

# Sjöfartens energianvändning

- Hinder och möjligheter för  
omställning till fossilfrihet



**Titel:** Sjöfartens energianvändning – Hinder och  
möjligheter för omställning till fossilfrihet

**Författare:** Anna Jivén (Athena Advisory), Torunn  
Renhammar (Koucky & Partners), Sara Sköld  
(IVL Svenska miljöinstitutet) och Linda Styhre  
(IVL Svenska miljöinstitutet)

**Uppdragsgivare:** Energimyndigheten

**Kontaktpersoner:** Katarina Händel, Energimyndigheten  
Anna Jivén, Athena Advisory

**Uppdragsnummer:** 16033

**Datum:** 2017-02-28

**Bild på framsida:** Göteborgs hamn

## Sammanfattning

Sjöfarten är idag helt beroende av fossila bränslen och är troligen det trafikslag som kommer att ha svårast att ställa om till fossiloberoende. Detta beror i stor utsträckning på de mycket stora volymerna bränsle som världsfloTTan förbrukar, runt 257 miljoner ton olja per år (IMO, 2014). Världsproduktionen av flytande biobränslen för industriella ändamål motsvarade cirka 75 miljoner ton oljeekvivalenter år 2015 (BP, 2016), där endast några få procent gick till transportsektorn (IRENA, 2015). Även om produktionen ökar så kommer tillgången på biodrivmedel för sjöfarten att vara begränsad inom en överskådlig framtid. Sjöfartens transportarbete förväntas också öka vilket ytterligare försvårar en övergång till fossilfrihet.

För att kunna nå fastställda klimat- och miljömål för transporter och övergå till fossilfri sjöfart inom 30-40 år, krävs en snabb implementering av flera kända tekniska, operationella och strukturella bränslereducerande åtgärder. Åtgärder med god potential är reducerad fart, energieffektiv design av propellrar och skrov, kontinuerlig rengöring av propellrar och skrov, minskad liggtime i hamn och bättre informationsöverföring och samarbete mellan flera aktörer. En bränslereduktion på upp till 75 % anses möjligt att nå med kända och tillgängliga energieffektiviserande åtgärder, men det kräver bland annat en kraftigt reducerad fart för världsfloTTan. Parallellt med arbetet att minska energibehovet, behöver fossilfria bränslen och alternativa drivkällor implementeras i stor utsträckning.

Exempel på andra hinder för sjöfartens omställning till fossilfrihet är: oviljan till tekniskt och ekonomiskt risktagande i samband med investering i nya tekniker, bristande incitament, svårigheter att fördela kostnader och vinster mellan flera aktörer, utformning av kontrakt som motverkar bränslebesparing samt brist på samordning och informationsutbyte på operationell basis mellan de många aktörerna. Dessutom saknas ofta information om kostnader och potentiella besparingar för specifika åtgärder.

Enligt försäljningsuppgifter för 2015/2016 från de stora bränsleleverantörerna i Sverige levererades omkring 1,5 miljoner m<sup>3</sup> bränsle till sjöfart i svenska hamnar och på svenskt vatten. Den svenska marknaden består av ett fåtal större aktörer som tillsammans levererar majoriteten av dessa volymer: Stena Oil, Topoil, St1, Preem och Bomin. Merparten av alla bränsleleveranser till sjöfart i Sverige sker med bunkerfartyg inom havsområdet Göteborg-Skagen. Bunkringen sker i Göteborgs hamn eller vid ankringsplatser ute till havs. Endast omkring 20 % av leveranserna sker i hamnarna längs östersjökusten, och då främst med lastbil.

Oljepriset har en viktig roll för viljan att investera i tillgängliga energieffektiviserande åtgärder och fossilfria alternativ. Så länge oljepriset är relativt lågt är sannolikheten låg för en övergång till alternativa bränslen i en större omfattning. En nyproduktion av fler LNG-fartyg kommer förmodligen att ske på sikt, pga. SECA och kommande NECA. För vissa fartygstyper, framförallt mindre färjor och fartyg som kör kortare distanser, kan sjunkande batteripriser göra att eldrift blir aktuellt i större utsträckning inom de närmaste åren. Med ett högt oljepris krävs mindre styrmedel för att få till en ökad implementering av bränslereducerande åtgärder och användning av alternativa bränslen. Med lågt oljepris krävs desto kraftfullare styrmedel för att uppnå målet fossilfri sjöfart.

# Innehållsförteckning

<b>1. INLEDNING.....</b>	<b>6</b>
1.1 INTRODUKTION.....	6
1.2 SYFTE OCH MÅL.....	7
1.3 METODIK.....	7
1.4 MÅLGRUPP.....	7
1.5 AVGRÄNSNINGAR OCH FÖRUTSÄTTNINGAR.....	7
<b>2. MARKNADEN FÖR BRÄNSLELEVERANSER TILL SJÖFART.....</b>	<b>9</b>
2.1 INTRODUKTION.....	9
2.2 METODIK.....	9
2.3 BRÄNSLEN .....	10
2.4 VOLYMER .....	11
2.5 AKTÖRER.....	12
2.6 GEOGRAFI OCH INFRASTRUKTUR.....	12
2.7 ALTERNATIVA BRÄNSLEN .....	14
<b>3. MÖJLIGHETER FÖR OMSTÄLLNING TILL FOSSILFRIHET .....</b>	<b>16</b>
3.1 INTRODUKTION .....	16
3.2 METODIK.....	17
3.3 ÅTGÄRDER FÖR FOSSILFRI SJÖFART .....	17
3.4 ENERGIEFFEKTIVISERANDE ÅTGÄRDER .....	20
3.5 SAMMANLAGD ENERGIEFFEKTIVISERINGSPOTENTIAL.....	25
3.6 MÖJLIGHETER TILL FOSSILFRIHET GENOM POLICYUTVECKLING .....	26
<b>4. HINDER FÖR OMSTÄLLNING TILL FOSSILFRIHET .....</b>	<b>29</b>
4.1 INTRODUKTION .....	29
4.2 METODIK .....	31
4.3 HINDER FÖR IMPLEMENTERING AV ÅTGÄRDER .....	31
<b>5. SANNOLIKHETEN FÖR OMSTÄLLNING MED BEFINTLIGA STYRMEDEL</b>	
<b>35</b>	
5.1 INTRODUKTION.....	35
5.2 METODIK.....	35
5.3 INSAMLADE RESULTAT .....	36
5.4 SAMMANSTÄLLNING AV RESULTATEN .....	38
<b>6. SLUTSATSER.....</b>	<b>40</b>
6.1 DEN SVENSKA BRÄNSLEMARKNADEN.....	40
6.2 MÖJLIGHETER OCH HINDER FÖR FOSSILFRI SJÖFART.....	40
6.3 OMSTÄLLNING MED BEFINTLIGA STYRMEDEL.....	41
6.4 REKOMMENDATIONER FÖR FORTSATT ARBETE .....	42
<b>7. REFERENSER .....</b>	<b>43</b>
<b>BILAGA 1 BUNKERLEVERANTÖRER.....</b>	<b>II</b>
<b>BILAGA 2 ÅTERKOPPLING FRÅN REFERENSGRUPPEN .....</b>	<b>III</b>
7.1 REFERENSGRUPPSMÖTE 1, 13 OKTOBER 2016.....	III
7.2 REFERENSGRUPPSMÖTE 2, 17 NOVEMBER 2016.....	IV



## Ordlista

Ballast	Tankar med vatten placerade lågt i fartyget för att främst öka stabiliteten.
CSI	”Clean Shipping Index”, ett globalt miljöindex för sjöfart med miljöprestanda för NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> och partiklar, koldioxid, vatten- och avfallsutsläpp samt kemikalieanvändningen ombord. Lastägare använder indexet vid transportupphandling. Från 2018 kommer Sjöfartsverket använda CSI som miljöstyrningsindex för farledsavgiften.
Displacement	Vikten av fartygets undanträngda vatten och mäts i ton.
dwt	”Dead weight tonnage”, dödvikt, är ett mått på ett fartygs maximala lastförmåga.
ECA	Emission Control Area.
ESI	”Environmental Ship Index”, ett globalt miljöindex som fokuserar på minskning av utsläpp av NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> och partiklar samt till viss del koldioxid. Redarnas data rapporteras in via en hemsida och fartygsägarna eller operatörerna får rabatter på hamntaxa om de har en hög miljöprestanda. Startades av World Ports Climate Initiative.
EEDI	”Energy Efficiency Design Index”, ett obligatoriskt energieffektivitetsindex för nya fartyg infört av IMO.
GT	”Gross tonnage”, på svensk bruttodräktighet baseras på fartygets totala inneslutna volym.
HFO	”Heavy Fuel oil”, tjockolja (residualolja)
IMO	Internationella Maritima Organisationen
LNG	”Liquified Natural Gas”, flytande naturgas
MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships.
MDO	”Marine Diesel Oil”, marin diesel (blandning av destillat och HFO).
MGO	”Marine Gas Oil”, marin gasolja (destillat)
NO <sub>x</sub> Tier III	Del av lagstiftningen MARPOL (del 13) som styr vilka utsläppsnivåer av kväveoxider nyproducerade fartyg får ha i ECA för kväveoxider. Gäller för nya fartyg från 2021 i Östersjön och Nordsjön.
Optimalt trim	När fartygets undervattensskropp med hjälp av fartygets ballasttankar har anpassats så att det möter minsta möjliga vattenmotstånd.
RoLo	”Roll on, lift off” fartyg som är konstruerade för att fartygets last ska kunna köras eller lyftas ombord eller i land.
RoRo	”Roll on, roll off” fartyg som är konstruerade för att fartygets last lätt ska kunna köras ombord och i land.
SECA	Sulphur Emission Control Area.
SEEMP	Ship Energy Efficiency Management Plan.
TEU	”Twenty-foot Equivalent Unit”, anger containerstorlek.
Transportarbete	Förflyttning av godset en transporttjänst utför, mäts oftast i tonkilometer.
Virtual Arrival	Innebär att ägare och befraktare kommer överens om att reducera farten på en resa för att anlöpa hamnen vid en reviderad ankomsttid om det blir känt att det är förseningar.

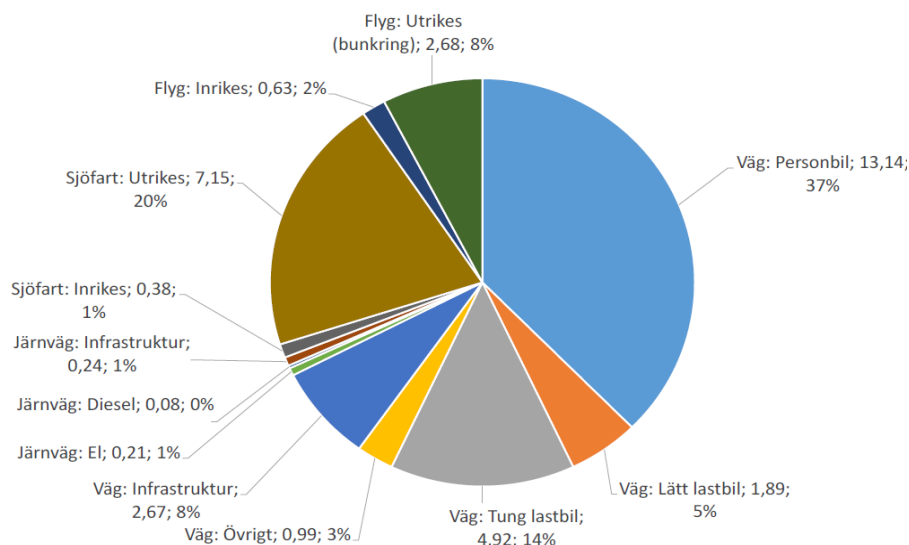
# 1. Inledning

I detta kapitel ges en kortfattad beskrivning av svensk sjöfart och dess betydelse ur ett svenskt perspektiv. Rapportens syfte och mål beskrivs, liksom målgrupper för uppdraget, samt avgränsningar och förutsättningar.

## 1.1 INTRODUKTION

Transportsektorn står för en stor del av sammanlagd energianvändning och klimatpåverkan, och är en av de sektorer som växer snabbast (Trafikverket, 2014). Svensk sjöfart är av stor betydelse för svensk handel, där mer än 90 % av all import och export går över svenska hamnar (Näringsdepartementet, 2015). Det hanterades totalt 170 miljoner ton gods över kaj i de svenska hamnarna 2015, och 26 miljoner passagerare reste med färjor som gick i utrikestrafik (Trafikanalys, 2016a). Totalt uppgick antalet fartygsanlöp till 76 456 (Näringsdepartementet, 2015).

Sjöfartens utsläpp av växthusgaser i Sverige uppgår till cirka 16 % av totala transportsektorns utsläpp (Trafikverket, 2014). Om även infrastrukturen inkluderas motsvarar sjöfarten och dess hamnar och farleder cirka 20 %, se Figur 1.



**Figur 1 Transportsektorns utsläpp av växthusgaser (miljoner ton koldioxidekvivalenter samt procentandel) från trafik och infrastruktur för 2012. Utrikes sjöfart utgår från mängd bunkrat i Sverige (Trafikverket, 2014, s. 26).**

Internationell sjöfart bidrar med cirka 2,4 % av de globala växthusgaserna och dess andel förväntas öka i framtiden (IMO, 2014). Ökningen beror främst på ett ökat transportarbete till sjöss, driven av en större befolkning och högre välstånd där efterfrågan på vissa bulkprodukter och containerfrakt väntas växa (Smith et al., 2016). Beroende på framtida utveckling av energimarknaden och världsekonomin, beräknas CO<sub>2</sub> emissioner från sjöfarten öka med 50-250 % under perioden 2012-2050 (IMO, 2014) vid ett "Business as usual"-scenari. En annan studie visar att

sjöfarten 2050 förväntas stå för 7,7 %<sup>1</sup> av de totala utsläppen av CO<sub>2</sub> under samma förutsättningar (Smith et al., 2016). Ytterligare implementering av energieffektiviserande åtgärder kan minska utsläppen betydligt, men det kommer enligt IMO (2014) bli svårt att nå ner till 2012 års nivåer

## 1.2 SYFTE OCH MÅL

Denna rapport är beställd och framtagen inom ramen för Energimyndighetens samordningsuppdrag om transportsektorns omställning till fossilfrihet (Uppdrag 3 i Energimyndighetens regleringsbrev för 2016).

Syftet med rapporten är att ge ett underlag för bättre förståelse för vilka möjligheter och hinder det finns för en omställning av den svenska sjöfarten till fossilfrihet. Ett annat viktigt syfte är att få en bättre förståelse för hur marknaden för energiförsörjning till sjöfarten ser ut. Anledningen till att ökad kunskap om detta efterfrågas är bland annat frågan om sjöfarten på längre sikt skulle kunna ingå i någon form av kvotpliktsystem för förnybar energi; då behövs ökad förståelse för marknaden för att kunna bedöma konsekvenser.

## 1.3 METODIK

Rapporten består av fyra huvudkapitel med delvis olika metodval, vilka finns beskrivna i respektive kapitel:

Kapitel 2 - Marknad för bränsleleveranser

Kapitel 3 - Möjligheter för omställning till fossilfritt

Kapitel 4 - Hinder för omställning till fossilfritt

Kapitel 5 - Sannolikhet för omställning med befintliga styrmedel

Två referensgruppsmöten med syfte att stämma av och förankra resultatet arrangerades inom projektet. Dessa träffar kan ses både som ett erfarenhetsutbyte mellan projektgruppen och myndigheter, sjöfartsbranschen och energibolag, men också som en validering av projektresultaten. Vid referensgruppsmötena deltog representanter från Energimyndigheten, Sjöfartsverket, Transportstyrelsen, Naturvårdsverket, Stena Oil, Stena Line, Stena AB, Göteborgs hamn, AGA, Topoil och Svensk Sjöfart. En kort sammanfattning av de två mötena och en deltagarlista finns i Bilaga 2 Återkoppling från referensgruppsmötena. Dessutom hölls två separata möten med branschorganisationen Svensk Sjöfart.

## 1.4 MÅLGRUPP

Målgruppen för uppdraget är samtliga parter som kan påverka omställningen till en fossilfri sjöfart. I första hand den samordningsgrupp där bland annat Energimyndigheten ingår, i samarbete med fem andra myndigheter, för att ta fram en strategisk plan för omställningen till fossilfrihet. Målgruppen är även de aktörer inom sjöfartsbranschen som påverkar utvecklingen och beslutar om framtidens sjöfart.

## 1.5 AVGRÄNSNINGAR OCH FÖRUTSÄTTNINGAR

Vi har inom uppdraget fokuserat på svensk sjöfart och svenska styrmedel. Sjöfart är till sin natur i hög grad internationell, men den internationella kopplingen mot gemensamma styrmedel eller styrmedel i andra länder ligger utanför uppdraget, även om den berörs i samtliga kapitel.

---

<sup>1</sup> Förutsatt att de totala CO<sub>2</sub>-utsläppen i världen uppgår till 18Gt.

Med svensk sjöfart avses i denna rapport fartyg som går på bränsle som sålts i Sverige, enligt uppdragsbeskrivningen. Denna definition är relevant ur energisynpunkt och används för nationella rapporteringar. Man ska dock ha i åtanke att en stor majoritet av detta bränsle används för fartyg i utrikes trafik, och för fartyg i trafik mellan Sverige och andra länder. Beskrivningen av möjligheter och hinder för fossilfri sjöfart är baserad på internationell litteratur, och är därmed inte begränsad till fartyg som enbart bunkrar i Sverige.

Sjöfartens internationella karaktär gör det svårt att beskriva vad svensk sjöfart innefattar och att definiera svensk sjöfart är därför inte enkelt. Ett sätt att beskriva svensk sjöfart är genom att inkludera fartyg som seglar under svensk flagg. Dock är detta missvisande då svenska redare har betydligt fler fartyg än de svenskflaggade. 2015 fanns endast 319 fartyg i det nationella registret, vilket är det lägsta sedan 1970-talet (Trafikanalys, 2016b). Ett annat sätt att beskriva svensk sjöfart är att inkludera fartyg under svensk kontroll. Detta ger heller ingen korrekt bild då en stor del av det tonnaget som kontrolleras av svenska redare går mellan utländska hamnar, på samma sätt som en majoritet av det gods som transporteras till och från Sverige går med fartyg med utländska ägare. En geografisk avgränsning är också möjlig, som inkluderar sjöfart på territorialvatten eller den exklusiva ekonomiska zonen (EEZ).

## 2. Marknaden för bränsleleveranser till sjöfart

I detta kapitel beskrivs marknaden för bränsleleveranser till sjöfart i Sverige. Det vill säga leveranser som sker till fartyg i svensk hamn eller på svenskt vatten, oavsett fartygets destination eller flaggnation. Syftet är att ge en översiktlig bild över hur marknaden ser ut, med fokus på vilka aktörer som finns, vilka bränslen och ungefärliga volymer som levereras, samt var leveranserna sker geografiskt och hur infrastrukturen är uppbyggd.

### 2.1 INTRODUKTION

Beskrivningen av marknaden görs här ur ett svenskt perspektiv och med Sverige som geografisk avgränsning. Dock verkar de svenska aktörerna på en global bränslemarknad och är starkt beroende av omvärldsfaktorer, såsom oljepris. Det gör också marknaden sårbar för nationella krav och regelverk som påverkar de svenska leverantörernas konkurrenskraft.

År 2015 skärptes kravet på svavelhalten i marina bränslen i det så kallade SECA-området, som omfattar Östersjön, Nordsjön och Engelska kanalen. Den maximalt tillåtna svavelhalten sänktes från 1,0 till 0,1 viktprocent för sjötrafiken inom SECA. Detta tycks ha fått betydelse för utbudet på den svenska bränslemarknaden, bland annat genom att flera leverantörer nu erbjuder nya bränslevarianter som klarar svavelkravet. Dock handlar det enbart om nya varianter av fossila bränslen, vilket denna sammanställning visar. Leverans av icke-fossila bränslen till sjöfarten är i dagsläget helt försumbart.

### 2.2 METODIK

Bränsleleveranserna till sjöfart i Sverige har kartlagts genom att intervjua representanter för de största aktörerna på marknaden. Med aktör avses här de företag som säljer bränsle direkt till rederier och levererar till fartyg i svensk hamn eller på svenskt vatten. För att bekräfta och få en tydligare bild av marknaden har intervjuer också gjorts med representanter för ett antal större RoRo- och färjerederier, vars fartyg går mellan svenska hamnar och utländska hamnar.

Vid intervjutillfället har varje respondent haft möjlighet att föreslå nya aktörer att kontakta och intervjua, vilket också har gjorts. På så sätt har en bild av marknaden vuxit fram, och de uppgifter som framkommit har ofta bekräftats och upprepats av flera respondenter. I vissa fall har mailkontakt förekommit, som komplement till, eller istället för en personlig intervju.

Med hänsyn till uppdragets begränsade omfattning har målet med arbetet varit att få en översikt, snarare än att sammanställa detaljerad statistik. Försäljningsstatistik om volymer och var leveranserna sker geografiskt har erhållits från de största aktörerna i den mån det varit möjligt. Detaljnivån har varierat och statistiken är därför inte rakt av jämförbar eller möjlig att slå samman, annat än på en översiktlig nivå. Av den orsaken, samt av konkurrensskäl, redovisas i detta underlag endast sammanlagda volymer och procentuella fördelningar av olika bränslen.

Uppdelning och redovisning av olika typer av bränsle har gjorts utifrån respondenternas egna definitioner och företagens försäljningsstatistik. En mer ingående analys av bränslen, deras definitioner och egenskaper görs inte i denna rapport.

Huvuddragen i detta underlag presenterades på det första referensgruppmötet med branschen och berörda myndigheter den 13 oktober 2016, se Bilaga 2. Underlaget har justerats något efter de synpunkter och kommentarer som då framkom. En fråga som togs upp på mötet var huruvida Sverige för register över fartyg som levererar fartygsbränsle samt övervakar bränsleleveranser via kontinuerlig sammanställning av leveranskvitton. Detta är något som ansvarig myndighet i Sverige är ålagd att göra enligt IMOs regelverk (MARPOL Annex VI, regel 18, paragraf 7 a-c). I arbetet med denna rapport har framkommit att Kemikalieinspektionen (KI) för register över primärleverantörer (tillverkare eller importörer av produkter) av sjöfartsbränsle, däremot tycks det inte förekomma någon sammanställning av leveranskvitton. Listan med primärleverantörer har stämts av mot de bränsleleverantörer som har kontaktats i detta projekt och återfinns i Bilaga 1.

## 2.3 BRÄNSLEN

Den finns en mängd olika bränslen för marint bruk, men de som i huvudsak återfinns på den svenska marknaden är följande:

- Tyngre eldningsolja (tjockolja/residualolja/Heavy Fuel Oil/HFO)
- Lättare eldningsolja (gasolja/Marine Gas Oil/MGO<sup>2</sup>)
- Lågsvavliga varianter (ECA-olja/ULFSO m.fl.)<sup>3</sup>

Andra bränslen såsom vägdiesel<sup>4</sup> (MK1, m.fl.), flytande naturgas (LNG) och metanol säljs endast i mycket små volymer till sjöfart. En översikt av marknaden för LNG och metanol redovisas separat och återfinns under rubrik 2.7.

Statistiska Centralbyrån (SCB) ansvarar på uppdrag av Energimyndigheten för att sammanställa statistik över sjöfartens bränsleanvändning, uppdelat på inrikes och utrikes sjöfart (Statens energimyndighet, 2015). Statistiken presenterar användningen uppdelat på eldningsoljor, vilket delvis är ett problem eftersom det inte är så som sjöfartsbranschen vanligen benämner de bränslen som används. Enligt Transportstyrelsen ingår de lättare oljorna, t.ex. MGO, i Eldningsolja nr 1-2 och de tyngre oljorna, t.ex. HFO, i Eldningsolja 3-6 (Berlin och Mellin, 2015). Detta utreds inte vidare här, däremot presenteras bränslen och deras respektive tullnummer (KN-nummer) i Tabell 1, såsom de har rapporterats av bunkerföretagen.

---

<sup>2</sup> MGO är ett destillat, liksom MDO (Marine Diesel Oil). Skillnaden är att MDO kan innehålla residualolja och därmed högre halter av exempelvis svavel.

<sup>3</sup> En del av dessa kan förmodligen klassas som MDO, men det har inte undersökts närmare inom ramen för detta projekt.

<sup>4</sup> Diesel som tankas av vägtrafiken framställs ur destillat och har många likheter med MGO, men har renats ytterligare och har en högre miljöprestanda. I Sverige tankas främst diesel miljöklass 1 (MK1), men också miljöklass 3 (MK3).

Kategori	Bränsle (benämning enl. leverantör)	KN-nummer
Tyngre eldningsolja	HSFO	2710 19 68
	Tjockolja 1 %	2710 19 64
Lättare eldningsolja	Gasoil DMA	2710 19 47
Lågsvavliga varianter	ECA RMD/WRD/ St1 Bunker	2710 19 62
Alternativa bränslen	LNG	2711 11 00
	Metanol	2905 11 00

Tabell 1 Bränslen, enligt uppgift från bunkerleverantörerna, och deras respektive KN-nummer (Statistiska centralbyrån, 2016).

## 2.4 VOLYMER

I arbetet med denna rapport har den totala volymen av bränslen som levereras till sjöfart i Sverige (i svenska hamnar och på svenskt vatten) identifierats till omkring 1,5 miljoner m<sup>3</sup> per år. Det bygger på försäljningsuppgifter för räkenskapsåret 2015/2016 samt uppskattningar om årsvolymer från de stora bränsleleverantörerna på den svenska marknaden (se Kapitel 2.5 Aktörer). Den totala volymen fördelas på de tre dominerande bränslena, enligt Tabell 2.

Bränslekategori	Andel av marknaden	Volym (1000 m <sup>3</sup> )
Tyngre eldningsolja (tjockolja/Heavy Fuel Oil/HFO)	20 %	300
Lättare eldningsolja (gasolja/Marine Gas Oil/MGO)	50 %	750
Lågsvavliga varianter (ECA-olja/ULFSO m.fl.)	30 %	450

Tabell 2 De vanligaste kategorierna av sjöfartsbränslen och deras ungefärliga andel av den totala försäljningsvolymen, enligt uppgifter från bränsleleverantörerna.

Detta är en nulägesbild och total volym såväl som fördelning mellan olika bränslekviteter kan förväntas variera från ett år till ett annat. Efterfrågan på fartygsbränslen i Sverige är priskänslig, eftersom en stor andel av kunderna utgörs av utrikes sjöfart som lika gärna kan välja en bränsleleverantör i en hamn utanför Sverige, exempelvis Rotterdam. Även i Östersjön är konkurrensen stor mellan bränsleaktörer i de kringliggande länderna.

De volymer som har identifierats i detta underlag, 1,5 miljoner m<sup>3</sup>, skiljer sig något från SCB:s redovisade årsvolymer om ca 2 miljoner m<sup>3</sup>. För 2015 visar SBC:s statistik att de totala bränsleleveranserna till sjöfart uppgick till 2 125 000 m<sup>3</sup>, varav 96 % utgörs av leveranser till utrikes sjöfart (Statens energimyndighet, 2015). De uppgifter om volymer och information om marknaden som presenteras i detta underlag bör ses som ett komplement till SCB:s statistik. Att volymerna inte helt stämmer överens kan bero på skillnader i definitioner av sjöfartsbränslen och bränsleleverantörer och/eller geografiska avgränsningar. Alternativt utgör aktörerna som bidragit till denna rapport 75 % av den totala marknaden. En noggrannare jämförelse av bakgrundsunderlaget till SCB:s statistikredovisning och detta underlag skulle med fördel kunna göras, för att identifiera orsaken till skillnaderna.

## 2.5 AKTÖRER

Marknaden för leveranser av bränsle till sjöfart i Sverige består av ett fåtal större aktörer:

- Stena Oil
- Topoil
- St1
- Preem
- Bomin

De har bidragit till underlaget med generell information om marknaden för bränsleleveranser, samt inkommit med försäljningsuppgifter. Utöver dessa företag återfinns ett antal små, lokala bränsleleverantörer, vilka utgör en mycket liten del av den totala marknaden och har därför inte kartlagts närmare i detta begränsade uppdrag.

Stena Oil och Topoil har tillsammans en marknadsandel på över 50 % av bränsleleveranserna. Dessa företag är specialiserade på och är huvudsakligen inriktade mot sjöfart, till skillnad från de övriga som också verkar på andra marknader. Både Stena Oil och Topoil levererar bränsle med bunkerfartyg i området Göteborg-Skagen, medan Stena Oil även har en del leveranser längs med östersjökusten<sup>5</sup>.

Preem och St1 har egna raffinaderier i Sverige och är i första hand producenter som levererar till bunkerföretagen, samtidigt som de också har egen försäljning direkt till rederier. Deras leveranser sker huvudsakligen med lastbil, som hämtar bränsle i någon av de depåer som finns runt om i landet<sup>6</sup>. OKQ8 är en annan aktör, som endast levererar mycket små volymer till sjöfart och därför inte har inkommit med försäljningsuppgifter till underlaget. Företaget Bomin ingår i en global energikoncern, men har endast begränsad verksamhet i Sverige. Bomin levererar i nuläget bränsle till färjetrafik i Stockholmsområdet, främst med bunkerfartyg men också med lastbil, samt säljer bränsle till de svenska bunkerföretagen, såsom Stena Oil<sup>7</sup>.

Andra större aktörer som har nämnts i intervjuer med bunkerföretagen är Monjasa, Malik Supply och Neste. De har samtliga sin huvudverksamhet utanför Sverige, men konkurrerar med de svenska aktörerna genom att erbjuda bränsle i Östersjöregionen samt området Göteborg-Skagen. Malik Supply och Neste har enligt uppgift inga bränsleleveranser på svenskt vatten i nuläget<sup>8</sup>, men Monjasa är en stor aktör som varken har bekräftat eller dementerat eventuella leveranser till sjöfart i Sverige.

## 2.6 GEOGRAFI OCH INFRASTRUKTUR

Det finns i huvudsak tre sätt med vilka bränsle levereras till fartyg: med bunkerfartyg, med lastbil samt "ex-pipe", det vill säga direkt från ett bränslelager på land. Leveranser med bunkerfartyg står för störst andel av de bränslevolymer som tankas i Sverige, och dessa leveranser sker antingen vid ankringsplatser ute till havs, se Figur 2, eller när fartyget ligger vid kaj i en hamn. Vid mindre volymer sker vanligen leveransen med lastbil till kaj. Leverans direkt från en landbaserad anläggning, så kallad ex-pipe, är bara möjligt i Brofjorden utanför Lysekil<sup>9</sup>.

<sup>5</sup> Intervju Stena Oil, 2016-09-09 och Topoil, 2016-08-29

<sup>6</sup> Intervju Preem 2016-10-10 och St1 2016-10-06

<sup>7</sup> Intervju Bomin 2016-10-04

<sup>8</sup> Mailkontakt Malik Supply 2016-09-30

<sup>9</sup> Intervju Topoil, 2016-08-29





**Figur 2 Bunkring av fartyg utanför Göteborg (Foto Göteborgs hamn).**

Merparten av alla bränsleleveranser till sjöfart i Sverige sker med bunkerfartyg inom havsområdet Göteborg-Skagen. Detta beror dels på att Göteborg är Skandinaviens största hamn sett till den hanterade godsvolymen om drygt 38 miljoner ton (2015), dels på att det strategiska geografiska läget medför att även fartyg på väg till och från Östersjön kan bunkra när de passerar. Dessutom är Göteborg en viktig plats för produktion och lagring av oljeprodukter, vilket underlättar distributionen av sjöfartsbränslen. Bunkringen sker dels i Göteborgs hamn, dels vid ankringsplatser ute till havs. Även när fartygen ligger till kaj i Göteborg sker bunkringen med hjälp av bunkerfartyg som levererar bränslet. I andra hamnar längre söderut, såsom Helsingborg och Malmö, sker bunkringen delvis med bunkerfartyg, men i större utsträckning med lastbil ifrån kaj, eftersom det ofta är mindre volymer än de som tankas i Göteborg<sup>10</sup>.

Leveranserna som sker i havsområdet mellan Göteborg-Skagen kan ske antingen på svenskt eller danskt vatten. Statistiken i detta underlag omfattar endast de som sker på svenskt vatten. Huruvida bunkringen sker på svenska eller danska sidan beror i huvudsak på väderförhållanden, vilket är en möjlig orsak till att volymerna som levereras i Sverige kan variera från ett år till ett annat.<sup>11</sup>

Omkring 20 % av leveranserna till sjöfart i Sverige sker i hamnar längs Östersjökusten. Med några få undantag utgörs dessa leveranser av mindre volymer som bunkras med lastbil från kaj. Bunkringen är förlagd till de större hamnarna och de städer som har stor andel linjesjöfart, såsom Stockholm, Nynäshamn, Trelleborg och Karlskrona. I princip är det enbart den fartygstrafik som aldrig lämnar Östersjön som bunkrar där, övrig trafik bunkrar i området Göteborg-Skagen.<sup>12</sup>

Den fartygstrafik som går mellan Sverige och andra östersjöländer har också möjlighet att bunkra på andra sidan Östersjön, i exempelvis Helsingfors, Tallinn, Riga eller St. Petersburg. Tallink Silja, ett av de större färjerederierna inom Östersjötrafiken, valde i samband med svaveldirektivets införande att byta bränsleleverantör och bunkra i utländska hamnar istället för i Stockholm som tidigare<sup>13</sup>. En sådan enskild händelse minskade de totala bränsleleveranserna till sjöfart i Sverige med ca 150 000 m<sup>3</sup> per år, vilket motsvarar omkring 10 % av de totala volymerna.

<sup>10</sup> Intervju Stena Oil, 2016-09-09 och Topoil, 2016-08-29

<sup>11</sup> Intervju Stena Oil, 2016-09-09 och Topoil, 2016-08-29

<sup>12</sup> Intervju Stena Oil, 2016-09-09 och Topoil, 2016-08-29

<sup>13</sup> Intervju Tallink Silja, 2016-10-04

## 2.7 ALTERNATIVA BRÄNSLEN

De alternativ till traditionella fartygsbränslen som återfinns på marknaden idag utgörs i första hand av LNG, samt i liten utsträckning av metanol. Både LNG och metanol som levereras till sjöfart i Sverige framställs ur naturgas, vilket gör att de i nuläget inte är fossilfria. Däremot har de en bättre miljöprestanda ur andra aspekter jämfört med traditionella bränslen, exempelvis när det gäller utsläpp av svavel och partiklar.

### 2.7.1 LNG

Den svenska marknaden för LNG som sjöfartsbränsle är i nuläget mycket begränsad. Fram till september 2016 har det endast funnits ett fartyg som bunkrat LNG. Det är Viking Lines "Viking Grace" som går i trafik mellan Stockholm och Åbo, med en förbrukning på ca 17 000 ton LNG per år<sup>14</sup>. Bunkring har skett i Stockholms hamn med en specialbyggd bunkerbåt av mindre modell. Under hösten 2016 kommer fler LNG-fartyg att tas i bruk, vilka kommer att bunkras från fartyg i havsområdet Göteborg-Skagen<sup>15</sup>.

Det finns två terminaler i Sverige för lagring och distribution av LNG, en i Lysekil och en i Nynäshamn. Den LNG som levereras i Stockholm har hittills fraktats med lastbil från Nynäshamn och sedan förts vidare till slutkund via bunkerfartyg. De leveranser som nu sker utanför Göteborg utgörs av LNG som fraktats direkt från produktionsanläggningar i Norge (Stavanger eller Bergen). Det finns även möjlighet för svenska bunkeraktörer att köpa LNG från de stora bunkringsterminalerna i Rotterdam och Zeebrugge, alternativt från den finska terminalen i Björneborg. Det finns olika långt gångna planer på byggnation av fler terminaler i närområdet, bland annat byggs just nu terminaler i Torneå, Finland, och i St. Petersburg, Ryssland<sup>16</sup>.

Aktörer som i nuläget erbjuder bunkring av LNG till sjöfart i Sverige är Skangas och AGA. Skangas producerar och säljer flytande naturgas på den nordiska marknaden och har en egen LNG-terminal vid Brofjorden utanför Lysekil<sup>17</sup>. AGA är en stor aktör på gasmarknaden i norden och Baltikum och erbjuder produkter mot både industri och privatkonsumenter. Det är AGA som hittills har levererat LNG till Viking Grace<sup>18</sup>.

Det finns enligt branschen i huvudsak två orsaker till att det nu sker en utveckling av LNG som fartygsbränsle och att LNG spås öka väsentligt de kommande åren. Dels har de nya utsläppsreglerna inom SECA bidragit till att LNG står sig bättre prismässigt, eftersom huvudalternativet idag utgörs av lågsvavlig gasolja istället för den traditionella tjockoljan. Gasolja för marint bruk är i nuläget dyrare än LNG. Dels har den norska NOx-fonden varit viktig för att etablera en efterfrågan på LNG i norden. År 2007 införde Norge en skatt på kväveoxid och instiftade samtidigt en fond varifrån industri och näringsliv kan söka bidrag för kostsamma, miljöförbättrande åtgärder. Fonden har bidragit till stora utsläppsminskningar och har bland annat gett stöd till konvertering till LNG-drift och nybyggnation av LNG-fartyg (Adolfsson, 2011). Detta har gjort att marknaden för LNG som fartygsbränsle växt kraftigt i Norge, där det dessutom redan finns produktion och infrastruktur på plats. Det finns idag, december 2016, totalt 78 fartyg med LNG-drift i världen, varav 50 är norska<sup>19</sup>.

---

<sup>14</sup> Intervju Viking Line, 2016-09-30

<sup>15</sup> Intervju Skangas, 2016-09-07

<sup>16</sup> Intervju Skangas, 2016-09-07

<sup>17</sup> Intervju Skangas, 2016-09-07

<sup>18</sup> Intervju AGA, 2016-09-22

<sup>19</sup> Intervju Skangas, 2016-09-07

En bidragande orsak till att fler rederier överväger LNG är dess höga miljöprestanda. Med skärpta regler för utsläpp av kväveoxider inom SECA-området blir LNG än mer konkurrenskraftigt jämfört med gasolja<sup>20</sup>.

Det är dock fortfarande dyrare att bygga fartyg för LNG-drift, vilket medför en större investeringskostnad. De rederier som nu satsar på nya LNG-fartyg gör bedömningen att den extra investeringskostnaden vägs upp av det lägre bränslepriset och att det är lönsamt sett till fartygets livslängd. Återbetalningstiden är kortare för stora fartyg med hög bränsleanvändning än för mindre fartyg.<sup>21</sup>

### **2.7.2 Metanol**

Användning av metanol som fartygsbränsle pågår i Sverige på försöksnivå. Både utbud och efterfrågan är mycket begränsad.

Stena Lines färja Stena Germanica konverterades 2015 till s.k. dual fuel-drift, med möjlighet att växla mellan olika delar metanol och gasolja för framdrift<sup>22</sup>. Än så länge är fartyget i en inkörningsfas, då effekt och underhåll av motorerna testas. Förbrukningen av metanol har hittills uppgått till 1 500 ton per år, men förväntas uppgå till det tiodubbla, ca 15 000 ton per år, när metanoldriften nyttjas fullt ut<sup>23</sup>.

Bunkringen av Stena Germanica sker när fartyget ligger till kaj i Göteborgs Hamn. Eftersom inget metanolbunkringsfartyg finns tillgängligt, levereras metanolen med lastbil från depå i Malmö av företaget Methanex, vilket är en stor internationell producent av metanol. Ursprunget till metanolen är i dagsläget naturgas<sup>24</sup>.

Ytterligare ett metanolprojekt pågår och genomförs fram till 2018, med målet att konvertera en befintlig lotsbåt. Sjöfartsverket är initiativtagare och finansär, tillsammans med Trafikverket och den internationella branschorganisationen Methanol Institute. Projektet är ett av de första i världen som konverterar ett så litet fartyg till metanoldrift (Andersson, 2016).

---

<sup>20</sup> Intervju Skangas, 2016-09-07 och intervju AGA, 2016-09-22

<sup>21</sup> Intervju Skangas, 2016-09-07 och intervju AGA, 2016-09-22

<sup>22</sup> Mailkontakt Stena Line, 2016-10-27

<sup>23</sup> Kommentar från Stena Line på referensgruppmöte, 2016-10-13

<sup>24</sup> Mailkontakt Stena Line, 2016-10-27

## 3. Möjligheter för omställning till fossilfrihet

I detta kapitel samlas kunskapsläget kring de möjligheter som finns för omställning till fossilfri sjöfart, både vad gäller åtgärder för en övergång till fossilfria bränslen och drivkällor, men även för energieffektivare sjöfart. Den kvantitativa förbättringspotentialen för de olika åtgärderna nämns i de fallen data funnits tillgänglig, och den sammanlagda potentialen för en kombination av åtgärder diskuteras. Slutligen tas möjligheten upp till omställningen genom nationell och internationell policyutveckling.

### 3.1 INTRODUKTION

För att kunna nå fastställda klimat- och miljömål för transporter kommer en snabb implementering av flera kända åtgärder att krävas, samtidigt som utvecklingen fortsätter inom nya tekniker, metoder och lösningar för fossilfri sjöfart. Den långa livslängden för fartyg riskerar att försena utvecklingen då många tekniska innovationer kräver nybyggnation (Gilbert, et al., 2014). En sjöfartsflotta med minskande koldioxidutsläpp behöver en kombination av flera olika lösningar inklusive en ökning av förnybar framdrift och alternativa bränslen samt energieffektivisering genom tekniska, operationella och strukturella åtgärder.

Åtgärderna innefattar alternativa bränslen och drivkällor som är nödvändiga för att helt kunna ersätta sjöfartens fossila bränslen. Dock saknas tillgång till dessa alternativ i dagsläget och även under en överskådlig framtid kommer tillgången att vara begränsad. Den uppskattade oljeförbrukningen för sjöfarten uppgår till 257 miljoner ton (IMO, 2014), samtidigt som världsproduktionen av flytande biobränslen<sup>25</sup> för industriella ändamål motsvarar cirka 75 miljoner ton oljeekvivalenter (Mtoe) år 2015 (BP, 2016<sup>26</sup>). Av denna volym var det endast några få procent som gick till transportsektorn (IRENA, 2015). Energieffektivisering på bred front med implementering av en rad olika typer av åtgärder kommer därför att vara mycket viktig de kommande åren för att snabbt minska det totala energibehovet och därmed skapa bättre förutsättningar för att på sikt kunna ersätta de konventionella bränslena med fossilfria bränslen. Därför beskrivs även energieffektiviserande åtgärder i detta kapitel.

Åtgärder för att minska beroendet av fossila bränslen kan delas upp i följande fyra kategorier (Eide et al., 2011), vilka finns beskrivna nedan:

- Alternativa bränslen/drivkällor
- Tekniska åtgärder
- Operationella åtgärder
- Strukturella åtgärder

---

<sup>25</sup> Etanol och biodiesel

<sup>26</sup> Baserad på data från F.O. Lichts; US Energy Information Administration.

### 3.2 METODIK

Beskrivningen av de möjligheter som finns för fossilfri sjöfart är baserad på en sammanställning av tillgänglig litteratur, främst vetenskapliga artiklar, rapporter och olika utredningar. Resultatet validerades och diskuterades vid det andra referensgruppsmötet, den 17 november 2016. Där presenterades inledningsvis resultatet och följande frågeställningar diskuterades först i små grupper, och sedan gemensamt:

- Saknar ni några viktiga energieffektiviserande åtgärder?
- Vad kan myndigheterna göra för att stödja utvecklingen av energieffektiv svensk sjöfart?
  - Ekonomiskt stöd
  - Lagändringar
  - Engagemang för internationell påverkan
  - Annat?

### 3.3 ÅTGÄRDER FÖR FOSSILFRI SJÖFART

För att kunna uppnå fossilfri sjöfart krävs vid sidan av en energieffektivisering att sjöfarten övergår till alternativa bränslen och drivkällor. Nedan beskrivs förnybar energi för framdrivning och hjälpmotorer, lagring av energi och bränsleceller, samt alternativa bränslen. Det finns lösningar som är bättre anpassade för vissa typer av fartyg medan de för andra är direkt olämpliga. Till exempel nämner Gilbert et al. (2014) att stora tankfartyg har hög potential att tillvarata vindkraftsenergi genom dynamiska drakar eller Flettner-rotorer medan mindre fartyg för kustsjöfart som kör kortare sträckor lämpar sig för batteridrift.

#### 3.3.1 Förnybar energi för framdrivning och hjälpmotorer

##### Segel

Det finns flera olika typer av utvecklade idéer och prototyper när det gäller segel som hjälpmotorstöd. Det finns så kallade "soft sails", det vill säga mjuka segel som fästs vid bommar eller master. Exempel på fartyg eller fartygsdesigner som använder denna typ av segel är Greenheart (75 dwt fraktfartyg), B9 Shipping (3000 dwt bulkfartyg) och Dykstra/Fair transports Ecoliner (7000 dwt). Fixerade segel som till exempel UT Wind Challenger och EffShips konceptfartyg är i princip fasta "vingar" på en mast som kan roteras. Seglen kan vid behov tas ner vid hårt väder eller inom hamnområdet. Ett brittiskt företag, Oceanfoil, har en ny patenterad design för retrofitting (ombyggnation av befintligt fartyg) som kallas Aerofoil som enligt företagets egna uppgifter kan ge 10-20 % bränslebesparing (IRENA, 2015). Australiska OCIUS Technology använder fasta vingar i kombination med solceller som också kan justeras och tas ned vid sämre vind- och solförhållanden (IRENA, 2015). På kort sikt finns ekonomiska hinder för denna teknikutveckling eftersom det rådande låga oljepriset innebär att få rederier är villiga att investera i denna typ av teknik (Gilbert et al., 2014).

##### Rotorer

Flettnerrotorer utnyttjar den så kallade Magnuseffekten för framdrift. Magnuseffekten skapas då vinden passerar över en redan roterande cylinder och verkar vertikalt mot vindriktningen. Tekniken är erkänd och dokumenterad och den första gången flettnerrotorer användes ombord ett kommersiellt fartyg var år 1926. Idag finns Enercons fartyg E-ship 1 i drift sedan 2010 som är ett RoLo-fartyg, se Figur 3. Utifrån utvärderingar gjorda av Society of Naval Architects and Marine Engineers (SNAME) kan Flettnerrotorer användas på fartyg upp till en storlek av 60 000 dwt (Gilbert et al., 2014). Enligt tekniksammanställningen av IRENA International Renewable Energy Agency (2015) är retrofitting med Flettnerrotorer

möjlig för bulkfartyg och tankfartyg upp till VLCC klass (Very Large Crude Carriers, 180 000-320 000 dwt), men då måste det finnas tillräckligt utrymme på däck för rotorerna.



Figur 3 E-ship 1 med flettnerrotorer (Foto Jörn Prestien, Marinetrassic).

### Drakar

För den tekniska utvecklingsmöjligheten för drakar ansåg Society of Naval Architects and Marine Engineers (SNAME) att de är lämpliga för fartyg större än 30 meter och med en hastighet på lägre än 16 knop. Drakarna fästs vid stäven med ett rep som kan motstå krafter på upp till 1 MN (1 miljon Newton). Drakarna opereras på hög höjd för att nå de kraftigaste vindarna och kräver inget större utrymme ombord på däck. Det enda företag som erbjuder dessa typer av drakar till kommersiella fartyg är Skysails och färre än 10 drakar fanns i drift 2010 (Gilbert et al., 2014).

### Solceller och hybridssystem

Det finns flera idéer och koncept för solceller ombord på fartyg. Framförallt ses det som ett komplement till annan drift då endast mindre fartyg kan drivas av enbart solceller. De måste också laddas med täta intervall då batterimöjligheterna ännu är begränsade (se batteridrift nedan). NYK line och Nippon Oil Corporation startade projektet Auriga Leader 2008/2009 där en 60 000 GT bilfartyg försågs med 328 solpaneler som gav 10 % av energibehovet när fartyget låg i hamn. Solpanelerna gav upphov till 1,4 gånger mer energi till havs än vid kaj, men detta är ändå en försvinnande liten del av det totala energibehovet för framdrift för ett stort fartyg (IRENA, 2015).

### 3.3.2 Lagring av energi och bränsleceller

#### Batterier för elektrisk drift

Batterier kan användas ombord för drift av mindre färjor och laddas när fartyg ligger till kaj. Det är viktigt att batterierna laddas från en källa som är mindre koldioxidintensiv än alternativet, som till exempel vattenkraft (Gilbert et al., 2014). Nyligen lanserades pendlingsfärjan BB Green i Stockholm som ett lågutsläppande alternativ till de persontransportfärjor som finns i skärgården idag. BB Green använder litiumjon-titanatbatteri som laddas på 30 minuter vid kaj och har en räckvidd vid full hastighet på 14 nautiska mil, längre vid lägre hastigheter (Larsen, 2016). Litiumjonbatterier användes även för ett RoRo-hybridfartyg från 2013 som byggdes vid Fergusonskeppsvarvet i Glasgow (Gilbert et al., 2014). Fartyget har både dieselelektrisk drift och batteridrift. På Norges västkust kör sedan 2015 Zerocat 120 från Siemens - en litiumbatteridrivna bilfärja med en kapacitet av 120 bilar och 360 passagerare som kör 20 minuter och laddar 10 minuter vid kaj (IRENA, 2015). Mellan Sverige och Danmark ska RoPax-fartygen Tycho Brahe och Aurora, som



rymmer 1100 respektive 1250 passagerare och 240 bilar köras på litiumbatterier från år 2017 (Ingenjören, 2016).

### **Bränsleceller**

Enligt Gilbert et al (2014) är SOFC (Solid oxide fuel cells) mest användbar för maritim tillämpning och PEM (proton exchange membrane) mest lämplig för hjälpmotorer. Möjliga hinder för teknikutveckling för sjöfart är kostnaderna för tekniken, begränsningar i fartygsstorlek, effektiviteten vid hög belastning samt låg effekt/viktförhållande.

### **3.3.3 Alternativa bränslen**

#### **LNG – flytande naturgas**

Det som framför allt driver på ett byte från tjockolja (HFO) och marindiesel (MGO) till LNG är lagstiftningen kring SO<sub>x</sub> och NO<sub>x</sub>-utsläpp. Det som talar emot LNG är att det är ett fossilt bränsle som släpper ut koldioxid. Utmaningar för LNG att ta sig in på marknaden som ett möjligt bränsle för sjöfarten är det höga priset jämfört med högsvavligt bränsle samt att energidensiteten för LNG är lägre än för HFO, vilket kan resultera i att man måste bunkra oftare. Infrastruktur för bränsleförsörjning på landsidan måste också utvecklas. Om LNG används som bränsle måste risker för metanläckage beaktas (Anderson et al., 2015). Mätningar som gjorts ombord ett passagerarfartyg år 2013 i Östersjön visar att metanläckaget var 23-36g per kg LNG vid låg motorbelastning. Detta ger en signifikant miljöpåverkan då metan är en starkare växthusgas än koldioxid, nämligen 28 gånger högre vid ett hundraårsperspektiv och 84 gånger högre vid ett 20-årsperspektiv (Anderson et al., 2015). Under 2015 opererades 63 LNG-drivna fartyg (exkluderande fartyg som transporterar LNG) och i maj samma år skulle ytterligare 76 fartyg byggas (DNV, 2015).

#### **Metanol och etanol**

Metylalkohol eller metanol och etylalkohol eller etanol kan båda potentiellt vara goda alternativa bränslen för den marina sektorn. Bränslet innehåller inte svavel, partikelutsläppen är låga och kvävgasutsläppen är lägre än konventionell MGO, men beror på temperatur och hur bränslet förbränns (EMSA, 2015). Enligt Brynolf et al. (2014) visar studier på motorer i laboratorier att utsläpp av metanol kommer att ligga under NO<sub>x</sub> Tier III-kraven som IMO ställer i MARPOL Annex VI. Både etanol och metanol kan produceras fossilt, oftast genom naturgas. Förnyelsebar metanol produceras av rester från massfabriker i Sverige, avfall i Kanada och från koldioxid och väte på Island. Både metanol och etanol har lägre energidensitet än andra fossila bränslen, vilket gör att man behöver betydligt större bränsleförvaringsutrymme ombord (EMSA, 2015). Metanol och etanol är korrosiva mot tankar, rör och packningar, något som kräver anpassning av material och tekniker ombord, särskilt när man konverterar ett fartyg från konventionella bränslen till metanol<sup>27</sup>.

#### **Flytande biodrivmedel**

Vissa pekar mot förnybar energi som lösningen på koldioxidproblematiken för sjöfart. Appliceringen av biodrivmedel ses framförallt som användandet av drop-in bränslen, det vill säga att befintlig infrastruktur och energisystem används för att substituera fossila bränslen. Biodiesel, bioetanol, biometan, vegetabiliska oljor (SVO, *straight vegetable oil*), dimetyleter (DME), pyrolysolja, hydrerade vegetabiliska oljor (HVE) eller annat derivat anges som möjliga bränslen inom sjöfarten. Idag är användningen av bioenergi inom sjöfart mycket liten och det finns begränsad tillgång (IRENA, 2015).

Med små justeringar av huvudmaskin kan flytande biodrivmedel användas i dieselmotorer. Från år 2006 testades olika biodrivmedel för marin användning.

<sup>27</sup>Stena Teknik, Referensgruppsmöte 1.

Royal Caribbean Cruises utförde tester med sitt 293 meter långa fartyg Jewel of the seas där de startade med att blanda in 5 % biodiesel och höjde sedan stegvis till slutligen 100 % biodiesel med goda resultat. I Kanada gick fraktfartyget Anna Desgagnes (storlek 17 850 dwt) på en B20-blandning av animaliska fetter och matlagningsolja. År 2010-2011 testade Maersk Line biodieselmblandningar (FAME) ombord på sitt containerfartyg Maersk Kalmar (88 669 dwt). Resultaten var inte slutgiltiga då bränslet endast testades i 160 timmar (Ecofys, 2012).

### **Biogas**

Metan produceras tillsammans med koldioxid då bakterier bryter ner organiskt material i en syrefri miljö. I flytande form kan metan användas antingen tillsammans med LNG eller som ren biogas för användning i marina motorer (Gilbert et al., 2014). Flytande biogas kan framställas antingen genom rötning av avfallsprodukter från jordbruket, gödsel samt kommunalt avfall eller av pil och andra avfallsprodukter eller biprodukter från skogsbruk eller pappersbruk (Brynolf, 2014). B9 shipping har testat flytande biogas för användning i motorer ombord, men för att biogas ska bli en hållbar bränslelösning måste tillräckligt med avfall genereras och hanteras. Troligen krävs övergripande policybeslut för att kunna generera tillräckliga mängder biogas (Gilbert et al., 2014).

### **Vätgas**

Få studier har gjorts av vätgasdrift ombord på fartyg. Vätgas som bränsle ombord kräver stor volym, vilket tar mer utrymme i anspråk än konventionellt bränsle. Dessutom finns det risk för stabilitetsproblem. Flytande vätgas tar mindre volym i anspråk, för att det har högre densitet per volym. Ytterligare säkerhetsaspekter och möjligheter att kombinera med bränsleceller behöver utredas vidare (Raucci et al., 2015). Det finns idag få fartyg som går på vätgas. Fartyg Beffen i Norge går på vätgas mellan varvet i Bergen och Nordnes var 10:e minut (Beffen, 2016).

### **Nukleär drift**

I ett fartyg med nukleär drift genererar en reaktor ombord ånga som används för att framställa elektricitet som driver fartyget fram. Eftersom en liten reaktor krävs för att fungera ombord använder de flesta nukleära fartyg höganrikat uran (HEU, anrikat över 20 %) som bränsle för att generera tillräckligt med energi. Som jämförelse använder de flesta civila kärnkraftverk uran anrikat till 3-5 %. HEU kan även användas som vapen, vilket ökar riskerna vid handel av HEU som fartygsbränsle och samtidigt begränsar potentialen att använda nukleär drift på fraktfartyg (NTI, 2010). Till nackdelarna med nukleär drift hör även utsläppen kopplat till upparbetningen av det uttjänta uranet, framställningen av det höganrikade uranet och hantering av avfallet som uppkommer (Gilbert et al., 2014). Detta innebär att nukleärt drivna fartyg inte kan ses som miljömässigt hållbart eller säkerhetspolitiskt möjligt. Dessutom finns risker för spridning av radioaktivt material vid olycka. Få fartyg finns idag i drift utanför militär användning och fartyg med isklass.

## **3.4 ENERGIEFFEKTIVISERANDE ÅTGÄRDER**

Det finns många energieffektiviserande åtgärder som är möjliga för sjöfarten. De flesta rederier tillämpar redan idag flertalet åtgärder av kostnadsbesparande skäl då bränslekostnaderna kan stå för 60-70 % av ett rederis operativa kostnader (Rojon och Smith, 2014). Energieffektiviserande åtgärder är viktiga att tillämpa för att minska den totala användningen av sjöfartsbränsle för att underlätta för en övergång till fossilfria alternativ.

### **3.4.1 Tekniska åtgärder**

Tekniska åtgärder kan inkludera energieffektiva skrov, propellrar, roder, båtbottnbeläggningar, huvud- och hjälpmaskiner samt värmeåtervinningssystem.



Tekniska åtgärder syftar i allmänhet till att antingen minska motorernas effektbehov eller förbättra verkningsgraden. De olika lösningarna är mer eller mindre lämpliga eller möjliga att tillämpa beroende på fartygs ålder. Vissa kan enbart implementeras vid design och produktion, medan andra kan tillämpas även när fartyget är i drift. Oftast har dessa tekniska lösningar en betydande investeringskostnad och är i många fall därför begränsade till nya fartyg (Eide et al., 2011).

### **Planering och design vid nybyggnation av fartyg**

En viktig fas för ett fartyg ur ett energieffektiviseringsperspektiv är den tidiga planeringen där man utifrån användningsområde och marknad fastställer fartygets huvuddimensioner och utförande. Vid den detaljerade designen och optimeringen av fartygets delkomponenter kan skrov- och propellergeometri, skrovkonstruktion, framdrivningsmaskineri samt hjälpmaskiner, värmeåtervinning och lasthanteringens utformning påverka energieffektiviteten (Styhre et al., 2014). Det är även i detta skede man fastställer vilket bränsle fartyget ska vara byggt för.

Det finns idag stor kunskap kring framdrivningsmaskineriet hos framförallt motortillverkare och en förbättringsprocess pågår ständigt för att minska emissionerna och öka verkningsgraden. När det gäller hjälpmaskineriet så används detta till ett stort antal kringssystem såsom försörjning av värme och kyla, ventilation, belysning, pumpar och lasthantering. För ett normalt lastfartyg är konsumtionen mindre än 10 % av huvudmaskinens effekt, men det är avsevärt högre för fartyg som har ett omfattande kringssystem, såsom passagerarfartyg. I vissa studier har frekvensstyrning av pumpar och fläktar testats vilket halverat elförbrukningen i några fall, vilket kan motsvara en total energibesparing på 5-8 % (Styhre et al., 2014).

Det finns också en stor potential i utnyttjandet av spillvärme från huvudmaskin för värmebehoven ombord. Behovet av uppvärmning varierar mellan operationsområde, och typ av fartyg och last. Det finns vissa fartyg som använder sig av så kallat "Waste Heat Recovery Systems" där man omvandlar spillvärmens till mekaniskt arbete som kan minska bränsleförbrukningen, i synnerhet för stora fartygsmotorer över 25 MW (Styhre et al., 2014). För tankfartyg som fraktar tung eldningsolja finns stor besparingspotential då produkten behöver hållas varm under transporten.

För att öka fartygens energieffektivitet beslutade IMO 2011 om att införa ett obligatoriskt energieffektivitetsindex (EEDI) för nybyggda fartyg från januari 2013 (IMO, 2012). EEDI beräknas som massan av CO<sub>2</sub>-utsläpp relaterat till ett fartygs storlek och jämförs med en referenslinje som anger basvärden för emissionerna beroende på fartygets storlek. Den kortsiktiga potentialen vid införandet av EEDI begränsas av det faktum att det bara tillämpas på nya fartyg och EEDI har också fått kritik för att inte vara tillräckligt skarpt (Buhaug et al., 2009). I prognoser som gjorts förutses sjöfarten öka i en takt som gör att effekterna av ett EEDI inte kommer att ge några absoluta minskningar i energianvändning och CO<sub>2</sub>-emissioner (Bazari och Longva, 2011).

### **Fartyg under drift**

En del tekniska åtgärder är också möjliga att genomföra på befintliga fartyg, så kallad "retrofit". Exempel är ombyggnation av motorer för annat bränsle, överbyggnader, förlängning av fartyg, investering i utrustning för "Performance monitoring" och utrustning för landel. En del av dessa åtgärder är mycket dyra och är därför inte lämpliga för äldre fartyg som har få år kvar på marknaden.

"Performance monitoring" är ett system för kontinuerlig mätning av driftdata som fart, effekt och bränsleförbrukning. Med denna information som kontinuerligt samlas in kan fartygets driftstatus analyseras. Performance monitoring är en åtgärd med möjlig betydande inverkan, men det kräver noggrann uppföljning och anpassning (Bännstrand et al., 2016). Denna typ av system är enligt många en

förutsättning för att kunna arbeta effektivt med SEEMP<sup>28</sup> som blev obligatoriskt från år 2013 (IMO, 2012), se vidare Energiledningssystem i Kapitel 3.4.2 Operationella åtgärder.

Landel (även kallad OPS, on-shore power supply eller cold ironing) ersätter elproduktionen från hjälpmotorerna ombord med el över kaj. Att ansluta fartygens strömförsörjning i hamn är en åtgärd som kan förbättra luftkvaliteten i hamnstäder, minska utsläppen av luftföroreningar och minska buller (Winnes et al., 2015). Det finns också en stor potential till att minska koldioxidutsläppen, men det beror på om elen i land tas från rena källor såsom vind- eller vattenkraft (Sciberras et al., 2015). Om elproduktionen är från helt förnybara källor, kan fartygen vid kaj bli närmast fossilfria redan med befintlig teknik. Även om investeringskostnaden för landel är hög både för hamnen och rederiet, behöver inte avbetalningstiden vara lång, beroende på tiden fartygen ligger vid kaj samt på elpris kontra bränslepriser (Winnes et al., 2015).

### 3.4.2 Operationella åtgärder

Operativa åtgärder har i allmänhet låga investeringskostnader och måttliga driftkostnader (Eide et al., 2011). Operativa åtgärder kan tillämpas på alla fartyg och möjligheter att minska bränsleförbrukningen varierar kraftigt, från några få procent till mycket stora bränslebesparingar genom främst sänkt fart, s.k. ”slow steaming”. Viktiga operationella åtgärder inkluderar val av fart, ruttplanering, optimerad driftinställning, rengöring och underhåll av skrov, propellrar och motorer och energiledningssystem.

#### **Sänkt fart (slow steaming)**

Sänkt fart eller ”slow steaming” är ett begrepp som används när fartyget drar ner på farten vilket leder till lägre bränsleförbrukning. Eftersom bränsleförbrukningen per tidsenhet kan approximeras med ett kubiskt förhållande till farten, medför en viss minskning i fart en betydande besparing i bränsle.

Genomsnittlig fart för världsfloTTan beror oftast av konjunkturläget och bunkerpriset (Faber et al., 2012). Den finansiella krisen hösten 2008 resulterade i ett minskat transportbehov och som konsekvens sänkte rederierna hastigheten för att binda upp mer fartygskapacitet och minska kostnaderna (Nguyen 2009; Styhre, 2010). Potentialen för energieffektivisering anses ofta generellt hög vad gäller reducerad fart, men varierar med fartygssegment och designfart<sup>29</sup>. Beroende på förutsättningarna är upp till 30 % energibesparing vid konstant transportarbete<sup>30</sup> möjligt att uppnå (EU, 2012).

Det finns tekniska begränsningar för hur långsamt ett fartyg kan gå. Fartygen är ofta designade för en specifik hastighet, så kallad designfart och ännu lägre fart kan resultera i ökad bränsleförbrukning och stabilitetsproblem. Minskad fart ger minskad energiförbrukning endast till en viss nivå – därefter ökar konsumtionen per transporterad enhet (Cariou, 2011). Dock visar studier att vissa anpassningar av motorerna delvis kan överbygga de tekniska problemen.

#### **Ruttplanering**

En energieffektiviserande åtgärd är ruttplanering. Det innebär att simuleringsverktyg används för att etablera effektiva transportruttor för fartygen (Christiansen et al., 2004). På en operationell nivå kan även rederierna tillämpa ”weather routing” för att möjliggöra en anpassning av rutten till rådande

---

<sup>28</sup> SEEMP står för Ship Energy Efficiency Management Plan och är en fartygsspecifik plan för energiledning.

<sup>29</sup> Farten ett fartyg är designat för att köra i under normala förhållanden.

<sup>30</sup> Förflyttning av gods en transporttjänst utfört. Transportarbete mäts oftast i tonkilometer.

väderförhållanden. Faktorer som spelar en viktig roll är vind, ström, sjö och vattendjup (SMHI, 2012). 1983 tog IMO initiativ till ”weather routing”, och då ur en säkerhetssynpunkt, eftersom man kan minska risken för lastförskjutningar om en kraftig sjögång kan undvikas (IMO, 1983). Idag används systemen också för att spara pengar, tid, bränsle och ge en ökad komfort för passagerare. Moderna väderplaneringssystem kombinerar väderprognoser med fartygsinformation för att planera rutter för ett specifikt fartyg (Henningsen, 2000).

Förbättringsmöjligheten är också stor för fartyg som trafikerar vatten där besättningen inte har kännedom om eller tidigare erfarenheter av vädersituationer, samt för fartyg som trafikerar områden med instabilt väder (Buhaug et al., 2009). IMO har uppskattat de potentiella besparingarna av ruttplanering utifrån väderdata till mellan 0,1 och 4 % i bränsle (Henningsen, 2000; EU, 2012). Rederiet Wallenius Wilhelmsen Logistics, WWL, som främst opererar stora RoRo-fartyg på transoceaniska rutter anger att bränsleförbrukningen under optimala förhållanden kan minskas med 5 % genom väderruttplaneringsverktyg (SMHI, 2012). Besparingspotentialen för kortsjöfarten inom Europa torde dock vara lägre, eftersom potentialen är större för längre rutter där fartyget är utsatt för väder under lägre tider och där det finns fler alternativa rutter (Trafikverket, 2012).

### **Optimerade driftinställningar**

För att få fartyget att förbruka minsta möjliga energi krävs att alla system är i gott skick och att det finns stor kunskap ombord hur dessa system ska ställas in. Optimal driftinställning är inte bara specifikt för varje fartyg utan varierar även för varje resa. Några exempel på driftinställningar som kan ha en stor påverkan på bränsleförbrukningen är trim, ballast-optimering och roderinställning, men även inställningar av hjälpmaskinerna och kringssystem (t.ex. pumpar och fläktar) kan påverka (Styhre et al., 2014).

Optimalt trim är det läge då fartygets undervattenskropp med hjälp av fartygets ballasttankar har anpassats så att fartyget förbrukar minsta möjliga bränsle. Optimalt trim påverkas av aktuellt displacement<sup>31</sup>, farten och vattendjupet. Ballastoptimering innebär att fartyget hittar det optimala intaget och placeringen av ballastvatten<sup>32</sup> för att uppnå god stabilitet och minimerad bränsleförbrukning. Endast nödvändig volym för god sjösäkerhet bör användas eftersom större mängd ballast ökar fartygets displacement och därmed bränsleförbrukningen. Autopiloten är ett viktigt instrument på ett fartyg, och dess roderinställning kan ha en stor påverkan på fartygets drift och bränsleförbrukning (Styhre et al., 2014).

Förbättringsmöjligheten kan variera för olika fartyg, men det kan röra sig om en genomsnittlig besparing med optimalt trim och optimal ballast på upp till 1 % per åtgärd (Buhaug et al. 2009; Henningsen, 2000). En uppdaterad och modern autopilot kan enligt uppskattning minska bränsleförbrukningen upp till 2,5 % (Buhaug et al., 2009). Dock menar Faber et al. (2011) att en stor del av världsfloTTan redan tillämpar detta, varför förbättringspotentialen bedöms betydligt lägre.

### **Rengöring och underhåll av skrov och propellrar**

Beläggning och beväxning som t.ex. havstulpaner och musslor på skrov och propellrar har en stor påverkan på bränsleförbrukningen. Voulvoulis et al. (2002) uppskattade att bränsleförbrukningen ökar med 6 % för varje 100 mikrometer av tillväxt som förekommer över hela undervattenskroppen.

Nya tekniker och lösningar har utvecklats som har stor potential att reducera friktionen mellan vatten och skrov och därigenom minska bränsleförbrukningen kraftigt. Luftsörjning av skrov och nya giftfria bottenfärger som skapar en ogästvänlig miljö på ytan så att organismerna inte fäster lika lätt är exempel på

<sup>31</sup> Displacement är vikten av fartygets undanträngda vatten och mäts i ton.

<sup>32</sup> Tankar med vatten placerade lågt i fartyget för att främst öka stabiliteten.

sådana lösningar. Regelbunden rengöring av skrov och bättre bottenbeläggning kan minska energibehovet med upp till 5 % och rengöring av propeller kan spara upp till 3 % (Bahuag et al., 2009; Henningsen, 2000).

### **Energiledningssystem**

Energi behövs inte bara för framdrift utan även till olika system ombord, t.ex. värme, pumpar och fläktar. Energiåtgången är särskilt stor för passagerar- och kryssningsfartyg, men även för fartyg vars last behöver kylning eller uppvärmning under sjöresan. Besättningsutrymmena och fartygsbryggan behöver elektrisk energi, vilket hjälpmaskinerna ombord förser dem med, och många fartyg har elektriskt drivna bogpropellrar för att kunna flytta fartyget i sidled vid hamnanlöp. En besparing mellan 1 och 2 % av den totala bränsleförbrukningen beräknas vara möjlig (Buhaug et al., 2009).

Den 1 Jan 2013 infördes ett krav att kommersiella fartyg behöver en fartygsspecifik plan för energiledning, en så kallad "Ship Energy Efficiency Management Plan" (SEEMP). SEEMP är en operativ åtgärd som syftar till att stimulera mer energieffektiva rutiner genom fyra steg: planering, genomförande, övervakning och utvärdering/förbättring (IMO, 2012). Det är osäkert hur stor påverkan införandet av SEEMP har haft på bränsleförbrukningen, men en studie av Bännstrand et al. (2016) visade att alla rederier som var inkluderade i studien hade ett system för energieffektivitet vid sidan av SEEMP och att de flesta rederierna redan hade ett system när SEEMP blev obligatoriskt.

### **3.4.3 Strukturella åtgärder**

Strukturella åtgärder karaktäriseras av att två eller fler aktörer arbetar gemensamt för att öka effektiviteten eller minska emissionerna (Eide et al., 2011). Strukturella förändringar har en stor potential, men kan vara svåra att utveckla eller implementera. Exempel på åtgärder är minskad tid för fartyg i hamn, ökad kapacitetsutnyttjande, förbättrade kontrakt och bättre kommunikation mellan olika aktörer.

#### **Minskad tid för fartyg i hamn**

En åtgärd med stor potential för att öka energieffektiviteten är reducerad fart till sjöss genom en kortare liggtime i hamn. Tanken är att om tiden i hamn för fartyget kan minskas så kan farten till sjöss sänkas i samma utsträckning för att på så sätt bibehålla ett konstant transportarbete men till en lägre bränsleförbrukning. Liggtime i hamn kan minskas genom effektivare lastning och lossning (dvs. produktivitetshöjning) eller genom minskning av väntetider i hamn innan, under och efter att godset lossas eller lastas. Faber et al. (2009) har uppskattat att en bränslebesparing är möjlig på upp till 10 %, och Bazari och Longva (2011) har påvisat en minskning på ungefär 10 - 20 % beroende på fartygstyp och storlek. Vidare menar Eide et al. (2011) att ökad hamneffektivitet är bland de åtgärder som har störst potential, samt är kostnadseffektiv och billig att implementera. Johnson och Styhre (2014) visade att för två bulkfartyg som redan går med låg fart, fanns en bunkerbesparingspotential på upp till 8 % om väntetider i hamn kunde minskas med upp till 4 timmar per anlop.

#### **Ökat kapacitetsutnyttjande av fartyg**

Ett annat tillvägagångssätt att minska bränsleförbrukningen per tonkilometer är att öka kapacitetsutnyttjandet av fartygen. Kapacitetsutnyttjande kan definieras som relationen mellan transporterat gods (faktiskt output) och tillgänglig transportkapacitet (potentiell output) under en viss tid och uttrycks ofta med en procentsats (Styhre, 2010).

Det är svårt för sjöfarten att nå ett högt kapacitetsutnyttjande på grund av säsongvariationer i efterfrågan, obalanser i export-/importvolymerna och sjöfartens

stora känslighet för konjunkturfluktuationer (Fusillo, 2004; Haralambides, 2004), kundkrav på hög avgångsfrekvens (Mangan et al., 2002; Higginson och Dumitrascu, 2007) och en tendens att rederierna opererar överstora fartyg i förhållande till tillgängligt gods (Styhre och Lumsden, 2007; Wu, 2009).

Ett högre kapacitetsutnyttjande kan nås genom att transportera mer gods per avgång och genom att minimera tomtransporterna mellan en lossningshamn och en lastningshamn när fartyg ompositionerar sig till hamnen där godset finns tillgängligt. Tomtransporter är mycket vanligt inom främst tank- och bulksegmentet på grund av varornas (t.ex. olja och järnmalm) typiska produktions- och konsumtionsmönster. Exempel på olika typer av tillvägagångssätt för att öka kapacitetsutnyttjandet i kortsjöfarten beskrivs av Styhre (2010): stand-by gods, överbokning, prisdifferentiering, bättre kommunikation med hamnen, justering av tidtabell, utveckling av en passande fartygsdesign för godset, förbättrad lastningsplan och strategiska allianser med andra rederier.

### **Förbättrade kontrakt**

För att reglera förhållandet mellan fartygsägare och befraktare används särskilda kontrakt, certepartier, som bland annat anger villkoren för fartygets prestanda, fart, bunkerförbrukning och reglering när en resa tar mer eller mindre tid än beräknat (Styhre et al., 2014). Om incitament saknas i dessa avtal för enskilt rederi eller fartygsbesättning att minska bränsleförbrukningen, kan de ha stor påverkan på energibesparingspotentialen. Till exempel kan fartygsägarna sakna incitament att investera i energieffektiv teknik eller reducera fart för att spara bränsle om kontrakten anger att kunderna alltid betalar bränslet (Heisman och Tomkins, 2011).

Det har gjorts ansatser till avtal om energieffektivisering, i form av BIMCOs ”slow steaming” klausuler och genom Intertankos och OCIMFs ”Virtual Arrival”-process (Intertanko och OCIMF, 2010). Avsikten med klausulerna är att sänka farten och därigenom spara bränsle. Detta anses vara den mest betydande parametern som kan påverkas genom kontraktsskrivning (Styhre et al., 2014).

### **Bättre kommunikation mellan olika aktörer**

Vanligt inom sjöfarten är att fartygen håller hög fart under sjöresorna för att sedan vänta i, eller i närheten av, lastningshamnen för att last eller kajplatser ska bli tillgängliga (Buhaug et al., 2009). Detta ger inte bara ökade utsläpp och större energibehov för sjöresan utan också större miljöproblem lokalt när fartyg ligger längre för ankare eller vid kaj med hjälpmotorerna igång. En fungerande kommunikation ska ses som en förutsättning för en framgångsrik tillämpning av många övriga åtgärder. Kommunikationen omfattar främst dialog mellan besättning och hamnar, skeppsmäklare, rederiernas landpersonal, fartygsoperatörer och lotsar.

## **3.5 SAMMANLAGD ENERGIEFFEKTIVISERINGSPOTENTIAL**

Den uppskattade potentialen för respektive åtgärd beror i stor utsträckning på olika tekniska, operationella, organisatoriska och marknadsmässiga förutsättningar, och åtgärderna kan därför vara svåra att kvantifiera. De generella värden som finns publicerade kan variera så mycket att de inte ger någon konkret ledning (Buhaug et al., 2009). Det är tydligt att en svårighet finns att skapa universella lösningar och stor hänsyn måste tas till de unika förhållanden som gäller avseende storlek, skrovförhållanden, marknadsförutsättningar, etc. (Gilbert et al., 2014).

Vad som ytterligare försvårar möjligheten att få en bättre uppfattning om den sammanvägda potentialen är att många av åtgärderna har ett inbördes beroendeförhållande. Det finns till exempel åtgärder som beskrivs ha en mindre påverkan på bränsleförbrukningen som en enskild åtgärd, men om flera implementeras parallellt kan den totala bränslereduktionen bli betydande. På samma sätt kan det finnas åtgärder som inte är förenliga med varandra. Det finns

också barriärer och hinder för implementering av vissa åtgärder som har en stor påverkan på potentialen, vilket beskrivs vidare i kommande kapitel.

I

Tabell 3 visas den sammanslagna energireducerande potentialen när tillgängliga och kända åtgärder implementeras i kombination, med hänsyn tagen till bland annat implementeringskostnader, enligt Buhaug et al. (2009). De stora spannen beror på vilken fartygstyp som avses och engagemanget hos fartygsägaren att verkligen vilja åstadkomma en bränslebesparing och en reduktion av användandet av fossila bränslen (Buhaug et al., 2009). Vid beräkning av potentialer förutsätts konstant transportarbete, dvs. att samma mängd gods transporteras samma sträcka.

	Besparing CO <sub>2</sub> /ton-NM	Kombinerat
DESIGN av nya fartyg	10-50 %	25 - 75 %
DRIFT av befintliga fartyg	10-50 %	

Tabell 3 Potential för ett antal energieffektiviseringsåtgärder (Buhaug et al., 2009).

Sammanfattningsvis kan det alltså vara möjligt att minska energibehovet för sjöfarten med 25-75 % med befintliga tekniska, operationella och strukturella åtgärder, där den högre siffran bland annat förutsätter en kraftigt sänkt fart. Detta är en mycket viktig pusselbit för att uppnå fossilfrihet. Men för att nå hela vägen fram till fossiloberoende senast 2050, så behövs en snabb introduktion av förnybara bränslen.

Gilbert et al. (2014) har tagit ett samlat grepp för att undersöka möjligheten att nå fossiloberoende 2050 genom en kombination av åtgärder för både ombyggnation (retrofit) av befintliga fartyg och nybyggnation. Studien visar att det vid retrofit är möjligt att minska koldioxidutsläppen med mer än 55 % för små fartyg och mer än 75 % för större containerfartyg, tankfartyg och bulkfartyg. Detta förutsätter en kraftigt reducerad fart: ner till 10 knop för nybyggda containerfartyg i storlek 3 000-20 000 TEU, och 5-6 knop för bulk- och tankfartyg. Detta skulle innebära en försämrad marknadsförutsättning för sjöfarten, då transporttid är en viktig egenskap när transportinköpare väljer trafikslag. För att nå till de nivåerna Gilbert et al. (2014) pekar på, behövs även i kombination med en fartreduktion även tekniska åtgärder som framförallt ger förbättrad värmeåtervinning, ökat utnyttjande av vind- och solenergi, och möjliggör en övergång till LNG eller biodrivmedel. För nybyggda fartyg är potentialen högre, och där finns enligt Gilbert et al. (2014) möjlighet att nå en reduktion av CO<sub>2</sub> på upp till 98 % för dessa fartygstyper år 2050. Dock kräver det en övergång till förnybar energi.

En slutsats är att en flotta med betydligt mindre koldioxidutsläpp behöver en kombination av flera olika lösningar inklusive förnybar framdrift, alternativa drivmedel och energieffektivisering. Dock torde det med både hänsyn till marknadsförutsättningar och tillgång på biodrivmedel till ett rimligt pris för sjöfarten vara svårt att nå till de låga nivåerna som nämnts ovan. En faktor som kan komma att försvåra ytterligare är att sjötransporterna i världen förväntas öka.

### 3.6 MÖJLIGHETER TILL FOSSILFRIHET GENOM POLICYUTVECKLING

#### 3.6.1 Internationell policy

Regleringar inom sjöfarten sker huvudsakligen i internationella forum och inom miljöområdet är det FN-organet International Maritime Organization (IMO) som hanterar de internationella konventionerna som ligger till grund för lagstiftning. IMO har utfört studier av växthusgasutsläpp från sjöfart och diskussioner har förts i

kommittén för skydd av den marina miljön (Marine Environment Protection Committee, MEPC), men inga globala utsläpps begränsningar har hittills införts.

År 2013 lade EU-kommissionen fram en strategi för en successiv integrering av fartygsutsläpp i EU:s politik för att minska inhemska utsläpp av växthusgaser. Detta resulterade i förordningen om övervakning, rapportering och verifiering av koldioxidutsläpp från sjöfart som antogs i april 2015. Förordningen innebär att som ett första steg måste fartyg som anlöper EU-hamnar från 2018 rapportera sina verifierade årliga utsläpp och annan relevant information till EU.

Diskussioner har pågått om möjligheter att införa ett globalt system för handel med utsläppsrätter (global emission trading scheme, GETS) inom både IMO och EU. Studier visar att ett sådant system kan öka den globala BNP:n med 1,9 %, som kommer från ökade investeringar i forskning och utveckling. Detta anser täcka den förväntade 7 procentiga minskningen i efterfrågan på tjänster från internationell sjöfart och flyg (Dessens et al., 2014).

### 3.6.2 Nationell policy

Inom sjöfartsindustrin finns ofta en inställning att nationell lagstiftning är ineffektiv och ger snedvriden konkurrensnackdel/fördel på grund av sjöfartens internationella karaktär. Globala regler för ökad energieffektivisering och utsläppsminskningar krävs, men samtidigt kan policyutveckling på nationell nivå, eller sub-global nivå, utgöra ett komplement till globala direktiv. Dessa kan både snabba på en minskning av sjöfartens energianvändning och miljöpåverkan, men de kan även lyftas fram som goda exempel för diskussioner inom EU eller IMO och därmed skynda på en implementering på global nivå menar Gilbert och Bows (2012). Det är dock mycket viktigt att påpeka att sub-globala lagar och regler bör utformas så att de inte ger en konkurrensnackdel för marknader i vissa geografiska områden.

Enligt Gilbert och Bows (2012) finns det framför allt vissa områden där enskilda nationer, eller grupper av nationer, kan påverka sjöfartens energieffektivisering genom utveckling av styrmedel, se Tabell 4.

Aspekter av sjöfartsbranschens system	Potential för nationell policy att påverka denna aspekt		
	Stark	Medel	Svag
Bränsle i huvudmaskin		X	
Bränsle i hjälpmaskin (t.ex. landel)	X		
Mängd bränsle sålt			X
Nya fartygstyper som anv alternativa bränslen			X
Bränsleeffektivitet i huvudmaskin			X
Bränsleeffektivitet i hjälpmaskin			X
Design av fartyg			X
Retrofit av fartyg		X	
Effektiv körning av fartyg (routing)		X	
Effektiv operation på nationella vatten (t.ex. hastighetsbegränsningar)	X		
Effektiv operation i hamn	X		
Effektiv användning av rutt eller fartyg (hög fyllnadsgrad)		X	

**Tabell 4 Potential för nationell policy för att öka energieffektiviteten (urval från Gilbert och Bows, 2012; författarnas översättning och tillägg).**

Framför allt finns en potential för att styra hjälpmotorernas bränsletyp och då främst i form av subventioner för att investera och erbjuda landel i hamn. Dessutom finns en viss potential i att skapa förutsättningar för effektiv operation i hamn och på nationella vatten till exempel genom att införa hastighetsbegränsningar i farleder och hamnområden. Lägre hastighet i farleden innebär inte bara lägre halter av lokala föroreningar samt utsläpp av växthusgaser, utan bidrar även till mindre kusterosion och mindre vågor från fartyg (Styhre och Winnes, 2016). Införandet av svavelkontrollområdet (SECA) i Östersjön, Nordsjön och Engelska kanalen är ett exempel på att sub-globala regelverk även kan ha en påverkan på bränslet i huvudmaskin. Inom SECA-området tillåts sedan 1 januari 2015 max 0,10 viktprocent svavel i bränslet.

Näringslivets NO<sub>x</sub>-fond i Norge är ett annat exempel på en införd nationell reglering. År 2007 infördes en skatt på utsläpp av kväveoxider. 2014 var beloppet 4 NOK/kg utsläppt NO<sub>x</sub> för sjöfarten. Medlemmarna i NO<sub>x</sub>-fonden förbinder sig att minska utsläppen kontinuerligt med en viss mängd och ska upprätta en åtgärdsplan för minskning av utsläppen. Medlemmarna kan ansöka om investeringsstöd för att minska utsläppen och åtgärderna verifieras av en tredje part (Naturvårdsverket, 2014). Enligt NO<sub>x</sub>-fonden (NHO, 2016) har organisationen minskat kvävgasutsläppen med 30 000 ton i Norge och förväntas få utsläppen att minska med ytterligare 4 000 ton till december 2017. Organisationen har hanterat över 950 ansökningar och det finns 600 miljoner NOK att ansöka om årligen (NHO, 2016).



## 4. Hinder för omställning till fossilfrihet

I detta kapitel redovisas befintlig kunskap om de hinder och barriärer som finns för omställning till fossilfrihet för sjöfarten. De möjligheter som finns för omställning till fossilfrihet inom sjöfarten är ofta kopplade till existerande hinder. Därför har samma struktur används i detta kapitel som i det föregående: hinder för alternativa bränslen och drivkällor, tekniska hinder, operationella hinder och strukturella hinder.

### 4.1 INTRODUKTION

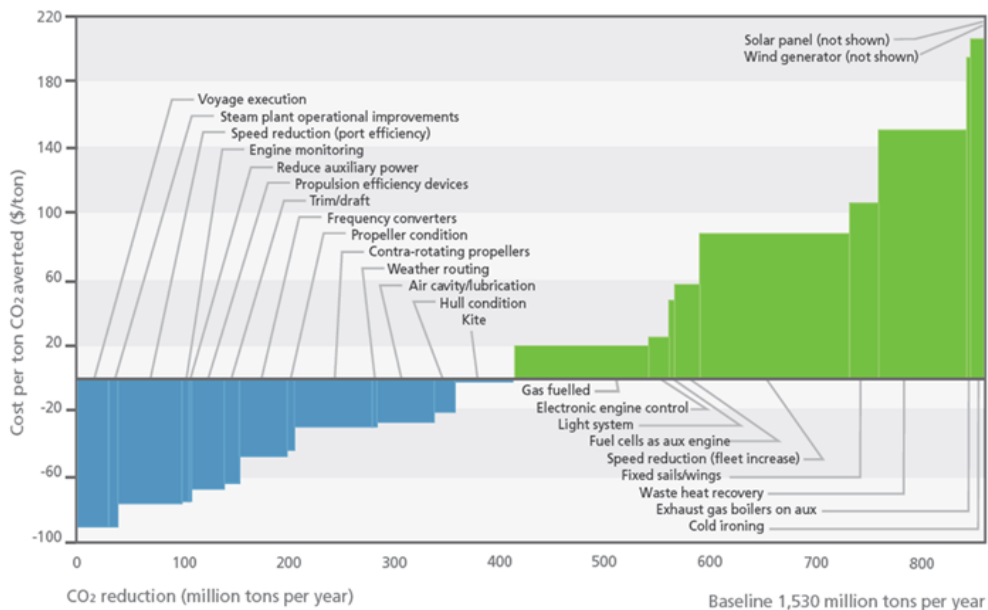
När man undersöker möjligheter och hinder för att energieffektiviserande åtgärder, eller åtgärder för fossilfri framdrift, ska införas kan marginalkostnadsanalyser (marginal abatement cost – MAC) användas. Det är ett sätt att mäta kostnaden och nyttan för enskilda åtgärder. Figur 4 visar genomsnittlig marginalkostnad för 25 olika åtgärder för att sjöfarten ska kunna minska sitt fossilberoende till 2030, och storleken på minskade CO<sub>2</sub>-utsläpp dessa åtgärder förväntas åstadkomma (Eide et al., 2011).

Figuren visar att det finns ett flertal åtgärder för sjöfarten som är kostnadseffektiva, dvs. besparingen är högre än investeringskostnaden. Eide et al. (2011), kom fram till att en förbättringspotential fanns på runt 33 % genom att bara implementera de åtgärder som har en marginalkostnad på mindre än 0 dollar, dvs. åtgärder som rederierna tjänar ekonomiskt på att investera i på grund av minskade bränslekostnader. Detta till trots är det många åtgärder som har en begränsad tillämpning. Att dessa inte implementeras får därför antas ha andra orsaker än rent ekonomiska. Identifierade anledningar är till exempel oviljan till tekniskt och ekonomiskt risktagande i samband med investering i nya tekniker, bristande incitament, svårigheter att fördela kostnader och vinster mellan flera aktörer, utformning av kontrakt som motverkar bränslebesparing, avsaknad av information om kostnader och potentiell besparing för specifika åtgärder, samt brist på samordning och informationsutbyte mellan aktörerna (Winnes och Styhre, 2013). Dessa hinder diskuteras vidare i kapitel 4.3 Hinder för implementering av åtgärder. Det är tydligt att det inte finns någon enstaka åtgärd som enskilt kan minska bränsleförbrukningen radikalt, utan det rör sig i stället om en kombination av åtgärder.

Marginalkostnadsanalyser kan användas som stöd för beslutsfattare och visar kostnader och nyttan för olika åtgärder i förhållande till varandra. Det finns svagheter i att presentera åtgärds-kostnader och förväntade utsläppsminskningar på detta sätt. Till exempel är det ofta inte möjligt att se vilka data åtgärdernas effektivitet och kostnad bygger på. Vidare gäller de för en viss tidpunkt och baseras på ett specifikt kostnads-scenari för energin (Kesicki och Strachan, 2011; Kesicki och Ekins, 2012). Kostnadseffektivitet är också komplext och ett enskilt styrmedels kostnadseffektivitet beror på detaljutformningen och även på vilka andra styrmedel som finns.

Marginalkostnadsanalyser ska därför ses som grova uppskattningar av åtgärds-kostnader och fungerar bäst som diskussionsunderlag. Bränslepriserna som ligger till grund för beräkningarna var t.ex. 350 USD/ton tjockolja och 500 USD/ton

marin diesel. Det är svårt att förutspå bränslepriser i framtiden och studier visar på olika prisnivåer, vilket har en avgörande inverkan på beräkningarna (Faber, et al., 2011). Det låga oljepriset i dagsläget gör sannolikt att fler åtgärder som tidigare var kostnadseffektiva inte längre är det, och därmed försvinner vissa incitament att investera i energieffektiviserande åtgärder. Dock kan teknisk utveckling och nya policybeslut ha en stor positiv påverkan på möjligheten att implementera de olika åtgärderna.



Figur 4 Genomsnittlig marginalkostnad för olika åtgärder för att minska CO<sub>2</sub>-utsläpp 2030 (Eide et al. 2011, s. 25).

En yttre faktor som gör det svårt att kraftigt minska fartygens totala användning av bränsle i allmänhet, och fossilfria alternativ i synnerhet, är en förväntad ökning av utförd transportarbete till sjöss (Smith et al., 2016). I de globala prognoserna som gjorts förutses sjöfarten till exempel öka i en takt som gör att effekterna av internationellt överenskomna regler för nybyggda fartyg inte kommer att ge några absoluta minskningar i energianvändning eller CO<sub>2</sub>-emissioner (Bazari och Longva, 2011). Nyutgivna rapporter från UNFCCC visar att den lagstiftning som finns inom IMO (EEDI och SEEMP) endast ger skjuts åt "mainstream" innovationer kopplat till hydrodynamik, skrov- och propellerförändringar eller applikationer, medan ny innovativ teknik som håller sjöfartens koldioxidutsläpp nere inte anammas (UNFCCC, 2009). Därför är det av största vikt att försöka överbrygga de hinder som finns för energieffektiv sjöfart, i synnerhet för de åtgärder som involverar alternativa bränslen för framdrift.

Som nämns i föregående kapitel finns en stor potential att minska bränsleförbrukningen och fossilberoendet för sjöfarten genom en rad åtgärder. Att överbygga hinder för energireducerande åtgärder är viktigt för att på kort sikt minska användningen av fossila bränslen och för att minska det totala behovet av bränsle. Dock krävs att fossilt bränsle byts ut mot alternativa bränslen och drivkällor i betydligt större takt och omfattning än idag för att vi ska kunna nå fossilfri sjöfart inom 30-40 år.

## 4.2 METODIK

Beskrivningen av de hinder som finns för fossilfri sjöfart är baserad på en sammanställning av tillgänglig litteratur, främst vetenskapliga artiklar, rapporter och olika utredningar. Resultatet validerades och diskuterades vid det andra referensgruppsmötet. Där presenterades inledningsvis resultatet och följande frågeställningar diskuterades gemensamt:

- Finns några ytterligare viktiga hinder för fossilfri sjöfart?
- Varför finns kostnadseffektiva åtgärder (med mycket kort avskrivningstid) som inte implementeras?
- Vad krävs för att öka implementeringsgraden för energieffektiviserande åtgärder?
  - forskning och utveckling
  - ekonomiskt stöd till omställning
  - regler och lagar
  - annat?
- Är det några förhållanden som är specifika för svensk sjöfart och Sverige som gör att hindren eller möjligheterna blir mindre eller mer gällande?

## 4.3 HINDER FÖR IMPLEMENTERING AV ÅTGÄRDER

När man diskuterar hinder för implementering av energieffektiviserande åtgärder för sjöfart är det viktigt att belysa skillnaderna mellan olika sjöfartssegment, då de har olika förutsättningar. I huvudsak finns tre sjöfartssegment på den svenska sjöfartsmarknaden; linjesjöfart, trampsjöfart (även kallad spot-sjöfart), och industrisjöfart. Linjetrafiken består av fartyg, främst RoRo-fartyg, färjor och containerfartyg, som går på bestämda rutten enligt fast tidtabell och vanligen med samlastningsfunktion (Christiansen et al., 2004). Fartyg inom trampsjöfart har däremot inga fasta rutten och opereras efter kontrakt för enskilda resor. Dessa fartyg kan även bindas upp på längre kontrakt men går generellt utan tidtabell och kan anlöpa olika hamnar. I det sista av sjöfartssegmenten finns industrisjöfarten där godsägaren eller transportören kontrollerar fartygen.

2015 gjordes 76 456 fartygsanlöp i Svenska hamnar (Näringsdepartementet, 2015), varav en stor majoritet var linjesjöfart (Styhre och Winnes, 2016), det vill säga fartygen går på fast tidtabell mellan förutbestämda hamnar. Linjesjöfart är många gånger ett resultat av långtgående samarbete mellan hamn och rederi, där fartygen har fasta kajplatser. Ofta har även godsägare och större transportörer varit involverade i planeringen, och det finns en långsiktighet och kontinuitet. Det innebär att det kan vara lättare att överbygga vissa hinder, dock inte alla. Till exempel är det lättare att införa landel och erbjuda alternativa bränslen till fartyg som ofta anlöper samma hamn. Även många av de strukturella hindren kan vara lättare att hantera, främst kopplat till informationsöverföring, samarbete och fördelning mellan kostnader och vinster mellan olika aktörer vid införandet av en åtgärd. I linjetrafik har redaren ofta fullt ansvar för fartygen och transportererna och de står för bränslekostnaderna. Därmed har redaren ekonomiska incitament att jobba för bränslereducerande lösningar och logistikupplägg, jämfört med viss trampsjöfart, där uppdragsgivaren betalar för bränslet. Dock är linjesjöfart inom Europa många gånger anpassad efter övrigt transportsystem eller industrins önskemål, med tydliga kundkrav på frekvens och transporttider (Styhre, 2010). Detta gör att det kan vara svårare att tillämpa en del operationella åtgärder som reducerad fart och ruttplanering.

#### 4.3.1 Hinder för alternativa bränslen/drivkällor

##### Tillgång på alternativa bränslen

Som nämnts tidigare i rapporten så kan fossilfri sjöfart endast uppnås om fossila bränslen ersätts med förnybar energi. Tillgången på biodrivmedel för transportsektorn är dock begränsad. Enligt statistik från International Energy Agency var den totala världsproduktionen av biogas och flytande biobränslen för industriella ändamål cirka 75 miljoner ton oljeekvivalenter (Mtoe) år 2012 (BP, 2016). Av dessa användes endast några få procent som bränsle i transportsektorn (IRENA, 2015). Samma år uppskattades oljeförbrukningen av internationell sjöfart till 257 miljoner ton (IMO, 2014). Introduktion av biodrivmedel på marin marknad är framförallt möjligt genom inblandning i fossila bränslen (Winnes et al., 2015).

##### Tillgång på infrastruktur i hamn

När det gäller alternativa bränslen såsom LNG, biogas och flytande biodrivmedel finns det idag ingen infrastruktur som säkerställer tillräcklig tillgång för sjöfarten. I fallet LNG finns det ett antal terminaler på plats i norra Europa och flera är planerade men det kommer att ta lång tid innan en väl utvecklad LNG-infrastruktur finns på plats i Europa för att kunna stödja ett eventuellt framtida behov för sjöfarten. Ledande europeiska lastbilstillverkare har infört LNG-drivna lastbilar i sina flottor. Men för att skapa en funktionell LNG infrastruktur över norra Europa och utanför de befintliga anläggningarna måste investeringar ske för att kunna skapa en distributionskedja (Danish Maritime Authority, 2012).

#### 4.3.2 Tekniska hinder

##### Gap mellan tillgänglig och tillämpad teknik

Idag finns ett stort FoU-kunnande bland rederier inom många områden, men det är ett gap mellan tillgänglig och tillämpad teknik. Fartygsutveckling som drivs på varven eftersträvar ofta en produktionsoptimering istället för att ta ett livscykelperspektiv (Styhre et al., 2014), och har inte heller alltid möjlighet att erbjuda förändringar i existerande design, alternativt är förändringarna mycket kostsamma för redaren (Faber et al., 2011). Ett skäl till att kostnadseffektiva tekniker inte implementeras i ett designstadium är svårighet att få överblick över tillgängliga åtgärder och hur de påverkar varandra, samt en ovilja att ta risker i samband med investering i nya tekniker (Faber et al., 2011). Detta gäller också tekniker för alternativ framdrivning som till exempel segel, drakar och rotoror. Det finns i många fall också en inställning att dessa alternativ inte är tillräckligt beprövade och att det ger ett för litet energitillskott för att vara värda att investera i. Slutligen, finns det även finansiella hinder för att implementera nya tekniska lösningar då dessa kan ha svårare att få finansiering hos traditionella finansiärer (Zero vision tool white paper, 2016).

##### Ekonomiska hinder för implementering av energireducerande tekniker

Den tekniska risken kan ses både som risken att tekniken inte håller den prestanda leverantören lovat samt att tekniken inte fungerar som det är tänkt (Sorrell et al., 2000). När det gäller applikationer som utnyttjar vindkraft såsom drakar, segel eller Flettnerrotorer är oron störst för möjligheten att operera fartygen vid hård vind och dåligt väder. Andra hinder för att vindteknik ska utvecklas anses vara risken att förlora skrovets strukturella bärkraft, att hantering av gods skulle bli svårare samt att det skulle innebära risker för de anställda ombord (Rematulla et al., 2017).

Rematulla (2012) har undersökt vilka hinder som finns för att införa energieffektiviserande åtgärder. Genom enkäter med globalt samt regionalt opererande rederier inom olika marknader kunde barriärer såsom avsaknad av information om kostnader och potentiell besparingar gällande åtgärden, för långa avskrivningstider, för dålig tillgång till investeringskapital identifieras. Enligt Rojon och Smith (2014) finns flera orsaker till att dessa hinder uppkommer. Framförallt identifierar de problemen med att det idag inte finns transparent information om ett medelfartygs bränslekonsumtion och prestanda samt att det inte finns en gemensam

standard inom sjöfartsbranschen kring hur man mäter och analyserar prestandan. Det gör att det blir svårt att jämföra olika åtgärder med varandra. Det försvårar även möjligheten att dela med sig av ”best practise” för tekniker och metoder. Dessutom kan fartygens prestanda variera stort med avseende på last och väderförhållanden, skick på maskiner och skrov samt hur kunnig och insatt besättningen är.

### **Hinder för landel**

Landel ersätter kraften tillförd från hjälpmotorerna ombord med el över kaj. Att ansluta fartygens strömförsörjning över kaj är en åtgärd som förbättrar luftkvaliteten i hamnen, minskar utsläppen av luftföroreningar och minskar buller. Ett problem med landel är att det är olika anslutningsstandarder ombord på fartyget och i land. För fartyg och hamnoperatör innebär installationen av landel stora investeringskostnader. För fartyg med en begränsad liggtime i hamn, kan landanslutning vara opraktiskt (Winnes et al., 2015). Under andra referensgruppsmötet i Göteborg framkom det också att det finns en ekonomisk nackdel för de operatörer som ansluter sällan och behöver hög effekt. Rederierna som ansluter sig via landel måste då betala en hög avgift till nätbolaget för att koppla upp fartyget, eftersom effektuttaget är så högt vid varje enskilt tillfälle. Det kan enligt uppgift kosta runt 50-100 000 per månad för ca 1,5 Megawatt.

#### **4.3.3 Operationella hinder**

##### **Begränsningar med ”slow steaming”**

Energieffektiva åtgärder av operationell karaktär som till exempel reducerad fart, och ruttplanering tillämpas av många rederier redan idag, då de ger besparingar i bränsle, och därmed kostnader. Operationella åtgärder anses ha störst potential för energieffektivisering, och har enligt en studie av Rehmatulla (2012) en implementeringsgrad på mellan 65-85% bland rederier. Eftersom farten till viss del sätts efter marknadsläget finns en risk att förbrukningen ökar igen vid högkonjunktur. Även om designfarten har sänkts under senare år för vissa fartygstyper, främst för mycket stora containerfartyg som går på transoceanica rutter (Banks et al., 2013), innebär det en risk att denna reduceringspotential försvinner när fraktraterna går upp och efterfrågan ökar. För att ”slow steaming” inte ska vara fullt beroende av marknadsförutsättningarna har åtgärder föreslagits för fortsatt låg fart vid högkonjunktur som till exempel skatter (Corbett et al., 2009; Cariou, 2011) och fartbegränsningar (Lindstad et al., 2011; Faber et al., 2012).

##### **Anpassning till omgivande transportsystem**

Linjesjöfart inom Europa är många gånger anpassad efter övrigt transportsystem eller industrin, med tydliga kundkrav på frekvens och transporttider (Styhre, 2010). Detta innebär att det kan vara svårare att tillämpa operativa åtgärder som reducerad fart och ruttplanering för dessa linjer. Oceangående fartyg i linjetrafik bedöms ha större besparingsmöjligheter och flera stora oceanrederier har anammat dessa åtgärder.

#### **4.3.4 Strukturella hinder**

##### **Bristande informationsutbyte mellan aktörer**

Det finns strukturella hinder kopplat till kommunikation. Då ett stort antal parter är inblandade i en sjötransport och i ett hamnanlöp finns stora besparingspotentialer om information tillgängliggörs. Hamnen har en särskilt viktig roll för energieffektivare sjötransporter. Ett fartygsanlöp innebär att mycket information behöver delas mellan till exempel stuveri, skeppsmäklare, lots, VTS (”Vessel Traffic Service”), hamnterminal, båtmän, bogserbåtar, servicetjänster och tull. Dessa aktörer behöver information om fartyget, lasten eller besättningen.

Ökad produktivitet i hamnverksamheten kan ge minskade väntetider, vilket möjliggör reducerad fart till sjöss vid konstant transportarbete (Johnsson och

Styhre, 2014). För att hamnanlöpet ska kunna vara effektivt krävs stödjande informationssystem och god kommunikation. Till exempel behövs daglig kontakt med skeppsmäklare och operativ hamnpersonal för att få uppdaterad information om transportuppdrag och trafiksituationen i hamn.

### **Marknadshinder**

Marknadshinder beskrivs ofta i litteraturen ha en stor påverkan på möjligheter att tillämpa energireducerade åtgärder. Exempel på marknadshinder är avsaknad av information (s.k. imperfect information), asymmetrisk information och avsaknad av incitament (Rehmatulla och Smith, 2015).

En viktig faktor som ger bristande incitament för energieffektivisering är förknippad med transaktionskostnader och svårigheter att fördela kostnader och vinster mellan två eller fler aktörer (Kesicki och Strachan, 2011). Detta kan få till följd att kapital inte fördelas till den verksamhet där den gör störst nytta. Ett typiskt exempel på detta är att ett rederie betalar för nybyggnationen av ett fartyg men bränslekostnaderna under driftfasen till stor del förskjuts på kunden (Faber et al., 2009). Därmed motverkas investeringsviljan i energieffektiva tekniker.

### **Ekonomiska och finansiella hinder**

Ekonomiska hinder kan vara kopplade till brist på tillgång på kapital, nyinvesteringar som kräver mycket korta avskrivningstider, andrahandsvärden på fartyg som inte speglar energieffektiviteten, etc. Många rederier har inte viljan eller möjlighet på grund av kostnadsskäl att investera i åtgärder som har längre än några års avskrivningstid trots att fartygets livslängd är betydligt längre än så (Faber, 2009). Finansiella hinder kan vara mycket betydelsefulla för att gå från pilot till implementering av tekniska åtgärder på bredare front<sup>33</sup>.

### **Utformning av kontrakt**

Vissa åtgärder blir svårare att tillämpa under vissa kontrakt. De två viktigaste åtgärderna som påverkas av kontraktet är möjlighet till reducerad fart och att anlöpa i rätt tid till hamn, så kallad "just in time"<sup>34</sup> ankomst (Rehmatulla och Smith, 2015). Det kan till och med vara så att kontraktet är utformat så att de bidrar till en ökad bränsleförbrukning. Ett exempel är avtal där fartygsoperatören under vissa förhållanden kan ha en högre "demurrage"<sup>35</sup> än fraktintjäning. Det vill säga, kompensationen som betalas av befraktaren, avlastaren eller mottagaren per dygn för extra liggetid i lastnings- och/eller lossningshamn utöver vad som står i kontraktet, är mer än vad operatören skulle tjäna på att transportera gods. Därmed kan det bli mer attraktivt med en snabb resa för att anlöpa hamn tidigare och hämta hem "demurrage" istället för att gå med reducerad fart och spara bränsle.

---

<sup>33</sup> Möte Svensk sjöfart, 2016-12-12.

<sup>34</sup> dvs att ankomma till hamn precis i rätt tid för lastning och lossning.

<sup>35</sup> Kostnad för extra liggetid i lastnings- och/eller lossningshamn utöver vad som stipuleras i fraktkontrakt och som betalas av en befraktare till fartygsägaren/operatören.

## 5. Sannolikheten för omställning med befintliga styrmedel

### 5.1 INTRODUKTION

I detta avsnitt ges en beskrivning av sannolikheten för etablering av alternativa fartygsbränslen (både fossila och förnybara) i svenska leveranser utifrån rådande styrmedel och jämförelsepriser. Beskrivningen sträcker sig från dagens situation med befintliga bränslen och tidsperioden 40 år framåt, alltså till efter år 2050.

### 5.2 METODIK

Underlag för avsnittet är dels rapporter publicerade via branschorganen Svensk Sjöfart<sup>36</sup> respektive Dansk Sjöfart, dels information som insamlats vid de två referensgruppsmötena som hållits inom projektet samt intervjuer med experter och verksamma inom sjöfartsbranschen.

Intervjuade personer består av ett urval av svenska aktörer dels från de myndigheter som formar policybesluten och dels av branschföreträdare. Deltagarna på referensgruppsmötena finns listade i Bilaga 2. Några av dessa har även intervjuats separat eller har lämnat skriftliga synpunkter.



Figur 5 Andra referensgruppsmötet innefattade en tur i och omkring Göteborgs Hamn med M/S Hamnen.

<sup>36</sup> Svensk sjöfart (2015) Klimatfärdplan.

### 5.3 INSAMLADE RESULTAT

Nedan listas ett antal intressanta inlägg som kom fram inom ramen för referensgruppsmötena. Inläggen har bearbetats vidare och har i vissa fall kompletterats med intervjuer och satts in i ett sammanhang, både inom ramen för referensgruppsmöten och intervjuer samt senare under arbetet med rapporten.

#### **Påverkan från existerande miljöindex och andra styrmedel**

- Frågan om hur marknaden kommer att utvecklas handlar till stor del om vilka nya bränslen som har möjlighet att ta sig in på marknaden med de styrmedel som finns idag.
- Tillgängliga styrmedel så som SECA (Sulphur Emission Control Area) påverkar endast marginellt möjligheterna för fossilfria bränslen att etableras. Hamnavgift och farledsavgift styr i dagsläget främst på NOx, hamnrelaterade miljöfrågor och ett övrigt brett spektra. Styrmedel riktade direkt mot koldioxid finns inte i någon nämnvärd omfattning.
- Ett exempel på styrmedel är Clean Shipping Index (CSI) som Sjöfartsverket beslutat att börja använda från 1 januari 2018. Koldioxid är med i CSI men som en av fyra parametrar, och styrmedlet kan i dagsläget anses som svagt med avseende på fossilfrihet.
- Det har nyligen beslutats att det globala miljöindexet för hamnar, ESI (Environmental Shipping Index), kommer att inkludera CO<sub>2</sub> från 2017. ESI är i dagsläget det största miljöindexet för hamnar.
- Det finns även styrmedel som motverkar en övergång till fossilfria bränslen, såsom miljöindex som saknar incitament för en reduktion. Se exempelvis nedan under skattesystemets påverkan.

#### **Skattesystemets påverkan**

- Konventionella marina bunkerbränslen som HFO är skattebefriade, vilket inte är fallet för HVO (syntetiskt biobaserad diesel) eftersom HVO inte klassas som ett marint bränsle.
- Fartyg som är inkopplade till landel då de ligger vid kaj konsumerar skattebefriad el. Den el med vilken mindre fartygen laddar sina batterier för framdrift är däremot inte skattebefriad, pga. skattelagstiftningen. Detta kan motverka en övergång till batteridrift.
- En samordning av skattesystemets effekter och kontinuerlig analys av att systemet driver mot fossilfrihet saknas. En genomlysning av hur skattesystemet för sjöfarten är utformat efterfrågas så att i princip all fossilfri energi skattebefrias på samma villkor. Detta för att inte fördröja utveckling inom t.ex. framdrift baserat på batteriteknik, vätgas eller liknande.

#### **Energieffektiviseringsdirektivets påverkan**

- Det kommande energieffektiviseringsdirektivet styr inte direkt mot fossilfrihet utan fokuserar på att spara energi.
- Energieffektiviseringsdirektiv har visat sig vara effektivt inom andra branscher för att driva på effektivisering och omställning. Därför kan det även förväntas kunna ge effekter på minskad energiförbrukning inom sjöfart, men dock inte för övergången till fossilfrihet.

#### **Tekniska regler och standarder**

- Dagens ISO-standard för marina bunkerbränslen tillåter inte inblandning av biodrivmedel i exempelvis HFO. I dagsläget är ISO 8217, specifikationen för



marina bränslen, under revidering där 7 % FAME föreslås tillåtas. Här kanske framtida revideringar kan tillåta avsevärt större inblandning. Att använda bränslen som inte uppfyller uppsatta standarder medför bland annat att motortillverkarnas garantier inte gäller.

### **Styrning genom stöd till forskning och utveckling**

- Stöd finns för forskning för att få fram hållbara alternativ och energireducerande tekniker för sjöfarten, men i en väldigt liten omfattning, både på svensk nivå och EU-nivå. För att forskningen ska bli framgångsrik med att ta fram nya tekniker, metoder och nya bränslen, krävs sannolikt avsevärt större insatser, gärna med bättre koordinering mellan svensk stöd och EU-stöd. Även i svenska sektorsövergripande utredningar kring behov av forskning och innovation konstateras att sjöfarten behöver involveras mer i samhällsplaneringen (Trafikverket, 2015).

### **Kundpåverkan**

- Det finns ett stort intresse bland många kunder att gynna fossilfria eller klimatsmarta lösningar. Betalningsvilja hos kunderna har över tid däremot visat sig vara låg eller obefintlig. Det finns heller inga ekonomiska marginaler i branschen att utnyttja. Kontentan av detta är att den alternativa lösningen kortsiktigt behöver vara kostnadsneutral, billigare eller bara marginellt dyrare.

### **Sjöfartsspecifika förutsättningar**

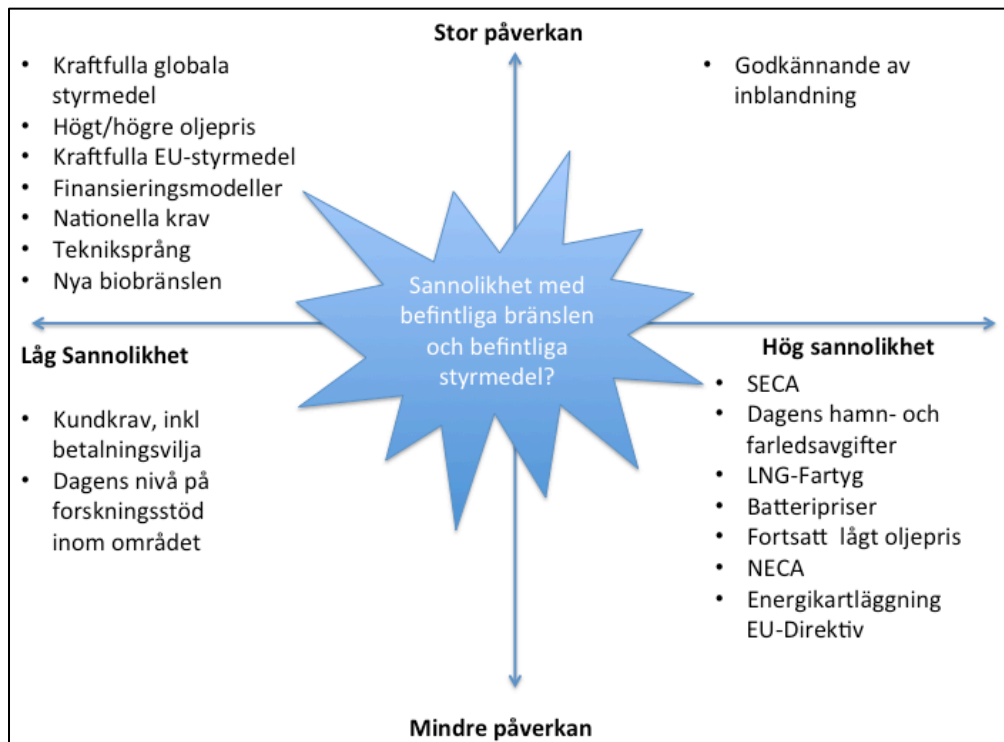
- Tillgänglig teknik och kompetens är en viktig faktor för omställningen. Det finns exempelvis tekniskt kunnig personal ombord i form av maskinchef och övrig maskinpersonal som möjliggör mer tekniskt avancerade system.
- Sjöfarten har över tid utvecklats för att kunna hantera och driva fartyg med bränslen av synnerligen låg kvalitet. Detta skulle kunna möjliggöra att fartyg drivs med biodrivmedel med avsevärt lägre kvalitet än landbaserad transportinfrastruktur. Med det avses biobaserade "fulbränslen" producerade av restprodukter på samma sätt som att HFO (tjockolja) är en restprodukt då finare bränslekvaliteter raffinerats fram. Detta är idéer som exempelvis drivs av det största rederiet i containerbranschen, det danska Maersk Line.
- Drivkrafter och incitament hos redare är en viktig faktor. Segment av svenskkontrollerad sjöfart har utvecklats positivt över tiden sett ur ett marknadsperspektiv, till stor del på grund av nytänkande och teknikutveckling. Sverige tillhör inte de större sjöfartsländerna mätt i tonnagestorlek. Däremot är koncept så som biltransportfartyg, RoRo-fartyg, Ropax-fartyg (kombinerade last och passagerarfartyg) exempel på koncept som svenska sjöfartsbranschen utvecklat och fortfarande är världsledande inom. Sverige är ett litet land, långt bort från många av våra export- och importmarknader och därmed helt beroende av sjöfart. Även koncept så som landanslutning och gasåtervinning från lastning av oljetankprodukter är exempel på områden där vi varit internationella föregångare. Denna vilja till förändring hos branschen kan visa sig ha stor inverkan i den kommande övergången till fossilfri sjöfart.

### **Marknadsutveckling**

- Leverantörer kommer att kunna erbjuda fossilfria alternativa bränslen om behovet och tillgång finns. Befintlig infrastruktur för distribution kan sannolikt användas.
- Det kan bli ett tekniksprång, oavsett hur styrmedlen utvecklas. Det är dock svårt att förutse.

## 5.4 SAMMANSTÄLLNING AV RESULTATEN

För att grafiskt åskådliggöra de tankar och områden som framkommit har ovanstående punkter och möjliga scenarion diskuterats tillsammans med referensgruppen. Dessa ritades in i en figur under det andra referensgruppsmötet och resulterade i Figur 6 nedan. Grafen tecknar en bild av vilka förändringar som är möjliga, hur troliga dessa är samt hur stor påverkan de bedöms ha.



Figur 6 Kartläggning av sannolikhet för omställning med befintliga förutsättningar.

### Låg sannolikhet, mindre påverkan

- Kund-krav: Betalningsvilja har visat sig låg även om vissa aktörer tagit ansvar, så som när skogsindustrieföretag har gått före och vidtagit åtgärder för att få ner svavel från sina transporter.
- Forskningsstöd: Det forskas lite på sjöfartens omställning.

### Stor påverkan, låg sannolikhet

- Globala krav: I dagsläget bedöms inte sannolikheten stor för att åstadkomma kraftfulla globala överenskommelser inom ett kort perspektiv.
- Högt oljepris: Ett högt oljepris bedöms inte som sannolikt inom den närmsta tiden
- Regionala krav: Kan driva på de globala regelverken, men får inte ge konkurrensnackdelar i specifika regioner eller segment.

- Finansieringsmodeller för de rederier som går före: Här finns en möjlighet att verkligen utnyttja och stötta de aktörer som vill gå före och skapa nya möjligheter. Anledningen till att samhället bör stötta är att det vanligen är förknippat med både stora risker och stora kostnader att driva utvecklingen. Samhällsnyttan med att genomföra pilotprojekt kan alltså vara större än den förväntade egna vinsten för de enskilda aktörerna kopplat till ny teknik och nya metoder för fossilfri sjöfart. Vid sidan av pilotprojekt behövs även stöd för implementering av ny teknik på bredare front. Stöd kan exempelvis vara i form av projektfinansiering eller genom finansieringsmodeller, garantier etc.
- Nationell påverkan/krav: Ensidiga nationella insatser förväntas inte ge stor effekt. Exempel är miljödifferenterade avgifter, om de inte är kraftfulla och samverkande med andra länders avgifter.
- Tekniskprång (lite större sannolikhet): Det skulle kunna komma fram tekniker som skyndar på omställningen avsevärt.
- Nya biodrivmedel: För att nå ökad volym och lägre pris för biobaserade drivmedel, krävs utveckling av nya typer av bränslen. Detta kräver sannolikt avsevärt större forskningsstöd

#### **Mindre påverkan, hög sannolikhet**

- SECA: Bedöms inte nämnvärt påverka övergången till fossilfria alternativ.
- Hamn- och farledsavgifter: Kan ge större påverkan om det kopplas ihop regionalt och internationellt. Även ett ökat fokus mot fossilfrihet kan ge större utväxling. Exempelvis är CO<sub>2</sub> endast en av fem parametrar i det förslag till ny avgiftsmodell som Sjöfartsverket presenterat (Sjöfartsverket, 2016)
- LNG: Har endast i mindre omfattning en påverkan på de fossila utsläppen.
- Batteripriser: referensgruppen enades om mindre påverkan av denna faktor efter viss diskussion.
- Lågt oljepris: Sannolikheten för att oljepriset ska fortsätta vara lågt bedöms som hög, vilket inte driver på en omställning mot fossilfria alternativ.
- NECA: Bedöms kunna påverka en övergång mot fossilfria alternativ i någon mån men inte som någon "game changer". Främst genom att det inte bedöms räcka att bara byta från t.ex. HFO till ett dieselbränsle utan att större insatser behövs.
- Energikartläggning, EU-direktiv: Direktivet är antaget och i andra branscher har detta haft stor effekt bland annat för att problematiken såväl som möjliga åtgärder synliggjorts.

#### **Stor påverkan, hög sannolikhet**

- Inblandning: Påverkan varierar stort med hur mycket fossilfritt bränsle som blandas in. Här handlar det om vad maskintillverkarna och försäkringsbolagen godkänner, men även på tillgängligheten på bränsle.

## 6. Slutsatser

### 6.1 DEN SVENSKA BRÄNSLEMARKNADEN

Marknaden för sjöfartsbränsle i Sverige utgörs i huvudsak av tre bränslekategorier; tjockolja, gasolja och andra lågsvavliga bränslevarianter. Den senare kategorin har växt betydligt i omfattning sedan kraven på lågsvavliga bränslen i SECA-området infördes 2015. Andra bränslen, såsom vägdiesel (MK1), LNG och metanol, säljs endast i mycket små volymer.

Enligt försäljningsuppgifter för 2015/2016 från de stora bränsleleverantörerna levererades omkring 1,5 miljoner m<sup>3</sup> bränsle till sjöfart i svenska hamnar och på svenskt vatten. På den svenska marknaden finns ett fåtal större aktörer som tillsammans levererar dessa volymer. De är Stena Oil, Topoil, St1, Preem och Bomin.

Merparten av alla bränsleleveranser till sjöfart i Sverige (på svenskt vatten/i svensk hamn) sker med bunkerfartyg inom havsområdet Göteborg-Skagen. Bunkringen sker i Göteborgs hamn eller vid ankringsplatser ute till havs. Endast omkring 20 % av leveranserna sker i hamnarna längs östersjökusten, och då främst med lastbil.

Av de alternativ till traditionella fartygsbränslen som återfinns på marknaden idag är LNG det bränsle som just nu ökar mest, dock utifrån mycket små volymer. Efter införandet av SECA-direktivet har LNG blivit mer konkurrenskraftigt ur prissynpunkt och under 2016-2017 kommer flera svenska rederier att sjösätta nya LNG-fartyg.

### 6.2 MÖJLIGHETER OCH HINDER FÖR FOSSILFRI SJÖFART

För att kunna övergå till fossilfri sjöfart inom 30-40 år krävs en snabb implementering av flera kända åtgärder, samtidigt som utvecklingen fortsätter inom nya tekniker och metoder för energieffektiv och fossilfri sjöfart. Det finns inte inom en överskådlig framtid någon enskild lösning för sjöfartens övergång till fossiloberoende, utan det rör sig istället om att genomföra ett flertal olika tekniska, operationella och strukturella åtgärder i kombination med förnybar framdrift och alternativa bränslen.

Många tekniska innovationer lämpar sig inte för ombyggnation av befintliga fartyg utan kräver nybyggnation. Det är därför viktigt att denna stora omställning påbörjas redan nu, då fartygens långa livslängd riskerar att försena utvecklingen. De strukturella och operativa åtgärderna är dock mindre beroende av fartygens ålder och kräver sällan stora investeringskostnader.

Det finns många energieffektiviserande åtgärder som är möjliga för sjöfarten, och de flesta rederier tillämpar redan idag flertalet. Den uppskattade potentialen för respektive åtgärd beror i stor utsträckning på olika tekniska, operationella, organisatoriska och marknadsmässiga förutsättningar, och många åtgärder har även ett inbördes beroendeförhållande. Forskning visar att den sammanslagna CO<sub>2</sub>-reducerande potentialen uppgår till runt 75 % när en kombination av kända åtgärder implementeras, men det kräver kraftigt reducerad fart.

Globala lagar och regler för ökad energieffektivisering och utsläppsminskningar är nödvändiga, men samtidigt kan policyutveckling på nationell nivå, eller sub-global

nivå, utgöra ett komplement till globala direktiv. Dessa kan både påskynda en implementering på global nivå och minska sjöfartens energianvändning tidigare och i större omfattning. Införandet av NO<sub>x</sub>-fond i Norge är exempel på sub-globala regelverk som har haft en påverkan på CO<sub>2</sub>-utsläppen från sjöfart. Det är mycket viktigt att sub-globala lagar och regler inte ger en konkurrensnackdel för viss typ av sjöfart eller branscher.

Oljepriset styr i stor utsträckning viljan att investera i olika åtgärder. Planerade nya lagar och regler driver utvecklingen i en positiv riktning, men avsaknaden av starka styrmedel för en omställning till fossilfri sjöfart är fortfarande en barriär för en snabb implementering av kända och tillgängliga åtgärder.

Några skäl till att kostnadseffektiva åtgärder inte implementeras som beskrivs i rapporten är oviljan till tekniskt och ekonomiskt risktagande i samband med investering i nya tekniker, svårighet att få finansiering för nya tekniska lösningar, och avsaknad av information om kostnader och potentiell besparingar för specifika åtgärder. Vad gäller de mer operationella och strukturella hindren så handlar det i stor utsträckning om brist på informationsutbyte och samordning mellan de många aktörerna som till exempel besättning, rederiets operationella och tekniska avdelningar, agent, hamn, lots, etc. En annan mycket viktig faktor är brist på incitament, bland annat i utformningen av kontrakt där bränslekostnaden inte betalas av dem som opererar fartyget.

För att på sikt kunna övergå till en helt fossilfri sjöfart räcker inte energieffektiviseringen, utan fartygen behöver helt överge fossila bränslen och övergå till alternativa bränslen och drivkällor. Införandet av energieffektiviserande åtgärder på bred front kommer dock att vara mycket viktigt de kommande åren, både för att snabbare kunna minska sjöfartens energianvändning och miljöpåverkan, men också för att minska det totala behovet av fartygsbränsle. Idag finns inte alternativa bränslen tillgängligt för en övergång till fossilfri sjöfart, och även inom en överskådlig framtid kommer tillgången att vara begränsad. Därför är även den förväntade ökningen av sjötransporter i världen i kombination med begränsad tillgång på fossilfria alternativ ett hinder för att uppnå önskade resultat för sjöfartens omställning till fossilfrihet. I ett kortare tidsperspektiv kommer därför troligtvis biodrivmedel endast att vara tillgängligt genom inblandning i fossila bränslen.

### 6.3 OMSTÄLLNING MED BEFINTLIGA STYRMEDEL

Så länge oljepriset är relativt lågt, i jämförelse med tillgängliga fossilfria alternativ, är sannolikheten för en övergång till alternativa bränslen i någon större omfattning också låg. En omställning mot fler nybyggda LNG-fartyg kommer förmodligen att ske på sikt. För vissa fartygstyper (framförallt mindre färjor och fartyg som kör kortare distanser) verkar det också som att sjunkande batteripriser gör att eldrift kan komma att bli aktuellt inom några år. På en övergripande nivå kan man alltså konstatera att oljepriset spelar en avgörande roll. Med ett högt oljepris krävs mindre styrmedel för att få till en ökad användning av alternativa bränslen, men med lägre oljepris krävs desto kraftfullare styrmedel. Farledsavgifter och hamnavgifter är i dagsläget inte tillräckligt miljödifferenterade för att utgöra några kraftfulla incitament. Avgiftssystemen i olika länder är inte heller samordnat styrande mot förnyelsebara bränslen, vilket hade kunnat ge en större påverkan.

En sammanfattande slutsats är att svenska sjöfartsnäringen inom flera delar är starkt förändringsbenägen. För att denna drivkraft ska styras mot övergång till fossilfrihet krävs samordnade insatser. Två exempel på samarbete där sjöfartsnäringen idag arbetar gemensamt kring teknikutveckling och energieffektivisering med myndigheter och akademien är de två plattformarna Zero Vision Tool ([www.zerovisiontool.com](http://www.zerovisiontool.com)) och Sweship Energy ([www.sweshipenergy.se](http://www.sweshipenergy.se)).

## 6.4 REKOMMENDATIONER FÖR FORTSATT ARBETE

Ett mål med detta projekt har varit att ge en översiktlig bild av marknaden för sjöfartsbränslen. För att fortsättningsvis och mer kontinuerligt kunna kartlägga bränsleleveranser krävs en tydlig metodik för insamling och analys av försäljningsstatistik. Att, i enlighet med IMO:s regelverk, föra register över bränsleleverantörer samt att via kvitton övervaka bränsleleveranser till sjöfart i Sverige, skulle kunna vara en åtgärd för att underlätta och möjliggöra bevakning och analys av marknaden. En annan möjlighet att kartlägga sjöfartens bidrag av fossila utsläpp är att använda den kommande EU-lagstiftningen MRV (Monitoring, Reporting and Verification), där alla fartyg som anlöper en EU-hamn i förväg måste uppskatta utsläppen samt rapportera dem.

En slutsats som diskuterats är att de redan existerande styrmedlen skulle kunna göras avsevärt effektivare om de samordnades och inriktades mot exempelvis ett område såsom fossilfri drift. Detta förutsätter naturligtvis en samsyn av att målet verkligen är prioriterat, även i relation till andra mål. För att nå uppsatta mål för fossilfrihet, inom nödvändig tid, rekommenderas:

1. Samordning och fokus av styrmedel som miljöindex för farledsavgifter, hamntariffer, etc. så att de fokuserat styr mot fossilfrihet.
2. Ökat stöd till sjöfartsforskning från dagens cirka 55 miljoner kronor till på kort sikt 200 miljoner kr/år och på lång sikt 300 miljoner kr/år. Detta är en betydligt lägre anslagsnivå än motsvarande FOI-medel som ges till landtransportområdet, men ett mycket betydelsefullt bidrag till sjöfartsforskningen. Stöd för demonstrationer är viktigt för att nå ökad implementering. Förslag på forskningsområden är:
  - a. analys av hur olika tekniska och operationella åtgärder påverkar CO<sub>2</sub>-utsläppen för enskilda fartyg, och totalt för den svenska sjöfarten.
  - b. analys av hur styrmedel skulle kunna utformas för sjöfarten för att kunna minska CO<sub>2</sub>-utsläppen (t.ex. genom eco-bonus system)
  - c. Undersökning av hur samordning av olika aktörer kan motverka de operationella och strukturella hindrena för en omställning till fossilfrihet
  - d. Utveckling och implementering av alternativa bränslen och eldrift samt energireducerande tekniker för sjöfarten
  - e. Digitaliseringens möjlighet att energi- och transporteffektivisera sjöfarten
3. Ny lagstiftning, styrmedel, skattesystem och stöd till forskning och utveckling bör analyseras och värderas så förändringen driver mot fossilfrihet.
4. Ett tydligt mandat till svenska internationella förhandlingsdelegationer att driva på mot internationella styrmedel för övergång till fossilfri sjöfart.
5. Att myndigheter för en öppen dialog och förankrar föreslagna styrmedel för fossilfrihet sjöfart med sjöfartsbranschen innan implementering.

## 7. Referenser

- Adolfsson, P. (2011) "Norsk fond-succé", Sjöfartstidningen 2011-04-29  
<http://www.sjofartstidningen.se/norsk-fondsucce/>
- Andersson, L. (2016) "Kick-off för nytt metanolprojekt", Sjöfartstidningen 2016-06-23. <http://www.sjofartstidningen.se/nytt-metanolprojekt-i-full-gang/>
- Anderson, M., Salo, K. och Fridell, E. (2015) Particle- and Gaseous Emissions from an LNG Powered Ship. *Environmental Science & Technology*, 49(20), pp.12568-12575.
- Banks, C., Turan, O., Incecik, A., Theotokatos, G., Izkan, S., Shewell, C. och Tian, X. (2013) Understanding Ship Operating Profiles with an aim to Improve Energy Efficient Ship Operations. In: *Proceedings of the Low Carbon Shipping Conference*, London, 1–11.
- Bazari, Z. och Longva T. (2011) Assessment of IMO mandated energy efficiency measures for international shipping, International Maritime Organization, London UK.
- Beffen (2016 ) <http://beffenfergen.no/english/>
- Berlin, C. och Melin T. S. (2015) Effekterna av strängare svavelkrav. *Transportstyrelsen, TSG 2015-1650*.
- BP (2016) BP Statistical Review of World Energy 2016. 65<sup>th</sup> edition.
- Brynolf, S., Fridell, E. och Andersson, K. (2014) Environmental assessment of marine fuels: liquefied natural gas, liquefied biogas, methanol and bio-methanol, *Journal of Cleaner Production*. 74, 86–95.
- Buhaug, Ø., Corbett, J.J., Endresen, Ø., Eyring, V., Faber, J., Hanayama, S., Lee, D.S., Lee, D., Lindstad, H., Markowska, A.Z., Mjelde, A., Nelissen, D., Nilsen, J., Pålsson, C., Winebrake, J.J., Wu, W. och Yoshida, K. (2009) Second IMO GHG study. International Maritime Organization. London, UK.
- Bännstrand, M., Jönsson, A., Johnson, H. och Karlsson, R. (2016) Study on the optimization of energy consumption as part of implementation of a ship energy efficiency management plan (SEEMP) Report No.: RE20157474-01-00-A.
- Christiansen, M., K. Fagerholt och D. Ronen (2004) Ship routing and scheduling: Status and perspectives. *Transportation Science*, 38, 1-18.
- Corbett, J. J., H. Wang, och J. J. Winebrake (2009) The effectiveness and costs of speed reductions on emissions from international shipping. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14, 593-598.
- Cariou, P. (2011). "Is slow steaming a sustainable means of reducing CO<sub>2</sub> emissions from container shipping?" *Transport Research Part D*, 16, 260-264.

Dessens, O. Anger, A., Barker, T. Pyle, J (2014) Effects of decarbonising international shipping and aviation on climate mitigation and air pollution. *Environmental Science and Policy*, 44, 1-10.

Danish Maritime Authority (2012) North European LNG Infrastructure Project - A feasibility study for an LNG filling station infrastructure and test of recommendations. [http://www.dma.dk/themes/LNGinfrastructureproject/Documents/Final%20Report/LNG\\_Full\\_report\\_Mgg\\_2012\\_04\\_02\\_1.pdf](http://www.dma.dk/themes/LNGinfrastructureproject/Documents/Final%20Report/LNG_Full_report_Mgg_2012_04_02_1.pdf)

DNV (2015) LNG as ship fuel.  
[http://production.preststogo.com/fileroot7/gallery/dnvgl/files/original/124feddb807045969b3071a55f73c80b/124feddb807045969b3071a55f73c80b\\_low.pdf](http://production.preststogo.com/fileroot7/gallery/dnvgl/files/original/124feddb807045969b3071a55f73c80b/124feddb807045969b3071a55f73c80b_low.pdf)

Ecofys (2012) Potential of Biofuels for Shipping. Utrecht: Ecofys.

Eide, M. S., T. Longva, P. Hoffmann, Ø. Endresen och S. B. Dalsoren (2011) Future cost scenarios for reduction of ship CO<sub>2</sub> emissions. *Maritime Policy & Management*, 38, 11-37.

EU (2012). Analysis of market barriers to cost effective GHG emission reductions in the maritime transport sector. CLIMA. B.3/SER/2011/0014.

EMSA, European Maritime Safety Agency (2015) Study on the use of ethyl and methyl alcohol as alternative fuels in shipping. <http://emsa.europa.eu/main/air-pollution/alternative-fuels.html>.

Faber, J., V. Eyring, E. Selstad, P. Kågeson, D. S Lee, O. Buhaug, H. Lindstad, P. Roche, J. Graichen, M. Cames och W. Scharz (2009). Technical support for European action to reducing Greenhouse Gas Emissions from international maritime transport. CE Delft.

Faber, J., H. Wang, D. Nelissen, B. Russell och D. Amand (2011) Marginal Abatement Costs and Cost Effectiveness of Energy-Efficiency Measures. MEPC 62/INF. 7. CE Delft, Delft.

Faber, J., D. N., g. Hon, H. Wang, M. Tsimplis (2012). Regulated slow steaming in maritime transports an assessment of options, costs and benefits. CE Delft. Delft, the Netherlands.

Fusillo, M. (2004) Is liner shipping supply fixed? *Maritime Economics & Logistics*, 6, 220-235.

Gilbert, P. och Bows, A. (2012) Exploring the scope for complementary sub-global policy to mitigate CO<sub>2</sub> from shipping. *Energy Policy*, 50, 613-622.

Gilbert P., A. B.-L., Sarah Mander and Conor Walsh (2014) Technologies for the high seas: meeting the climate challenge. *Carbon Management*, 5 (4), 447-461.

Haralambides, H. E. (2004) Determinants of price and price stability in liner shipping. Proceedings of the Workshop on The Industrial Organization of Shipping and Ports; 5-6 March 2004, National University of Singapore, Singapore.

Heisman, E. och Tomkins, C. D. (2011) Shipping Full report. The Carbon War Room. [http://carbonwarroom.com/sites/default/files/reports/Carbon%20War%20Room-%20Shipping%20Report\\_1\\_0.pdf](http://carbonwarroom.com/sites/default/files/reports/Carbon%20War%20Room-%20Shipping%20Report_1_0.pdf).

Henningsen, R.F. (2000). Study of greenhouse gas emissions from ships. Norwegian Marine Technology Research Institute (MARINTEK), Trondheim, and the International Maritime Organisation (IMO), London, UK.



Higginson, J. K. och Dumitrascu, T. (2007) Great Lakes short sea shipping and the domestic cargo carrying fleet. *Transportation Journal*, 46(1), 38-50.

Ingeniøren (2016) Vandkølede batterier sikrer lynladning af elfærger på Øresund, av Søren Rask Petersen, 2016-08-27.

IMO (International Maritime Organization) (1983) Ships' routing.  
<http://www.imo.org/ourwork/safety/navigation/pages/shipsrouteing.aspx> (Hämtad 2012-12-09).

IMO (International Maritime Organization) (2012). 2012 Guidelines for the development of a ship energy efficiency management plan (SEEMP). Resolution MEPC.213(63).

IMO (International Maritime Organization) (2014). In T.W.P. Smith, J.P. Jalkanen, B.A. Anderson, J. Corbett, J. Faber, S. Hanayama, E. O'Keeffe, S. Parker, L. Johansson, L. Aldous, C. Raucci, M. Traut, S. Ettinger, D. Nelissen, D.S. Lee, S. Ng, A. Agrawal, J.J. Winebrake, M. Hoen, S. Chesworth, & A. Pandey (Eds.), *Third IMO GHG study 2014* London, UK.

IRENA International Renewable Energy Agency (2015) Renewable Energy Options for Shipping – Technology brief.  
[http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA\\_Tech\\_Brief\\_RE\\_for%20Shipping\\_2015.pdf](http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Tech_Brief_RE_for%20Shipping_2015.pdf)

Intertanko och OCIMF (2011) Virtual Arrival Optimising Voyage Management and Reducing Vessel Emissions – an Emissions Management Framework, First Edition May 2010.  
<http://www.intertanko.com/upload/virtualarrival/virtualarrivalinformationpaper.pdf>

Johnson, H., och Styhre, L. (2015) Increased energy efficiency in short sea shipping through decreased time in port, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 71, 167-178.

Kesicki, F. och Strachan, N. (2011) Marginal abatement cost (MAC) curves: confronting theory and practice. *Environmental Science & Policy*, 14, 1195-1204.

Kesicki, F. och P. Ekins (2012) Marginal abatement cost curves: a call for caution. *Climate policy*, 12 (2012), 219-236.

Larsen, J. (2016) Grön modernisering till sjöss. Presentation under Maritima klustret i Västsveriges kontaktkonferens 2016-11-14.

Lindstad, H., Asbjørnslett, B. E. och Strømman, A. H. (2011) Reductions in greenhouse gas emissions and cost by shipping at lower speeds. *Energy Policy*, 39, 3456-3464.

Mangan, J., Lalwani, C. och Gardner, B. (2002) Modelling port/ferry choice in RoRo freight transportation. *International Journal of Transport Management*, 1(2), 15-28.

Naturvårdsverket (2014) Ändring av kväveoxidavgiften för ökad styreffekt. Rapport 6647. ISBN 978-91-620-6647-5.

Nguyen, D. B. (2009) Impact of high fuel costs on the shipping industry and the world trade. *Proceeding of The globalization and its implications for shipping in the 21st Century*, Cardiff, UK, 22 januari, 2009.

NHO (Næringslivets Hovedorganisasjon) (2016) NOX-fondet  
<https://www.nho.no/Prosjekter-og-programmer/NOx-fondet/The-NOx-fund/>,  
2016-12-05.

NTI (2010) At Sea Over Naval HEU: Expanding Interest in Nuclear Propulsion Poses Proliferation Challenges <http://www.nti.org/analysis/articles/expanding-nuclear-propulsion-challenges>

Näringsdepartementet (2015) En svensk maritim strategi – för människor, jobb och miljö. Elanders, artikelnummer N2015.28.

Raucci, C., Calleya J., Suarez De La Fuente S., Pawling R., (2015) Hydrogen on board ship: a first analysis of key parameters and implications, University College London, Great Britain.

Rehmatulla, N. (2012) Barriers to uptake of energy efficient measures. UCL Energy Institute. April 2012.

Rehmatulla, N., Parker, S., Smith, T. och Stulgis, V. (2017) Wind technologies: Opportunities and barriers to a low carbon shipping industry. *Marine Policy*, 75, 217–226.

Rojon, I och Smith, T. (2014) On the attitudes and opportunities of fuel consumption monitoring and measurement within the shipping industry and the identification and validation of energy efficiency and performance interventions. UCL Energy Institute, February 2014.

Sciberras, E. A., Zahawi, B. och Atkinson, D. J. (2015) Electrical characteristics of cold ironing energy supply for berthed ships. *Transportation Research Part D* 39, 31–43.

Sjöfartsverket (2016) Förslag till ny avgiftsmodell. PM 2016-03-15 Dnr: 16-00810.  
[http://www.sjofartsverket.se/pages/4993/Bekrivn\\_avgmodell%20160315.pdf](http://www.sjofartsverket.se/pages/4993/Bekrivn_avgmodell%20160315.pdf)

SMHI (2012) <http://www.smhi.se/en/News-archive/smhi-weather-routing-reduces-carbon-dioxide-emissions-1.8308>, 2012-12-14.

Smith, T., Raucci, C., Haji Hosseinloo S., Rojon I., Calleya J., Suárez de la Fuente S., Wu P., Palmer K. CO<sub>2</sub> emissions from international shipping. Possible reduction targets and their associated pathways. Prepared by UMAS, October 2016, London.

Statens energimyndighet (2015) Transportsektorns energianvändning 2015, ES 2016:03.

Statistiska centralbyrån (2016) KN varukoder, <http://www.cnwebb.scb.se>, 2016-11-28.

Styhre, L. och Lumsden, K. (2007) Vessel capacity utilisation in ferry services and the bridge substitute dilemma. *Journal of Maritime Research*, 4(3), 55-66.

Styhre, L. (2010) Capacity utilisation in short sea shipping, Chalmers University of Technology. PhD.

Styhre, L., Winnes, H, Bännstrand, M., Karlsson, R. Lützhöft, M., Falk, M., Åström, D. (2014) Energieffektiv svensk sjöfart. IVL Rapport B2155.

Styhre, L. och Winnes, H. (2013) Energy efficient shipping – between research and implementation. Proceedings of IAME2013 Conference, Marseille, France, 3-5 Juli 2013.

Styhre, L. och Winnes, H. (2016) A study of Swedish shipping with international outlooks. IVL Rapport C212. ISBN: 978-91-88319-18-0.

Svensk sjöfart (2015), Klimatfärdplan, underlag för utredningen Klimatfärdplan 2050. <http://docplayer.se/15394953-Klimatfardplan-underlag-for-utredningen-klimatfardplan-2050-www-sweship-se.html>.

Trafikanalys (2016a) Sjötrafik 2015. 2016:17.

Trafikanalys (2016b) Fartyg 2015 □ Svenska och utländska fartyg i svensk regi; Swedish vessels and foreign vessels chartered from abroad. 2016:14.

Trafikverket (2012) Potential fuel savings from operational measures in sea transport, publikationsnummer 2012:205.

Trafikverket (2014) Trafikverkets Kunskapsunderlag och Klimatscenario för Energieffektivisering och begränsad klimatpåverkan. TRV 2014:137, ISBN 978-91-7467-665-5.

Trafikverket (2015) Analyser forskning och innovation inom transportområdet. TRV 2015/38874.

UNFCCC (2009) Report of the Conference of the Parties on its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009. Part Two: Action taken by the Conference of the Parties at its fifteenth session. Copenhagen, Denmark.

Voulvoulis, N., Scrimshaw, M. D. och Lester, J. N. (2002) Comparative environmental assessment of biocides used in antifouling paints. *Chemosphere* 47(7), 789–795. Imperial College of Science, Technology and Medicine, London, UK.

Winnes, H., Styhre, L. and Fridell, E. (2015) Reducing GHG emissions from ships in a port area, *Research in Transport Business and Management*, Volume 17, s 73-82.

Wu, W.-M. (2009) An approach for measuring the optimal fleet capacity: Evidence from the container shipping lines in Taiwan. *International Journal of Production Economics*, 122: 118-126.

Zero vision tool white paper, 2016, Göteborg, Sverige.  
[http://www.zerovisiontool.com/sites/www.zerovisiontool.com/files/attachments/zvt\\_whitepaper\\_dec2016\\_web.pdf](http://www.zerovisiontool.com/sites/www.zerovisiontool.com/files/attachments/zvt_whitepaper_dec2016_web.pdf)

#### Intervjuer:

Johan Rådth, Preem, 2016-10-10 (telefon)  
Ola Jintoft, St1, 2016-10-06 (personlig)  
Mikael Lidén, Bomin, 2016-10-04 (telefon)  
Hans Friberg, Tallink Silja, 2016-10-04 (telefon)  
Eva Jönsson, TT-Line, 2016-10-07 (telefon)  
Peter Peterberg, Trafikverkets färjerederi, 2016-10-07 (telefon)  
Jonas Åkermark, AGA, 2016-09-22 (telefon)  
Joakim Westerlund, Viking Line, 2016-09-30 (telefon)  
Roger Göthberg, 2016-09-07 (telefon)  
Jonas Persson, 2016-09-09 (personlig)  
Carl Johan von Sydow, 2016-08-29 (personlig)

Kontakt via e-post:

Jörgen Höjgaard, Malik Supply, 2016-09-30  
Cecilia Andersson, Stena Line, 2016-09-27

## Bilaga 1 Bunkerleverantörer

**KEMI**

Kemikalieinspektionen  
Swedish Chemicals Agency

Kemikalieinspektionen

### **Bunkerleverantörer som anmält bunkerverksamhet till Kemikalieinspektionen enligt 36§ svavelförordningen, SFS 2014:509**

Listan är senast uppdaterad 2016-04-25

#### **Stena Oil AB**

P.O. Box 4088 400 40 Gothenburg Sweden

Tel: +46 10 445 14 14

#### **Topoil AB**

Sven Källfeltsgatan 210 Västra Frölunda Göteborg, Sverige

Tel: +46 31 69 61 50

#### **Preem Petroleum AB**

112 80 Stockholm Sweden

Tel: +46 10 450 10 00

## Bilaga 2 Återkoppling från referensgruppen

Referensgruppen sattes samman för att spegla både bransch i form av rederier, hamnar, bränsleleverantörer samt representanter för myndigheter. Denna bilaga återger vad som diskuterades i stora drag vid dessa två möten. Följande personer deltog på minst ett av referensgruppsmötena:

Anna Jivén	Athena Advisory
Jonas Åkermark	AGA
Katarina Händel	Energimyndigheten
Kristina Holmgren	Energimyndigheten
Emmi Jonza	Energimyndigheten
Rebecka Bergström	Energimyndigheten
Edvard Molitor	Göteborgs Hamn
Linda Styhre	IVL Svenska Miljöinstitutet
Hulda Winnes	IVL Svenska Miljöinstitutet
Sara Sköld	IVL Svenska Miljöinstitutet
Torunn Renhammar	Koucky & Partners
William Schotte	Koucky & Partners
Michael Koucky	Koucky & Partners
Ulf Troeng	Naturvårdsverket
Reidar Grundström	Sjöfartsverket
Cecilia Andersson	Stena Line
Martin Pettersson	Stena Oil
Per Stefensson	Stena teknik
Fredrik Larsson	Svensk Sjöfart
Carl-Johan Von Sydow	Topoil
Christer Ekström	Topoil
Sofia Malmsten	Transportstyrelsen

### 7.1 REFERENSGRUPPSMÖTE 1, 13 OKTOBER 2016

Under första referensgruppsmötet presenterades uppdragets utformning av Energimyndigheten, som fått ansvar att samordna frågan i regleringsbrevet: ”Samordning för omställning till en fossilfri transportsektor”. Uppdraget är bland annat att ta fram en strategisk plan för omställning till fossilfri sjöfart. Uppdraget som detta referensgruppsmöte är en del av är ett viktigt underlag för strategiutvecklingen, men även för framtida långsiktiga scenarier.

Fokus på det första referensgruppsmötet var arbetspaket 1, dvs. marina bränsleleveranser i Sverige. Aktörer som bidragit med information deltog, såväl bunkerföretag som rederier. En viktig pusselbit som fångades upp var att mängden metanol som bunkras inom svensk sjöfart förväntas tiodubblas från ca 1500 ton/år till 15000 i och med att Stena har börjat använda metanol mer reguljärt. LNG förväntas få liknande ökning inom 3 år.

På mötet diskuterades bunkring av marina bränslen, och aktörerna på marknaden fick möjlighet att själva uttrycka sina affärsupplägg för myndighetsrepresentanterna.

Vid mötet presenterades en uppsättning frågeställningar för att påverka omställningen

1. Tillgängliga styrmedel
2. Tillgängligt stöd, teknikutveckling, forskning
3. Betalningsvilja hos kund
4. Tillgänglig teknik och tillgängligt bränsle
5. Drivkrafter hos redare
6. Tekniksprång

I mindre grupper diskuterades prioritering mellan dessa områden. Följande framkom efter redovisningen:

- ➔ Större forskningsmedel krävs för att gå mot fossilfri sjöfart. Sjöfart får 55 miljoner/år, väg får 1 miljard i Trafikverkets forskningsportfölj.
- ➔ Det är låg sannolikhet för etablering av nya bränslen med befintliga styrmedel.
- ➔ Styrmedlen måste vara så tydliga och såpass stora pengar att man verkligen investerar i miljöteknik. Vilka styrmedel och vilka nivåer ska man ligga på för att få påverkan? Det är en bättre frågeställning.
- ➔ Svaveldirektivet var tufft och tvingande för oavsett när fartyget var byggt. Skulle man dra till med lagstiftning i samma omfattning som svaveldirektivet skulle det ge mycket stor marknad för biogas. Men vi kan inte ha en situation där vi får olika krav för norra kontra södra EU – det måste bli ett globalt initiativ, ett globalt tänk.

Svensk sjöfart har tagit fram en skrift där de har ambitionen att vara fossilfria till år 2050. Med befintlig teknik kan man klara 30 % till 2030. För vissa fartygssegment är det redan uppfyllt. Vi kan inte bara titta på fartyget i sig, vi måste titta på hela logistiksystemet. Sjöfarten behöver hjälp för att nå fossilfrihet.

- ➔ Även International Chamber of shipping ser att någon typ av CO<sub>2</sub>-avgift krävs globalt. Det är många initiativ som startats kring hur man ska ta betalt för CO<sub>2</sub>. Shippingbranschen är med på det tåget med ett förslag.

Slutligen gavs en övergripande presentation av upplägget för arbetspaket 3 och 4, möjlighet och hinder till omställning, fokus energieffektivisering, som var fokus vid det andra referensgruppsmötet

## 7.2 REFERENSGRUPPSMÖTE 2, 17 NOVEMBER 2016

Under andra referensgruppsmötet den 17 november fick intressenter ta del av ett första resultat från rapporten. De fick också möjlighet att ge sina synpunkter och ställa frågor på det material som presenterades. I stort höll referensgruppen med om den bild som presenterades, men ville göra några tillägg.

En diskussion kring om och hur det finns en påverkanskraft från rederiernas kunder startade. Kommentaren från de rederier som var närvarande var att i första hand är det priset som avgör. IVL:s årliga undersökning Transportinköpspanelen (transportinköpspanelen.se) visar att miljö inte är en viktig faktor vid inköp av transporter, men att betalningsviljan ökat något från en mycket låg nivå sedan 2012.

Representanter från rederier i referensgruppen tryckte på vikten av att ha ett regelverk som är lika för alla och att globala överenskommelser ska prioriteras i så stor utsträckning som möjligt. Det rådde konsensus på mötet om att Sverige som nation behöver föra en dialog med de nationer som bromsar utvecklingen av globala regler i Internationella Maritima Organisationen (IMO).

Det krävs ökad satsning på forskning och utveckling i sjöfartsbranschen samt en hjälp att sprida riskerna vid innovationsprojekt och försöka se till att branschen tar steget från pilotprojekt till full drift. Uppfattningen inom referensgruppen var att svenska redare gör en hel del insatser för effektiviseringar, men det gör liten effekt på sjöfartsbranschen som helhet. Dessutom finns det en avsaknad av information kring kostnader för investeringar och besparingar för effektiviseringar som görs. Det blir därför svårt att veta konsekvenserna av möjliga åtgärder, vilket leder till en tröghet och en ovillighet att ta risker.

Förutsättningar för fossilfri sjöfart ansågs också vara ökat fokus på intermodala lösningar, ökad satsning på digitalisering och tillämpning av densamma samt ökad möjlighet för landel. Det nämndes också att även vätgasdrift som möjligt bränslebyte bör tas med i rapporten, vilket också har inkluderats. Ett hinder för omställning till fossilfrihet ses även i effektagifterna vid inkoppling på landel. Redare behöver betala höga fasta avgifter till nätbolaget, vilket innebär höga kostnader per fartyg om ett fartyg inte anlöper så ofta till en hamn som har landel. Detta beror på att effekttuttaget är högt vid varje enskilt tillfälle.

