



**CHALMERS**

# Förberedelser inför och utmaningar med omställningen till alternativa bränslen

En fallstudie utifrån en hamns, bunkerleverantörs, och redares perspektiv med fokus på LNG, biobränsle, ammoniak och metanol

Kandidatarbete inom internationell logistik

**ELIN FILIPSSON  
ELLEN LILIENBERG**

**INSTITUTIONEN FÖR MEKANIK OCH MARITIMA VETENSKAPER**

---

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige, 2023



# Förberedelser inför och utmaningar med omställningen till alternativa bränslen

En fallstudie utifrån en hamns, bunkerleverantörs, och redares perspektiv med fokus på LNG, biobränsle, ammoniak och metanol

Kandidatarbete inom internationell logistik

ELIN FILIPSSON  
ELLEN LILIENBERG

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper  
*Avdelningen för maritima studier*  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige, 2023

**Förberedelser inför och utmaningar med omställningen till alternativa bränslen**  
En fallstudie utifrån en hamns, bunkerleverantörs och redares perspektiv med fokus på  
LNG, biobränsle, ammoniak och metanol

ELIN FILIPSSON  
ELLEN LILIENBERG

© ELIN FILIPSSON, 2023  
© ELLEN LILIENBERG, 2023

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

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper  
Chalmers tekniska högskola  
Göteborg, Sverige 2022

# FÖRORD

Rapporten som är ett examensarbete på Chalmers tekniska högskola i Göteborg är skriven inom ramen för programmet Internationell Logistik av Elin Filipsson och Ellen Lilienberg under våren 2023. Examensarbetet omfattar 15 högskolepoäng av programmets totala 180 högskolepoäng. Ett stort tack riktas till de fyra respondenter som lagt ner tid på att genomföra värdefulla intervjuer som fört arbetet framåt. Vi vill också tacka vår handledare Olle Lindmark på Chalmers tekniska högskola för hans råd och vägledning. Olle har varit ett stort stöd under processen.

## **Förberedelser inför och utmaningar med omställningen till alternativa bränslen**

En fallstudie utifrån en hamns, bunkerleverantörs, och redares perspektiv med fokus på LNG, biobränsle, ammoniak och metanol

ELIN FILIPSSON

ELLEN LILIENBERG

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper  
Chalmers tekniska högskola

## **SAMMANDRAG**

Vår generation står inför den enorma utmaningen global uppvärmning. Logistik och transport är en stor bidragande faktor till utsläppen av växthusgaser och andra emissioner. Rapporten skrivs därmed i syfte att undersöka fyra alternativa bränslen för sjöfarten, för att uppnå en mer hållbar logistikkedja idag och i framtiden. Syftet är att genom att intervjua olika aktörer inom sjöfarten förstå utmaningarna som branschen gemensamt står inför vad gäller fyra utvalda bränslen. Utöver det utforskas det hur inställningen till omställningen är samt hur väl förberedda aktörerna är. Rapporten är avgränsad till att behandla LNG, biobränsle, ammoniak och metanol för att hålla arbetet högkvalitativt inom tidsramen för arbetet samtidigt som det ska vara relevant för alla berörda aktörer. Vidare är den begränsad till aktörer med kommersiell drift i Sverige. Resultatet av studien visar att huvudsakliga utmaningar som aktörerna står inför med alternativa bränslen innefattar släpande regelverk, en lägre energitäthet, osäker tillgänglighet samt en stor prisdifferens i förhållande till konventionella bränslen. Generellt sett finns en positiv inställning till alternativa bränslen bland aktörerna som arbetar aktivt med förberedelser.

**Nyckelord:** LNG, metanol, ammoniak, biobränsle, alternativa bränslen, växthusgaser

## **Preparations for and challenges with the transition to alternative fuels**

A case study from the perspective of a port, bunker supplier, and shipowner with focus on LNG, biofuels, ammonia, and methanol

ELIN FILIPSSON

ELLEN LILIENBERG

Department of Mechanics and Maritime Sciences  
Chalmers University of Technology

## **ABSTRACT**

Our generation faces the enormous challenge of global warming. Logistics and transport are a major contributing factor to the release of greenhouse gases and other emissions. The report is therefore written with the aim of investigating four alternative fuels for shipping, to achieve a more sustainable logistics chain today and in the future. The aim is to understand the challenges that the industry is facing regarding four selected fuels by interviewing different stakeholders in shipping. In addition, it aims to explore the attitude towards the change to alternative fuels is and how well prepared the stakeholders are. The report is limited to exclusively study LNG, methanol, ammonia, and biofuel to keep a good quality of the work within the given time frame and make it applicable for all stakeholders involved. Furthermore, it is limited to actors with commercial operations in Sweden. The result of the study shows that the main challenges the stakeholders face with alternative fuels include lagging regulations, a lower energy density, uncertain availability as well as a large price difference in relation to conventional fuels. Generally, there is a positive attitude towards alternative fuels among stakeholders who also work actively with preparations. The report is written in Swedish.

**Keywords:** LNG, methanol, ammonia, biofuels, alternative fuels, greenhouse gases

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Inledning.....	8
1.1 Bakgrund .....	8
1.2 Syfte .....	8
1.3 Frågeställningar.....	9
1.4 Avgränsningar .....	9
2. Teori .....	10
2.1 Konventionella bränslens negativa klimatpåverkan.....	10
2.2 Index.....	10
2.3 International Maritime Organisation .....	10
2.4 FuelEU Maritime.....	11
2.5 Utsläppsrätter .....	12
2.6 Åtgärder för att reglera fartygsutsläpp .....	12
2.7 Avgasrening .....	12
2.8 Alternativa bränslen .....	13
2.8.1 Liquefied Natural Gas.....	13
2.8.2 Biobränsle.....	14
2.8.3 Ammoniak .....	14
2.8.4 Metanol.....	15
3. Metod .....	17
3.1 Forskningsstrategi .....	17
3.2 Val av metod .....	17
3.3 Urval och datainsamling.....	17
3.3.1 Litteraturöversikt .....	17
3.3.2 Källprovning.....	18
3.3.3 Semistrukturerad intervju .....	18
3.4 Dataanalys .....	18
3.5 Etik .....	18
4. Resultat.....	20
4.1 Utmaningar.....	20
4.1.1 Regelverk .....	20
4.1.2 Energitäthet och tillgänglighet .....	20
4.1.3 Prisdifferens .....	21
4.2 Förberedelser .....	21
4.3 Aktörernas inställning till de olika bränslena.....	21
5. Diskussion .....	23
5.1 Teknikens roll i samhället .....	24

5.2 Metoddiskussion.....	24
5.2.1 Reliabilitet och validitet .....	24
6. Slutsatser .....	26
6.1 Rekommendationer till fortsatt arbete.....	26
Källförteckning.....	27
BILAGA 1 .....	30
BILAGA 2.....	<a href="#">32</a>

## FIGURFÖRTECKNING

Figur 1 Genomsnittlig reduktion av koldioxidintensiteten i jämförelse 2020 (Europeiska unionen, 2023).....	12
---	----

## FÖRKORTNINGAR OCH BEGREPP

CO <sub>2</sub>	Carbon dioxide
CSI	Clean Ship Index
ECA	Emission Control Area
ESI	Environmental Ship Index
GHG	Green House Gas
HFO	Heavy Fuel Oil
HSFO	High Sulphur Fuel Oil
IMO	International Maritime Organisation
LNG	Liquified Natural Gas
MDO	Marine Diesel Oil
MGO	Marine Gas Oil
NO <sub>x</sub>	Nitrogen oxides
PM	Particulate matter
SECA	Sulphur Emission Control Area
SO <sub>x</sub>	Sulphur oxides
VLSFO	Very Low Sulphur Fuel Oil

# 1. INLEDNING

Klimatfrågan är mer aktuell än någonsin och sjöfartsindustrin står idag för 3% av de globala koldioxidutsläppen samtidigt som de transporterar 90% av världshandelns volymer (King, 2022). Val av bränsle är en viktig faktor för att minska miljöpåverkan och skapa en mer hållbar sjöfartsindustri. Det krävs flertalet åtgärder för att uppnå de klimatmål som Europeiska unionen (EU) och International Maritime Organisation (IMO) har satt upp. En av dessa åtgärder är övergången till användning av alternativa bränslen för fartyg. Omställningen behöver ske i flera led där alla aktörer i branschen måste bidra. Idag har flera rederier redan tagit steget att övergå från fossila bränslen till fossilfria alternativ eller åtminstone bränslen med lägre utsläpp av främst koldioxid. Det råder dock oenigheter om vilket bränsle som är mest fördelaktigt att använda dels vad gäller emissioner, dels ekonomi. Förutom det är säkerhet och den tekniska aspekten också viktig att ta i beaktning.

IMO har sedan 2018 fastställt en strategi för att minska växthusgaser, *GHG Strategy*. Den består av tre mål, det första målet är att till 2030 reducera CO<sub>2</sub>-utsläpp med åtminstone 40%. 2050 ska den internationella sjöfartens totala växthusgasutsläpp vara reducerade med minst 50%, dock är målet att satsa på en reduktion på hela 70% till 2050. Alla nivåer mäts med 2008 som baslinje (International Maritime Organisation, 2019). De högt uppsatta målen av det globala organet IMO innebär att stora förändringar måste göras som ett gemensamt krafttag av hela industrin för att nå målen. Den här rapporten kommer att behandla vilka utmaningar olika aktörer i branschen möter i och med omställningen till alternativa bränslen, samt hur de förbereder sig för att genomföra dessa förändringar.

## 1.1 Bakgrund

De nya tuffare miljökraven sätter press på sjöfartsindustrin att ställa om från fossila bränslen till alternativ med mindre miljöpåverkan. Rederier tvingas anpassa sina fartyg i takt med att de nya regelverken implementeras. Samtidigt ställer omställningen krav på båda hamnar och bunkerleverantörer att kunna möta efterfrågan på de nya bränslena. Det som idag används i störst utsträckning kommer ursprungligen från fossila källor. Heavy fuel oil (HFO), Marine Diesel Oil (MDO), Marine Gas Oil (MGO) samt hybrid-bränslet Very Low Sulphur Fuel Oil (VLSFO) är de mest använda bränslena idag (Jacobsson, 2023). Studien fokuserar på fyra olika alternativa bränslen och inkluderar LNG, biobränsle, ammoniak och metanol. Vad gäller alternativa bränslen finns det fler ute på marknaden, men valet av dessa fyra bygger på att de är aktuella idag eller att de i framtiden sannolikt kommer levereras av både hamn och bunkerleverantör. Utöver detta, har andra bränslen också uteslutits med anledningen att den givna tidsramen inte tillåter noggrann studie av samtliga befintliga alternativ.

## 1.2 Syfte

Syftet med rapporten är att undersöka vilka utmaningar olika aktörer inom sjöfartsbranschen står inför när det gäller omställningen till alternativa bränslen samt hur de förbereder sig för att genomföra dessa förändringar. Studien utgår ifrån tre olika aktörer inom sjöfartsbranschen för att ge en överblickande bild av den nuvarande situationen, och utforskar hur inställningen till att ställa om upplevs hos dem.

### 1.3 Frågeställningar

- Vilka är de största utmaningarna med alternativa bränslen för de olika aktörerna hamn, bunkerleverantör och rederi?
- Hur förbereder sig de olika aktörerna för att kunna göra övergången till alternativa bränslen?
- Vilken inställning har de olika aktörerna till de fyra utvalda bränslena?

### 1.4 Avgränsningar

Studien är avgränsad till att endast fokusera på aktörer med kommersiell drift i Sverige. En ytterligare avgränsning är att endast fyra bränslen är studerade. Det innebär att ingen hänsyn har tagits till andra bränslen utöver dessa i resultatet, trots att fler kan anses vara alternativa och aktuella. Detta innebär att en alternativ bränslekälla som till exempel el har exkluderats från studien då dess egenskaper skiljer sig från bränslen som kan hanteras av samtliga aktörer. Studien är avgränsad till att endast ta upp de miljökonsekvenserna som direkt kan kopplas till fartygs bränsleutsläpp. Det innebär att andra faktorer som också har en negativ påverkan på klimatet inte inkluderats för att begränsa studiens omfattning i förhållande till arbetets tidsram.

## 2. TEORI

Teoriavsnittet syftar till att ge nödvändig bakgrundsinformation kring ämnet för att rapportens forskningsfrågor ska vara enklare att förstå. Teorin tar upp problematiken som leder fram till varför en omställning till alternativa bränslen är viktig. Utöver detta beskrivs de globala regelverk som dagens miljöanpassningar baseras på, samt vilka andra åtgärder som är möjliga att vidta utöver bränsleval. Slutligen presenteras de fyra valda bränslena med deras fördelar och nackdelar.

### 2.1 Konventionella bränslens negativa klimatpåverkan

Fartyg som förbränner konventionella bränslen släpper ut föroreningar som kan delas in i två kategorier, växthusgaser och icke växthusgaser. Växthusgaser är de som bidrar till den globala uppvärmningen och omfattas av koldioxid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) och lustgas (N<sub>2</sub>O). Icke växthusgaser leder till försämrad luftkvalité och omfattas av bland annat svaveloxider (SO<sub>x</sub>), kväveoxider (NO<sub>x</sub>) och partiklar (Kontovas A., 2020). SO<sub>x</sub>-utsläppen är direkt proportionella till svavelhalten i bränslet och bidrar till försurning av hav och sjöar samtidigt som det har stor påverkan på den mänskliga hälsan. De små partiklarna består av bland annat oförbränd produkt från fartyg som släpps ut i atmosfären och orsakar stor skada på människan. Partiklar förekommer från organiska och oorganiska källor, i Europa uppmättes det att sjöfarten genererar 11% av partiklarna, med högst intensitet i hamnstäder. Partikelutsläppen är direkt kopplade till bränslets kvalité och ju högre svavelinnehåll desto större utsläpp av partiklar. Genom att byta till ett lågsvavligt bränsle kommer utsläppen av SO<sub>x</sub> och partiklar minska enligt Wan, o.a. (2021).

### 2.2 Index

Det finns idag flertalet index som används för att minska sjöfartens klimatpåverkan. Syftet med dessa är att motivera fartygsägare att göra satsningar som minskar flottans klimatpåverkan genom exempelvis rabatter på hamnavgifter. Environmental Ship Index (ESI) är ett index som med hjälp av poängsystem kategoriserar fartygen mellan 0–100. Fartyg med höga poäng har låga utsläpp av SO<sub>x</sub> och NO<sub>x</sub>, vilket belönas med rabatter. ESI är frivilligt för hamnar att implementera och målet är endast att skapa incitament för att fler fartygsägare ska välja renare bränslen (ESI, 2023). Clean Shipping Index (CSI) är också ett index som används i syfte att motivera fartygsägare att minska sin miljöpåverkan och indexet ger fartyg betyg efter miljöprestanda. Precis som ESI genererar höga betyg olika förmåner. CSI innefattar fler kategorier än endast luftutsläpp. Utöver att mäta utsläpp av SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> och partiklar ges även betyg för vilka samt hur mycket kemikalier som används ombord i form av exempelvis rengöringsmedel eller bottenfärg. Dessutom är även hantering av exempelvis avfall, sludge och avloppsvatten inkluderat i CSI (Sjöfartsverket, 2021).

### 2.3 International Maritime Organisation

IMO är sjöfartsorganet under Förenta nationerna (FN). IMO utformar internationella regelverk inom sjöfarten när det gäller säkerhet och förhindrande åtgärder för utsläpp till både hav och atmosfär. De reglerar bland annat fartygen och dess design, utrustning och bemanning för att uppnå en säker och miljövänlig internationell sjöfart (International Maritime Organisation, 2019). I takt med att den sjöburna handeln ökat har även utsläppen gjort det. Därför implementerades International Convention for the Prevention of Pollution from ships (MARPOL) 1973. Syftet med konventionen är att förhindra föroreningar som sker både

avsiktligt och oavsiktligt. Konventionen består av sex annex som har olika fokusområden och Annex VI syftar till att minimera luftburna utsläpp från sjöfarten. Annex VI trädde i kraft 2005. (International Maritime Organisation-b, 2019). Enligt IMO släppte sjöfarten ut 794 miljoner ton år 2008 och 1 076 miljoner ton år 2018. Utan vidare åtgärder förväntar IMO en ökning på 90–130% från 2008 års nivåer till år 2050 (International Maritime Organisation-a, 2019).

Vidare genomförde IMO år 2020 en ändring i Annex VI som reglerar maximal svavelhalt som ett fartygsbränsle får innehålla. Områden som Östersjön, Nordsjön och engelska kanalen kallas Sulphur Emission Control Areas (SECA) och där är gränsen för svavelhalten idag 0,1%. Det är en reduktion från den tidigare gränsen 1,0% år 2015. Den globala gränsen är idag maximalt 0,5% svavelhalt och det kravet implementerades 2020 efter att under en längre tid varit limiterad till 3,5% enligt International Maritime Organisation (2016). Andra områden som också är kontrollerade kallas Emission Control Areas (ECA) och där regleras i stället flera olika typer av emissioner som NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> samt partiklar (Transportstyrelsen, 2020). Drastiska förändringar i tillåtna utsläppshalter har lett till att redare har behövt vidta åtgärder för att uppfylla de nya kraven. Redare har valt olika tillvägagångssätt där vissa valt att fortsätta bränna högsvavlig eldningsolja men reglera svavlet i en scrubberinstallation, medan andra har övergått till lågsvavlig eldningsolja, gasolja eller alternativa bränslen.

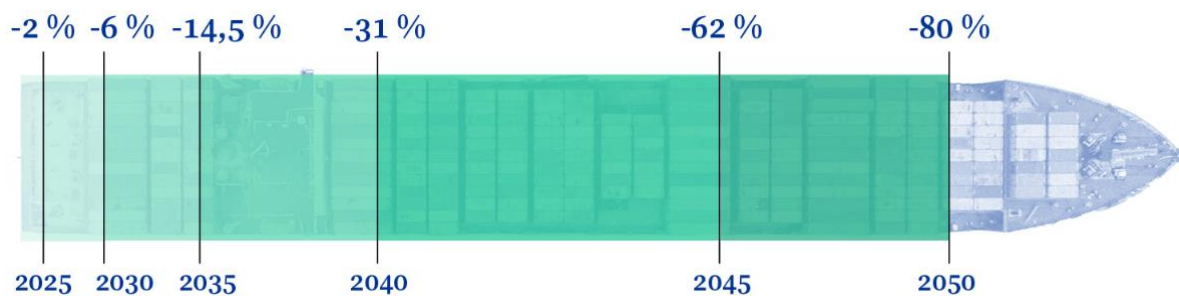
IMO har som tidigare nämnt etablerat en *GHG Strategy* sedan 2018 och i år ska uppföljningsåtgärder och en reviderad strategi antas. Revisionen ska presenteras i juli 2023 och innebär en rad förbättringar för miljön, bland annat att Medelhavet från och med 1 maj 2024 ska vara ett ECA-område där SO<sub>x</sub> och partiklar ska regleras. Vidare innebär revisionen att flampunkten på eldningsoljor som bunkers från den 1 maj 2024 måste vara fastställd på kvittot för bunkerleveransen för att säkerställa att den är över 70 °C (International Maritime Organisation, 2022).

## 2.4 FuelEU Maritime

*FuelEU Maritime* är en preliminär överenskommelse av Europaparlamentet och Europeiska rådet som presenterades 23 mars 2023 och är en del av *Fit for 55*. *Fit for 55* är en satsning med målet att minska EU:s växthusgasutsläpp med 55 % till 2030 med 1990 som referensår genom en rad olika initiativ. *FuelEU Maritime* innebär att alla fartyg över 5000 bruttoton och som trafikerar hamnar i EU:s medlemsstater ska minska växthusgasintensiteten, med specifika procentsatser inom specifika tidsramar med 2020 som referensår. Var femte år innebär ett nytt referensvärde och perioden löper från 2025 till 2050 (World Shipping Council, u.d.). Första milstolpen är en reduktion på 2% till 2025 och tidslinjen stäcker sig till 2050 där en reduktion på hela 80% ska vara uppnådd (Europeiska unionen, 2023). En tredjepart ska övervaka varje enskilt företag för att se att de uppfyller kraven på minskning av de tre växthusgaserna koldioxid, metan och lustgas (World Shipping Council, u.d.). Utöver detta kommer det ställas krav från och med 2030 på att använda landström när fartyget ligger till kaj.

**Figur 1**

Genomsnittlig reduktion av koldioxidintensiteten i jämförelse med genomsnittet 2020



*Kommentar.* En illustrativ bild av reduktionen av koldioxidintensitet som löper från 2025 till 2050 med fem års intervall. Från "Infografik - 55 %-paketet: ökad användning av grönare bränslen inom luft- och sjöfart" av Europeiska unionen, 2023. ([https://www.consilium.europa.eu/sv/infographics/fit-for-55-refueled-and-fueled/?fbclid=IwAR3FxpQBSSKDGBjP3ftlDJ9LKpRg01eTr8c9mT\\_ZMtBekVbuqFVPkOjnuX8](https://www.consilium.europa.eu/sv/infographics/fit-for-55-refueled-and-fueled/?fbclid=IwAR3FxpQBSSKDGBjP3ftlDJ9LKpRg01eTr8c9mT_ZMtBekVbuqFVPkOjnuX8)). Copyright 2023 av Europiska unionen.

## 2.5 Utsläppsrätter

Utsläppsrätter är ett sätt att reglera utsläpp av växthusgaser och andra förorenande ämnen från industriella verksamheter. Konceptet med utsläppsrätter innebär att en regering eller annan myndighet tilldelar en viss mängd utsläppsrätter till varje företag som är en stor utsläppskälla. En utsläppsrätt motsvarar ett ton koldioxid. Syftet är att uppnå en minskning av utsläpp genom att sätta en ekonomisk press på företaget som för att släppa ut mer än den tilldelade mängden behöver köpa fler utsläppsrättigheter. Alternativet är att i stället minska sina utsläpp, vilket är målet med införandet av utsläppsrätter. Europaparlamentet fastställer åtgärder som är specifika för sjöfarten, där den förstnämnda är att fasa ut HFO genom skattelättnader på alternativa bränslen som kompensation. I förhållande till 2020 års nivåer ska fartyg med en bruttodräktighet över 5000 ton minska sina utsläpp med 2% från och med 2025, 20% från och med 2035 och 80% från och med 2050 (Europaparlamentet, 2022).

## 2.6 Åtgärder för att reglera fartygsutsläpp

Ur ett fartygs livscykelperspektiv är det den operationella delen som genererar mest utsläpp och det är också där flest justeringar kan göras för att minska miljöpåverkan. Det finns två olika kategorier för att minska ett fartygs bunkerförbrukning, det är operativa åtgärder och designåtgärder. Det innebär att förutom att byta till ett alternativt bränsle finns det flera sätt att minska sin klimatpåverkan. Att optimera resans rutt, hur fartyget är lastat och därmed ha kontroll över fartygets djupgående och trim är operativa åtgärder. Likväl att hitta en hastighet som är optimal och något lägre kommer att minska bunkerförbrukningen eftersom de är direkt proportionella med varandra. Designåtgärder däremot behöver en fartygsägare ta ställning till i konstruktionsfasen och innefattar valet av motorer, propellrar men också utformningen på skrovet enligt Al-Enazi, o.a., (2021).

## 2.7 Avgasrening

Skrubber är en installation i ett fartyg som innebär att fartyget kan fortsätta bränna High Sulphur Fuel Oil (HSFO) trots att bränslet i sig har en för hög svavelhalt än vad regelverken tillåter. Det finns två varianter, torrskrubber och våtskrubber. I en torrskrubber är det kalciumhydroxid, kalk, som absorberar avgaserna. Svavlet reagerar med kalket och bildar gips som en restprodukt. I

en våtskrubber används antingen färskvatten eller havsvatten ihop med kemikalier för att absorbera SO<sub>x</sub>. En våtskrubber som använder havsvatten kallas *open-loop* och fungerar så att vattnet pumpas in för att reagera med avgaserna och på så sätt tvätta dem, sedan filtreras och släpps havsvattnet ut igen. Detta innebär att det svavlet som vattnet "tvättat" bort nu återvänder till havet i stället för att släppas ut i atmosfären. Det är vattnets alkalinitet, det vill säga förmåga att neutralisera försurning, som avgör att detta är möjligt. Det finns en till variant av våtskrubber, *closed-loop*. Den använder antingen färskvatten eller havsvatten som är tillsatt med NaOH, kaustik soda. Det reagerar med SO<sub>x</sub> och bildar natriumsulfat (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), natriumbisulfid eller natriumsulfid. Det stängda scrubbersystemet innebär att vattnet återcirkuleras och släpps inte ut i havet enligt Andersson, o.a., (2016).

## 2.8 Alternativa bränslen

I en rapport från Statens väg- och transportforskningsinstitut (2021) definieras alternativa bränslen som andra än konventionella bränslen. Definitionen inkluderar flera bränslen som idag inte är producerade fossilfritt, däribland LNG och metanol. Båda dessa är dock bränslen som i framtiden har möjlighet att produceras fossilfritt och därmed bidra till en minskning av utsläpp inom sjöfarten. Den här rapporten fokuserar på fyra bränslen som hädanefter benämns som alternativa bränslen. Det innebär alltså inte att de per definition är fossilfria.

I en studie av Andersson, o.a., (2020) beskrivs flera viktiga faktorer som är avgörande vid valet av att satsa på ett alternativt bränsle. Rapporten beskriver att det i huvudsak handlar om den ekonomiska och miljömässiga aspekten och att företag väljer de billigaste bränslena utifrån de som enligt regelverken är godkända. Däremot är den tekniska biten enligt Andersson, o.a., (2020) inte lika omskriven och få tidigare studier tar upp problematiken med exempelvis energiinnehåll.

### 2.8.1 Liquified Natural Gas

Liquified Natural Gas (LNG) är ett av de alternativa bränslen som är mest utbrett på marknaden och därmed också mest tillgängligt globalt. LNG kommer från fossila källor, men hanteras i rapporten som ett alternativt bränsle. I jämförelse med dieselbränsle släpper LNG ut minimalt med SO<sub>x</sub>, samt att utsläpp av NO<sub>x</sub> minskar med upp till 80%. Dessutom släpper LNG ut 20% mindre CO<sub>2</sub> med anledning av att den består av mindre kol. Trots miljöfördelarna med LNG, så har bränslet också ett stort metanslip vilket är en stor nackdel. Metan är en växthusgas som är kraftigare än koldioxid och bränslet har därför blivit starkt kritiserat på grund av detta (Grönholm, o.a., 2021).

Energitätheten på LNG är ungefär 43% av HFO vad gäller den volymetriska densiteten. Densiteten per massa är dock 18% högre än för HFO. Gasen fungerar att använda som fartygsbränsle tack vare att den blir flytande vid -162 C°. När det kommer till bunkertankar eller cisterner så är det volymdensiteten som är den begränsande faktorn. Det innebär att tankarna måste vara två gånger så stora eller till och med tre gånger så stora för att rymma exempelvis isolering (DNV, u.d.). I och med att gasen kräver mycket utrymme, kan det innebära att fartyget går miste om en del lastutrymme för att få plats med större bunkertankar (International Maritime Organisation, 2016). Fartygsmotorer måste vara designade för att drivas på LNG, vilket innebär att de nuvarande fartygen har svårt att gå över från konventionella bränslen till LNG utan större förändringar av framdrivningssystemet.

## 2.8.2 Biobränsle

Biobränsle är inte ett enskilt bränsle, utan snarare ett samlingsnamn för flertalet olika bränslen baserade på någon form av biomassa. Biobränslen kan framställas på olika sätt, antingen av den första eller andra generationen biomassa. Den första generationen består utav grödor, till exempel majs och sojaböner, medan den andra generationen i stället består av avfall och rester (Jacobsson, 2023). Biobränsle har liknande karaktär som de konventionella fossila bränslena och kan relativt enkelt blandas in i dessa. Omställningen till biobränslen är därför förhållandevis enkel. En nackdel med biobränsle är dock dess sämre köldegenskaper, vilket begränsar användningen i regioner med lägre temperaturer enligt Kesieme, o.a., (2019). Dessutom har biobränslet lägre energitäthet än de konventionella bränslena vilket påverkar inställningen till bränslet negativt (Jacobsson, 2023).

Beroende på om biomassan tillhör första eller andra generationen, bidrar den till en minskning av CO<sub>2</sub>-utsläpp med 65–75% respektive 85–95%. Tack vare möjligheten att blanda biobränsle med konventionella bränslen, möjliggör det för en gradvis reduktion i utsläpp av växthusgaser, NO<sub>x</sub> och SO<sub>x</sub> menar Kesieme, o.a., (2019). Miljöeffekten är positiv även vid mycket låga blandningsnivåer där biobränslet endast står för <10%. I dagsläget är det vanligast att fartyg har MGO som alternativ till bränslen med hög svavelhalt för att kunna trafikera SECA-områden. Vad gäller de tekniska egenskaperna så är biobränsle i sig bättre än MGO, men det produceras inte tillräckligt med biobränsle idag för att helt kunna ersätta MGO på marknaden. Att blanda ut MGO med bioolja är heller inte helt tekniskt möjligt utan att tillsätta emulgeringsmedel. Dessa justeringar påverkar i sin tur bränslets hållbarhet negativt vilket inte gör det till en attraktiv lösning på marknaden (Kass, 2018).

Biobränsle används idag mer på landbaserade transporter än inom sjötransport och finns endast tillgängligt på fåtal ställen för sjöfartens skala. Det beror hävdar Kesieme, o.a., (2019) på att omständigheterna skiljer sig, att landbaserade transporter drivs av bensin eller diesel till skillnad från fartyg som främst drivs av eldningsolja. Att biobränsle fungerar väl för fordon innebär inte per definition att det är applicerbart på samma sätt inom sjöfarten. Enligt Kesieme, o.a., (2019) är utmaningar med biobränsle sammanfattningsvis tillgängligheten på biomassa att producera bränslet av, den tekniska utvecklingen och integrationen av bränslet för att lösa de operationella påföljderna som blir. Det kräver mer hantering ombord på grund av de egenskaper som differentierar biobränsle med konventionella bränslen, till exempel måste det finnas metoder som förbättrar köldegenskaperna.

## 2.8.3 Ammoniak

Ammoniak är en välkänd kemikalie som används inom den petrokemiska industrin och konstgödselindustrin. Fartyg fraktar ammoniak över världshaven, men ännu är ammoniak inte ett förekommande bränsle för sjöfarten. Orsaken är att det finns stora utmaningar med ammoniak som kräver ytterligare forskning innan bränslet kan tas i drift. Ammoniak är en mycket frätande kemikalie och den huvudsakliga utmaningen är därför toxiciteten. Ammoniakgas i koncentrerad form orsakar skada på lungor och ger andningsbesvär. Detta ställer höga krav på utbildning av personal ombord och välutvecklad teknik som förhindrar skador. Eftersom ammoniak idag fraktas som gods finns det regelverk och föreskrifter för den typen av operation. Att däremot bunkra ammoniak, skulle öka interaktionen mellan människan och bränslet och det ses därför som en stor utmaning. Utöver dagens regelverk för ammoniak behövs ytterligare punkter som reglerar bland annat eventuellt ammoniakläckage, vilken skyddsutrustnings som krävs, brandskydd och brandsbekämpningsplan samt en plan vid nödsituationer (Laursen, o.a., 2022).

Förutom att det är farligt för människan i fel form finns det andra hinder för att använda det som bränsle, till exempel är energitätheten en utmaning. Idag finns det inga fartyg som går på ammoniak utan den första motorn driven av ammoniak förväntas komma under 2024. Konstruktionen av fartyg och motorer behöver se annorlunda ut jämfört med konventionella fartyg samtidigt som ammoniakens egenskaper kommer göra bränslet lämpat för utvalda fartyg. Det kommer lämpa sig bättre på ett oceangående fartyg än ett fartyg som går kort sjö eller är ett passagerarfartyg (Laursen, o.a., 2022).

Ur miljöaspekten är ammoniak ett mycket bra bränsle tack vare att det inte innehåller någon kolmolekyl. I teorin leder det till att utsläpp av svaveloxider ( $\text{SO}_x$ ), kolmonoxid, tungmetaller och kolväten reduceras till noll, som annars i konventionella bränslen är förekommande i höga halter (Laursen, o.a., 2022). Partikelutsläppen minskas markant, men når inte nollutsläpp på grund av att ammoniak kräver ett så kallat *pilot fuel*, alltså ett fossilt bränsle, för att kunna antändas och därmed förbrännas. Bunkermängden står för 2–20% *pilot fuel* och 80–98% ammoniak (Jacobsson, 2023). Utöver det kan ammoniak ha ett lustgasslip vid förbränning och detta anses vara en 300 gånger så stark växthusgas i förhållande till koldioxid. Trots att ammoniak har låga utsläpp påverkar det ändå miljön eftersom det är giftigt även för det marina livet och en läcka eller ett spill kan orsaka stor skada. (Laursen, o.a., 2022).

Ammoniak har en energitäthet på 30% av de fossila marina bränslenas energitäthet som i sin tur leder till att tankar och cisterner behöver ha en 3–3,5 gånger så stor volym. Ammoniak är idag nästan två gånger dyrare än konventionellt bränsle och efterfrågan är väldigt liten. Det behövs även stora investeringar för att bränslet i framtiden ska bli grönt (Jacobsson, 2023).

## 2.8.4 Metanol

Metanol kan kategoriseras utifrån fyra olika färger: brun, grå, blå och grön. Brun och grå är framställt från fossila källor där brun är producerat från kol och grå från naturgas och orsakar ett totalt större utsläpp än vad exempelvis dieseln ger. Idag är 95% av den metanol som framställs brun eller grå. Om metanolen är delvis framställd från förnybara källor anses den vara blå och för att den ska anses vara grön krävs det att hela kedjan är förnybar. Förutsättningen för att användningen av metanol som fartygsbränsle skulle vara miljömässigt bättre är alltså att metanolen är antingen blå eller grön (Jacobsson, 2023).

Enligt Verhelst, o.a., (2019) har utvecklingen av metanol kommit långt och bränslet har idag en hög produktionskapacitet globalt. Dessutom är infrastrukturen etablerad till viss mån, vilket gör att tillgängligheten på metanol är god i jämförelse med exempelvis ammoniak. Eftersom metanol framställs av olika råvaror har bränslet olika stora koldioxidutsläpp. Brun och grå metanol som framställs av fossila källor har ur ett livscykelperspektiv högre  $\text{CO}_2$ -utsläpp än lågsvavlig gasolja. Däremot är metanol enligt McKinley, o.a., (2021) svavel- och kvävefri, vilket gör det till ett attraktivt bränsle att använda i områden där svavelhalten är strikt reglerad.

Metanol har andra egenskaper än konventionella bränslen som exempelvis en låg flampunkt mellan 11–12 °C. Detta ställer krav på säkerhet vid bunkring och hantering av bränslet (R. Ammar, 2019). Utöver detta beskriver McKinley, o.a., (2021) i sin studie att metanolen är giftig för människor att hantera, vilket gör att metanolen rent säkerhetsmässigt innebär en utmaning och därmed också en risk för olika parter att satsa på och investera i. Metanol är i övrigt ett lätthanterligt marint bränsle som kan förvaras i konventionella bunkertankar. Nackdelen är dock att metanol har en mycket lägre energitäthet än vad exempelvis det konventionella bränslet HFO har, hela 50% lägre. Prismässigt är fossil metanol likvärdigt med MGO, däremot är den

gröna metanolen två eller tre gånger så dyr som konventionella marina bränslen (R. Ammar, 2019).

## 3. METOD

Metodkapitlet redogör för hur frågeställningarna har kunnat besvaras samt hur syftet med studien har uppfyllts. Kapitlet beskriver vilken forskningsstrategi samt datainsamlingsmetod som har använts under arbetets gång och varför urvalet föll på de intervjuade personerna. Etik är en viktig fråga när man arbetar med intervjuformat, därför berörs även det ämnet i metoden.

### 3.1 Forskningsstrategi

Rapportens forskningsstrategi var att genomföra en fallstudie där syftet var att ta reda på vilka utmaningar som olika aktörer inom sjöfarten står inför vad gäller omställningen till alternativa bränslen. En fallstudie kan vara antingen teoristyrd eller upptäcksstyrd. En upptäcksstyrd studie syftar till att jämföra och utforska en huvudfråga. I den här rapporten är fallstudien därför upptäcksstyrd med fokus på att utforska de centrala frågor som har en påverkan på respondenterna – vilka problem och möjligheter de berörs av när det gäller omställningen till alternativa bränslen (Denscombe, 2017).

### 3.2 Val av metod

Forskning kan antingen baseras på kvalitativa eller kvantitativa data. Dessa skiljer sig genom att kvantitativa data främst består av siffror som analyseras medan kvalitativa data i stället består av ord och eller visuella bilder (Denscombe, 2017). Det kan därmed motiveras att den kvalitativa metoden passar väl in på arbetet då forskningsfrågans resultat i huvudsak baserades på svar från intervjuer. Enligt K. Yin (2018) är det lämpligt att använda fallstudie som metod när frågan som rapporten ska besvara inleds med ”varför” alternativt ”hur”.

### 3.3 Urval och datainsamling

När studien genomfördes användes flera olika metoder för att samla in data. Enligt Denscombe (2017) bidrar flera typer av datainsamlingsmetoder till att dels stärka träffsäkerheten i det som forskas på, dels ge en mer fullständig bild av studien. Urvalet av respondenter är baserat på ett subjektivt urval. Det innebär att personer handplockades medvetet utifrån deras ämneskunskap och förväntades därmed kunna bidra med värdefull data till studien. Enligt Denscombe (2017) är detta en fördelaktig metod i de fall forskningsprojektet är av mindre skala samt där tiden och budgeten för studien är mycket begränsad. För intervju tillfrågades tre aktörer – en hamn, en bunkerleverantör och två redare.

#### 3.3.1 Litteraturoversikt

Teorikapitlet finns till för att ge läsaren översikt av vad som redan finns skrivet kring studiens forskningsområde. Avsnittet baseras på redan tillgänglig information, vilket innebär att det är sekundärdata till skillnad från intervjuer som är primärdata. Informationen grundas på litteratur, såsom vetenskapliga artiklar, böcker, webbsidor etcetera. För att hålla trovärdigheten på en hög nivå användes välkända databaser, där ibland Scopus och Google Scholar. Sökorden genererade många träffar och behövde testas i olika konstellationer för att hitta relevanta och trovärdiga källor. Eftersom ämnet är mycket aktuellt har källornas publiceringsår tagit i beaktning för att säkerställa att informationen är väl uppdaterad.

**Sökord:** LNG, Metanol, Biobränsle, Ammoniak, IMO, Emissions, Bunker, Fuels

### **3.3.2 Källprövning**

Litteraturen som använts som underlag för studien består till större del av vetenskapliga texter. Dessa valdes ut främst baserat på ämne och utgivningsår för att se till att informationen var så uppdaterad och relevant som möjligt. Övrig litteratur som använts har i huvudsak inhämtats från organisationer eller myndigheter med hög trovärdighet för att inte använda information som kan vara skriven med egenintresse för innehållet. Personlig kommunikation har använts i fåtal fall för att inhämta information. Då personen är väl insatt i och har lång erfarenhet av ämnet ansågs informationen därför hålla en hög trovärdighet.

### **3.3.3 Semistrukturerad intervju**

Intervjuer användes i huvudsak som datainsamlingsmetod för att genom människors svar besvara forskningsfrågorna och därmed vara grunden till resultatet, se bilaga 2. Att använda intervjuer som datainsamlingsmetod skapar goda förutsättningar att få en djupare samt mer detaljerad förståelse för ämnet. Däremot är det en tidskrävande metod och validiteten i det som sägs är svår att bevisa att det stämmer helt och hållet överens med vad som faktiskt görs i verkligheten (Denscombe, 2017). Urvalet av respondenter till de kvalitativa intervjuerna gjordes för att täcka ett brett spektrum av aktörer inom sjöfarten. Det skapade en helhet och gav en bra överblick över framtiden med fokus på Sverige.

Baserat på bakgrundsinformation genomfördes semistrukturerade intervjuer för att nå personer inom sjöfarten som arbetar nära utvecklingen av alternativa bränslen. Genom att genomföra semistrukturerade intervjuer nås enkelt den information som eftersöks. Samtidigt lämnas det chans för att vidare diskutera ämnet mer utförligt genom att ha både strukturerade och ostrukturerade följdfrågor (Denscombe, 2017). De som har blivit intervjuade arbetar på olika företag och därför har intervjuerna utförts enskilt, två intervjuer genomfördes fysiskt på plats och två via digitalt videosamtal.

## **3.4 Dataanalys**

För att underlätta analysen av materialet transkriberades samtliga intervjuer. Tack vare att liknande frågor ställdes till alla respondenter delades svaren in i teman för att finna likheter i svaren – så kallad tematisk analys (Denscombe, 2017). För att ytterligare skapa en struktur i den tematiska analysen användes färgkodning av intervjumaterialet. Resultatet av att dela in svaren i teman ledde till en röd tråd där liknande svar från olika aktörer hamnade under samma underrubrik i resultatet. Kvalitativa data brukar enligt Denscombe (2017) förknippas med småskaliga studier samt analyseras utifrån ett holistiskt perspektiv som innebär att en helhet sammanfattas utifrån olika mindre delar.

## **3.5 Etik**

I en forskningsstudie av kvalitativ karaktär är det särskilt viktigt att ta hänsyn till den etiska aspekten. Detta beror enligt Eldén (2020, s. 42) på att informationen är svårare att anonymisera eftersom stor del av all data bygger på personens livserfarenheter vilket betraktas som personuppgifter. Detta ställer höga krav på att följa de förordningar som finns och hantera data på ett säkert sätt. I Dataskyddsförordningen fastställs att det är högskolan som ansvarar för att personuppgifterna inhämtas och hanteras på ett lagligt sätt (Eldén, 2020, s. 43). En viktig utgångspunkt är att respondenten signerar en informations- och samtyckesblankett, se bilaga 1. I enlighet med detta utfärdades en sådan där respondenterna fick ge sitt samtycke att delta i studien och informerades samtidigt om att det är okej att avbryta utan att uppge anledning samt

att studien är helt frivillig. De gav även sitt godkännande till inspelning av intervjun i syfte att kunna transkribera materialet. Det framkommer även av blanketten att respondenten mottagit intervjufrågorna i förhand. Detta innebär att de etiska kraven om informerat samtycke är uppfyllda enligt Eldén (2020). Personuppgifterna kommer att hanteras enligt EU:s allmänna dataskyddsförordning (GDPR) och inte på något sätt inkräkta på personen i frågas integritet.

## 4. RESULTAT

Resultatet grundar sig i de intervjuer som genomfördes med personer i beslutsfattande positioner hos de olika utvalda aktörerna. Respondenterna har titlar som *Head of Renewable Energy, Managing Director, Research & Development Manager* samt *Environmental Manager & Technical Coordinator*.

### 4.1 Utmaningar

Respondenterna belyser olika utmaningar med omställningen till alternativa bränslen och resultatet syftar till att analysera dessa. I en del frågor finns det en gemensam samsyn, medan det i andra frågor skiljer sig åt.

#### 4.1.1 Regelverk

En gemensam utmaning samtliga aktörer står inför är de släpande regelverken. Alla aktörer i studien har ett kommersiellt intresse där regelverken är högst relevanta eftersom de är starkt bidragande till att det tas ett globalt gemensamt ansvar för att genomföra omställningen till alternativa bränslen. Dessutom skapar tydliga och heltäckande regelverk rättvisa förutsättningar till konkurrens (Intervjuserie-A, 2023). I en kommersiell värld kommer långt ifrån alla vara villiga att ta de ekonomiska risker som en omställning innebär om påtryckningarna från antingen regelverk eller egna kunder inte är övervägande starka. Därför krävs det att det skapas en tydlig kravbild som grundar sig i ett regelverk som samtliga i branschen måste rätta sig efter, då omställningen inte enbart kan ske på enskilda aktörers frivilliga initiativ (Intervjuserie-B, 2023). Förutsättningen för att en redare ska vara villig att göra investeringar som gynnar miljön är att regelverken behöver vara långsiktiga och pålitliga. Eftersom ett fartyg ska vara aktuellt i åtminstone 20 år innebär det att det måste finnas stöttning i regelverken som skapar förutsättningar att ta beslut som håller över tid. Det direkta resultatet av implementerade regelverk som limiterar utsläppen till utsläppsrätter kommer leda till att de operationella kostnaderna blir högre. Därför är kopplingen mellan en stor investering och en dyrare drift en stor risk för redare, som måste grundas i hållbara långsiktiga regelverk (Intervjuserie-C, 2023).

#### 4.1.2 Energitäthet och tillgänglighet

En nackdel med de nya bränslena är att de har sämre energitäthet än de konventionella bränslena. Det resulterar bland annat i att det blir större volymer i omlopp för att upprätthålla samma effektivitet. För en redare blir den huvudsakliga utmaningen med energitätheten att fartygen kräver mer frekventa bunkringar men det innebär inte att det behöver vara ett operationellt problem. Å ena sidan lämpar det sig bra för verksamhet som opererar på kortare distanser eller har nära till hamn då det finns möjligt att etablera infrastruktur som försäkrar tillgängligheten på bunkers (Intervjuserie-D, 2023). Å andra sidan i de fall en redare opererar på spot marknaden är det en risk att inte kunna säkerställa tillgängligheten på samma sätt. (Intervjuserie-C, 2023).

Ur ett hamnperspektiv är den lägre energitätheten däremot gynnsam eftersom hamnen tjänar pengar per volym som förflyttas i hamnen vilket genererar fler affärer. Att lagervållna produkterna innebär att fler och större cisterner behövs vilket kan komma att bli en utmaning i fråga om tillgänglig yta (Intervjuserie-B, 2023). För en bunkerleverantör som opererar fartyg syns liknande utmaningar som för en redare vad gäller lastkapacitet. Utöver det syns liknande utmaningar som för en hamn vad gäller lagervållningen (Intervjuserie-A, 2023).

### 4.1.3 Prisdifferens

En av de stora utmaningarna i övergången från fossila till alternativa bränslen är för flera aktörer den stora skillnaden i pris, vilket gör det svårt att motivera valet av ett alternativt bränsle. En biodiesel är ungefär tre gånger så dyr som en MGO. Det finns dessutom en otydlig prisbild eftersom omställningen är i startgroparna, och ingen kan säga vad en grön molekyl i framtiden kommer att kosta (Intervjuserie-C, 2023). Tre av fyra respondenter är eniga om att slutkunden måste vara villig att betala upp för en grönare transport. Hur villig kunden är att ta ställning till frågan kommer vara avgörande för hur snabbt omställningen kommer ske. Enligt Intervjuserie-D (2023) är prisdifferensen i dagsläget för stor för att som redare själv kunna stå den risken och därför är det viktigt att omställningen sker i samarbete med kund.

Det är svårt att förlita sig på att någon frivilligt ska vara föregångare, så länge det inte finns incitament för de som vill göra ett bra val. Rederier kommer behöva stöttning rent ekonomiskt till en början för att genomföra omställningen (Intervjuserie-B, 2023). I Holland har exempelvis staten gått in och subventionerat alternativa bränslen för att priset ska komma närmare gasolja. Om detta beslut i stället hade kommit att gälla hela EU hade konkurrensen varit likvärdig och dessutom bidragit till att vi kommit närmre det gemensamma målet (Intervjuserie-A, 2023).

## 4.2 Förberedelser

Samtliga aktörer har kommit olika långt med sina förberedelser av att ställa om till alternativa bränslen. Eftersom forskning, teknik, regelutveckling och även efterfrågan har kommit olika långt påverkar detta vilken fas aktörerna befinner sig i i nuläget. För hamnens del handlar förberedelserna om att säkerställa försörjningskedjan, se till att driftföreskrifter finns på plats och upprätta den infrastruktur som krävs (Intervjuserie-B, 2023). För att som bunkerleverantör kunna leverera det alternativa bränslen som en redare kommer att efterfråga krävs att man har rätt resurser på plats, till exempel i form av anpassade fartyg (Intervjuserie-A, 2023). Som redare handlar det om att besluta om vilken strategi rederiet ska ha både på kort och lång sikt. På kort sikt kan det handla om hur rederiet ska hantera förändringar i de regelverk som ligger i närtid. På lång sikt handlar det i stället om hur rederiet i helhet ska bygga upp sin framtida flotta för att hålla rederiets totala utsläpp under den reglerade nivån (Intervjuserie-C, 2023).

## 4.3 Aktörernas inställning till de olika bränslena

På grund av att processen kommit olika långt skiljer sig också inställningen till de olika alternativa bränslena åt. LNG som funnits en längre tid är ett vedertaget bränsle och finns idag tillgängligt att bunkra i hamnens område (Intervjuserie-B, 2023). Att övergå till LNG-drift är dock inte aktuellt för vissa redare eftersom gastankarna tar stort utrymme ombord på redan relativt små fartyg (Intervjuserie-D, 2023).

Enligt Intervjuserie-C (2023) är bioinblandningar något som förväntas bli ett alternativ för rederiet för att på kort sikt anpassa befintliga fartyg i flottan till de regelverk som snart blir gällande. Det kommer bli aktuellt 2025 när utsläppsrätterna implementeras och eftersom rederiet idag går på konventionella bränslen är övergången relativt enkel att genomföra. Enligt Intervjuserie-D (2023) är efterfrågan fortfarande så pass liten att ingen bunkring till kund ännu gjorts, däremot har produkten testats som egen bunkers. Förutsättningarna för att bolaget ska kunna leverera biobränsle finns alltså rent tekniskt på plats. Biobränsle är inget som i dagsläget är aktuellt för Intervjuserie-B (2023) och Intervjuserie-D (2023).

Metanol är det som i studien framställs som ett lovande framtida bränsle och som tre av fyra aktörer i dagsläget tror på och har tagit ställning till. Hamnen har haft driftföreskrifter på plats i ett tidigt stadie som möjliggjort bunkring av grå metanol sedan 2015 (Intervjuserie-B, 2023). Det finns en ökad efterfrågan på metanol i framtiden och därför har bunkerleverantören investerat i ett metanolfartyg för att vara redo när det konkret efterfrågas (Intervjuserie-A, 2023). I ett nära samarbete mellan kund och rederi har en satsning på ett metanoldrivet fartyg gjorts. Till dess att tillgången på grön metanol är storskalig kommer fartyget dock behöva använda sig av annan metanol för att säkerställa att fartyget hela tiden kan vara operativt (Intervjuserie-D, 2023).

Ammoniak som bränsle är fortfarande i utvecklingsfasen och är därför inget bränsle som varken hamn, redare eller bunkerleverantör hanterar i dagsläget. För hamnen beror detta i synnerhet på att driftföreskrifter för ammoniak fortfarande är i ett tidigt stadie. Hamnen inväntar att IMO tar fram konkreta regelverk och till dess är inte bränslet ett alternativt framdrivningsmedel. Utifrån hamnens egna prospekt kommer första bunkringen av ammoniak inte ske före 2027 för att sedan vara mer etablerat under 2030-talet. En stor utmaning för hamnen är att det är ett mycket giftigt ämne vilket gör det problematiskt ur ett säkerhetsperspektiv eftersom hamnen är en explosiv miljö där det hanteras mycket gods och energiprodukter (Intervjuserie-B, 2023).

Trots att samtliga aktörer står inför flera utmaningar med omställningen är inställningen positiv och alla har mer eller mindre påbörjat omställningen mot användningen av renare bränslen. Omställningen kräver inte enbart enskilda aktörers satsningar utan även att det finns ett samarbete med varandra. Det krävs att redare är villiga att ta risker och investera i nya renare bränslen. Bunkerleverantörer måste ta en position för att kunna möta efterfrågan i takt med att den ökar och hamnen är den part som ligger längst fram i den förberedande fasen och banar väg för övriga aktörers möjlighet att ställa om.

## 5. DISKUSSION

När det kommer till miljöåtgärder är det tydligt att samtliga aktörer vill vara med och ställa om. Alla trycker på att deras omställning tar tid då det inte finns tillräckligt med regelverk att anpassa sig efter. Det skapar en ond cirkel där man väntar att någon annan i kedjan ska ta första steget och med andra ord den större risken. Ofta är det redaren som blir utmålade till att vara den som bör byta bränsle, men det krävs att rätt infrastruktur finns på plats om en redare ska kunna ta det steget. Samtidigt sätter det stor press på att redaren har tillräckligt med ekonomiska medel för att bära de kostnaderna.

Samtliga intervjuade personer tar upp problematiken med släpande regelverk och att dessa tar lång tid att utforma. Den verkliga utmaningen kan dock anses vara att det inte finns en global samsyn som ger likvärdiga förutsättningar för alla parter. Å ena sidan krävs det att i en global industri skapa breda och heltäckande lagar som är svåra att ta sig runt. Å andra sidan är det rimligt att införa lokala regler för att snabbt kunna göra påtryckningar i de områden läget är mest kritiskt. Kravet måste dock vara att halvdana regelverk inte förhindrar den verkliga processen att minska den globala miljöpåverkan.

På grund av att alternativa bränslen ännu inte finns i en skalbar storlek möter inte utbudet efterfrågan och priset är väldigt högt. Det är svårt att som redare få ökade operationella utgifter utan att kunden är villig att betala en högre fraktrat. Det kommer inte inom den närmsta framtiden vara ekonomiskt gynnsamt att välja ett alternativt bränsle, utan det måste finnas en drivkraft som grundar sig i att göra mer än vad som krävs för att vara en föregångare för miljön. Samtidigt som alternativa bränslen per ton är dyrare än konventionella blir dessutom en följd av den lägre energitätheten att rederiet förlorar lastkapacitet för att ge utrymme till bunkertankarna. När de bär mindre last leder det till minskade inkomster per resa. Det gör det ännu svårare att motivera valet till en omställning, så länge inte något annat än den ekonomiska faktorn driver redaren. I konflikt till redare som står inför den här stora kostnadsökningen finns det bunkerleverantörer och hamnar som har möjlighet att göra bra affärer på alternativa bränslen. Vi menar på att om det funnits en global samsyn om att det är miljöfrågan som behöver stå i fokus hade subventioner från staten kunnat bidra till att omställningen känns mer lockande för alla parter.

Rent strategiskt står de alla aktörerna inför beslut som ska hålla både på kort och lång sikt. Infrastruktur tar lång tid att etablera och innebär stora kostnader om de strategiska valen visar sig vara felaktiga, desamma gäller för investeringen av fartyg. De olika besluten styrs också mycket av vilken typ av trad de opererar i. För fartyg som går korta distanser eller alltid är kustnära lämpar sig ett typ av bränsle bättre, till exempel metanol. Utmaningen har visat sig handla mer om vilket bränsle som bäst passar in på den egna flottan och den trad man opererar i snarare än vilket bränsle som teoretiskt är bäst på pappret. Bränslet måste på lång sikt vara kommersiellt gångbart för det specifika fartyget, men ett rederi kan använda sig av flera alternativ i deras flotta beroende på trad eller design. Det finns idag inget "självkänt" val och därför innebär det en stor risk när besluten fattas.

Nästan alla företag drivs idag av någon form av miljöpolicy eller någon form av strategi inriktad på miljöåtgärder. Nästintill samtliga aktörer beskriver deras vilja att satsa på gröna alternativ och mer hållbara bränslen. Tack vare att fartygens miljöprestanda mäts i förhållande till 2008 så är det många som redan idag kommit långt i att nå målet 2050 med en reduktion på minst 50%. Det kan ifrågasättas varför bunkerleverantören som genomfört ett lyckat försök med bioinblandning i eget fartyg inte fortsätter att operera på det bränslet. På liknande sätt kan det

ifrågasättas varför ett rederi som planerar att i framtiden använda bioinblandningar inte gör det redan nu om det även där rent tekniskt redan är möjligt, utan i stället invänta regelverken. Vad som är faktiska satsningar och vad som är *greenwashing* kan idag vara svåra att uttyda. Det kan antas att valet att inte gå på bioinblandning har direkt koppling till kostnadsökningen. Det kommer alltid finnas olika intressen att vilja göra rätt, men gemensamt för samtliga är att viljan automatiskt ökar antingen om det blir markant billigare att göra rätt, alternativt markant dyrare att göra fel.

## 5.1 Teknikens roll i samhället

I samma takt som en ökad medvetenhet kring vilka globala miljöproblem vi står inför har också tekniken gått framåt. Tekniken spelar en viktig roll i samhället då den möjliggör att vi kan bromsa den globala uppvärmningen. Det handlar inte endast om att säkerställa en ekologiskt hållbar framtid, utan tekniken är även en förutsättning för att minimera mänskligt lidande som konsekvens av global uppvärmning. Teknikens roll är därför inte bara viktig ur ett ekologiskt perspektiv utan även för att i framtiden säkerställa den sociala hållbarheten i samhället. Som ett led i den tekniska utvecklingen spelar alternativa bränslen en viktig roll för att minska miljömässiga och indirekt etiska konsekvenser från sjöfarten.

## 5.2 Metoddiskussion

Att använda en kvalitativ metod möjliggör att forskningen baseras på en fördjupad bild snarare än kvantifierade data. Metoden är dock kritiserad i att studien och dess slutsatser inte kan generaliseras på grund av att urvalet sällan kan representera en helhet (Bryman, 2016). Intervjuer valdes som datainsamlingsmetod eftersom det gav möjligheten till att få ta del av mer detaljrika data från alla respondenter. En alternativ metod hade varit att i stället använda enkäter och på så sätt nå ut till fler aktörer. Nackdelen med enkäter är att det med stor sannolikhet inte bidragit till samma djup i svaren och intervjuer var därför den mest fördelaktiga metoden för studiens syfte. Genom att dessutom använda semistrukturerade intervjuer gavs möjligheten att ha ett mer flexibelt förhållningssätt till intervjumaterialet. Frågorna som ställdes följde ingen specifik ordning och respondenterna kunde själva lägga till ytterligare information som de ansåg var relevant. En nackdel med semistrukturerade intervjuer kan vara att svaren skiljer sig åt på grund av vilka följdfrågor som tas upp, detta kan i sin tur försvåra den tematiska analysen om inte ett tydligt tema kan fastställas. Detta kan göra att svaren senare blir svåra att analysera på ett likvärdigt sätt (K. Yin, 2018).

### 5.2.1 Reliabilitet och validitet

Studien har utförts systematiskt och med stor noggrannhet för att säkerställa att den håller hög validitet och reliabilitet genom hela arbetets gång. För att genomföra studien med så stark extern och intern validitet som möjligt krävs det att studien utförts på ett pålitligt och verklighetstroget sätt samt att dess slutsatser går att generalisera även utanför den direkta studien (K. Yin, 2018). Det subjektiva urvalet av respondenter kan å ena sidan anses vara partiskt, vilket bidrar till en sämre intern validitet. Å andra sidan möjliggjorde det egna kontaktnätet ett subjektivt urval där kunniga och relevanta respondenter valdes ut. Dessutom bidrar författarnas arbetserfarenheter och goda förkunskaper från utbildning till en stärkt intern validitet. Den externa validiteten är stärkt tack vare att samtliga respondenter har någon form av beslutsfattande position, vilket gör att de har god inblick i företagets strategiska val. Detta innebär att det är rimligt att anse att respondenterna kan ge en trovärdig indikation till studiens slutsats, även om den inte kan anses vara representativ för helheten. Vidare, för att den externa validiteten i studien skulle stärkts ytterligare bör inkludering av fler aktörer ha övervägts. På så sätt hade en mer trovärdig

generaliserad slutsats kunnat dras och därmed bidragit till en starkare validitet av studiens helhet.

Reliabiliteten i studien stärks av att risken för fel eller fördomar som kan påverka resultatet är minimerade. Målet är att procedurer och tillvägagångssätt ska vara så pass välformulerade och dokumenterade att läsaren ska kunna få samma resultat om de genomför en likadan studie (K. Yin, 2018). Flexibiliteten i semistrukturerade intervjuer kan bidra till att återskapande av studien försvåras. Då intervjumaterialet inte fullt ut följer en färdig struktur, kan studien anses ha låg reliabilitet. Detta eftersom tillägg i materialet kan vara baserat på följdfrågor som antingen inte har ett objektiva förhållningsätt eller som respondenten själva har ett egenintresse i att dela med sig av.

## 6. SLUTSATSER

- **Vilka är de största utmaningarna med alternativa bränslen för de olika aktörerna hamn, bunkerleverantör och rederi?**

Studiens omfattning är inte av den grad att en generell slutsats kan dras, däremot kan en god indikation ges på vilka de största utmaningarna är för aktörerna med kommersiell drift i Sverige. Resultatet visar på att det inte är en enskild utmaning som begränsar omställningen, utan att det snarare är en kombination av flera. Kombinationen av släpande regelverk, sämre tillgänglighet och högre pris gör att omställningen tar lång tid och är svår. Dessutom gör den lägre energitätheten de alternativa bränslena mindre attraktiva.

- **Hur förbereder sig de olika aktörerna för att kunna göra övergången till alternativa bränslen?**

Samtliga aktörer har påbörjade arbetsprocesser för att förbereda sig för de nya förutsättningarna striktare miljökrav för med sig. Det är därför tydligt att aktörerna är villiga att göra en omställning men att det krävs tydliga riktlinjer och incitament för att samtliga ska vilja ta steget. Förberedelserna ser olika ut för de olika aktörerna, men de handlar till stor del för alla om att ta strategiska beslut som kommer hålla i längden. För att ligga i framkant handlar det för redare om att ha en flotta som är i linje med miljökraven och se till att säkerställa driften i den traden fartygen opererar i. Hamnen har en betydelsefull position i omställningen och genom påtryckningar bidrar deras arbete till att hantering och leverans av de aktuella bränslena kan ske i området. Förberedelserna som krävs för en bunkerleverantör innebär i stora drag om att ha rätt verktyg på plats för att vara redo när efterfrågan kommer att öka.

- **Vilken inställning har de olika aktörerna till de fyra utvalda bränslena?**

Sammanfattningsvis ger studien en tydlig indikation på att det finns en tydlig vilja att ställa om och att aktörernas inställning till alternativa bränslen generellt sett är positiv. Av de fyra studerade bränslena är ammoniak de som flest är tveksamma till och det beror på att det ännu är för osäkert och ostuderat. I övrigt är inställningen god trots de utmaningar som varje bränsle för med sig.

### 6.1 Rekommendationer till fortsatt arbete

Förslag på fortsatt arbete är att utveckla studien till att inkludera ytterligare aktörer, till exempel kunder då slutkunder ofta är de som måste vara villiga att betala upp för en grönare transport. Ytterligare ett förslag på fortsatt arbete är att studera andra alternativa bränslen, eller att inkludera ytterligare miljöanpassningar som design, maskinteknik eller liknande.

## KÄLLFÖRTECKNING

- Al-Enazi, A., C. Okonkwo, E., Bicer, Y., & Al-Ansari, T. (den 15 April 2021). A review of cleaner alternative fuels for maritime transportation. *Energy Reports*, 7, 1962-1985. doi:10.1016/j.egy.2021.03.036
- Andersson, K., Brynolf, S., Hansson, J., & Grahn, M. (2020). Criteria and Decision Support for a Sustainable Choice of Alternative Marine Fuels. *Sustainability*, 12(9), 23. doi:10.3390/su12093623
- Andersson, K., Brynolf, S., Lindgren, J. F., & Wilewska-Bien, M. (2016). *Shipping and the Environment: Improving Environmental Performance in Marine Transportation*. Springer.
- Bryman, A. (2016). *Samhällsvetenskapliga metoder* (Vol. 2:8). Stockholm: Lieber AB.
- Denscombe, M. (2017). *Forskningshandboken: För småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna* (3 uppl.). (P. Larsson, Övers.) Lund: Studentlitteratur AB.
- DNV. (u.d.). *Alternative fuels for containerships*. DNV.
- Eldén, S. (2020). *Forskningsetik: Vägval i Samhällsvetenskapliga studier* (1:1 uppl.). Lund: Studentlitteratur.
- ESI. (2023). *Environmental Ship Index*. Hämtat från <https://www.environmentalshipindex.org/info>
- Europaparlamentet. (den 26 oktober 2022). *Utsläpp från flygplan och fartyg: En överblick av EU:s åtgärder*. Hämtat från Europaparlamentet: <https://www.europarl.europa.eu/news/sv/headlines/society/20220610STO32720/minska-utslappen-fran-flygplan-och-fartyg-den-14-04-2023>
- Europeiska unionen. (den 26 april 2023). *Infografik - 55 %-paketet: ökad användning av grönare bränslen inom luft- och sjöfart*. Hämtat från <https://www.consilium.europa.eu/sv/infographics/fit-for-55-refueu-and-fueu/>
- Grönholm, T., Mäkelä, T., Hatakka, J., Jalkanen, J.-P., Kuula, J., Laurila, T., . . . Kukkonen, J. (2021). Evaluation of Methane Emissions Originating from LNG Ships Based on the Measurements at a Remote Marine Station. *Environmental Science & Technology*, 55, ss. 677-686. doi:10.1021/acs.est.1c03293
- Holmgren, K., Johansson, M., & Polukarava, M. (2021). *Sjöfartens användning av alternativa bränslen – trender och förutsättningar*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- International Maritime Organisation. (2016). *Studies on the feasibility and use of LNG as a fuel for shipping*. Suffolk: Micropress Printers.
- International Maritime Organisation. (2019). *Brief History of IMO*. Hämtat från <https://www.imo.org/en/About/HistoryOfIMO/Pages/Default.aspx> den 22 02 2023

- International Maritime Organisation. (2019). *Initial IMO GHG Strategy*. Hämtat från <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Reducing-greenhouse-gas-emissions-from-ships.aspx> den 04 03 2023
- International Maritime Organisation. (den 20 December 2022). *IMO progress on revised GHG strategy, Mediterranean ECA adopted*. Hämtat från <https://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/pages/MEPC-79.aspx> den 19 04 2023
- International Maritime Organisation-a. (2019). *Climate action*. Hämtat från <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Decarbonization%20of%20shipping.aspx> den 03 04 2023
- International Maritime Organisation-b. (2019). *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL)*. Hämtat från [https://www.imo.org/en/about/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](https://www.imo.org/en/about/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx)
- Intervjuserie-A. (den 22 03 2023). (E. Filipsson, & E. Lilienberg, Intervjuare)
- Intervjuserie-B. (den 02 03 2023). (E. Filipsson, & E. Lilienberg, Intervjuare)
- Intervjuserie-C. (den 24 04 2023). (E. Filipsson, & E. Lilienberg, Intervjuare)
- Intervjuserie-D. (den 14 04 2023). (E. Filipsson, & E. Lilienberg, Intervjuare)
- J. McKinley, C., R. Turnock, S., & A. Hudson, D. (2021). Route to zero emission shipping: Hydrogen, ammonia or methanol? *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(55), 28282-28297. doi:10.1016/j.ijhydene.2021.06.066
- Jacobsson, H. (den 23 02 2023). (E. Lilienberg, & E. Filipsson, Intervjuare)
- K. Yin, R. (2018). *Case Study Research and Applications : Design and Methods*. USA: SAGE Publications, Inc.
- Kass, M. (2018). *Understanding the Opportunities of Biofuels for Marine Shipping*. United States: U.S. Department of Energy. doi:10.2172/1490575
- Kesieme, U., Pazouki, K., Murphy, A., & Chrysantho, A. (den 10 februari 2019). Biofuel as an alternative shipping fuel: technological, environmental and economic assessment. *Sustainable Energy Fuels*, 3. doi:10.1039/C8SE00466H
- King, A. (den 6 oktober 2022). *Emissions-free sailing is full steam ahead for ocean-going shipping*. Hämtat från <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/emissions-free-sailing-full-steam-ahead-ocean-going-shipping> den 05 03 2023

- Kontovas A., C. (Mars 2020). Integration of air quality and climate change policies in shipping: The case of sulphur emissions regulation. *Marine Policy*, 113. doi:10.1016/j.marpol.2020.103815
- Laursen, R., Barcarolo, D., Patel, H., Dowling, M., Penfold, M., Faber, J., . . . Pang, E. v. (2022). *Potential of ammonia as fuel in shipping*. European Maritime Safety Agency (EMSA) .
- R. Ammar, N. (2019). An environmental and economic analysis of methanol fuel for a cellular container ship. *Transportation research part D: Transport and Environment*, 69, 66-76. doi:10.1016/j.trd.2019.02.001
- Sjöfartsverket. (2021). *Farledsavgiften och Clean Shipping Index*. Hämtat från <https://www.sjofartsverket.se/sv/om-oss/vad-gor-sjofartsverket/vart-hallbarhets--och-miljoarbete/farledsavgiften-och-clean-shipping-index/>
- Wan, Z., Zhou, X., Zhang, Q., & Chen, J. (2021). Influence of sulfur emission control areas on particulate matter emission: A difference-in-differences analysis. *Marine Policy*, 130. doi:10.1016/j.marpol.2021.104584
- Verhelst, S., WG. Turner, J., Sileghem, L., & Vancoillie, J. (2019). Methanol as a fuel for internal combustion engines. *Progress in energy and combustion science*, 70, 43-88. doi:10.1016/j.pecs.2018.10.001
- World Shipping Council. (u.d.). *FuelEU Maritime Regulation - the WSC Perspective*. Hämtat från <https://mb.cision.com/Public/20134/3440172/a54a719df6eaf40c.pdf>

# BILAGA 1

## **Informerat samtycke om deltagande i examensarbete**

### **Förberedelser inför och utmaningar med omställningen till alternativa bränslen**

En fallstudie utifrån en hamns, bunkerleverantörs och redares perspektiv med fokus på LNG, biobränsle, metanol och ammoniak

Chalmers tekniska högskola  
Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper  
Avdelningen för maritima studier (program)  
SE – 412 96 Göteborg

#### **Studenter:**

Elin Filipsson  
Ellen Lilienberg

#### **Handledare:**

Olle Lindmark

Elin Filipsson och Ellen Lilienberg läser tredje och sista året på programmet Internationell Logistik på Chalmers tekniska högskola.

Denna studie görs för att få en bättre förståelse för vilka utmaningar det finns med alternativa bränslen inom sjöfartsbranschen. Genom att intervjua flera aktörer i branschen förväntas en bredare förståelse ligga till grund för den slutgiltiga rapporten. Förhoppningen är att resultatet av studien ska bidra med att sprida kunskap och belysa att aktörer i branschen står inför en gemensam utmaning.

*De frågeställningar som arbetet hoppas kunna svara på är följande:*

- Vilka är de största utmaningarna med alternativa bränslen för de olika aktörerna hamn, bunkerleverantör och rederi?
- Hur förbereder sig de olika aktörerna för att kunna göra övergången till alternativa bränslen?
- Vilken inställning har de olika aktörerna till de fyra utvalda bränslena?

#### **Förväntningar om deltagarnas bidrag**

Deltagandet förväntas ta max en timme vid ett specifikt överenskommet tillfälle under mars/april 2023.

Innan vi ber om din medverkan vill vi informera om vilka **etiska regler** som gäller i projektet:

- *Jag har tagit del av informationen kring deltagande i studien och är medveten om hur den kommer att gå till samt den tid den tar i anspråk.*
- *Jag deltar i denna studie helt frivilligt och har blivit informerad om varför vi har blivit tillfrågade samt vad syftet med deltagandet är.*
- *Jag är medveten om att jag när som helst under studiens gång kan avbryta mitt deltagande utan att behöva ge en orsak till detta.*
- *Jag ger mitt medgivande till Chalmers tekniska högskola.*
- *Jag ger detta medgivande förutsatt att inga andra än de studenter/lärare som är knutna till studien kommer att ta del av det insamlade materialet.*
- *Jag är medveten om att den information jag tillhandahåller ska användas i akademiska forskningssyften och i publikationer med ursprung i projektet.*
- *Mina personuppgifter kommer att hanteras i enlighet med EU:s allmänna dataskyddsförordning (GDPR) och på ett sätt som inte inkräktar på min personliga integritet.*

Genom att skriva under denna blankett ger du ditt så kallade informerade samtycke till att delta i studien under dessa förutsättningar och att du tagit del av den information som presenterats.

Jag godkänner att intervjun spelas in i analyssyfte och för transkribering.

<b>Ort:</b>	<b>Datum:</b>
<b>Underskrift:</b>	
<b>Namnförtydligande:</b>	

## **BILAGA 2**

### **Intervjumaterial**

Presentation:

- Vilka är vi?
- Vilket är vårt forskningsämne och syfte med studien?
- Vad är vårt syfte med intervju?

Inledande frågor:

- Vem är du, vad har du för bakgrund och vilken roll har du i företaget?
- Hur länge har du haft din nuvarande tjänst?

Användning idag/i framtiden + utmaningar:

- Vilket/vilka bränslen använder/levererar/hanterar ni i dagsläget?
- Vad tror ni att ni kommer använda/leverera/hantera för bränsle i framtiden?
- Finns det redan nu några planer på att ställa om?
- Vad är den största utmaningen med att ställa om till alternativa bränslen?
- Finns det några bränslen ni planerar att inte använda/leverera/hantera i framtiden - om ja, vilka och varför?
- Hur påverkar det er att EU kräver att man betalar utsläppsrätter?
- Påverkar er drift valet av alternativt bränsle att använda/hantera? Finns det ett marknadsföringsvärde?

Drivkrafter/konkurrens:

- Vilka är era största drivkrafter/vad ser ni för potentiella vinster med att använda alternativa bränslen?
- Hur ser ev. samarbeten med andra aktörer ut vad gäller övergången till alternativa bränslen?



**INSTITUTIONEN FÖR MEKANIK OCH MARITIMA VETENSKAPER**  
**CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA**  
Göteborg, Sverige 2023  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



**CHALMERS**