

Marius Sporstøl Leine
Øyvind Skoglund
Sander Wefring

Hva skal til for at brønnbåter kan nå nullutslipp?

Bacheloroppgave i Nautikk
Veileder: Bjarne Pareliussen
Juni 2023

Marius Sporstøl Leine
Øyvind Skoglund
Sander Wefring

Hva skal til for at brønnbåter kan nå nullutslipp?

Bacheloroppgave i Nautikk
Veileder: Bjarne Pareliussen
Juni 2023

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for havromsoperasjoner og byggteknikk



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

I denne oppgaven har vi tatt for oss hva som skal til for at brønnbåtneringen kan nå nullutslipp. Bakgrunnen til denne problemstillingen er IMO sine mål og ambisjoner om at all skipsfart skal operere uten utslipp av drivhusgasser innen 2050. I vår undersøkelse har vi kommet frem til mange ulike parametere som definerer ulike måter man kan løse vår problemstilling på.

Oppgaven inneholder en teoridel hvor vi har gått inn på ulike måter og virkemidler som forskning, økonomiske trekk og virkemidler, teknologi, bygging, ombygging, kapasitet, sikkerhet, drivstoffer, og alternative drivstoffer.

Våre resultater indikerer at det er mange måter å løse problemstillingen på, men det mest gunstige i dagens marked, viser seg å være batteridrift i en hybrid kombinasjon med marine diesel. Vi ser også at ulike rederier satser på forskjellige metoder for å løse drivstoffutslipp, men at de fleste går for hybridløsninger for imøtekomme IMO sine 2030 krav. Våre funn tilsier også at de fleste brønnbåter som blir bygd i dag, ikke er utrustet med mulighet for å bruke alternative drivstoff, men gjennom vår undersøkelse viser det seg også at mange har troen på ammoniakk eller hydrogen som drivstoffer i fremtiden.

Vi ser også at en fellesnevner, og vesentlig faktor i vår problemstilling er at infrastrukturen er avgjørende for om brønnbåtneringen kan operere med nullutslippsteknologi. Gjennom undersøkelse har vi funnet at infrastrukturen for lading av batteripakker eller bunkring av alternative drivstoffer, er ikke-eksisterende, og er noe som må utbedres vesentlig før man kan operere utslippsfritt.

Summary

In this thesis, we have investigated what is necessary for the well-boat industry to accomplish zero-emission. The background for this thesis-issue is the zero emission ambitions and targets that IMO has set for 2050. These targets define that all marine traffic, shall be operated without greenhouse gas emissions. In our investigation we have come to conclusion with a variety of parameters, which defines the ways in which we can solve our issue.

Our thesis concludes a theoretical part, in which we have ventured into different ways and means like research, financial features, technology, construction, remodeling, capacity, safety, fuels and alternative fuels.

Our results indicates that there are many ways to solve our issue, but the most favorable way in today's market turns out to be battery operation combined with marine diesel. We also see that different shipping companies focus on different methods to solve fuel emissions, but most of the companies favors battery operated in a hybrid solution to meet IMO 2030 requirements. Our findings also indicate that most well-boats being built today are not equipped with the possibility of using alternative fuels, but through our investigation it also appears that many have faith in ammonia or hydrogen as fuels in the upcoming future.

We also see that a common denominator and significant factor in our issue, is that the infrastructure is crucial for whether the well-boat industry can operate with zero-emission technology. Through research, we have found that the infrastructure for charging battery packs or bunkering alternative fuels is non-existent and is something that must be improved significantly before zero emission operation can be carried through.

Forord

Bacheloroppgaven er et forskningsprosjekt utført av studenter, som er ett av de siste trinnene i utdannelsen til nautikk ved NTNU i Ålesund. Vi skal som noe av det siste vi gjør i studietiden vår avslutte bachelorgraden vår med å skrive en oppgave som omhandler om brønnbåter klarer å nå nullutslipp.

Brønnbåtnæringen er en næring som stadig er i vekst, og som fremover kommer til å få større og flere krav opp mot miljøvern både innen matproduksjon og utslipp. For fremtidige nautikkstudenter er brønnbåt en aktuell arbeidsplass, med varierte hverdager som endres hyppig, både innen utstyr som blir brukt, samt nye arbeidsoppgaver.

Brønnbåtnæringen i dag består i store deler av operasjoner som foregår innenskjærs, og med dette har vi valgt å undersøke hvor vidt det er aktuelt for brønnbåter å operere med alternativt drivstoff, og hvordan brønnbåtnæringen kan oppnå IMO sine nullutslippkrav.

Brønnbåter kan ha ulik kapasitet og størrelse, avhengig av arbeidsområde og marked. En større brønnbåt med mer kapasitet kan ta unna mer fisk for slakt eller behandling, mens en mindre brønnbåt vil ta for seg mindre kapasitet med oppdrettsfisk, ofte for mindre lokasjoner og oppdrettsanlegg. Under operasjon bruker brønnbåter også en del ressurser for å gjøre den jobben den er ment å gjøre, dette krever da drivstoff som kan drive alle operasjoner om bord, alt i fra fremdrift, til pumper og miljøstyring i brønnene.

Arbeidet med oppgaven har vært krevende både ressurs og tidsmessig. Vi ønsker å rette en takk til vår veileder Bjarne Pareliussen for god hjelp og innspill underveis i prosessen.

Terminologi

Skrog	Den flytende delen av et skip (kjøl, spanter, kledning og dekk)
IMO	International Maritime Organization
GHG / Drivhusgasser	Gass i atmosfæren som øker global oppvarming
Smolt	Ungfisk av laks
Slaktefisk	Fisk som er klar til slakt, og som skal fraktes til slakteri
Røkterselskap	Selskap som eier oppdrettsfisk
Charterer	Den som leier fartøyet, enten på kontrakt eller ved mindre oppdrag
Oppdrettslokasjon	Lokasjon der oppdrettsfisken er. En lokasjon har ofte 6 eller flere merder.
Ventemerd	Merd utenfor slakteri, der man leverer laks som skal slaktes
Slakteri	Fabrikk der laks blir bløgget, filetert og klargjort til frakt
Merd	Not-pose eller bur som oppbevarer oppdrettsfisk
Salinitet	Viser oppløst saltmengde i vann
Avlusning	Operasjon som fjerner lus av laks
Sortering / telling	Operasjon som teller eller sorterer laks eller oppdrettsfisk
Vekstrate	Hvor raskt en oppdrettsfisk vokser
Service-fartøy	Fartøy som opererer rundt oppdrettsnæringen, ofte i samarbeid med brønnbåt.
Råstoff	Råstoffet i ett materiale. F.eks. metan er råstoffer i LNG (liquefied natural gas)
Biomasse	Den totale massen av levende organismer i ett bestemt område.
Skorstein	Røykkanal der eksos eller liknende kommer ut.
Synteseprosess	Prosess som danner kjemisk forbindelse
Kryogene væsker	Væsker som har kokepunkt under -90°C
Losse	Motsatt av å laste, fjerne last fra båten.
Litium	Grunnstoff som brukes i batterier.
Katode	Negativ elektrode i en elektrokjemisk celle i ett batteri
Anode	Positiv elektrode i en elektrokjemisk celle i ett batteri
PSV	Platform supply vessel, fartøy brukt for å supplere oljeplattformer med nødvendigheter.
UV stråling	Ultrafiolett stråling – brukes om bord i brønnbåter for å rense vann i brønner.
Frekvensomformer	Enhet som omformer vekselspanning.
Peak Shaving	Uttrykk for å jevne ut forbruk.
Bunkring	Fylle diesel eller andre drivstoff om bord i fartøyet.

Innhold

Sammendrag.....	I
Summary	II
Forord.....	III
Terminologi.....	IV
Figur-liste	VII
1.1 Innledning.....	1
1.2 Bakgrunn	1
1.3 Problemstilling	3
1.4 Avgrensing og utforming	4
2 Systembeskrivelse og teori.....	6
2.1 Dagens situasjon.....	6
2.2 Økonomiske trekk og virkemidler.....	10
2.2.1 Ny teknologi.....	10
2.2.2 Bygging/ombygning.....	13
2.3 Kapasitet.....	14
2.3.1 Drift av sekundærutstyr om bord	14
2.4 Sikkerhet.....	16
2.4.1 Bakgrunn for sikkerhet.....	17
2.4.2 Opplæring av mannskap.....	17
2.5 Fremdrift – Drivstoff	18
2.5.1 Gammel drivstoffteknologi	18
2.5.2 Dagens drivstoffteknologi.....	19
2.5.3 Fremtidens Drivstoffteknologi.....	20
3 Metode	23
3.1 Kort om metode.....	23
3.1.1 Kvalitative og kvantitative metoder	23
3.1.2 Primær og sekundærdata	24
3.2 Metodevalg og intervjuobjekt	25
3.3 Datainnsamling og analyse.....	25
4 Resultat.....	26

4.1	Rederi 1	26
4.2	Rederi 2	27
4.3	Overstyrmann	28
4.4	Drivstoff	30
5	Drøfting	32
5.1	Forskning.....	32
5.2	Økonomiske trekk og virkemidler.....	33
5.3	Kapasitet.....	34
5.4	Sikkerhet.....	34
5.5	Dagens situasjon – Drivstoff	35
5.5.1	Tradisjonell dieselforbrenningsmotor	35
5.5.2	Diesel-elektrisk	36
5.5.3	LNG	36
5.5.4	Ammoniakk.....	37
5.5.5	Hydrogen.....	37
6	Avslutning	39
6.1	Forslag til videre forskning	40
7	Litteraturliste	i

Figur-liste

Figur 1 - Eksempler på fremtidige drivstoffløsninger, 2022	6
Figur 2 - Illustrasjon av flyer 30 - Foto: Trøndelag fylke	9
Figur 3 - Landstrømanlegg Lerøy – Foto: Lars Otto Eide / Hitra-Frøya	11
Figur 4 - Stemmann FerryCharger	12
Figur 5 - Ronja Nærøysund / Foto: Tom Lysø/SinkabergHansen	15
Figur 6 - Energieffektivitet for ulike drivstoffer	21
Figur 7 - Kostnader drivstoff / drivstoff effektivitet – støtte fra Enova.....	27

1.1 Innledning

I dette kapitlet har vi tatt for oss bakgrunn for oppgaven, hvor vi forklarer i korte trekk hva oppgaven omhandler, og hvorfor vi har tatt for oss denne problemstillingen. Vi har også presentert hva problemstillingen inneholder, før vi har gått inn på avgrensning og utforming av oppgaven.

1.2 Bakgrunn

Brønnbåten er en viktig del av oppdrettsnæringen og er det fartøyet som sørger for frakt, og behandling av oppdrettsfisk. Ved hjelp av brønner bygd i skroget på skipet, kan brønnbåter i dag frakte store mengder av enten smolt eller slaktefisk. Brønnbåten sin størrelse og kapasitet varierer i hovedsak ut fra ønsket kapasitet nivå fra røkterselskapet som chartrer båten (Store norske leksikon, 2023).

En brønnbåt er et fartøy som i hovedsak transporterer levende fisk. Ved hjelp av vannsirkulasjon i brønnene som fisken blir lastet om bord i, kan fisken transporteres ganske langt fra oppdrettslokasjon til en ventemerd eller et slakteri. Under hele prosessen fra brønnbåten legger til ved en merd, til båten har levert lasten, blir det tilført oksygen både i brønn og i merd ved behov. Oksygen, Co₂ og salinitet i vannet blir nøye overvåket gjennom hele prosessen slik at man minsker dødelighet i lasten. De fleste brønnbåter som bygges i dag kan også gjøre andre operasjoner for oppdrettsnæringen som avlusing, behandling, sortering, og telling (Store norske leksikon, 2023).

Oppdrettsnæringen er Norges største eksportnæring etter olje og gass. Norge er oppgitt til å være verdens største oppdrettsprodusent og eksportør av atlantisk laks og regnbueørret. (Regjeringen, 2021) Brønnbåtnæringen har hatt en årlig vekstrate på 27 prosent siden 2004, og i dag ligger den norske flåten på rundt 90 fartøy fordelt på 40 brønnbåtrederier. (Maritimt forum, 2022) I januar 2023 ble det eksportert sjømat fra Norge for 12,7 milliarder kroner, og var den beste januarmånedens noensinne ifølge Seafood.no (Norges sjømatråd, 2023).

Oppdrettsnæringen er en stor industri som er avhengig av brønnbåter, og med dagens vekstrater, vil det komme flere og strengere krav til miljøvern innad i næringen. Mange rederi har allerede tatt noen grep for å minske utslipp av drivhusgasser (GHG) fra

fartøyene, men fremdeles er flesteparten av brønnbåtflåten som segler under norsk flagg, drevet av fossilt brensel. Den nye generasjonen med brønnbåter vil bli bygd med mer søkelys på fremtiden og alternative måter å drifte skipet på, uten å måtte bruke ikke-fornybare energikilder (Sølvtrans, u.d.).

Per 2023 er den vanligste måten å redusere utslipp av GHG fra brønnbåtene på norskekysten, å installere batteripakker som hjelper hovedmotorene når de bruker mest kraft, noe som hjelper på drivstofforbruket og skipets utslipp. Det er også brønnbåter som blir levert med ett dobbelt-brensel system, som i hovedsak bruker LNG som brensel i kombinasjon med batteripakker (Sølvtrans, u.d.).

Utslipp har de siste 40 årene vært noe som har blitt satt fokus på, og «Kyoto-avtalen» som kom i 1997 var den første «avtalen» med ett internasjonalt mål om å minske miljøutslipp. Under denne avtalen var det derimot bare industriland som var involverte for å gjøre en forskjell (Store norske leksikon, 2021).

I senere tid har det bare blitt mer og mer fokus på miljøvern og i 2015 ble «Paris-avtalen» etablert med ett fastslått mål om å ikke øke global temperatur med mer enn 2 grader celsius, men helst ikke mer enn 1,5 grader celsius. Nesten alle land som er med i FN har signert denne avtalen, noe som innebærer at alle må gjøre en innsats. Paris-avtalen inneholder forpliktelser for alle land til å ha nasjonale utslippsmål (Store norske leksikon, 2021).

For at Paris-avtalen sine klimamål skal nås, har IMO vedtatt at utslippene fra shipping skal halveres innen 2030, og være 100% utslippsfri innen 2050 (International Maritime Organization, 2021). Hvis klimamålene skal nås, må skipsfart inkludert brønnbåtneringen følge dette.

IMOs handlingsplan er både utfyllende og komplisert, men hvor er brønnbåter og eller servicefartøy som arbeider langs kysten nevnt i rapportene? Norges klimamål er å redusere utslipp med 50 til 55% innen 2030 sammenlignet med utslippsnivåene Norge hadde i 1990, (Regjeringen, 2021) her er det heller ikke nevnt noe om hvordan man skal handle fremover i kystneringen for å minimere utslipp.

Mesteparten av dagens utslipp fra brønnbåter og servicefartøy regnes å komme fra fartøyets hovedmotor og dens kraft til å drive skipets fremdrift. Dersom brønnbåter skal

kunne utføre Norges lokale klimamål innen 2030 må det gjøres drastiske endringer, og man må begynne å se på nye metoder og teknologier for å minske utslipp forårsaket av fartøyenes fremdrift (Zerokyst, 2022).

Ifølge Zerokyst er det i dag ingen fastslåtte tall på hvor mye utslipp havbruksnæringen har, noe som er bekymringsverdig skal man kunne klare å oppnå ett mål. De aller største aktørene innen havbruk rapporterer sine årlige rapporter på utslipp i protokoll, men også her er det kun de største utslippsverdiene fra f.eks. flyfrakt av ferdigfiletert laks som markerer seg mest (Zerokyst, 2022).

1.3 Problemstilling

Under vår undersøkning fant vi det nyttig å velge en problemstilling som tok for seg brønnbåters fremdriftsmetode og operasjon. Vår problemstilling omhandler International Maritime Organization (IMO), sine klimamål innen 2050, og om det er mulig at brønnbåtneringen og brønnbåter kan nå nullutslipp. Problemstillingen som skal drøftes i denne bacheloroppgaven er:

Hva skal til for at brønnbåter kan nå nullutslipp?

Norge som nasjon sammen med flere andre land, har sagt at nullutslipp senest i 2050 er nødvendig for at Parisavtalens temperaturmål skal kunne oppnås. Norge har kommet med konkrete forslag som reduksjon av utslipp forårsaket av drivstoff om bord på skip (Regjeringen, 2021).

Med dette vil vi undersøke hvordan brønnbåter kan nå nullutslipp. Vi vil se på oppbyggingen av brønnbåter med tanke på alternative drivstoffmetoder som batteridrift, Hydrogendrift, ammoniakdrift i fremtiden, LNG gass, og hvordan disse kan være aktuelle opp mot vår forskning. Vi vil også se på hvor vidt det er aktuelt for brønnbåtneringen å gå inn for å imøtekomme IMO sine miljøkrav, og hvordan dette eventuelt kan gjøres.

En stor del av problemstillingen vår er hvordan man kan gjøre brønnbåtneringen til en nullutslippsindustri, der alle sider av problemstillingen er tatt med i betraktning. Vil det lønne seg å benytte LNG som drivstoff med tanke på markedspris på råstoff, utslipp av GHG ved produksjon, distribusjon og leveranse? Vil det være realistisk å bruke hydrogen

som drivstoff, og vil det bli et generasjonsskifte i brønnbåtneringen på grunn av vanskeligheter for ombygging av eksisterende fartøy?

Problemstillingen i overnevnte avsnitter er en sak som vil bli mer og mer aktuell, og er derfor en sak som det er god grunn til å gå dypere inn i. Vi håper å kunne komme nærmere ett svar på hvordan brønnbåtneringen kan jobbe fremover mot nullutslipp, og måter dette kan gjøres på med tanke på alternativt drivstoff og utslipp.

1.4 Avgrensing og utforming

«Nullutslipp» eller «netto null» er begreper som omhandler å oppnå nullutslipp av klimagasser. Dette er et begrep som er stort og omfattende, samtidig som det bare har en betydning, nettopp det å oppnå null utslipp. IMO sine mål mot nullutslipp frem mot 2050 er basert på politiske mål etablert fra Parisavtalen i 2015 (Store norske leksikon, 2022).

I denne oppgaven har vi valgt å begrense oss til brønnbåtneringen og hvordan brønnbåter kan oppnå nullutslipp. Vi har også begrenset oss på områder innenfor industrien for å få ett mer innsnevret syn på hvordan fartøyene opererer med tanke på energifordeling og bruk av drivstoff om bord. Utslipp fra fartøy i brønnbåtneringen er ikke store i forhold til offshorenæringen, men er fortsatt viktig å ha fokus på, med tanke på lokal forurensning langs kysten. Ved å bruke miljøvennlige måter til drift og fremdrift av fartøyene langs kysten, vil det være med å hjelpe mot IMO sine nullutslipp mål.

I oppgaven har vi valgt å avgrense oss til å undersøke fremdrift av brønnbåter, hvilke utslipp brønnbåter opererer med i dag med tanke på fremdrift, og hvilke utslipp man kan forvente seg av brønnbåtneringen i fremtiden.

Vi har ikke gått i detalj på hvordan brønnbåter opererer, eller hvordan laste / losse og prosess-operasjoner foregår i denne oppgaven, dette fordi vi har satt søkelys på utslipp av fremdrift, da dette er den største utslippkilden.

Oppgaven begynner med en teoridel der vi går inn på forskjellige løsninger og utfordringer opp mot vår problemstilling. Vi går inn i teorien på hvordan dagens løsninger fungerer, og hvordan forskningsløpet ligger an i årene fremover. Vi går også inn i økonomiske trekk og virkemidler som blir benyttet i industrien i dag for å kunne gjennomføre prosjekter som ellers ville blitt utført på tradisjonell, billigere måte.

Vi går også inn i dagens teknologi og hva som blir benyttet i næringen i dag, samtidig som vi har sett på teknologi som mest sannsynlig vil bli benyttet i fremtiden. Den største delen av teoridelen omhandler drivstoffteknologi, da vi har sett at det er fremdrift av fartøy som setter mest miljøspor, og er derfor noe vi har fokusert på. Noe vi også har omhandlet i teoridelen er sikkerhet, før vi til slutt diskuterer ulike metoder for bruk av alternative drivstoffer.

I kapittel 3 vil vi gå inn på metodedelen hvor vi skal forklare hva metode er, kvalitative og kvantitative metode samt primær og sekundærdata. Vi skal også se på hvordan metode har blitt benyttet opp mot dette forskningsprosjektet.

I resultatdelen benyttet vi oss av informasjonsinnhenting ved bruk av kvalitativ metode. Vi har gjennomført intervjuer og spørsmål til informanter i næringen, som har ført til at vi har fått mer strukturert informasjon opp mot vår teoridel. I resultatdelen legger vi frem nye funn fra informantene. Her er det også stor vekt på alternative drivstoffmetoder, noe vi har lagt vekt på hele vegen.

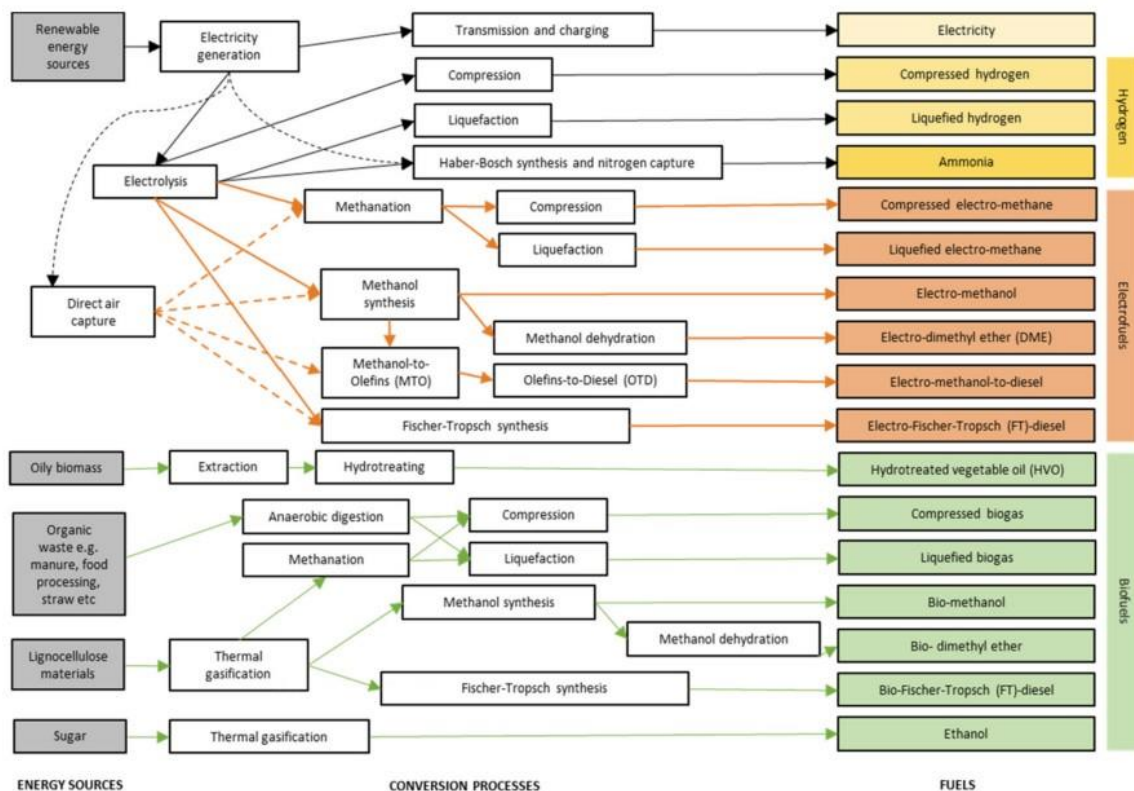
I drøftingsdelen av oppgaven har vi drøftet våre funn i resultatdelen av oppgaven opp mot vår teoridel. Her har vi argumentert og diskutert faglig om innholdet. Vi har også tatt med tidligere forskning på temaet. Til slutt runder vi av med avslutning som inneholder et kort sammendrag over de viktigste funnene våre, og en konklusjon ut ifra problemstillingen til forskningsprosjektet.

2 Systembeskrivelse og teori

I denne delen av oppgaven vil vi gå inn på forskning og det vi mener er sentrale begreper innen nullutslipp for brønnbåtnæringen. Vi vil gå inn på teorier på hvordan det kan være løselig for næringen å imøtekomme nullutslipp-målene, hvilke alternativer det finnes for fornybar energi som hovedkilde til fremdrift, og hvordan de kan fungere i en industri som stadig er voksende og mer krevende.

2.1 Dagens situasjon

Forskning er kanskje noe av det viktigste som gjøres for at man skal kunne klare å se for seg en fremtid innen havbruksnæringen der realiteten er nullutslipp. I denne oppgaven har vi sett på hva som forskes på innen miljøutslipp, hvordan utviklingen av systemer kan se ut i fremtiden, og økonomiske trekk innen forskningen, som gjør utvikling mulig.



Figur 1 - Eksempler på fremtidige drivstoffløsninger, 2022

Figuren over viser forskjellige potensielle typer drivstoff som ikke vil være miljøfarlige. Ifølge boken «Sustainable energy systems on ships», kan disse kategoriseres inn i to hovedkategorier: elektrodrivstoff og biodrivstoff, samt karbonfrie energibærere som Hydrogen, ammoniakk og elektrisitet (Brynolf, Grahn, Hansson, Korberg, & Malmgren, 2022).

Elektrodrevne drivstoff kan være ulike sluttprodukter, men er en fellesbetegnelse for drivstoff og kjemikalier laget av elektrisitet, vann og karbondioksid eller nitrogen. Sagt med få ord er hydrogen produsert ved elektrolyse av vann og kombineres med eller nitrogen. Siden rundt 2010 har elektrodrevne drivstoff fått stor oppmerksomhet mye på grunn av det økte behovet for å utnytte og lagre overskudd fra fornybare energikilder som sol og vind (Brynolf, Grahn, Hansson, Korberg, & Malmgren, 2022).

Elektrodrevne drivstoff har potensial til å ha svært lavt klimaavtrykk sett fra et livssyklusperspektiv hvis elektrisitet fra fornybare kilder og CO₂ fanget fra biomasse, luften eller havet brukes. Det er flere teknologier under utvikling for karbonfangst, inkludert alternativer som membranbasert karbonfangst, direkte luftfangst og rensing av skorstein (Brynolf, Grahn, Hansson, Korberg, & Malmgren, 2022).

Det er også mulig å kombinere produksjonen av biodrivstoff og elektrodrevne drivstoff på forskjellige måter. Det kan gjøre ved å enten integrere produksjonsprosessene for å utnytte alt karbonet i biomassen, eller ved å bruke overskuddet av CO₂ fra biodrivstoffproduksjonen som karbonkilde, for å så produsere elektrodrevne drivstoff i en separat syntese prosess (Brynolf, Grahn, Hansson, Korberg, & Malmgren, 2022).

Man kan tydelig se at det finnes mange potensielle energiløsninger som blir forsket på i dag. Noen er med på å redusere utslippene som finnes i dag mens andre satser for å oppnå 100% nullutslipp. Det finnes ulike typer utfordringer til forskjellige løsninger. Generelt er mange av utfordringene: plass, lagring, kjemiske egenskaper og økonomi. I vår undersøkelse har vi ikke gått veldig inn på bruk av elektrodrevne drivstoff, da vi heller har sett på biodrivstoff eller hydrogen, ammoniakk og elektrisitet (batteripakker) som mer nyttige løsninger for brønnbåtneringen.

Ammoniakk er en god potensiell nullutslippsløsning der utfordringen kan være dets kjemiske egenskaper. Disse kjemiske egenskapene er at det inneholder kobber, kobberlegeringer, legeringer med nikkel og plast. Ammoniakk er også svært etsende noe som forskere må ta med i vurdering for å ta nytte av det til et fremtidige fremdriftssystemer (Brynolf, Grahn, Hansson, Korberg, & Malmgren, 2022).

Flytende hydrogen er en karbonfri energibærer som kan være aktuell å bruke i brønnbåtneringen i fremtiden, men hydrogen er ofte forbundet med høye kostnader. Stoffet lagres i isolerte lagringstanker som er kryogene, og leveres i ulike størrelser. Utviklingen av kryogene lagringstanker til bruk om bord i skip er et eksempel på en utfordring som må løses og forbedres for at flere industrier og fartøy skal kunne bruke hydrogen som et marint drivstoff (Brynolf, Grahn, Hansson, Korberg, & Malmgren, 2022).

En annen utfordring til hydrogen er at den må lagres flytende, noe som hydrogen blir ved -253°C . Når dette da skal lagres, kan man se at termisk isolasjon blir en utfordring for å redusere fordamping. Gassen i fordampningen vil også gjøre det utfordrende for skip med uregelmessige driftsmønstre (Brynolf, Grahn, Hansson, Korberg, & Malmgren, 2022).

Bruk av elektrisitet som en direkte kilde til fremdrift på skip er noe som i den siste tiden har blitt en populær alternativ drivstoffmetode. Spesielt i Norge har denne type drivstoff blitt implementert inn i fergedrift og mindre fartøyer som har adgang til ladepunkter uten problem. Utfordringen med bruk av elektrisitet er volum, vekt og kostnader for batteripakker, noe som kan gjøre det vanskelig å implementere i brønnbåtneringen. En annen utfordring med bruk av batteri kan være dens brannfare, og konsekvensene av dette skulle det oppstå en batteribrann (Brynolf, Grahn, Hansson, Korberg, & Malmgren, 2022).

I februar 2015 kom den første helelektriske bilfergen inn i markedet, MF Ampere. Denne fergen går fast mellom sambandet Lavik – Oppedal, og var et stort skritt innen nullutslippsmålet i Norge. I senere tid har denne teknologien blitt innført i mange bilfergesamband rundt om i Norge (NRK, 2014).

Det som gjorde det mulig at fergedrift kunne gå over til elektrisitet og 100% batteridrift, er at den segler over en kort distanse før den komme inn til kaien, der den lades opp. Utfordringen med denne løsningen innenfor brønnbåtneringen er hvor langt man kan segle på batteridrift før det må lades opp igjen, samtidig er det utfordringer med tidsbruken det

vil ta å lade opp en stor batteribank, med tanke på at man ikke får ladet like ofte som en sambandsferge (DIFI, 2019).

I dag forskes det på mange forskjellige løsninger som kan være aktuelle å benytte seg av i fremtiden. Dette er f.eks. batteri, hydrogen, ammoniakk, biodrivstoff og karbonbaserte elektrodrivstoff. Det finnes allerede nullutslippsteknologi som blir implementert i deler av verden i dag, som helelektriske ferger (Bang, 2020). Det jobbes med å forbedre disse systemene slik at man eventuelt kan ta nytte av de i andre markeder. Et av problemene med å implementere batteriteknologi kan vi se på hurtigbåtene i Trøndelag. Problemet der er at strekningene mellom destinasjonene er mye lengre enn vanlige fergestrekninger. Dette utgjør at man må konstruere om hele fartøyet, og ta i bruk enda en ny teknologi som heter flying foil. Denne teknologien er hydrofoil som skal redusere energien hurtigbåtene bruker på strekningen her. Når man benytter seg av hydrofoils må man også endre på andre ting som selve oppsettet på fremdriftssystemet (Flying Foil AS, 2019).



Figur 2 - Illustrasjon av flyer 30 - Foto: Trøndelag fylke

Brønnbåtnæringen er en næring som konsumerer mye energi til å utføre virkningen sin. I denne næringen blir det mer og mer utfordrende, fordi man har flere faktorer som spiller inn på eventuelle løsninger om bord. Noen av disse faktorene kan være kapasiteten og sekundær utstyret som blir benyttet om bord (Nygård, 2019).

Utøvelse av forskning er noe som kan føre til incentiv, og positive resultater rundt tester og undersøkelser kan føre til at det blir lagt mer ansvar og vekt på lovverk og politiske virkemidler. Nye funn, større press og mer satsing fra forskning vil føre den maritime næringen over i ett grønt skifte. Gjennom bruk av alternative drivstoffmetoder følger det også etiske krav til miljøbevissthet, bærekraft og hvilke bivirkninger som følger den enkelte energikilde (Hawkes, 2019).

Forskning som blir gjort i dag er fremtidens løsninger innen næringen. Å forske på ny teknologi som kan brukes i brønnbåtneringen er økonomisk krevende. I Norge er det heldigvis et økonomisk støtteapparat som setter av penger til nettopp forskning, dette skal vi se mer detaljert på lenger nede i oppgaven (Enova, u.d.).

2.2 Økonomiske trekk og virkemidler

Ny teknologi, forskning og bygging / ombygging innen brønnbåtneringen for å arbeide opp mot nullutslippsmålene er kostbart. Å bygge om ett innenriksfart-skip til for eksempel plug-in hybrid for å kutte utslipp med bare 20%, kostet i 2017 rundt 4-6 millioner kroner pr skip (Stensvold, 2017). Skal dette gjøres på alle dagens brønnbåter med konvensjonell fremdrift, vil det koste rederiene dyrt, og intensjonene om å tjene penger overveier ofte intensjonene om å nå IMO sine klimautslippsmål.

2.2.1 Ny teknologi

Ny teknologi er avgjørende for at effektiv lading, konservering av batterier om bord, og effektivisering av batteripakker skal kunne være lønnsomt å operere med i fremtiden. For at hele brønnbåtflåten i Norge skal kunne nå nullutslipp vil det være nødvendig med ny og større infrastruktur både på land, kaier, og oppdrettsfasiliteter.

Landstrøm er brukt av mange fartøy i dag. En brønnbåt opererer stort sett på kysten, og operasjon foregår da som regel med båten fortøyd, noe som gjør det mulig med landstrømladning. For tiden er det bare ett slakterianlegg som har utbygd infrastruktur til å kunne levere nok landstrøm til en brønnbåt slik den kan levere / losse fisk uten å ha i gang hovedmotorer eller dieselaggregat (Eide, 2023).



Figur 3 - Landstrømanlegg Lerøy – Foto: Lars Otto Eide / Hitra-Frøya

Ett slikt anlegg er en investering for selskapet og for næringen generelt, og Lerøy midt har fått Enova Norge til å dekke 40% av kostnadene for landstrømsanlegget. Dette kan være revolusjonerende for arbeidet mot nullutslipp, og er infrastruktur som viser at det er mulig å gjennomføre. Ifølge Lerøy Midt vil det nye landstrømanlegget på slakteriet og landstrøm på noen av oppdrettsanleggene gjøre at selskapet vil spare flere tusen tonn Co₂-ekvivalenter hvert år (Eide, 2023).

Effektiv lading og ladeløsninger er et viktig tema. Oppdrettsnæringen er en tidsbegrenset industri, og det kreves mer og mer fra arbeidsstasjonene i næringen. En brønnbåt får som oftest en ukeplan fra kunde og har ett tett tidsskjema, noe som gjør det nødvendig at bunkring og andre essensielle lignende oppgaver ikke tar for lang tid. Dersom batteridrift skal være realiteten i fremtiden er det derfor nødvendig at infrastruktur også innen ladeløsninger blir revolusjonert. Man kan se i ferge industrien at lading mellom avgangene fungerer, men her er også ladingene kontinuerlige hver gang fartøyet er i kontakt med land.



Figur 4 - Stemmann FerryCharger

Ferrycharger fra Stemmann har blitt ett normalt syn langs norskekysten, og har blitt ett selskap som beviser at effektiv lading av ferger er mulig. Stemmann har også flere andre etablerte systemer som kan være mer aktuelle for brønnbåtneringen. I nærmeste fremtid vil det være enklere å bruke direkte ladekoblinger fremfor eller trådløse ladepunkter (Jensen, 2019).

Et annet viktig punkt er hvor strømmen lagres. Dagens batterier, har stort sett teknologi som er basert på litium-ion. Dette er en type batteri som har blitt brukt i nesten alle energieffektive enheter de siste 20 årene (Ruud, 2018). Litium-ion batterier er bygget opp av en anode, en elektrolytt og en katode. Ved opplading av batteriet overføres litiumioner som er positive fra katoden til anoden, og ved bruk vil anoden returnere litiumionene til katoden. Litium-ion batterier blir mye brukt på grunn av den høye energitettheten til litium, og ikke før det siste året har det kommet ny teknologi som kan måle seg med egenskapene (Ruud, 2018).

I nyere forskning har det kommet frem at batterier som benytter seg av en elektrolytt som ikke er flytende, men fast form, vil ha både bedre ladekapasitet og levetid. I tillegg til disse fordelene er heller ikke fast form- batteriene som BMW forsker på brannfarlige, noe som er en stor fordel på skip. Ifølge BMW er det svovel som er katode-erstatte for nikkel som normalt er brukt i litium-ion batterier i dag. Dette er for øvrig helt ny forskning, og er ikke tatt i bruk enda (Biba, 2023).

2.2.2 Bygging/ombygning

Dersom brønnbåtneringen skal kunne redusere utslipp og eventuelt nå nullutslipp, må det tas utradisjonelle grep ved bygging av nye fartøy og ombygging av eksisterende brønnbåter. Noen rederier satser også på å bygge om PSV-fartøy om til brønnbåter, og installerer også da med fordel batteripakker eller andre nullutslipps-løsninger. Firda Seafood har kjøpt den DOF- eide «Skandi Foula» og bygger den om til en helt fungerende brønnbåt på 5000 m³ med installert batteripakke. Dette viser at ombygging av eksisterende fartøy er helt mulig, selv med batteripakke (Osnes, 2023).

Stadig strengere krav gjør at mange rederier må ombygge eller bygge nye fartøyer for å oppfylle behovene som næringen trenger. Brønnbåter blir i dag benyttet til mange flere oppgaver enn for 5-10 år siden. Brønnbåtene blir brukt til mye mer enn bare transport av fisk og det blir derfor behov for nye løsninger i næringen. Eksempler på dette er: avlusning (mekanisk, varmtvannsbehandling eller ferskvannsbehandling) og sortering (Eivind Lona, 2021).

Ombygging kan beskrives som arbeid som må utføres for å bytte ut en eldre, eller slitt del av et skip for å ta i bruk en ny funksjon. Ifølge Fiskerstrand Verft kan man beregne at ombygning av skip som allerede er i drift i dag, er mer økonomisk gunstig dersom dette er mulig. Nybygg kan beskrives som grunnarbeid, oppføring, installasjoner og ferdiggjøring av et fartøy. Nybygg av et skip er ofte det dyreste valget når et rederi står ovenfor å bygge ett nytt skip, eller å bygge om et skip. Fordelen med å bygge nytt, er at man har bedre alternativer for løsninger som eventuelt kan være vanskelige å gjennomføre dersom man skal ombygge et eksisterende skip (Fiskerstrand Verft as, u.d.).

Statlig støtte er også en viktig faktor. Norge som stat har som mål å redusere GHG utslipp med 50 til 55% innen 2030 sammenlignet med 1990 nivåene. Skal man klare dette må selskaper som ikke er statlige, få statlig støtte til å gjennomføre og realisere dette.

Å slippe ut klimagasser er kostbart, og det blir brukt flere virkemidler både i Norge og i resten av verden for å holde GHG utslipp nede. I industrien i Norge har man EU kvoter på hvor mye drivhusgasser man kan slippe ut, eller avgifter. Hvert år minsker denne kvoten for å sørge for mindre utslipp. Dette gjør det vanskeligere for vanlige bedrifter, siden de stadig må forholde seg til nye system som må tas i bruk for å minske utslippene.

Statlig støtte er viktig for at både forskningen og utviklingen av mer miljøvennlige alternativer blir tatt i bruk. I Norge har vi ordninger i statlig regi, som hjelper bedrifter og industrien både økonomisk og med tanke på veiledning. Eksempler på ordninger i statlig regi er for eksempel: Enova, Klimasats, Norges forskningsråd, Nysnø og Innovasjon Norge.

Norge som nasjon ligger allerede langt foran andre nasjoner, og utviklingen er i god fart. Statlig støtte til å bidra til bedre løsninger og markeder slik at det blir enklere og billigere å realisere nullutslipp vil være til hjelp på globalt nivå (Regjeringen, 2021).

2.3 Kapasitet

Når man skal drifte et skip med en annen energikilde enn fossilt brensel, spesielt med tanke på batteridrift, kan man regne med tap av kapasitet. Den største grunnen til at mindre fartøy i dag installerer både rene batteripakker, men også mindre batteripakker som støtter opp en dieselmotor, er for å møte lokale krav til forurensing. Mange fartøy som gjerne vil installere batteripakker og drifte av batteri vil få vanskeligheter med å gjøre dette, da fartøyene er såpass energikrevende at det vil bli ett problem å få ladet opp igjen batteriene. På de fleste fartøy med batteripakke er det i dag derfor dieselgeneratorer som lader og støtter opp batteriene (Mo, 2019).

I nærmeste fremtid vil det kanskje være mer aktuelt for brønnbåtneringen å se på LNG i en hybridløsning sammen med en batteripakke. I Norge er det ett produksjonsanlegg for LNG i Risavika i Stavanger. Der kan det produseres 300 000 tonn LNG i året, som kan videre fraktes til havner og terminaler rundt i Norge, slik det kan være mulig for lokal skipsfart å drifte fartøyene på LNG. Det skal også sies at kapasiteten med tanke på distanse ved bruk LNG som drivstoff vil være bedre enn batteri som drivstoff i større fartøy med høyere energikonsumering (Gasum, 2019).

2.3.1 Drift av sekundærutstyr om bord

I tillegg til hovedmotorer, hjelpemotorer og andre generatorer om bord, er det mye redskap på en brønnbåt som bruker mye energi. Dekkskraner, pumper, ventiler, hydrauliske installasjoner og elektriske installasjoner. Vi har valgt å avgrense oss til å fokusere på fremdriften til brønnbåter, men vil også ta med litt av hva som blir brukt i operasjon.



Figur 5 - Ronja Nærøysund / Foto: Tom Lysø/SinkabergHansen

Som vist på figuren over har brønnbåter mye dekksutstyr som må drives under operasjon, dette går under sekundærutstyr. Behovene næringen stiller til brønnbåtene blir stadig strengere, og for å kunne utfylle ønskene til næringen, er det viktig med kontinuerlig oppfølging av teknologisk utstyr som må til for å kunne utføre ett oppdrag.

Ett eksempel på dette var nye krav i transportforskriften for settefisktransport. Denne trådte i kraft 1.januar 2021 (Nærings- og fiskeridepartementet, 2022). Forskriften stilte blant annet krav til at brønnbåter måtte ha godkjent utstyr for å desinfisere inngående og utgående vann. Løsningen på dette var UV bestråling som brønnbåter måtte benytte seg av (Veterinærinstituttet, u.d.) (Eivind Lona, 2021).

Annet normalt utstyr på en brønnbåt i dag er:

Kraner	Kraner om bord i brønnbåter drives som regel av hydraulikk, og er kritisk utstyr ha om bord for å få gjort den operasjonen man skal gjøre med tanke på lasteslanger og nøter.
Hydrauliske installasjoner	Hydrauliske installasjoner om bord kan være lasteluker, brønnluker, smoltluker, nokker, og vinsjer.

Elektriske vinsjer og nokker	På nyere fartøy er nokker og vinsjer ofte elektriske, da dette medfører mindre vedlikehold og søl etc.
Lusefilter, trommelfilter, thermolicer, laserlicer, UV-stråling	Filter og andre metodikker for lusefjerning som er installert om bord. Type kontrakt og formål avgjør hvilket utstyr som er satt om bord.
Luftekasser (co2 stripper)	Luftekasser er en konstruksjon som er avgjørende for å holde CO2 nivået i brønnene nede. Den fungerer på måten at brønnvannet blir pumpet over luftekassene og vannet blir brutt opp, noe som avgir CO2 nivået i vannet, før vannet går i sirkulasjon i brønnen igjen. Dette blir mye brukt under avlusing eller lukket transport.
Sorterer	Sorterer er ofte den største installasjonen som er synlig på dekk. Denne blir brukt til å sortere og fordele fisk i ulik størrelse.

2.4 Sikkerhet

I 1974 ble SOLAS konvensjonen (Safety of life at sea) stiftet. Dette er en konvensjon gjennom IMO som omhandler sikkerheten om bord i skip. Alt i fra generell oppbygging av skipet til brannsikkerhet, kommunikasjon, evakuering, navigering og alt som har med sikkerhet om bord å gjøre. Denne konvensjonen eksisterer fordi man skal ha en standard på hvordan sikkerhet blir oppfulgt og gjennomført på alle skip, uansett hvor man befinner seg i verden (International maritime organization, 1980).

Sikkerhet om bord i skip har blitt en stor del av hverdagen til mannskapet. Spesielt de siste årene har det blitt større krav til kvalifikasjoner av mannskapet med tanke på kursbevis og erfaring. Avhengig av type fartøy man jobber på, er det forskjellige kunnskaper mannskapet må ha før de mønstrer på.

2.4.1 Bakgrunn for sikkerhet

Sikkerhet om bord i fartøy under norsk flagg er lovpålagt å følge skipssikkerhetsloven. Dette er med hensikt å trygge både mannskap og materielle verdier.

Skipssikkerhetsloven §11: (Et skip skal drives og vedlikeholdes på en slik måte at det ut fra skipets formål og det fartsområdet det er bestemt for, gir betryggende sikkerhet for liv og helse, miljø og materielle verdier) (Nærings- og fiskeridepartementet, 1998).

2.4.2 Opplæring av mannskap

Alternative metoder for fremdrift om bord i brønnbåter har de siste årene blitt tatt i bruk med tanke på miljøvern. Dette fører også til at man i noen tilfeller må ha ekstra opplæring eller kunnskaper om utstyret om bord. Det mest brukte systemet om bord i nye brønnbåter er hybridløsninger med batteripakker som støtteapparat til den tradisjonelle diesel hovedmotoren (Enova, 2023).

Mannskap som skal håndtere, betjene eller inspisere maritime batterisystemer i bruk om bord på skip, skal ha nødvendig praktisk og teoretisk opplæring i tillegg til regelmessig vedlikehold av kompetanse. Blant dette innebærer det kjennskap til batterikjemi og battericeller, frekvensomformer, batterisystemer, hjelpesystemer, og farer knyttet til hele batterisystemet (Sjøfartsdirektoratet, 2022).

Det begynner å komme mer og mer kurs som man har muligheten til å ta for seg som mannskap. Disse kursene er tilrettelagt for sikker opplæring, rett håndtering og kunnskap om nye løsninger som er blitt integrert i sjøfarten. Noen av disse kursene er LNG basic/ LNG Advanced, Maritime batterisystemer, håndtering av en brann i et litium ion batteri på et skip.

2.5 Fremdrift – Drivstoff

I dette delkapittelet har vi tatt for oss ulike metoder for drivstoff til bruk for fremdrift. Vi har valgt å inndele drivstoff i 3 kategorier, hvor vi har gått inn på gammel / eksisterende drivstoffteknologi, dagens drivstoffteknologi, hvor vi har gått inn på hva som blir mest brukt i dagens marked, og til slutt hva som kan være alternative drivstoffmetoder i fremtiden.

2.5.1 Gammel drivstoffteknologi

Gammel drivstoffteknologi blir mye brukt i dag, i det man kan kalle den «tradisjonelle» diesel-forbrenningsmotoren. På skip er det denne type maskineri som i størst grad blir brukt, og er dominerende i dagens skipsindustri sammen med elektromotorer. For å drifte ett skip, både med tanke på fremdrift, og på internt energiforbruk som lys, varme, skipssystemer og lasthåndtering, må man bruke en eller annen kilde for energi. Rundt 70-90% av energiforbruket på vanlige lasteskip blir brukt til fremdrift. For skipsfart er det viktig at energikilden, altså drivstoffet har høy energitetthet og tar lite plass i forhold til effektivitet, noe som gjør at for eksempel diesel er mye brukt i dag (Pedersen & Skjelvik, 2015).

Når det kommer til brønnbåtneringen kan det ikke sammenlignes med skipsfart som stykkgods eller langtransport, da det ikke bli benyttet samme maskineri på relativt nye brønnbåter som i ordinær skipsfart. Brønnbåtbransjen går under kategorien nærskipsfart og kan mye enklere operere med alternative drivstoff som LNG, biodrivstoff, batteri, brenselceller og landstrøm. Dette er ikke selvsagt enda, selv om dagens teknologi kanskje eksisterer, er den enda ikke implementert inn i markedet fordi det ikke lønner seg enda (Pedersen & Skjelvik, 2015).

En fordel med dieselmotorer er deres pålitelighet og lang levetid. Dieselmotorer er robuste og kan vare i flere tiår med riktig vedlikehold og reparasjon. Dette er spesielt viktig i skipsindustrien, der pålitelighet og lang levetid er avgjørende for å unngå kostbare og farlige hendelser som motorstans eller brann om bord. En annen fordel med dieselmotorer er at de er relativt enkle å betjene og vedlikeholde sammenlignet med andre motorer. Dette gjør at mannskapet om bord kan utføre enkle reparasjoner og vedlikehold uten å være avhengige av spesialisert teknisk ekspertise (Pedersen & Skjelvik, 2015).

En av de største ulempene med dieselmotorer er imidlertid deres utslipp av Nitrogenoksider (NO_x), som kan påvirke miljøet og menneskers helse. For å redusere disse utslippene, har IMO innført strenge utslippsregler for skipsindustrien, kjent som MARPOL-anneks VI. Disse reglene begrenser utslippene av Nitrogenoksid, svoveloksider (SO_x) og partikler fra skipsmotorer, og krever at skip bruker lavsvovelbrensel eller installerte renseanlegg for å oppfylle kravene. Ved bruk av andre grønnere energikilder til fremdrift av skip vil dette problemet bli løst (DNV, 2014).

2.5.2 Dagens drivstoffteknologi

LNG (Liquefied natural gas) som drivstoff er en mulighet for å oppnå nullutslipp, og er allerede implementert i brønnbåtneringen på «MS Bjørg Pauline» der de har satt inn en hybridløsning mellom LNG og batteridrift. Dette utgjorde en reduksjon av GHG på over 20 prosent, og opp mot andre tradisjonelle brønnbåter har «MS Bjørg Pauline» 90 prosent mindre Nitrogenoksider gass utslipp (Skipsrevyen, 2021).

Corvus Energy, som har levert batteripakken om bord i «MS Bjørg Pauline» estimerer at fartøyet har spart miljøet for 1864 tonn karbondioksid (CO₂) og 266 929 liter diesel per år fartøyet har vært i bruk (Corvus Energy, u.d.).

LNG består i hovedsak av metan, og skiller fra seg kondenserbare hydrokarboner (NGL) og petroleumsgass i flytende form (LPG). LNG regnes som en naturgass, og er en brenselkilde som er brukt verden rundt, men ikke så mye som hoved energikilde (Store norske leksikon, 2020).

Batteri hybrid drift er også mye brukt i dag. Mange brønnbåter har montert batteripakker allerede, men de er ikke store og effektive nok til å drifte en brønnbåt kun på det, så den beste løsningen foreløpig er hybride løsninger for å dekke energi toppene under driften.

Et hybrid skip er oppbygd på at det har en eller flere fossil-drevne motorer eller generatorer, i samband med en elektrisk ressurs som en batteripakke. det er ikke et elektrisk skip, men det kan gå kun på batteri når en skal gjøre små, mindre energikrevende operasjoner. Dette kan for eksempel være når skipet ligger til kai, da kan fartøyet bruke batteripakken for å drive strømmen om bord, og stoppe ned de fossile motorene (Marineinsight, 2022).

Rostein var først ute med hybriddrift på en brønnbåten «Ro Vision» i 2020. Om bord er det satt inn tre dieselmotorer og en batteripakke levert av Siemens. De eldre fartøyene i samme båt-serie har fire dieselmotorer, der de i ettertid har muligheten til å bytte ut den ene med en batteripakke (Skipsrevyen, 2020).

Formålet med batteripakkene i båt-serien til Rostein er at de prøver å få til «peak shaving». Det er ved krevende operasjoner rundt merden at energibruken varierer mye, og da skal batteripakken hjelpe til å ta energitoppene, slik at man slipper å starte opp en motor til. Dersom man har overproduksjon av energi fra motorene som er i gang, vil dette ladde batteriene. Det hjelper også at man nå kan gå inn til merder med kun en motor i gang fordi batteripakken er en kraftig nok reserveløsning, og redundans til skipet (Skipsrevyen, 2020).

Enova har endret støtteordningen for montering av batteri til å ikke gjelde havbruksnæringen lenger. Dette fordi at havbruksnæringen har tatt støtten i bruk raskere enn forventet. Havbruksnæringen har fått støtte til 38 havbruks-fartøy gjennom ordningen (Enova, 2023). Dette sammen med utsatte støtteordninger vil gjøre at det blir dyrere for rederiene i fremtiden å installere batteripakker.

Et annet system i dagens drivstoff teknologi er UREA tilsetning / NO_x reduksjon. Et NO_x-reduksjons system eller et SCR-system (Selective Catalytic Reduction) fungerer ved at det blir injisert urea inn i eksosen der en katalysator omdanner urea til nitrogen og vanndamp (Pon Cat, 2023). Et SRC-system kan redusere NO_x utslippene med opptil 95% i forbrenningsprosessen (Yara, 2023).

Urea (CON₂H₄), er en kjemisk binding, som tidligere har blitt kalt urinstoff. Dette fordi urea blir skilt ut i urinen til mennesker og pattedyr fra nyrene. Urea som blir brukt om bord i skip blir fremstilt ved å la ammoniakk reagere med CO₂ under store trykk (Store norske leksikon, 2021).

2.5.3 Fremtidens Drivstoffteknologi

Hydrogen er mye i vinden for tiden. Som drivstoff kan hydrogen være både flytende og i gassform under trykk. Hydrogen som drivstoff skal i teorien være utslippsfritt, da vann er det eneste bi-stoff som kommer av forbrenning av hydrogen. Hydrogen kan bli omgjort til energi på to måter. Den ene måten er ved at det forbrennes, og det dannes varmeenergi

som kan brukes til framdrift. Den andre måten hydrogen kan bli omgjort til energi på, er ved utnyttelse av en elektrokjemisk prosess, hvor man bruker brenselceller. (Store norske leksikon, 2020).

For å produsere hydrogenet ved å bruke elektrolyse av vann kreves det mye energi, men energibæreren i hydrogen er i prinsippet utømmelig, da det er vann. Når det kommer til miljøaspektet av produksjon av hydrogen kan det forekomme utslipp, slik at det ikke er like miljøvennlig i alle tilfeller. (Store norske leksikon, 2020).

Det er tre måter man fremstiller hydrogen på i dag. Grått hydrogen er produsert fra hydrokarboner uten fangst av CO₂. Blått hydrogen blir produsert av gass og raffinert brenngass, der CO₂ blir fanget og lagret under produksjon. Grønn Hydrogen blir produsert via fornybare energikilder (elektrolyse) (Equinor, 2023).

Hydrogen er i gassform under vanlige temperatur og trykkforhold, og er ugunstig med tanke på frakte og lagring. For at den skal være gunstig til å ha om bord i skip må den lagres på trykksatte tanker slik at den er flytende. For at hydrogen skal bli gjort om til flytende væske ved atmosfærisk trykk må den kjøles ned til -252,87°C. Dette er en veldig energikrevende prosess. En kan også lagre hydrogen på trykksatte tanker, og per i dag er hydrogen å få det kjøpt i trykksatte tanker på enten 35MPa (350 bar) eller 70MPa (700 bar) (Store norske leksikon, 2023).

Ammoniakk som drivstoff på skip er et høyaktuelt alternativ med tanke på å nå nullutslipp på skip. Ammoniakk har et høyt innhold av Hydrogen, og er flytende i tanker ved romtemperatur og ved trykk på 10 atmosfærer. Negativ fellesnevner for både hydrogen og ammoniakk er at lagring av ammoniakk og hydrogen vil kreve 3 ganger så mye plass som for diesel (Store norske leksikon, 2023).

Flytende: ↕	Energitetthet ↕	Spes. energi ↕	Kokepkt. ↕
Ammoniakk	12,7 MJ/liter	18,6 MJ/kg	-33,4 °C
Hydrogen	8,5 MJ/liter	119,9 MJ/kg	-252,87 °C
Propan	26 MJ/liter	46 MJ/kg	-42 °C
Dieselolje	36,2 MJ/liter	43,1 MJ/kg	180–380 °C

Figur 6 - Energieffektivitet for ulike drivstoffer

Teknologikonsernet Wärtsilä driver i 2023 med testing av ammoniakk som drivstoff om bord i forsyningsskipet Viking Energy. Testene som utføres skal gi svar om ammoniakk er et drivstoff som kan brukes i framtiden på land og til havs. Analysene som er gjennomført har gitt gode resultater og de jobber videre med å optimalisere motorene til å gå på ammoniakk (Wärtsilä, 2023).

For å nå IMO sin visjon om å kutte 50 % av klimautslippa fra den maritime næringen før 2050 kan grønn produksjon av ammoniakk være til god hjelp for å nå målet. Problemet i dag derimot, er at mesteparten av all ammoniakk blir produsert ved hjelp av fossile metoder, så det må til en kraftig omstilling av produksjonen av ammoniakk innen 2050 for å nå målet og begynne å bygge skip som går på ammoniakk (Wärtsilä, 2023).

Ammoniakk som drivstoff trenger mer forskning for å bli et fullverdig drivstoff. Det er mer krevende å antenne, og brenne ammoniakk i forhold til andre drivstoff. Det er også giftig og etsende, derfor er det også nødvendig med strengere krav om bord, i forhold til forbruk av diesel. Forbrenning av ammoniakk kan også gi NOX utslipp, om du ikke har rutiner på kontroll av etterbehandling og optimalisering av forbrenningsmotoren. For å lagre og forbruke ammoniakk som drivstoff om bord, trengs det også nye regler og klasseregler (Wärtsilä, 2023).

3 Metode

I dette kapittelet av oppgaven skal vi ta for oss generell teori om metode. Hva metode er, kvalitativ og kvantitativ metode, samt primær og sekundær data. Vi vil presentere hvilken metode vi har brukt, og hvorfor vi har brukt denne. Intervjuobjektene vil bli anonymt presentert. Vi vil også forklare hvordan intervjuene, datainnsamling og analyse har blitt gjennomført.

3.1 Kort om metode

Når vi skal gjennomføre et forskningsprosjekt, har vi lært at man må bruke en form for metode. Metode kan man si er et slags verktøy man benytter seg av for å innhente svar på spørsmål, kunnskap og viten i et felt. Metoden dreier seg også på hvordan denne informasjonen blir organisert og tolket. Ifølge Grønmo angir metodene hvordan vi skal fremskaffe kunnskapen og utvikle teoriene, og hvordan vi skal sikre at kunnskapen og teorien oppfyller kravene til vitenskapelig kvalitet og relevans på det aktuelle fagområdet (Grønmo, 2016). Man kan si at metode er spesifikke teknikker og prosedyrer som brukes for å skaffe kunnskap og utvikle teorier i et fagområde.

3.1.1 Kvalitative og kvantitative metoder

Når man skal velge metode er det vanlig å skille mellom 2 hovedtyper, kvalitativ og kvantitativ metoder. Begge hovedtypene har fordeler og ulemper ved seg. Hvilken metode forsker velger å bruke kan komme an på flere faktorer som: tilnærming, problemstilling, formålet med undersøkelsen, egne forutsetning og ressurser, egenskaper ved studieobjektene og forholdet til kildene. Kvalitativ metode er en metode man benytter for å få en dypere og mer detaljert mening fra færre kilder, mens om man benytter kvantitativ metode vil man få kortere og mindre detaljert informasjon fra flere enheter (Larsen, 2017).

Vi valgte å benytte oss av kvalitativ metode fordi vi trengte innsikt i brønnbåtneringen med erfaringer og meninger rundt vår problemstilling. Vi ønsket å oppnå mer detaljert informasjon og muligheten til å benytte seg av færre enheter. Årsaken til at vi ønsket å benytte oss av færre enheter var fordi vi var usikre på hvor mange enheter vi klarte å nå i forbindelse med denne oppgaven.

Vi syntes også at den kvalitative metoden hadde mer fordeler å benytte seg av, opp mot vår problemstilling i forhold til den kvantitative metoden. Noen av disse fordelene er at

forskeren har mulighet til å møte informanter ansikt til ansikt, noe som kan føre til at man får bedre og mer utfyllende svar i forhold til kvantitative metode der man kan risikere at informanten ikke orker å fylle ut et skjema, eller ikke utfyller det skikkelig. Kvalitativ metoder sørger også for at man kan stille oppfølgingsspørsmål til informanten i motsetning til kvantitativ metode der dette blir fastslåtte svar i en spørreundersøkelse eller lignende (Larsen, 2017).

Det positive med å benytte den kvalitative metoden, er at vi har fått en mer personlig tilknytting til intervjuobjektene vi har intervjuet i dette prosjektet. Dette føler vi har hjulpet veldig med at intervjuobjektene ville åpne seg opp om de forskjellige temaene vi la frem, og førte til at vi fikk gode og reflekterte svar fra intervjuobjektene.

Det negative med bruk av den kvalitative metoden er at det har vært vanskelig å få etablert intervju da det ikke har passet for mange intervjuobjekter, mange intervjuobjekter har ikke svart, samt at vi har reist langt for å få gjennomføre noen av intervjuene. Resultatet kunne vært bedre vurdert om alle intervjuobjektene hadde stilt opp. Samlet sett synes vi metoden har vært svært god i dette forskningsprosjektet med bakgrunn i data vi har fått fra intervjuobjektene.

3.1.2 Primær og sekundærdata

Når det kommer til datainnsamling har man hovedsakelig to typer data man skiller mellom, primærdata og sekundærdata. Forskere kan velge å bruke primær, sekundær eller en kombinasjon av begge (Jacobsen, 2015).

Primærdata er ny data som man anskaffer seg direkte opp mot en enhet. Ut ifra problemstillingen og enheter man samlet inn data fra, er spørsmålene nøye gjennomgått på forhånd. Man finner en enhet som man mener har rett kunnskap og kompetanse til å besvare disse spørsmålene (Jacobsen, 2015).

Sekundærdata er data som ikke er direkte ny informasjon fra en enhet. Dette vil si at man samler inn data fra noen som har hentet inn disse dataene tidligere. Disse dataene er ikke spesifikke opp mot den nåværende problemstillingen du som forsker har satt, men heller den tidligere forsker. Benytter en forsker seg av primærdata fra en tidligere forsker blir det derfor sekundærdata (Jacobsen, 2015).

I denne oppgaven har vi fokusert mest på å hente inn primærdata da dette gir oss den nyeste og beste kunnskapen til å begrunne opp mot vår problemstilling. Primærdataen er hentet ut ifra prosjektet sin problemstilling. Vi har benyttet oss av intervju direkte med brønnbåtredere og andre aktører som jobber innenfor forskning opp mot vår problemstilling.

3.2 Metodevalg og intervjuobjekt

I denne oppgaven valgte vi å benytte oss av kvalitativ metode fordi den er best egnet til åpne tilnærminger og oppgaven sin problemstilling der kvalitative forsknings spørsmål har mål om å gjøre deskriptive, fenomenologiske og etnografiske undersøkelser. Den kvalitative metoden går også mer i dybden og benytter færre enheter, noe som vi så positivt på (Larsen, 2017).

Det ideelle for oss var personlige intervjuer ved bruk av kvalitativ metode. Dette var fordi vi hadde lyst til å gå mer i detalj i temaet oppgaven gikk ut på. Vi hadde på forhånd skrevet ned spørsmål som vi ønsket å få svar på. I løpet av intervjuene fikk vi mer kunnskap om temaet, i tillegg til svar på de spørsmålene vi hadde skrevet ned. Under intervjuene oppsto det flere spørsmål som vi ikke hadde tenkt ut på forhånd, disse spørsmålene fikk vi stilt og mottatt svar på der og da. Intervjuobjektene som ble benyttet til dette forskningsprosjektet var nøye planlagt, da vi ønsket å oppnå det beste resultatet. Disse ble valgt ut ifra kunnskap, erfaringer og kompetanse de satt med.

3.3 Datainnsamling og analyse

Vi har samlet inn data igjennom intervju der det har blitt tatt opp lydopptak fra selve intervjuene. Disse lydopptakene har vi transkribert om til ordrett tekstform og kategorisert ut ifra teoridelen i oppgaven vår. Dette har gjort det lettere for oss å ha oversikt og gjennomføre resten av skriveprosessen i oppgaven.

Dette forskningsprosjektet er meldt opp til NSD (Norsk senter for forskningsdata). Vi har også vært opptatt av å holde intervjuobjektene anonyme, for intervjuobjektene sin del.

4 Resultat

I denne delen av oppgaven vil vi presentere funn fra våre informanter som er gjort igjennom intervju. Intervjuobjektene har lagt frem svar på vår problemstilling, og tema rundt det. Vi har også fått meninger, erfaringer og konklusjoner fra intervjuobjektene på hvordan de enten som overstyrmenn, forskningsansvarlige og firmarepresentanter ville ha arbeidet opp mot vår problemstilling, og hvordan problemstillingen kan løses. Vi har valgt å anonymisere alle intervjuobjektene som styrmann, overstyrmann og rederi / selskapsrepresentant.

4.1 Rederi 1

Rederi 1 har en ambisjon om å være det mest bærekraftige brønnbåtrederiet, og har fokusert på bærekraft i lang tid før det ble et hett tema. Selskapet har tall på miljøutslipp, hvor diesel til fremdriftsmaskineriet står for det meste av CO₂-utslippene. Hvor mye disse tallene er på ville ikke rederiet utgi. Rederi 1 har som mål å oppnå årlige reduksjoner i utslippene målt opp mot tjenesteproduksjonen, og er opptatt av å velge løsninger som gir en faktisk positiv miljøverdi.

Rederi 1 mener at det med dagens teknologi er vanskelig å oppnå nullutslipp, og at det viktigste på kort sikt er å se på design av fartøy, hybridteknologi og operasjonelle tilpasninger for å redusere sløsing. Rederi 1 ser på all energibruk som negativ i den forstand at grønn energi er en global mangelvare.

Rederi 1 mener at brønnbåter kan operere med 100% nullutslipp under lasting, lossing og prosessering hvis det er ubegrenset tilgang til grønn strøm og konkurransedyktige priser. Imidlertid vil det være vanskeligere under steaming på grunn av spørsmål om energikilden, hva alternativ bruk ville vært og hvilket konverteringstap som er lidd.

Rederi 1 bekrefter at noen brønnbåter kan ombygges til batteridrift, men at andre med stor hovedmaskin vil være mindre realistiske å bygge om. LNG er ikke et alternativ på grunn av metanolutslipp i verdikjeden som overstiger miljøgevinsten, og hydrogen er plasskrevende og vanskelig å se for seg på selskapets fartøy. Rederi 1 vil fortsette å bruke batteridrift og vurderer også andre alternativer for hybridisering.

Når det gjelder begrensninger på oppdrag med batteridrift, er det ikke realistisk at en brønnbåt kan baseres utelukkende på batteridrift. Kostnadene for ladestasjoner vil avhenge av forretningsmodell og kan dekkes av kunder eller andre parter.

Ifølge forskningsansvarlig hos rederiet, er ikke infrastrukturen i Norge på plass for at brønnbåter kan operere på ren batteridrift enda. Dersom det skal være mulig med batteridrift uten støtte fra dieselgeneratorer, må det utbygges ladestasjoner på alle lokasjoner og det må utbedres nye løsninger til hvordan man kan lade batteripakkene raskere og mer lettvent.

4.2 Rederi 2

Siden mange brønnbåtrederier ikke har implementert alternative drivstoffer til fremdrift og drift av skipet enda, har vi fått intervjuet et rederi som satser både på hydrogen, batteri, direkte vindkraft og LNG. De har fått støtte fra Enova Norge til satsingen sin frem mot nullutslipp.

For prosjektering av prosjektene har de mottatt 50% dekning av kostnadene fra forskningsrådet. Når det gjelder selve båtene, fikk de dekket 50% av kostnaden for hydrogeninstallasjonen på ene fartøyet, som kostet totalt 104 millioner norske kroner. På en annen type skipskonstruksjon fikk de dekket 40% av merkostnadene, som totalt beløp seg til 142 millioner norske kroner for de to skipene. På figuren under er det illustrert kostnader for ulike typer drivstoff rederiet benytter seg av opp mot kostnad og energieffektivitet, samt støtte de får fra Enova.

Cost different ships

Interest	5,5 %									
Diesel cost	727 Euro / m3									
Hydrogen cost	6 400 Euro / tonn									
CO2 tax, 2030	180 Euro / tonn									
	Cost	Depending Enova	Today TC cost Energi Total			Diff	From 2030, CO2 TC cost Energi Total			Diff
New building, diesel	17 150 000		7 293	2 391	9 684		7 293	3 981	11 274	
Pure hydrogen	26 869 159	5 514 019	9 286	4 484	13 770	42,2	9 286	4 484	13 770	22,1
Power by Nature	28 598 131	6 636	9 710	2 242	11 952	23,4	9 710	2 242	11 952	6,0
Power by Nature 70% H2		6 636	9 710	1 813	11 523	19,0	9 710	1 844	11 554	2,5

Figur 7 - Kostnader drivstoff / drivstoff effektivitet – støtte fra Enova

De største økonomiske utfordringene de har opplevd med å benytte seg av fremtidige løsninger inkluderer høye kostnader ved ombygging og høye drivstoffpriser på grunn av dagens avgifts regime. De har vurdert ulike alternativer som LNG, ammoniakk, hydrogen, vindkraft og batteri. Rederiet har allerede skip som bruker LNG, men tror at seiling på ammoniakk kan være mulig i fremtiden.

Med dagens teknologi mener de at komprimert hydrogen vil være den billigste løsningen med tilstrekkelig rekkevidde, men hvis de skulle seile lengre avstander, kan ammoniakk være et alternativ. Vindkraftløsningen de planlegger å benytte seg av er ganske effektiv, og de får omtrent 50% av energien til å drive skipet i en hastighet på 8-9 knop med gjennomsnittlig vind.

De har et mål om å redusere utslippene med 50% innen årsskiftet 2025/2026, og målet er å oppnå 100% nullutslipp innen 2050. Dette vil imidlertid avhenge av markedet i fremtiden. De tror også at løsningene de implementerer kan brukes i andre felt, inkludert brønnbåtneringen, men brønnbåtene har en spesifikk utfordring knyttet til energiforbruket som må adresseres for å oppnå suksess.

4.3 Overstyrmann

Overstyrmann mener at for å oppnå nullutslipp, altså ingen utslipp av miljøfarlige gasser fra fartøy, må man finne tekniske løsninger på kraftproduksjon som ikke baserer seg på tradisjonelle forbrenningsmotorer. Flere og flere brønnbåter har i dag batteripakker, men som i tillegg benytter seg av en vanlig forbrenningsmotor. Flere går over til LNG med mulighet for ammoniakk som drivstoff noe som vil gi nullutslipp. Likevel er mesteparten av brønnbåtene i dag utført med konvensjonell fremdrift. Oppgradering av alle fartøy til grønnere fremtidsløsninger som elektrisk, LNG, Ammoniakk eller atomkraft er nok teknisk det som må gjøres for å oppnå nullutslipp. Dette er for så vidt også svært kostbart og krever stor logistikk.

Når det gjelder muligheten for brønnbåter å operere med hundre prosent nullutslipp både under steaming / transfer og operasjon som lasting, lossing og prosessering, vil dette være mulig når både fremdrift og strømforsyning til hotell og dekksutstyr kommer fra kilder som ikke slipper ut farlige miljøgasser. Å gjennomføre en totaloverhaling av hele brønnbåtflåten for å oppnå dette vil kreve betydelige ressurser og finansiering, samt støtte

fra staten. Selv om IMO sine nullutslippsmål innen 2050 kan virke ambisiøse, tror overstyrmannen at nye fartøy kan nå disse målene dersom de får tilstrekkelig støtte.

Overstyrmannen mener det er mulig å få til brønnbåter med 100% batteridrift som fremdrift og energikilde om bord, dersom problemstillingen med lademuligheter og ladetid blir bedre. Ofte går brønnbåter med last hver eneste dag og natt, slik at eventuell ladning av batteri på eksempelvis slakteri må skje raskt. Her kan det også bli begrensninger på oppdrag de kan ta med tanke på ladetid. Ofte ligger slakteri, smoltanlegg og merder avsides liggende plassert, langt fra sentrale distrikt, så her må det gjøres en del på land også om dette skal gå i boks.

Overstyrmannen nevner også at en brønnbåt seiler ofte ikke samme rute, og ofte er det lengre seilaser som må gjennomføres. Dette betyr dermed at fartøyet må kunne ha nok kapasitet på energikilden om bord, for å være sikker på at fartøyet kommer seg dit det skal, gjøre jobben som er planlagt, og tilbake igjen. Dersom en gjennomsnittlig stor brønnbåt da skal driftes på batteri, vil det være nødvendig med veldig store batteripakker, med tanke på at man tradisjonelt gjerne har 3000kw generatorsett og 2000kw hovedmaskin. Dette krever også at batteriet må lades opp med jevne mellomrom, noe som vil være tidkrevende.

Overstyrmann mener at jobben som styrmann kan se annerledes ut om fartøyene i fremtiden blir gående på 100% batteridrift. Dette avhenger av batterikapasitet og ladetid. Dette vil føre mer eller mindre planlegging og koordinering av seilaser og operasjoner. Slik det ligger an i dag, hadde det ikke vært mulig med tanke på lademuligheter og kapasitet på batteri. Noe som er grunnen til at mange velger hybride løsninger med dieseldrift MGO og batteripakker. Det ser man også mer og mer i fiskeflåten. Hvis hundre prosent batteridrift blir virkelighet, vil det være begrensninger på antall oppdrag brønnbåtene kan ta på grunn av ladetiden og behovet for å lade batteriene. Dette vil også kreve infrastrukturforbedringer på land.

Overstyrmannen tror det blir ekstremt krevende å nå IMO sine mål om nullutslipp innen 2050. Likevel med nok penger, ressurser, støtte fra staten og logistikk mener h*n at det kan gå. Men poengterer at man her har dårlig tid og det spørres hvor stor motivasjon rederiene har for å nå målene. Overstyrmannen legger også til at motivasjonen for å tjene penger i et rederi nok er større enn å nå klimamålene.

4.4 Drivstoff

Valg av drivstoff er essensielt, og hydrogen som drivstoff er noe vi har sett på som en mulighet for å realisere nullutslipp ved drift av brønnbåter. Vi har snakket med en distributør og fremdriver av hydrogen som drivstoff, om hvilke muligheter de mener er gunstige.

Når det gjelder hydrogendistributør-selskapet sitt syn på å supplere brønnbåtneringen som et alternativt drivstoff, er tilgjengeligheten av produktet en viktig faktor. De anerkjenner at hydrogen er det av de alternativene som blir utforsket for å muliggjøre drift av brønnbåter uten miljøutslipp. De mener derimot at med dagens infrastruktur vil det bli vanskelig å bruke hydrogen alene som drivstoff i en næring med så høyt energiforbruk.

Bunkringsinfrastrukturen med hydrogen fra distributørselskapet foregår for det meste ved leveranse av containere i forskjellige størrelser. Ved bruk av hydrogen på en brønnbåt med lastekapasitet rundt 2500-3000 m³, vil dagsforbruket ligge på rundt 4 til 5 20-fots containere om dagen, noe som vil være svært plasskrevende, samtidig som det vil være tidkrevende for fartøyet å bytte containerne hver dag.

Når det gjelder bunkringsinfrastrukturen med hydrogen i fremtiden, kan det være nødvendig å etablere egne bunkringsstasjoner eller distribusjonssystemer for å imøtekomme behovene til brønnbåtneringen. Dette kan omfatte strategisk plasserte hydrogenfyllestasjoner langs kysten for å sikre tilstrekkelig tilgang til drivstoffet. Det er viktig å utvikle en infrastruktur som kan betjene både mindre og større brønnbåter og håndtere den nødvendige mengden hydrogen som kreves for deres daglige drift.

Når det kommer til spørsmålet om brønnbåtneringen vil bruke hydrogen som drivstoff i forhold til batteridrift, er det vanskelig å gi en entydig prognose. Valget mellom hydrogen og batterier vil avhenge av flere faktorer, inkludert energibehovet til båtene, kostnader, tilgjengelighet av infrastruktur og driftsforhold. Det er imidlertid mulig at en hybridløsning med hydrogen og diesel kan være å se i fremtiden, men er svært lite utviklet i dag.

Hvis brønnbåtneringen ønsket å satse på hydrogen som drivstoff, ville det være flere muligheter for drivstofftilførsel. En av mulighetene kunne være å levere hydrogen i containere, som kunne bringes og hentes til en avtalt havn. Dette ville imidlertid kreve et omfattende logistikksystem for transport av containere, og kostnaden ville avhenge av

avstanden til produksjonsstedet. Alternativt kunne man vurdere å bygge inn fuel-tanker i skipets skrog, men dette ville være utfordrende med hensyn til sikkerhet og kostnad.

Ifølge hydrogendistributørene, er hydrogen sin energieffektivitet som fremdriftsmiddel omtrent på linje med diesel eller LNG i en forbrenningsmotor, med en effektivitet på rundt 40%. Imidlertid kan hydrogen oppnå en høyere energiutnyttelse på 50-55% når det brukes i en brenselcelle. Det er viktig å merke seg at brenselceller for hydrogen er kostbare, og derfor er det nødvendig å vurdere kostnadseffektiviteten i tillegg til energieffektiviteten ved å velge drivstoffalternativer. I lys av ovenstående utfordringer og faktorer, mener hydrogendistributørene at en kombinasjon av e-fuel, grønn metanol og batteridrift være en mer realistisk og mulig mer effektivt.

5 Drøfting

I denne delen av oppgaven har vi diskutert et tema som har vært gjenstand for grundige analyser og ulike perspektiver. Denne delen av oppgaven tar sikte på å belyse flere synspunkter og argumenter knyttet til vårt tema, og åpner opp for en reflektert diskusjon. Ved å utforske ulike posisjoner og motargument, ønsker vi å skape en dypere forståelse rundt vår problemstilling. Gjennom grundig drøfting av ulike synspunkter har vi analysert styrker og svakheter ved hver mening, og forsøkt å finne ett felles grunnlag for videre refleksjon og eventuelle løsninger som kan ha potensiale.

5.1 Forskning

Fellesnevner for forskning ved vår undersøkelse er at forskning er essensielt for at brønnbåtneringen skal kunne klare å operere utslippsfritt. Gjennom nye løsninger og nye teknologier vil det i fremtiden være mulig å ha fungerende infrastruktur i næringen, slik at operasjon ikke blir forstyrret med dødtid fra for eksempel lading, levering av alternativ bunkers, eller bunkring på tradisjonell måte.

Vi har sett på ulike løsninger som har blitt testet og som fortsatt er under forskning, blant annet bruk av flying foil, eller hydrofoils i kapittel 2.1 i vår teori, som en mulighet for å være behjelpelig på drivstofforbruk ved eventuell batteridrift, eller ved andre alternative drivstoffer. Dette viser seg etter intervju med rederi at det vil hjelpe noe på drivstofforbruket, men vil være ugunstig med tanke på at fartøyene også må ha relativt høy hastighet, noe som ofte ikke er aktuelt i brønnbåtneringen. Teknisk ansvarlig mener at å installere hydrofoil på nybygg eller eksisterende båter ikke er aktuelt, og at de heller vil se på andre løsninger som kan være mer gunstige.

Forskning på andre løsninger som alternative drivstoffer er også omdiskutert i det store bildet, og vi har fått innblikk i fordeler og ulemper ved de forskjellige drivstoffene. Teori tatt fra forskjellige forskningsartikler om potensielle drivstoff er noe vi har satt oss inn i, og valgte å fokusere på drivstoff som allerede er tatt i bruk i næringen, og som har potensiale for utvikling og videre forskning. Disse kommer vi tilbake til lenger nede i drøftingen.

Utfordringer som kommer av bruk av alternative drivstoffmetoder, er noe som trengs å forskes på for at det skal komme mulige løsninger til bruk i industrien. I kapittel 2.2 i teoridelen vår, har vi nevnt at forskning setter press på myndigheter og politiske virkemidler, noe som skaper insentiv og engasjement. Siden regjeringen har lagt en strategi for havbruk i fremtiden, har myndighetene en stor makt når det kommer til midler og hvor vidt det kan forskes på relevante utfordringer.

Som nevnt over er fellesnevner for forskning at det både vil kreves mye tid og økonomiske midler for å komme med en vesentlig større infrastruktur både på land og på avsidesliggende områder hvor det vil være nødvendig med nytenkende teknologi.

5.2 Økonomiske trekk og virkemidler

Når det kommer til økonomiske trekk og virkemidler, har vi fra intervju fått innblikk i hvem som får støtte, og hva støtten i hovedsak blir benyttet til. For å bygge infrastruktur for å få til en velfungerende måte å drifte brønnbåtneringen på uten utslipp, trengs det støtte til å utbedre dette. Vi har kommet frem til at de største bidragsgiverne til dette er den norske stat og Enova Norge. Gjennom undersøkning og intervju har vi sett at rederier som får stor økonomisk støtte, og er villige til å gjennomføre utradisjonelle løsninger, vil gjøre dette. Løsninger som er bærekraftige både i produksjon og i bruk, er ikke enkle å utvikle og ta i bruk på en økonomisk måte, og vi har sett at i det korte løp vil det nesten ikke lønne seg økonomisk å ta i bruk nullutslippsløsninger. Derimot nevner rederier at løsningene som nå begynner så vidt å bli tatt i bruk, vil være gunstige i det store bildet.

Et godt eksempel å trekke frem i vår drøfting er Lerøy sitt nybygde landstrømanlegg ved slakteriet Lerøy Midt. Gjennom å ha et slikt anlegg ved slakteriet kan brønnbåtene koble seg på landstrøm når de losses, noe som minsker lokalutslippene i nærområdet, og det sparer rederiet for antall timer på hovedmotorer og hjelpemotorer, samt dieselbruk. En slik løsning kan være økonomisk krevende å få til uten støtte, og dersom man skulle finansiere slike anlegg selv, vil mange kanskje ikke se gevinsten ved å ha ett slikt anlegg miljømessig.

Vi har foretatt intervjuer med rederier som også satser på alternative drivstoffer på kysten, selv om disse rederiene ikke nødvendigvis driver med frakt av levende fisk, opererer de på kysten akkurat som en brønnbåt, noe som vil tilsi at det er mulig for brønnbåtneringen

også, bare man har økonomiske midler, støtte, og ett felles mål om å nå nullutslipp i fremtiden.

5.3 Kapasitet

Som nevnt i teoridelen vår, er kapasitet ett vesentlig begrep å diskutere i vår problemstilling. Kapasiteten til en brønnbåt både lastmessig og med tanke på distanse, er avgjørende for hvor mye en brønnbåt kan operere, hvor langt man kan frakte, og hvor mange oppdrag man kan ta på seg for en kunde. Av intervju har det blitt klart at distanse innen batteridrift av brønnbåter vil være en utfordring, og i hvert intervju har det blitt nevnt at det er 100% mulig å drifte en brønnbåt fullstendig på batteri, dersom infrastrukturen rundt brønnbåtnæringen hadde vært på plass.

Andre fartøy på kysten kan klare å operere fartøyene sine på grunn av lavere forbruk av energi om bord. I ett intervju med en rederirepresentant fikk vi informasjon om at dersom for eksempel et vanlig stykkogds-skip bruker 1000kWh, vil en brønnbåt i sammenligning bruke 3000kWh på grunn av det store forbruket det tar å drifte brønnene. Brønnbåter er også stadig i vekst, og fartøyene blir også bare større, noe som både er en fordel og en ulempe med tanke på å nå nullutslipp. Som nevnt i kapittel 2.2 og 2.3 i teoridelen vår vil det vil kreve mer energi å drifte båtene, samtidig vil båtene kunne klare å gjøre mer effektivt arbeid å ta unna mer fisk i en gang, noe som vil spare både tid, penger og miljøet.

5.4 Sikkerhet

Som skrevet i teoridelen vår er sikkerhet om bord i skip avgjørende for å beskytte mannskapet og materielle verdier. I sammenheng med andre fartøyer kan det også være av verdi å ta passasjersikkerhet inn i bildet, men det er sjeldent passasjerer om bord i brønnbåter som ikke har sin rolle i sikkerhetsplanen. Vi har stilt spørsmål angående sikkerhet med tanke på alternative drivstoffer til rederier og ansvarlige på skip, og alle kan med fordel si at risikoen for farer ikke vil øke betraktelig ved bruk av batteri, LNG, Hydrogen eller andre alternative drivstoffer. Noen av stoffene har egenskaper som gjør at det vil være nødvendig med ytterlige redskaper som spesielle slukkemetoder eller liknende, men i det store bildet vil ikke sikkerheten påvirkes nevneverdig.

Uavhengig om fartøy blir utrustet med nyere teknologi som kan være noe farligere enn bruk av tradisjonelle drivstoffer blir det stadig nye krav til kvalifikasjoner på mannskap om

bord. For å møte de nye kravene til sikkerhet og teknologiske endringer i skipsfarten, tilbys det stadig flere kurs for mannskapet. Disse kursene gir nødvendig opplæring, riktig håndtering og kunnskap om nye løsninger som implementeres i sjøfarten. Eksempler på slike kurs inkluderer opplæring i LNG, maritime batterisystemer og håndtering av branner i litium-ion-batterier om bord. Av informanter er det også nevnt at når det kommer til sikkerhet og økt risiko innenfor nye drivstoffløsninger, er rederiene ikke bekymret.

Det er tydelig at sikkerheten om bord i skip er en stadig utviklende og viktig del av sjøfartsindustrien. Gjennom internasjonale og nasjonale lover, samt økt fokus på opplæring og kompetanse, jobbes det aktivt for å opprettholde en høy standard for sikkerhet til sjøs. Dette er avgjørende for å sikre trygg seilas, beskytte liv og helse, samt bevare miljøet og materielle verdier.

5.5 Dagens situasjon – Drivstoff

Med vår problemstilling begrenset vi oss mye til undersøkning av hvilke type drivstoff som kunne være gunstig for brønnbåtnæringen for å oppnå nullutslipp, siden størstedelen av utslipp fra brønnbåter kommer av fremdrift. Gjennom intervju og undersøkinger har vi funnet ulike teorier og svar på hva som blir brukt i dagens marked, og hva som kommer til å bli brukt i nærmeste fremtid.

Gjennom våre intervjuer har vi kommet frem til synspunkter som er verdige å diskutere med både fordeler og ulemper ved alle typene drivstoff vi har undersøkt. De ulike rederiene har også forskjellige meninger på hvilken løsning som er mest realistisk å se for seg, og hvilken løsning som er økonomisk riktig, samtidig som den bevarer miljøetikk.

5.5.1 Tradisjonell dieselforbrenningsmotor

Som også nevnt i teoridelen har den tradisjonelle dieselforbrenningsmotoren vært noe som er helt normalt å ha om bord i større fartøy som har høyt energiforbruk. Fordelen med den enkle dieselmotoren er at den er pålitelig, har lang levetid, og lange serviceintervaller, noe som gjør at det blir ett lett valg for mange. Samtidig har den sine ulemper som for eksempel at en forbrenningsmotor ikke miljøvennlig, og med dagens krav til utslipp av eksos og GHG er en slik motor ikke god nok, med tanke på utslipp uten andre hjelpemidler. For å minske utslipp av eksos og andre GHG, bruker man katalysatorer og Urea-tilsetning for å redusere NO_x og SO_x utslipp. Gjennom intervjuene har vi fått

informasjon om at nyere og større fartøy i dag ikke blir utstyrt med en enkel diesel-motor, men heller i kombinasjon med elektrisitet.

5.5.2 Diesel-elektrisk

I teoridelen nevner vi at det mest brukte systemet som setter sin fot innenfor bærekraft og veien mot nullutslipp i dag, er fremdrift ved bruk av diesel i hybridkombinasjon med batteripakker. De fleste brønnbåter som er bygd i senere tid og som segler på norskekysten, har batteripakker installert. Noen batteripakker er større enn andre, men de fleste har som hovedoppgave å være til hjelp for hovedmotor(ene) som har diesel som drivstoff. Vi har også sett at nyere mindre fartøy, som for eksempel servicefartøy som har større batteripakker som opererer mer eller mindre selvstendig, og som arbeider utslippsfritt på batteridrift.

Brønnbåtrederiene vi har undersøkt og intervjuet virker positive til bruk av batteripakker i hybridløsning med den tradisjonelle dieselmotoren, og har intensjoner om å utbygge deres systemer slik at de forhåpentligvis vil oppfylle IMO sine mål om å nå nullutslipp innen 2050 (Regjeringen, 2021). Det ene rederiet vi har vært i kontakt med, var også konkrete på at de skal være det mest bærekraftige brønnbåtrederi, og har kontroll på årlige målinger som de stadig jobber for å forbedre. Samtidig hadde rederiet ikke noe tro på LNG drift av brønnbåter, da de mente at det ikke var etisk riktig å bruke, siden produksjon av selve drivstoffet har vesentlige utslipp, derfor mente de det ikke hadde sin nytte å bruke det som drivstoff i det store bildet.

5.5.3 LNG

Når man tenker på alternative løsninger til drivstoff i brønnbåtneringen kan man fort tenke på LNG som en gyldig kandidat, og mange har allerede implementert LNG som drivstoff i en hybridløsning med batteripakker. I teorikapittelet vårt hvor vi tar for oss dagens drivstoffteknologi, er fordelene med LNG at man kan spare GHG utslipp med opp mot 20-30% i kombinasjon med elektrisitet. LNG som drivstoff er mye brukt i konvensjonell drift ved langtransport, da man ofte har litt bedre plass på større fartøy som seiler utenriks. I Norge har noen brønnbåtrederi kontrahert båter med LNG- hybrid drift, som vil bli satt i arbeid i årene fremover, mens noen har allerede tatt spranget og bygget båter, med støtte fra den norske stat og innovasjonsordninger som Enova. Ulemper ved bruk av LNG som

drivstoff er at det tar opp til 3 ganger så stor plass å lagre, og man må ha spesielle konstruksjoner og tanker for å ha det om bord.

5.5.4 Ammoniakk

I teoridelen nevner vi ammoniakk som fremtidens drivstoff, og dette er ett drivstoff mange har troen på. I dag forskes det mye på hvordan man kan bruke ammoniakk på en effektiv måte som drivstoff. Wärtsilä er en av de som er verdensledende på testing og bruk av ammoniakk til bruk i marine miljøer og er positive til at det kommer til å bli tatt mer i bruk i fremtiden. Også brønnbåtredere og arbeidende på brønnbåter vi har intervjuet, har kommet med utsagn om at de har troen på ammoniakk som ett fullverdig drivstoff som kan bli tatt i bruk. Det er i midlertidig ikke enkelt å fremstille ammoniakk på en effektiv og miljøvennlig måte, så her mangler det også landbasert infrastruktur før det blir aktuelt å bruke i brønnbåtneringen som ett miljøvennlig drivstoff.

5.5.5 Hydrogen

Hydrogen blir stadig mer anerkjent som en potensiell løsning blant ulike redereier. Tidligere uvisshet og generell kunnskap om hydrogen har gjort at utforskningen av denne løsningen har gått sakte framover. Likevel har hydrogen evnen til å muliggjøre 100% utslippsfri drift, som er i tråd med IMO sine krav for 2050 (Regjeringen, 2021).

Som nevnt i underkapittelet om hydrogen (2.5.3) i teoridelen, er de forskjellige hydrogenbaserte drivstoffalternativene- grå, blå og grønn hydrogen som er produsert ved hjelp av fornybar energi, blant de mest optimale løsningene. En utfordring knyttet til bruken av hydrogen er behovet for nedkjøling til flytende form, noe som krever mye energi.

I dag finnes det dual-fuel motorer som er i stand til å bruke hydrogen. Dette innebærer at motorer som i dag brukes til LNG, kan tilpasses for å kunne dra nytte av hydrogen som alternativt drivstoff. Hydrogen har mange likheter med LNG, da begge gassene må kjøles ned til flytende form og lagres i spesialtanker om bord. Det negative aspektet ved slike tanker er at de tar opp betydelig med plass om bord på skipene, noe som kan utgjøre en utfordring for utnyttelsen av hydrogen. Videre er hydrogen svært eksplosjonsfarlig, noe som krever ytterligere sikkerhetstiltak om bord.

Den største utfordringen med å dra nytte av hydrogen om bord på brønnbåter i dag, er den begrensede tilgjengeligheten på markedet. I tillegg er hydrogen et drivstoff som for øyeblikket ikke er kostnadseffektivt sammenlignet med andre tilgjengelige drivstoffalternativer på grunn av priser og avgifter. Dette er en avgjørende faktor for om rederier velger å ta i bruk hydrogen.

Selv om det på den ene siden er utfordringer knyttet til hydrogen som drivstoff på brønnbåter, vises det på den andre siden økende interesse, og teknologisk utvikling. Dette gir videre at hydrogen muligens kan være en lovende og miljøvennlig løsning for å oppnå utslippsfri skipsfart i fremtiden. Det er viktig å fortsette med forskningen, utviklingen og tilgjengeligheten av grønn hydrogen for å muliggjøre en mer omfattende adopsjon i oppdrettsnæringen.

6 Avslutning

Gjennom hele oppgaven har vi undersøkt, reflektert og drøftet rundt spørsmålet om hva som skal til for at brønnbåtneringen kan oppnå nullutslipp og IMO sine miljøkrav innen 2030 / 2050. Vi har kommet frem til at det er mange alternative løsninger som kan utføres. Bare de som har interesse for å oppnå det har ett felles mål, og en felles strategi på hvordan man skal gjøre det. Det er mange faktorer som spiller inn i uttrykket «nullutslipp». Hvordan man kan oppnå dette, er det ingen fast oppskrift på. Vi har vært innom de fleste alternativ når det kommer til drivstoff, og har funnet svar på hva som blir brukt i dag, hva som rederiene ikke ønsker å bruke, samt hva rederiene, forskere og arbeidere håper blir implementert og brukt i fremtiden.

Faktorer som størrelse på fartøy, type oppdrag, hvilket fartsområde, og hvor vidt man ønsker å operere miljøvennlig spiller veldig mye inn i vår problemstilling. Gjennom gode svar fra våre informanter i kombinasjon med vår teoridel, har vi kommet frem til flere løsninger som kan være høyaktuelle for brønnbåtneringen å satse på, for å oppnå en mer miljøvennlig industri.

Det kan tyde på at brønnbåtneringen i dag ikke har det som skal til for å drifte utslippsfritt, da det må gjøres en betydelig endring i skipenes fremdriftssystem. Det må i tillegg utbygges større og bedre infrastrukturer på lokasjoner der brønnbåter skal operere. For at man skal kunne klare dette, må brønnbåtrederiene gå inn for at fartøyene deres skal kunne klare å drives på alternative drivstoffmetoder, uten at det utgjør en forskjell i kapasitet om bord og arbeidsmengde brønnbåten kan utføre.

Vår tolkning på problemstillingen er at det er en krevende og ambisiøs oppgave å klare å nå IMOs klimamål innen 2030, og det kreves løsninger på mange tekniske, logistiske og økonomiske utfordringer for å realisere denne målsetningen. For å omstille brønnbåtneringen og hele brønnbåt-flåten til nullutslipp, må det som tidligere nevnt skje en overgang til alternative drivstoffer som LNG, ammoniakk, hydrogen eller batteridrift. Dette vil kreve store finansieringer og investeringer fra rederiets side, i tillegg til støtte fra myndighetene.

Likevel, med tilstrekkelig innsats og nok ressurser, anser vi problemstillingen som løsbart.

6.1 Forslag til videre forskning

Til videre forskning vil vi foreslå å forske mer på energiutnyttelse om bord i brønnbåter, da rundt halvparten av energiforbruket om bord kommer fra drift av brønnene. Vi anbefaler også da å foreta kvalitative intervjuer med underleverandører og skipsverft som kan komme med flere funn nærmere bestemt mot dette.

7 Litteraturliste

- Bang, A. S. (2020, August 4). Hentet fra verdensbestenyheter.no:
<https://verdensbestenyheter.no/nyheter/stort-potensiale-for-groenne-ferger/>
- Biba, J. (2023, Februar 15). Hentet fra builtin.com: <https://builtin.com/hardware/new-battery-technologies>
- Brynolf, S., Grahn, M., Hansson, J., Korberg, A. D., & Malmgren, E. (2022). Novel Technologies for Low Carbon Shipping. I *Sustainable fuels for shipping*. Elsevier Inc. Hentet fra <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128244715000177#s0015>
- Corvus Energy. (u.d.). Hentet mars 19, 2023 fra [corvusenergy.com](https://corvusenergy.com/projects/bjorg-pauline/):
<https://corvusenergy.com/projects/bjorg-pauline/>
- DIFI. (2019, Juni). Hentet fra [anskaffelser.no](https://anskaffelser.no/sites/default/files/casebeskrivelse_ampere_statens_vegvesen_med_tidslinje_-_v1.0_2019.pdf):
https://anskaffelser.no/sites/default/files/casebeskrivelse_ampere_statens_vegvesen_med_tidslinje_-_v1.0_2019.pdf
- DNV. (2014, Desember 22). Hentet fra [regjeringen.no](https://www.regjeringen.no/contentassets/cffd547b30564dd9a2ae616042c22f26/teknisk_vurdering_av_skip_og_av_infrastruktur_for_forsyning_av_drivstoff.pdf):
https://www.regjeringen.no/contentassets/cffd547b30564dd9a2ae616042c22f26/teknisk_vurdering_av_skip_og_av_infrastruktur_for_forsyning_av_drivstoff.pdf
- Eide, L. O. (2023, April 13). Hentet fra [intrafish.no](https://www.intrafish.no/bater/na-kan-bronnbatgiganten-levere-laks-uten-eksos/2-1-1434049): <https://www.intrafish.no/bater/na-kan-bronnbatgiganten-levere-laks-uten-eksos/2-1-1434049>
- Eivind Lona, S. O. (2021, April 30). Hentet fra [sintef.no](https://static1.squarespace.com/static/5d1c6c223c9d400001e2f407/t/6194c9cc38f289714cf6ae95/1637140942992/Nullutslipps+havbruksfartoy+-+utredning+av+fartostyper+og+relevant+teknologi.pdf?fbclid=IwAR3DwI_9DadjVo88eK0xwgH7_UAn9j8upugl_ba5zrqixFyJQzwtK-j3Jw):
https://static1.squarespace.com/static/5d1c6c223c9d400001e2f407/t/6194c9cc38f289714cf6ae95/1637140942992/Nullutslipps+havbruksfartoy+-+utredning+av+fartostyper+og+relevant+teknologi.pdf?fbclid=IwAR3DwI_9DadjVo88eK0xwgH7_UAn9j8upugl_ba5zrqixFyJQzwtK-j3Jw
- Enova. (u.d.). Hentet Mai 11, 2023 fra [enova.no](https://www.enova.no/bedrift/sjotransport/utslippsfri-maritim-transport/):
<https://www.enova.no/bedrift/sjotransport/utslippsfri-maritim-transport/>
- Enova. (2023, Mars 15). Hentet fra [kommunikasjon.ntb.no](https://kommunikasjon.ntb.no/embedded/release/enova-endrer-stotten-for-batteri-i-fartoy?publisherId=17848299&releaseId=17958737&lang=no):
<https://kommunikasjon.ntb.no/embedded/release/enova-endrer-stotten-for-batteri-i-fartoy?publisherId=17848299&releaseId=17958737&lang=no>
- Equinor. (2023, Mars 3). Hentet fra [equinor.no](https://www.equinor.com/no/energi/hydrogen):
<https://www.equinor.com/no/energi/hydrogen>
- Fiskerstrand Verft as. (u.d.). Hentet Mars 16, 2023 fra [fiskestrand.no](https://www.fiskerstrand.no/ombygging/):
<https://www.fiskerstrand.no/ombygging/>
- Flying Foil AS. (2019, September 19). Hentet fra [tronderlagfylke.no](https://www.trondelagfylke.no/contentassets/bd8d4260feb14f6bb7503ddc6360e168/flying-foil-sluttrapport-offentlig.pdf):
<https://www.trondelagfylke.no/contentassets/bd8d4260feb14f6bb7503ddc6360e168/flying-foil-sluttrapport-offentlig.pdf>
- Forskningsansvarlig. (2023, mars 15). (S. Wefring, Intervjuer)
- Gasum. (2019, Juni 3). Hentet fra [gasum.com](https://www.gasum.com/no/gasum/nyheter/2019/lng-er-hjornesteinen-i-det-nye-nordiske-okosystemet-for-gass/):
<https://www.gasum.com/no/gasum/nyheter/2019/lng-er-hjornesteinen-i-det-nye-nordiske-okosystemet-for-gass/>
- Grønmo, S. (2016). *Samfunnsvitenskapelige metoder*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Hawkes, A. (2019). How to decarbonise international shipping: Options for fuels, technologies and policies. I *Energy Conversion and management*. Elsevier Inc.

- Hentet fra
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890418314250?casa_token=6LyA_upYPd4AAAAA:YERL1Sn6Y4Ox1I2KGSFP4pYprcVYaploTbxcK4Eh8-ulgl-IxxnlJhHcjSBuIRhRG5ZV-a0MuqI
- International maritime organization. (1980, mai 25). Hentet fra imo.org:
[https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-\(SOLAS\),-1974.aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS),-1974.aspx)
- International Maritime Organization. (2021, September 14). Hentet fra
<https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Cutting-GHG-emissions.aspx>
- Jacobsen, D. I. (2015). *Hvordan gjennomføre undersøkelser*. Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Jensen, S. (2019, November 6). Hentet fra site.uit.no:
<https://site.uit.no/ladeteknologi/2019/11/06/ladelosninger-for-elektriske-ferger/>
- Larsen, A. K. (2017). *En enklere metode*. Oslo: Fagbokforlaget.
- Marineinsight. (2022, Mai 6). Hentet fra marineinsight.com:
<https://www.marineinsight.com/types-of-ships/what-are-hybrid-ships/>
- Maritimt forum. (2022, februar 17). *maritimt-forum.no*. Hentet fra <https://www.maritimt-forum.no/nord/nyheter/2022/har-hatt-en-arlig-vekstrate-pa-27-prosent>
- Mo, O. (2019, Mars 12). Hentet fra sintef.no: <https://blogg.sintef.no/sintefenergy-nb/hvorfor-installere-batterier-pa-skip/>
- Norges sjømatråd. (2023, januar 1). Hentet fra seafood.no:
<https://seafood.no/markedsinnsikt/nokkeltall/>
- NRK. (2014, oktober 23). Hentet fra nrk.no: <https://www.nrk.no/vestland/her-er-verdens-forste-elektriske-bil--og-passasjerferge-1.12002868>
- Nygård, O. (2019, August 12). Hentet fra enova.no:
<https://www.enova.no/bedrift/sjotransport/maritime-historier/dette-er-ingen-vanlig-bronnbat/>
- Nærings- og fiskeridepartementet. (1998, Juni 26). Hentet fra lovdata.no:
https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2007-02-16-9#KAPITTEL_3
- Nærings- og fiskeridepartementet. (2022, August 24). Hentet fra lovdata.no:
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2008-06-17-820>
- Osnes, L. (2023, April 19). Hentet fra skipsrevyen.no:
<https://www.skipsrevyen.no/bronnbat-firda-skandi-foula/firdas-ombygde-bronnbat-far-batteripakke/1511406>
- Overstyrmann. (2023, mars 13). (S. Wefring, Intervjuer)
- Pedersen, S., & Skjelvik, J. M. (2015, Mars 12). Hentet fra vista-analyse.no: <https://vista-analyse.no/no/publikasjoner/utvikling-i-skipsstorrelser-motor-og-drivstoffteknologi-fra-2006-til-2060/>
- Pon Cat. (2023, Mai 5). Hentet fra pon-cat.com: <https://www.pon-cat.com/no/pon-power/produkter/cat-produkter/marine-spesiallosninger/cat-scr-ststem>
- Regjeringen. (2021, 10 11). Hentet fra regjeringen.no:
<https://www.regjeringen.no/no/tema/mat-fiske-og-landbruk/fiskeri-og-havbruk/1/oppdrettslaksen/Norsk-havbruksnaring/id754210/>

- Regjeringen. (2021, Oktober 22). Hentet fra regjeringen.no:
<https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/innsiktsartikler-klima-miljo/klimaendringer-og-norsk-klimapolitikk/id2636812/>
- Regjeringen. (2021, November 26). Hentet fra regjeringen.no:
<https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/vil-styrke-klimamalene-for-skipsfarten/id2889907/>
- Ruud, M. (2018, Desember 25). Hentet fra tu.no: <https://www.tu.no/artikler/hvordan-fungerer-litiumholdige-batterier-br/454352>
- Sjøfartsdirektoratet. (2022, januar 26). Hentet fra sdir.no:
<https://www.sdir.no/sjofart/regelverk/rundskriv/veiledning-til-krav-til-opplaring-om-kjemiske-lager-for-energi-maritime-batterisystemer-om-bord-i-norske-skip/>
- Skipsrevyen. (2020, april 29). Hentet fra skipsrevyen.no:
<https://batomtaler.skipsrevyen.no/ms-ro-vision/ms-ro-vision/1095799>
- Skipsrevyen. (2021, April 30). Hentet fra skipsrevyen.no:
<https://batomtaler.skipsrevyen.no/ms-bjorg-pauline/ms-bjorg-pauline/1094327>
- Stensvold, T. (2017, Juli 10). Hentet fra tu.no: <https://www.tu.no/artikler/seatrans-vil-bygge-om-fire-skip-til-plug-in-hybrid/397098>
- Store norske leksikon. (2020, Desember 17). Hentet fra snl.no: <https://snl.no/LNG>
- Store norske leksikon. (2020, Juli 31). Hentet fra snl.no: <https://snl.no/hydrogendrivstoff>
- Store norske leksikon. (2021, November 29). Hentet fra snl.no: <https://snl.no/Parisavtalen>
- Store norske leksikon. (2021, Desember 14). Hentet fra snl.no: https://snl.no/urea#-Dannelse_av_urea
- Store norske leksikon. (2022, April 11). Hentet fra snl.no: https://snl.no/netto_null_-_utslipp_av_klimagasser
- Store norske leksikon. (2023, Mai 1). Hentet fra snl.no: <https://snl.no/hydrogenlagring>
- Store norske leksikon. (2023, Januar 30). Hentet fra snl.no:
<https://snl.no/br%C3%B8nnb%C3%A5t>
- Store norske leksikon. (2023, Januar 30). Hentet fra snl.no:
<https://snl.no/br%C3%B8nnb%C3%A5t>
- Store norske leksikon. (2023, April 24). Hentet fra snl.no: https://snl.no/ammoniakk_-_energibærer
- Sølvtrans. (u.d.). Hentet Mai 6, 2022 fra solvtrans.no:
<https://www.solvtrans.no/sustainability>
- Veterinærinstituttet. (u.d.). Hentet Mars 23, 2023 fra vetinst.no:
<https://www.vetinst.no/fagomrader/desinfeksjon/veileder-metoder-godkjent-for-desinfeksjon-av-vann-til-fra-akvakulturrelatert-virksomhet>
- Wärtsilä. (2023, april 30). Hentet fra wartsila.com:
<https://www.wartsila.com/nor/media/nyhet/25-03-2020-tester-ammoniakk-som-fremtidens-drivstoff>
- Yara. (2023, Mai 9). Hentet fra yara.no: <https://www.yara.no/kjemiske-og-miljomessige-losninger/kontroll-av-nox-utslipp-i-industrien/scr-sncr-system-eller-sncr-scr-hybridssystem/scr-teknologi/>
- Zerokyst. (2022, Juni). Hentet fra zerokyst.no: <https://zerokyst.no/wp-content/uploads/2022/08/Rapport-endelig-ZeroKyst-juni-2022.pdf>

