att skapa en version av konventionen International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS). IMO:s syfte är att arbeta för en säker och miljövänlig handelssjöfart. IMO arbetar med det genom att vara länken mellan länder och regeringar i arbetet med att utveckla konventioner och standarder som är applicerbara på den internationella sjöfarten (IMO, 2020a).

I SOLAS har IMO bestämt minimumkraven för konstruktion, handhavande och utrustning till fartygen. Det är därefter flaggstatens uppgift, där fartyget är registrerat, att kontrollera att alla fartyg med dess flagg efterlever reglerna som är satta i SOLAS (IMO, 2020b).

IMO började reglera sjöfartens miljöpåverkan med MARPOL 73/78 till följd av ett flertal olyckor med tankfartyg som begav sig mellan åren 1976–1977 (IMO, 2020a). MARPOL är en konvention som reglerar utsläpp från fartyg, både operativa och oavsiktliga, och är till för att förebygga skador på den marina miljön. MARPOL har utökats sedan det grundades och det har tillkommit fler regelverk för att motverka miljöpåverkan (IMO, 2020d). MARPOL består av Annex I-VI. Dessa olika annex innehåller alltifrån hantering av barlastvatten och anti-fouling system till fartygsutsläpp (IMO, 2020a).

MARPOL Annex VI trädde i kraft år 2005 och reglerar alla avgasutsläpp från fartyg men med extra fokus på utsläpp av svavel, kväve och partiklar (IMO, 2020d). Det är 19 länder som har antagit MARPOL Annex VI som en nationell lag och 97 länder som ratificerat lagen (IMO, 2020e).

I MARPOL Annex VI gäller olika direktiv beroende på vart fartyget befinner sig. Det finns direktiv som gäller fartyg som går på internationellt vatten och det finns direktiv som gäller de fartyg som går i SECA-områden (Havsmiljöinstitutet, 2017; IMO, 2020d; Transportstyrelsen, 2020). Dessa regler gällande SECA-områden tillkom 1 januari 2005. Dessa svavelrestriktioner gällde då för alla fartyg som rörde sig inom området. Dessa fartyg fick endast framdrivas inom SECA-området med en bränsletyp som innehåller maximalt 1,50 viktprocent svavelhalt. Sedan 2005 har kraven blivit uppdaterade två gånger, först 2010 då kraven sänktes till mängden 1,0 viktprocent svavel i bunkern. Den senaste uppdateringen skedde 2015, då sänktes den tillåtna svavelhalten i bunkern till en maxgräns på 0,10 viktprocent. Den globala regleringen av avgasutsläpp har också förändrats under dessa år. I Figur 1 kan man se förändringen gällande svavelbegränsningarna från 2005 till 2020. Inom SECA-området har kraven sänkts från 1,50% till 0,10% och i internationell sjöfart har det sänkts från 4,50% till 0,50% (IMO, 2020d; Transportstyrelsen, 2020).



Figur 1. Svavelhalt i bunkerbränsle

2.2 FRAMDIVNING I MARINA SEKTORN

I detta avsnitt beskrivs olika bunkertyper som finns när det gäller framdrivning av fartyg. Därefter förklaras det vad ett skrubbersystem är.

I rapporten benämns bunkerns inom tre olika kategorier för bunker; lågsvavlig bunker, högsvavlig bunker samt alternativa bränslen. Dessa tre kategorier innefattar ändå flera olika sorters bränsletyper. LSFO, VLSFO samt ULSFO adresseras som lågsvavlig bunker. HSFO adresseras som högsvavlig bunker. Slutligen så faller LNG samt Metanol under kategorin alternativa bränslen.

Low Sulphur Fuel Oil (LSFO) 1,0 % S

LSFO är ett lågsvavligt bränsle. I grunden har det varit högsvavligt bränsle, som har avsvavlats till en svavelnivå på under 1,0 viktprocent. Först då klassificeras det som ett lågsvavligt bränsle (Oiltanking, 2015).

Very Low Sulphur Fuel Oil (VLSFO) 0,50 % S

VLSFO är ett lågsvavligt bränsle som är vara en blandning mellan restprodukter från raffinaderier och svaveldestillat för att få ett kvalitetsbränsle (Alfa Laval, 2018). En annan variant på VLSFO kan vara att det varit ett HSFO bränsle i grunden som därefter har avsvavlats. Alltså att svavlet har "plockats bort" från bränslet (Oiltanking, 2015).

Ultra Low Sulphur Fuel Oil (ULSFO) 0,10 % S

ULSFO är ett lågsvavligt bränsle som är nytt och har bara använts inom sjöfarten sedan de hårdare kraven på bunkern i SECA-områden år 2015. Denna typ av bränsle är mestadels rent destillat, men kan vara en hybrid mellan till exempel gasolja och spillolja (Alfa Laval, 2018). Ett ULSFO bränsle kan också vara ren gasolja eftersom denna typen av bränsle redan är ett lågsvavligt bränsle under 0,10% (Oiltanking, 2015).

Liquified Natural Gas (LNG)

LNG är ett alternativt bränsle består till merparten av metan (CH₄). Ombord fartyg kyls naturgasen ner till -162 °C, vilket gör att det sker en fasövergång från gas till vätska. När naturgasens fasövergång sker så minskar den 600 gånger i volym. Därav hålls den nedkyld ombord fartyg. LNG jämfört med HSFO som drivmedel, skulle leda till att sjöfartens svavelutsläpp skulle minskas med 99% (Swedegas, u.d.).

Metanol

Metanol är ett alternativt bränsle som oftast utvinns ifrån naturgas. Metanol kan också produceras av förnybara källor såsom biomassa eller återvunnen koldioxid. Biomassan kan komma då ifrån allt som är eller har varit någon form av växt (Methanex, 2017). Utsläppen från metanol i jämförelse med HSFO reduceras. SO_x utsläppen minskar med 92% och NO_x utsläppen med minskar 55% (DNV GL, 2016).

High Sulphur Fuel Oil (HSFO)

HSFO är ett högsvavligt bränsle. Det har varit den mest använda bränsletypen inom sjöfarten och innehåller maximalt 3,50 viktprocent svavel. HSFO utvinns när råolja destilleras. Kvaliteten på HSFO beror på hur bra kvalitén var på råoljan som användes i raffinaderiet. Resultatet av bunker beror sedan på vilken typ den blandas med (Oiltanking, 2015).

Skrubbersystem

En skrubber är ett avgasreningssystem som tar bort SO_x från avgaserna upp till 99% (Miller, 2005). Att investera i en skrubber ombord innebär en stor kapitalkostnad (Lindstad et al., 2017; Panasiuk & Turkina, 2015). Det finns två olika skrubbersystem, dessa är "våt skrubber och "torr skrubber". En våt skrubber blandar in en flytande vätska genom avgaserna som renar dem från svavel (Miller, 2005). En torr skrubber blandar avgaserna med en fast substans (Kiang, 2018). Båda metoderna leder till att SO_x utsläppen reduceras och hamnar inom ramen för de nya svaveldirektiven. En våt skrubber är mer anpassade till fartyg då storleken är mindre än en torr skrubber och priset är lägre.

Det finns tre olika varianter av våt skrubber; ett öppet skrubbersystem, ett stängt skrubbersystem och ett hybrid skrubbersystem. Alla är lämpliga att användas inom sjöfarten (Lindstad et al., 2017; Panasiuk & Turkina, 2015). Med ett öppet skrubbersystem används havsvatten för att rena avgaserna från SO_x. Havsvattnet spolas sedan ut i havet igen. Det havsvatten som spolas ut måste möta MARPOL:s regler. Med ett stängt skrubbersystem så renas avgaserna med ett tvättvatten som består av färskvatten och kemikalier, för att ta bort SO_x. Tvättvattnet nyttjas flertalet gånger i det stängda skrubbersystemet, när det blivit tillräckligt smutsigt så lämnas det i land. Ett hybrid skrubbersystem ger möjligheten att välja ifall det ska vara ett öppet eller stängt system. Detta innebär mer flexibilitet för fartyget att kunna växla mellan metoderna. Ett öppet skrubbersystem är förbjudet i vissa områden, där är det krav på att resterna lämnas i land (DNV GL, 2018; Lindstad et al., 2017).

2.2.1 Avgasutsläppens miljöpåverkan

I kommande avsnitt ges en förklaring kring de följder som fartygsutsläppen ger på miljön och människan.

Avgaserna från fartyg har en negativ miljöpåverkan och orsakar hälsorisker för människor (Corbett et al., 2007). Generellt sett så delas fartygsutsläpp delas in i två kategorier, växthusgaser och icke-växthusgaser. Växthusgaser är koldioxid (CO₂) och metan (CH₄), växthusgaserna bidrar till klimatförändringar och uppvärmning av planeten. Icke-växthusgaser är SO_x och NO_x, de bidrar till försämring av luftkvalitén och har påverkan på människa samt natur i sin närmiljö (Kontovas, 2020).

Största delen av världens fartyg framdrivs i dagsläget på bränslen som innehåller en viss del svavel (S). Svavlet i bränslet reagerar vid förbränning med syret (O₂) i luften och då uppstår det utsläpp av SO_x (Almestrand Linné, 2017). NO_x uppkommer också vid förbränning, det bildas genom att kvävet (N₂) i luften oxiderar med syret. Fartyget släpper även ut partiklar vilket är en biprodukt som uppstår vid förbränningen (Schröder et al., 2017).

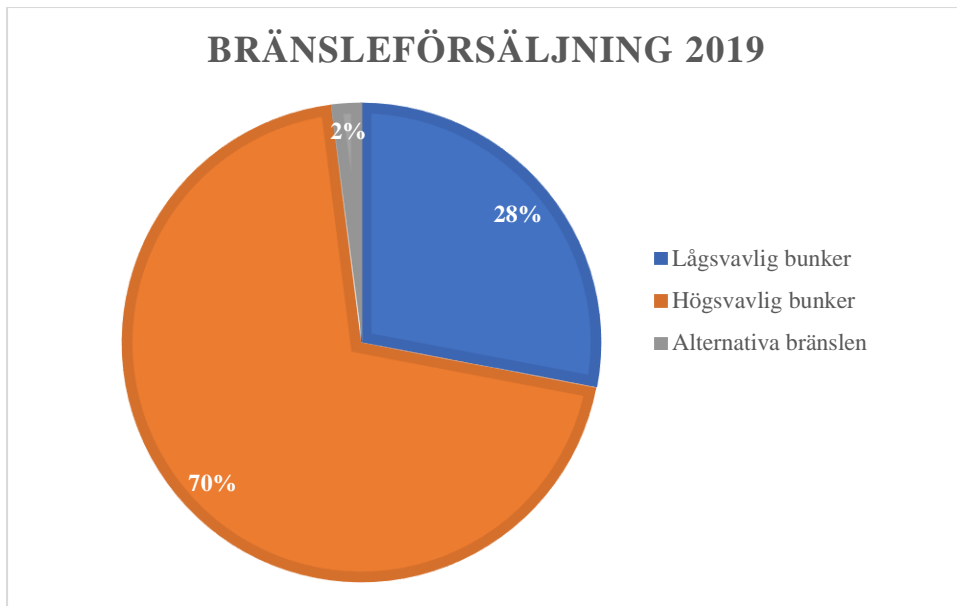
Mellan 2007 – 2012 beräknades det att sjöfarten släppte ut 11,3 miljoner ton SO_x och 20,9 miljoner ton NO_x (IMO, 2015). Eftersom SO_x och NO_x färdas med både vind och vatten är det inte bara de regionala områdena som tar skada, det blir även skador på en global nivå. Utsläpp av NO_x leder till övergödning, försurning och hälsoproblem (Havs- och vattenmyndigheten, 2018; Schröder et al., 2017). SO_x har en direkt påverkan på luftkvalitén och kan leda till hälsoproblem och försurning av mark och vatten på grund av surt regn (regn med pH-värde under det normala). Utsläppen av SO_x från fartyg har en kylande effekt av planeten och när gränsen för svavelinnehåll i bränslet minskar från 3,50 viktprocent till 0,50 viktprocent kommer den kylande effekten att minskas, effekten för global uppvärmning från detta beräknas bli den samma som om CO₂ utsläppen skulle öka med 30% (Kontovas, 2020).

Minskningen av svavelutsläpp från fartyg kommer att leda till en förbättrad luftkvalité. Svavelutsläppen från fartyg till atmosfären beräknas att minska med 77%, alltså en minskning på 8,5 miljoner ton svaveloxider (IMO, 2019a). Vid begränsning av SO_x från fartyg kommer positiva följder för miljö och människor. För miljön innebär en minskning av surt regn som i sin tur minskar skada på grödor, skog, djur samt att det minskar försurningen av haven (IMO, 2019b; Sofiev et al., 2018). Positiva effekter för människor är minskningen av risker för stroke, astma, lungcancer, hjärt- och kärlsjukdomar, lungsjukdomar. En studie säger att en ytterligare förbättring av de minskade svavelutsläppen är att beräkningen på hur många människor som beräknats dö en förtidig död kommer minska drastiskt (Corbett et al., 2016; IMO, 2019b; Sofiev et al., 2018).

2.3 BUNKERMARKNADEN INNAN 2020

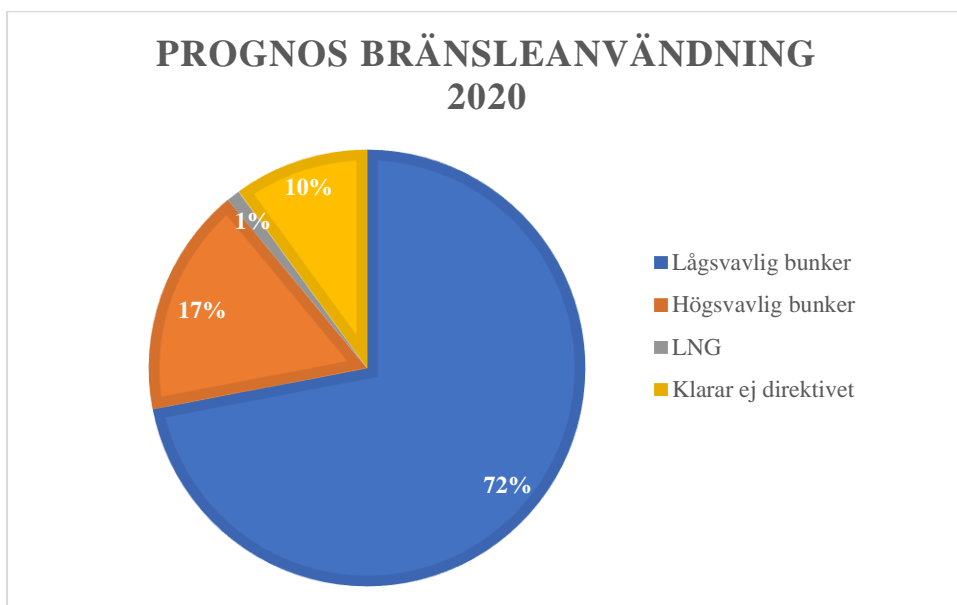
I detta avsnitt visas hur bunkermarknaden såg ut innan införandet av de nya reglerna. Ytterligare så adresserar avsnittet medelpriserna på högsvavlig och lågsvavlig bunker under 2019 samt en prognos för bränsleanvändningen under 2020. Avslutningsvis så nämns det hur detta beräknas påverka valet av framdrivningssätt.

Reglerna om hur mycket svavel som fartygen får släppa ut till luft har blivit allt strängare genom åren. Detta kan ses i Figur 1. Detta har en stor inverkan på vilken typ av bränsle som ägarna väljer att använda till sina fartyg samt bunkermarknaden. Mellan 2015 - 2020 har högsvavlig bunker varit det dominerande bränsletypen för fartyg som seglar på internationella vatten. Detta har berott på att det är den billigaste bränsletypen som klarade den tidigare aktuella maximala gränsen för svavelutsläpp (BP, 2018). I Figur 2 så presenteras den globala bunkerförsäljningen 2019 (Billing & Fitzgibbon, 2019). Den visade att högsvavligt bunker stod för 70% av försäljningen, lågsvavlig bunker låg på 28% och alternativa bränslen på 2%. Försäljningen av dessa 2% innefattar bland annat LNG (Billing & Fitzgibbon, 2019). Medelpriserna under 2019 på lågsvavlig bunker låg på 554,56 USD/mt och högsvavligt bunker ligger på 318,18 USD/mt. Mellanskillnaden är 236,44 USD/mt och visar snabbt fördelen med att använda högsvavligt bränsle då de operativa kostnaderna minskar (Ship & Bunker, 2019).



Figur 2. Bränsleförsäljning 2019

Svavelbegränsningen har en inverkan på vilken typ av bunker som används. Efter de nya svaveldirektiven trätt i kraft kommer bränslemarknaden slå om på grund av att förbrukningen av de olika bränslena förändras (BP, 2018). I en prognos för bränsleanvändningen efter år 2020 så kommer användningen av högsvavligt bunker att minska drastiskt och fartygen kommer skifta till lågsvavligt bränsle (Lowell, 2019). Enligt en prognos kommer användningen av bränsleanvändningen under 2020 se ut enligt Figur 3 (Lowell, 2019).



Figur 3. Prognos bränsleanvändning 2020.

I Figur 3 kan man se prognosen för bränsleanvändning år 2020 är att majoriteten av fartygen kommer framdrivas på lågsvavlig bunker. De fartyg som använder sig av högsvavligt bränsle i kombination med en skrubber minskar drastiskt och förbrukningen av LNG beräknas inte att öka i användning efter 2020 (Lowell, 2019).

En källa säger att de fartyg som kommer att övergå från högsvavlig bunker till lågsvavlig bunker kommer få ökade operativa kostnader med 14 - 18% (Ship & Bunker, 2019). De fartyg som däremot fortsätter använda det billigare alternativet, alltså högsvavlig bunker, kommer behöva installera ett skrubbersystem ombord. Då tillkommer en större kapitalkostnad (Ship & Bunker, 2019).

2.4 TILLÄMPNING OCH INSPEKTION

I detta avsnitt beskrivs vilka myndigheter som ansvarar för att fartygen följer svaveldirektiven och hur de tidigare har kontrollerat att fartygen efterlever reglerna, samt vilka påföljder som kan uppstå om fartygen inte gör det.

2.4.1 Tillämpning

Det är fartygets flaggstat som är den ansvariga myndigheten för att fartyget följer den internationellt bestämda maximala utsläppsrestriktionen för svavel. Det är endast flaggstaten som har jurisdiktion över fartyget angående de administrativa, tekniska och sociala frågorna (UNCLOS, 1982). Det är upp till flaggstaten att utrusta fartyget med de dokument som behövs för att bevisa att fartyget genomfört de åtgärder som krävs för de senaste reglerna. Ett av dessa certifikat är "International Air Pollution Prevention" (IAPP). Detta certifikat försäkrar att fartyget framdrivs på ett korrekt sätt som inte överstiger den tillåtna utsläppsgränsen (Rancyte, 2019).

IMO har skapat en Ship Implementations Plan (SIP) för fartygsägarna att följa. I SIP ingår bland annat tankrengöringsplaner, bunkringar, tankkapacitet samt riskbedömningar ombord på fartyget (IMO, 2019b). Planen ska underlätta övergången för fartyg att uppnå de nya reglerna under MARPOL Annex VI. Om fartygsägarna följer IMO:s utgivna SIP för sitt fartyg så bör de klara alla de förväntade utmaningarna (DNV GL, 2020a). När ett internationellt fartyg anlöper en hamn har den nationella hamnstaten rätt att inspektera all fartyg genom en hamnstatskontroll, alltså en Port State Control (PSC) (IMO, 2020c).

I ECA-områdena har hamnstaterna fått mycket erfarenhet de senaste åren inom PSC då de har inspekterat fartygen för att se att de har klarat sig inom maxgränsen för svavel. I ECA-områdena har det länge varit sänkt och kontrollerad inom dessa områden i jämförelse med internationellt. När den globala svavelbegränsningen sänks, så är det upp till flaggstaterna att kontrollera fartygens efterlevnad av svaveldirektivet. Dock så saknar flaggstaterna både utrustning och expertisen inom detta område. En studie diskuterar och argumenterar för att flaggstaten ska tillförordna hamnstaterna att ta över inspektionerna, då hamnstaterna har god erfarenhet inom PSC (Topali & Psaraftis, 2019).

Inom ECA-områdena har European Maritime Safety Agency (EMSA) skapat ett rapporteringssystem som heter THETIS. I THETIS så rapporterar de olika hamnstaterna ifall fartygen de inspekterat, klarat IMO:s regler eller ej. Här kan även andra hamnstater kontrollera ifall ett fartyg har fått anmärkningar tidigare och därefter ta ett eventuellt beslut ifall de ska göra en fartygsinspektion när fartyget anlöper deras hamn (European Maritime Safety Agency, 2020). Om fartyget inte följer reglerna och därmed inte klarar inspektion kan det bli påföljder i form av; böter, att fartyget inte får lämna hamnen eller att de tvingas göra sig av med bunkern de har ombord (DNV GL, 2020a).

2.4.2 Inspektion

Hamnstaten kan utföra inspektion på fartyg. Syftet med dessa inspektioner är att kontrollera ifall fartyget håller en godkänd kvalitet på alla IMO:s krav gällande säkerhet och utsläpp. Funktionen med att göra en inspektion är att stoppa de fartyg som inte klarar att följa IMO:s regler samt godkänna de som gör. Från början skulle varje hamnstat inspektera alla fartyg som anlöpte deras hamn, för att kontrollera så många fartyg som möjligt och att inspektionerna ska vara effektiv har ett regionalt samarbete gjorts. Detta samarbete innebär att fartyg inte inspekteras i onödan. Om ett fartyg anlöper en hamn så är det mest troligt att fartyget seglar vidare till ett närliggande land i samma region. Detta innebär en hög grad av inspektioner ombord på fartyget, vilket leder till att det riskerar att bli sena på grund av onödiga inspektioner (IMO, 2020c).

PSC består av ett par moment, delvis kommer inspektörerna att kolla på IAPP-certifikaten samt en Bunker Delivery Notes (BDN). En BDN är ett juridiskt dokument som fartyget får av bunkerleveratören, detta dokument innehåller vilken bunker fartyget har tagit emot och använder för framdrivning, både kvantitet och kvalitet (Topali & Psaraftis, 2019; Zis & Cullinane, 2020). En BDN ska alltid finnas ombord (DNV GL, 2020a). Vidare kommer inspektörerna kontrollera fartygets loggbok och ta bunkerprover. I fartygets loggbok ska det finnas information angående bränsletyp och oljehantering ombord. Både mängd och typ av bunker i varje tank, tid och datumen när fartyget använder vilken typ av bränsle vid inträde eller avgång från ECA-områden (Topali & Psaraftis, 2019; Zis & Cullinane, 2020).

Proverna som tas ombord på fartyget skickas vidare till ett laboratorium som kontrollerar att fartyget använder ett bränsle som möter svaveldirektiven, detta kan ta ett par dagar att få svar på. Inspektörerna kan även använda sig en bärbar analysator som kan upptäcka för höga svavelmängder direkt. Dock så har inte IMO godkänt detta som ett juridiskt bevis på att fartyget inte uppfyller kraven (Topali & Psaraftis, 2019). Skulle fartyget inte ha korrekt bunker ombord, som klarar de nya svaveldirektiven måste det finnas ett Fuel Oil Non- Availability Report (FONARs) som bevisar att det inte fanns tillgång till bunker som klarar svaveldirektiven vid bunkring (DNV GL, 2020a).

Det har utvecklats andra typer av metoder att kontrollera fartygens svavelutsläpp, en av dessa metoder är att använda en luftburen mätanordning, exempel på detta är drönare. Det finns även fasta stationer som mäter SO_x utsläppen på fartyg med hjälp av taktiskt utplacerade mätanordningar. I framtiden kommer det vara möjligt att installera en liknade mätninganordning ombord på fartygen som finns på de fasta stationerna. Dessa kommer att mäta SO_x utsläppen och uppdaterar till ansvarig myndighet ifall fartyget överstiger den tillåtna gränsen svavelutsläpp (Topali & Psaraftis, 2019; Zis & Cullinane, 2020).

3 METOD OCH MATERIAL

En litteratursökning efter sekundärdata påbörjades vars syfte var att genom sökning efter befintlig information och ge författarna en bredare insikt och förståelse inom ämnet (Denscombe, 2018). Enligt Denscombe är en metodkombination i detta fall en bra strategi att använda för att få svar på författarnas forskningsfrågor. Det karakteristiska draget för metodkombination, att inte låsa sig till en specifik metod (kvalitativ eller kvantitativ) för att ge bästa möjliga svar på frågeställningarna. Så metodkombinationen blir det bästa alternativet att använda igenom rapporten för att svara på forskningsfrågorna, oavsett om de är kvalitativa eller kvantitativa (Denscombe, 2018, s. 220). Det finns tre kärnpunkter som förespråkar en metodkombination, dessa är att kontrollera fyndens träffsäkerhet, få en mer fullständig bild samt hjälp att utveckla analysen. Den specifika utformningen av rapporten är en konvergerande design, då de kvalitativa och kvantitativa källorna simultant flyter på under studien. Denna metodkombination har använts för att ge en helhetsbild av hur internationell sjöfart påverkats genom studien (Denscombe, 2018, s. 223).

I denna rapport har sekundärdata som redan är befintlig information hämtats ifrån tidigare vetenskapliga studier och litteratur inom ämnet. En stor vikt har lagts på att kolla trovärdigheten och tillförlitligheten av de olika rapporterna och dokumenten som används i kandidatarbetet. Detta har skett genom en modell som ses nedan och kallas CRAAP-testet (Benedictine University Library, 2019).

- Currency (aktuell): När är källan publicerad och är information relevant för nutiden?
- Relevance (relevans): Är informationen relevant till rapportens ämne?
- Authority (auktoritet): Är författaren en trovärdig källa?
- Accuracy (noggrannhet): Är innehållet i artikeln rimligt och trovärdigt?
- Purpose (syfte): Varför har artikeln skrivits och tagit fram den informationen som presenteras?

När man utvärderar en källa via CRAAP, så tas många aspekter med. Om alla dessa ger rimliga svar så är källan trovärdig (Benedictine University Library, 2019). All information i rapporten anses vara trovärdig av författarna, då de granskat och godkänt alla källor. Litteratursökningen har använts igenom hela rapporten först för att samla in bakgrundsmaterial till studien för att förstå hur den nya regeln om svavelutsläpp ifrån fartyg har påverkat den internationella sjöfarten, och därefter hitta litteratur som ger svar på forskningsfrågorna. Genom att läsa andra studenters rapporter har relevanta källor hittats och därmed kunnat användas av författarna i denna rapporten. Branschtidningar och hemsidor är viktiga källor i den här rapporten i kombination med vetenskapliga studier. Källorna har jämförts mot varandra för att bekräfta dess validitet, denna metod kallas datatriangulering (Denscombe, 2018).

Sökningar som relaterar till ämnet genomfördes i olika sökmotorer och rapporten inleddes med att hitta ett brett spektrum av litteratur och databaser som gav ökad förståelse om ämnet. Sökorden användes både separat och tillsammans för att få en bredare informationskälla och dessa synonymer användes både på svenska och engelska.

Sökmotorer: Chalmers Bibliotek, Google, ProQuest Platform, Scholar, Scopus och Web of Science,

Sökord: BIMCO, Bunker, CO₂, DNV GL, ECA, HSFO, IMO 2020, LNG, MARPOL Annex VI, NO_x, SECA, Skrubber, SO_x, VLSFO

4 RESULTAT

I följande avsnitt presenteras resultatet, baserat på rapportens syfte samt frågeställningar i förhållande till den valda metodkombinationen som används i rapporten. Resultatet bygger på en litteraturstudie där all information har hämtats från vetenskapliga artiklar, hemsidor, internet och litteratur.

IMO:s svaveldirektiv ställer högre krav än någonsin på ägare som har fartyg i internationell fart och detta påverkar sjöfartsbranschen på olika sätt. Vad den här rapporten har undersökt är vilka typer av framdrivningsalternativ som finns, pris och efterfrågan på bunker och till sist hur det kontrolleras att efterlevnaden av de nya reglerna följs.

Vid årsskiftet 2019–2020 så uppdaterades MARPOL Annex VI. Den nya uppdateringen ger nya svavelrestriktioner från fartygens avgaser. Dessa restriktioner gör att fartyg måste använda ett framdrivningssätt som leder till att det är maximalt 0,50 viktprocent svavel i avgaserna som släpps ut till luft. För att möta de nya svavelrestriktionerna rekommenderas tre alternativ. För- och nackdelarna med dessa tre alternativ redovisas i resultatet samt vilket alternativ som är bäst lämpat när. Resultatet kommer därefter redovisa hur bunkermarknaden i aspekten på lågsvavligt bränsle och högsvavligt bränsle har förändrats efter tillämpningen av de nya svaveldirektiven. Slutligen så redovisas det i resultatet hur de ansvariga myndigheterna kan kontrollera efterlevnaden på bästa sätt.

4.1 FRAMDRIVNINGSLTERNATIV

I följande avsnitt kommer de framdrivningsalternativ som kan användas för att uppfylla IMO:s svaveldirektiv presenteras. Vilka fördelar och nackdelar som finns med dem samt resonemang kring när de är lämpade att användas.

När uppdateringen av MARPOL Annex VI skedde vid årsskiftet 2019–2020 så påverkade det den internationella sjöfarten. Alla fartyg i internationell fart fick en begränsning på 0,5 viktprocent svavel i avgaserna. Tidigare var begränsningen på 3,5 viktprocent (DNV GL, 2020b). Detta innebär att fartygsägare som har fartyg i internationell fart behöver förändra framdrivningssätt för att möta kraven (IMO, 2020d) Den senaste ändring som genomfördes 2020 påverkade inte svavelbegränsningarna inom SECA-områdena, det förblev på 0,10 viktprocent (IMO, 2020d)

Fartyg som går i internationell sjöfart har tidigare kunnat använda sig av den billigare typen av bränsle, nämligen högsvavlig bunker men med de nya reglerna så kommer fartygsägarna att möta vissa komplikationer. En av dessa kommer vara att välja hur fartygen skall möta och klara de nya kraven. Efter 1 Mars 2020, så kommer det vara förbjudet ombord på fartyg att ha denna högsvavlig bunker ombord på fartygen ifall de inte använder sig av skrubber (DNV GL, 2020a).

De följande tre alternativen är de som rekommenderas att fartyget använder sig av för att komma under den nya maxgränsen på 0,50 viktprocent svavelutsläpp. Det första alternativet är att fortsätta framdriva fartyget på högsvavlig bunker i kombination med att installera en skrubber som renar avgaserna (Chu Van et al., 2019; Ji, 2020; Lindstad et al., 2017; Vierth et al., 2015). Det andra alternativet är att ägarna byter till en lågsvavlig bunker (Ji, 2020; Vierth et al., 2015). Det tredje alternativet är att fartyget framdrivs på alternativa bränslen för framdrivning, så som LNG eller metanol (Chu Van et al., 2019; Lindstad et al., 2017; Solakivi et al., 2019).

Ägarna kan välja att fortsätta framdriva fartyget på ett högsvavligt bunker om de installerar ett skrubbersystem ombord. Fördelarna med ett skrubbersystem är att högsvavlig bunker är billigare än den lågsvavliga som resulterar i att den operativa kostnaden är lägre. Detta innebär att ägarna brukar vilja att fartyget opererar i en högre fart för att minska seglingstiden (Chu Van et al., 2019). Om ägaren vill installeras en skrubber på ett äldre fartyg är det viktigt att uppskatta hur länge fartyget kommer vara i drift. Om fartyget inte kommer vara i drift mer än 4 år till är det inte lönsamt att installera en skrubber och det kostar runt 40% mer att installera en skrubber på ett gammalt fartyg än ett nytt (Jiang et al., 2014). Det negativa med skrubber är att installationen är dyr och det kommer kräva en ökad underhållskostnad och expertis. Med alla dessa aspekter så kommer bränsleförbrukningen per distans att öka samt utsläppen av CO₂ öka en liten del (Abadie et al., 2017; Chu Van et al., 2019; Lindstad et al., 2017). Andra negativa aspekter med skrubber är att i vissa EU-länder är det en begränsad mängd skrubbevatten som fartygen får släppa ut och i andra länder som Belgien och Tyskland är det helt förbjudet att lossa skrubbevatten i många områden (DNV GL, 2020b). Detta skapar en osäkerhet kring de fartyg som är utrustade med ett öppet skrubbersystem och om de kommer att följa reglerna eller om fartyg börjar släppa ut det behandlade havsvattnet i haven på olagligt sätt. Detta kan leda till att de nya svaveldirektiven för att minska föroreningar till luft ökar föroreningarna i vattnet (Laville, 2018).

Dessa begränsningar kommer påverka och försvåra driften för ägare och fartyg som väljer att fortsätta använda sig av ett högsvavligt bunker med en skrubber. I framtiden kan även andra EU-länder ansluter sig till regleringen angående skrubbervatten. Kina är på samma spår och planerar att helt förbjuda användandet av skrubbers med ett öppet skrubbersystem i deras ECA-områden (DNV GL, 2020b).

Om ägarna väljer att använda sig av lågsvavlig bunker är en av fördelarna att de undviker de stora kapitalkostnaderna som skulle uppstått ifall de valde att installera en skrubber (Antturi et al., 2016; Gu & Wallace, 2017; Jiang et al., 2014). Nackdelarna för ägarna som väljer denna bunkertyp som framdrivning är att tillgängligheten kan variera i och med den ökade efterfrågan av bunkern. Valet av lågsvavlig bunker kan indirekt leda till att fartyget kommer att sänka farten med anledning av att spara in på de operativa kostnaderna (Bergqvist et al., 2015; Gu & Wallace, 2017; Solakivi et al., 2019).

Det sista alternativet som ägarna kan använda sig av är att framdriva fartyget på alternativa bränslen som LNG eller metanol. Detta är ett bra alternativ för att minska avgasutsläppen från fartygen. En svårighet med LNG och metanol är att det inte än går att förutspå effekterna då det är relativt nytt som framdrivningssätt för fartyg. Det är en stor investering för ägaren om fartyget skall framdrivas på dessa typer av bränsle på grund av att det krävs stora modifikationer av det existerande fartyget. Det är även en begränsad tillgång av bränslet. Utöver det så är bunkerpriserna osäkra. Ifall ett fartyg ska framdrivas på LNG så minskas lastkapaciteten i och med utrymmet det kräver. Dessa faktorer reducerar intjäningsmöjligheterna för fartyget. En fördel kan vara att välja LNG som framdrivningsalternativ vid nybyggnation av fartyg (Bergqvist et al., 2015; Gu & Wallace, 2017; Panasiuk & Turkina, 2015; Solakivi et al., 2019).

Vilket alternativ som är bästa för fartyget beror på många faktorer, dessa exempel är bunkerpriser, motortyp, fartygets ålder, kostnader för att installera en skrubber, vart fartyget befinner sig samt hur snabbt fartyget kan framdrivas och till sist hur länge till fartyget kommer vara aktivt (Abadie et al., 2017; Brynolf et al., 2014; Gu & Wallace, 2017).

4.2 PRISFÖRÄNDRING PÅ HÖG- OCH LÅGSVAVLIGT BUNKER

I detta avsnitt presenteras det hur prissättningen på högsvavlig och lågsvavlig bunker har förändrats efter svaveldirektivet trätt i kraft.

När de nya svaveldirektiven började gälla år 2020 säger prognosen att efterfrågan och priserna kommer att ändra sig mellan de olika bränslena (Lowell, 2019). De två brytpunkterna för de nya svaveldirektiven är 1 januari 2020 och 1 Mars 2020. Den 1 januari 2020 träder direktiven i kraft och det förbjuds att bruka ett högsvavligt bränsle om fartyget nyttjar ett skrubbersystem ombord. Den 1 Mars 2020 förbjuds det även att inneha denna typ av bunker ombord, ifall fartyget inte har en skrubber (DNV GL, 2020b).

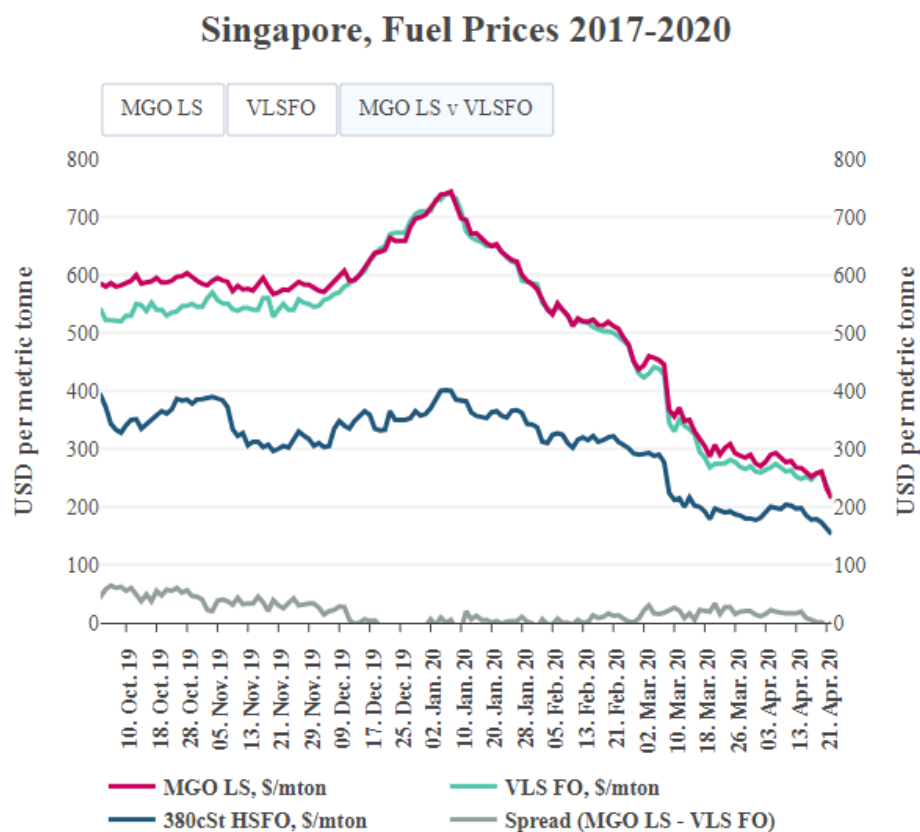
Detta leder till att fartyg som inte har ett skrubbersystem ombord ska använda en annan typ av bunker. Istället för att framdrivas på högsvavligt bunker behöver fartygen använda sig av en lågsvavlig bunker. Denna förändring kommer påverka efterfrågan på de olika typerna av bränsle. I och med införandet av svaveldirektiven går efterfrågan på lågsvavliga bunker upp och kommer överstiga efterfrågan på högsvavligt bränsle (Ship & Bunker, 2019). Detta leder till att raffinaderier kan behöva avsvavla sin befintliga bunker för att möta den nya efterfrågan (Billing & Fitzgibbon, 2019). Men efter svaveldirektiven trätt i kraft, så visar försäljningen av bunker i Singapore 2020 att i januari står lågsvavligt bunker för 83% av försäljningen samt i februari har det ökat till 84% (BIMCO, 2020b).

I Tabell 1 kan man se att bunkerpriserna har förändrats 1 januari 2020 i jämförelse med medelpriset 2019, lågsvavligt bunker kostar 710 USD/mt och högsvavlig bunker kostar 360 USD/mt (BIMCO, 2020a).

Tabell 1. Prisförändring VLSFO och HSFO 2019–2020

	VLSFO		HSFO	
Tidpunkt	Pris [USD]	Förändring [%]	Pris [USD]	Förändring [%]
2019, genomsnitt	554	-	318	-
1 januari 2020	710	+28	360	+13
28 februari 2020	430	-22	290	-9

Bunkermarknaden för 2020-02-28 ser ut följande, VLSFO ligger på 430 USD/mt och HSFO kostar 290 USD/mt. Bunkermarknaden förändras även inför mars, i och med att HFSO förbjuds att ha ombord om fartygen inte använder ett skrubbersystem.



Figur 4. Bränslepriser i Singapore 2017–2020. Hämtad från (BIMCO, 2020a).

Under februari minskade bunkerförsäljningen med 16% (3,9 miljoner ton) jämfört med i januari, detta berodde på den minskade efterfrågan av bunker på grund av coronaviruset (HELLENIC SHIPPING NEWS worldwide, 2020). Eftersom efterfrågan har minskat har de påverkat bunkerpriset. En stor förändring som skett är priset på lågsavlig bunker, som kan ses i Figur 4 (BIMCO, 2020a)

Priserna ökade i slutet på 2019 på lågsavlig bunker, se Tabell 1 och Figur 4. Tidigt i januari vänder prishöjningen och det minskar drastiskt, det har fortsatt i den riktningen på grund av Covid-19. Covid-19 påverkar hela globala ekonomin. Enligt nuvarande prognoser kommer det första kvartalet år 2020 inneha den högsta sänkningen av efterfrågan på bunker i historien. Bunkerprisets sänkning förväntas bli värre än den sänkning som sågs under finanskrisen år 2009 (Burkhard, 2020).

4.3 KONTROLL AV EFTERLEVNADEN

I detta avsnitt presenteras det hur de ansvariga myndigheterna kan kontrollera efterlevnaden av svaveldirektivet samt vilka komplikationer som kan uppstå.

De nya globala svaveldirektiven kommer kontrolleras som det gjorts i ECA områdena. Det är flaggstaten som ansvarar för att fartygen uppfyller kraven. Detta kan delegeras av flaggstaten till de lokala hamnstatskontrollerna. Flaggstaten ansvarar för att fartyget uppfyller reglerna på öppet hav och i land kan då inspektörerna vid en PSC runt om i världen vara de som går ombord och gör inspektionen vid kaj (DNV GL, 2020a; Topali & Psaraftis, 2019; Zis & Cullinane, 2020).

Fem kategorier är kontrollmetoderna uppdelade i:

- Inspektion i hamn
- Drönare
- Fasta mätanordningar
- Utsläppsövervakning ombord
- Förbud att ha högsvavligt bunker ombord

Dessa fem kategorier kan hamnstaterna använda sig av för att kontrollera efterlevnaden av det nya svaveldirektivet (Topali & Psaraftis, 2019). Om fartyget gjort en rekommenderad SIP kan inspektören kontrollera vilka åtgärder som tagits ombord på fartyget, samt om kraven möts med en lågsvavlig bunker eller med hjälp av en skrubber (International Chamber of Shipping, 2019).

Inspektörerna kontrollerar att dokument som IAPP-certifikat, BDN, FONAR och SIP finns ombord. Om det finns misstankar att fartyget inte klarar de nya svaveldirektiven kan inspektörerna göra en mer utförlig inspektion som innefattar provtagning eller analys av bunkern ombord (DNV GL, 2020a).

Utöver att ägare möts av utmaningar av de nya svaveldirektiven gäller det samma för myndigheter som skall kontrollera att fartyg och ägare följer de nya svaveldirektiven. Den största utmaningen kommer vara att verkställa den nya förordningen. För närvarande finns inget enhetligt påföljdssystem och detta kan komma att orsaka problem i framtiden. En situation som kan uppstå är att fartygsägare väljer att besöka hamnar där de vet att det inte är hårda på att straffa fartygen eller att det är låg risk för att bli inspekterade (Zis & Cullinane, 2020).

Det finns ägare som har använt sig av en teknik som innebär att de har bytt flaggstat på fartyget för att undvika att bli inspekterade i framtiden, då de har en kvalitetsflagg (Cariou & Wolf, 2011). Det är inte helt osannolikt att liknande problem kommer uppstå bland ägarna för de nya svaveldirektiven i internationella vatten. De olika hamnstatskontrollerna måste även utveckla en plan för just deras hamn för att optimera inspektionerna och öka sin sannolikhet att upptäcka de fartyg som bryter mot reglerna, det kommer vara viktigt att utföra slumpmässiga inspektioner (Zis & Cullinane, 2020). Ett annat problem är att alla länder inte kommer att följa de nya MARPOL Annex VI reglerna, exempelvis så kommer Indonesien tillåta deras egna fartyg fortsätta gå på högsvavlig bunker på grund av att lågsvavlig bunker är mycket dyrare (Reuters, 2019).

Den förändringen som skett kommer innebära att framdrivningen kommer bli mycket dyrare för de ägare som valt att använda sig av bunker med lägre svavelhalt, detta kan innebära att det fuskas på öppet hav där det är svårt att kontrollera att de efterföljs. Det leder till att det är viktigt att slumpmässigt kontrollera fartygen antingen med drönare, eller med de fasta stationerna och på detta sätt hitta och stoppa de fartyg som inte följer svaveldirektiven (Topali & Psaraftis, 2019; Zis & Cullinane, 2020).

Om fartyget valt att använda sig av skrubber måste de ombord samla in data under framdrivning och operationella arbeten så de kan visa upp att fartyget håller sig under den nya svavelrestriktionerna. Fartyg som använder sig av ett skrubbersystem kan komma att testas för att se om allt funkar som det ska och att fartyget har rätt dokumentation (DNV GL, 2020a).

I framtiden kan de bli aktuellt att fartyg även utrustas med en anordning ombord som de sätter vid lämplig position som mäter fartygets svavelutsläpp när fartyget är aktivt och med IMO:s nya regel att det är förbjudet med högsvavligt bunker ombord efter 1 mars 2020 om fartyget inte är utrustat med en skrubber göra det svårare för fartyg att inte följa svavelrestriktionerna (Zis & Cullinane, 2020).

Om fartyget använder sig av ett bränsle som inte är godkänt utan skrubber och inte kan visa upp ett FONAR dokument som visar att det inte fanns korrekt bränsle när de bunkrade, så kan detta leda till; böter, att fartyget ej får lämna hamnen och fartyget får tömma sitt bränsle och bunkra ett bränsle som är godkänt. Påföljderna varierar från hamn till hamn (DNV GL, 2020a). Det kan även leda till att både kapten och ägaren får fängelsestraff i upp till 2 år (SAFETY4SEA, 2019).

5 DISKUSSION

Nedan är en diskussion om resultatet och metoden av denna studie. Detta avsnitt kommer beskriva resultatet av rapporten i korrelation till frågeställningarna och diskutera vilka de bästa lösningarna är till de adresserade problemen. Därefter kommer en diskussion av den valda metoden i relation till konceptet som är använt att utvärdera studiens validitet och reliabilitet samt en granskning av den valda metoden.

5.1 RESULTATDISKUSSION

I detta avsnitt presenteras resultatet av denna rapport i förhållande till bakgrunden och metoden. Hur ägarna agerat för att nå den nya begränsningen på svavelutsläpp. Dess inverkan på miljö och människa samt prisutvecklingen på bunkern. Vidare diskuteras hur hamnstaterna arbetat för att undersöka att efterlevnaden av dessa regler håller.

5.1.1 För- och nackdelar med de olika framdrivningsalternativen

I och med denna svavelbegränsning förväntades även tillgång och efterfrågan på bunker att förändras vilket även har synts på marknaden efter införandet av reglerna.

I samband med de nya svavelregleringarna i januari 2020 krävdes nya metoder från ägarna för att nå utsläppsgränsen på 0,50 viktprocent svavelhalt. Första alternativet är att antingen byta över till ett lågsvavligt bunker (Ji, 2020; Vierth et al., 2015). Alternativt att fortsätta sin framdrivning med högsvavlig bunker och kombinera det med att installera ett skrubbersystem som renar avgaserna och därmed når utsläpsskravet (Chu Van et al., 2019; Ji, 2020; Lindstad et al., 2017; Vierth et al., 2015). Slutligen finns även alternativet att ändra framdriftssätt till LNG (Chu Van et al., 2019; Lindstad et al., 2017; Solakivi et al., 2019).

Det finns fördelar och nackdelar med alla alternativen som presenterats i resultatet och vilket alternativ som är det bästa beror på en rad olika faktorer. Några faktorer är bunkermarknadens priser, vilken typ av motor som finns ombord och hur länge fartyget kommer vara i drift (Abadie et al., 2017; Brynolf et al., 2014; Gu & Wallace, 2017). Fartygsägare som valt att använda sig av lågsvavlig bunker för att möta de nya svaveldirektiven kommer att slippa de stora kapitalkostnaderna då det inte behövs någon större ombyggnad för att fartyget skall kunna framdrivas på lågsvavlig bunker och det är en enkel övergång. Dock kommer de operativa kostnaderna att öka då det är en dyrare variant av bunker och tillgängligheten är ovis (Antturi et al., 2016; Gu & Wallace, 2017; Jiang et al., 2014). Lågsvavlig bunker kan ses som det bästa

alternativet för ägare under de nuvarande omständigheterna som har blivit av utfallet av Covid-19. Då detta alternativ klarar den nya maxgränsen på svavelutsläpp utan någon större modifiering och den största nackdel är att de operativa kostnaderna kommer att öka jämfört med tidigare, den pågående pandemin har dock gjort så att bränslet har ett lägre pris i förhållande till föregående år.

De ägare som valt att fortsätta framdriva sina fartyg på en högsvavlig bunker i kombination med ett installerat skrubbersystem kommer att minska utsläppen av SO_x samt partiklar och kommer ha mindre operativa kostnader då högsvavligt är billigare än lågsvavligt bunker. Detta kan även tillåta fartyget att färdas i en högre fart utan att öka kostnaderna (Chu Van et al., 2019). Det negativa för ägaren är att det blir en stor kapitalkostnad när de ska installera skrubbersystemet ombord, det kommer även att öka underhåll och behov av expertis (Abadie et al., 2017; Chu Van et al., 2019; Lindstad et al., 2017). Skrubber är ett bra alternativ utifrån en ekonomisk aspekt i långa loppet, då de operativa kostnaderna kommer vara låga och kan då hinna tjäna in den kapitalkostnaden som ägaren fick betala vid installationen. Ur miljöaspekten så kommer SO_x att minska men NO_x utsläppen kommer inte minska märkvärt. NO_x utsläppen bidrar till övergödning, försurning och hälsoproblem. Ett annat problem som kan uppstå är att föroreningarna endast flyttas från luften till vattnet om fartygen använder ett öppet skrubbersystem (Laville, 2018). Vissa länder har börjat förbjuda användandet av ett öppet system ombord på fartygen och andra länder reglerar hur mycket skrubbevatten som släpps ut i havet (DNV GL, 2020b). Om det visar sig att skrubbersystem inte får den effekt som krävs eller att problemet bara flyttas till vattnet kan de bli i framtiden att alla typer av skrubbers förbjuds och då är denna investering förgäves. Därför är det fördelaktigt att framdriva fartyget på ett stängt skrubbersystem alternativt ett hybridsystem då det minskar risken för att inte vara brukbart i framtiden.

De ägare som valt att framföra fartygen på alternativa bränslen som LNG eller metanol kommer att få minskade utsläpp från deras fartyg och kommer inte behöva göra några mer åtgärder för att uppnå de svaveldirektiv som finns. Dock krävs modifiering av fartyget som innebär investeringar för ägaren, dessa typer av bränsle är begränsad i tillgång och priserna är osäkra i dagsläget (Bergqvist et al., 2015; Gu & Wallace, 2017; Panasiuk & Turkina, 2015; Solakivi et al., 2019). Då det krävs stora modifieringar på fartygen för att de ska kunna framdrivas på denna typ av bränsle så är detta ett bra alternativ på de nyproducerade fartyg. Det är fortfarande ett begränsat alternativ på många sätt, men om man ser för framtiden så kommer denna typen av bränsle bli allt vanligare och kunskapen kommer bli större som kommer leda till en säkrare

marknad. De fartyg som använder denna typen av bränsle kommer att klara alla miljömässiga kriterier och i framtiden kan förhoppningsvis även biogas användas istället för LNG, då biogas är ett förnybart bränsle. Detta leder till ett mer hållbart perspektiv på bränsleanvändningen på fartyg.

Meningen med den nya reducering av svavelutsläpp är att det i det långa loppet skall leda till en allmänt bättre miljö samt förbättra kustnära områden som ofta trafikeras av fartyg. Inverkan av svavelutsläpp på miljön är bland annat försurning av hav och land samt bidrar till negativa hälsoeffekter på människan i form av skador på luftvägar. Effekterna av IMO:s nya maxgräns för svavelutsläpp till luft beräknas minska med 77% detta kommer leda till att surt vatten minskar som leder till att levnadsvillkoren blir bättre för både människor och djur, vidare leder det en minskad risk för att råka ut för astma, stroke och lungcancer (IMO, 2019b; Sofiev et al., 2018). Det beräknas att 570 000 färre människor kommer dö en för tidig död mellan 2020–2025 med de nya restriktionerna (Corbett et al., 2016).

Enligt undersökningar kan den direkta effekten av en sänkning av svavelhalter leda till en ökad temperatur då svavel har en kylande effekt i atmosfären. En sänkning av svavel utan vidare sänkningar av växthusgaser kan alltså ha en negativ effekt på jordens klimat och miljö (Kontovas, 2020; Laakso et al., 2017). Att fartyg minskar sina utsläpp är övergripande bra då de minskar skador på både miljön och människor, de olika alternativen ägarna har att välja på ger lite olika resultat gällande de olika utsläppen men alla ger en minskning i svavelutsläppen till luft. Det är lite ovist i hur detta kan påverka jorden och dess uppvärmning, då SO_x utsläppen har en kylande effekt och minskar detta med 77% så kommer uppvärmningen av planeten att öka och klimatförändringarna få en hårdare effekt.

5.1.2 Prissättning på bunker

Bunkermarknaden har ändrats sedan 2019 gällande högsvavligt och lågsvavligt bunker. Fram till 2020 så har högsvavlig bränsle varit dominerande på marknaden och med införandet av de nya reglerna förväntades en ökad efterfrågan på lågsvavligt bunker (Billing & Fitzgibbon, 2019). I Figur 4 så ser man att priserna för lågsvavligt och högsvavligt bunker ökar i slutet av 2019 jämfört med tidigare men några veckor in i januari 2020 så ser man hur priserna faller, detta kan man se i Tabell 1. Prisökningen i slutet av 2019 på lågsvavlig bunker kan antas bero på de förberedelser som fartygsägare förväntades ta inför implementeringen av svavelreglerna.

Det är svårt att veta vad som har påverkat vad vid införandet av direktiven då världen under samma tidsperiod ställdes inför viruset Covid-19 som i skrivande stund har spridits runt hela

jorden och satt spår på världsekonomin. Påverkan av viruset har inte bara haft inverkan på fartyg utan alla branscher, både positiva och negativa konsekvenser. Man kan anta att utan utbrottet av Covid-19 så skulle priserna på lågsavlig bunker fortsatt öka på grund av att efterfrågan rimligtvis skulle stiga.

Det kan antas att om Covid-19 inte hade infallit i samband med implementeringen av de nya svavelreglerna så skulle priset på lågsavlig bunker fortsätta öka. Detta då efterfrågan med största sannolikhet skulle fortsatt öka.

Prognosen visade att fartygsägare som ämnade byta till lågsavlig bunker skulle öka sina operativa utgifter med 14 – 18% (Ship & Bunker, 2019). Då priserna istället sjönk på grund av Covid-19 och priset nu är lägre än vad medelpriset på högsvavligt bunker var under 2019, se Figur 4, så har det visat sig mer fördelaktigt att faktiskt framföra sina fartyg på lågsavlig bunker.

5.1.3 Kontroll av efterlevnad

Efterlevnaden kontrolleras via en inspektion under hamnstatskontrollen då fartygen anlöper landets hamnar. I det fall en inspektör går ombord är det en fördel om fartyget har utfört ett SIP, alltså en implementationsplan för att nå de nya reglerna. Vid framförandet av denna plan kan inspektören snabbt se vilka åtgärder som tagits och kontrollera att svaveldirektiven efterföljs (International Chamber of Shipping, 2019).

Det finns ett par olika metoder som används för att inspektera om fartygen följer svaveldirektiven. Vanligtvis sker inspektionen ombord där inspektörerna kontrollerar relevanta dokument och certifikat, det kan också innefatta provtagning eller en bränsleanalys ombord (DNV GL, 2020a). Hur detta kommer kontrolleras skiljer sig inget större än hur detta har hanterats inom ECA-områdena de senaste åren där maxgränsen för svavel i bränslet är 0,10 viktprocent. Det som skiljer sig åt är att efter 1 mars 2020 så har högsvavligt bunker blivit förbjudet att ha ombord på fartyget om det inte finns ett skrubbersystem. Det som skiljer flaggstaterna utanför ECA är att de inte har lika stor expertis eller utsträckning i utrustning att inspektera fartyg.

Att ägarna efterlever de nya svaveldirektiven och ser till att fartygen har ett godkänt framdrivningsalternativ är upp till varje flaggstat som ansvarar för de administrativa, tekniska och sociala frågorna (UNCLOS, 1982). Enligt Lowell (2019) så kommer det vara runt 10% av fartygen i internationellt vatten som inte kommer att klara de nya svaveldirektiven till 2020.

Det är för tidigt att kontrollera om det stämmer och det samma gäller vad ägarna har valt för typ av alternativ att framdriva sina fartyg.

Det finns inga enhetliga påföljder för de som inte efterlever direktiven och detta kan orsaka problem som att fartyg väljer hamnar där de vet att straffen inte är så hårda eller att det är låg risk att bli kontrollerade (Zis & Cullinane, 2020)

Detta hade man kunnat lösa med en global rapportering system som liknar det EMSA använder sig av i ECA-områdena som heter THETIS där alla hamnstater kan rapportera om fartyg inte efterlever kraven och ett enhetligt straffsystem så att inte fartyg kommer undan med mildare straff än vad som är rättvist.

5.2 METODDISKUSSION

I detta avsnitt diskuteras validiteten och reliabiliteten för litteraturstudien som gjorts samt valet av metod.

Litteraturstudie

Vid start av rapporten fanns ett stort behov av en bredare kunskap om IMO:s nya svaveldirektiv och hur detta har påverkat internationella sjöfart och därför bedöms en litteraturstudie som relevant. Vi valde sedan att använda oss av en metodkombination av insamling av både kvalitativa och kvantitativa data som skulle svara på frågeställningen. Det var mycket läsning och undersökning innan rapporten innehöll nog med vetenskapliga artiklar och andra trovärdiga källor för att svara på frågeställningarna.

Huvudfrågan gällande hur IMO:s nya svaveldirektiv har påverkat den internationella sjöfarten är i första hand besvarad med vetenskapliga artiklar, tidskrifter och rapporter men information är även hämtad ifrån myndighets-/organisationspubliceringar och nyhetsbevakning om ämnet. Problematiken som uppkommit, i och med att svaveldirektiven nyligen blev implementerade, är att det finns begränsat med studier och svar på hur svaveldirektivet påverkat den internationella sjöfarten. Men, i och med att studierna som finns korresponderar med prognoserna som gjorts innan svaveldirektiven trädde i kraft, så anses resultaten från källorna trovärdiga. Detta har kontrollerats med datatrianguleringen som Denscombe (2018) förespråkar samt kontroll genom CRAAP-testet har kontinuerligt gjorts (Benedictine University Library, 2019). Dessa två metoderna har använts för att öka validiteten och tillförlitligheten på källorna som används.

En nackdel med litteraturundersökningen, kan vara den begränsade mängden information som finns tillgänglig. I och med att det finns en begränsad mängd information och denna studie är tidigt gjord efter implementeringen av svaveldirektiven så kan det ge en viss förvrängd bild av verkligheten. Ur ett källkritiskt perspektiv anser författarna att litteraturstudien som genomförs för rapporten har endast använt vetenskapliga artiklar eller andra tillförlitliga källor med relevant information om ämnet därför kan rapporten ses som reliabel och för att säkerhetskälla rapportens validitet har alla källor jämförts med varandra för att se samband (Denscombe, 2018).

Om studien gjorts igen

Om rapporten skulle genomföras igen så hade det underlättat att inte göra studien så tätt inpå den satts i bruk. På detta viset så hade mer information om utfallet för vilket alternativ som ägare har valt för sina fartyg. Även hur bra hamnstaterna har kunnat kontrollera att fartygen följer de nya reglerna. Ytterligare en faktor som hade underlättat studien är om Covid-19 inte hade uppstått, utan pandemin hade en del i resultatet gällande priser för bunkern förmodligen sett annorlunda ut.

6 SLUTSATS

Detta avsnitt presenterar rapportens slutsatser som grundar sig på rapportens frågeställningar.

Sjöfarten transporterar runt 90% av allt gods och det är runt 70 000 fartyg i internationellt vatten som har blivit påverkade av den nya svaveldirektiven. Med reglering kring utsläpp som MARPOL annex VI begränsas utsläppsmängden av SO_x och NO_x vilket förväntas leda till en förbättrad miljö, både lokalt och globalt, det kommer att minska sjukdomar och att människor avlider för tidigt.

Vilka framdrivningsalternativ kan användas för att uppfylla IMO:s svaveldirektiv?

Rederierna som använder sina fartyg i internationella vatten rekommenderas att använda ett av följande alternativ som framdrivning för fartygen, alla alternativet har sina nackdelar och fördelar och vilket alternativ som är de mest optimala beror på bunkerpriser, motortyp, fartygets ålder och förväntad livslängd, kostnader för att installera en skrubber, vart fartyget kommer vara aktivt och till sist hur snabbt fartyget kan framdrivas.

1. Det första alternativet är att fartygen använder sig av ett lågsvavligt bränsle som har en svavelmängd över 0,50 viktprocent. Detta alternativet kan ses som det optimala när bunkerpriserna är låga, då fartyg som använder sig av lågsvavlig bunker kommer att ha höga operativa kostnader men behöver inte investera stora kapital.
2. Nästa alternativ är att fartygen fortsätter framdrivas på högsvavligt bunker i kombination med en skrubber ombord. Detta är fördelaktigt ifall ägaren vill lägga en kapitalkostnad för skrubbern och därefter spara in på bunkerkostnaderna. Detta är lönsamt om fartyget har flera kvarvarande år i drift samt ifall bunkerpriset för högsvavlig bunker är mycket lägre än lågsvavlig bunker.
3. Det sista alternativet är att fartygen framdrivs på förnybara bränsle så som LNG eller metanol. Det är ett bra alternativ för att minska utsläppen och nå de direktiv som finns, dock krävs dock en större modifiering av fartyget och innebär en större investeringskostnad. Detta alternativ kan ses som fördelaktigt för nybyggen och framtida fartyg.

Till framtiden, för en hållbar sjöfart, så bör lågsvavlig bunker och LNG implementeras på fartygen i största möjliga mån. LNG används relativt lite ombord på fartyg i dagsläget, men har stor potential för framtiden.

Hur har prissättningen på högsvavlig och lågsvavlig bunker förändrats efter svaveldirektivet trätt i kraft?

När de nya svaveldirektiven kom så förväntades det att slå om på bunkermarknaden då lågsvavlig bunker skulle bli den mest använda bunker typen, detta förväntades även öka priset då efterfrågan skulle gå upp. Bunkerpriserna var i början av 2020 högre än de varit 2019, men därefter har priserna rasat och är idag otroligt låga, detta beror på att covid-19 har påverkat världshandeln. Utan pandemin hade med stor sannolikhet priserna sett annorlunda ut.

Priset för bunkern hade antagligen varit högre under 2020 jämfört med 2019 om det inte varit för Covid-19. Eftersom detta inte blev fallet så har de fartygsägare som valt lågsvavlig bunker kunnat ha lägre operationella kostnader än vad prognoserna visade på.

Hur kontrollerar ansvariga myndigheter att IMO:s nya svaveldirektiv efterlevs?

Kontroll av efterlevnaden av fartygen kommer ske på samma vis som det gjorts i ECA. Fartygen kommer i första hand bli inspekterade av hamnstaterna ifall de följer de nya svaveldirektiven. Detta görs under hamnstatskontrollen och de olika hamnarna har ett flertal olika inspektionstyperna att använda sig av. Det är flaggstatens ansvar se till att de fartyg som seglar under deras flagg följer de nya svaveldirektiven. Det är viktigt att inspektera fartygen så att efterlevnad följs. Problem som kan tänkas uppstå är att fartygen fuskar eller väljer att åka till de länder och hamnar som inte följer direktiven eller risk att bli kontrollerad är låg.

En bra lösning på dessa problemen hade kunnat uppnås genom ett globalt rapporteringssystem likt THETIS som finns i ECA. Detta för att det skall skapas en struktur bakom hur och när inspektioner genomförs samt vilka påföljder det blir.

6.1 VIDARE STUDIE

En vidare studie inom ämnet kan vara att kolla vad för alternativ ägare inom internationell sjöfart faktiskt har valt gällande framdrivning av sina fartyg, vad som är mest ekonomiskt.

7 KÄLLFÖRTECKNING

- Abadie, L. M., Goicoechea, N., & Galarraga, I. (2017). Adapting the shipping sector to stricter emissions regulations: Fuel switching or installing a scrubber? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 57, 237–250.
<https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.09.017>
- Acciario, M. (2014). Real option analysis for environmental compliance: LNG and emission control areas. *Transportation Research Part D*, 28, 41–50.
<https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.12.007>
- Alfa Laval. (2018). *Marine fuels in the low-sulphur era*.
https://www.alfalaval.com/globalassets/documents/industries/marine-and-transportation/marine/refuel/alfalaval_article_marine-fuels.pdf
- Almestrand Linné, P. (2017). *Regulating Vessel-Source Air Pollution - Standard-Setting in the Regulation of SOx Emissions* [Göteborgs universitet. Handelshögskolan].
<http://hdl.handle.net/2077/53702>
- Antturi, J., Hänninen, O., Jalkanen, J. P., Johansson, L., Prank, M., Sofiev, M., & Ollikainen, M. (2016). Costs and benefits of low-sulphur fuel standard for Baltic Sea shipping. *Journal of Environmental Management*, 184, 431–440.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.09.064>
- Benedictine University Library. (2019). *Evaluating Sources :The CRAAP Test -*.
<https://researchguides.ben.edu/source-evaluation>
- Bergqvist, R., Turesson, M., & Weddmark, A. (2015). Sulphur emission control areas and transport strategies-the case of Sweden and the forest industry. *European Transport Research Review*, 7(10), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s12544-015-0161-9>
- Billing, E., & Fitzgibbon, T. (2019). *What shipowners, refiners, and traders should know about IMO 2020*. <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/what-shipowners-refiners-and-traders-should-know-about-imo-2020#>
- BIMCO. (2020a). *MARKET REPORTS*. <https://www.bimco.org/news-and-trends/market-reports>

- BIMCO. (2020b). *SHIPPING NUMBER OF THE WEEK: 84% of February bunker sales in Singapore are low sulphur fuels*. https://www.bimco.org/news/market_reports/shipping-number-of-the-week/2020/20200319-snow
- BP. (2018). *MARPOL 2020 and beyond BP marketing material*. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/bp-global-energy-trading/documents/what-we-do/marine/marpol-brochure-update-oct-2018.pdf>
- Brynolf, S., Magnusson, M., Fridell, E., & Andersson, K. (2014). Compliance possibilities for the future ECA regulations through the use of abatement technologies or change of fuels. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 28, 6–18. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.12.001>
- Burkhard, J. (2020). *Q1 2020 Oil Demand Fall is Largest in History*. https://news.ihsmarkit.com/prviewer/release_only/slug/2020-03-04-q1-2020-oil-demand-fall-is-largest-in-history
- Cariou, P., & Wolf, F.-C. (2011). Do Port State Control Inspections Influence Flag- and Class-hoppi...: Ingenta Connect. *Journal of Transport Economics and Policy*, 45(2), 155–177. <http://docserver.ingentaconnect.com/deliver/connect/lse/00225258/v45n2/s1.pdf?expires=1587213460&id=0000&titleid=1311&checksum=3EA2D2241766504B33C9C7F725B549D9>
- Chu Van, T., Ramirez, J., Rainey, T., Ristovski, Z., & Brown, R. J. (2019). Global impacts of recent IMO regulations on marine fuel oil refining processes and ship emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 70, 123–134. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.04.001>
- Corbett, J. J., Winebrake, J. J., Carr, E. W., Jalkanen, J.-P., Johansson, L., Prank, M., & Sofiev, M. (2016). *AIR POLLUTION AND ENERGY EFFICIENCY: Study on effects of the entry into force of the global 0.5% fuel oil sulphur content limit on human health*. [http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Documents/Finland study on health benefits.pdf](http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Documents/Finland%20study%20on%20health%20benefits.pdf)
- Corbett, J. J., Winebrake, J. J., Green, E. H., Kasibhatla, P., Eyring, V., & Lauer, A. (2007). Mortality from ship emissions: A global assessment. *Environmental Science and Technology*, 41(24), 8512–8518. <https://doi.org/10.1021/es071686z>

- Denscombe, M. (2018). *Forskningshandboken: För småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskap* (4:e uppl.). Studentlitteratur AB.
- DNV GL. (2016). *USE OF METHANOL AS FUEL Methanol as marine fuel: Environmental benefits, technology readiness, and economic feasibility*.
[http://www.imo.org/fr/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/Report Methanol 21.01.2016.pdf](http://www.imo.org/fr/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/Report%20Methanol%2021.01.2016.pdf)
- DNV GL. (2018). *Scrubbers at a glance* . <https://www.dnvgl.com/expert-story/maritime-impact/Scrubbers-at-a-glance.html>
- DNV GL. (2019). *Global Sulphur Cap 2020 guidance paper - extended and updated*.
<https://www.dnvgl.com/maritime/publications/global-sulphur-cap-2020.html>
- DNV GL. (2020a). *Global Sulphur Cap 2020 - Frequently asked questions (FAQ) - DNV GL*.
<https://www.dnvgl.com/maritime/global-sulphur-cap/FAQ.html>
- DNV GL. (2020b). *Global Sulphur Cap 2020* . <https://www.dnvgl.com/maritime/global-sulphur-cap/index.html>
- European Maritime Safety Agency. (2020). *THETIS* . <http://www.emsa.europa.eu/psc-main/thetis.html>
- Gu, Y., & Wallace, S. W. (2017). Scrubber: A potentially overestimated compliance method for the Emission Control Areas: The importance of involving a ship's sailing pattern in the evaluation. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 55, 51–66. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.06.024>
- Havs- och vattenmyndigheten. (2018). *Sjöfart - Havsmiljö och vattenmiljö - Miljöpåverkan* .
<https://www.havochvatten.se/hav/fiske--fritid/miljopaverkan/sjofart.html>
- Havsmiljöinstitutet. (2017). *ÅTGÄRDER FÖR ATT MINSKA SJÖFARTENS PÅVERKAN PÅ HAVSMILJÖN* (T. Johansen Lilja, F. Lundberg, & E.-L. Sundblad (eds.)).
 Havsmiljöinstitutet.
https://havsmiljoinstitutet.se/digitalAssets/1618/1618029_hmi_atgarder_sjofart_utskrift_small.pdf

HELLENIC SHIPPING NEWS worldwide. (2020). *BIMCO: 84% of February bunker sales in Singapore are low-sulphur fuels | Hellenic Shipping News Worldwide*. HELLENIC SHIPPING NEWS Worldwide. <https://www.hellenicshippingnews.com/bimco-84-of-february-bunker-sales-in-singapore-are-low-sulphur-fuels/>

International Chamber of Shipping. (2019). *Guidance to Shipping Companies and Crews on Preparing for Compliance with the 2020 “Global Sulphur Cap” for Ships’ Fuel Oil in Accordance with MARPOL Annex VI UPDATED*. <https://www.ics-shipping.org/docs/default-source/resources/guidance-for-compliance-with-the-2020-global-sulphur-cap-july-2019.pdf?sfvrsn=24>

International Maritime Organization. (2015). *Third IMO GHG Study 2014 Executive Summary and Final Report*. [http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/Third Greenhouse Gas Study/GHG3 Executive Summary and Report.pdf](http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/Third%20Greenhouse%20Gas%20Study/GHG3%20Executive%20Summary%20and%20Report.pdf)

International Maritime Organization. (2019a). *IMO 2020 - cleaner shipping for cleaner air*. <http://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/34-IMO-2020-sulphur-limit.aspx>

International Maritime Organization. (2019b). *Taking bold action to clean up shipping emissions by reducing the sulphur content in ships fuel oil*. [http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Documents/Sulphur 2020 infographic 2 page.pdf](http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Documents/Sulphur%202020%20infographic%20page.pdf)

International Maritime Organization. (2020a). *History of IMO*. <http://www.imo.org/en/About/HistoryOfIMO/Pages/Default.aspx>

International Maritime Organization. (2020b). *International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974*. [http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-\(SOLAS\),-1974.aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS),-1974.aspx)

International Maritime Organization. (2020c). *Port State Control*. <http://www.imo.org/en/OurWork/MSAS/Pages/PortStateControl.aspx>

- International Maritime Organization. (2020d). *Prevention of Air Pollution from Ships*.
<http://www.imo.org/en/ourwork/environment/pollutionprevention/airpollution/pages/air-pollution.aspx>
- International Maritime Organization. (2020e). *Status of Conventions*.
<http://www.imo.org/en/About/Conventions/StatusOfConventions/Pages/Default.aspx>
- Ji, J. S. (2020). The IMO 2020 sulphur cap: a step forward for planetary health? *The Lancet Planetary Health*, 4(2), e46–e47. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30002-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30002-4)
- Jiang, L., Kronbak, J., & Christensen, L. P. (2014). The costs and benefits of sulphur reduction measures: Sulphur scrubbers versus marine gas oil. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 28, 19–27.
<https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.12.005>
- Kiang, Y.-H. (2018). Combustion fundamentals and energy systems. In Y.-H. Kiang (Ed.), *Fuel Property Estimation and Combustion Process Characterization: Conventional Fuels, Biomass, Biocarbon, Waste Fuels, Refuse Derived Fuel, and Other Alternative Fuels* (pp. 313–362). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813473-3.00009-X>
- Kontovas, C. A. (2020). Integration of air quality and climate change policies in shipping: The case of sulphur emissions regulation. *Marine Policy*, 113, 103815.
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103815>
- Laakso, A., Korhonen, H., Romakkaniemi, S., & Kokkola, H. (2017). Radiative and climate effects of stratospheric sulfur geoengineering using seasonally varying injection areas. *Atmos. Chem. Phys*, 17, 6957–6974. <https://doi.org/10.5194/acp-17-6957-2017>
- Laville, S. (2018). *Thousands of ships could dump pollutants at sea to avoid dirty fuel ban*. The Guardian. <https://www.theguardian.com/environment/2018/oct/29/thousands-of-ships-could-dump-pollutants-at-sea-to-avoid-dirty-fuel-ban>
- Lindstad, H. E., Rehn, C. F., & Eskeland, G. S. (2017). Sulphur abatement globally in maritime shipping. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 57, 303–313. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.09.028>
- Lowell, J. (2019). *Updated 2020 Bunker Forecast*. <https://clipperdata.com/updated-2020-bunker-forecast/>

Methanex. (2017). *METHANOL AS A MARINE FUEL: A SAFE, COST EFFECTIVE, CLEAN-BURNING, WIDELY AVAILABLE MARINE FUEL FOR TODAY AND THE FUTURE* . <https://www.methanex.com/sites/default/files/about-methanol/MMF-web-2017.pdf>

Miller, B. G. (2005). *Emissions Control Strategies for Power Plants*.
[https://pdf.sciencedirectassets.com/274410/3-s2.0-B9780124974517X50001/3-s2.0-B9780124974517500061/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEKL%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQDjuqgrB5XjfmPPYmTKXixWaYCsZueOO%2BzY3vHXrlGBAlgAwS3](https://pdf.sciencedirectassets.com/274410/3-s2.0-B9780124974517X50001/3-s2.0-B9780124974517500061/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEKL%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQDjuqgrB5XjfmPPYmTKXixWaYCsZueOO%2BzY3vHXrlGBAlgAwS3)

Oiltanking. (2015). *Heavy Fuel Oil (HFO)* . <https://www.oiltanking.com/en/news-info/glossary/details/term/heavy-fuel-oil-hfo.html>

Panasiuk, I., & Turkina, L. (2015). The evaluation of investments efficiency of SO_x scrubber installation. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 40, 87–96.
<https://doi.org/10.1016/j.trd.2015.08.004>

Rancyte, J. (2019). *The 2020 Global Sulphur Cap*. <https://www.seagull.no/news-insights/news/the-2020-global-sulphur-cap-2019-10-10/>

Reuters. (2019). *Indonesia will not enforce IMO low-sulphur fuel rules on domestic fleet*.
<https://www.reuters.com/article/indonesia-shipping-regulations/indonesia-will-not-enforce-imo-low-sulphur-fuel-rules-on-domestic-fleet-idUSL4N24R14F>

SAFETY4SEA. (2019). *Singapore penalties for 2020 sulphur cap non-compliance* .
https://safety4sea.com/singapore-penalties-for-2020-sulphur-cap-non-compliance/?__cf_chl_jschl_tk__=114fa297a6bddc1ca771caceb5655b6662580707-1587558186-0-AbzMV5Lzidka5IHXvYytKxZ_L2603v9SZO96yqB4tRauhZavvOQpLP1KvOjIvVBTFN1MRyI7sYWkeXqAVwBBSDWUvGmtfcGEx6M8DhrYfEulsPhCM4t_s7dxm2W0-NRnb5dB897wqymLv3gAk6yUmzT-OzUrxHOie6gxT1HKYhqWNiaTKN5TaU8gC2gArrMXBcZjL6CxKigLm5H43ZhC7QQD71u4f6k3Y5pK7MpI6sj60RtM7bc1c3Xs9QwcqxUMmboi0KDJEuuokkyCENHXp3F9mWnr4NFIVckRMQBNTtcEN_sKMqVibFt2Hybo25N7Vy9MKpwG4hIu89-ADpsCbcGJdRTJ5r7ZBtHtMs5EHQmk

- Schröder, C., Reimer, N., & Jochmann, P. (2017). Environmental impact of exhaust emissions by Arctic shipping. *Ambio*, 46, 400–409. <https://doi.org/10.1007/s13280-017-0956-0>
- Ship & Bunker. (2019). *ANALYSIS: How Much More Expensive Are IMO2020 Bunkers Really?* . <https://shipandbunker.com/news/world/549798-analysis-how-much-more-expensive-are-imo2020-bunkers-really>
- Sofiev, M., Winebrake, J. J., Johansson, L., Carr, E. W., Prank, M., Soares, J., Vira, J., Kouznetsov, R., Jalkanen, J.-P., & Corbett, J. J. (2018). Cleaner fuels for ships provide public health benefits with climate tradeoffs. *Nature Communications*, 9(406), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02774-9>
- Solakivi, T., Laari, S., Kiiski, T., Töyli, J., & Ojala, L. (2019). How shipowners have adapted to sulphur regulations – Evidence from Finnish seaborne trade. *Case Studies on Transport Policy*, 7(2), 338–345. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2019.03.010>
- Swedegas. (u.d.). *Fakta om LNG*. Hämtad April 17, 2020, från https://www.swedegas.se/gas/LNG/fakta_om_lng
- Topali, D., & Psaraftis, H. N. (2019). The enforcement of the global sulfur cap in maritime transport. *Maritime Business Review*, 4(2), 199–216. <https://doi.org/10.1108/MABR-12-2018-0050>
- Transportstyrelsen. (2014). *Miljö och hälsa*. <https://www.transportstyrelsen.se/sv/sjofart/Miljo-och-halsa/>
- Transportstyrelsen. (2020). *Svavelkontrollområde (SECA)*. <https://www.transportstyrelsen.se/sv/sjofart/Miljo-och-halsa/Luftfororening/SOx---svaveloxider/Kommande-krav/>
- UNCLOS. (1982). *United Nations Convention on the Law of the Sea*.
- Vierth, I., Karlsson, R., & Mellin, A. (2015). Effects of more stringent sulphur requirements for sea transports. *Transportation Research Procedia*, 8, 125–135. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2015.06.048>
- Zis, & Psaraftis, H. (2019). Operational measures to mitigate and reverse the potential modal shifts due to environmental legislation. *Maritime Policy & Management*, 46(1), 117–132. <https://doi.org/10.1080/03088839.2018.1468938>

Zis, & Cullinane, K. (2020). The desulphurisation of shipping: Past, present and the future under a global cap. *Transportation Research Part D*, 82.
<https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102316>