



Høgskulen på Vestlandet

NAB3030 - Bacheloroppgave

NAB3030

Predefinert informasjon

Startdato: 01-04-2022 12:00 **Termin:** 2022 VÅR
Sluttdato: 04-05-2022 14:00 **Vurderingsform:** Norsk 6-trinns skala (A-F + Bestått)
Eksamensform: Bacheloroppgave
Flowkode: 203 NAB3030 1 PRO-1 2022 VÅR
Intern sensor: (Anonymisert)

Deltaker

Naun:	Julie Karlsen
Kandidatnr.:	424
HVL-id:	586403@hvl.no

Informasjon fra deltaker

Antall ord *:	20359
----------------------	-------

Sett hake dersom Ja
besvarelsen kan brukes
som eksempel i
undervisning?:

Egenerklæring *: Ja
Jeg bekrefter at jeg har Ja
registrert
oppgavetittelen på
norsk og engelsk i
StudentWeb og vet at
denne vil stå på
vitnemålet mitt *:

Gruppe

Gruppenavn: Bachelorgruppe Flettner rotor
Gruppenummer: 1
Andre medlemmer i gruppen: Nora Julie Lønning, Eirik Eskedal, Jonas Nakken Narvestad

Jeg godkjenner autalen om publisering av bacheloroppgaven min *

Ja

Er bacheloroppgaven skrevet som del av et større forskningsprosjekt ved HVL? *

Nei

Er bacheloroppgaven skrevet ved bedrift/virksomhet i næringsliv eller offentlig sektor? *

Nei



Høgskulen
på Vestlandet

BACHELOROPPGAVE

Evaluering av Flettner rotoren som alternativ for fremdrift

Assessment of the Flettner rotor as an alternative for propulsion

Julie Karlsen

Nora Julie Lønning

Eirik Eskedal

Jonas Nakken Narvestad

Bachelor i Nautikk

Instituttet for maritime studier

Innleveringsdato: 04.05.2022

Vi bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1

Sammendrag

I dette arbeidet har vi forsøkt å finne ut hva skipsindustrien selv tenker om Flettner rotor som alternativt fremdriftsmiddel. Derfor har vi fokusert på hvilke vurderinger rederiene gjør for om de velger å bruke Flettner rotoren. Vi har videre også sett på hvilke andre løsninger som de har valgt. I tillegg har vi undersøkt hva som skal til for at de skal være villige til å investere i Flettner rotoren.

For å besvare oppgavens problemstilling har vi brukt kvalitativ metode. Ved utvalg av intervjuobjekter henvendte gruppen seg til personer som har interesse av eller bakgrunn med bruk av Flettner rotor. Derfor ble produsenter, rederier, interesseorganisasjoner og statlige organer aktuelle intervjuobjekter. Fra resultatene av disse intervjuene har vi diskutert svarene mot hverandre og sett på teorien mot svarene.

I prosjektet har vi kommet fram til at de fleste var positive til Flettner rotoren. De som hadde installert Flettner rotor var svært fornøyd med installasjonen og resultatene som kom med installasjon. For eksempel kan de nå holde høyere fart i grov sjø. Det som også kom fram, var at flere var usikre på å bruke Flettner rotoren som bidrag til fremdriften på grunn av prisen. Noen pekte også på at rotoren bare gir besparelser når skipet seiler, samt at vindforholdene må være gunstige. På den andre siden var det flere som kommenterte at Flettner rotoren vil nok bli mer aktuell i fremtiden på grunn av at den nå kan tiltes og passere under broer. I et sidespørsmål i forbindelse med klima, viste det seg at kortsiktig mente flere at rotoren ikke ville gi utslag, men hvis flere installere vil den kunne bidra til reduksjon av klimagassutslipp på verdens basis. På bakgrunn av dette har vi konkluderte med at det er flere grunner til hvorfor noen velger å installere Flettner rotor og andre ikke. Dette indikerer da at det er rom for forbedringen slik at Flettner rotoren blir lettere å velge som en løsning.

Summary

In this bachelor thesis we have been attempting to find out what the shipping industry thinks about the Flettner rotor as an alternative for propulsion. Therefore, the focus has been on what assessments the shipping companies does when they elect to install a Flettner rotor or not. Also, what other alternatives they chose instead. During this assignment there has also been a focus on what the shipping companies needs to be in place before an investment in a Flettner rotor is reasonable from their point of view.

To answer the research question qualitative methodology was used in this thesis. When choosing interview subjects, the target was individuals that has an interest in the Flettner rotor or has a background with it. Therefore, producers of the rotor, shipping companies, interest groups and government organs have been contacted and asked if they would answer some questions. From the results of the interview, we discussed the difference in the answers and also compared the answers to the theory about the Flettner rotor presented in this assignment.

Our examination finds that every subject was positive to the solution. Those who had installed where very pleased with the results they had produced. Some results from those who had installed was that they could keep a higher speed in stormy seas. Those shipping companies who had not installed where hesitant. This is because of the cost price of the Flettner rotor. Also, some where sceptic about savings is only possible if the ship sails and they need optimal wind conditions. On the other side everyone thought the rotor would be more present in the future, because now there are solutions that makes it more flexible when passing under a bridge. For one of the side questions in this task everyone thought that short term the Flettner rotor will not contribute to any impact on reducing climate gasses, but in the future with more installation it could contribute to lower climate gasses. Therefore, we have concluded that there are several reasons for installing or not installing the Flettner rotor, which indicates that there are several conditions that need to be addressed before we see more of the Flettner rotor.

Forord

Denne bacheloroppgaven er skrevet som en avsluttende del av utdannelsen for fire nautikkstudenter ved Høgskulen på Vestlandet Campus Haugesund. Denne oppgaven har vært svært lærerik, men til tider svært tidkrevende på grunn av dens omfang.

Vi ønsker å takke vår veileder Johnny Nordahl Berentzen for god veiledning med raske tilbakemeldinger og grundig oppfølging.

Vi ønsker også å takke alle våre respondenter som har tatt imot spørsmålene våre, og har vært villige til å sette av tid til intervjuer. Dere har vært til stor hjelp for å få denne oppgaven ferdig.

Innhold

Sammendrag	i
Summary	ii
Forord	iii
Innhold	iv
Figurliste	vi
1.0 Innledning	1
1.1 Problemstilling	1
1.2 Bakgrunn for valg av Flettner rotor	2
1.3 Formålet til oppgaven	2
1.4 Avgrensing	2
1.5 Utforming.....	3
2.0 Flettner Rotoren	4
2.1 Flettner Rotorens opphav	4
2.2 Flettner rotoren i dag.....	4
2.3 Magnuseffekten, Bernoullis ligning og Newtons tredje lov	5
2.4 Eksempel på installasjon av Flettner rotor	9
2.5 Styrker ved rotoren.....	9
2.6 Svakheter ved rotoren	11
3.0 Metode	13
3.1 Bakgrunnen for valg av kvalitativ metode for oppgaven	13
3.2 Fordeler og ulemper ved bruk av kvalitativ metode for oppgaven	14
3.3 Intervjudelen i kvalitativ metode.....	16
3.3.1 Utvalg	16
3.3.2 Analyse av data	16
3.4 Etisk grunnlag.....	17
4.0 Resultater	18
4.1 Kort presentasjon av intervjuobjekter.....	18
4.2 Vurderingene for Flettner rotor som rederiene har gjort	19
4.3 De tre spørsmålene til Seatrans som allerede hadde installert	21
4.4 Tiltak som blir gjort i forbindelse med miljøvennlighet	22
4.5 Hvilke tiltak har fått støtte fra ekstern aktør	25
4.6 Hvordan rederiene ser på fremtiden med teknologiens utvikling	27
4.7 Norsepower Intervju.....	31
4.8 Rederiforbundet Intervju	32

4.9 Miljødirektoratet Intervju.....	34
5.0 Drøfting	35
5.1 Drøfting av vurderingene.....	35
5.2 Teori grunnlag mot Seatrans	37
5.3 Investeringsvillighet	39
5.4 Andre tiltak for redusering av utslipp	41
5.4.1 nåværende tiltak.....	41
5.4.2 synpunkter på miljøvennlig utvikling.....	42
5.5 Flettner rotor inni fremtiden	44
6.0 Konklusjon	47
6.1 Forslag til videre arbeid	47
Bibliografi.....	48
<i>Vedlegg 1 Intervjuguide Rederiene</i>	51
<i>Vedlegg 2 Intervjuguide Produsent</i>	52
<i>Vedlegg 3 intervjuguide Miljødirektoratet</i>	53
<i>Vedlegg 4 intervjuguide Norges Rederiforbund</i>	54
<i>Vedlegg 5 Informert samtykke Norsk</i>	55
<i>Vedlegg 6 Informert samtykke Engelsk</i>	58

Figurliste

- Figur 1 Viser luftstrømmen rundt rotoren som roterer i klokkeretning. Hentet fra <https://www.norsepower.com/technology> dato: 14.03.22.....6
- Figur 2 Viser hvor det dannes høy trykk og lav trykk rundt rotoren. Hentet fra <https://www.norsepower.com/technology/> dato: 14.03.226
- Figur 3 Viser forholdet mellom asymmetrien i seperasjonspunkt og fremdrift. (Maruyama, 2011)8
- Figur 4 Viser SC Connector passerer under Karmsund bro. Hentet fra <https://www.tu.no/artikler/sc-connector-seiler-med-rotorer-sparer-25-prosent-drivstoff/505841> Dato: 15.03.229

1.0 Innledning

Det er i dag en konsensus blant forskerne at klimaendringene er menneskeskapte (MassonDelmotte, 2021; Core Writing Team, 2014). Dette medfører at flere næringer vil måtte omstille seg fra ikke- fornybare energikilder til fornybare energikilder for å bremse klimaendringene. Den 31.01.2020 presenterte den daværende regjeringen rapporten *Klimakur 2030* (Miljødirektoratet, Statens vegvesen, Kystverket, Landbruksdirektoratet, Norges vassdrags- og energidirektorat og Enova, 2020). Her ble det presentert potensialet Norge har for å redusere klimagassutslippene sine i ikke- kvotepliktige utslipp. I rapporten (Miljødirektoratet et.al 2020) er det flere tiltak som blir presentert og hvilket potensial forskjellige sektorer har. Transportsektoren, som sjøfart ligger under, blir i denne rapporten trukket fram som et satsningsområde der man kan klare å redusere mye. Ifølge Niels Freese (2017) står den globale skipsindustrien for 2.2 % av CO2 utslippet på verdensbasis. Det kommer også fram, at disse 2.2% kan vokse til over 10% hvis verden krever økt transport av varer. IMO (International Maritime Organization, 2014) forventer at det mellom 2014 og 2050 vil være en økning i sjøfart på mellom 50% til 250%. Dette kan da føre til en ekstrem økning i CO2 utslipp, samt andre farlige miljøgasser. Flettner rotoren er en oppfinnelse fra 1920- tallet, da den første prototypen ble brukt for å krysse Atlanterhavet (Osnes, 2021). I etterkant av denne reisen ble imidlertid Flettner rotoren glemt og ble ikke vurdert ordentlig igjen før nå. Klimaendringene er grunnen til at man har begynt å se på andre løsninger og under dette kommer da Flettner rotoren.

1.1 Problemstilling

Problemstillingen til denne oppgaven ble utformet av ønsket om å finne ut hvilke vurderinger skipsindustrien gjør når man bestemmer seg for en klimavennlig løsning. I dette tilfellet med spesifikt hensyn på Flettner rotoren. På bakgrunn av litteraturen vises det lite fra hvilke vurderinger som blir gjort. Ofte så står det nevnt i en bisetning og det er ikke rederiene selv som har sagt noe om utfordringene for en mulig installasjon. Derfor blir problemstillingen som følger: *Hvilken vurdering gjør rederiene ved valg av Flettner rotor?*

1.2 Bakgrunn for valg av Flettner rotor

Vi har valgt å se på Flettner rotoren på grunn av at denne teknologien er gammel og som har blitt benyttet tidligere. Hvilket vi syntes var veldig interessant, med tanke på hva vi kunne skrive om. I tillegg til at gjennom studiet har vi ikke hatt så mye om de alternative fremdriftsmidlene som eksisterer i dag. Selve måten rotoren virker på, var noe vi syntes var veldig interessant. Klimaendringene var også en motivasjon for valg av dette temaet. I *klimakuren 2030* vises det til hvor det er mulig å kutte utslippene sine i forskjellige sektorer (Miljødirektoratet et.al 2020). Flettner rotoren er i denne sammenheng en mulig løsning som kan bidra til å senke utslippene i skipsindustrien. Det som også er verdt å merke seg er at det ikke er så veldig mye informasjon om hva industrien selv tenker om denne løsningen. Hvilket gjorde det veldig interessant å fokusere oppgaven på dette temaet.

1.3 Formålet til oppgaven

Formålet til oppgaven er å få en dypere forståelse av hva skipsindustrien tenker om Flettner rotoren som løsning. Dette med tanke på hvilke vurderinger rederier eventuelt gjør når de skal vurdere om denne løsningen kan bli brukt av deres skip. I denne oppgaven vil det også bli presentert momenter fra det politiske planet. Det for å se hva politikken også tenker om denne løsningen.

1.4 Avgrensning

På grunn av oppgavens omfang, så vi det som nødvendig å gjøre avgrensninger. Vi ønsket å få mest mulig intervjuer fra forskjellige segmenter i skipsindustrien. I hovedsak ble det fokusert på tankskip, bulkskip, roroskip og passasjerskip. Fokuset i oppgaven vil i hovedsak dreie seg om hva rederiene tenker om denne teknologien, med momenter av produsent, Rederiforbundet og Miljødirektoratet. Dette medfører da at det handler om å få mest mulig intervjuer fra forskjellige segmenter i skipsindustrien. Vi har utelatt andre deler av skipsindustrien, slik som offshore supplyskip. Da vi gjennom litteraturen ser at denne fartøytypen vil ha vanskeligheter ved en installasjon (Glomeep, u.å.). I tillegg til at intervjuet med produsent bekrefter at det vil bli praktisk vanskelig å installere på for eksempel supplyskip.

1.5 Utforming

Først vil det bli presentere teori rundt hvordan Flettner rotoren virker. Deretter vil man gå gjennom hvilke momenter som kan påvirke valgene til rederiene for installasjon eller ikke. Dette vil da komme gjennom hvilke styrker og svakheter rotoren har. Metoden presenteres før resultatene fra intervjuene blir presentert. Etter dette blir resultatene drøftet med bakgrunn i teori, samt hva de forskjellige intervjuobjektene har presentert til forskjell fra hverandre.

2.0 Flettner Rotoren

2.1 Flettner Rotorens opphav

Flettner rotoren ble oppfunnet på tidlig 1900-tallet av en tysk fly-ingeniør ved navn Anton Flettner. Han var en av de første som skjønnte at Magnuseffekten kunne anvendes til funksjonelle oppgaver (Patowary, 2021). Magnuseffekten vil bli videre forklart i punkt 2.3. Det første skipet, The Backau, som utnyttet denne effekten var bygget av Flettner selv. Her ble det brukt to rotor drevet av hver sin 15 hestekrefters (hk) elektriske motor, som igjen fikk strømmen sin fra et dieselaggregat på 45 hk. Hver rotor hadde en høyde på 50 fot og var 10 fot i diameter (Patowary, 2021; Seifert, 2012). Rotorene var også lettere enn seilene de erstattet og hadde en effekt på 10 ganger mer i forhold til de gamle seilene med samme bredde og høyde (Seifert, 2012). Etter The Backau gikk ut av drift ble oppfinnelsen til Flettner glemt i flere tiår. Men i senere tider har drivstoff prisene økt, og fokuset på utslipp har begynt å skape problemer for shippingselskaper. Dette ledet da til at de begynte å se etter alternative fremdriftsmetoder (Patowary, 2021).

2.2 Flettner rotoren i dag

Selskapet Norsepower har i senere tid utviklet en oppdatert versjon av Flettner rotoren med moderne materialer som karbon og glassfiber, noe som har resultert i et vekttap på to tredjedeler fra det originale designet (Kornei, 2017; Norsepower, u.å.). Dette resulterer i mindre masse for motorene å rotere, noe som fører til en effektivisert fremdrift (Kornei, 2017; Norsepower, u.å.). Norsepower selv sier i artikkelen at: *«våre største rotor kan produsere en fremdrifts kraft opp til 3 mega watt av hovedmotorkraft uten å bruke mer enn 90 kilowatt elektrisitet»* (Kornei, 2017). Norsepower informerer videre at: *«for at rotoren skal være effektiv kreves det en vindhastighet på ca. 10 knop i en vinkel over baugen på minst 20°»* (Kornei, 2017). Slike forhold finnes det mest av i skipsruter i det nordlige Atlanterhavet og i det nordlige Stillehavet (Kornei, 2017). Det er ikke uvanlig for et skip å kunne spare inntil 15% drivstoff ved installasjon av rotorseil, og i noe ekstreme tilfeller er det rapportert en reduksjon på inntil 35% (Norsepower, 2021). Global maritime energy efficiency partnership (Glomeep), som er en del av International Maritime organization (IMO), har presentert kostnadsnivået for slike installasjoner. Glomeep har kommet fram til

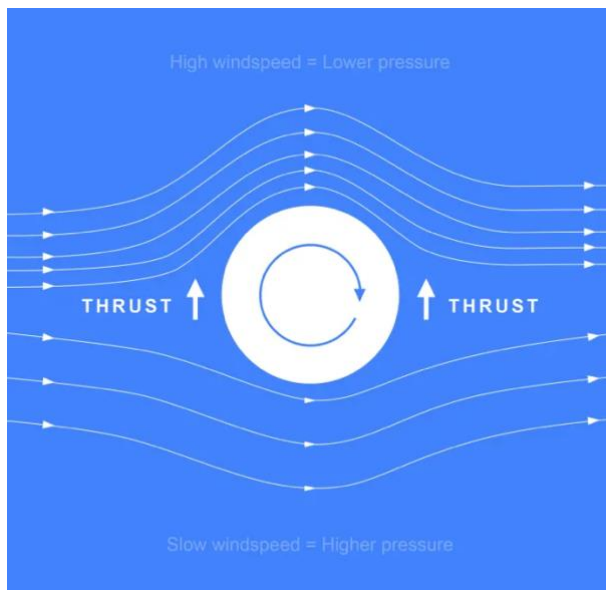
at for en rotor vil summen ligge på mellom 400000 USD og 950000 USD (Glomeep, u.å.). Ved installasjon av flere rotorer har de kommet fram til at dette har en pris på mellom 1000000 USD og 3000000 USD (Glomeep, u.å.). Prisene avhenger av modell og størrelse på rotorene (Glomeep, u.å.). Det som også er verdt å merke seg at dette ikke inkluderer en løsning som kan bli tiltet, slik som SC Connector opererer med (SC Connector blir nærme beskrevet i kapittel 2.4).

DNV har undersøkt, på oppdrag fra ENOVA, hvordan Flettner rotoren er i dag i forhold til skipsindustrien. I denne rapporten listet DNV (2016) opp flere grunner til hvorfor noen løsninger ikke blir beskrevet i detalj. Dette var da løsninger som de mente ikke egnet seg for skip i norske farvann eller at teknologiene kan sies å være en bransjestandard innenfor visse segmenter allerede. Det ble også nevnte at disse løsningene per i dag er usikre med tanke på maritim bruk. (DNV, 2016). I denne listen blir da Flettner rotoren listet opp. Derimot er det litt uklart hvilken grunn til hvorfor DNV nevnte Flettner rotoren i denne seksjonen.

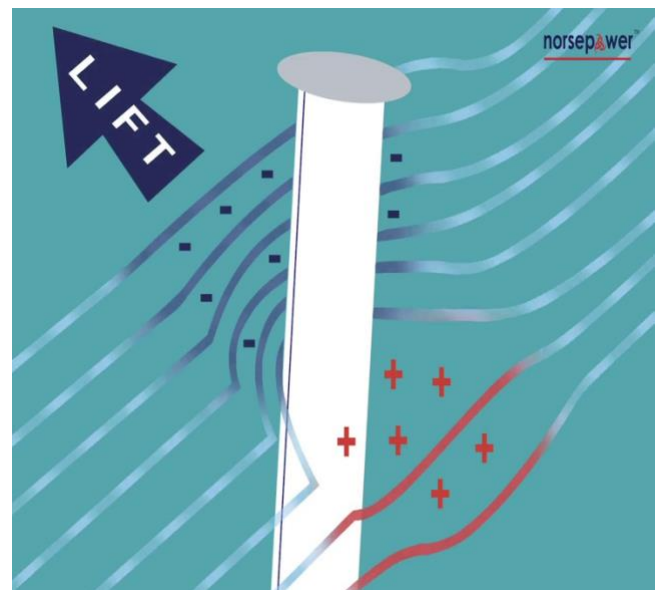
2.3 Magnuseffekten, Bernoullis ligning og Newtons tredje lov

Det finnes flere forklaringer på Magnuseffekten (Maruyama, 2011). Maruyama (2011) presenterte to av måtene å beskrive Magnuseffekten på. Forklaring 1 tar utgangspunkt i forskjellen i hastighet rundt sylindere og i forklaring 2 blir det tatt utgangspunkt i den mekaniske siden. Den som blir hyppigst brukt i forbindelse med forklaringen av Flettner rotoren er forklaring 1. Forklaring 2 blir mer brukt til å forklare Magnuseffekten på en veldig enkel måte, der det blir fokusert på hva som faktisk skjer. I dette avsnittet vil det bli gitt en grundigere forklaring av forklaring 1 og en litt kortere forklaring av forklaring 2. Forklaring 1 handler som nevnt om forskjellen i hastighet rundt sylindere (Maruyama, 2011). Ved at sylindere roterer vil hastigheten på luftstrømmen øke mer enn hvis den ikke hadde rotert. Der hastigheten på luftstrømmen øker er der sylindere roterer med luftstrømmen. Som følge av dette vil Bernoullis teori slå inn og det betyr at trykket blir lavere på denne siden. På den andre siden vil da trykket bli høyere og hastigheten på luftstrømmen blir lavere

(Maruyama, 2011). Dette kan ses på figur 1 under. Som følge av dette blir det dannet en høytrykksside og en lavtrykksside. Dette er illustrert i figur 2.



Figur 1 Viser luftstrømmen rundt rotoren som roterer i klokkeretning. Hentet fra <https://www.norsepower.com/technology> dato: 14.03.22



Figur 2 Viser hvor det dannes høy trykk og lav trykk rundt rotoren. Hentet fra <https://www.norsepower.com/technology/> dato: 14.03.22

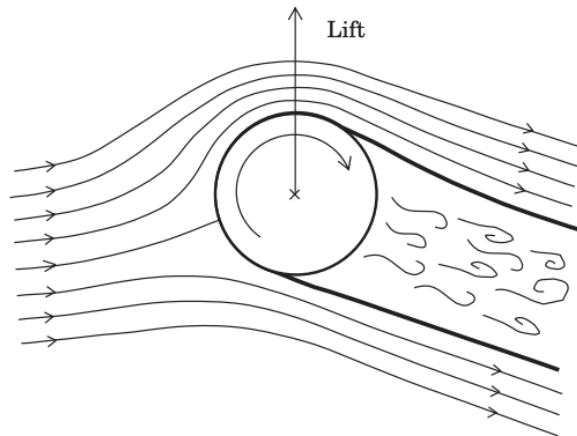
Når det kommer til Bernoullis teori er det verdt å merke seg at denne bare er beskrivende hvis man ser vekk fra viskositet og turbulent viskositet (Maruyama, 2011). Viskositet i denne sammenheng betyr motstanden som luften har mot bevegelse (Helseth, 2021). Turbulent betyr at det er uordnede bevegelser som øker friksjonen mot en grenseflate som da leder til at det er mer energi som transporteres til grenseflaten (Helseth, Store Norske Leksikon, 2020). Måten man da fortsatt kan bruke Bernoullis ligning er ved å ha Reynoldstall som er høyt nok slik at man da kan ta inn konseptet om grenselag. Dette medfører da at man har definert ett grenselag rundt rotoren der Bernoullis ligning ikke gjelder lengre (Maruyama, 2011). Et Reynoldstall er et tall som er dimensjonsløst og blir brukt i studier av objekter som beveger seg i et medium (Universitetet i Oslo, 2021). I dette tilfellet blir mediumet luft. For å enkelt forklare Bernoullis ligning i bevegelsestilfeller kan man si at trykket blir lavere der bevegelsen er høy og at trykket er høyt der bevegelsen er lav (Maruyama, 2011). Når dette da inntreffer vil denne forskjellen i trykk skape løft eller fremdrift som virker vinkelrett på luftstrømmen (Norsepower, u.å; Maruyama, 2011). Denne forklaringen av Magnuseffekten tar ikke høyde for negative Magnuseffekten eller når man har for lave

Reynolds tall. Slik at man da ikke kan bruke Bernoullis ligning med grenselag som beskrivende for Magnuseffekten (Maruyama, 2011). Negative Magnuseffekt blir derimot tatt med i forklaring 2. For å forklare hvordan fremdriften oppstår er dette ved at trykket rundt sylindren er asymmetrisk, når luftstrømmen har forskjellig hastighet. Denne asymmetrien og hastighetsforskjellen rundt sylindren er det som skaper fremdrift gjennom Magnuseffekten (Norsepower, u.å.; Maruyama, 2011).

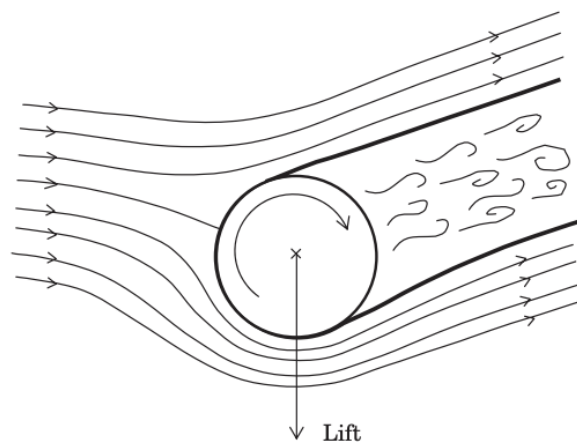
Forklaring 2 er basert på Newtons tredje lov om bevegelse og baserer seg mer på det mekaniske ståstedet av Magnuseffekten. I denne forklaringen er fenomenet med asymmetri ved separasjonspunktene funnet ved begge sider av sylindren (Maruyama, 2011). Separasjon vil i dette tilfellet bety det stedet hvor strømningslinjene i grenselaget beveger seg vekk fra sylindren, noe som vises i figur 3 på neste side. Til forskjell fra forklaring 1 viser forklaring 2 at det finnes en positiv og en negativ Magnuseffekt. Ved en positiv Magnuseffekt vil denne inntreffe på den siden som beveger seg i samme retning som luftstrømmen. Dette fører til at separasjonspunkt på den siden som beveger seg med luftstrømmen er mye lengre nede enn på siden der luftstrømmen går motsatt vei av rotasjonen. Dette blir vist i figur 3 på neste side. Når man da har en negativ Magnuseffekt er det nøyaktig motsatt av hva som skjer ved en positiv Magnuseffekt (Maruyama, 2011).

Hovedbudskapet med denne forklaringen av Magnuseffekten er at på grunn av bevegelsen av sylindren vil det være en annerledes hastighetsdifferanse, enn om sylindren hadde vært stillestående (Maruyama, 2011). Dette er det som er Magnuseffekten. Enkelt forklart kan man si at når fremdrift eller negativ fremdrift oppstår, er det alltid en asymmetri til stede ved separasjonspunktene. I følge Maruyama (2011) er det ikke funnet noen unntak for dette. For å beskrive hvor Newtons tredje lov er sentral i forbindelse med Magnuseffekten, kommer den inn med det som kalles «lift» eller fremdrift i dette tilfellet. Newtons tredje lov sier, i henhold til store norske leksikon: *«når et legeme virker på et annet legeme med en kraft, vil det andre legemet virke tilbake på det første med en like stor kraft i motsatt retning»* (Grøn, 2021). I forbindelse med denne loven vil det her bety at luftstrømmen vil øke i hastighet når den nærmer seg sylindren og motkraften vil da virke vinkelrett på

luftstrømmen. I tillegg får luftstrømmen her også et ekstra moment på grunn av positiv og negativ Magnuseffekt (Maruyama, 2011).



(a) Positive Magnus effect



(b) Negative Magnus effect

Figur 3 Viser forholdet mellom asymmetrien i separasjonspunkt og fremdrift. (Maruyama, 2011)

For å oppsummere hva Magnuseffekten er, er det enkelt forklart en roterende gjenstand gjennom et medium. I dette tilfellet er det en sylinder. Medium er for eksempel væske eller gass. Magnuseffekten er den kraften som virker vinkelrett på luftstrømmingen i dette tilfellet.

2.4 Eksempel på installasjon av Flettner rotor

Som nevnt har Norsepower oppdatert Flettner rotoren, og i dag er det flere skip som har installert eller har planer om å installere. SC Connector er et eksempel som nå bruker Norsepower sin teknologi. Det som er spesielt med SC Connector sitt system er at de har installert den løsningen som kan tiltes, med de høyeste alternativene av Flettner rotoren som finnes på markedet.

Dette har de da fått til sammen med Norsepower (Norsepower, 2021). SC Connector har installert to Flettner rotor som er 35 meter høye, på grunn av det er disse som gir størst effekt av de forskjellige størrelsene til Norsepower.



Figur 4 Viser SC Connector passerer under Karmsund bro. Hentet fra <https://www.tu.no/artikler/sc-connector-seiler-med-rotorer-sparer-25-prosent-drivstoff/505841> Dato: 15.03.22

Om bord har de et hydraulisk system for å kunne legge ned rotoren når skipet må passere en bro, som vises i figur 4. Det eneste som krever energi fra skipet er rotasjonen av rotorene. Derfor er det en liten elektrisk motor under hver rotor som sørger for rotasjonen. I tillegg har SC Connector fått installert en batteripakke som gjør at de kan være 100% utslippsfrie i en viss periode (Sea Cargo, 2020). Teknologien til Norsepower gjør det mulig å koble fra propellen, slik at man da bare bruker fremdriften fra rotorene for all fremdrift. Med dette vil da hovedmotoren gå på tomgang bare for å drive selve rotorene rundt. Da den bare trenger å drive rotasjonen.

2.5 Styrker ved rotoren

Fra litteraturen ser man at det er flere fordeler med å ha en Flettner rotor installert (Pearson, 2014; Glomeep, u.å.; DNV, 2019; Anemoui marine, u.å.; Norsepower, u.å.; Muhammad Fakhururiza Pradana, 2022). Blant annet har det ved teoretiske beregninger blitt funnet at det er merkbare besparelser selv om man installerer rotoren på gamle skip eller om det er på nybygget skip (Pearson, 2014). Besparelsene vil i teorien være ganske lik, uavhengig om det er nybygg eller ikke. Det vil selvfølgelig være avhengig av om det er den

samme skipstype som sammenlignes. En annen styrke som rotoren har fra litteraturen sin side, er at dette er den vindteknologien som er mest fremtredende per i dag. Det finnes andre vindbaserte teknologier som kan hjelpe fremdriften til skip, men disse er ikke kommet så langt at de har blitt brukt i kommersiell fart, slik som Flettner rotoren er brukt (DNV, 2019). Når det kommer til stabiliteten til skip som har installert rotor vil disse rotorene kunne redusere rulling som skipet kan oppleve (DNV, 2019). I tillegg kan skipet holde høyere hastigheter i grov sjø. Dette har sammenheng med at ved installasjon av rotorene vil man ofte kunne velge ruter som optimaliserer effekten som rotorene har. Enkelt forklart kan man si at man seiler litt mer som tradisjonelle seilskip. Det betyr at man da ikke nødvendigvis jobber mot kreftene i havet og i atmosfæren, men heller utnytter kreftene til sin egen fordel. I forhold til andre vindbaserte løsninger er det som nevnt at Flettner rotoren som er den mest fremtredende. Med tanke på dette er det også viktig å nevne at for dimensjonene til Flettner rotoren sammenlignet med de andre vindløsningene, er det Flettner rotoren som tar minst plass på dekk. Den tar også mindre plass med tanke på operasjonen av skipet (Muhammad Fakhuriza Pradana, 2022).

Produsentene selv lister opp flere fordeler med installasjon av rotoren. I dette avsnittet vil fordeler fra to av produsentene bli presentert. Norsepower rapporterer at det mulig med besparelser på mellom 5-20% (Norsepower, u.å.). Mens Anemoi har rapporterte besparelser på mellom 5- 30% (Anemoi marine, u.å.). Det begge disse produsentene kommenterer, er at for å få de høyeste besparelsene må man velge de høyeste Flettner rotorene. Når det kommer til utslippsreduksjon, kommer dette fra at man kan redusere fremdriften fra hovedmotoren, og da samtidig opprettholde den samme farten ved hjelp av Flettner rotoren. Det som også produsentene uttrykker er at disse nyere Flettner rotorene er opptil 10 ganger mer effektiv enn de tradisjonelle seilene (Norsepower, u.å.). Et av de viktigste argumentene fra produsentene sin side er at disse rotorene krever minimal opplæring av mannskapet om bord på fartøyene som velger å installere. I følge Norsepower vil mannskapet om bord enkelt trykke på en startknapp og deretter vil sensorer som er montert på rotoren måle vinden og starte rotasjonen når den finner vinden til å være i korrekt hastighet for besparelser (Norsepower, u.å.).

2.6 Svakheter ved rotoren

Rotoren har også flere svakheter som er viktige å vite om. En svakhet er at man må seile for å kunne ha besparelser i form av drivstoff. Dette kommer fram i hva som vurderes av produsenter når de skal beregne på en installasjon (Norsepower, u.å.). Her kommer det fram at fartøy, som har rotoren og som ligger mye i ro, så vil ikke fartøyet ha mye gevinst av å ha installasjonen. Dette kommer fram i dokumentet der de beskriver hva de trenger om skipet som ønsker en installasjon (Norsepower, u.å.). Fartøystypen har også betydning for om det er mulig for installasjon. Med tanke på at skipet bør vær mest mulig i bevegelse vil ikke fartøystyper som Supply, Stand by og FPSO være aktuelle (Norsepower, u.å.). FPSO er tankskip som ligger i fast posisjon i havet. Stand by er et fartøy som har vakt ved for eksempel plattformer i havet. Supplyfartøy er litt unikt i dette tilfellet. De kan seile mye, men her er det heller plassproblemer som gjør at rotoren ikke er like aktuelle. Dette fører oss til den neste svakheten ved installasjon av Flettner rotor, at rotoren kan oppta stor plass på dekk (Norsepower, u.å.). Det kan derfor være uaktuelt for noen fartøy å ta i bruk rotoren, da de kan ta opp viktige bruksareal (Muhammad Fakhruriza Pradana, 2022). En ulempe er at man da ikke kan ta om bord like mye last som tidligere ved en installasjon.

Ser man på bredden og høyden til en rotor er den også med på å ta vekk litt av sikten som er nødvendig å ha på bro for sikker navigering. Ved å installere rotor er det i blindsoner som normalt ikke ville vært der, spesielt hvis styrehuset er bak på hekken. I henhold til regelverket:

«skal blindsoner forårsaket av dekkutstyr, våpensystemer, skiller mellom vinduer og andre hindringer som kan oppnå i det påkrevde synsfeltet på 225°. Disse hindringene skal være så få og minst mulig slik at det ikke på noen måte hindrer en sikker utkikk fra arbeidsstasjonene for navigering, manøvrering og overvåkning» (DNV, 2005; Clasification Society Rulefinder , 2021).

Den totale buen av blind sektoren innenfor dette synsfeltet på 225° skal ikke overstige 30° (DNV, 2005; Clasification Society Rulefinder , 2021). I forhold til Flettner rotoren skal dette være i samråd med regelverket. En annen svakhet med å ha Flettner rotor er at man må rette seg etter den ideelle vindretning om rotoren i det hele tatt skal være gunstig for

fremdriften av fartøyet (Kornei, 2017). Dette kan igjen føre til at en rute blir lengre enn det den normalt ville ha vært om den bare hadde brukt fartøyets hovedmotorer. En annen svakhet som rotoren har, er at den vil øke ror draget på grunn av økt yaw. Yaw er en del av de seks grader av frihet og definerer rotasjonen rundt den vertikale aksen (Wärtsilä, u.å.). Grunnen til det økte rordraget handler om at roret kompensere for yaw og når den da øker, øker også rorvinkelen. Dette vil da kunne redusere effekten som Flettner rotoren har på besparelser og fremdrift (Pearson, 2014; BMT Defence Services Ltd, 2015).

3.0 Metode

I denne oppgaven har man kommet fram til at kvalitativ metode er den beste metoden for å belyse ulike aspekter av problemstillingen. Denne metoden vil kunne utdype grundigere hva hvert enkelt intervjuobjekt mener og tenker om temaet (Grønmo, 2020).

3.1 Bakgrunnen for valg av kvalitativ metode for oppgaven

Ved valg av metode for denne oppgaven ble det mest hensiktsmessig å velge kvalitativ metode for å innhente informasjonen. Utvalget av intervjuobjekter ble produsenter av Flettner rotor, ulike rederiene som bruker/kan bruke Flettner rotor, arbeidsgiverorganisasjoner og politiske organisasjoner (nærmere beskrivelse av utvalg se punkt 3.3.1). Når man jobber med kvalitativ metode jobber man ofte med meninger, da med språk og handlinger (Jacobsen, 2015, ss. 143-246). Grunnet dette vil man kunne gå i dybden av informasjonen man ønsker, som leder til svar på en problemstilling. Dette vil gi informasjon som er utfyllende fra forskjellige parter, som igjen kan bygges på hverandre, eller skape en diskusjon rundt temaet.

Temaet i denne oppgaven er det per i dag ikke mye informasjon om, hvilket bidro til å avgjøre at kvalitativ metode bør bli brukt. Kvalitativ metode er kjent for å bli brukt rundt temaer og problemstillinger det er lite informasjon om, eller når det ikke kan bli knyttet til tall (Jacobsen, 2015, ss. 143-246). I tillegg blir kvalitativ metode brukt når man ønsker seg mer kunnskap om et fenomen, eller ønsker å utvikle en hypotese eller teori (Jacobsen, 2015, ss. 143-246). Ved bruk av kvalitativ metode vil man som nevnt få en mer personlig kobling som kan bidra til å oppklare misforståelser og skape dialog i stedet for gitte spørsmål og svar. Grunnet den begrensede informasjonen om industriens syn på Flettner rotoren vil kvantitativ metode ikke gi den dybden som oppgaven trenger. Ved valg av kvantitativ metode bør man ha god kunnskap om fenomenet som skal studeres (Jacobsen, 2015, ss. 143-246).

3.2 Fordeler og ulemper ved bruk av kvalitativ metode for oppgaven

I begynnelsen av oppgaven kunne elementer med fordeler og ulemper med metodevalget utpeke seg. I intervjuperioden viste flere av disse å stemme. Det kom også flere elementer av fordeler og ulemper ved metode valget som ikke hadde blitt tenkt over, som kom fram i intervjuperioden. Som nevnt ovenfor vil en kvalitativ metode være bedre for denne oppgaven enn en kvantitativ metode. Grunnet at kvalitativ metode vil gi dypere og mer givende informasjon. Denne informasjonen og den store mengden av informasjon har sine egne utfordringer, med tanke på behandlingen av den, og informasjonen må forskningsetisk vurderes for oppgaven. I forbindelse med det forskningsetiske perspektivet ble det søkt om godkjenning av prosjektet til NSD, hvilket ble godkjent (dette blir videre forklart i punkt 3.4). Videre kom det utfordringer og vanskeligheter som kan knyttes til hvert enkelt intervjuobjekt.

I forkant av intervjuene var det viktig å redegjør for disse, slik at informasjonen som kom fram ble relevant for temaet og problemstillingen. Dette var grunnet ønsket om å unngå at for mye tid gikk med til å behandle informasjon som ikke var relevant til oppgaven. Samtidig var det ønskelig å ikke føre et for strengt regime på intervjuene, da dette kan gi for lite rom til andre momenter og tanker som ikke tidligere hadde blitt tenkte på (Jacobsen, 2015, ss. 143-246). Nettopp disse ekstra momentene kan bidra til å belyse problemstillingen fra et annet perspektiv. Intervjuene ble derfor gjennomført i en semistrukturert form som i ettertid har vist seg å være et godt valg med tanke på informasjonen som har kommet fram. Derimot selv om semistrukturert har vært et godt valg har det også gitt noen utfordringer. Grunnet at gruppen generelt ikke er godt kjent med å gjennomføre intervjuer var dette utfordrende. Noen av intervjuene ble ikke like strukturert som andre. I de første intervjuene var det vanskelig å holde seg til intervjuguidene. I ett av intervjuene ble det særdeles ustrukturert noe som har vist seg å ha betydning for hvilken informasjon som kom ut av intervjuet. Det har da vært svært tidkrevende å hente ut informasjonen fra dette intervjuet, men selve innholdet av informasjonen var informativt og nyttig. Derimot ble ikke spørsmålene besvart slik som ønsket i henhold til intervjuguiden. Grunnen til at dette ble slik, har sammenheng med at intervjuobjektet var den som tok kontroll over intervjuet og at gruppen som helhet var uerfarne med en slik situasjon. Med tanke på valg av metode burde

denne komplikasjonen som oppstod blitt oppdaget som et potensielt problem, slik at det kunne ha blitt tenkt gjennom hva som kunne blitt gjort for å forhindre dette. Gruppen som helhet har deltatt på alle intervjuene for at alle kan bidra mest mulig i resultat og drøftingsdelen av oppgaven. De resterende intervjuene ble gjennomført mer i henhold til intervjuguidene. Da ble formen slik at spørsmålene ble stilt først, før man deretter tok for seg utdypende eller oppklarende ekstra spørsmål. En ulempe var at intervjuene primært måtte bli gjennomført digitalt på grunn av koronapandemien. De første intervjuene hadde noen tekniske utfordringer da gruppen ikke har brukt den digitale plattformen, som ble ønsket av intervjuobjektene. Noe som kan virke uprofesjonelt. Dette ble bedre utover intervjuperiode, da de fleste intervjuobjekter ønsket samme digitale plattform.

Et element som både kan bli sett på som en fordel og en ulempe er det subjektive i intervjuene som ble gjennomført. I planleggingsfasen ble ikke dette tenkt så mye over, men kom tydeligere fram under intervjuene. Det subjektive kommer av at det første og fremst er forskjellige individer man har med å gjøre, samt at det er representanter fra forskjellige bedrifter, organisasjoner osv. I selve intervjuene hadde alle mye å bidra med, mens noen går sterkt inn med hva de mener og hva bedriften mener, er det andre som sier det de har fått lov til å si. I tillegg var det flere som ville diskutere temaet for oppgaven med gruppen og ha en samtale som intervju. Med dette formet også intervjuobjektene intervjuene på sine måter. Med tanke på overøsing av informasjon ble dette utfordrende i etterkant ved uthenting. Dette leder til at man da kan se på det subjektive som en fordel og en ulempe. Fordelen er at man får mye informasjon og ulempen er at informasjonen tar lang tid å gå gjennom (Jacobsen, 2015, ss. 143-246).

Det mest tidkrevende aspektet ved oppgaven, var behandlingen av informasjonen. Dette førte til uenighet i gruppen, da det skapte et ekstra stressmoment og bekymringer. Ved behandlingen av informasjonen krevde dette at det er en konstant strøm av arbeid og at alle bidrar omtrent like mye i arbeidet. Som tidligere nevnt avvek intervjuobjektene fra noen av spørsmålene, noe som gjorde det utfordrende å behandle informasjonen som kom frem. Dette førte til at mye tid ble brukt på å behandle unødvendig informasjon som ikke ble brukt

i oppgaven. En fordel med kvalitativ metode er at man får så mye og variert informasjon. Dette vil da lede til at man kan velge hva som er de viktigste momentene å diskutere disse i diskusjonsdelen. Grunnet mye informasjon gjennom intervjuene er det et godt grunnlag for å vurdere informasjonen i forhold til problemstillingen. Dette vil kunne gi en fleksibilitet til oppgaven, noe som gjør oppgaven lettere å gjennomføre.

3.3 Intervjudelen i kvalitativ metode

3.3.1 Utvalg

I utgangspunktet var målet å få sju rederier, to produsenter av rotoren, en til to politiske organisasjoner/forbund og to støtte ordninger til å stille. Ved valg av de som skulle delta på denne undersøkelsen ble det som nevnt i innledning fokusert på de rederiene som seiler mye. Grunnlaget for det er at det er disse som vil ha den største gevinsten av en eller flere Flettner rotorere. Med tanke på antallet i utvalget var dette for å få et generelt bredt grunnlag for den informasjonen som skal belyse problemstillingen. Det har vært utfordrende å få rederier, produsenter, støtteordninger etc. til å stille til intervju. Dette av forskjellige grunner. Flere har svart på e-post at de kun tar imot master- eller doktorgradsstudenter, mens andre har svart at de ikke vil kommentere på enkeltsaker. Til slutt endte det med fire rederier som stilte, der ett rederi har installert rotorere, et annet var godt kjent med teknologien, et som vurderte å installere og ett som det ikke er aktuelt for. Av produsentene var det en som stilte, i tillegg til en arbeidsgiverorganisasjon og et statlig organ. Til sammen ble det fem digitale intervjuer, ett fysisk intervju og ett e-post- intervju. Intervjuobjektene som stilte, har vært svært behjelpelige og imøtekommende. Informasjonen de har gitt har vært svært nyttig i forsøket på å besvare problemstillingen.

3.3.2 Analyse av data

Under intervjuene ble det tatt opptak. I etterkant ble disse brukt til å lage transkripsjoner for å kunne hente ut informasjonen på en systematisk måte. Intervjuene varte fra ca. 15 minutter til 1 time og 30 minutter. En ekstra utfordring var at det ene intervjuet ble gjennomført på engelsk. Grunnen til at det engelske intervjuet var utfordrende handler om språket skapte vanskeligheter med å trekke ut den relevante informasjonen. I tillegg til at

det var mer utfordrende å transkribere dette intervjuet, gjennom at det var annerledes enn de som ble gjennomført på norsk. Transkripsjonene for alle intervjuene inneholder alt fra start til slutt. Før og etter opptaket startet ble det spurt om det var greit om at det ble tatt opptak. I tillegg til at alle intervjuobjektene hadde fått tilsendte informert samtykke skjema i forkant av intervjuene. I utgangspunktet ble det på det meste stilt 11 spørsmål i henhold til intervju guiden. Etter transkripsjon trakk man ut relevante punkter som ble diskutert under intervjuene, og skrev ett sammendrag av disse punktene. Sammendraget av informasjonen vil bli belyst på en enkel, systematisk og oversiktlig måte. Dette blir presentert i kapittel 4 i denne oppgaven. For å begrense omfanget av sammendragene ble det bestemt å velge de fire viktigste spørsmålene fra intervjuguidene. Det som også må bli vurdert i forhold til informasjonen er å hva som intervjuobjektets personlige mening og hva som var rederiets mening. Hvis man velger å ta med personens subjektive vurderinger er det viktig å legge fram at dette er en subjektiv vurdering og ikke fakta (Fangen, 2015).

3.4 Etisk grunnlag

I henhold til valg av metode og innhenting av informasjonen i denne oppgaven, er det flere praktiske og etiske avveininger. Oppgaven har basert seg på kvalitativ metode med intervju for innhenting av informasjon. På grunn av dette er det laget ett informert samtykke skjema til deltakerne (se vedlegg 5 og 6). Her blir det beskrevet hva de kan forvente, formålet til oppgaven og hvilke rettigheter de har i forbindelse med oppgaven (Jacobsen, 2015, ss. 45-58). Grunnet at oppgaven har en internasjonal karakter med intervjuobjekter utenfor Norge, ble ett samtykke skjema på engelsk også laget. For å sikre at lagringen av informasjonen blir gjort på en korrekt og forsvarlig måte har et søknadsskjema blitt sendt til NSD for godkjenning av lagringsplass for lydopptakene, for å ivareta personvernet. Søknaden ble godkjent i løpet av februar. Et dilemma i forbindelse med denne oppgaven er graden av anonymitet som kan bli gitt til de som deltar (Jacobsen, 2015, ss. 45-58). Her har man da valgt å bruke navnet på bedriften de jobber i, men ikke kjønn, alder eller bosted. Intervjuguidene og samtykkeskjemaene blir lagt med som vedlegg.

4.0 Resultater

4.1 Kort presentasjon av intervjuobjekter

Seatrans AS: Seatrans har kjemikalietankskip, roroskip og general cargo skip. Det betyr at de operer innen to ulike segmenter i shipping markedet. Kjemikalietankskipene er forholdsvis små og går med det som kalles hard Chemicals. Hard Chemicals krever stor grad av renslighet i tankene. Roroskipene er eid av Sea-cargo som er et underselskap av Seatrans. Roroskip betyr at last kan rulles på for egen maskin eller ved hjelp. Hovedfartsområdet til Seatrans er i Europa. Dette inkluderer da Middelhavet og litt inn i Svartehavet. Seatrans har hovedkontor i Bergen.

Knutsen gruppen: Knutsen er det største rederiet som driver med bøyelastere, i tillegg til at de også er store på LNG tankere. Disse skipene seiler verden over. Hovedkontoret er i Haugesund. Skipene blir i hovedsak bemannet av dem selv. Til nå så har de en flåte på 46 skip og har flere nybygg som kommer i løpet av 2022- 2025. Knutsen er også svært involvert i å konstruere nye teknologier som kan bli brukt om bord på skip. Knutsen har tatt flere patenter på teknologier de har kommet med.

Odfjell: Odfjell er et kjemikalietankrederi. I dag har de 90 skip som operer verden over og sikter på å nå over 100 skip. Skipene går ikke i fast rute, hvilket betyr at hvor skipene seiler vil variere fra år til år. Hovedkontoret er i Bergen og er et av de to største rederiene innen kjemikalietankere i verden. Odfjell kan gå med over 600 forskjellige laster i forskjellige former. Odfjell driver også med terminal drift som vil si at de lagrer kjemikalier og flytende produkter.

Hagland Shipping: Hagland er et fullt integrert rederi. Hagland drifter sine egne skip og på grunn av dette har de også utgiftene på drivstoff i eget hus. Fartøyene de har er «Dry cargoskip» og disse har det man kaller «self-discharge» muligheter. Fartøyene deres seiler for det meste i Nordsjøen og Østersjøen, men noen seiler også til Island og Middelhavet. Hagland har hovedkontor i Haugesund.

Norsepower: Norsepower er en produsent av Flettner rotor. De holder til i Finland. Deres eneste produkt er Flettner rotoren. De har også mekaniske salg som innebærer reparasjonstjenester, montering etc. i forbindelse med Flettner rotor. Ved ønske om installasjon om Flettner rotoren foretar Norsepower beregninger på kompatibilitet med ønsket skip.

Norges rederiforbund: Norges rederiforbund er en medlemsbedrift for rederiene. Deres hovedoppgave er å legge tilrettelegge for at norske rederier har samme konkurransestrinn i Norge som i utland. Det betyr blant annet at de bidrar til å hindre at rederier velger å flytte ut av Norge på grunn av politiske årsaker. I tillegg forhandler de for tariffavtaler som er like for alle rederiene som er medlemmer, slik at når de ansetter nye arbeidere er disse ferdig forhandlet.

Miljødirektoratet: Miljødirektoratet er et statlig forvaltningsorgan som gir råd til klima- og miljødepartementet. I 2020 var Miljødirektoratet med på å skrive klimakur 2030. Hovedoppgaven er å redusere klimagassutslipp, forvalte norsk natur og å hindre forurensing. Miljødirektoratet kan også gi støtte til kommuner og fylkeskommuner. Kommunene/fylkeskommunene kan da velge å gi støtten fra Miljødirektoratet til rederier som driver hurtigbåter for miljøvennlige tiltak.

4.2 Vurderingene for Flettner rotor som rederiene har gjort

Seatrans: Seatrans påpeker at rederieierne er seilere, de ønsket derfor å utnytte seil i deres virksomhet. De kikket på flere alternativer til seil og kom frem til at Rotorseil ga største overflateutnyttelse i forhold til andre seil, i tillegg var også rotorseilteknologien mest utviklet. I prosjektplanen til det skipet de ville installere på, viste beregningen en tilbakebetalingstid på 5 år og en propulsjonseffekt på 25%. Skipet som ble valgt var et av deres roroskip, noe som betyr at de ikke har noen særlige problemer med plass på dekk. I tillegg seiler roroskipene i havområder med gunstige forhold for rotorseil. SC Connector har

da den løsningen som kan tiltes, noe som gjør at den ikke begrenses av broer i fartsområdene den seiler i.

Odfjell: Odfjell har samarbeidet med en belgisk konsulent, der ble det gjort en desktopstudie på seil generelt som fremkomstmiddel. Resultatet av denne studien var at rotorseil var det mest realistiske ved utnyttelse av vindkraft som propulsjonsmiddel, da denne teknologien er kommet lengst. Hovedgrunnen til at Odfjell ikke har installert Flettner rotor er pris. De påpeker at prisen er foreløpig altfor høy for at en tilbakebetaling vil la seg gjøre på en fornuftig måte. De informerer videre at de ser at volumet av Flettner rotor som er i drift øker, altså at det er et marked i vekst. Videre kommenterer de at hvis prisene synker og blir lave nok, så vurderer Odfjell at kjøp av Flettner rotor kan bli aktuelt. De ser foreløpig at det vil bli en nedbetalingstid på ca. 15 år og sier at det blir ikke aktuelt med kjøp før den er nede i 5 år eller lavere. Sett bort fra pris, så påpeker Odfjell at de hovedsakelig er et tankbåtrederi. På grunn av rørene som opptar plass på dekk på en tankbåt kan det bli en utfordring å montere Flettner rotor på eldre skip. Odfjell informerer videre at de seiler mye i store elver med mye broer, noe som gir en høydebegrensning. Dette vil i mange tilfeller kreve en løsning der rotoren kan tiltes, som igjen øker prisen på anretningen med ca. 50%. Andre vurderinger fra Odfjell er: at de ser sikten fra bro reduseres, de vil helst plassere eventuelle rotor på nybygg, og at de vil ved kjøp prioritere de større skipene sine for å få størst gevinst av rotorens effekt.

Knutsen gruppen: Knutsen betaler ikke drivstoff for sine skip. I henhold til kontraktene som de har, er det charter som betaler for drivstoffet. Hvis skipet bruker mer drivstoff enn det som står i kontrakten, er Knutsen nødt til å betale overforbruket. Grunnet dette har de kommet fram til at det kan være aktuelt med Flettner rotor for å begrense summen som må betales av Knutsen selv. Knutsen påpeker også at selv om de per i dag ikke har installert noe vindbasert system at de fortsatt ønsker å ha fundamentet på plass på nybygg for å kunne gjøre det ved en senere anledning. Generelt så vurderer de besparende teknologier for hvert enkelt nybygg og presenterer dette for de som chartrer skipene. Charter er de som til slutt vil bestemme om de går for løsningen eller ikke. Videre kommer det fram at en slik

installasjon med vindbasert løsning vil måtte ha muligheten for å kunne tiltes for komme under broer og til enkelte terminaler. Knutsen nevner at en løsning som kan tiltes, vil øke prisen med 40-50% av den totale kostnadsprisen.

Hagland: For Hagland blir ikke installasjon av Flettner rotor særlig aktuelt på deres eksisterende skip fordi det ikke egner seg. Grunnet at installasjonen sin mulige posisjon vil kunne gi ugunstig trim og/eller stabilitet, i tillegg redusere lastekapasiteten. Rotoren vil da gå på bekostning av laste og selv-lossende egenskapene til traverskraner som går langskips på skinner. Ved utslipp på tonn pr mil vil derfor redusert lastekapasitet øke utslippet for dem. Med andre ord skriver Hagland i e-post- intervjuet at dette gir en negativ miljøeffekt og mener andre tiltak har større potensiale for deres drift. Noen av deres nye skip er bygd som ladbar diesel-hybrid, med akselgenerator og landstrømstilkobling for batterilading, noe som har større gevinst hos dem. Størrelsen på skip og hvor de seiler har også betydning for hvorfor Fletter rotoren ikke er aktuelt for Hagland. Hovedandelen av deres laster er i et nisjemarked, altså operer i små havner og kaier. De har relativt små laster i omfang, der deres skip passer tilnærmet perfekt med selvlasting og lossing med traverskran/gravemaskin. Med 90 meter lengde på fartøyene er plassen en begrensende faktor. Fartsområde for skipene til Hagland egner seg heller ikke for installasjon av Flettner rotor, da de har relativt kort seilingstid. Dette fører til at andelen ankomst og avgang med akselerasjon er større, hvilket leder til reduksjon i rotorens effekt.

4.3 De tre spørsmålene til Seatrans som allerede hadde installert

- *Hvor mye ser dere for dere å spare på dette i form av hvor lang tid det tar å gå i null, i utslipp og i kostnader?*

I prosjektplanen for SC Connector vil det være en tilbakebetalingstid på ca. 5 år og at de får en propulsjonseffekt på minst 25%. Dette betyr at de kan senke farten på hovedmotoren og fortsatt holde samme hastighet. De har også byttet fra en 15000kw motor til en 5000kw motor som øker besparelsen betraktelig. I forbindelse med dette spørsmålet informerer Seatrans at de nå kan faktisk måle fremdriften som rotorene klarer å produsere. Dette klarer de ved at det har blitt montert trykksensorer på rotorene, som kan måle effekten. De

nevner at dette tidligere bare har vært basert på teoretiske beregninger. Det som også kommer frem under dette spørsmålet er at rotorene har gitt SC Connector litt andre egenskaper i sjøen. Enkelt forklart handler det om hvordan skroget beveger seg i sjøen. Seatrans forklarer at de får en dempingseffekt, som da for eksempel leder til at tapene man har i sjøgang blir redusert. Det blir også nevnt at når de har seilføring, blir motstand som skroget har gjennom vannet redusert, og i tillegg fører det til at virkningsgraden til propellen øker.

- *Hvordan har vedlikeholdet av rotoren vært? Har det vært mye problemer?*

Seatrans sier at de har nylig har vært nødt til å bytte noen støtteruller som sørger for at rotoren ikke får kast under rotasjon. Disse var da utslitt på grunn av slitasje. De jobber med leverandør for å se på om disse støtterullene kan bygges enda mer holdbare. Utover dette har de ikke hatt noe særlig vedlikehold. Seatrans kommenterer at siden dette er såpass nytt lærer de med tiden og har et tett samarbeid med leverandør. Det nevnes også at rutinemessig vedlikehold av hydraulikksystemet og de elektriske motorene har blitt gjort. Seatrans nevner at dette er kjente systemer som gjør at det ikke er særlig utfordrende med vedlikehold av disse.

- *Vurderte dere andre løsninger enn Flettner rotoren? Hvis ja hvilke og hvorfor det?*

Seatrans ønsket en vindbasert propulsjonsløsning og endte opp med rotorseil fordi teknologien var kommet lengst og effekten var størst. Andre alternativer falt vekk på grunn av at de ikke er kommet til kommersiell fart enda.

4.4 Tiltak som blir gjort i forbindelse med miljøvennlighet

Seatrans: I tillegg til to Flettner rotorere så har SC Connector byttet ut en 15000kw motor til en 5000kw motor. De har også installert en batteripakke om bord på SC Connector. For resten av flåten kommenterer Seatrans at de har optimalisert systemene og vedlikeholdet av hovedmotorene. De driver også med optimalisering av seilingsruten sin, slik at de kan seile med lavest mulig fart og allikevel møte fraktkravene. Skrogene blir jevnlig sandblåst for

å minimere friksjonen gjennom vannet. Skrogrensjøring blir også gjort ved behov utenom det faste intervallet. Det blir også brukt Premium bunnstoff, slik at begroing på skroget skjer langsommere. Propellene blir også polert hver sjette måned for å sikre optimal fremdrift, uavhengig av hvordan propellen ser ut.

Odfjell: Odfjell innleder med å fortelle at en Odfjellbåt i gjennomsnitt i 2008 brukte ca. en halv teskje drivstoff for å frakte et tonn last en nautisk mil. I dag har dette forbedret seg med over 30%. Dette forteller Odfjell at de har oppnådd på 3 måter, fornyelse av flåten, operasjonelle forbedringer og tekniske forbedringer. Odfjell har siden 2017 fått inn 19 nye skip, de har resirkulert ca. 24 skip og de har 13 «poolbåter», altså skip de deler med andre redere. På den operasjonelle siden har Odfjell i mange år drevet med datainnsamling på skipene sine. Dette er data som er relevant for energieffektivisering og sendes manuelt til et team som analyserer rapportene. Deretter jobber de sammen med eksperter for å finne løsninger på eventuelt overforbruk som måtte forekomme. De anvender også et «intelligence tool» som sammenligner mannskapene om bord på skipene mot hverandre. Dette fører til at de kan se hvem som jobber smartest, mest effektivt, og kan videreformidle dette til andre mannskap.

I 2007-2008 begynte Odfjell å «tracke» skipene sine, altså å overvåke, for å se hvor, og hvordan skipene hadde seilt. De så da ofte at skipene deres seilt inn i områder med dårlig sikt og uvær. Dette resulterte i at de begynte med værruting (weather routing). Det vil si at de tar hensyn til været og kjører rundt en storm i stedet for å kjøre igjennom. Dette resulterte i en høyere snittfart som gjør at omveien rundt stormen er raskere enn en direkte rute igjennom. Resultatet av dette er at den gjennomsnittlige bølgehøyde hos Odfjell flåten gikk fra 3,5m til 0,6m. Noe annet de også gjør er at de setter skipene i dock hvert 5 år og maler opp skroget. I tillegg har de dykkere en gang i året som vasker skroget og polerer propellene for å holde effektiviteten oppe.

I forhold til tekniske forbedringer så har Odfjell siden 2014 investert 30 millioner dollar for installering av «Energy saving devices». De har for eksempel installert «Mewis Duct» og «Propeller Boss Cap fin» som forbedrer de hydrostatiske forholdene rundt propellene og rorene noe som gir en bedre fremdrift. Dette resulterer i en høyere og mer effektiv fart igjennom vannet med samme drivstoff forbruk. De har omvendt osmoseanlegg som på en veldig energieffektiv måte lager ferskvann av saltvann. Dette er gunstig da tankere ofte krever veldig grundig vask av tankene sine før nye laster. Omvendt osmoseanlegg klarer da å produsere samme mengden vann sammenlignet med koking med ca. 20% mindre forbruk. I fra 2014-2018 har Odfjell hatt et propulsjonsprosjekt der de sørget for å få eldre skip opp til dagens standard. Dette ved hjelp av modifisering av motor, nye ror og propeller, noe som gjorde at de fikk ned forbruket med 20%. Odfjell forteller at de nå jobber i samarbeid med Kyttec for å utvikle en sonde som sender ultralyd som skal stoppe begroing av alger og mikroorganismer rundt ror og propell. Denne er ultralyden er, ifølge Odfjell, så svak at den ikke har noen effekt på dyrelivet ellers i havet. De jobber også med å utvikle en slags bom/skrape som skal trekkes langs skutesiden imens båten er i bevegelse for å skrape og rense skroget.

Knutsen gruppen: Knutsen nevner at de bygger 14 nye skip med luftboblesmøringssystem. De sier at dette systemet vil ved hjelp av en kompressor blåse luft under vannlinjen, som da leder til at motstanden i vannet blir redusert og dermed vil drivstofforbruket bli redusert. Med tanke på denne teknologien nevner Knutsen at dette blir bare gjort på de nye LNG skipene de har bestilt. Det er fordi dypgående til skip har innvirkning på hvor effektivt dette fungerer. Det vil si at hvis et skip har for dypt dypgående vil ikke kompressorene være sterke nok til å produsere nok luft. I tillegg kommer det fram at det bare gir besparelser når skipene gjør fart gjennom vannet. Videre kommer det fram at de også renser skrogene og polerer propellene for å hindre økt forbruk av drivstoff ved begroing.

Hagland: For å bli enda mer miljøvennlige uttrykker Hagland at de har hatt et ombyggingsprosjekt for et av skipene deres «Hagland Captain» til å bli et batterihybrid skip. Hagland nevner da at «Hagland Captain» vil også få nytt reduksjonsutstyr som går på kraft

uttak (PTO) og inntak (PTI). I tillegg vil de få installert Wärtsilä sitt system for nitrogenoksid (NO_x)- reduksjon (Skipsrevyen, 2019). De påpeker videre at de med denne løsningen regner med at den totale NO_x- reduksjonen vil være på 80-90%, mens i form av drivstoff vil det være en besparelse på mellom 5-10% (Skipsrevyen, 2019). Dette betyr at ved full batterikapasitet vil «Hagland Captain» kunne seile inn og ut av havner på kun elektrisk kraft. Hagland nevner at i dette tilfellet vil støynivået og forurensingen av havneområdet bli betraktelig redusert. Batteriet vil ha en kapasitet på drift av skipet i ca. 30 minutter (Skipsrevyen, 2019).

Videre i e-post- intervjuet skriver Hagland:

“I forhold til batterihybride løsninger, som øker i omfang, forsøker vi å påvirke utbygging av landstrømstilkoblinger som kan bidra til havneoperasjoner, og batterilading til kai. Vi gjør med det fremstøt mot både interesseorganisasjoner, statlige organer og forretningsinteressenter, slik som havneiere/operatører, lastemottakere, befraktere og avskipere, til utbygging (Hagland, e-post- intervju, 2022).”

4.5 Hvilke tiltak har fått støtte fra ekstern aktør

Seatrans: Seatrans forteller at de har fått støttet til Flettner rotor fra ENOVA. Videre kommer det fram at støtten fra ENOVA har vært avgjørende for at Flettner rotorene ble montert på SC Connector (Seatrans, 2022). Det som også blir påpekt er at det hadde vært dyrt å ombygge ett skip uten å ha fått denne støtten på grunn av at dette er installasjon på et gammelt skip (Seatrans, 2022). I praksis betyr dette at skipet da ikke er designet for denne teknologien og derfor trengtes det støtte for å gjennomføre dette.

Odfjell: Odfjell informerer om at de har fått støtte fra Gassnova til å utvikle en fleksibel drivstoffcelle som kan drives av alle typer drivstoff. Ifølge Odfjell er dette verdens første drivstoffleksible «solide oxide fuelcell». Videre forteller de at i dag kan en vanlig drivstoffcelle bare bruke hydrogen. En «solide oxide fuelcell» oppnår to ting ifølge Odfjell, de har fleksibiliteten til å bruke det drivstoffet de selv ønsker og den gir en dobbel så høy

virkningsgrad av drivstoffet som en vanlig forbrenningsmotor. Dette er på grunn av at energien kommer gjennom en kjemisk reaksjon og ikke en forbrenning. Odfjell formidler videre at dette ikke krever bevegelige deler og dermed utvinnes energien uten tap til disse delene, på grunn av dette kan energien fordeles mye mer effektivt der den trengs. Odfjell forklarer da at dette er et nullutslippskonsept, som er avhengig av drivstoffet som brukes. Uansett om drivstoffet som blir brukt er nullutslipp eller ikke, vil det være en betydelig reduksjon av utslipp. Ved installasjonen av denne drivstoffcellen vil det bli søkt om støtte fra ENOVA og Odfjell forventer full dekning. De har også fått støtte til noen av de tiltakene som ble nevnt i punkt 4.4 av Innovasjon Norge.

Knutsen gruppen: Knutsen nevner ingen prosjekter de får støtte for per dags dato. Det er mye grunnet at de ikke betaler for drivstoffet selv, derfor blir alle besparende tiltak vurdert før man starte byggeprosessen. Knutsen sier at hvis man skal ha støtte fra ENOVA, må ENOVA sin pengestøtte være den utløsende faktoren, som avgjør at man da faktisk går for en besparende løsning. I forbindelse med dette nevner Knutsen at en relokalisering av selskapet ikke er aktuelt, selv med nye krav til miljøvennlighet. Grunnet at slike krav som regel er internasjonale av natur og at det derfor ikke er hensiktsmessig med en relokalisering.

Hagland: Hagland informerer om at de har søkt og fått støtte av NOx- fondet for ombyggingen av et av deres skip. «Hagland Captain» ble bygget om til å bli batterihybrid med landstrømstilkobling, inkludert elektrisk lastehåndterer. Dette ble gjort i 2020/21. Videre kommenterer Hagland at etter vellykket ombygging av «Hagland Captain» skal nå to nye skip følge nybyggingsprogrammet i samme prinsipp, men her får Hagland støtte av ENOVA. De skal være leveringsklare i juli 2022 og i desember 2022/ januar 2023.

Pressemelding som ble gitt gjennom e-post- intervjuet og som er gitt ut i maritimt forum (2021):

“Hagland Shipping har inngått kontrakt med Royal Bodewes i Nederland for bygging av to selvlossende bulkskip på 5000 DWT (dødvekttonn) med fokus på nullutslipp i

havn og betydelige reduksjoner av utslipp til havs. Målet for Hagland er å få til en grønnere nærskipfart ved reduksjon av lokale og globale klimagasser, samt reduksjon av støy. Skipet vil erstatte eldre skip som har tradisjonell propulsjonsløsning med et moderne optimalisert skip med Plug-in batteri hybrid løsning som tilfredsstiller IMO TIER III. Sammenlignet med Haglands eksisterende flåte forventes skipene å redusere CO₂ utslippet med mer enn 30% og NO_x utslippet med 90-95% fra levering. Skipene er også forberedt for nullutslipp. Skipene vil bli levert hhv 1. og 2. kvartal 2023 og føre NIS flagg. Total investering utgjør samlet ca. NOK 280 millioner. Hagland Shipping har i tillegg opsjon på ytterligere 2 skip.

Nybygningskontraktene er inngått med basis i betydelig støtte fra ENOVA som har vært avgjørende for gjennomføring av prosjektet. ENOVA bidrar med totalt 26,8 millioner kroner til de to første skipene. Øvrig finansiering blir en kombinasjon av egenkapital og banklån, og selskapet har i tillegg mottatt tilbud om langsiktig finansiering fra Innovasjon Norge” (Maritimt forum, 2021).

4.6 Hvordan rederiene ser på fremtiden med teknologiens utvikling

Seatrans: De ser at det er mye diskusjon rundt hydrogen og ammoniakk, men ser ikke for seg at hydrogen skal brukes på skip først. De ser også at det er mye utvikling på seil og vind fronten og tror at vi kommer til å se mer av dette på skip i fremtiden. På grunn av nye regler og reguleringer som vil komme på plass de nesten årene kommer drivstoffet til å bli ganske dyrt. Dette legger et ekstra press på å finne miljøvennlige løsninger. De påpeker at seil kan spare ca. 20-30% i utslipp og da i kombinasjon med LNG som drivstoff, noe som da vil redusere ytterligere 20-30% av utslippene. Da nevner Seatrans at man nådd IMOs mål om en 50% reduksjon i utslipp innen 2050. Målet etter dette blir å bytte ut Liquefied Natural Gas (LNG) med et nullutslippsalternativ når disse kommer mer på markedet.

Odfjell: Odfjell påpeker at de er skeptiske til «race to zero», altså kappløpet om å nå nullutslipp i shippingbransjen. Spesielt påpeker de at man skal være forsiktig med å bare velge seg en type drivstoff. Begrunnelsen for dette er at det er stor usikkerhet knyttet til fremtidens drivstoff og at risikoen for å bomme er stor. De forteller videre at for å

gjennomfør en seilas som Odfjell typisk seiler, med strøm som fremdriftsmiddel, vil det kreve 4 søsterskip bak moderskipet til å frakte strøm og dermed er batteribanker ikke mulig for havkryssende skip. Odfjell påpeker også at de er skeptiske til hydrogen. De nevner at for å gjøre samme transportarbeid som de gjør i dag, må de tildele 25% av båtens totale volum til å bære hydrogenet. Dette gjelder komprimert hydrogen. Odfjell kommenterer at ved flytende hydrogen så går volumbehovet nesten ned til et akseptabelt nivå, men hydrogenet må holde en temperatur på -250 grader eller lavere. Dette krever store mengder energi, i tillegg er det dyrt og risikabelt. Grunnen til at det er risikabelt handler om at hydrogen danner knallgasser som reagerer med oksygen.

Videre presenterer Odfjell resultater fra en undersøkelse der de har sammenlignet mange av de fornybare drivstoffene på markedet med dagens marine diesel. Undersøkelsen viste at mange har faktisk et høyere klimagassutslipp blant annet at ammoniakk som kommer fra naturgass vil øke utslippene med 45%. Videre viser undersøkelsen også at hydrogenet som blir brukt i dag som kommer primært fra naturgass også øker utslippene med 66%. Biodrivstoff fra palmeolje øker utslippet med hele 240%, mens vanlig biodrivstoff fra rapsolje øker utslippet med 28%. Derimot så kommer det også fram i denne undersøkelsen at hvis for eksempel flytende hydrogen kommer fra fornybar elektrolyse så vil utslippet være 0% sammenlignet med dagens diesel. I tillegg kommer det også fram at dagens Liquefied Petroleum Gas (LPG) har 17% mindre utslipp enn dagens diesel. For å sette ting i perspektiv kommenterer Odfjell at:

«skulle man kjørt shipping ned i null utslipp med fornybart hydrogen, så vil dette kreve nesten halvparten av verden fornybare strømproduksjon, 5500 Tw (Terawatt). Dette tilsvarer hele Danmark dekket med solceller med en pris på 3400 milliarder dollar eller 1/3 del av Nordsjøen med vindmøller med en pris på 2300 milliarder dollar. Dette er foreløpig urealistisk og vanvittig dyrt påpeker Odfjell (Odfjell, intervju, 2022).»

Videre forteller Odfjell at de ser på Deuterium med stor spenning. Odfjell forklarer at en klump på 400 kilo vil kunne drive et skip i 30 år. De tviler i midlertidig på at de vil se atomreaktorer på skip de neste 10 årene.

Odfjell sier videre at de ser for seg at det grønne skiftet overhodet ikke vil skje på den måten man har sett for oss, og at det vil bli mye dyrere. Selv, så fokuserer de på å fortsette og fase inn ny teknologi som de allerede gjør, og satser på å kunne være drivstoff-fleksible. Som nevnt tidligere har Odfjell et pågående nullutslippsprosjekt. I tillegg til ny teknologi så påpeker Odfjell også at det må inn nye regler og reguleringer som gjør at lavutslippsdrivstoff blir mer aktuelt å anvende på skip, da tradisjonelt drivstoff er fortsatt mye billigere. Innen 2030 så er kravene at utslippene skal ned med 40% sammenlignet med 2008. Dersom de senker farten en knop, er de i mål, eller man kan bruke 140 millioner på «energy saving devices» og beholde farten. Odfjell ser da for seg at de aller fleste rederiene velger å senke farten og påpeker at vi mest sannsynlig kommer til å se at hele verdensflåtens hastighet senkes i løpet av årene som kommer.

Knutsen: Knutsen ser for seg at en ren batteriløsning for havkryssinger ikke er aktuelt.

Miljøvennligheten til batterier kan også diskuteres, med tanke på mineralene og utslippene som kommer av dette. Ett annet problem med batterier som Knutsen påpeker er at det er lav energitetthet i forhold til hvor mye det koster å installere batteripakker om bord.

Knutsen nevner at for å drive et havkryssende skip trengs det flere etterfølgende lekter/skip for å transportere strømmen.

Med tanke på hydrogen som løsning forteller Knutsen at det ikke er aktuelt å ha rent flytende hydrogen om bord. Det er fordi at ved rent flytende hydrogen, er det flere ganske alvorlige problemer som kan oppstå. Rent hydrogen krever en temperatur på mindre enn – 250 grader Celsius. Det er i tillegg et stort avkok som skjer konstant under bunkring og på grunn av dette vil det være mye som ikke blir brukt som faktisk drivstoff. Det som også er viktig å notere seg, ifølge Knutsen, er at rent hydrogen danner mye knallgass og reagerer lett med luft. Fra ett historisk perspektiv påpeker Knutsen at de som har prøvd å bruke rent hydrogen har det ikke gått så bra med. Knutsen kommenterer at ammoniakk vil være ett bedre alternativ enn hydrogen. Ammoniakk bruker mindre plass enn hydrogen, kan oppbevares på høyere temperaturer og er lettere å håndtere på en sikker måte. Det som

Knutsen også ser, er at ved bruk av ammoniakk er det ikke mulighet for en reaksjon med luft slik som det er med rent hydrogen.

Hagland: Hagland ser for seg dieselelektrisk generator til elektromotor for bedre fleksibilitet for fremtidig utskifting av energikilde. Dette på grunn av at alternative drivstofftyper har varierende grad av utviklet teknologi. Hagland nevner at de har vurdert alternative drivstofftyper som brenselcelleteknologi med hydrogen. Videre sier Hagland at et slikt utviklingsprosjekt innebærer en økonomiske risikoen.

“For oss med komplett drift i et morselskap, og underselskap gir det et annet incentiv for miljøvennlige og forbruksvennlige løsninger, kontra et rederi på timecharter, der oftest befrakter dekker drivstoffet. Det er en selvfølgelig fordel for miljøet at økonomi og miljø går som hånd i hanske for driftsutgifter. Vi har 9 skip innleid på timecharter kontrakter, og eierne for de 9 har naturlig nok en annen tilnærming enn oss.” (e-post-intervju Hagland, mars 2022)

Foruten det som allerede er nevnt vurderer Hagland at de vil bruke alternative drivstofftyper i fremtiden, som for eksempel syntetisk biodiesel for å redusere CO₂, NO_x og andre utslipp til luft. Ved de to nye miljøskipene deres som blir levert i løpet av det kommende året, skal skipenes hovedmotorer være godkjent for bio-diesel. Hagland nevner at deres leverandøren tester nå ut løsninger for å klare og konvertere motoren slik at den kan bruke miljøvennlig ammoniakk og eventuelt også hydrogen. Dette vil da kunne gi ytterligere 70% i CO₂-reduksjon. Skipene skal også være forberedt for fremtidige nullutslippkrav på den måten at en sørger for at elektromotoren er stor nok til å kunne seile på “Eco-speed” uten å starte hovedmotoren. Når teknologien er moden nok, og infrastrukturen for alternative drivstoff er bygget ut, kan skipene til Hagland installere brenselceller som hovedkilde for fremdriften. Ved elektrifisering vil støy betydelig reduseres ved landligge fordi en slipper å benytte hjelpemotorer. En tilleggsgevinst er redusert oppvirvling av bunnsedimenter, fordi propellens turtall reduseres uavhengig fra skipets elektriske system.

4.7 Norsepower Intervju

Norsepower har modernisert Flettner rotoren, laget forskjellige design og videreutviklet den. Norsepower kommenterer at slik den er per i dag er den på sitt mest effektive, pålitelig og er helautomatisk når det kommer til drift. Norsepower kommenterer også at deres valg av materiale gjør rotoren så lett som mulig. Fordelen med lette materialer er at skip ønsker ikke en vektøkning, i tillegg vil en tung rotor føre til at effekten av drivstoffbesparelser synker. De nevner også at det er økende interesse om å få en vurdering av skip for å se om de er aktuelle kandidater for rotoren. Interessen gjelder både nybygg og gamle skip, og de nevner videre at hver uke er det nye rederier, verft og befraktere som tar kontakt. Norsepower informerer at de ikke ønsker å gå ut med nøyaktig tall på henvendelser i uken, men at de per i dag har jobbet med flere hundre og at de til nå har et titalls prosjekter som er aktive.

Norsepower påpeker også at rotorseil ikke passer til alle typer fartøy. Dette er fordi man må ha nok plass og dimensjoner om bord for å drifte den effektivt. Fartsområde er også et viktig aspekt ved vurdering av rotor, grunnet at man trenger forutsigbar og brukbar vind for å få full utnyttelse av rotorseil. Ved å installere en rotor må en også ta hensyn til SOLAS regler angående synsvidden fra broa, samt synligheten av lanterner på fartøyet. Dette grunnet at rotorseilene kan blokkere utsikten på bro og blokkere lanternene, noe som kan lede til farlige situasjoner. Norsepower nevner at de har opplevd at noen rederier har søkt til flaggstaten om unntak fra denne regelen, siden rotorseilene gir så mange fordeler på lang sikt. Reglementet som rotoren kan komme i veien for, er noe av det første de vurderer og rederiet søker godkjenning om. Norsepower nevner at de vurderer dette først for å unngå større kostnader hvis den ikke blir godkjent.

Når de skal vurdere et skip starter Norsepower med å få all informasjonen om skipet, som for eksempel innebærer dimensjoner og dekkarealet. Stabiliteten er noe Norsepower nevner at de er opptatt av når de skal vurdere skipene for rotoren. Dette vil avgjøre kompatibiliteten mellom rotoren og skipet. For å avgjøre dette blir det gjennomført simuleringen, med forskjellige størrelser og plasseringer. Her kommer det også frem at

Norsepower har fem standardstørrelser, med forskjellig vekt, høyde og diameter. Norsepower sier også at mindre skip mest sannsynlig vil gå for de mindre rotorene, mens større skip vil oftere gå for de største rotorene. Samtidig understreker Norsepower at man kan også ha større rotor på mindre skip, så lenge strukturen i skipet tåler det og stabiliteten ikke blir for mye påvirket. I henhold til plasseringen, kommenterer de at det er de som kommer med forslag, grunnet at strukturen rundt må tåle de belastningene rotoren bringer. Rotoren skaper ikke bare belastning gjennom vekt, men også når den skaper fremdrift. Norsepower nevner også at rotorene ved installasjon av flere, må være langt nok fra hverandre for å unngå at de blir påvirket av turbulensen til hverandre. I tillegg til at de må være installert med tilstrekkelig avstand fra dekkskraner da disse lager luftskygger. Oppsummert bør rotorene derfor bli installert steder der de er utsatt for fri vindstrøm.

Norsepower kommenterer at vedlikeholdet av rotoren innebærer et stort vedlikehold hver sjette måned. De nevner også at alt vedlikehold som er rutinemessig kan bli gjort av mannskapet etter svært lite trening. Når det gjelder vedlikehold har Norsepower laget en manual som sier hva som må gjøres når. I manualen er det gitt månedlige og tre månedlige inspeksjoner. Primært, så er disse visuelle inspeksjoner av rotoren. Norsepower nevner også at de får mye tilbakemeldinger fra sine klienter som har installert rotor om hvordan de virker og forslag til forbedringer etc. Norsepower nevner spesielt SC Connector som gir mye tilbakemeldinger. De forteller også at SC Connector har prøvd å sette propellene i nullpunkt og bare seile med rotorene. SC Connector klarte da å opprettholde seilingsruten sin i en periode. Norsepower sier også at en annen tilbakemelding er at SC Connector kan holde høyere hastighet i grov sjø, da rotorene er med på å stabilisere skipet.

4.8 Rederiforbundet Intervju

Fra Rederiforbundets ståsted har de stort sett bare hørt om Seatrans sitt prosjekt på SC Connector. Rederiforbundet nevner også at de heller ikke har hørt om at noen vurderer eller som installerer per dags dato. Det kommer også fram at de ser at en Flettner rotor som ikke kan tiltes ikke er særlig aktuelt for veldig mange skip. Dette på grunn av at skip vil seile under broer og da er høyden på skipet viktig. Norges Rederiforbund kommenterer også at

de syns det er rart at det ikke er flere som har vurdert løsningen, og at ikke flere har installert per dags dato. Derimot så tror de at flere kommer til å se på løsningen i fremtid, på grunn av at løsningen er 100% grønn. En av grunnene til at flere ikke har installert ennå, mener Rederiforbundet er fordi de avventer og ser litt hvordan det går med Seatrans sin SC Connector før de selv eventuelt vil vurderer en installasjon av rotor. Det som også kommer fram er at det er mange alternative retninger å gå, når det kommer til miljøvennlige løsninger, hvilket kan gjøre det mer utfordrende å velge en bestemt løsning. Rederiforbundet informerer videre at de anser det som litt rart at andre ikke har installert rotoren på grunn av at man foreløpig ser at SC Connector får mye igjen for installasjonen. Rederiforbundet presenterer en mulig grunn for dette, og det er fra det politiske planet ser det ut til at ammoniakk, biodrivstoff og hydrogen er det som er mest fremtredende.

Med tanke på bremsing av klimaendringene tror ikke Rederiforbundet, at det ene skipet til Seatrans vil bidra til dette, men dersom flere går for løsningen med rotoren eller velger andre miljøvennlige løsninger, vil det kunne bidra til bremsing av klimaendringene. For medlemmene av Rederiforbundet har de satt et mål om at alle skip som er nybygg etter 2030 skal være nullutslipp. Videre at på lang sikt at både gamle og nye skip skal være klimanøytrale innen 2050. Dette er det samme målet som IMO har satt seg.

Rederiforbundet kommenterer også at dette er et ambisiøst mål og at slik som det ser ut nå er det ikke er mulig. Videre sier de at forskning i dag går fort og at utviklingen nesten er eksponentiell, og ved en slik utvikling kan det være mulig. Konkurransmessig så er det alternativer til det som er vindbasert, men flere av disse har man gått litt vekk fra på grunn av disse krevde mye vedlikehold. Rederiforbundet nevner Wilhelmsen sitt prosjekt med det som ligner tradisjonelle seil og som da som fungerer som en flyving som er et alternativ til Flettner rotoren. I hovedsak sier Rederiforbundet at stadig flere velger heller å gå for alternativt drivstoff eller en variasjon av den tradisjonelle forbrenningsmotoren. Incentiver for å få skip til å velge og satse på nye teknologier er noe Rederiforbundet er positive til. Et tiltak som Rederiforbundet støtter er å øke avgifter på for eksempel CO₂, som de tenker vil gi motivasjon til å vurdere nye teknologier. Rederiforbundet nevner også at de ikke er interessert å støtte en slik utvikling som man ser i resten av Europa. I Europa har man kvotehandel. Ifølge Rederiforbundet åpner dette for spekulasjoner og hegding, noe som

Rederiforbundet ikke ønsker skal skje i Norge. De ønsker at rederier skal være rederier, og ikke begynne med slike spekulasjoner eller hegding.

4.9 Miljødirektoratet Intervju

Miljødirektoratet er som tidligere nevnt et statelig forvaltningsorgan og har ikke i oppgave å gi støtte til nye miljøvennlig tiltak og teknologi til rederier som for eksempel støtte til å installere Flettner rotoren. Miljødirektoratet nevner, i intervjuet, at de har en støtteordning som heter Klimasats der kommuner og fylkeskommuner kan søke støtte til klimaprojekt, men ikke rederier. Dermed var det en misforståelse av hva Miljødirektoratets rolle egentlig er, og hvem de gir støtte til. I utgangspunktet ble nok ikke Miljødirektoratet studert godt nok på forhånd for å avgjøre deres relevans til denne oppgaven. Derimot var Miljødirektoratet svært behjelpelige og tipset at man burde ta kontakt med ENOVA. ENOVA er en støtteordning som gir støtte til slike miljøvennlige tiltak og ny teknologi, også til rederier. Ett forsøk på å kontakt ENOVA ble gjort, men dette mislyktes. I henhold til intervju guiden var interesse spørsmålet *hvor mange som har søkt støtte til installasjon av Flettner rotor?* Dette ble da ikke besvart.

Selv med en misforståelse, hadde Miljødirektoratet et par tanker rundt Flettner rotoren. De har hørt om Flettner rotoren og har sett at den er og blir installert på flere og flere fartøyskategorier. Miljødirektoratet tenker at flere skip som passasjerferjer og en del lasteskip kommer til å installere dette fremover. De påpeker også at Flettner rotoren har et begrenset bruksområde hvor det må være ideelle forhold for å kunne få en fordel av rotoren. En må ha en fartsprofil som passer, altså et skip som seiler mye og har nok plass på dekk. Dette passer ikke for alle skip. Miljødirektoratet nevner for eksempel hurtigbåt eller fiskebåt er kanskje ikke der man skal ha Flettner rotor. Derfor mener miljødirektoratet at Flettner rotoren er et bra tiltak, men ikke ideelt for alle skip. Man må derfor vurdere andre løsninger også.

5.0 Drøfting

I dette kapittelet skal vi drøfte de resultatene som har blitt gitt i intervjuene opp mot problemstillingen og miljøvennlighet. Det er blitt gitt flere momenter enn det som ikke kan knyttes til å direkte besvare problemstillingen, men som tenkes å være så viktig at de ikke bør unngås.

5.1 Drøfting av vurderingene

I forbindelse med resultatene har flere rederier gitt sine vurderinger ved installasjon av Flettner rotor. Seatrans kommenterer at rederieierne deres ønsket å ha en vindbasert løsning og landet derfor på Flettner rotor, som er den løsning som har kommet lengst frem per dags dato. Odfjell kommenterer også at Flettner rotor er den løsningen som er lengst fremskredet for vindbaserte løsninger, men har flere grunner til hvorfor de ikke har installert. Blant annet blir pris ved installasjon trukket frem som en av hovedgrunnen til at de ikke har installert. Prisestimatet som Odfjell har, er at nedbetalingen blir på ca. 15 år bare for å gå i null. Seatrans på den andre siden har en nedbetalingstid på ca. 5 år og har dette som en funksjon av støtten fra ENOVA. Det som også blir trukket fram som en grunn av Odfjell er at de må ha en løsning som kan tiltes. Dette har sammenheng med hvilken fart de går i og at de må passere under bro, etc. Dette kommer også fram i Knutsen intervjuet. Både Knutsen og Odfjell sier at de estimatene de har fått for den løsningen som kan tiltes øker prisen med 50% av den totale kostprisen. For Knutsen sin del er Flettner rotoren ikke særlig aktuell da de ikke betaler drivstoff selv. Hos Knutsen er det slik at det er charter som betaler drivstoff. Hvis skipet da bruker mer drivstoff enn det som er avtalt betaler Knutsen. I forbindelse med dette sier Knutsen at det da kunne vært aktuelt. Selv om både Knutsen og Odfjell ikke har installert, forteller begge at de på nybygg legger av plass på dekk for en mulig installasjon ved en senere anledning.

Knutsen har hatt kontakt med Norsepower for en vurdering. Norsepower sier også selv at de har mange rederier som kontakter dem for å vurdere en installasjon. Hagland er i dette tilfellet det eneste rederiet som sier det ikke per dags dato er aktuelt. Dette har sammenheng med farten og skipsdesignet. Trim og stabiliteten på skipene vil bli ugunstige,

samt at lastekapasitet ved en installasjon vil bli redusert. Norsepower kommenterer også dette at de er opptatt av at rotoren ikke skal forstyrre den daglige driften til skipet. Hagland har derfor kommet fram til at det finnes bedre løsninger som gir en større gevinst for deres drift. Dette har sammenheng med at skipene deres har kort seilingstider og ankommer havner som er små, derfor er de avhengige å ha et fullt oppegående selv laste og losse system. Den korte seilingstiden vil da føre til at gevinsten av en slik rotor blir redusert. Knutsen og Odfjell kommenterer også at fartsområde er viktig i forbindelse med vurderingen. Tankrederiene seiler i hele verden og dette vil medføre at det vil i andre deler av verden være helt ugunstige forhold for Flettner rotoren. Hvilket da leder til at de kan kanskje måtte bruke mer drivstoff grunnet vekten til rotorene.

Vurderingsmessig ser man at rederiene tenker mye likt med tanke på løsningen. Det er noen mindre forskjeller mellom de som har installert, tankrederiene og bulkrederiet. Siden begge tankrederiene har satt av plass på dekk indikerer dette at det er et marked for Flettner rotoren. Hovedpoenget som blir trukket fram er at løsningen må kunne tiltes. DNV rapporten fra 2016 indikerte at rotoren ikke var så fleksibel, men denne rapporten ble skrevet før en løsning som kunne tiltes kom på markedet. Seatrans SC Connector er den første med en løsning som kan tiltes. Knutsen og Odfjell har fulgt med på SC Connector som en del av sine vurderinger. Sammenlignet med de som har installert og de som ikke har installert er mye av de samme grunnen som går igjen. For eksempel nevner Odfjell at de trenger en nedbetalingstid på 5 år, slik som Seatrans har foreløpig. Norsepower gir også en vurdering som det virker som at rederiene ikke har tenkt like mye på fordi dette er en vurdering som kommer lengre ut i prosessen. Det er den tanken om at mannskapet om bord ikke trenger mye opplæring eller trening i bruk av rotoren. Norsepower sin rotor er helautomatisert. Det innebærer, som nevnt i teoridelen, at rotoren selv finner ut når det er gunstig å produsere fremdrift. Altså at gevinsten er større enn forbruket til rotoren. I tillegg nevner Norsepower at vedlikeholdet ikke trenger å bli utført av teknikerne deres. Den kan bli gjort av mannskapet om bord med veldig lite trening.

Som nevnt har Seatrans fått støtte av ENOVA slik at nedbetalingstiden er estimert til 5 år, slik som Odfjell trenger at nedbetalingen er på. Seatrans har heller ikke plassproblemer i forbindelse med installasjonen ombord på SC Connector. Styrhuset til SC Connector er på baugen av skipet og de to rotorene har blitt installert bak. Hvilket betyr har Seatrans ikke har like store problemer med utsikt fremover fra bro, men reglementet for utsikt gjelder rundt hele styrhuset. Odfjell og Knutsen bringer opp at en vurdering er at de vil kunne blokkere vinkler fra styrehuset om bord på deres skip, da styrehusene er bak på hekken. Norsepower kommenterer også på dette, de sier at flere rederier har søkt om fritak til flaggstaten fra reglementet om utsikt og tildekning av lanterner. Hvilket kan føre til store utgifter hvis man da installere først og deretter får avslag, samt at farlige situasjoner kan oppstå som følge av dette.

Som nevnt tidligere er en vurdering som Norsepower nevner, er at Flettner rotoren ikke skal påvirke den daglige driften som foregår om bord. De nevner også at rotoren ikke skal ta for mye plass på dekk, slik at rederiet må ta mindre last, grunnet at da går vinningen med Flettner rotoren ned i og med at rederiet må seile mer enn de måtte ha gjort i på en tur. Dette kommer også fram i e-post- intervjuet med Hagland, der de kommenterer det samme med lengre seilingsdistanse. Men det som ingen nevner er at Flettner rotoren er den vindløsningen som per i dag tar minst av lastekapasiteten og dekksplass som nevnt i styrker hos rotoren. Dette er da sammenlignet med andre vindbaserte løsninger. Hvilket vil være at argument for å velge Flettner rotoren fremfor andre vindbaserte løsninger. Det flere derimot har kommentert på er at det er den som er mest fremskredet av vindløsningene.

5.2 Teori grunnlag mot Seatrans

Når det kommer til teorien opp mot en faktisk installasjon, ser man gjennom intervjuet med Seatrans at det er nå kommer relativt nye oppdagelser som enda ikke er beskrevet i litteraturen. Seatrans sier at all beregning av fremdrift man får fra rotoren baserer seg på teorien om Magnuseffekten og formler man regner ut dette med, men nå har de nylig montert trykksensorer som faktisk viser hvor mye fremdrift de får av rotoren. Grunnet dette nylig var installert kunne de ikke gå ut med tall på det enda. Derfor kan man grunnet

installasjonen av trykksensorer på rotoren kan det nå være mulig å se på virkningsgrad og teoretiske beregninger, for deretter å sammenligne forskjellene.

Fra teorigrunnlaget i denne oppgaven nevner Norsepower at det skal være mulig å spare inntil 15% av drivstoff når en har installert Flettner rotor om bord, og opptil 35% i spesielle tilfeller. Sammenlignet med Seatrans har de kommentert at de opplever minst en 25% effekt av deres rotor. Det som også er verdt å merke seg er at Seatrans har installert rotorene på et eldre skip og ikke et nybygg. Fra teorien ser man at det å installere på gamle eller helt nye skip ikke har betydning for det vil gi lik besparelse uansett. Dette avhenger av at man da sammenligner like skip som nevnt i teorikapittelet. Hvilket da betyr at flere kanskje vil kunne vurdere en installasjon grunnet at Seatrans har hatt en slik suksess med sine rotor på deres roroskip. Fra et mer praktisk ståsted har installasjonen av rotorene for Seatrans gjort det mulig å bytte ut en eldre og ressurskrevende motor med en nyere som trenger mindre ressurser for å drive skipet. Det gir da en stor bonus med tanke på besparelse i form av drivstoff og utslipp. I de tilfellene da man ikke har rotorseil så må man fortsette å bruke større motor, samt være avhengig av andre teknologier for å gå ned i utslipp, slik som alternative drivstoff og lignende.

Seatrans har også noen andre opplevde effekter av rotoren som tidligere heller ikke har vært like godt dokumentert. Fra de tidligere skipene som har installert har det vært store tankskip. SC Connector vil derfor i denne sammenhengen kunne bli betraktet som et lite skip. Det som er viktig å merke seg er forskjellen mellom tankskipene og SC Connector er skrogformen. Skrogformen er i denne sammenheng avgjørende for hvilke effekter man vil oppleve av rotoren. Blant annet kommer det fram at SC Connector opplever en dempingseffekt på grunn av rotorene. Dette leder da til at de kan holde høyere hastighet gjennom sjøgang, grunnet at tapet man opplever i sjøgang blir redusert. Seatrans nevner også at propellen får høyere virkningsgrad av dette. Dette kommer også fram i teorien, at man da ville føle andre effekter enn bare fremdrift ved hjelp av Flettner rotor. Som nevnt handler dette mye mulig om at skipene som tidligere har installert ikke har hatt en smal skrogform, slik som SC Connector har. Derfor har det fra tidligere av vært mye teoretiske

beregninger og ikke faktiske målbare verdier som man baserer seg på. Seatrans nevner i forbindelse med dette at når SC Connector bruker rotorene opplever de en krenkning på 4-5 grader, hvilket andre skip ifølge Norsepower ikke i samme grad har opplevd tidligere. Derfor nevner de at det er veldig interessant å følge med på SC Connector og Seatrans da de faktisk måler det som tidligere man har antatt.

Fra noe som ikke blir beskrevet i teorien er hva som kreves av vedlikehold av Flettner rotoren. Det som er verdt å merke seg her er at Seatrans og Norsepower nevner at det ikke er mye vedlikehold med rotorene. Seatrans har hatt minimalt med vedlikehold av sine rotor. Det eneste som har blitt slitt før tiden er støtterullene som bidrar til rotasjonen og hindre kast som kan skade rotorene. Seatrans er derfor i tett samarbeid med leverandøren om å utbedre disse til et mer slitesterkt materiale. Norsepower nevner at de har en manual som de om bord kan lese og opprettholde med minimal trening. Ved en løsning som kan tiltes, blir det nevnt i teorien at den er hydraulisk drevet. Det samme kommer også frem i intervjuet med Norsepower. Seatrans nevner også oppbygningen av systemene rundt rotoren er elektrisk motorer og hydrauliske systemer, noe som er kjente teknologier. Seatrans nevner at selve rotoren og dens materiale og støttesystemer er nye og fører derfor til at man lærer mens man har rotorene. Med tanke på vedlikehold vil dette da bli nevnt i vedlikeholds manualen til produsenten av rotoren. Der det da blir avgjort om det er månedlig, tre månedlig eller seks månedlig oppgave.

5.3 Investeringsvillighet

Rederiforbundet antyder tidlig i intervjuet at Flettner rotoren foreløpig er såpass ny og uprøvd teknologi, at de foreløpig bare kjenner til Seatrans sin SC Connector som har rotor installert. Som nevnt kan de tilte sine rotor. Utover dette så kjente de ikke til noen som har eller har vurdert denne løsningen. De ser derimot for seg at en økende interesse vil komme til syne ettersom presset for grønn teknologi øker, og Flettner rotoren er 100% grønn når den produserer fremdrift. I tillegg presenterer nå SC Connector praktiske målinger og data på funksjonen av Flettner rotoren, noe som vil kunne øke interessen betraktelig. På en annen side så ser man at rotor seil er aktuelt for både Knutsen og Odfjell, samtidig som

Seatrans informerer at de ønsker rotorseil på alle deres skip sett i et langtidsperspektiv. Norsepower informerer om at de har flere hundre kunder som ønsker evalueringer for installasjon av Flettner rotor, både retrofitting på eldre skip og installasjon på nybygg. På nåværende tidspunkt så har de et titalls aktive prosjekter.

Grunnen til at Knutsen foreløpig ikke har installert rotorseil, er som tidligere nevnt i hovedsak på grunn av at de charterer vekk skipene sine, og så lenge chartrene betaler for drivstoff, er de den avgjørende faktor for drivstoffbesparende tiltak. Dette så lenge drivstofforbruket ikke overskrider mengden avtalt i kontrakten med charterer. Knutsen diskuterer, og anbefaler rotorseil for charter så lenge det er hensiktsmessig. Knutsen har fått en pris på installasjon og ønsker å ha fundamentet klart for eventuell installering ved et senere tidspunkt. De legger også til, at ved en løsning som kan tiltes vil det være veldig aktuelt, men dette øker prisen betraktelig og kan by på økonomiske utfordringer som nedbetalingstid. Odfjell er i utgangspunktet veldig positive til Flettner rotor og har vært i dialog med produsenter som Norsepower og Anemoi. De har også vært i dialog med Seatrans, som tidligere nevnt har installert på et av sine skip. Utfordringer Odfjell har med installasjon av rotor er at de er et tankskiprederi og har da masse rør på dekk, så plass blir et problem ved installasjon på eldre skip. Synsvidden er også en faktor de tar i betraktning, og ikke minst pris. De er avhengige av en rotor som kan tiltes, grunnet seilingsområder, noe som øker kostnaden med 50%. Til tross for dette, så påpeker de at alle praktiske problemer ved installasjon bare er bagateller i det store bildet. Fra teorien kommer det fram gjennom Glomeep (se kapittel 2.2 for priser) at det er dyrt å installere rotor/rotorer. Prisene som ble nevnt her er relativt høy og i sammenheng med at både Knutsen og Odfjell nevner at prisen øker med 50% for en rotor som kan tiltes. Hvilket betyr at det er en stor hindring for å investere i rotoren uten støtte. Videre kommer det fram at når volumet av både rotorer og produsenter øker, og det blir konkurranse på markedet, slik at prisen synker og tillater en nedbetalingstid på ca. 5 år, vil installasjon av rotor bli veldig aktuelt.

Unntaket hos rederiene er Hagland. Grunnet bevegelig traverser på dekk så lar det seg ikke praktisk løse. I tillegg til dette så vil de tape mye lastekapasitet at det heller vil gi en negativ

miljøeffekt, noe som gjør at de sikter seg inn på andre tiltak som egner seg bedre for deres drift. Sett vekk fra utenom Hagland, så har intervjuene som har blitt gjennomført gitt et helhetlig bilde om at Flettner rotoren er et veldig dags aktuelt tema. Rederiene følger nøye med på fremgangen til teknologien i en forventning om at prisen skal synke eller at man får støtte for en installasjon. Når pris ikke lenger ikke er det største hinderet så vil man nok se at investeringsviljen i en nullutslippsteknologi som rotorseil vil øke betraktelig. Det som også er viktig å dra frem i forhold til investeringsviljen handler også om at dette er en ny teknologi i kommersiell fart, som nevnt av Rederiforbundet.

5.4 Andre tiltak for redusering av utslipp

5.4.1 nåværende tiltak

Hensikten med reduseringen av utslipp er å gradvis jobbe seg mot en nullutslippsflåte. IMO kommer årlig med nye krav til utslipp som skal bidra til å legge press på utviklingen av nye miljøvennlige tiltak. Flettner rotoren er bare en, blant mange slike miljøvennlige tiltak som er aktuelle for å få en reduksjon og effektivisering av drivstofforbruk. På grunn av pris, som nevnt tidligere, så er ikke rotoren økonomisk konkurransedyktig på markedet enda. Derav ble et spørsmål til rederiene: *hvilke miljøvennlig tiltak blir gjort for å redusere utslippene nå?*

Typiske tiltak som rederiene gjør i dag, og som de nevner i intervjuene sine er oppgradering av motorene, bedre vedlikehold, polering av propellene og vasking av skroget. Poleringen av propell og vasking av skroget bidrar til å redusere vekst på skrogoverflate. Denne veksten av dyreliv under skroget øker motstanden gjennom vannet og dermed drivstofforbruket. Rederiene nevner at de regelmessig polerer og tar bunnstoff på skroget for å hindre begroing. Hvilket er et kjent tiltak for å redusere utslippene sine. Odfjell beskriver flere tiltak som de har tatt i bruk på sine skip. De har blant annet installert «Mewis duct». Dette er et sparetiltak som akselererer turbulens som kommer av skroget og inn i propellen. Hvilket da vil gi høyere effekt av propellen. «Propeller boss cap fin» er også et tilsvarende tiltak for å endre de hydrodynamiske forholdene bak ved propellen, noe som øker effektiviteten. I tillegg driver også Odfjell med værruting. Med tanke på dette er det tenkelig at Knutsen og Hagland også driver med dette i varierende grad, selv om det ikke ble noe særlig nevnt. Seatrans nevner at de også driver mye med værruting for å optimalisere effekt av rotorene

som har blitt installert. Værruting innebærer å studere prognosekart og velge den ruten som er mest optimal med tanke på vær og distanse.

I undersøkelsen kom det frem at både Seatrans og Hagland har fått installert batteripakker som tillater å legge til og fra havn med betydelig redusert støyforurensing og utslipp. Odfjell har flere «pool» båter, altså skip de deler med andre rederier, dette resulterer i færre skip når flere kan utnytte samme fartøy. Odfjell har også et omfattende systemer som måler effektiviteten til skipene og besetningene deres for å kunne sammenlikne og løse eventuelle ugunstige forhold.

5.4.2 synpunkter på miljøvennlig utvikling

Som et oppfølgingsspørsmål til miljøvennlige tiltak ble rederiene også spurte om hvordan de ser for seg utviklingen av miljøvennlige løsninger både innenfor teknologi og fornybar/lavutslipps drivstoff.

Både Odfjell og Knutsen er tydelige på at batteripakker for deres drift ikke er mulig. Som et eksempel kommer begge med at de trenger opptil flere støtteskip for å bære all batterikapasiteten skipene ville krevd. Det kommer like tydelig frem at hydrogen også er uaktuelt, da hydrogen i gassform tar alt for mye plass og flytende hydrogen krever en temperatur på -250 grader, noe som krever store mengder energi i seg selv. Seatrans mener at hydrogen ikke burde brukes i shipping industrien først, men heller anvendes der det i praksis vil fungere best og har den største effekten. Knutsen nevner også det samme. Odfjell som er litt skeptisk til «race to zero», altså kappløpet til nullutslipp, sier at det grønne skiftet kommer til å ta mye lenger tid og ikke minst bli veldig mye dyrere enn først antatt. De peker på to ting som kan bli utfordrende, det ene er pris og det andre er infrastruktur.

Odfjell informerer at de bunkrer i over 100 havner, de er da avhengig av å kunne fylle fornybart drivstoff i alle disse 100 havnene. Dette drivstoffet må også da være laget på en

miljøvennlig måte for at det skal ha en effekt. Odfjell presenterer et lite eksempel på akkurat dette problemet:

«verdensflåten bruker i verden i dag, ca. 200 millioner tonn. Hvis du skal gjøre samme transportarbeid som verdensflåten gjør i dag med for eksempel ammoniakk eller metanol, så må du doble volumene, og det er fordi det inneholder halvparten så mye energi per tonn, som dagens fuelolje. Det vil kreve 450 millioner tonn med ammoniakk for samme effekt i dag. I tillegg må det være grønn ammoniakk, grønn metanol. Det vil kreve 80 millioner tonn grønt hydrogen, altså 66% av global hydrogenproduksjon. Det er egentlig 120 millioner tonn med hydrogen som er verden i dag, og bare 0,3% av det er grønt» (Odfjell intervju mars 2022)

Dette vil kreve 5500 terrawattimer med energi som tilsvarer ca. litt over 50% av verdens årlige fornybare energiproduksjon. Skulle man bygge ut for å produsere nok strøm til dette alene, så snakkes det om en prislapp fra 2300 milliarder og oppover. Odfjell nevner da at vind på land er billigste alternativ. Det vil for øvrig kreve 580.000 av dem. Ut ifra dette kan man se at verdens fornybare energiproduksjon ikke er i nærheten av tilstrekkelig for å kunne imøtekomme produksjonen av et nullutslippsdrivstoff. Dette kommer som ett eksempel på bare Odfjell sine skip. Det vil si litt under 100 skip som da vil være fornybare. Hvis dette kommer på plass, så vil fornybart drivstoff bli dyrt. Hvilket da betyr at når fornybare/lavutslippsdrivstoff kommer på markedet kan det koste mellom 4 og 5 ganger prisen til vanlig drivstoff. Odfjell nevner at for at dette skal bli konkurransedyktig trengs regler og reguleringer, enten må det bli et nullutslippskrav, eller så må det komme avgifter på miljøfiendtlige gasser. Med tanke på fornybart drivstoff nevner Seatrans at etterhvert vil det bli enda mer oppmerksomhet rundt fornybart drivstoff. Deretter vil nok vind komme mer inn i markedet igjen. Selv om vindbaserte løsninger ikke er like frempå i dag, nevner de at utviklingen av seil og vind vil lede til mer av dette inn i fremtiden.

Odfjell stiller også et retorisk spørsmål, *«er det fornuftig bruk av ressurser og fokus å bruke 2300 milliarder på å redusere de 2-3% shipping bidrar med, eller bruke de samme ressursene på å fjerne kullkraftverk som vil kunne redusere klimagassutslippet med 15%?»* Spørsmålet

her stilles for å sette ting i perspektiv, og det Odfjell mener er at mye av ressursene som i dag brukes på å få ned utslipp i shippingbransjen, kunne gjort større utslag i andre sektorer, for eksempel i kullkraftindustrien. Seatrans nevner også dette i forbindelse med hydrogen på skip, at det vil ha større effekt om det brukes andre steder først for å få ned klimagassutslippene. Odfjell ser uansett for seg at de kommer til å fortsette å installere «energy saving devices» og prøve å være helt drivstoff- fleksible så de kan velge hva som er tilgjengelig. På grunn av at de mener det å låse seg til ett spesifikt drivstoff er altfor risikabel. Men de ønsker og mener selvfølgelig at alle skal gjøre sin del og jobbe videre mot et lavere utslipp, som de selv gjør.

I dette fremtidsbildet med dyrt drivstoff er der man kan se nytten av Flettner rotoren kan komme inn. Flettner rotoren blir en engangsinvestering som fremdriftsmessig har nullutslipp og bruker lite energi fra skipet selv. Prisene vil forhåpentligvis falle, ettersom flere produsenter kommer inn i bildet og flere rotor er i omløp. Det som også er verdt å notere seg er at det er mange forskjellige tanker om hvordan det grønne skifte vil foregå. Med tanke på Odfjell og Knutsen ser man eksempler på at flere er avventende med tanke på hvordan fornybart drivstoff blir i fremtiden. Derimot så er det viktig at selv om Knutsen og Odfjell blir tatt frem som eksempler på de som er skeptiske, bidrar de på sin måte med «energy saving device» og redusering av hastigheter for å senke sine utslipp.

5.5 Flettner rotor inn i fremtiden

Med tanke på fremtiden til Flettner rotoren, ser man at signalene som har blitt gitt under intervjuene er positive til at denne teknologien blir med inn i fremtiden. Det kommer også tydelig frem at hovedutfordringen i dag er prisen på en Flettner rotor. Per i dag er den altfor avhengig av støtte. Rederiforbundet og Miljødirektoratet nevner at de tenker at rotoren vil bli tatt mer i bruk i fremtiden. Miljødirektoratet gir ikke støtte til rederier, med mindre det er hurtigbåter etc, men de vet mye om rotoren da de har ett tett samarbeid med forskjellige organisasjoner. Fra deres perspektiv mener de at rotoren er et bra tiltak, men siden den ikke passer til alle fartøygrupper må man derfor fortsatt se på andre løsninger. Videre kommer

det også frem at de ser for seg at flere kommer til å installere en eller flere Flettner rotor, da Seatrans går frem som ett eksempel.

Rederiene er positive til tanken på Flettner rotor, men å velge og installere rotor varier fra forskjellige perspektiver. I hovedsak, som tidligere nevnt, er det økonomiske aspektet som er den største grunnen til å la være. I tillegg til plassproblemer hos enkelte rederier. Seatrans tenker for eksempel at ved å ha Flettner rotor som gir en besparelse på mellom 20-30 % og deretter installere motorer som bruker LNG på skip som også gir 20-30%, vil man kunne nå IMO sitt mål om 50% reduksjon av utslipp innen 2050. I etterkant av LNG nevner Seatrans også at LNG vil nok bli erstattet med fornybart drivstoff i etterkant. Det som er viktig å huske på er at selv om dette er mulig for enkelte fartøystyper, er det mange forskjellige fartøystyper i industrien. Det som kanskje virker i ett rederi virker kanskje ikke i et annet, for eksempel med tanke på rotoren og LNG kombinasjonen.

På den andre siden har man Odfjell som tenker at det er viktig å ikke låse seg til en type drivstoff, men heller kunne være fleksible. Det viktigste for Odfjell er at selv om man er litt avventende så må man bidra for å kutte utslippene. En tanke Odfjell har er at man kan redusere hastigheten på skipet for å redusere utslippene. Derimot har Seatrans redusert hastigheten på SC Connector, men med rotorene sørge for at de klarer å opprettholde samme hastighet som før. For Odfjell sin del er ikke installasjon på eldre skip like aktuelt som det var for Seatrans. Odfjell sine eldre skip har mye rør på dekk og har ikke plass for rotor i designet. På de nyeste skipene blir det satt av plass til å potensielt kunne installere vindbaserte løsninger i etterkant. Det samme gjør også Knutsen. Som nevnt er ikke rotoren like aktuell for Knutsen da de ikke betaler drivstoffet selv, men de er åpne for installasjon i fremtiden, og som også nevnt er det laget plass på nybyggene for dette. Knutsen nevner også Flettner rotor til charter som da bestemmer for om de går for løsningen. Dette blir nevnt i forbindelse med LNG skipene til Knutsen. Hagland på sin side har igjen litt forskjellige aspekt som gir forskjellige forutsetninger sammenlignet med de andre nevnte. Skjønt at de går også inn for andre grønne løsninger enn rotorseil. Som nevnt er det mest hensiktsmessig for Hagland å velge batteri hybrid løsninger for sin drift.

Generelt er også mulighetene for rotorseil begrenset av skipenes fartsområde, konstruksjoner på skipet, havnefasiliteter og begrensninger som følger av lastearrangementer. Det som vil bidra til at flere kan velge rotoren i fremtiden, er at den løsningen som kan tiltes har blitt funksjonell og at Seatrans går frem som ett eksempel på at rotoren virker bra. Men til gjengjeld så tar den en del areal på dekk til fartøyet, som for eksempel på en kjemikalietanker som allerede har begrenset plass på grunn av rørene. Derimot så er det viktig å huske at per i dag er det Flettner rotoren som tar minst plass på dekk sammenlignet med de andre vindbaserte løsningene. Med tanke på dette kan det bidra til at flere velger Flettner rotoren fremfor andre vindbaserte løsninger.

6.0 Konklusjon

For å besvare problemstillingen ser man at intervjuobjektene er godt kjent med teknologien. Selv om de fleste ikke har installert Flettner rotor, har de likevel vurdert og diskutert om dette var en mulighet for dem. Når det kommer til vurderingene så ser man at de fleste svarer noenlunde det samme, med mindre forskjeller mellom hver enkelt. Hovedgrunnen til alle intervjuobjektene var at prisen har vært en utfordring for å velge Flettner rotor. Foruten om den ene, er det plassproblemet og seilingsruten som er den største utfordringen. Prisen kommer også fram i det Glomeep har publisert, som nevnt i punkt 2.2 i denne oppgaven. Andre vurderinger som også flere kommenterer på, er hvor mye de faktisk klarer å spare og hvor avhengig selve rotoren er av vinden. Det ble også kommentert av flere at rotoren bare kan fungere hvis det er gunstige forhold. Produsenten kommenterer også at hvis vinden kommer inn mot baugen eller bak i hekken vil den ikke kunne utnytte Magnuseffekten. De som hadde installert Flettner rotor er veldig fornøyd med valget og opplever flere positive effekter av rotoren. Disse effektene er nevnt i resultater og i drøftingen. Det som er viktig å påpeke til slutt er at vindbaserte løsninger er et godt middel for å bidra til fremdriften. Samtidig vil en Flettner rotor på skip med en slank skrogform kunne merke effekten av en rotor mye mer enn de med fyldig skrogform. I forbindelse med dette er konklusjonen at Flettner rotoren er et veldig godt valg hvis man ønsker bidrag i fremdriften til skipet, spesielt i områder med gunstige forhold. Dette kan lede til at når andre skip må senke hastigheten på grunn av klimakrav, så kan de med rotor også senke hastigheten på hovedmotoren. Derimot vil de med rotor kunne holde tilnærmet samme hastighet som tidligere, selv om hovedmotorens hastighet er senket, noe som da kan gi et konkurransefortrinn ved valg av skip til å frakte varer.

6.1 Forslag til videre arbeid

Gjennom det som kom fram i intervjuene, ble det oppdaget flere områder innen dette feltet som kan bli sett videre på. Avansert værruting ble hyppig nevnt og i forbindelse med dette vil det da være gunstig å se på hvordan man kan implementere spesifikasjonene til vindbaserte løsninger. Dette for å kunne optimalisere enda mer for gunstige vindretninger med tanke på de vindbaserte løsninger som er tilgjengelige.

Bibliografi

- Anemoi marine. (u.å.). *Anemoi marine*. Hentet Mars 2022 fra Key benefits:
<https://anemoimarine.com/rotor-sail-technology/>
- BMT Defence Services Ltd. (14. april 2015). *BMT*. Hentet fra The Magnus Effect, A Well Spun Yarn:
<https://www.bmt.org/insights/the-magnus-effect-a-well-spun-yarn/>
- Classification Society Rulefinder . (2021). *imorules*. Hentet april 2022 fra SOLAS:
<https://www.imorules.com/GUID-95B39DFD-3930-4FDF-89B6-1F7FFBCF7B1D.html>
- Core Writing Team, R. P. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC .
- DNV. (Januar 2005). Safety of Navigation for Naval Vessels, Ship/HSLC rules Pt.6 Ch.17 - .
- DNV. (2016). *Teknologier og tiltak for energieffektivisering av skip*. Trondheim: ENOVA.
- DNV. (23. april 2019). *DNV*. Hentet fra Maritime Impact: <https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/ECO-FLETTNER-rotor-sail-stands-the-test.html>
- Fangen, K. (17. juli 2015). *De nasjonale forskningsetiske komiteene*. Hentet 7. april 2022 fra Kvalitativ metode : <https://www.forskningsetikk.no/ressurser/fbib/metoder/kvalitativ-metode/>
- Freese, N. (2017). *CO2 Emissions from international maritime shipping*. UNEP DTU Partnership Working Paper Series 2017.
- Glomeep. (u.å.). *Glomeep*. Hentet mars 2022 fra Information portal:
<https://glomeep.imo.org/technology/flettner-rotors/>
- Grøn, Ø. (2. september 2021). *Store Norske Leksikon*. Hentet mars 2022 fra Newtons lover:
https://snl.no/Newtons_lover
- Grønmo, S. (November 2020). *Store norske leksikon*. Hentet Januar 2022 fra Kvalitativ metode:
https://snl.no/kvalitativ_metode
- Helseth, L. E. (oktober 2020). *Store Norske Leksikon*. Hentet mars 2022 fra Turbulens:
<https://snl.no/turbulens>
- Helseth, L. E. (oktober 2021). *Store Norske Leksikon*. Hentet mars 2022 fra Viskositet:
<https://snl.no/viskositet>
- International Maritime Organization. (2014). *Third IMO GHG Study 2014*. Hentet 03. Januar 2022 fra
<https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Greenhouse-Gas-Studies-2014.aspx>
- Jacobsen, D. I. (2015). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* (3.utgave udg.). Oslo, Oslo, Norge: CAPPELEN DAMM AS.
- Kornei, K. (6. September 2017). *Science*. Hentet februar 2022 fra News:
<https://www.science.org/content/article/spinning-metal-sails-could-slash-fuel-consumption-emissions-cargo-ships>

- Maritimt forum. (8. april 2021). *Hagland Shipping bestiller to miljøskip*. Hentet 30. mars 2022 fra Maritimt forum: <https://www.maritimt-forum.no/haugalandet-og-sunnhordland/nyheter/2021/hagland-shipping-bestiller-to-miljoskip>
- Maruyama, Y. (2011). *Study on the Physical Mechanism of the Magnus Effect*. Department of Mechanical Systems Engineering, Okayama University of Science. Okayama, Japan: Trans. Japan Soc. Aero. Space Sci. Vol. 54, No. 185/186.
- MassonDelmotte, V. P. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, 2021: Summary for Policymakers.
- Miljødirektoratet, Statens vegvesen, Kystverket, Landbruksdirektoratet, Norges vassdrags- og energidirektorat og Enova. (2020). *Klimakur 2030: Tiltak og virkemidler mot 2030*. Miljødirektoratet, Statens vegvesen, Kystverket, Landbruksdirektoratet, Norges vassdrags- og energidirektorat og Enova.
- Muhammad Fakhuriza Pradana, B. N. (1. februar 2022). The Pathway to Decarbonization: Flettner Rotor Application in Maritime Logistics. *Advances in Engineering Research, 2021*(Volume 210), s. 6.
- Norsepower. (Januar 2021). *Norsepower*. Hentet mars 2022 fra RoRo: <https://www.norsepower.com/roro/>
- Norsepower. (u.å.). *Norsepower*. Hentet mars 2022 fra Techonology: <https://www.norsepower.com/technology>
- Norsepower. (u.å.). *Norsepower*. Hentet Mars 2022 fra Advantages: <https://www.norsepower.com/key-advantages>
- Norsepower. (u.å.). *Norsepower*. Hentet mars 2022 fra Case study: <https://www.norsepower.com/download/inquiry.pdf>
- Osnes, A. (05. mai 2021). *Store Norske Leksikon*. Hentet 14. 01 2022 fra <https://snl.no/rotorskip>
- Patowary, K. (16. Februar 2021). <https://www.amusingplanet.com>. Hentet fra <https://www.amusingplanet.com/2021/02/>: <https://www.amusingplanet.com/2021/02/flettner-rotor-sailing-ships-without.html>
- Pearson, D. (2014). *The use of Flettner rotors in efficient ship design*. Royal Institution of Naval Architects.
- Sea Cargo. (2020). *Sea Cargo* . Hentet fra <https://sea-cargo.no/norways-largest-sailing-vessel/>
- Seatrans. (22. Februar 2022). Effekten av Enova - rotorseil på SC Connector. (ENOVA, Interviewer)
- Seifert, J. (14. September 2012). A review of the Magnus effect in aeronautics. *Progress in Aerospace Sciences*(Volume 55), s. 30.
- Skipsrevyen. (8. februar 2019). *Wärtsilä leverer hybrid oppgradering til «Hagland Captain»*. Hentet 1. april 2022 fra <https://www.skipsrevyen.no/article/wrtsil-leverer-hybrid-oppgradering-til-hagland-captain/>

Universitetet i Oslo. (august 2021). *Universitetet i Oslo*. Hentet mars 2022 fra Instituttet for biovitenskap, Fagtermer A-Å:
<https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/r/reynoldstall.html>

Wärtsilä. (u.å.). *wärtsilä*. Hentet mars 2022 fra Terms- Ship motions:
<https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/ship-motions>

Vedlegg 1 Intervjuguide Rederiene

1. Hvilken drift driver deres rederi med?
2. Hvor seiler fartøyene deres for det meste?
3. Hvilke vurderinger har dere gjort for valg av Flettner rotor eller ikke?
4. Hva må til for at dere vil investere i Flettner rotor?
5. Hvilke potensielle utfordringer har dere for installasjon av Flettner rotor?
6. Hvilke andre løsninger ser dere, istedenfor Flettner rotor?
7. For å redusere utslippene deres, har størrelse på fartøy og farten den går i betydning for hva dere eventuelt velger? Og hvorfor har det betydning?
8. Hvordan ser dere for dere utviklingen av miljøvennlige løsninger?
9. Vil det potensielt være aktuelt for dere med en relokalisering rederiet på grunnlag av nye krav til miljøvennlighet?
10. Hva slags tiltak har dere allerede gjort for å bli mer miljøvennlig?
11. Har dere søkt/fått støtte for installering av miljøvennlige tiltak? Hvis ja hvilke?

Spesielt spm. til de som har installert (erstatte 4,5,6 for de som ikke har installert)

4. Hvor mye ser dere for dere å spare på dette i form av hvor lang tid det tar å gå i null, utslipp og kostnader?
5. Hvordan har vedlikeholdet av rotoren vært? Har det vært mye problemer?
6. Vurderte dere andre løsninger enn Flettner rotoren? Hvis ja hvilke og hvorfor det?

Vedlegg 2 Intervjuguide Produsent

1. what does your company do and for what purpose?
2. What is special about your version of the Flettner rotor?
3. How many are asking for an assessment for installation?
4. What assessments are getting done regarding type of vessel that is asking for the Flettner rotor?
5. Will the rotor have any influence regarding the ship's stability, blindspots etc.?
6. Do the size of the vessel matter in what type of Flettner rotor is available to install? Why/why not?
7. Are there solution on area where the wind direction is not optimal? Depending on yes or no why isn't there a solution? If yes how does that work?
8. How does the rotor that is tiltable work? Where there some extra consideration to be taken?
9. Is it possible to take this rotor into other segments such as supply for instance?
10. Are there any plans for further development on this technology? If yes What developments?

Vedlegg 3 intervjuguide Miljødirektoratet

1. Hvilken rolle har miljødirektoratet i forhold til å gi støtte til klimavennlige løsninger?
2. Er det noen som har søkt støtte for installasjon av Flettner rotor? Hvor mange?
3. Hva tenker dere kan være grunnen til at Flettner rotoren ikke blir installert på skip?
4. Tenker dere at det finnes andre løsninger som kanskje er bedre enn Flettner rotoren?
Med tanke på nettsidene deres nevner ammoniakk og hybridisering hyppig.
5. Hvilken klimaløsning for skipsfarten er mest populær å søke støtte til eller installere?
6. Er det mulig at Flettner rotor kan bli mer med i framtiden? Hvorfor/Hvorfor ikke?

Vedlegg 4 intervjuguide Norges Rederiforbund

1. Hva har dere som hovedoppgave i forhold til å være Norges rederiforbund?

2. Hvilke inntrykk har dere om Flettner rotoren fra deres medlemmer? Er det interesse for løsningen?

3. Er dette noe dere kan se for dere at vil komme lengre fram i framtiden? Hvorfor/hvorfor ikke?

4. Kan det være en sammenheng med at denne løsningen ikke er så kjent? Hvorfor eller hvorfor ikke kan det være det?

5. Tror dere at denne vil bidra til å bremse klimaendringene? Hvorfor?

6. Hvilke andre løsninger tenker dere kan være konkurransedyktige til Flettner rotoren?

7. Hvilke inntrykk har dere fra rederiene angående at det blir økte utgifter i forbindelse med klimaendringene?

Vedlegg 5 Informert samtykke Norsk

Vil du delta i forskningsprosjektet

Bachelor i nautikk en studie om Flettner rotoren?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å se på hvilken vurdering industrien gjør om Flettner rotoren. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Formålet til oppgaven er å få en dypere forståelse av hva skipsindustrien tenker om Flettner rotor som løsning. Dette med tanke på hvilke vurderinger rederier eventuelt gjør når de skal vurdere om denne løsningen kan bli brukt av deres skip. I denne oppgaven vil det også komme momenter fra politikken gjennom miljødirektoratet. Dette for å se hva politikken også tenker om denne løsningen. Grunnet at det er dem som setter opp tiltak for å redusere klimautslippene og eventuelt kan støtte klimaløsninger. Tanken med å ha med litt politikk er å sette søkelyset litt mer på denne løsningen samtidig og stille spørsmål med hvorfor den ikke blir tatt opp mer.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Høgskolen på Vestlandet er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Grunnen til at du får spørsmål om å delta handler om at deres rederi er interessant på den måten at vi er interessert i hvordan dere kan ha vurdert denne løsningen som et tiltak for reduksjon av utslipp. For politiske partier og lignende er vi interessert i hva dere tenker om denne løsningen siden vi finner ikke mye om hvilke klimaløsninger dere satser på for skipsindustrien.

Hva innebærer det for deg å delta?

For å delta innebærer dette å bare svare så godt man kan på de spørsmålene vi stiller til dere. Hvis dere også tillater dette vil vi gjerne ta lydopptak under intervjuet for å transkribere dette senere. Intervjuet vil vare ca. 45 minutter til 1 times tid. Spørsmålene vil da innebære hvilke vurderinger dere har gjort, hvilke andre løsninger har dere sett på og hvilke utfordringer har dere for en eventuell installasjon. For politiske partier vil spørsmålene innebære hvilken rolle har dere for klimavennlige løsninger, er dette en løsning dere er villig til å støtte.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. De som vil ha tilgang til opptaket av intervjuet er studentgruppen og veileder. I utgangspunktet vil vi heller ikke bruke personlige navn, men be om tillatelse til å bruke firma navn igjennom oppgaven. Lydopptaket vil bli lagret på en enhet med to trinns identifikasjon. I selve publikasjonen vil det ikke være mulig å gjenkjenne personer direkte eller indirekte med mindre enn går virkelig inn for å finne den enkelt person.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er 04.05.22. I tillegg så vil lydopptakene bli slettet ved dette tidspunktet.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke. På oppdrag fra Høgskolen på Vestlandet har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Personvernombudet ved HVL er Trine Anikken Larsen tlf:55587682 epost: personvernombud@hvl.no
- Nora Julie Lønning på epost: 586416@stud.hvl.no

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personvertjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Prosjektansvarlig
(Forsker/veileder)

Eventuelt student

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Bachelor i nautikk en studie om Flettner rotor*, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i personlig intervju

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 6 Informert samtykke Engelsk

Are you interested in taking part in the research project

Bachelor in nautical science

This is an inquiry about participation in a research project where the main purpose is to find the assessments the industry does when considering the Flettner rotor. In this letter we will give you information about the purpose of the project and what your participation will involve.

Purpose of the project

This is a bachelor thesis, and the main purpose of this project is to highlight what the industry thinks about the Flettner rotor by the use of interview as a tool. Also, the purpose is to find out what assessments needs to be done before the Flettner rotor can be considered for installation onboard a ship. The environmental factor is also we would like to find out more about in relation to the Flettner rotor.

Who is responsible for the research project?

Western Norway university if applied sciences is the institution responsible for the project.

Why are you being asked to participate?

The reason why we want an interview with you is because your company produces the Flettner rotor for shipping companies. We would like to know what your opinion is about this solution and what shipping companies thinks about it from your perspective.

What does participation involve for you?

If you chose to take part in the project, this will involve that you are in an online interview. It will take approx. 45 minutes maybe less or more. The interview includes questions about your designs, take on the environmental crises and further possibilities with this technology. Your answers will be recorded electronically.

Participation is voluntary

Participation in the project is voluntary. If you chose to participate, you can withdraw your consent at any time without giving a reason. All information about you will then be made anonymous. There will be no negative consequences for you if you chose not to participate or later decide to withdraw.

Your personal privacy – how we will store and use your personal data

We will only use your personal data for the purpose(s) specified in this information letter. We will process your personal data confidentially and in accordance with data protection legislation (the General Data Protection Regulation and Personal Data Act). They who have access to the recording are the project group and our supervisor. The recording will be locked on one unit and will have two step authentication to be able to access it. Your participation will not be recognizable in the finished work. Only workplace name will be used if we are able to by you. If this is not an option, we will of course make it unrecognizable in the finished project.

What will happen to your personal data at the end of the research project?

The project is scheduled to end 04.05.2022. At this time the recording of the interview will be deleted and all personal data along with it. The interview at this point may not be deleted by this point but we are able to stop the publication of the project if this is a problem.

Your rights

So long as you can be identified in the collected data, you have the right to:

- access the personal data that is being processed about you
- request that your personal data is deleted
- request that incorrect personal data about you is corrected/rectified
- receive a copy of your personal data (data portability), and
- send a complaint to the Data Protection Officer or The Norwegian Data Protection Authority regarding the processing of your personal data

What gives us the right to process your personal data?

We will process your personal data based on your consent.

Based on an agreement with Western Norway university if applied sciences, Data Protection Services has assessed that the processing of personal data in this project is in accordance with data protection legislation.

Where can I find out more?

If you have questions about the project, or want to exercise your rights, contact:

- Nora Julie Lønning by email: 586416@stud.hvl.no
- Privacy representative Trine Anikken Larsen phone: +47 55587682 email: personvernombud@hvl.no
- Data Protection Services, by email: (personvertjenester@sikt.no) or by telephone: +47 53 21 15 00.

Yours sincerely,

Project Leader

Student (if applicable)

(Researcher/supervisor)

Consent form

I have received and understood information about the project Bachelor Thesis in Nautical Science regarding the Flettner rotor and have been given the opportunity to ask questions. I give consent:

to participate in an interview with voice recording.

I give consent for my personal data to be processed until the end date of the project, approx.

(Signed by participant, date)