

Aron Alex

Carbon Intensity Indicator

Hvilke tekniske og operasjonelle løsninger er realistiske og aktuelle for implementering for å overholde Carbon Intensity Indicator-kravene (CII), og hvordan vil CII påvirke operasjonen hos shipping selskapene?

Bacheloroppgave i Shipping Management

Veileder: Jan Emblemsvåg

Desember 2022

Aron Alex

Carbon Intensity Indicator

Hvilke tekniske og operasjonelle løsninger er realistiske og aktuelle for implementering for å overholde Carbon Intensity Indicator-kravene (CII), og hvordan vil CII påvirke operasjonen hos shipping selskapene?

Bacheloroppgave i Shipping Management
Veileder: Jan Emblemsvåg
Desember 2022

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for havromsoperasjoner og byggteknikk



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Klimaendringer er i ferd med å bli et alvorlig problem for kloden og verdensnasjoner har derfor kommet til felles enighet om å redusere klimagassutslipp for å begrense global oppvarming. Avtalen er nå kjent som *Parisavtalen*, og har vært toneangivende for miljøreguleringer som har tiltrådt i etterkant av avtalen. Sjøtransport står for omtrent 2% av alt utslippstall og har derfor fått oppmerksomhet fra myndighetsorganene. Den Internasjonale sjøfartsorganisasjonen (IMO) har besluttet å innføre en ny regulering for internasjonal sjøfart for å begrense karbonintensiteten fra sjøgående fartøy. Denne reguleringen er Carbon Intensity Indicator (CII), og skal sørge for å redusere karbonintensiteten fra sjøtransporten med 40% innen 2030.

35% av verdensflåten er under kravene som tiltrer fra 2023, og kravene strammes for hvert år. Det er usikkerhet rundt hvordan skipene skal oppnå compliance med de krav som stilles ettersom det finnes mange alternativer, men hvor realistiske og aktuelle de ulike løsningene er, er mer usikkert. Jeg har derfor valgt å kartlegge hvilke løsninger som er realistiske og aktuelle for implementering, og vurdere hvordan det vil påvirke operasjonen til selskapene. Det er også blitt gjort avgrensninger i rapporten til drybulk / General Cargo segment, og noen utvalgte alternativer for forskningen.

De alternativene som er blitt vurdert i denne rapporten går under de to hovedkategoriene Vessel and Fleet Operations og Vessel Retrofits, samt Alternative fuel. De alternativene under kategorien Vessel and Fleet Operations er følgende: Weather Routing System (WRS), Just-in-Time Arrival, Speed Management og Hull & Propeller Cleaning (Shipshave). Under Vessel Retrofits og Alternative Fuel er det blitt valgt følgende: Carbon Capture & Storage, FuelOpt, Bulbous Bow, Mewis Duct, Propeller Boss Cap og Biofuel.

Selskapene G3 – G2 Ocean, Grieg Maritime Group og GearBulk har blitt benyttet som case, hvor G2 har vært hovedfokuset da det er operatøren. Rapporten har blitt utarbeidet gjennom litteratursøk og intervjuer med aktuelle personer både internt i G3, og også eksterne parter.

Resultatet av forskningen viser at Just-in-Time Arrival og Carbon Capture & Storage er to alternativer som har veldig stort potensiale, men grunnet manglende teknologimodenhet er ikke disse alternativene aktuelt for CII. I hvert fall ikke de første årene CII tiltrer.

Alternativene WRS, Shipshave, Speed Management, Biofuel og Retrofits er alternativer som vil gi positiv effekt på CII-verdien. Noen av alternativene, som WRS, Shipshave og Retrofits vil gi

en positiv effekt på selskapenes operasjon, mens andre kan gi en negativ effekt på operasjonen og forretningen. Blant dem, speed management.

Det er også blitt tatt høyde for om CII er en fornuftig regulering som er praktisk gjennomførbart med bakgrunn i de nevnte alternativene. Rapporten har konkludert med at CII må forbedres og ta hensyn til praktiske utfordringer som selskapene møter på, og må eliminere svakhetene ved beregningsmetoden som blir benyttet for CII-ratingen.

Forord

I forbindelse med mitt Bachelor studie, Shipping Management ved NTNU, har jeg fått muligheten til å ha et semesterlangt praksisopphold i bedriftene G2 Ocean, Grieg Shipbrokers, Grieg Star, Grieg Logistics og GearBulk. Under denne perioden har jeg skrevet min Bacheloroppgave i emnet CII, og vil benytte muligheten til å takke Henning Rebnord for sitt bidrag med valg av emne og veiledning. Det har vært et ekstremt lærerikt opphold, hvor jeg har fått innsyn i flere ulike aspekter av shipping segmentet, og vil takke alle ansatte ved disse selskapene som har gjort praksisoppholdet til et svært lærerikt og trivelig opphold. Til slutt vil jeg takke min veileder fra NTNU, Professor Jan Emblemsvåg, for god veiledning med Bacheloroppgaven.

Begrepsavklaring

Begrep	Forklaring
GHG	Greenhouse Gas - Klimagass
GT	Gross Tonnage- Bruttotonn
G3	G2 Ocean, Grieg Maritime Group & Gearbulk
IMO	Den Internasjonale Sjøfartsorganisasjon
MARPOL	Internasjonale konvensjonen til forhindring av marin forurensning fra skip. MARine POLution
Ropax	Skip som frakter kjøretøy og passasjer.
Deepsea	Interkontinental transport, krysser verdenshav
Shortsea	Ofte transport langs samme kontinent med kortere avstand
ETC terminal	Estimated Time of Completion – Tiden terminaloperatør anslår at alle terminaloperasjoner tilknyttet skipet er fullført
ETC Bunkers	Estimated Time of Completion (ETC) – Bunkers. Tiden for fullført bunkring.
ETD Berth	Estimated Time of Departure (ETD) – Berth. Tiden skipet eller agenten forventer at skipet forlater kai.
RTD Berth	Requested Time of Departure (RTD) – Berth. Tiden den lokale havnesjefen ber skipet forlate havnen.
RTA Berth	Requested Time of Arrival (RTA) – Berth. Tidspunktet terminaloperatøren ber skipet ankomme kai.
RTA Pilot Boarding Place	Requested Time of Arrival (RTA) – Pilot Boarding Place. Tidspunktet havnesjefen ber skipet ankomme los ombordstigningsplass

Antifouling	Påsmøres som maling på skroget og dets primære funksjon er å hindre korrosjon og å begrense begroing.
DWT	Dødvektstonn - den totale vekten et skip kan bære av last, drivstoff, forsyninger, besetning og passasjerer.
AI	Artificial Intelligence – Kunstig intelligens som kan lære av egne erfaringer og løse komplekse problemer.
Well-to-Wake	Well-to-wake refererer til hele prosessen med drivstoffproduksjon, levering og bruk ombord på skip, og all utslipp produsert av dette.
COA-Contract of Affreightment	COA er en avtale mellom en befrakter og en reder, hvor redere samtykker i å transportere et spesifikt antall varer for befrakteren i en spesifisert periode.
IoT	Nettverket av identifiserbare gjenstander som er utstyrt med elektronikk, programvare, sensorer, aktuatorer og nettverk som gjør gjenstandene i stand til å koble seg til hverandre og utveksle data (Wikipedia-Teknologirådet (2015)).

Contents

1.0 Innledning	7
Carbon Intensity Indicator og Problemstilling	7
Forskningsspørsmål	9
2.0 Teori	10
2.1 Carbon Intensity Indicator - CII	10
2.1.1 Foreløpig Respons fra Industrien.....	12
2.2 Alternativer	12
2.2.1 Vessel and fleet operational optimisation.....	13
2.2.3 Vessel Retrofits.....	20
2.2.4 Alternative Fuels.....	23
3.0 Metode	25
3.1 Kvalitativ metode.....	26
3.1.1 Fordeler ved kvalitative metoder	27
3.1.2 Ulemper ved kvalitative metoder.....	28
3.2 Litteratursøk.....	28
4.0 Case	28
4.1 Bakgrunn om G3 - G2 Ocean, Grieg Maritime Group & Gearbulk.....	28
4.1.2 CII Ståsted	28
5.0 Analyse	30
5.1 Vessel and fleet operation.....	30
5.1.1 Weather Routing Systems.....	30
5.1.2 Just in Time.....	32
5.1.3 Hull and Propeller Cleaning	33
5.1.4 Speed Management.....	36
5.2 Vessel Retrofits.....	39
5.2.1 FuelOpt, Propeller Boss Cap, Bulbous Bow & Mewis Duct.....	39
5.2.2 Carbon Capture & Storage.....	39
5.3 Biofuel	41
6.0 Diskusjon/ Drøfting	45
6.1 Vessel and fleet operation.....	45
6.1.1 Weather Routing System	45
6.1.2 Just In Time	47

6.1.3 Hull and propeller cleaning	49
6.1.4 Speed Management.....	51
6.2 Vessel Retrofits.....	52
6.2.1 FuelOpt, Propeller Boss Cap, Bulbous Bow & Mewis Duct.....	52
6.2.2 Carbon Capture & Stowage	53
6.3 Biofuel	54
6.4 Carbon Intensity Indicator – oppsummering	55
7.0 Avslutning	58
Rapportens Forbedringspotensiale og Videre Forskning	58
8. Litteraturliste	60
Figurkilde.....	64

1.0 Innledning

Det har vært en voksende forståelse på global basis at klimaendringer er i ferd med å bli et alvorlig problem for kloden. Bekymringen rundt global oppvarming og konsekvensene dette medfører, har ført alle verdens nasjoner (med få unntak) til en felles enighet om å begrense den globale oppvarmingen, besluttet i år 2015. Denne avtalen er nå kjent som “Parisavtalen”.

Nasjonene har forpliktet seg til å nå de satte målene, men hver nasjon med ulike forpliktelser. Eksempelvis har Kina lovet å øke sine utslipp med 450% frem mot 2030, før de ikke øker mer. Norge derimot har forpliktet seg med å redusere utslippene med 40% innen 2030 (Blaker, 2020 Nettavisen).

De største utslippskildene finner en i energisektoren. Ved år 2016 var prosentandelen på utslipp fra energisektoren på 73.2%, hvorav transport (16.2%), energiforbruk i industri (24.2%) og bygninger (17.5%) sto for majoriteten av disse utslippstallene (Ritchie & Roser, 2020 Our World in Data). Den maritime transport industrien står for over 2% av alt utslippstall, og har derfor fått oppmerksomhet av FN gjennom reguleringsorganet, Den Internasjonale Maritime Organisasjonen (IMO) (Ritchie & Roser, 2020). IMO har i den forbindelse utarbeidet flere mål som sitt bidrag for å få redusert utslippene av den internasjonale sjøfartsnæringen. Et av målene er å oppnå en reduksjon i karbonintensiteten på 40% innen 2030 sammenlignet med 2008-nivået, med 2019 som referansenivået.

Carbon Intensity Indicator og Problemstilling

Et av verktøyene IMO nå har mønstret for å benytte i sjøfartsnæringen for oppnåelse av ovennevnte mål, er såkalt Carbon Intensity Indicator (CII). Carbon Intensity Indicator beskrives som følgende; “The Carbon Intensity Indicator (CII) is a measure of how efficiently a ship transports goods or passengers and is given in grams of CO₂ emitted per cargo-carrying capacity and nautical mile.” (DNV, 2022 a) og “...the Carbon Intensity Indicator (CII) rating scheme addresses the operational efficiency.” (DNV, 2022 b). Dette vil være gjeldende for alle fartøy som kommer inn under gitte rammer (Skip over 5000 GT), på global basis. CII vil ifølge Henning Rebnord (ESG Manager ved G2 Ocean), ha en merkbar effekt på hele industrien.

CII tiltrer fra 2023 og foreløpige data beregnet av Clarksons (2022), viser at 35% av hele flåten havner under minimumskravet. Tabell 1 illustrerer kravene som stilles til årene som kommer frem

mot 2030, og oppnåelse av disse kravene for hvert enkelt skip kan kreve stor innsats fra rederiene. Figur 13 (s.25), viser tilstandsrapport samt forecast av noen av skipene i G2 flåten, hvor karakter C er minimumskrav mens D og E er utenfor CII krav. Det illustrerer hvor alvorlig dette er og hvor ille det blir de neste årene dersom en fortsetter slik en gjør per i dag, uten noen tiltak. Konsekvensene av å ikke være i compliance med CII er foreløpig ikke blitt fastsatt, men etter det en erfarer vil det resultere i enorme bøter/sanksjoner og eventuelt at skipet blir nektet å operere (Henning Rebnord, 2022). De økonomiske konsekvensene av mange non-compliant skip vil i verste fall kunne være slutten på virksomhetens eksistens. Problemstillingen i denne rapporten er på bakgrunn av dette og usikkerheten rundt løsninger som nevnes videre i dette kapitlet.

Utfordringene som ligger til grunn for å få til dette, samtidig som en ivaretar virksomhetens interesser og forpliktelser er hovedsakelig, usikkerhet rundt tilstrekkelige alternativer/løsninger, i tillegg til at en alltid må vurdere kost-nytte. Det er ingen fasit på hva som er den optimale løsningen. DNVs Maritime Forecast 2050 trekker frem det faktum at omtrent 50% av tiltakene som er nødvendig for oppnåelse av IMO's GHG mål for karbonintensitet omhandler energieffektivitet, fartsreduksjon og logistikk, altså operasjonelle tiltak, se figur 1. CII sikter hovedsakelig mot operasjonell optimalisering, men tekniske løsninger vil også være et viktig korrelerende element for å redusere karbonintensiteten.

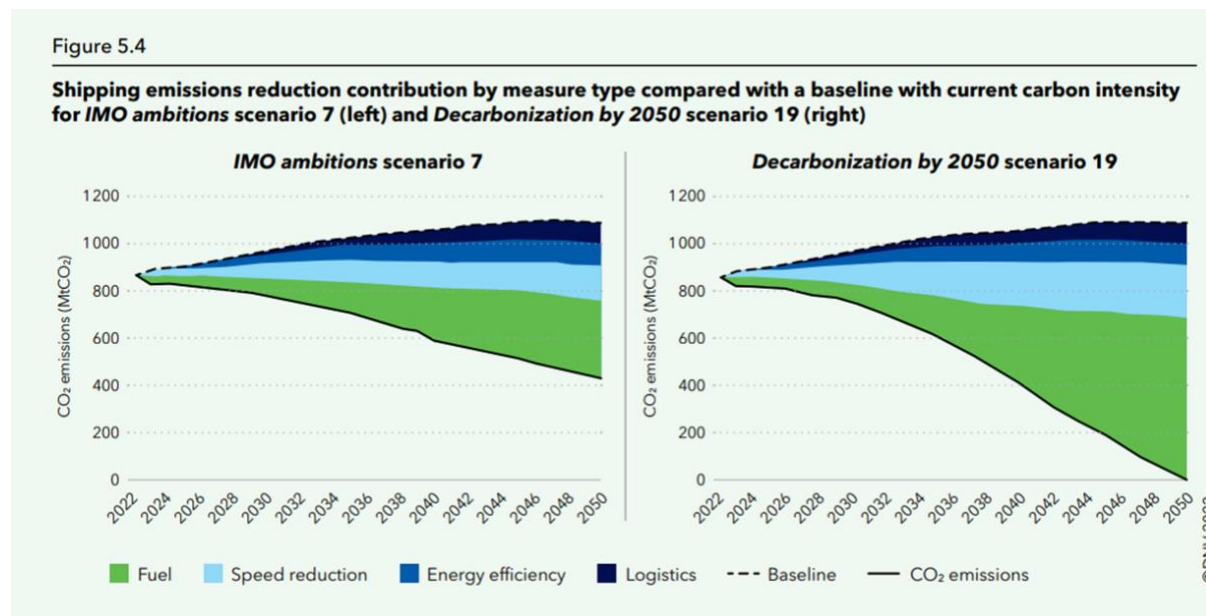


Figure 1: DNV Maritime Forecast illustrerer fordeling av tiltak for oppnåelse av dekarbonisering innen 2050.

Det finnes en rekke leverandører som tilbyr ulike løsninger med hensyn til tekniske og operasjonelle forbedringer, men hvilke løsninger som først og fremst faktisk fungerer for flåten, hva kostnadsbildet er og hvilke konsekvenser det får for den daglige operasjonen, gjenstår å avklare.

Grunnet usikkerheten som ligger rundt dette temaet samt temaets viktighet for industrien, vil jeg forsøke å undersøke og kartlegge hvilke løsninger som kan være aktuelle og realistiske for implementering, samtidig som en forsøker å avdekke eventuelle barrierer for implementering. Dette med utgangspunkt i at en skal finne de beste løsningene som overholder virksomhetenes interesser så langt det lar seg gjøre. En ønsker også å avdekke hvilke konsekvenser/effekt det får for operasjonen.

For å gjennomføre forskningen vil jeg benytte G3 som case. Selskapet er et ledende shippingsselskap som streber etter å være pionerer innen bærekraftig befraktning. G3 er en god case for forskningen ettersom virksomheten har en stor flåte som er berørt av problemstillingen, på lik linje med majoriteten av shipping selskapene. G3 operer deepsea med skip over 5000MT, og er derfor svært aktuelle. En håper å kunne belyse dette i lys av et helhetlig perspektiv på hele flåten, ved å analysere løsninger for interne tiltak og også hva eksterne involverte aktører må bidra/tilrettelegge med. Rapportens omfang vil primært fokusere på tørrbulk- /general cargo-segmentet, men mange av alternativene en vil undersøke vil også være aktuelt for hele industrien.

Rapportens tema er som nevnt blitt valgt på bakgrunn av viktigheten og konsekvensene av CII for industrien generelt. De tekniske aspektene på de gitte løsningene er ikke diskutert da rapporten tar et overordnet perspektiv der man legger til grunn at de løsningene som er skissert faktisk fungerer rent teknisk, dersom annet ikke blir poengtert av informantene. Målet for rapporten er å kartlegge aktuelle og realistiske løsninger for å oppnå CII krav.

Forskningsspørsmål

Forskningsspørsmålet lyder som følgende: *Hvilke tekniske og operasjonelle løsninger er realistiske og aktuelle for implementering for å overholde Carbon Intensity Indicator-kravene (CII), og hvordan vil CII påvirke operasjonen hos shipping selskapene?*

2.0 Teori

I dette kapitlet vil leseren bli belyst om de viktigste teoretiske grunnlagene samt relevant bakgrunn som problemstillingen og forskningsspørsmålene bygges på. Hensikten med rapporten er som tidligere nevnt, undersøke løsninger som sikter mot operasjonelle og tekniske forbedringer. Det vil derfor være naturlig å se på teorien bak de operasjonelle- (Vessel and Fleet Operational Optimization) og tekniske (Vessel Retrofits) løsningene som er aktuelle. Omfanget av Vessel Retrofits vil være begrenset i denne rapporten grunnet manglende tid og ressurser tilknyttet rapporten. Dette er et felt som er interessant for videre forskning, både i forbindelse med CII og også EEXI. Carbon Capture & Storage (CCS) er et svært interessant tema grunnet dets potensiale og jeg vil derfor undersøke dette alternativet grundigere enn andre alternativer under Vessel Retrofits.

Grunnet begrenset tid og ressurser er det blitt valgt å begrense alternativene til følgende temaer: Weather Routing System, Just-in-Time, Hull and Propeller Cleaning og Speed Management under Vessel and Fleet Operational Optimization. Under Vessel Retrofits har en Carbon Capture & Storage, Mewis Duct, Propeller Boss Cap, FuelOpt og Bulbous Bow. De alternativene jeg har valgt å inkludere i denne rapporten er på bakgrunn av deres potensiale for CII compliance. Det er verdt å nevne at andre alternativer også kunne vært like gode kandidater, men det blir ikke redegjort for alle alternativer i denne rapporten.

Teorien skal videre benyttes til å analysere og drøfte problemstillingen, ved å knytte det teoretiske grunnlaget mot funnene en avdekker fra dataen jeg henter inn.

2.1 Carbon Intensity Indicator - CII

Carbon Intensity Indicator er som nevnt et rangeringssystem for skip utviklet av IMO. CII blir fra og med 2023 et obligatorisk krav som er underlagt MARPOL Annex VI. Dette tiltaket påvirker alle typer last-, Ropax- og Cruiseskip over 5000 bruttotonnasje (GT) og som opererer internasjonalt (Lloyd's Register, 2022 a). Dette åpner opp for strategiske endringer eller «smuthull» for enkelte selskap, da de kan endre flåten sin til skip rett under 5000MT, men en velger å se vekk i fra dette i denne rapporten.

CII vil bestemme den årlige reduksjonsfaktoren som er nødvendig for at skipet skal kontinuerlig kunne forbedre sin karbonintensitet innenfor det gitte rangeringsnivået, altså nivå C eller bedre

(Lloyd's Register, 2022). Den faktiske årlige operasjonelle CII-verdien som oppnås, skal beregnes og dokumenteres og må verifiseres mot CII kravet som stilles til skipet for gjeldende år. Rangeringsnivået strekker seg altså fra A-E, hvorav A indikerer en større overlegenhet, B mindre overlegent, C moderat, D mindre dårligere og E dårlig ytelsesnivå (Lloyd's Register, 2022 b). Ytelsesnivået som skipet er på, skal registreres i skipets energieffektivitetsplan (SEEMP). Dersom et skip er vurdert til nivå D eller E i tre påfølgende år må reder utarbeide en korrigerende handlingsplan for å vise hvordan kravet skal oppnås.

CII rangeringsplan adresserer som nevnt operasjonell effektivitet. Det vil si, CII er basert direkte på drivstofforbruket, som påvirkes av hvordan et bestemt skip opereres i kombinasjon med skipets tekniske effektivitet. I tillegg vil variabler som hvilket drivstoff som brukes og operasjonelle parametere som fartøyets hastighet, last som transporteres, værforhold og fartøyets generelle tilstand ha innvirkning på CII-verdien (DNV, 2022 c). Skipets tekniske effektivitet er svært relevant for drivstofforbruket og IMO har derfor også Energy Efficiency Existing Index (EEXI) som et tiltak for teknisk forbedring, men grunnet rapportens begrensninger vil en ikke belyse EEXI ytterligere.

CII kalkuleres ved bruk av formelen som er vist på figur 2. Altså, årlig drivstofforbruk x CO₂-factor dividert med årlig distanse seilet x kapasitet på skipet, enten ved bruk av dwt eller GT avhengig av skipstype (MEPC 78 Annex 14, 2022). Deretter multiplisert med en correction-factor som vil bli utviklet i løpet av 2023. CII-enheten blir derav; CO₂-utslipp per lastekapasitet og nautiske mil (DNV, 2022).

$$CII = \frac{\text{Annual fuel consumption} * CO_2 \text{ factor}}{\text{Annual distance travelled} * Capacity} * \text{Correction factors}$$

Figure 2: Formel for utregning av CII verdi

Referansepunktet for CII vil være verdien fra 2019, og hver skipstype vil få en verdi å forholde seg til. Frem til 2026 er kravet at CII reduseres med henholdsvis 5%, 7%, 9% og 11% i forhold til referansepunktet, slik det er vist på tabellen under. Hvilke krav som skal stilles for årene fra 2027-2030 gjenstår ukjent, men dette skal utvikles med bakgrunn i blant annet erfaringene en tilegner i årene 2023-2026 (ClassNK, 2021).

Tabell 1: CII krav mot 2030

Year	Reduction from 2019 ref (midpoint of C-rating band)
2023	5%
2024	7%
2025	9%
2026	11%
2027-2030	To be decided

2.1.1 Foreløpig Respons fra Industrien

Det har kommet reaksjoner fra industrien på CII, og de fleste har kritisert løsningen fra IMO. Golden Oceans CEO, Ulrik Andersen sier “The CII index comes with illogical and, I assume, unintended consequences. It seems like it was invented in a theoretical world, with little consideration as to how shipping functions in reality” (ShippingWatch, 2022). Andre store aktører som Hapag-Lloyd og MSC reagerer også negativt og krever endringer i CII reguleringen (ShippingWatch, 2022).

2.2 Alternativer

Et problem som virker å være en gjenganger i både deepsea- og shortsea shipping, er usikkerheten rundt alternative løsninger for klimagass utslippsreduksjon på både deepsea- og shortsea flåten. I påvente av pionerer som viser vei mot det “riktige” drivstoffet som vil lede til nullutslipp, har flere og flere tydd til andre metoder for å redusere sitt utslipp. Dette i form av tiltak som er i en mindre skala enn endring av hoved drivstoffet. Eksempelvis, fartsreduksjon, bedre ruteplanlegging med blant annet weather routing services, hull-cleaning med mer (Ossi Mettälä, Customer Success Manager, NAPA Shipping Solutions). En vil videre i dette delkapittelet se på noen konkrete mulige alternativer som potensielt kan bidra til oppnåelse av CII. Hovedkategoriene er Vessel and fleet operational optimisation, Vessel retrofits og Alternative fuel (Strevens, 2022).

2.2.1 Vessel and fleet operational optimisation

2.2.1.1 Weather Routing System

Været i kombinasjon med havstrømmen har stor påvirkning på hvor mye kraft skipets propeller behøver for fremdrift, og øker derved forbruket samtidig som det reduserer den faktiske oppnåelige hastigheten ved dårlige værforhold (Prpić-Oršić et al., 2016). I tillegg til økt utslipp, fører dette til forsinkelser, skader på skipet, lasteskader med mer.

En merkbar økning i bunkerspris de siste tiårene, samt økt fokus på global oppvarming har ført til økt interesse for drivstoffeffektivitet i shipping. Weather Routing System har blitt en anerkjent metode for å redusere drivstofforbruket, samtidig som utslippet reduseres. Weather Routing Systemer benytter sanntidsdata for å finne optimale ruter for skipenes seilas. Systemet skal finne optimal rute basert på værmeldinger, skipets karakteristikk og laste krav. Systemet skal ikke nødvendigvis finne den korteste ruten, men søker å optimalisere reisen ved å unngå risikoen for farlig vær, beskytte mannskapet ombord og minimalisere bunkersforbruket samtidig (Sofar Ocean, 2022).

Rapporter og statistikk fra kommersielle Weather Routing tjenesteleverandører viser at dem har oppnådd gode merkbare resultater. Eksempelvis opp mot 80% reduksjon på antall timer skipet er forsinket, 73% reduksjon på strukturelle skader og 87% reduksjon på lasteskader (Chen, 2002). Ifølge Sofar Ocean (2022), bidrar WRS til reduisering av operasjonskostnader, økt sikkerhet ombord, imøtekomme miljøkrav, spare drivstoff samt minimere forsinkelser.

2.2.1.2 Just in Time (JIT)

Det er bekymring rundt økt karbonintensitet ved havner, ettersom skipene slipper ut GHG mens avstanden er den samme. Dette poengteres også av MSC, verdens største containerrederi, hvor de går hardt ut mot CII reguleringen. MSC har kommunisert med ShippingWatch og følgende ble skrevet; “As many across academia and industry have said, the calculation methodology (AER/DWT) should be revised to avoid unintended consequences that would distort the performance of a ship that spends a lot of time in port. As things stand, the proposed methodology could lead to situations in which a vessel’s rating would worsen simply because it spends more time in port” (Holmstad, 2022).

I år (2022) opplever flere Europeiske havner enorm pågang og opphopning av skip i påvente av laste/losse- operasjoner. Denne situasjonen var påvirket av blant andre mangel på havnearbeidere og logistikkproblemer (lagring, transport m.m) fra hinterlandet. Managing Operations Director ved G2 Ocean, Phil Curran (Personlig kommunikasjon, høst 2022), forteller at selskapet har opplevd store forsinkelser grunnet manglende lagringskapasitet og logistikk løsninger på land, forårsaket av Covid 19, fra 2020 til 2022. Han forteller at de produktene som ble fraktet til havnene tidligere ble transportert videre til produksjonsanlegg for videre prosessering. Dette stoppet opp under Covid ettersom produksjonsanleggene stoppet produksjon og stengte fabrikkene, og det ble mangel på arbeidere både på fabrikker og havner. Som et resultat av dette ble det manglende lagringskapasitet ved havnene, og derav måtte skipene vente utfor havnene i lang tid.

Ved å studere CII-formelen kan en se at nevnte situasjon gir uønsket resultat. Ifølge Ossi Mettälä (Napa Shipping Solutions, 2021b), bruker skip ca. 10% av sin levetid på å vente på å legge til kai. Mettälä (2021) mener løsning på dette er “Just-In-Time” operasjoner.

JIT skal ved hjelp av kommunikasjon med aktuelle parter som havn/terminal, los, taubåter osv, kunne gi en mer presis og faktisk estimert tid for når skipet kan laste/losse. Dette medfører ikke endring av reisens lengde eller varighet, men tillater skipet å operere på en optimal hastighet (Port Technology, 2020). Målet er å minimere eller helst eliminere ventetid, og derav tilrettelegge for seilas med en hastighet som gir mye lavere drivstofforbruk og derav lavere utslipp (GloMEEP Project Coordination Unit IMO, 2020). Figuren under illustrerer hvordan det kan se ut med JIT, hvor skipet unngår ankring og unødvendig høy fart.



Example for **Just In Time Operation**

Figure 3: JIT eksemplifisert

Et testprosjekt ved Rotterdam Havn i samarbeid med Maersk, MSC og IMO for containerfrakt, antydte gode resultater, hvor skipene reduserte bunkersforbruket med 8-9% hvor JIT ble benyttet siste 24- og 12 timer av seilasen, ifølge Rotterdam Havn (2020). Et nyligere prosjekt i 2022 viste en reduksjon på 14.16% på bunkersforbruket ved å benytte JIT gjennom hele seilasen, mens resultatet var 5.90% og 4.23% ved å benytte JIT siste 24- og 12 timene, henholdsvis.

For at JIT skal fungere i praksis, sett fra et operasjonelt perspektiv er det nødvendig med utveksling av pålitelige tidspunkter. Spesielt det forespurte tidspunktet for ankomst til Pilot Boarding Place (RTA PBP), som er tidspunktet havnen ber skipet ankomme Pilot Boarding Place. For at dette tidspunktet skal kunne være så nøyaktig som mulig slik at skipet kan gjøre sine justeringer i henhold til informasjonen, må kommunikasjon av informasjonen mellom de aktuelle parter ved havnen optimaliseres og tilrettelegges på en enkel måte (GloMEEP Project Coordination Unit IMO, 2020). Denne prosessen for havneanrop er en forutsetning for at JIT-ankomst skal kunne praktiseres og er også den største utfordringen for implementeringen av JIT-ankomst (GloMEEP Project Coordination Unit International Maritime Organization, 2020).

GloMEEP benytter seks ulike tidspunkt som regnes som de viktigste tidspunktene for å bringe et skip til kai. Dette er ETC for terminal, ETC for bunkers operasjonene, ETD for berth som skipet eller agenten anslår, RTD berth som er tiden når havnemyndighetene ber skipet forlate kaia, RTA Berth som er tiden terminaloperatøren ber skipet legge til kai (denne avhenger av RTD berth av foregående skip som lå til kai) og RTA Pilot Boarding Place hvor havnemyndigheten ber skipet ankomme Pilot Boarding Place for å rekke RTA berth (GloMEEP Project Coordination Unit IMO, 2020). Se figur under.

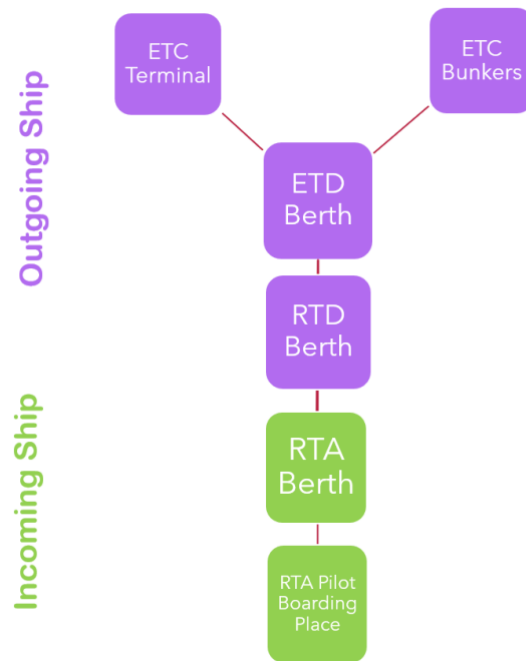
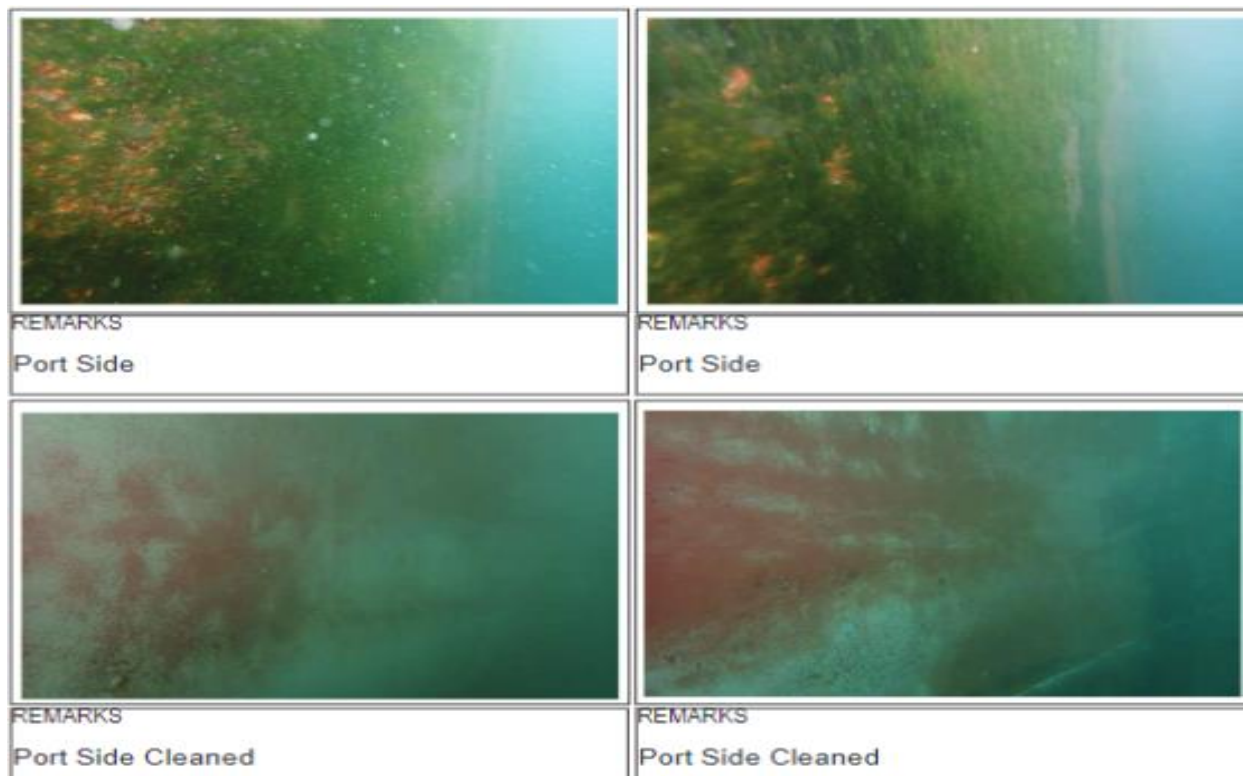


Figure 4: Viser sammenheng mellom de ulike tidspunktene.

Ifølge rapporten fra GloMEEP Project Coordination Unit (2020), avhenger disse nevnte tidspunktene av hverandre og også andre faktorer, som da fører til sin kompleksitet og vanskelige forutsigbarhet. RTA PBP avhenger av RTA berth som igjen avhenger av RTD for skipet som allerede ligger til kai. RTD for skipet som allerede ligger til kai vil bli estimert med bakgrunn i ETC terminal og bunkers. Og på bakgrunn av beskjeden om RTA PBP, kan skipet bestemme sin seilingshastighet.

2.2.1.3 Hull and Propeller Cleaning

Skrog begroing er et resultat av akkumulering av marin vekst, og fører til redusert hastighet og økt bunkersforbruk grunnet økt friksjon (Skuld, u.å.). Selv mindre mengder biofilm påvirker hydrodynamikken til et skipsskrog ved å øke draget og derav økt fremdriftskraft (Dennington, 2010). Skrog begroingen øker betraktelig dersom fartøyet har lange perioder med tomgang eller ved lav aktivitet som for eksempel hyppige eller lange opphold i havner. Figuren under viser et skrog før og etter skrogvask.



Figur 5: G3 Skip før og etter hull cleaning

Ifølge Erik Hjortland (2022), Vice President ved Odfjell for Teknologidepartementet, er Hull Cleaning og Propeller polishing et av de viktigste bidragsyterne til utslippsreduksjon og CII forbedring. Hull cleaning og Propeller polishing vil si å rengjøre skrog og propell for begroing. Ved å fjerne skrog begroing vil skipets drag avta, og derav gir det redusert bunkersforbruk som i sin tur reduserer utslippene. En ytterligere fordel med hull cleaning er fjerning av potensielle invasive arter (Biobegroing) og spredningen av dem. Det er derimot bekymringer rundt dette når rengjøringen foregår ved havner mens skipet er i vann da havneområdene kan bli utsatt for

fremmede arter. Biobegroing er en stor trussel mot verdenshavene og for bevaring av det biologiske mangfoldet i de forskjellige geografiske områdene skipene seiler (Adland et al, 2018).

Ifølge Adland et al. (2018), finnes det to forskjellige typer rengjøringsoperasjoner for skrogbegroing. Raskeste og rimeligste måten er rengjøring av skog under vann mens skipet ligger i ro, der dykkere utstyrt med elektriske rengjøringsverktøy fjerner begroingen. Dette krever at rederen har tilgang til anerkjente tjenesteleverandører som utfører denne typen operasjon ved ønskede havner. Dersom rengjøringen derimot er for aggressiv kan antifouling-lakken bli skadet, og kan gi negative konsekvenser for dets effektivitet og levetid (Oliveira & Granhaug, 2016). Det andre alternativet er hull cleaning når fartøyet er i tørrdokk, som regel hvert femte år i forbindelse med obligatorisk krav fra klassifiserings myndighetene (Adland et al, 2018). Her rengjøres hele skroget og skipet blir malt på ny.

2.2.1.4 Speed Management

Hastighet har den siste tiden vært knyttet tett opp mot bunkersforbruk, og det har derfor vært et viktig tema å ta hensyn til under operasjonene. Forholdet mellom bunkersforbruk og skipets hastighet er som regel eksponentiell (GloMEEP, u.å). GloMEEP, et initiativ fra IMO, viser til et eksempel hvor et open hatch skip på 56 000 DWT som øker farten med 13%, også øker nesten 40% av daglig bunkersforbruk, se figur 6.

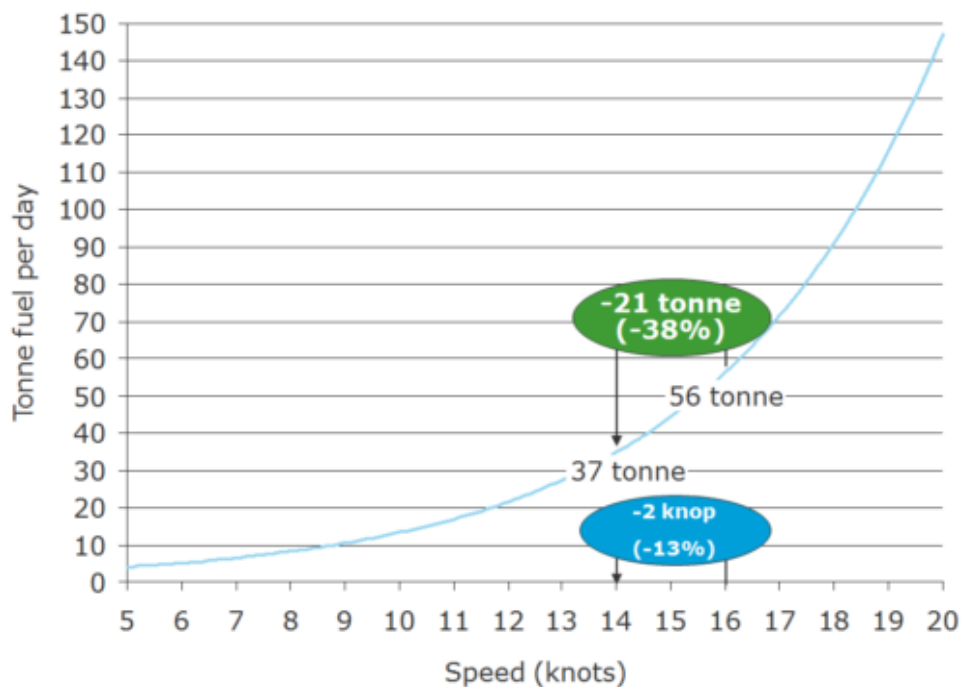


Figure 6: Sammenheng mellom hastighet og utslipp.

Fartsreduksjon har lenge vært et tiltak for bunkers besparelser, og det er en bred forståelse i industrien at det også er et av de “enkleste” tiltakene for utslippsreduksjon på kort sikt (Martić et al., 2019, Mallidis et al., 2018, Corbett et al., 2009). “Slow steaming/Ecospeed” er en tilnærming til speed management som først ble etablert av containerselskapet Maersk Lines, og blir nå i senere tid også benyttet av andre skipstyper som bulkskip, tankskip osv (Degiuli et al., 2019). Slow steaming/ Ecospeed omtales som “perfect vessel speed for best fuel consumption” (Mfame, 2020). Slow steaming har bidratt til redusert drivstofforbruk og derav karbonutslippet (Martić et al., 2019, Mallidis et al., 2018, Corbett et al., 2009). Prinsippet handler om fartsreduksjon hvor eksempelvis, et Maersk-skip som tidligere seilte med en hastighet på 20-24 knop nå seiler med en hastighet på 12-19 knop (Mohit Sanguri, Marine Insight, 2012).

Det har vært bekymringer rundt negativ effekt på motoren på skipene, men fordelene med slow steaming har overskygget disse bekymringene enn så lenge (Mohit Sanguri (Marine Insight), 2012).

Det er verdt å nevne at neste år (2023) og 2024 vil være det første året i moderne historie i tørrbulk segmentet hvor det forsvinner ut flere skip enn det det kommer inn i markedet (Chambers, 2022).

Hvordan fartsreduksjon eventuelt vil påvirke selskapene i kombinasjon med dette kan diskuteres videre i kapitel 6.

2.2.3 Vessel Retrofits

2.2.3.1 FuelOpt, Propeller Boss Cap, Bulbous Bow & Mewis Duct

Det er flere tekniske løsninger som kan bli benyttet, ved riktige forhold, til å optimalisere skipenes effektivitet. Propeller Boss Cap, Mewis Duct & Bulbous Bow er eksempler på slike løsninger. Ifølge Veine Huth (Manager Research & Development at Odfjell SE, 2021), har disse alternative gitt en reduksjon på 5% (Propeller Boss Cap) og 10% (Mewis Duct) på sine skip, mens Bulbous Bow kan gi opp mot 15% reduksjon på fuel forbruket, ifølge Lin Ye (ScienceDirect, 2014). Det er flere tekniske elementer som spiller inn på det faktiske resultatet ved å implementere disse løsningene, og resultatet avhenger av hvilket skip og forhold det er snakk om.

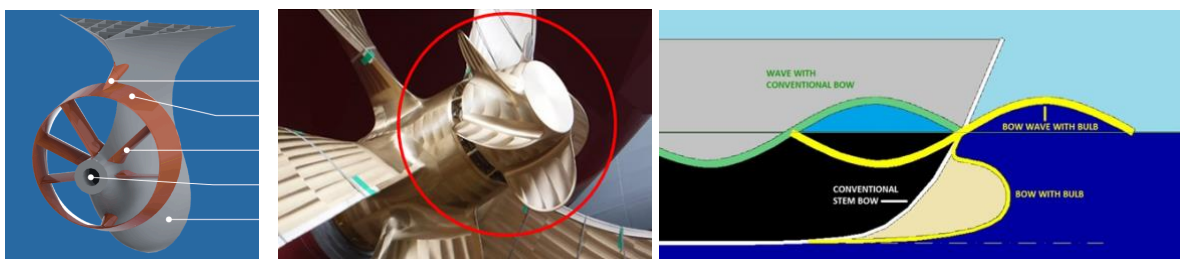


Figure 7: Fra venstre til høyre, Mewis Duct, Propeller Boss Cap & Bulbous Bow

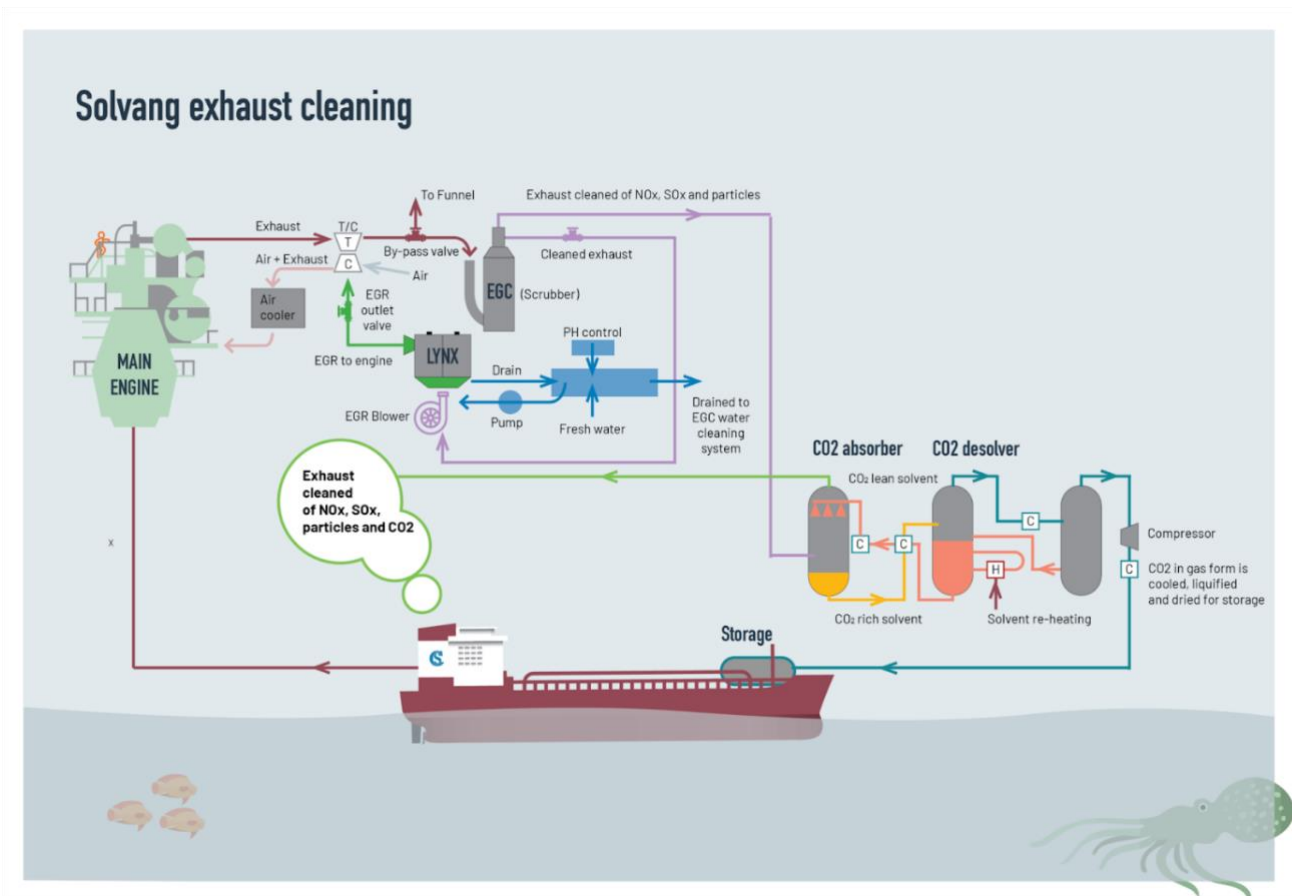
En annen aktuell løsning som har blitt utviklet av Yara er FuelOpt. FuelOpt skal gi optimalisert reise og fokuserer på parametere som har størst innflytelse på skipets effektivitet. Dette er hastighet, motorkraft og maksimalt tillatt drivstofforbruk. FuelOpt er designet for å finne den ideelle balansen mellom drivstofforbruk og hastighet (Yara, 2022). FuelOpt systemet gir en direkte interaksjon mellom maskinrommet og broen, og gir mannskapet og kapteinen full kontroll over disse nøkkelparametere. Når nødvendige kommandoer er satt inn fra kapteinen/mannskapet, vil systemet overvåke og kontrollere fartøyets fremdriftskraft i sanntid slik at det kan optimalisere energieffektiviteten (Yara, 2022). Ifølge Yara selv, kan skipene redusere opp mot 15% drivstofforbruk ved å implementere FuelOpt. Dette er en enhet som installeres ombord skipet, og kan også monitoreres fra land med de nevnte sanntidsdataene. Nedenfor ser man en FuelOpt bridge panel.



Figur 8: FuelOpt Bridge Panel

2.2.3.2 Carbon Capture & Storage

Av DNVs *Maritime Forecast 2050 6th version*, fremkommer det at i selv de beste scenarioene frem mot 2050 er en avhengig av fossilt drivstoff, opp mot 55%-65% (DNV, 2022). Det er derfor et stort fokus på Carbon Capture & Storage-teknologi (CCS) i DNVs rapport (*Maritime Forecast 2050*, 2022), og de mener at det kan bli en viktig bidragsyter på veien mot IMO's klimamål 2050 for skipsfart. CCS-teknologi har lenge vært tilgjengelig på land, men CCS-teknologi om bord skip er enda i tidlig fase (Smith & Barden, NORTH 2021). Det er derimot forventet at teknologimodenheten for CCS-teknologi vil være høy, dvs tilgjengelig for kommersiell bruk, fra 2030 ifølge DNV (2022). Figuren under illustrerer hvordan denne prosessen skal foregå om bord et skip.



Figur 9: Figuren illustrerer CCS prosessen som er tiltenkt om bord et testprosjekt.

Faktorer som vekt, integrering, effektivitet, kostnad og kompakthet er avgjørende for at denne teknologien skal bli realisert (Sintef, 2021). Et annet viktig element ved bruk av CCS-teknologi er bekymringen rundt lagring av CO₂-en som fanges, både om bord på skipet og i etterkant på land. Teknologien har som nevnt vært i bruk på land i flere år, og det har her vært praksis å komprimere CO₂-en til flytende form og deretter transportere dette og pumpe det under jorden. Vanligvis på dybder opp mot 1 km eller mer, for å lagre i uttømte olje- og gassreservoarer, kullbunner eller dype saltholdige akviferer, der de geologiske tilstandene tillater dette (LSE, 2018). Figuren under illustrerer dette.

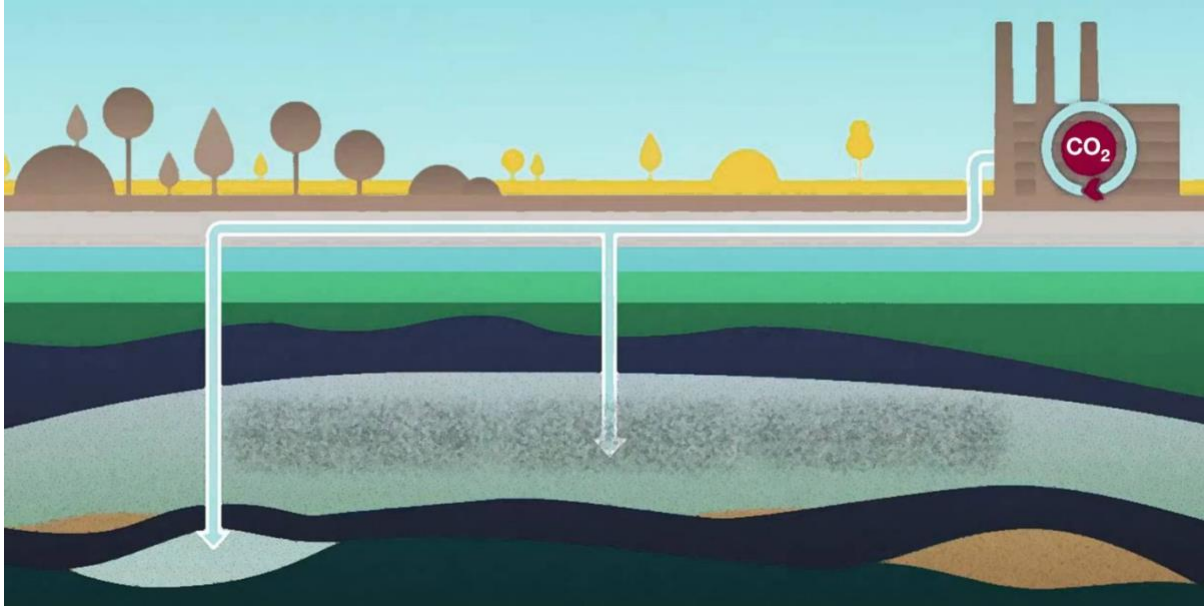


Figure 10: Lagring av CO₂ fangsten illustreres her.

2.2.4 Alternative Fuels

Per i dag finnes det ikke noen alternative drivstoff som er tilstrekkelig sikkert alternativ for å kunne satses på utelukkende. Heavy Fuel Oil/ Marine Gas Oil, kan per i dag, ikke erstattes fullstendig av et alternativt drivstoff. Årsaker til dette er flere, men hovedsakelig er det manglende teknologimodenhet, mangel på infrastruktur, ressurs tilgjengelighet, sikkerhetsmessige årsaker, politisk motstand samt det økonomiske perspektivet som har vært barrieren for overgangen til karbonnøytrale løsninger (DNV Maritime Forecast 2050, 2022).

International Atomic Energy Agency (IAEA) mener det er på tide å tillate kjernekraft på lik linje med andre alternative energikilder (Grossi, IAEA 2021), og ifølge World Nuclear Association produserer kjernekraft null GHG under operasjonen, og minimalt gjennom dets livssyklus (World Nuclear Association, å.u). Dette er et alternativ som kan fjerne behovet for CII og andre miljøreguleringer totalt, men utelukkes her som et alternativ grunnet rapportens omfang.

2.2.4.1 Biofuel

Til tross for at en foreløpig ikke har tilstrekkelig alternativ for å erstatte tradisjonelt drivstoff 100%, finnes det løsninger som kan bidra på veien mot karbonnøytralitet. Drop in fuel er det fuel alternativet som krever minst justeringer på skipene for å kunne erstatte HFO/MGO. Drop-in fuel beskrives som; *An alternative fuel that is fully compatible and interchangeable with a specific conventional fuel* (Tvrde, Drop-in Fuel MEMO 2022). Det drivstoff alternativet som er mest

hensiktsmessige å ta under vurdering som kan erstatte petroleumsbasert drivstoff er, drop in fuelet Biofuel (McMillan et al, IEA 2014).

Biofuel enkelt definert er “Any fuel that is derived from biomass - that is, plant or algae material or animal waste.” (Lehman, 2022). Biofuel separeres i tre generasjoner, se figur under for eksempler på hva de kan lages av.

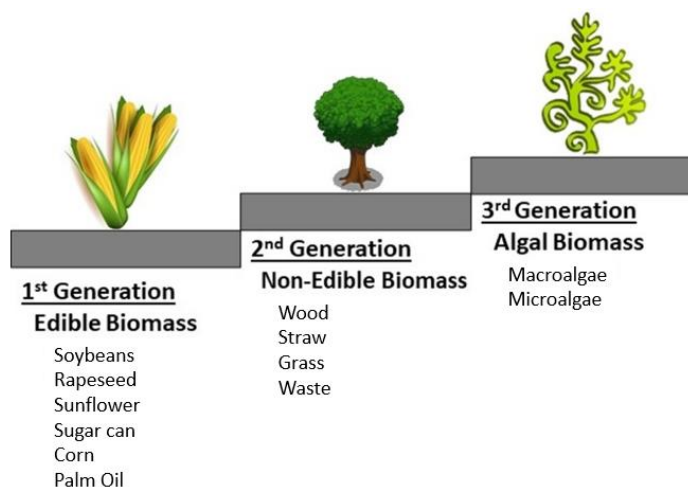


Figure 11: De tre ulike biofuel generasjonene og eksempler på råmateriale for produksjon.

Første generasjon er hentet fra spiselig biomasse og sees på som ikke-bærekraftig løsning på lengre sikt (Tvrde, MEMO 2022). Dette grunnet dets konflikt med samfunnets interesser ettersom råstoffet er strengt tatt mat. Andre generasjon fremstilles hovedsakelig av rester og avfall fra næringsmiddelindustri, landbruk eller skogbruk og har ikke sitt opphav fra råstoff som kan benyttes som mat eller dyrefor (Miljødirektoratet, 2021).

Andre generasjon lages da hovedsakelig av bærekraftige råstoff og regnes derfor som det mest bærekraftige alternativet. Trær og skoger blir derimot kuttet for å produsere bioenergi og dette har blitt møtt med stor kritikk fra flere forskere. Følgende ble skrevet i et brev til EU-parlamentet i 2018 av over 800 forskere: “Even if forests are allowed to regrow, using wood deliberately harvested for burning will increase carbon in the atmosphere and warming for decades to centuries – as many studies have shown – even when wood replaces coal, oil or natural gas. The reasons are fundamental and occur regardless of whether forest management is “sustainable.” Burning wood is inefficient and therefore emits far more carbon than burning fossil fuels for each kilowatt hour of electricity produced.” (Scientist Letter on EU Forest Biomass, 2018).

Tredje generasjon biofuel, også kjent som “algae fuel” er produsert av alger (Dhingra et al, 2019). Dette har også lenge gått under 2. generasjon da det i utgangspunktet er en bærekraftig løsning. Nedsiden med alger er at selv når de dyrkes i avløpsvann, krever det store mengder vann, nitrogen og fosfor for å vokse nok til kommersielt bruk, som drivstoff. Så store mengder at produksjon av gjødsel for å dekke behovene til alger som brukes til å produsere biodrivstoff, ville gi mer klimagassutslipp enn det som ble spart ved å bruke algebasert biodrivstoff. Det betyr at kostnadene for algebasert biodrivstoff er betraktelig mer enn drivstoff fra andre kilder (Biofuel.org.uk, 2010). Prosessen ved utvinning av “algae fuel” illustreres under i figur 12.

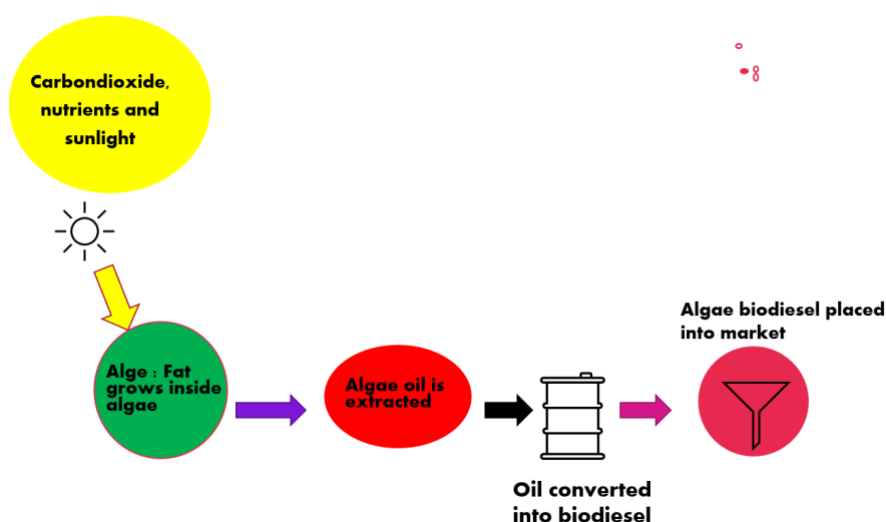


Figure 12: Prosessen med å produsere biofuel av alger

CO₂-faktoren for HFO og MGO er henholdsvis 3.114 g CO₂ per g fuel og 3.206 g CO₂ per g fuel (Patrissia Maria Stathatou et al, 2021). Inntil videre regnes derimot sertifisert bærekraftig biofuel å ha CO₂-faktor null (Tvrde, MEMO 2022). Det betyr at av eksempelvis 10% biofuel og 90% MGO miks vil CO₂-faktoren bli følgende: $0.10 \cdot 0 + 0.90 \cdot 3.206 = 2.885$ (Tvrde, MEMO 2022).

3.0 Metode

Når en skal utføre et forskningsprosjekt, må en benytte en eller annen form for metode. Metode forstås som verktøy eller fremgangsmåter for å fremskaffe kunnskap og viten innenfor et felt (Larsen, 2017 s.17). Ifølge Knutsen & Moses (2019, s.3) kan en skille mellom metode og metodologi. Metodologi omhandler hvordan en vet, og hva som vil være den mest forholdsmessige

metoden å benytte for å besvare det en søker å finne svar på. Deretter skiller en mellom to ulike former for metode; kvalitative metoder og kvantitative metoder.

Informasjon om virkeligheten som blir registrert kaller en data eller empiri (Larsen, 2017 s.25). Dataene er kvantitative dersom de er tellbare, altså at de kan kategoriseres slik at en kan telle hvor mange som besvarer de ulike alternativene. Det blir ofte kalt *hard-data*. For eksempel er tall som forteller oss hvor mange av Bacheloroppgavene i år 2021 som fikk karakter A, B og C, et eksempel på *hard-data*. Kvalitative data sier oss noe om ikke-tallfestbare (kvalitative) egenskaper. Ofte referert som *mykdata* (Larsen, 2017 s.25). Eksempelvis vil et spørsmål til studentene fra 2021 kullet angående deres opplevelse av Bacheloroppgaveskrivingen, være *mykdata*. Forskjellen mellom disse to metodene er forsåvidt store, men i dag er de sett på som komplementerende fremfor konkurrerende (Ringdal, 2018 s.109).

En finner det mest hensiktsmessig å benytte kvalitative metoder i dette forskningsprosjektet grunnet rapportens tema samt retningen en ønsker å gå, hvor metodens styrker synes å være riktig tilnærming. Derfor vil en videre se nærmere på kvalitative metoder i underkapittelet.

3.1 Kvalitativ metode

Som regel er formulering av problemstillingen avhengig av hvor mye arbeid som er gjort på det aktuelle emnet tidligere. Med andre ord, hvor mye kunnskap som finnes om emnet fra før (Larsen, 2017 s.84.). Temaet som er valgt for rapporten er et felt som er helt nytt for industrien, og derav er det et behov for fleksibilitet med tanke på spesifisering og avgrensning av emnet. Det er vanligere at problemstillinger endres underveis i kvalitative studier enn ved kvantitative studier (Larsen, 2017 s.84). Dette, samt den begrensede tiden og ressurser en har tilgjengelig, faller det naturlig å benytte seg av kvalitative studier i denne rapportens utarbeidelse.

Kvalitative data kan være intervjudata, observasjonsdata, dokumenter og lyd- og billedopptak (Larsen, 2017, s.97). I denne rapportskrivningen har jeg bestemt å benytte intervju som hoved metode ettersom det virker å kunne være det mest hensiktsmessige for problemstillingen. Metoden gir den fleksibiliteten en trenger for å kunne undersøke aktuelle saker grunnet det faktum at problemstillingen er helt ny for industrien. Larsen (2017) skriver, "I et kvalitativt intervju ønsker forskeren å få innsikt i personers erfaringer, meninger og følelser.". Det er knyttet stor usikkerhet

rundt flere tema i problemstillingen og det vil derfor være hensiktsmessig å samle kvalifiserte personers meninger om temaet.

Det finnes ulike måter å strukturere og gjennomføre intervju på. Strukturert intervju, semistrukturerte intervjuer, ustrukturerte intervjuer og samtaleintervjuer eller dybdeintervju er noen av strukturene en kan finne ved intervjuer (Larsen, 2017, s.99-100). I denne rapporten vil en benytte en kombinasjon av semistrukturerte og ustrukturerte intervjuer. Ved semistrukturerte intervjuer har en ferdig formulerte spørsmål og/eller stikkord, men er fleksibel med hensyn til rekkefølgen, samt at en stiller oppfølgingsspørsmål der forskeren finner det nødvendig (Larsen, 2017, s.99-100). Ved ustrukturerte intervjuer skal ikke forskeren styre intervjuet i for stor grad, men la informanten få prate fritt om temaene som tas opp (Larsen, 2017, s.99-100).

Intervjuobjektene har hovedsakelig vært ansatte ved G2 Ocean, Greig Maritime Group og GearBulk. Personer fra de nevnte selskapene er Henning Rebnord (ESG Manager), Eivind Lone (Fleet Planning Director), Trond Aga Haug (Fleet Performance Manager), John Gabriel Östling (Principal Engineer), og Leo Tvrde (Tidligere kaptein, nå Project Engineer). I tillegg har en intervjuet følgende eksterne personer; Tor Øyvind Ask (Fleet Director, Solvang ASA), Eirik Eide (Shipshave), Ann De Smet (Port of Antwerpen-Brugge) og Damian Gonsalves (Program Manager at Port of Rotterdam). Det har også vært en rekke uformelle, men svært verdifulle samtaler med flere relevante personer som skipsagenter, skipsmeglere, managing operations director, ESG & teknologi avdelinger, CEO med mer. Kunnskapen som en har tilegnet seg gjennom disse samtalen blir benyttet gjennom hele rapporten i form av sitat eller referanse, der en finner det relevant.

3.1.1 Fordeler ved kvalitative metoder

Fordelen med kvalitative undersøkelser er at forskeren kan møte informantene, eksempelvis i form av intervju, ansikt til ansikt og få utfyllende og utdypende informasjon. I et intervju kan intervjuer/forskeren få stille oppfølgingsspørsmål og unngå misforståelser, samtidig som en kan gå dypere inn i temaet (Larsen, 2017, s. 29). Dette bidrar til å sikre god validitet, ifølge Larsen (2017). I tillegg kan forskeren legge merke til reaksjoner og uttrykk som ikke fremkommer ved verbal eller skriftlig kommunikasjon som kan være av stor verdi for forskningen. Kvalitative metoder er godt egnet til å undersøke problemstillinger av stor kompleksitet, der det er behov for å gå i dybden (Busch, 2013, s.53).

3.1.2 Ulemper ved kvalitative metoder

Det er verdt å nevne at det er noen nedsider med kvalitative metoder som kan påvirke resultatet av forskningen. Det er som regel ikke mulig å generalisere statistisk ved kvalitative undersøkelser. Til tross for at det bør ha en overføringsverdi, er ikke det det samme som at den er statistisk generaliserbar (Larsen, 2017 s.29). Behandlingen av dataene etter kvalitative undersøkelser er mer tidkrevende grunnet store mengder “uorganisert” data, i motsetning til kvantitative undersøkelser. Larsen (2017) nevner også at det er vanskeligere å få helt ærlige svar når intervjueren sitter foran deg, enn når du er anonym og fyller ut et skjema.

3.2 Litteratursøk

Litteratursøk blir utført for å finne informasjon og forskning som allerede er blitt avdekket innenfor aktuelt fagfelt. Dette gir en oversikt over hvilke forskningsmuligheter som er til stede innen fagfeltet, samtidig som en kan benytte allerede eksisterende kunnskap til å knytte opp mot problemstillingen for å finne potensielle løsninger/svar. Det vil også gi en indikasjon på hvilken metode som er relevant å ta i bruk for videre forskning, samtidig som en da kan referere til kunnskapen/informasjonen en akkumulerer dersom det er gode relevante kilder (Larsen, 2017). I denne rapporten har en sett behov for å innhente data fra industriaktører, men databaser som Google Scholar har primært blitt forsøkt brukt.

4.0 Case

4.1 Bakgrunn om G3 - G2 Ocean, Grieg Maritime Group & Gearbulk

G2 Ocean er en joint venture (felles foretak) eid av Grieg Maritime Group og Gearbulk som er blant de største aktørene innen Open Hatch segmentet på global basis. G2 Ocean er operatøren til sine eiere (pool operatører), og har posisjonert seg som et av de største skipsoperatørene i verden i Open Hatch segmentet med over 140 skip i flåten. Selskapet har per i dag rundt 36 trade routes med rundt 65% av tradene på COA, i tillegg til prosjekt cargo/tilpasning ved forespørsel av tonnasje.

4.1.2 CII Ståsted

Som nevnt ligger flere av skipene til G2 Ocean under CII-kravene som må overholdes fra 2023. Figurene nedenfor viser hvilket nivå de enkelte av skipene ligger på per i dag, og hvordan det ser ut fremover uten tiltak. Dette er kun noen av skipene som tilhører G2 Ocean gjennom sine eiere.

Buildt	Ship Type	DWT	2021 as reference											
			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
5/21/2001	General cargo	23529	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
May-03	Combo	50379	B	B	B	C	C	C	C	D	D	D	D	D
Dec-09	General cargo	54204	C	C	C	D	D	D	D	D	D	E	E	E
Jan-99	General cargo	36466	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C
		19336	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D
		19308	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D
		15002	D	D	D	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Mar-91	General cargo	42276	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D
Jul-92	General cargo	42276	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D
Jul-92	General cargo	42276	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D
Mar-13	General cargo	72400	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	E	E
Dec-14	General cargo	72400	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D
Sep-13	General cargo	73296	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D
Apr-13	General cargo	72800	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	E	E
Jan-14	General cargo	73296	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D
Nov-15	General cargo	62823	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D
Sep-15	General cargo	62823	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D
Sep-14	General cargo	62841	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D
Aug-15	General cargo	62924	B	B	B	C	C	C	C	C	D	D	D	D
Dec-97	General cargo	48041	D	D	D	D	D	D	E	E	E	E	E	E
Jan-01	General cargo	47817	D	D	D	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Dec-05	General cargo	48000	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	E	E
Jul-96	General cargo	48041	C	C	C	D	D	D	D	D	D	E	E	E
Jun-02	General cargo	47792	D	D	D	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Mar-09	General cargo	72863	D	D	D	D	D	E	E	E	E	E	E	E
Dec-10	General cargo	71460	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D
Dec-09	General cargo	72863	C	C	C	D	D	D	D	D	E	E	E	E
Sep-10	General cargo	72863	C	D	D	D	D	D	D	E	E	E	E	E
Mar-97	General cargo	55457	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Aug-97	General cargo	51800	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Oct-97	General cargo	55531	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Apr-96	General cargo	55770	D	D	D	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Apr-99	General cargo	55497	D	D	D	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Dec-97	General cargo	56980	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Nov-97	General cargo	55458	D	D	D	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Dec-98	General cargo	51800	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Mar-92	General cargo	46956	B	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D
Apr-92	General cargo	46908	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D
Mar-92	General cargo	46998	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D

Figure 13: Eksempel på nåværende CII rating og fremtidig rating slik det er nå uten tiltak. Hver vannrett kolonne viser et skip.

Hvordan CII vil påvirke måten G2 Ocean kan operere skipene som er på TC, er derimot foreløpig ukjent, men en regner med at det vil være nødvendig for skipseier å inkludere CII-klausuler i Certepartiet (Personlig kommunikasjon, Rebnord 2022). Ettersom det er eier/manager, formelt den som innehar Document of Compliance (DOC), som er ansvarlig for disse kravene vil ikke modifikasjon av TC skip være under G2 Oceans ansvarsområde. G2 Ocean vil derimot gjennom de nevnte klausulene, bli påvirket på det operasjonelle.

5.0 Analyse

I dette kapittelet vil jeg presentere og evaluere hovedpunktene fra dataene som har blitt innhentet. Hensikten med analyse-kapittelet er å undersøke om det er noen spesifikke interessante funn som skiller seg ut og om det er samsvar eller uenighet om de aktuelle emnene problemstillingen er bygget opp av, mellom teorien og dataen som er innsamlet. Dette for å analysere om dataen kan være av nytteverdi for å løse problemstillingen videre i neste kapittel.

5.1 Vessel and fleet operation

Det er stort potensiale for forbedring av CII-verdien gjennom operasjonelle tiltak. Tidligere i rapporten er WRS, JIT, Hull and Propeller Cleaning og Speed Reduction blitt nevnt som Vessel and Fleet Operations tiltak. En har derfor intervjuet aktuelle personer som kunne bidra med tilstrekkelig informasjon om disse tiltakene for å vurdere deres potensiale for implementering.

5.1.1 Weather Routing Systems

I forbindelse med Weather Routing System har en hovedsakelig intervjuet Trond Aga Haug, samt fått innspill fra blant annet tidligere kaptein Leo Tvrde (Personlig kommunikasjon, Høst 2022) og ESG manager Henning Rebnord (Personlig kommunikasjon, Høst 2022).

WRS har ifølge Haug, vært benyttet i industrien i mange år allerede. Før CII ble et tema, var WRS` s hensikt å sørge for sikker seilas, med optimale ruter, samtidig som en sparte kostnader.

G2 Ocean benytter Weather Routing Service fra et selskap ved navn Stormgeo og WNI. Det er ifølge Haug, relativt like løsninger som blir tilbudt fra konkurrentene og baserer seg på optimalisering av fuelforbruk med bakgrunn i alternativene; CP Compliance, On-Time Arrival, Instruert Hastighet, Minimal Seilas Kostnad og Tidligst Ankomst, se figur 14. G2 må selv sende inn informasjon om eksempelvis bunkerspris, kapteinens valgte rute, posisjon m.m, og preferanse på hva de ønsker å oppnå (Voyage priorities) med seilasen. Deretter vil bemanningen ved Stormgeo/WNI beregne optimal rute med bakgrunn i de angitte preferansene, og kommunisere dette til kapteinen.

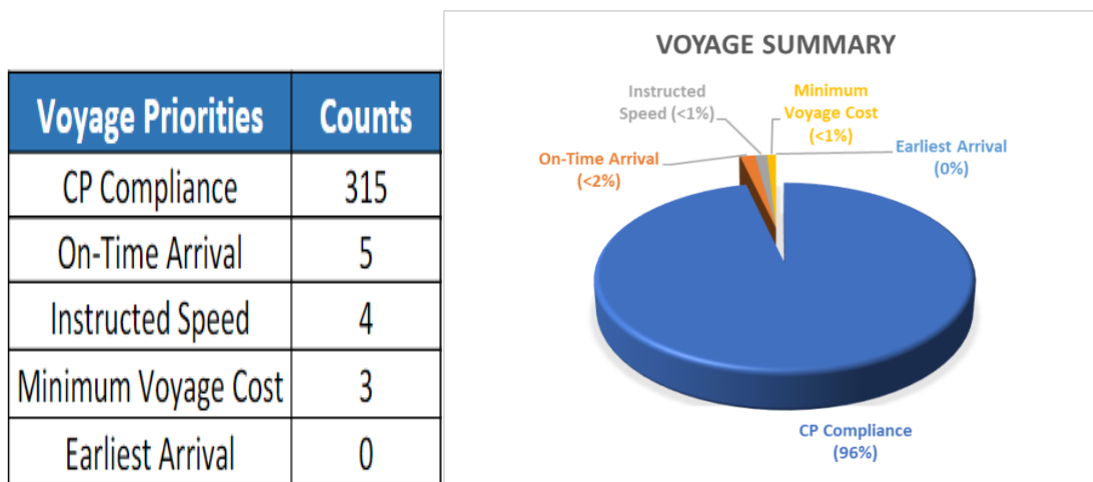


Figure 14: Voyage priorities vises på figurene.

Ifølge Trond Aga Haug, handler det om et helhetsbilde fremfor enkeltreiser for G2 Ocean som har en flåte på omtrent 140-150 skip. Et selskap som tilbyr WRS kan gi gode ruter for enkeltreiser for det enkelte skip, men det er ifølge Haug, ikke noen som leverer noe som hensyntar hele flåten med tanke på videre reiser og tidsplan. Det er ikke noen som leverer noe som hensyntar et helhetsperspektiv på flåten eller skipet. Trond viser til eksempel; “For G2 som har over halve traden sin på lange COAs er det ofte flere skip som skal til samme havner for eksempel. WRS tar ikke hensyn til slike caser, og ved tilfeller der flere av skipene ankommer havnen samtidig, vil det ende med at skipene må vente i kø på grunn av at det ikke har vært en samhandling mellom skipene gjennom denne tjenesten”.

Haug forteller at det vil være mulig å forbedre effekten av WRS dersom operatører eksempelvis fulgte med tettere på seilassen. Men kost nytten av dette veier ikke opp, og operatørene i dag har ikke denne muligheten grunnet arbeidsmengden som allerede må fullføres på daglig basis, forteller Haug.

G2 Ocean har derimot fått effekt av å benytte seg av WRS likevel (levert av tidligere leverandør WNI), hvor skipene i en periode på 5 måneder med totalt 327 seilas viser resultater ved WRS implementering. Av de 327 seilasene har WNI fått kapteinens første ruteforslag 176 (54%) av de nevnte seilasene. Disse 176 er de seilasene som kan sammenlignes med WNI forslag, og 105 (60%) av disse seilasene kunne optimaliseres. 77 (73%) av seilasene ble faktisk forbedret og optimalisert ifølge WNIs rapport/presentasjon til G2 Ocean. Prioriteringen i majoriteten av seilasene var CP

compliance, slik det er illustrert ved figur 14. WRS har spart selskapet relativt store summer, og WNI viser til en Return Of Investment på cirka 1 til 3.5.

Tidligere kaptein, Tvrde, mener en kombinasjon av WRS og FuelOpt kan gi gode resultater. WRS skal etter beste evne redusere dårlige værforhold, mens FuelOpt optimaliserer reisen når skipet først møter på hav og vær som krever mer motorkraft. Disse løsningene krever heller ikke store økonomiske investeringer, forteller Tvrde.

G2 Ocean skal etter planen igangsette et testprosjekt i 2023/2024, hvor WRS kombineres med AI, ifølge Haug. Dette kan potensielt forbedre kvaliteten ytterligere, men det er noe som gjenstår å se forteller han.

5.1.2 Just in Time

Just-In-Time-ankomst er i teorien en god løsning, men hvordan en skal oppnå det i praksis er ikke klart. Havne- og terminal-siden har tilsynelatende størst innflytelse på suksessen av JIT, fremfor skipenes bidrag til dette. “The port is the bottleneck” uttaler Lone (Personlig kommunikasjon, 2022).

Under intervju med key account manager ved Port of Antwerpen-Brugge, Ann De Smet, forklarer hun ytterligere hvor komplekst bildet er. Hovedpoengene en kan hente fra Smet er;

Det er forskjellige organer som har myndighet over ulike operasjoner som alle er viktige for skipets operasjoner ved havna. Dette var også bekreftet av Port of Rotterdam, og påpekt å være det største hinderet for å forbedre havneanløpet. En er avhengig av terminaloperatører som er ansvarlige for blant annet anskaffelse av havnearbeidere, havnemyndigheten som bistår med taubåter, anskaffelse av los med mer, operatører på landsiden som sørger for lagringsplass, transport av last til og fra havnene m.m. De nevnte partene er nødvendige for å få informasjon om ETC terminal/bunkers, ETD berth, RTD berth, RTA berth og RTA PBP.

For det andre krever havneoperasjoner av bulklast mer mannskap. Smet forteller “*For two years ago there was not a lot of employment on the multipurpose terminals (because of Covid), so we have seen a lot of labor force go to container terminals because there was (and is) a lot of business in this segment and these guys do not come back to multipurpose terminals, because it (container) is an easier job.*”. Det er ifølge Smet og også representanter fra Port of Rotterdam, stor mangel på arbeidskraft ved terminalene for tiden. Noe som også skyldes at flere har valgt andre yrker

under/etter Covid. Smet belyser andre årsaker også *“We also see the phenomenon after Covid, young people do not want to work in shifts anymore. They prefer to work the normal office hours, so it is very difficult to keep people there.”*. Det er ikke uvanlig å se arbeidstider for disse havnearbeiderne med vaktskiftene en ser her: 06.00-14.00/ 14.00-22.00/ 22.00-06.00.

På spørsmål om hvordan havneanløpet foregår per i dag svarer Smet at det er, *“first come, first serve basis”*, skipet som annonserer ankomst først får berth (RTA berth) først. Eacott (Operations Director G2 Ocean, 2022) forteller at G2 Ocean som regel annonserer om ankomst 10-7-5-3-2-1 dager i forkant. Og for å bestille los forteller Eacott at G2 Ocean, som regel tar hånd om det en dag i forveien med små justeringer der det er nødvendig.

På spørsmål om hvorvidt Just-In-Time-ankomst er mulig å realisere svarer Smet blankt nei. Hun begrunner det med at det er veldig vanskelig å forutsi tilgjengelighet av los, berth osv, og forteller; *“Every partner in this chain needs to have the people available in order to assist the vessel, so it is very difficult to put a window on the vessel call”*. Dette også på bakgrunn av ovennevnte årsak om mangel på arbeidskraft forteller hun. Hun åpner derimot opp for at det må skje endringer, men at det går sakte; *But yeah, it will be a slow process. I think we all people need to evolve towards the future. The systems cannot remain to exist as they were 20 or 30 years ago, but it's very hard to predict when there will be.”*.

Smet forteller også at de som havnemyndighet forsøker å engasjere terminaloperatørene og ansettelsesbyråer til å samarbeide bedre for å være mer transparente. Men påpeker at de ikke har myndighet over dette.

Gonsalves, program manager ved Port of Rotterdam, er optimistisk til JIT i container bransjen. På spørsmål om det også lar seg gjøre for drybulk/general cargo-segmentet er han enig med Smet sine påstander. Han nevner de samme hovedproblemene som ligger til grunn for at det ikke er lett å la seg gjøre i dette segmentet.

5.1.3 Hull and Propeller Cleaning

Ifølge Henning Rebnord (2022) er det flere skip i G3-flåten som har over 10% speed loss, det vil si, skipene har mer enn 10% fartsreduksjon i forhold til det båten i utgangspunktet skal yte, gitt et fast forbruk.

På spørsmål om hvor ofte skrogvask foregår svarer Rebnord; *“Hvert 5. år er skipet i dokk, da blåser vi av gammel maling og legger på ny.”*. Utenom dette blir det gjort inspeksjoner cirka hver 6-8 måned og deretter vurdert ut ifra resultatet og behovet om det er nødvendig med skrogvask. Rebnord fortsetter og forteller; *“Ideelt sett så skal ikke skrogvask være nødvendig og man ødelegger alltid litt av malingen ved å ta en vask... Men avhengig av kvalitet på maling, forarbeid på skrog, og ikke minst om skipet har ligget mye stille, så kan det være nødvendig.”*.

En aktør som mener å ha en effektiv og kostnadsbesparende løsning for hull cleaning er leverandøren Shipshave. Shipshave har utviklet et produkt som dem kaller In-Transit-Hull-Cleaning (ITCH), og skal ifølge Eirik Eide ved Shipshave, være en effektiv proaktiv løsning for skrogbegroing, i motsetning til de overnevnte tiltakene som er retroaktiv handling. Under intervjuet forteller Eide; *“Vår løsning skal være et proaktivt verktøy, hvor en starter med et rent skrog også skal ITCH sørge for å holde det rent.”*. Som det ligger i navnet er dette et verktøy som brukes under seilassen, hvor Eide forteller at verktøyet fungerer optimalt ved hastighet på 10-17 knop. Figuren under illustrerer ITCH enheten.

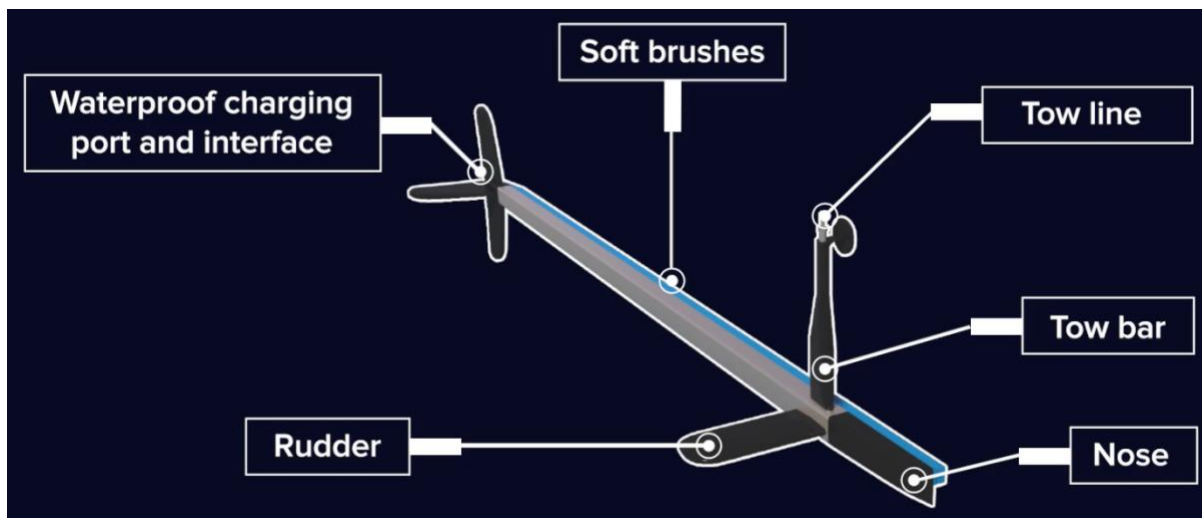


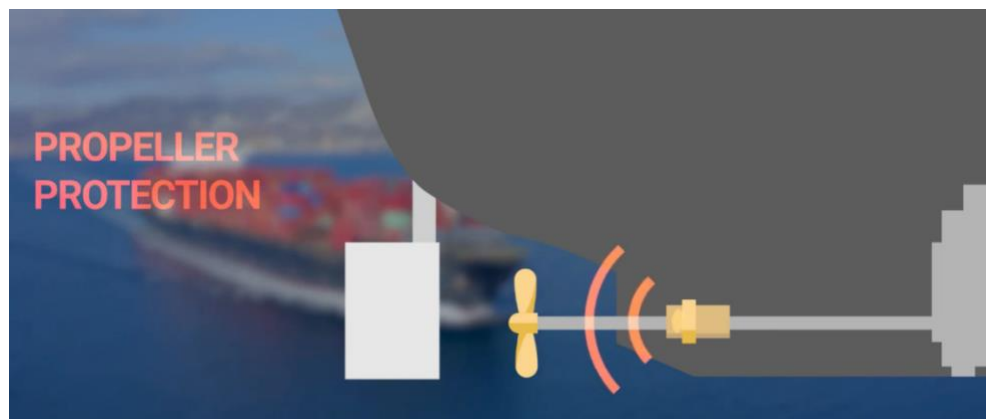
Figure 15: ITCH enhet

Effekten av dette er varierende ut ifra hvilken tilstand skroget er ved start (hvor rent/begrodd det er), hvor Eide trekker frem eksempel på et testprosjekt som hadde en besparing på ca. 10% fuelforbruk, men vedkommende påpeker at det kan ha mye høyere, men også lavere effekt. Essensen med verktøyet er å vedlikeholde rent skrog, med rengjøring av etablert begroing dersom det er nødvendig, hvor Shipshave har alternative børster for rengjøring av etablert begroing.

Praktisk implementering av ITCH er henholdsvis veldig enkelt, og trenger ingen godkjenning slik en må ha dersom en endrer på strukturen av skrog, forteller Eide. Produktet er en mobil enhet som kan flyttes fra skip til skip og er ikke større enn ca. 1,5 meter langt ifølge Eide. ITCH muliggjør operasjonen uten ekstern personell, hvor da skipets eget mannskap kan utføre oppgaven selv. Ifølge Eide, vil rengjøring av et skip på størrelse med dem G2 Ocean operer (Handysize, cirka 200m LOA), kreve omtrent 5 timer.

Sett fra det økonomiske perspektivet er det ganske gunstig capex og nær sagt ingen opex forteller Eide. En ITCH koster cirka \$ 50.000, mens skrogvask kan variere fra \$15.000-20.000 til langt dyrere sum forteller Rebnord (Personlig kommunikasjon, høst 2022). Det som gjør at ITCH er gunstigere, slik blant annet Eide forteller, er at Shipshave leverer et produkt, mens skrogvask er en tjeneste som må kjøpes repeterende når behovet oppstår. I lengden er ITCH et mye gunstigere alternativ enn skrogvask. Likevel påpeker Eide at tradisjonell skrogvask ikke nødvendigvis er et konkurrerende alternativ, men heller supplerende. Spesielt skrogvask/ ny maling som nevnes av Rebnord i forbindelse med tørrdokking hvert femte år da dette utføres uavhengig av tilstanden.

På spørsmål om hvordan en skal rengjøre propellen med ITCH som alternativ svarer Rebnord (Personlig kommunikasjon, Høst 2022), at det mest sannsynlig må gjøres inspeksjoner og rengjøring under vann som før. Han nevner derimot en annen løsning som er under testfase, som bruker ultralydteknologi for å forhindre begroing på propellen. Dette har så vidt startet, men har fått gode referanser fra andre, ifølge Rebnord. Dette krever at propellen er helt ren ved start, og fungerer på samme måte som shipshave sitt produkt da det er tiltenkt som vedlikeholds verktøy, se illustrasjon under. Grunnet rapportens begrensede omfang vil jeg ikke diskutere dette ytterligere.



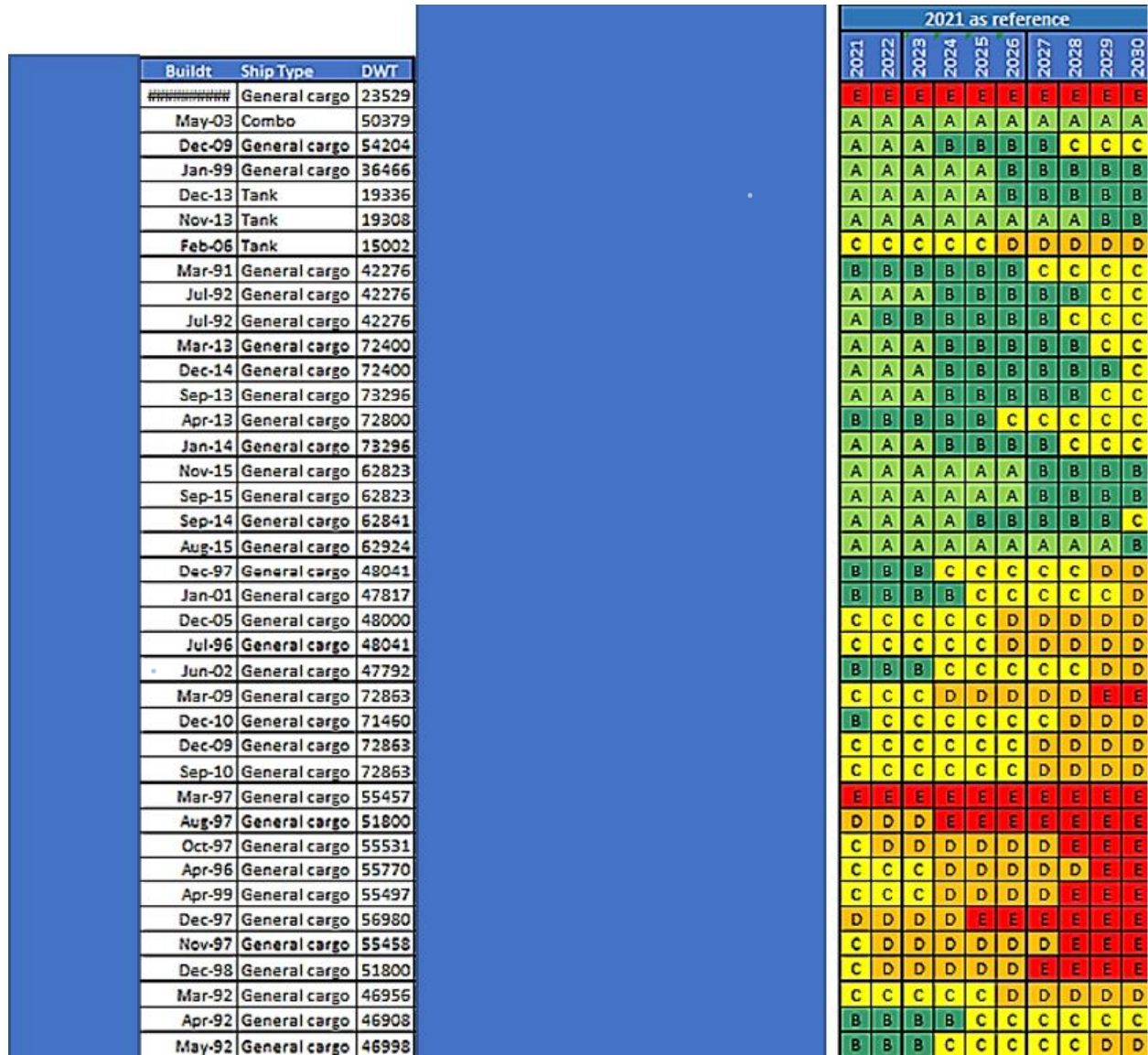
Figur 16: Ultralyd-teknologi for å forhindre begroing på propeller

5.1.4 Speed Management

Mange ulike løsninger fremheves som det “beste alternativet” for CII-compliance av både leverandører og også en del skipseiere, men *fartsreduksjon* virker å være det enkleste tiltaket en vet gir effekt. På spørsmål om hvordan CII vil påvirke G2 flåten og hvilke virkninger det vil ha, svarer Fleet Planning & Scheduling Director, Eivind Lone, at det vil være nødvendig med fartsreduksjon ettersom det er enkleste tilgjengelige løsning per i dag. Dette bekreftes av flere andre jeg har vært i samtale med. Prosjektingeniør ved Gearbulk har beregnet hvordan CII ratingen vil se ut for virksomhetens skip med dagens fart versus super eco speed og illustrerer ved figuren under.

Buildt	Ship Type	DWT	2021 as reference																	
			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030								
5/21/2001	General cargo	23529	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
May-03	Combo	50379	B	B	B	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Dec-09	General cargo	54204	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Jan-99	General cargo	36486	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
		19336	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
		19308	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
		15002	D	D	D	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Mar-91	General cargo	42276	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Jul-92	General cargo	42276	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Jul-92	General cargo	42276	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Mar-13	General cargo	72400	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Dec-14	General cargo	72400	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Sep-13	General cargo	73296	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Apr-13	General cargo	72800	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Jan-14	General cargo	73296	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Nov-15	General cargo	62823	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Sep-15	General cargo	62823	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Sep-14	General cargo	62841	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Aug-15	General cargo	62924	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Dec-97	General cargo	48041	D	D	D	D	D	D	D	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Jan-01	General cargo	47817	D	D	D	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Dec-05	General cargo	48000	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Jul-98	General cargo	48041	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Jun-02	General cargo	47792	D	D	D	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Mar-09	General cargo	72863	D	D	D	D	D	D	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Dec-10	General cargo	71460	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Dec-09	General cargo	72863	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Sep-10	General cargo	72863	C	D	D	D	D	D	D	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Mar-97	General cargo	55457	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Aug-97	General cargo	51800	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Oct-97	General cargo	55531	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Apr-98	General cargo	55770	D	D	D	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Apr-99	General cargo	55497	D	D	D	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Dec-97	General cargo	56980	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Nov-97	General cargo	55458	D	D	D	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Dec-98	General cargo	51800	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Mar-92	General cargo	46956	B	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Apr-92	General cargo	46908	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Mar-92	General cargo	46998	C	C	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D

Figur 17: Figuren illustrerer tilstanden på Gearbulk sine skip før noen tiltak er gjort. Bokstavene beskriver CII skala for de ulike årene, med de kravene som stilles mot 2030 med 2% økning.



Figur 18: Her illustreres CII-skala for de ulike skipene etter fartsreduksjon.

Det kommer tydelig frem av figuren at fartsreduksjon har en positiv effekt på CII, og kan alene være nok for at en del av skipene kan være i compliance i flere år fremover. Med det sagt at det er positiv påvirkning på CII compliance, vil fartsreduksjon derimot påvirke G2s- og stort sett hele shipping industriens operasjoner på en negativ måte.

Som både Lone og skipsmegler Haarvik påpeker, vil redusert fart føre til økt antall dager seilas. Lone viser til innholdet i tabellen under som er et eksempel, og forklarer det faktum at jo mer en reduserer hastighet, desto flere dager tar seilasene. Ved å bytte fra full speed til super eco mister

en pluss minus 20-40 dager, avhengig av diverse faktorer. De tapte dagene må dekkes med ny tonnasje, og da må en ta inn tc-skip til markedspris, forteller Lone. Disse tallene viser situasjonen for kun et skip. Dersom dette blir tilfellet for G2s omtrent 90 egne skip + skip på langtidskontrakter, blir det snakk om en betydelig mengde flere skip som må tas inn for å dekke de tapte dagene, forklarer Lone.

Tabell 2: Omtrentlig beregning på antall dager økning og noen kostnader tilknyttet dette.

	Sailing distance (NM)	Speed	HRS	Days	Consumption mt/24hr	Cons. Reduction fra full speed	Fuel price p/t	Ann.fuel cost
Full speed	60000	15.4	24	162	40.6		\$ 750.00	\$ 4,943,182
Eco	60000	13.9	24	180	30	26%	\$ 750.00	\$ 4,046,763
Super Eco	60000	12.7	24	197	23.4	42%	\$ 750.00	\$ 3,454,724
Ultra Eco	60000	11	24	227	16.3	60%	\$ 750.00	\$ 2,778,409

Sett fra et økonomisk perspektiv blir det ikke særlig mye mer lønnsommere, til tross for at forbruket på drivstoffet blir betraktelig lavere, forteller Lone. Det er flere grunner til dette. Først og fremst vil det som nevnt føre til økt behov for tc-skip, som kan ha veldig varierende dagrater, hvor en har observert alt fra 15.000-40.000\$ avhengig av markedet. Lone forteller at en i tillegg skal betale bunkers for disse skipene og at det derav ikke blir de store summene en sparer på det. Tatt alt i betraktning lønner det seg ikke alltid å senke farten sett fra et økonomisk perspektiv, hvor han viser til en beregning på et skip som skifter fra super eco til ultra eco som fører til *økte* kostnader. Beregningen Lone viser har inkludert alt som påvirker det totale kostnadsbildet. Faktorer som bunkersforbruk, antall økte dager, kostnad for nytt tonnasjebehov m.m, er inkludert i kalkulasjonen som vedkommende viser til.

5.2 Vessel Retrofits

5.2.1 FuelOpt, Propeller Boss Cap, Bulbous Bow & Mewis Duct

Principal Engineer , John Gabriel Östling, forklarer de ulike tekniske aspektene ved Mewis Duct, Propeller Boss Cap og Bulbous Bow, og forteller at hvorvidt en får effekt av disse tekniske tiltakene eller ikke avhenger av flere ting. Hvilket skip, hvilken hastighet, hvilken draught skipet seiler i m.m, er avgjørende for effekten av de ulike tiltakene. Han påpeker at disse tiltakene gir resultater (litt varierende grad) og forteller at flere av skipene har blant annet propeller boss cap, Mewis Duct og alle skipene har Bulbous Bow fra byggefasen.

Tvrde forteller at FuelOpt skal testes på enkelte skip, og han tror det vil gi merkbart resultat. Det er usikkert hva faktisk utfall blir, men han viser til Yaras egne tall og forteller at han håper en kan oppnå de tallene.

Det som poengteres av Henning Rebnord, er det faktum at kostnader vil være det avgjørende elementet ved implementering av slike tiltak. Skipseiere må vite at lasteiere er villig til å betale for de ekstra kostnadene slike tiltak medfører, for å forbli konkurransedyktige i markedet.

5.2.2 Carbon Capture & Storage

I forbindelse med Carbon Capture & Storage ombord skip har en vært i samtale med Fleet Director ved Solvang ASA, Tor Øyvind Ask, som er involvert i Solvangs pilotprosjekt med karbonfangst ombord skipet Clipper Eos.

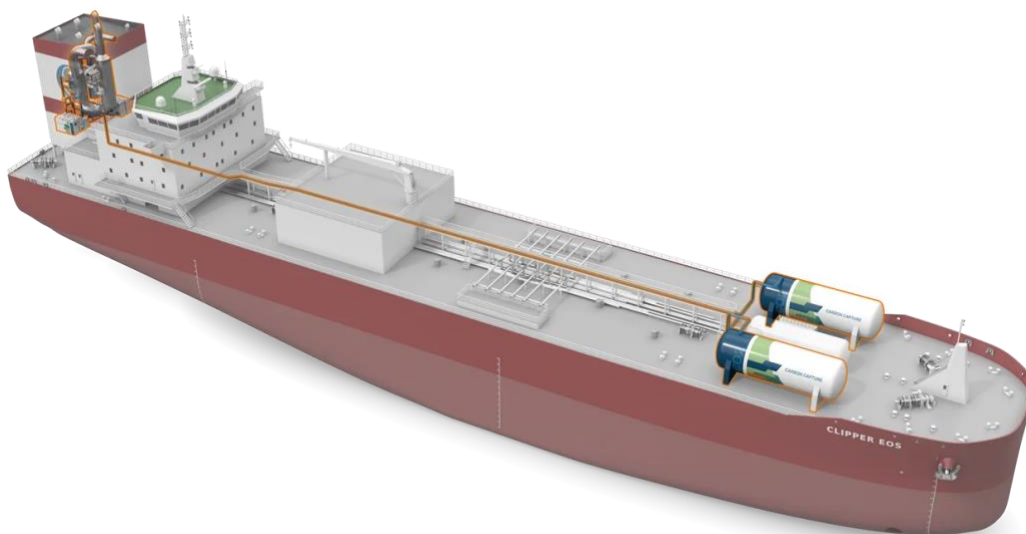


Figure 19: Utkast av Clipper EOS med CCS

CCS er som nevnt en teknologi som har til gode å bli moden for kommersielt bruk, men ifølge Ask er teknologien kommet lenger enn det DNV forutser i sin rapport. Ask forteller; *“Vi tror de er altfor pessimistiske, og har troen på at dette kan installeres og testes i 2023 slik at vi har oppskriften på CCS ombord skip rundt 2025.”*. Ask har også stor tro på at CCS er et ekstremt viktig verktøy for å nå klimamål og viser også til andre anerkjente; *“EIA, IBC, FN, altså alle sier at dersom verden skal ha en sjanse på å nå to-graders-målet, må en få en enorm økning i CCS.”*. Han poengterer at Solvang ASA og Wärtsilä sammen, ved hjelp av dette prosjektet skal prøve å bevise at CCS ikke kun er fint på papiret, men at det er gjennomførbart i virkelighet.

Fordeler og Ulemper/ barrierer

På spørsmål om GearBulk har diskutert CCS svarer en Project Engineer ved GearBulk, at de har gått bort fra diskusjoner om CCS grunnet bekymringen rundt kostnadsbildet samt hvor mye plass det vil okkupere. Bekymringer rundt dette og andre faktorer som vekt, integrering og effektivitet blant annet, er til stede, og dette er noe som prosjektet håper å finne svar og løsninger på forteller Ask. På spørsmål om hvordan de ser for seg kostnadsbildet og om det er tro på at CCS også kan være en attraktiv løsning med tanke på kostnadseffektivitet svarer Ask; *“Det er klart alt koster penger, og det er det vi ønsker å finne ut av med dette prosjektet. Foreløpige beregninger viser at dette er ekstremt kostnadseffektivt måte å gjøre det på. Det finnes rett og slett ikke særlig mange*

andre løsninger som kan imøtekomme kravene for utslipp (nå og i fremtiden).”. Ask sikter her til det totale kostnadsbildet en må forholde seg til etter hvert med utslippskrav og konsekvenser ved å ikke være i compliance med disse. Han forteller at med CCS kan selskapene fortsette å bruke HFO/MGO.

Ask forteller videre hvor gode resultater en kan forvente, ikke bare fra beregninger, men vedkommende viser også til et testprosjekt som foregår i en mindre skala på land. Testprosjektet som har pågått ved Moss har vist gode resultater, og Solvang og Wärtsilä regner med et resultat opp imot 80% CO2 fangst ombord Clipper Eos (best case).

I tillegg vil spørsmålet om lagring av karbonfangsten være et tema, og Ask siteres følgende på Solvangs nettside; *“When the world has sufficiently green energy (electricity in this case), the captured CO2 can be transformed into electro fuel.”*. Han forteller at verden ikke har tilstrekkelig med fornybar strøm og derfor kan ikke dette skje i dag, men eksempelvis om 30-50 år kan dette være realiserbart. For nå mener Ask løsningen er følgende; *“I første runde må en enten bruke CO2-en til kunstgjødsel eller andre prosesser i industriprosessen ellers må det deponeres ned i bakken.”*.

Avslutningsvis på spørsmål om hvilken betydning dette vil eventuelt ha for CII svarer Ask; *“Dersom dette blir implementert suksessfullt kan du bare glemme CII.”*.

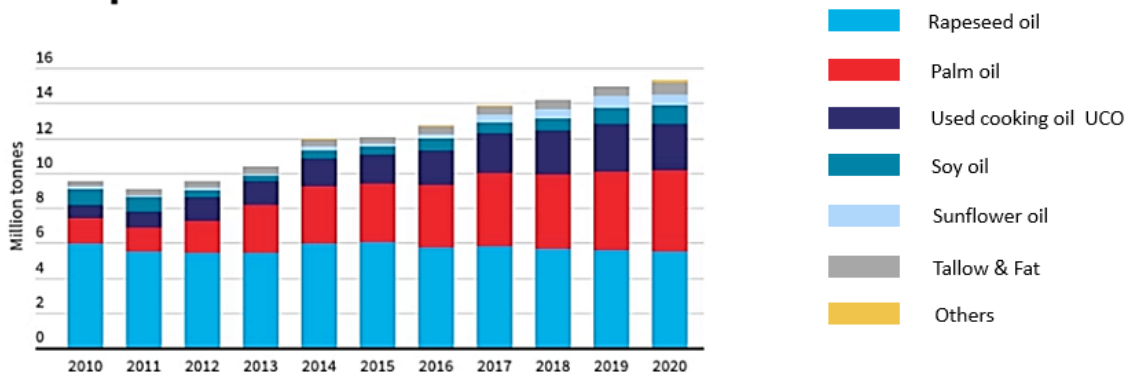
5.3 Biofuel

Jeg har etter samtaler med blant annet tidligere kaptein- og nå prosjektingeniør Leo Tvrde (hovedsakelig), samt andre prosjektingeniører ved GearBulk, kommet frem til at Biofuel er en løsning som må tas under vurdering for implementering.

På spørsmål om hvorfor Biofuel vurderes svarer Tvrde; *“I mean, first of all, the biofuel has been chosen because of favorable CO2 well-to-wake.”*. Tvrde forklarer videre at det regnes som en slags fornybar kilde ettersom det hentes fra planter som igjen konsumerer den CO2-en som slippes ut. Han påpeker derimot at en ikke skal konkludere at dette er en fornybar kilde til energi, og viser til bekymringer fra organisasjoner han kaller “non governmental organizations” med hensyn til at dette kalles en “bærekraftig” løsning. Tvrde fortsetter; *“...And the rainforest is disappearing because of the biofuel demand.”*. Han forteller at *“the total forest mass in Europe has increased*

in the last decade”, men at kilden til biofuelproduksjon i Europa likevel ikke er direkte fra hogging av planter og viser til figuren under.

Feedstocks in biodiesel production in Europe in 2020*



* source: Transport & Environment
<https://www.transportenvironment.org>

7

Figure 20: Kilder til biodiesel produksjon i Europa

Han bekrefter at den andre årsaken, og den viktigste årsaken med hensyn til CII er at biofuelen får CO₂-faktor 0. En prosjektingeniør ved GearBulk demonstrer hvilken betydning det kan ha å bytte til en fuelmix med 70% HFO/ 30% Biofuel, fremfor 100% VLSFO/HFO slik det er i dag. Dette illustreres på figurene under med før og etter endring av fuelmix på en av båtene. En annen prosjektingeniør ved G3 forteller at til tross for CO₂-faktor 0, så slipper drivstoffet ut like mye CO₂. Det regnes som bærekraftig fordi det likevel ville blitt brukt, forteller han.

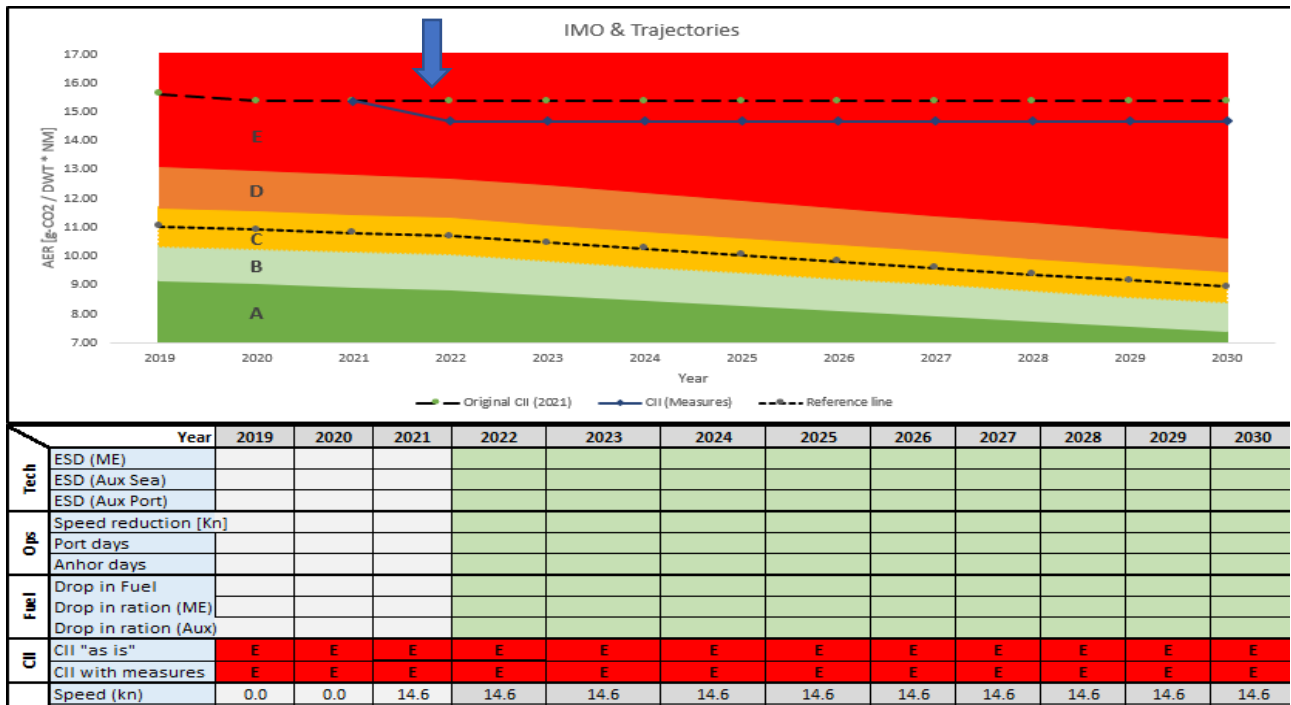


Figure 21: CII rating for biofuel: nivå E

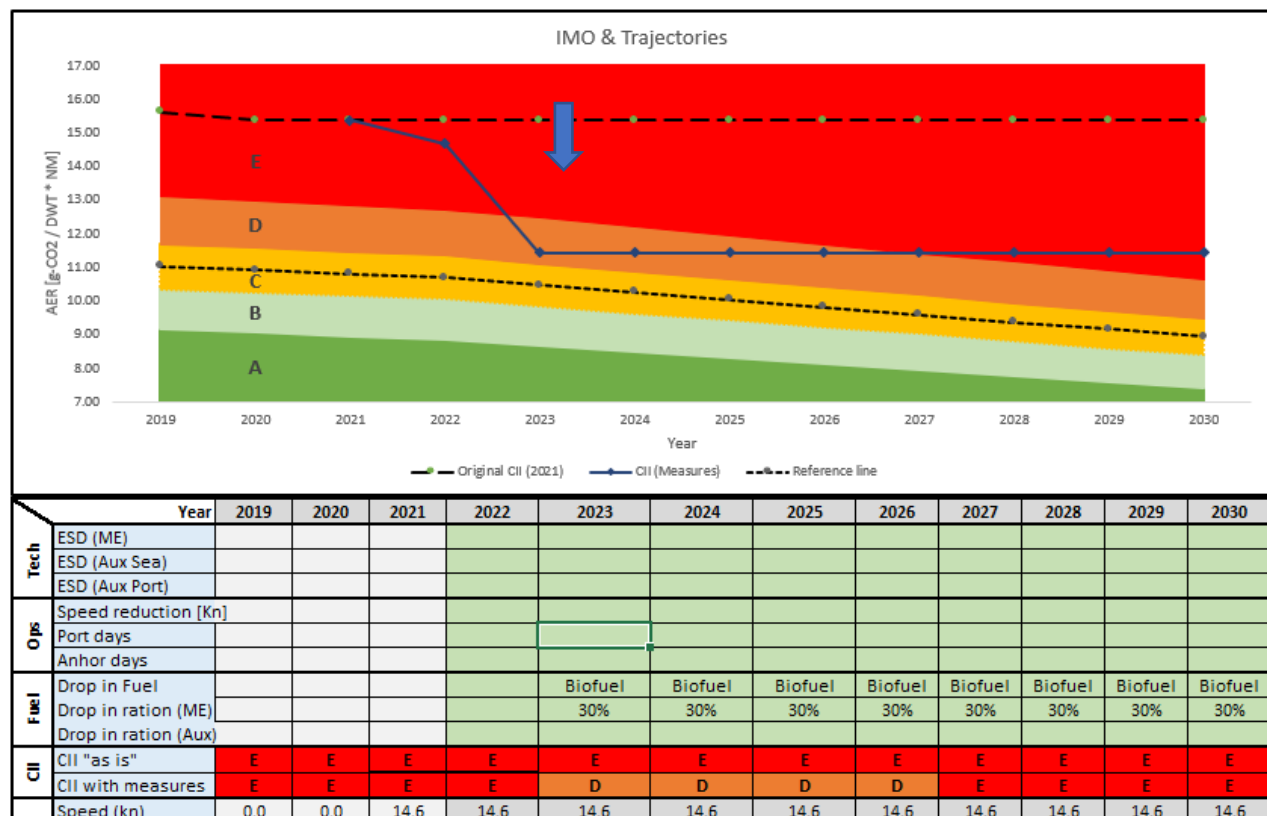


Figure 22: CII rating etter biofuel mix med 30%.

Videre forklarer Tvrde at biofuel er mer beleilig grunnet dets egenskaper som tillater skipene å ta i bruk drivstoffet, uten noen særlige modifikasjoner på motor. Tvrde forteller at dette ikke går utover capex; *“There is no capital expenditures on it because you don’t need to change engine”*.

På spørsmål om det er tiltenkt å benytte biofuel på hele flåten svarer Tvrde at det ikke er aktuelt, først og fremst grunnet prisen. Han forteller *«It will lead to significant drop off the the revenue and profit because of the expenses. The transition to the green and to cut emissions, of course, we would like to do it, but it has to be economically sustainable for us.»*. Han sier at tanken er å benytte biofuel på de skipene som gjør det verst på CII-ratingen, i nærmeste fremtid. Hvordan det vil se ut lenger frem i tid er mer usikkert, hvor de venter på klarere beskjeder fra IMO og fra statlig hold, forteller Tvrde.

På spørsmål om hvordan implementering av biofuel vil påvirke operasjonen, svarer Tvrde at det ikke vil ha stor påvirkning, men at det vil kreve gode planleggingsprosesser med hensyn til bunkring.

5.3.1 Egen Analyse

Ettersom capex ikke var påvirket i betydelig grad kan en undersøke om biofuel er hensiktsmessig alternativ med tanke på opex. Man kan sammenligne opex tilknyttet drivstoff, med biofuel og LNG som to kandidater. LNG velges her som sammenligningsobjekt fordi det er nevnt av blant annet DNV, som det mest modne alternative drivstoffet tilgjengelig per i dag. I tillegg kan en også se hva bunkersutgiftene blir med VLSFO/HFO for å illustrere differansen fra i dag.

Geografisk tilgjengelighet/nærhet er et viktig element med hensyn til operasjonen. I dette eksempelet kan en se på de mest sentrale områdene, som er: Amsterdam/Rotterdam/Antwerp (ARA), Singapore og Kina, ifølge bunkers manager ved G2 Ocean. Prisene varierer etter spotmarkedet, men en tar her utgangspunkt i dagrater fra november 2022. Ifølge indikasjonene bunkers manageren har henvist til er VLSFO/HFO billigste alternativ, deretter biofuel som er rundt 60%-140% dyrere enn VLSFO/HFO, mens LNG fremstår som dyreste alternativ. I dokumentet «Drop-in fuel Memorandum» som Tvrde ferdigstilte og fremla september 2022, kunne jeg observere LNG priser langt dyrere enn det som blir presentert under, hvor en så opp mot \$ 5100 per MT.

Tabell 3: Bunkers prisoversikt (Salen,2022). B30/B25= 30%/25% biofuel mix med VLSFO/HFO.

	ARA	Singapore	Kina
HFO/ VLSFO (usd/mt)	\$420/\$605	\$436/ \$680	\$465/ \$716
Biofuel B30/B25 (usd/mt)	\$988	\$1550 (B25)	Foreløpig Ukjent
LNG (usd/mt)	\$1624	\$1515	\$1752

6.0 Diskusjon/ Drøfting

I dette kapitlet vil jeg sammenligne ulike synspunkter, argumenter, faktorer og årsaker, samt evaluere og sammenligne funnene opp mot teori. Ønsket er å finne ut hvordan funnene kan svare på problemstillingen og forskningsspørsmålet. En har fått innfallsvinkler og meninger fra aktuelle personer angående de forskjellige alternativene, men hvordan dataen kan settes sammen og kartlegges for best mulig resultat skal vurderes i dette kapitelet.

6.1 Vessel and fleet operation

6.1.1 Weather Routing System

Weather Routing System har en god effekt på skipene og innhentet data samsvarer med det en finner i kapitel 2.2.1.1. Ettersom systemet er blitt benyttet i industrien i flere år, er det ikke noen barrierer for implementering av WRS. Det er et eksisterende system som i lang tid har vært benyttet av de årsaker som nevnes i kapitel 2.2.1.1, altså reduisering av operasjonskostnader, økt sikkerhet ombord, imøtekomme miljøkrav, spare drivstoff samt minimere forsinkelser. Dette bekreftes også av Haug fra intervjuet.

WRS vil bli en viktig bidragsyter, også med tanke på Carbon Intensity Indicator. Det er allerede blitt benyttet som et verktøy for å støtte operasjonen, og vil være et enda viktigere verktøy fra 2023, når CII trer i kraft. De tjenestene som tilbys av WRS passer svært bra med de kvalitetene som behøves for forbedret CII. WRS har en positiv effekt på operasjonen, og vil fortsette å ha det, også med hensyn til CII.

For de selskap som operer en stor flåte er det et behov for bedre koordinering for å unngå hendelser som Haug viser til i kapitel 5.1.1. G2 Ocean er en stor aktør i sitt segment, men det er en rekke andre selskap som også kan vise til samme dilemma med både større og mindre flåte. Ved ankomst samtidig, vil skipene måtte ligge stille potensielt i flere dager, og dette fører til problemstillingen som er nevnt i kapitel 2.2.1.2, første avsnitt. CII-verdien vil få en negativ effekt. Problematikken er ikke hensyntatt av WRS-tjenester, men det er et problem som må løses, enten i form av at WRS-leverandører utvikler løsningen selv eller at det utvikles et samarbeid mellom operatør og WRS-leverandører.

Det foretrukne alternativet i teorien ville vært en routing service med bakgrunn i alle skip som skal til de gitte havnene. Dette er ekstremt vanskelig grunnet store mengder data, men også grunnet vanskelig tilgang til dataen da selskap ofte er forsiktige med å dele data, spesielt i shipping segmentet. Ønsket om planlegging for lenger tidsperspektiv, slik Haug nevner, kan også møte på utfordringer da det er mye uforutsigbare hendelser som kan skje. Men dersom det ble muliggjort ville det vært fordelaktig for CII da dette kan forbedre forutsigbarheten til blant annet havner/terminaler, som igjen gir reduserte ventetid ved havner, ref kapitel 5.1.2.

Ut ifra figur 14, bør leverandører av WRS, samt operatører, øke fokuset mot utslipp og CII-compliance ytterligere. Foreløpig har det for G2 Oceans del, vært tydelig fokus på CP-compliance. Fremover må CP-compliance og CII-compliance være korrelerende elementer. Det må starte med CII-compliance tiltak, og CP må utarbeides ut ifra CII tiltak, for det enkelte skip. Hovedsakelig fartsreduksjon, økt antall dager seilas og redusert utslipp vil være elementer som må tas hensyn til når CP utarbeides for fremtidige seilas. Det er vanlig praksis å ha flere forskjellige tillatte fart og forbrukstall spesifisert i certepartiet. Dette må nå potensielt endres til kun én fart, med bakgrunn i den hastigheten som vil være optimalt for skipets CII-rating.

Kostnadsbildet på WRS er positivt, og besparer selskapet bunkerskostnad slik det er vist til i kapitel 5.1.1. ROI 1:3.5 fra eksempelet demonstrer det faktum at WRS gir en positiv effekt på kostnadsbildet, i tillegg til å vær en bidragsyter for operasjonen.

6.1.2 Just In Time

I teorien er JIT en god løsning for å forbedre CII-ratingen ettersom det kan minimere det negative utfallet av å ligge stille mens skipet fremdeles brenner drivstoff. Hvordan fungerer derimot JIT i praksis? Som nevnt i kapittel 2.2.1.2, er det nødvendig med utveksling av pålitelige tidspunkter for at JIT skal fungere i praksis. Lone uttalte at *The port is the bottleneck*, og utsagnet medfører riktighet, også ifølge det informantene fra havnemyndighetene opplyser.

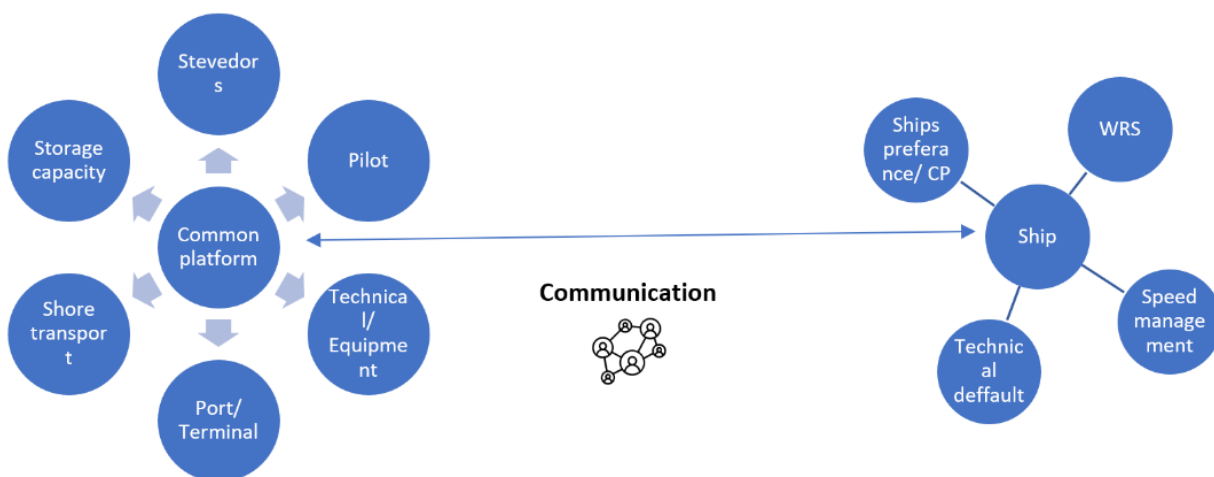
Kompleksiteten og derav uforutsigbarheten rundt havneoperasjonene, slik det er nevnt i siste avsnitt kapittel 2.2.1.2, gjør det nærmest umulig å gjennomføre JIT. Dette blir også tydelig uttrykt av Smet. Hovedårsakene for kompleksiteten blir opplyst i kapittel 5.1.2

I kapittel 2.2.1.2 er det derimot vist til eksempler på suksessfull utførelse av JIT, riktignok innen container bransjen. Dette bekreftes av Gonsalves, samtidig som han forteller at det er vanskeligere å gjennomføre i drybulk/ general cargo-segmentet. Dersom hovedproblemene som nevnes her, bedre *samhandling*, *logistikkløsninger* fra hinterland og hovedsakelig *forutsigbarhet* av mannskap, løses, kan Just-In-Time ankomst bli mer realistisk.

Etter det jeg har erfart fra operasjonen ved G2, stemmer påstanden fra teorien om at informasjonsdeling mellom de involverte partene er dårlig. Til tross for problemene som er nevnt tidligere, vil verdien av å kommunisere de problemene som oppstår, ha stor betydning for operasjonen. Eksempelvis, dersom terminalen er forsinket grunnet et annet skip, vil kommunikasjonen av dette, tillate innseilende skip å ta hensyn i henhold til den nye informasjonen. Selv om det per i dag ikke er svært gode løsninger for JIT, er det rom for forbedringer som kan iverksettes fortløpende de neste månedene/årene, som kan redusere opphopning og ankringstiden.

Mangelen på samhandlingen mellom de involverte partene ved havnen er et dilemma som må løses for at havnene skal kunne holde seg konkurransedyktige. Smet uttalte at «The systems cannot remain to exist as they were 20 or 30 years ago». Til tross for denne uttalelsen, kunne en gjennom intervjuet observere det faktum at havnene ikke var helt åpne eller hadde troen på at digitale løsninger kunne være en bidragsyter for å løse problemene. I en verden som stadig beveger seg mot teknologi og digitale løsninger, vil det være høyest relevant å benytte seg av dette for å effektivisere havnene.

Dersom havnene klarte å ha en felles plattform for koordinering og kommunikasjon mellom involverte parter fra hinterland, samtidig som systemet kunne samhandle med skipenes data ville det vært mulig å forbedre tiden ytterligere. En app eller nettside som kunne tillatt enkel kommunikasjon/ registrering av hendelser fra de ulike involverte partene, og som ved hjelp av mer komplekse teknologiske løsninger som AI, planlagt ETA ville vært foretrukket. Et eksempel på tanken bak dette er illustrert i figuren under. Figuren viser til kun kommunikasjon mellom et skip og hinterland, men det optimale ville vært å ha en plattform som tok hensyn til alle fartøy som var under operasjon i den aktuelle havnen/terminalen.



Figur 23: Her vises hvordan kommunikasjon mellom diverse parter bør knyttes og deles. I eksempelet er det kun tatt med noen aktuelle parter og elementer.

Jeg skal ikke diskutere hvorvidt det finnes leverandører i markedet som har tilstrekkelige alternativer som kan bidra med effektivisering av havneoperasjonene, men det er en mulighet som kan være relevant for videre forskning.

Menneskelige- og Ukontrollerbare Faktorer

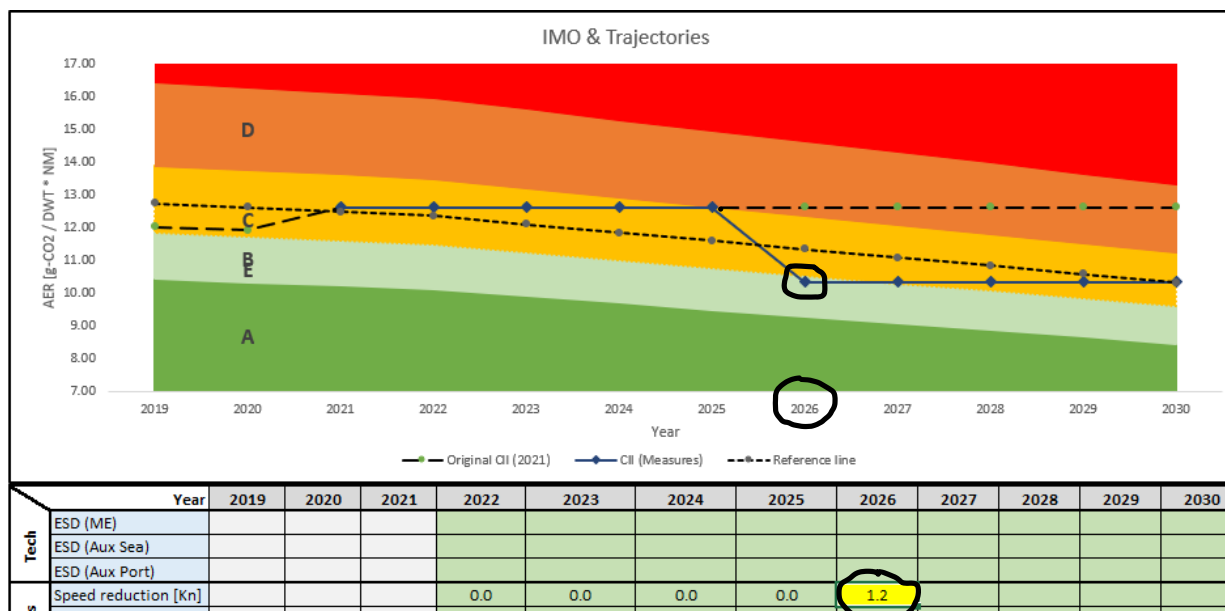
Potensielt det største dilemmaet ifølge Smet og Gonsalves, er tilgjengelighet på mannskap. Smet nevner ulike årsaker til mangelen de siste årene, og det virker tilsynelatende ut som yrkets popularitet har blitt redusert betraktelig til fordel for andre yrker som tilbyr folk et friere og forutsigbart liv, med bedre balanse mellom jobb og hverdagsliv.

«*Just as the weather dominates the lives of the seafarers, so the waves of shipping cycles ripple through the financial lives of shipowners.*» – Martin Stopford (2009). Sitatet fra Stopford forklarer hvor syklisk shipping er, og grunnet det sykliske markedet vil etterspørselen etter havnearbeidere være avhengig av markedsbildet. Ikke bare på et langtidsperspektiv, men ukentlige og daglige aktiviteter ved havnene kan påvirkes av markedet. Havnene har dermed ikke forutsigbarhet for å kunne tilby faste arbeidstider til havnearbeidere. I tillegg er det mange uforutsette hendelser som påvirker operasjonene både på sjø og land, som eksempelvis dårlige værforhold, tekniske feil på skip/ terminal, ulykker med mer. Disse faktorene er ekstremt vanskelig å kontrollere, og planlegging av tilgjengelighet av mannskap ved havner og terminaler blir derfor også uforutsigbart.

En kan med bakgrunn i ovennevnte årsaker konkludere med at JIT-ankomst ser tilsynelatende ut til å ikke være realiserbart i nærmeste fremtid, men at det likevel er mulighet for forbedring i nærmeste fremtid for å påvirke CII. Det må derimot konstateres at dette er et viktig tema som burde blitt tatt på alvor, ikke bare for CII, men også for operasjonell optimalisering av shipping industrien.

6.1.3 Hull and propeller cleaning

Skrogbegroing er et dilemma som er reell, og påvirker det enkelte skips prestasjoner betydelig. Dette er informasjon som er samstemt mellom informantene og teorien. Slik figuren under viser, kan 10% forbedring på forbruk tilknyttet farten bety én karakter opp på CII ratingen. Er ITCH et godt nok verktøy for å forbedre CII-en, og kan det erstatte metoder som brukes nå?



Figur 24: Eksempel på resultat av 10% reduksjon i fart. Dersom Hull cleaning kan eliminere 10% fartstap, vil en kunne seile med faktisk forbruk tiltenkt den gitte hastighet.

Slik det er nevnt i kapittel 2.2.1.3 og 5.1.3, kan de metoder som foreløpig benyttes for skrogrensjøring mens skipet er i vann, skade antifoulingen/ malingen på skipet. Tørrdocking som foregår hvert 5. år, er som nevnt obligatorisk hvor skipet blir rengjort og nymalt. Dette er derfor ikke diskutabelt, men hull cleaning under vann kan potensielt reduseres eller fjernes.

Shipshave sin løsning appellerer til ønsket om en skadesløs operasjon, med minimal opex, relativt bra livssyklus capex, og ifølge Eide, en effektiv skrogvask. Ut ifra det en blir belyst av Eide, vil den optimale situasjonen være å ta i bruk Shipshave sitt produkt, ITCH, regelmessig etter tørrdocking. Produktet vil ikke fungere optimalt dersom begroingen er blitt for tykt. Dersom det blir benyttet regelmessig etter tørrdocking, da med et rent skrog, vil en ha en flat kurve på effekten av ITCH. Det er dette som er ønskelig ettersom en flat kurve vil bety at skroget forblir rent og skipet vil ha det forbruket som det er ment å ha, uten fartstap som følge av begroing.

Ettersom ITCH kan bli benyttet av mannskapet om bord under seilas, på kun 5 timer, vil ikke det endre operasjonen på en negativ måte. Operasjonen blir positivt påvirket da en slipper å ta hensyn til skrogvask under havneoperasjonene sammenlignet med skrogvask med dykkere. Dette fjerner elementet som er nevnt i kapittel 2.2.1.3, at virksomheten er avhengig av anerkjente leverandører ved de ulike havnene for å utføre operasjonen. Logistikkmessige utfordringer tilknyttet rengjøringsoperasjoner vil bli redusert eller eliminert med dette. I tillegg eliminerer man behovet

for å snu skipet underveis i sin operasjon for at begge sider av skipet skal bli vasket og ikke kun siden som ligger vekk fra kaien. ITCH fjerner dette unødvendige avbruddet i operasjonen og tillater en mer effektiv operasjon.

Barrierene tilknyttet ITCH som hindrer selskapet i å gå til innkjøp av flere enheter per i dag er, usikkerheten rundt hvor godt resultatet blir. Kost-nytte må vurderes, og for å kunne gjøre dette må virksomheten kjøre flere testprosjekter for å se hvilket resultat det faktisk gir for G2's flåte.

Enheten bør bli benyttet som et vedlikeholdsverktøy, hvor selskapet bør iverksette rutiner for regelmessig vedlikehold med denne enheten. Dersom skroget blir vedlikeholdt regelmessig kan en unngå begroing, og derav redusere behovet for skrogvask under vann betraktelig. Det alternativet elimineres ikke ettersom det er en klausul i de fleste Certepartier at operatør rengjør skrog dersom skipet står stille i over 20 dager (havneopphold/ankring). Dette hender sjeldnere, men det er ikke uvanlig.

Oppsummert, kan en konkludere med at skrogvask med ITCH er et alternativ med god potensiale for å forbedre CII.

6.1.4 Speed Management

Informasjonen som er innhentet i kapitel 2.2.1.4 om fartsreduksjonens effekt på utslippet stemmer tilsynelatende overens med det informantene uttaler om emnet. Lone bekrefter at fartsreduksjon er enkleste tilgjengelige løsning per i dag. Figur 16 og 17 som prosjektingeniøren viser til, illustrerer hvor stor effekt fartsreduksjon vil ha på skipene.

Tatt kun CII i betraktning er fartsreduksjon et veldig effektivt verktøy. Teorien og det som blir sagt om emnet stemmer overens. Rent teknisk er det et eksponentielt forhold mellom utslipp og fart, slik det nevnes i kapitel 2.2.1.4, og ved å redusere farten reduserer man også utslippet betraktelig.

I de teoretiske artiklene er det derimot ikke blitt tatt hensyn til konsekvensen av fartsreduksjonen som Lone og Haarvik viser til. Det økte behovet for skip som følge av fartsreduksjon. En kan ikke forvente at shippingselskapene reduserer sin omsetning for å være i tråd med CII, da hovedhensikten med majoriteten av organisasjonenes eksistens er å skape profit. Flere selskap har

kontraktuelle forpliktelser å forholde seg til. Selskapene må derfor hente inn flere skip for å dekke manglende tonnasje. Det er ikke lett å få tak ledig tonnasje i markedet, noe som skaper enda flere dilemmaer, samtidig som flere skip inn resulterer i økt behov for operatører og andre arbeidere. De selskapene som har lange kontrakter med avtalte dato for laycan, blir nødt til å reforhandle grunnet forlengede seilaser. Selskapene må eksempelvis ty til «force major»-klausulen i kontraktene for å få til dette.

Når selskapene blir presset til å hente inn leid tonnasje (Time Charter), vil etterspørselen generelt i markedet øke, mens tilbudet er mer eller mindre den samme. Slik det er nevnt i kapitel 2.2.1.4, fjerde avsnitt, vil ikke tilbudet øke de neste årene, men det vil tvert imot reduseres og skape et større gap mellom tilbud og etterspørsel. Dette vil presse opp raten på TC-skipene, noe som øker kostnadene for operatørene betraktelig.

I kapitel 6.1.2 blir en belyst om allerede eksisterende problemer ved havnene som hindrer effektiviteten. Med økt trafikk vil ikke dette problemet bli forbedret, men tvert imot forverret ytterligere. Mer trafikk vil resultere i økt opphopning ved havneområdene som vil forverre CII-ratingen.

Derav kan en stille spørsmålet; er CII formet riktig for det hensikt som det er laget for? Hensikten med CII er å redusere utslipp, men dersom svakhetene med reguleringen fører til *økt* utslipp eller bare dårligere forretning for bedriftene, vil det virke mot sin hensikt. Fartsreduksjon vil ha en negativ effekt på selskapene både operasjonsmessig og forretningsmessig.

Avslutningsvis kan en konkludere med at fartsreduksjon er et godt verktøy for CII, men det kan skape store operasjonelle og andre kommersielle utfordringer.

6.2 Vessel Retrofits

6.2.1 FuelOpt, Propeller Boss Cap, Bulbous Bow & Mewis Duct

I varierende grad har disse løsningene en positiv effekt på skipets effektivitet, som også gir CII-ratingen en positiv effekt. Resultatene som blir nevnt i kapitel 2.2.3.1 er ifølge Östling varierende, da det kan både være høyere og lavere effekt, alt etter forholdene.

FuelOpt er slik Tvrde påpeker, et verktøy som kan benyttes i kombinasjon med WRS for å optimalisere reisen og redusere utslippet der det er rom for det. Dersom Yaras påstand om 15% besparelse av drivstoff stemmer, vil det være et godt alternativ som påvirker CII positivt.

Selskapene må ta en vurdering på kostnadsbildet for å se om det lønner seg med flere installasjoner av disse alternativene.

6.2.2 Carbon Capture & Stowage

Dersom CCS-teknologien fungerte og ga et resultat som Solvang og Wärtsilä ønsker, ca. 80% karbonfangst, vil ikke CII være relevant lenger, som Ask påpeker. Tilnærmet 80% karbonfangst er sannsynligvis det beste alternativet, sett bort i fra kjernekraft, se kapitel 2.2.4.

Teknologien er derimot ikke moden per i dag. Til tross for at Ask har stor tro på teknologimodenhet innen 2025, vil teknologien sannsynligvis ikke være tilgjengelig og klart for installasjon for hele verdensflåten innen 2025. I tillegg er det flere usikkerhetsmomenter og bekymringer rundt dette prosjektet som må løses, slik det er nevnt i kapitel 2.2.4 og 5.2.2. Testprosjekter som Clipper Eos er derfor viktige for å gi klarhet rundt disse usikkerhetsmomentene.

Dette alternativet er i teorien et godt alternativ for problemstillingen en står ovenfor med CII, men det er ikke et alternativ som selskapene kan ty til de første årene hvor CII tiltrer (2023-2026-2030). Det er et godt alternativ fordi gevinsten av alternativet er stort, da det tillater selskapene å benytte seg av samme «billige» drivstoff samtidig som betydelige mengder av karbonutslippet kan bli fanget. Dette alternativet kan være revolusjonerende dersom de teoretiske tallene stemmer overens med realiteten. Ved 80% CO₂-fangst gjør man et stort fremskritt mot nullutslippsmålet.

Dette er et alternativ som er høyest relevant for deepsea flåten da det ikke finnes tilstrekkelige alternative drivstoff for disse skipene som gir mening sett fra et kommersielt perspektiv, ref kapitel 2.2.4. Dyre og usikre alternativer som LNG, hydrogen og ammoniakk er ikke optimalt, spesielt for lange seilas. Disse alternativene er mer kompatible for shortsea flåten da avstandene er mindre og det er lettere tilgjengelighet og forutsigbart for shortsea. Dersom en tar utgangspunkt i prisene i tabell 3, vil en kunne unngå økninger i opex med opp til 3-400% ved bruk av det «billige» alternativet, HFO/VLSFO.

En annen problemstilling som må tas under vurdering er hvordan CO₂-fangsten blir håndtert. Ask nevner muligheten for å benytte det til electro fuel, men at dette er langt frem i tid. Han nevner

også bruk til kunstgjødsel eller andre industriprosesser. Spørsmål som; «*Hva er konsekvensene av gjenbruk av CO₂-fangsten i industriprosesser og annet?*» og «*Vil gjenbruk av CO₂-en føre til ny utslipp?*», må undersøkes nøye og en må komme frem til løsningen som gir det resultatet man opprinnelig er ute etter. Reduksjon av GHG utslipp. Utenom dette har en mulighet til å deponere CO₂-fangsten i bakken, slik en nevner i kapittel 2.2.3.2 og som også Ask påpeker.

En kan konkludere med at dersom teknologimodenheten er klar for kommersielt bruk, er dette et alternativ som kan anbefales for majoriteten av industrien. Det vil fjerne behovet for de fleste miljøreguleringer i shipping, CII inkludert. Med den betingelse at testprosjektene viser gode resultater, både teknisk og økonomisk.

6.3 Biofuel

Biofuel er et alternativ som er blitt aktuelt spesielt grunnet fordelene det gir med CO₂-faktoren. Det gir en betydelig forbedring på CII-ratingen, slik en har illustrert i kapittel 5.3. Teorien stemmer overens med det kaptein- og prosjektingeniør Tvrdde forteller. Dette alternativet vil være mest hensiktsmessig for de båtene som gjør det verst på CII-ratingen.

Grunnet de barrierene som er til stede med dette alternativet, som pris og tilgjengelighet, må en ha god strategi for å optimalisere flåtens CII. Derfor vil det være mest hensiktsmessig å benytte biofuel på de båtene i flåten som gjør det verst. Som demonstrert i figur 21, vil bruken av 30% biofuel mix forbedre CII-ratingen nesten en hel karakter. Som et risikohåndteringsstiltak bør selskapene inngå avtaler med biofuel leverandører for å sikre seg tilstrekkelige mengder bunkers, i de riktige strategiske områdene for de aktuelle båtene.

Oppfyller dette den opprinnelige hensikten?

På papiret er dette et alternativ som gir 0 i CO₂-faktor, men i realiteten slipper dette ut like mye CO₂ som konvensjonelt drivstoff, slik prosjektingeniøren forteller. Slik det er nevnt i kapittel 2.2.4.1, er det ikke riktig å hogge ned trær for å fremstille biofuel da det virker mot sin hensikt i tilfellet med CII. Som tidligere nevnt, CII er et resultat av Parisavtalen, med det mål om å redusere GHG. CII skal være et verktøy for å bidra med dette målet i den internasjonale maritime bransjen. Dersom utslippet i den internasjonale maritime bransjen blir bedre på papiret, samtidig som det i realiteten øker utslippet globalt vil CII virke mot sin opprinnelige hensikt. En må ta vurderingene

på situasjonen med et makro- og mikroperspektiv. Da vil det slik Tvrde nevner, være aktuelt å ta hensyn til well-to-wake av drivstoffet.

En løsning som dette som potensielt virker mot sin opprinnelige hensikt bør unngås å bli benyttet i stor skala. Dersom andre generasjon biofuel kun skal produseres av avfall, vil det ikke være tilstrekkelige mengder for å bruke i stor skala. Nedhogging av trær for å produsere biofuel er ikke en bærekraftig løsning, nå eller i lengden. Det har vært store overskrifter rundt nedhogging av skoger og store konsekvenser som følge av det. En kan ikke øke nedhoggingen av skog til fordel for drivstoff og kalle det bærekraftig. Selskapene og reguleringsorganer må derfor stille seg spørsmålet: Er det riktig å engasjere til økt produksjon og infrastruktur av et slikt alternativ?

Det vil bli feil strategi å bruke tid, ressurser og kompetanse på et alternativ som ikke tjenestegjør det langsiktige målet om nullutslipp. Skal en klare det langsiktige målet og utvikle ren energikilde er en nødt til å åpne opp for de alternativene som faktisk har vist seg å være gode kandidater, eksempelvis sol, vind og kjernekraft (National Grid, 2022). Men disse reguleringene tvinger selskapene til å investere i slike kortsiktige løsninger for å være i tråd med de krav som stilles fra reguleringsorganer.

Tatt utgangspunkt i problemstillingen i rapporten, kan en konkludere med at biofuel er et veldig godt alternativ for CII-ratingen. Operasjonen vil kunne fortsette på omtrent samme måte med bedre planlegging rundt bunkersoperasjonen. Bieffekten av denne løsningen er derimot ikke like lett å konkludere. Jeg vil anbefale industrien og myndighetsorganer til å undersøke de faktiske effektene av denne løsningen.

6.4 Carbon Intensity Indicator – oppsummering

Oppsummerende kan en si at CII har ført til økt fokus på effektivisering av flåten og igangsettelse av nødvendige prosesser med hensyn til nullutslippsmål. Flere selskap har begynt å ta klimatiltak på alvor da det er blitt stilt mer konkrete krav.

Det er derimot rettet stor kritikk mot CII som nevnt i kapittel 2.1.1. Til tross for at CII har økt fokuset mot nullutslipp og klimavennlighet, mener industrien at måten CII er formet på er feil. Slik det er blitt diskutert i kapittel 6, fører CII selskapene til å handle mot CIIs opprinnelige hensikt i enkelte tilfeller.

For det første, eksempelvis, dersom et skip seiler i ballast fremfor å seile med last vil det slå positivt ut på CII-verdien, se figur 2. Dette promoterer en meningsløs situasjon. For det andre, som nevnt i kapitel 2.2.1.2 gir det veldig dårlig effekt på CII-verdien når skipet ligger til havn. Det positive med dette er at det legger et press for å øke effektiviteten ved havner, men det rettes først og fremst mot feil part da det er terminal og havnemyndigheter som må engasjeres i forbindelse med dette. Skipene får dårligere verdi av å forbrenne minimalt mens laste- /losseoperasjonene foregår.

For det tredje, CII tvinger selskapene til å investere i de eldste skipene i flåten, ettersom det er disse som oftest er i dårligst tilstand og presterer dårligst. De eldste skipene skrapes ofte når tiden er inne for det. Dette gjør at selskapene ikke får brukt kapitalen på å investere i fremtidens fartøy, men må heller bruke store summer på skip som skal vekk innen kort tid.

I tillegg til svakheter med selve formelen, virker også enkelte bestemmelser fra IMO og andre myndighetsorganer mot sin opprinnelige hensikt som er GHG-utslippsreduksjon. Dette gjelder blant annet det diskusjonen i kapitel 6.3 foretok seg, om biofuel. Det er viktig at reguleringer som CII ikke bare skal se fint ut på papiret, men at effekten av det samsvarer med det faktiske målet for tiltaket og at reguleringen er praktisk gjennomførbart.

Jeg vil konkludere med at CII bidrar delvis til Parisavtalens mål, men reguleringens svakhet fører til fortjent kritikk. CII bør endres slik at det er fornuftig og praktisk gjennomførbart uten å skade industriens forretning og konkurransekraft.

Oversikt over Alternativene

Nedenfor kan en finne en oversikt over de temaene som er blitt diskutert i denne rapporten. Det er blitt laget en oversikt over følgende elementer med bakgrunn i det som er blitt diskutert: hvorvidt det anbefales å implementere, hvor stor risiko det er bak implementering av alternativene, kostnadsbildet og teknologimodenheten.

Tabell 4: Oversikt over status per i dag, anbefaling for tiltak, risiko som er diskutert, kostnadsbildet og teknologimodenhet.

Solution	Recommendation (only CII perspective)	Risk	Cost	Tech. readiness
WRS	Strong	Low	Good	Ready
Just-in-Time	Engage with ports	Medium	Unknown	Low-None
Shipshave	Strong	Low	Good	Mid-Ready
Speed reduction	Strong	High	Varying	Ready
Retrofits	Medium	Medium	Mid-high	Ready
CCS	Watch development	Unknown	Unknown	Test phase
Biofuel	Medium/Strong	Low	High	Mid-Ready

Alternativene WRS + FuelOpt, Speed Management og Just-in-Time har potensiale til å samhandle gjennom digitale systemer for bedre optimalisering, eksempelvis ved hjelp av IoF (Internet of things) og AI. Ved å koble dette sammen med et system som er blitt foreslått i kapittel 6.1.2, tror jeg en kan oppnå store fordeler. Dette er noe som ligger langt frem i tid i shipping, men jeg mener det kan ha stort potensiale.

Med unntak av JIT og CCS, har de resterende alternativene god potensiale for å bidra til CII-compliance. Det er viktig å poengtere at hvert alternativ ikke skal benyttes utelukkende, men i kombinasjon med hverandre, og på den måten forbedre CII-ratingen betraktelig. Eksempelvis, kombinasjon av biofuel og speed reduction, vil kunne gi stort utslag på CII-verdien.

7.0 Avslutning

I denne rapporten er det blitt gjort et forsøk på å kartlegge hvilke tekniske og operasjonelle løsninger som er realistiske og aktuelle for implementering for å overholde Carbon Intensity Indicator-krav, og hvordan det vil påvirke operasjonen hos shipping selskapene. Dette ble valgt på bakgrunn av problemstillingen som shipping selskapene står ovenfor, hvor 35% av industrien havner under CII-kravene for 2023, og usikkerhet rundt riktige alternativer for implementering.

Gjennom rapporten har en undersøkt utvalgte alternativer og vurdert deres potensiale for implementering. Oversikt over hvilke alternativer som er realistiske og aktuelle er vist i tabell 4. Alternativene Just-in-Time arrival og Carbon Capture & Storage er to alternativer som ikke ser realistiske ut i det aktuelle tidsrommet CII tiltrer. Teknologimodenheten vil i hvert fall ikke være klar for de første årene av CII, men potensialet på begge alternativene er store. Just-in-Time arrival vil gi en veldig positiv effekt på CII, og også operasjonen dersom det blir muliggjort. CCS vil kunne fjerne behovet for CII, og være et stort bidrag mot Parisavtalens mål om nullutslipp. Til tross for manglende teknologimodenhet vil jeg si disse to løsningene er de mest interessante alternativene i rapporten.

Alternativene WRS, Shipshave, Speed Management, Biofuel og Retrofits er alle alternativer som vil bidra til en positiv effekt på CII-ratingen. WRS, Shipshave og Retrofits bidrar positivt til operasjonen, mens Speed Reduction påvirker operasjonen på negativt vis.

Oppsummert kan en si at de overnevnte alternativene vil være et godt bidrag til reguleringen CII, hvor flere av disse tiltakene implementeres i kombinasjon for best mulig resultat.

Potensielt det viktigste funnet i rapporten er CII reguleringens svakheter. Noen av tiltakene kan virke mot CIIs opprinnelige hensikt slik det er blitt diskutert i kapittel 6. CII og beregningen av det er også diskutabelt og har fått mye kritikk fra industrien. Jeg er enig med kritikken og mener CII bør forbedres på de svakhetene som er blitt pekt ut og ta hensyn til praktiske utfordringer før det tiltrer.

Rapportens Forbedringspotensiale og Videre Forskning

Avslutningsvis vil jeg påpeke at rapporten har hatt sine svakheter og forbedringspotensialet er til stede. Rapportens omfang har hatt for stor bredde i forhold til det som ville vært gunstig for omstendighetene rapporten ble skrevet i. Det er blitt laget en oversikt over 7-8 alternativer i denne

rapporten, noe som legger grunnlag for å vurdere hvilke alternativ som er interessante å forske på videre.

Dersom jeg skulle ha forsket videre eller startet på nytt, ville jeg ha rettet fokuset mot ett av alternative og utforsket det alternativet i dybden. Just-in-Time eller CCS er interessante alternativer som kan forskes på for å finne svar og eventuelt løse utfordringene ved dem. Dette ville tillatt å vurdere de ulike vurderingskriteriene som er nødvendig før implementering av slike tiltak ytterligere.

Metoden som ble valgt vil jeg si har vært riktig tilnærming, men en skal ikke se bort ifra at kvantitative metoder også kunne ha blitt benyttet utover rapportens periode. Det ville potensielt også vært gunstig å ha intervjuet forskere/vitenskapsmenn med ekspertise innen enkelte av alternativene for en dypere forståelse av alternativene med både teoretisk og praktisk bakgrunn.

8. Litteraturliste

1. Adland et al. (2018). "The energy efficiency effects of periodic ship hull cleaning". Sciencedirect, Hentet fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652617332419>
2. Biofuel.org.uk, (2010). "Third Generation Biofuels". Biofuel.org.uk, Hentet fra: <https://biofuel.org.uk/third-generation-biofuels.html>
3. Blaker, (2020). «Dette er klima og CO2-tallene som sjelden blir snakket om». Nettavisen, hentet fra: <https://www.nettavisen.no/nyheter/dette-er-klima-og-co2-tallene-som-sjelden-blir-snakket-om/s/12-95-3423903610>
4. Busch, (2013). «Akademisk Skrivning, 1. utgave». Fagbokforlaget, Publisert 2013.
5. Chamber, (2022). «2024 forecast to be first year in modern history of dry bulk where more tonnage will exit than enter the sector». Splash247, Hentet fra: <https://splash247.com/2024-forecast-to-be-first-year-in-the-modern-history-of-dry-bulk-where-more-tonnage-will-exit-than-enter-the-sector/>
6. Chen, H., (2002). "Weather routing: a new approach". Ocean System Technical papers, online. Hentet fra: https://ww1.jeppesen.com/documents/marine/commercial/Safety_at
7. Clarksons, (2022). "Get CII ready for Jan 2023". Clarksons, Hentet fra: <https://www.clarksons.com/home/green-transition/carbon-intensity-indicator/>
8. ClassNK Marine GHG Certification Department, (2021). "Carbon Intensity Indicator". Classnk, Hentet fra: https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/seemp/CII_en.pdf
9. Degiuli et al., (2019). "Environmental aspects of total resistance of container ship in the North Atlantic". Researchgate, Hentet fra: https://www.researchgate.net/publication/333217388_Environmental_Aspects_of_Total_Resistance_of_Container_Ship_in_the_North_Atlantic
10. Dennington, Simon, (2010). "Understanding Marine Fouling and Assessing Antifouling Approaches". IMarEst, London. University of Southampton. Hentet fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652617332419>

11. Dhingra, (2019). "Generation Biofuels". Sciencedirect, Hentet fra:
<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/generation-biofuels>
12. DNV, (2022 a). "CII- Carbon Intensity Indicator". DNV, Hentet fra:
<https://www.dnv.com/maritime/insights/topics/CII-carbon-intensity-indicator/index.html>
13. DNV, (2022 b). "CII – Frequently asked questions". DNV, Hentet fra:
<https://www.dnv.com/maritime/insights/topics/CII-carbon-intensity-indicator/answers-to-frequent-questions.html>
14. DNV, (2022 c). "CII – Frequently asked questions. How can a shipowner control the CII?". DNV, Hentet fra: <https://www.dnv.com/maritime/insights/topics/CII-carbon-intensity-indicator/answers-to-frequent-questions.html>
15. GloMEEP Project Coordination Unit IMO, (2020). "Just-in-Time Arrival Guide". Greenvoyage, Hentet fra: <https://greenvoyage2050.imo.org/wp-content/uploads/2021/01/GIA-just-in-time-hires.pdf>
16. GloMEEP, (u.å). "Speed Management". Glomeep IMO, Hentet fra:
<https://glomeep.imo.org/technology/speed-management/>
17. Grossi, (2021). "Nuclear Energy for a Net Zero World". IAEA, Hentet fra:
<https://www.iaea.org/sites/default/files/21/10/nuclear-energy-for-a-net-zero-world.pdf>
18. Holmstad, (2022). "MSC demands changes to CII: Rules punish at random and will reduce fleet capacity". Shippingwatch, Hentet fra:
<https://shippingwatch.com/regulation/article14543657.ece>
19. Knutsen, T. & Moses, J., (2019). "Ways of knowing: Competing methodologies in social and political research (Third ed.)". London: Red Globe Press
20. Larsen, A.K. (2017). En enklere metode. 2. utg. Bergen: Fagbokforlaget
21. Lehman, (2022). "Biofuel". Britannica, Hentet fra:
<https://www.britannica.com/technology/biofuel>
22. Lin Ye, (2014). "Bulbous Bow". Sciencedirect, Hentet fra:
<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/bulbous-bow>
23. Lloyds Register, (2022 a & b). "Are you ready for CII?". Hentet fra:
<https://www.lr.org/en/carbon-intensity-indicator/>
24. LSE, (2018). "What is carbon capture and storage and what role can it play in tackling climate change?". LSE, Hentet fra:

<https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/explainers/what-is-carbon-capture-and-storage-and-what-role-can-it-play-in-tackling-climate-change/>

25. Martić et al., (2019), Mallidis et al., (2018), Corbett et al., (2009). "The impact of slowsteaming on reducing CO2 emissions in the Mediterranean Sea". Sciencedirect, Hentet fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235248472100144X#b36>
26. McMillan et al, (2014). "The Potential and Challenges of Drop-in Biofuels". IEA, Hentet fra: <https://www.a3ps.at/site/sites/default/files/newsletter/2015/no13/Task-39-Drop-in-Biofuels-Report-FINAL-2-Oct-2014-ecopy.pdf>
27. Miljødirektoratet, (2021). "Biodrivstoff". Miljødirektoratet, Hentet fra: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/transport/biodrivstoff/>
28. National Grid, (2022). "What is net zero and zero carbon?". NationalGridEso, Hentet fra: <https://www.nationalgrideso.com/future-energy/net-zero-explained/net-zero-zero-carbon>
29. Oliveira & Granhaug, (2016). "Matching forces applied in underwater hull cleaning with adhesion strength of marine organisms". MDPI, Hentet fra: <https://www.mdpi.com/2077-1312/4/4/66/htm>
30. Ossi Mettälä, (2021a). "How to navigate CII: What it is and how you can stay compliant". Napa, Hentet fra: <https://www.napa.fi/how-to-navigate-cii-what-it-is-and-how-you-can-stay-compliant/>
31. Ossi Mettälä, (2021b). "How to navigate CII: What it is and how you can stay compliant". Napa, Hentet fra: <https://www.napa.fi/how-to-navigate-cii-what-it-is-and-how-you-can-stay-compliant/>
32. Patrissia Maria Stathatou et al, (2021). "Towards decarbonization of shipping: direct emissions & life cycle impacts from a biofuel trial aboard an ocean-going dry bulk vessel". Royal Society of Chemistry, Hentet fra: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2022/se/d1se01495a>
33. Port of Rotterdam, (2020). "8-9% Fuel savings in Just-in-Time arrival trial". Portofrotterdam, Hentet fra: <https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/8-9-fuel-savings-just-time-arrival-trial>
34. Port Technology, (2020). "Port of Rotterdam hails Just-in-Time success". Porttechnology, Hentet fra: <https://www.porttechnology.org/news/port-of-rotterdam-hails-just-in-time-success/>

35. Prpić-Oršić, J., Vettor, R., Faltinsen, O.M., Guedes Soares, C., 2016. "The influence of route choice and operating conditions on fuel consumption and CO2 emission of ships". Springer, Hentet fra: <http://dx.doi.org/10.1007/s00773-015-0367-5>.
36. Ringdal, K. (2018). Enhet og mangfold: Samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode (4. utg. ed.). Bergen: Fagbokforlaget.
37. Ritchie & Roser, (2020). "Emissions by sector". Ourworldindata, Hentet fra: <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>
38. Sanguri, (2012). "The Guide to Slow Steaming on Ships". Marineinsight, Hentet fra: <https://www.marineinsight.com/wp-content/uploads/2013/01/The-guide-to-slow-steaming-on-ships.pdf>
39. Sintef, (2021). "CCShip – Deploying Carbon Capture and Storage for ships to enable maritime CO2 emission mitigation". Sintef, Hentet fra: <https://www.sintef.no/en/projects/2021/ccship-deploying-carbon-capture-and-storage-for-ships-to-enable-maritime-co2-emission-mitigation/>
40. Skuld, (u.å). "Hull fouling clauses and prolonged stays". Skuld, Hentet fra: <https://www.skuld.com/topics/legal/pi-and-defence/hull-fouling-clauses-and-prolonged-stays/>
41. Smith & Barden, (2021). "Capturing carbon on board". North, Hentet fra: <https://www.nepia.com/articles/capturing-carbon-on-board/>
42. Sofar Ocean, (2022). "Important Benefits of Weather Routing for Optimal Voyages". SofarOcean, Hentet fra: <https://www.sofarOcean.com/posts/important-benefits-of-weather-routing-for-optimal-voyages>
43. Stopford, Martin. 2009. Maritime Economics 3e. Abingdon, Oxon: Routledge
44. Strevens, (2022). "What you need to know about new International Maritime Organization regulations". Walleniuswilhelmsen, Hentet fra: https://www.walleniuswilhelmsen.com/insights/imos-cii-let-us-take-you-through-it?token=13g5BqWvSEsQAik9r4ok_f2SS4uT1vm3
45. Teknologirådet, (2015). «Hva er tingenes internett?». Teknologirådet, hentet fra: <https://teknologiradet.no/hva-er-tingenes-internett/>

46. Veine Huth, (2021). "Towards a climate-neutral fleet: Revisiting old technologies that work". Oddfjell, Hentet fra: <https://www.odfjell.com/about/our-stories/towards-a-climate-neutral-fleet-revisiting-old-technologies-that-work/>
47. World Nuclear Association, (å.u). "How can nuclear combat climate change?". World-nuclear, Hentet fra: <https://world-nuclear.org/nuclear-essentials/how-can-nuclear-combat-climate-change.aspx>
48. Yaramarine, (2022). «FuelOpt». Yaramarine, hentet fra: <https://yaramarine.com/vessel-optimization/fuelopt/>

Vedlegg:

- Scientist letter to EU https://www.pfpi.net/wp-content/uploads/2018/04/UPDATE-800-signatures_Scientist-Letter-on-EU-Forest-Biomass.pdf
- DNV Maritime Forecast 2050, hentet fra: <https://www.dnv.com/maritime/publications/maritime-forecast-2022/index.html>
- DROP-IN FUEL MEMORANDUM (Ønskes ikke å deles, kan forespør Leo Tvrde, GearBulk)

Figurkilde

1. Figur 1: *DNVs Maritime Forecast 2050*. Hentet fra: <https://www.dnv.com/maritime/publications/maritime-forecast-2022/index.html>
2. Figur 2: Modifisert, hentet fra: <https://www.dnv.com/maritime/insights/topics/CII-carbon-intensity-indicator/index.html>
3. Figur 3: Just-in-Time Operation. Hentet fra: <https://greenvoyage2050.imo.org/wp-content/uploads/2021/01/GIA-just-in-time-hires.pdf>
4. Figur 4: Viktige tidspunkt for havneanløp. Modifisert, hentet fra: <https://greenvoyage2050.imo.org/wp-content/uploads/2021/01/GIA-just-in-time-hires.pdf>
5. Figur 5: Hull Cleaning. Bilde mottatt fra G2 Ocean.
6. Figur 6: Forhold mellom fart og Utslipp. Hentet fra: <https://glomeep.imo.org/technology/speed-management/>
7. Figur 7:
Mewis Duct, hentet fra: <https://www.becker-marine-systems.com/products/product-detail/becker-mewis-duct.html>

- Propeller Boss Cap, hentet fra: <https://www.marineinsight.com/shipping-news/mols-propeller-boss-cap-fins-wins-environmental-technology-award-for-logistics-and-transport/>
- Bulbous Bow, hentet fra: <https://thenavalarch.com/bulbous-bows-history-and-design/>
8. Figur 8: FuelOpt, hentet fra: <https://yaramarine.com/vessel-optimization/fuelopt/>
 9. Figur 9: Solvang Exhaust Cleaning, Hentet fra: <https://solvangship.no/2022/02/18/a-game-changer-is-within-reach/>
 10. Figur 10: Lagring av CO2-fangst, hentet fra: <https://vista-analyse.no/no/publikasjoner/kostnader-ved-karbonfangst-og-lagring-i-norge/>
 11. Figur 11: Bioguel generations, hentet fra Drop in Fuel Memorandum (Tvrde), Ikke publisert.
 12. Figur 12: Biofuel produksjon av Alger, selvlaget.
 13. Figur 13: CII rating status, mottatt fra G3.
 14. Figur 14: Voyage Priorities, mottatt fra G3.
 15. Figur 15: ITCH Enhet, hentet fra: <https://shipshave.no/>
 16. Figur 16: Ultralyd Propeller Protection, hentet fra: <https://hasytec.com/>
 17. Figur 17: Speed Management CII rating, mottatt fra G3.
 18. Figur 18: Speed Management CII rating super ecospeed, mottatt fra G3.
 19. Figur 19: Clipper EOS CCS, hentet fra: <https://www.wartsila.com/nor/media/nyhet/19-10-2021-samarbeider-om-karbonfangst--og-lagringssystem-for-solvang-skipet-clipper-eos>
 20. Figur 20: Feedstocks in biodiesel production in Europe. Mottatt fra Tvrde.
 21. Figur 21: Selvlaget.
 22. Figur 22: Selvlaget
 23. Figur 23: Selvlaget
 24. Figur 24: Selvlaget

