



BACHELOROPPGAVE

Barrierer og mulige løsninger for implementering av hydrogen som energibærer i norsk maritim sektor

Barriers and possible solutions for the implementation of hydrogen as an energy carrier in the Norwegian maritime sector

Ingvild Mundgjel Fjeld Johannessen, Margunn Tveit Osebakken og Mathina Fadnes Yogendran

FE403 Bacheloroppgave i Fornybar Energi

Fakultet for ingeniør- og naturvitenskap/Institutt for miljø- og naturvitenskap/ Fornybar Energi

Veileder: Rune Njøs

04.06.21

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle

kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1

Forord

Bacheloroppgaven markerer slutten på studiet Fornybar Energi ved Høgskulen på Vestlandet, Sogndal. Oppgaven er koordinert med forskningsprosjektet NTRANS, der HVL er deltaker. NTRANS forsker på utvikling av miljøvennlig energi fra et samfunnsvitenskapelig perspektiv, og i samspill mellom teknologi og samfunn. Forskingen går ut på å finne hvilke roller energisystemer i samfunnet har til en omstilling til et nullutslipp samfunn. Det har vært inspirerende å få kunnskap om hvordan bedrifter jobber med utvikling av nye teknologiske løsninger og alternative drivstoff for å gjøre den norske maritime næringen mer miljøvennlig.

Takk til informantene som har stilt opp til intervju og gitt oss gode og innholdsrike svar, samt et innblikk i deres arbeid med hydrogenutvikling. Vi vil også rette en stor takk til venner og familie for korrekturlesing av oppgaven.

Sist, men ikke minst vil vi rette en stor takk til vår veileder Rune Njøs. Rune har vist et stort engasjement for både oss og oppgaven, og har gjennom hele bachelorperioden kommet med svært gode tilbakemeldinger, motiverende ord og sammen har vi hatt et godt samarbeid. Dette har gitt oss inspirasjon og motivasjon til å skrive en god oppgave, tusen takk.

Sammendrag

Denne bacheloroppgaven er en kvalitativ studie som tar for seg barrierer for implementering av hydrogen som et alternativt drivstoff i den maritime sektoren, samt mulige løsninger og strategier informanter trekker frem. Det er blitt utført semi-strukturerte intervjuer av informanter fra bedrifter som arbeider med en overgang til grønn teknologi, hvor hydrogen i den maritime sektoren er i fokus.

En overgang til nullutslippsløsninger i den maritime sektoren kan bidra til å senke klimagassutslipp. Hydrogen kan være nyttig å bruke som energibærer i skipsfartøy, til tross for at utviklingen av hydrogenteknologien er tidlig i utviklingsfasen. Barrierer for implementering av hydrogen ser ut til å ligge i en umoden teknologi, noe som kan føre til høy usikkerhet. Umoden teknologi og usikkerhet kan videre føre til høye hydrogenkostnader, som kan danne risiko ved investering og satsing hos bedriftene.

Mangel på utprøving og erfaring kan føre til utilstrekkelig kunnskap og regelverk. Bruk av hydrogen som energibærer i maritim sektor ser også ut til å være knyttet til risiko. Antagelsen er at det er utfordrende å skape samarbeid og danne en fullstendig infrastruktur parallelt med investeringer. Dersom det blir gjennomført kan det bli mulig for bedrifter å teste ut teknologi samt for investorer å investere i teknologien. Dette kan bli gjennomført ved statlig støtte, i tillegg til private investeringer. Politiske virkemidler vil kunne fungere som strategier for implementering, da strengere krav til maritim sektor kan legge press på bedrifter for en grønn omstilling.

Abstract

This bachelor thesis is a qualitative study that addresses barriers to the implementation of hydrogen as an alternative fuel in the maritime sector, as well as possible solutions and strategies that the informants highlight. Semi-structured interviews have been conducted with informants from companies working on a transition to green technology, where hydrogen in the maritime sector is in focus.

A transition to zero-emission solutions in the maritime sector can help reduce greenhouse gas emissions. Hydrogen can be useful to use as an energy carrier in ships, despite the fact that the development of hydrogen technology is early in the development phase. Barriers for the implementation of hydrogen appear to be in an immature technology, which can lead to high uncertainty. Immature technology and uncertainty can further lead to high hydrogen costs, which can create risk when investing in companies.

Lack of testing and experience can lead to insufficient knowledge and regulations. The use of hydrogen as an energy carrier in the maritime sector also appears to be linked to risk. The assumption is that it is challenging to create cooperation and form a complete infrastructure in parallel with investments. If implemented, it may be possible for companies to test technology as well as for investors to invest in the technology. This can be done through government support, in addition to private investment. Political instruments will be able to function as strategies for implementation, as stricter requirements for the maritime sector can put pressure on companies for a green transition.

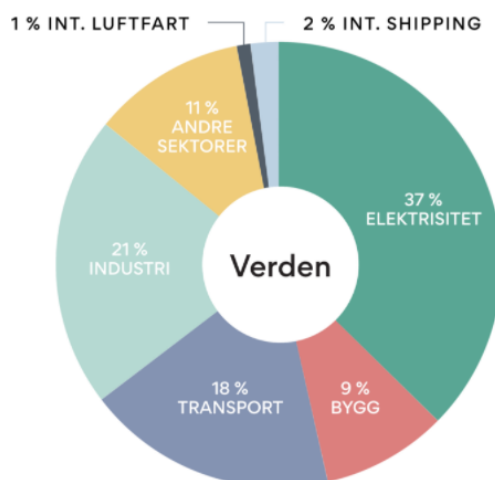
Innholdsliste

Forord	II
Sammendrag	III
Abstract.....	IV
1. Innledning.....	1
2. Kunnskapsgrunnlag.....	5
2.1 Grønn omstilling	5
2.2 Hydrogen som energibærer	6
2.2.1 Flytende hydrogen	7
2.2.2 Komprimert hydrogen	7
2.2.3 Kjemiske forbindelser	8
2.2.4 Produksjon	9
2.2.5 Risiko	12
2.3 Politiske ordninger og virkemidler	12
2.4 Maritim næring.....	13
2.5 Maritim næring på Vestlandet.....	16
2.6 Oppsummering	17
3. Metode.....	18
3.1 Bakgrunn	18
3.2 Valg av metode	18
3.3 Datainnsamling til kunnskapsgrunnlag	18
3.4 Intervju	19
3.4.1 Intervjuguide.....	19
3.4.2 Gjennomføring av intervju.....	20
3.5 Validitet, reliabilitet og generalisering.....	24
3.5.1 Validitet	24
3.5.2 Reliabilitet.....	25
3.5.3 Generalisering.....	25
4. Analyse.....	27
4.1 Forskningsspørsmål 1.....	27
4.1.1 Oppsummering	30
4.2 Forskningsspørsmål 2.....	30
4.2.1 Kunnskap	30
4.2.2 Teknologi	31
4.2.3 Økonomi og marked.....	32

4.2.4 Regulatoriske rammeverk.....	34
4.2.5 Oppsummering	35
5. Konklusjon.....	36
5.1 Forskningsspørsmål 1.....	36
5.2 Forskningsspørsmål 2.....	37
6. Litteraturliste.....	39
7. Vedlegg.....	42
Vedlegg 1.....	42
Vedlegg 2.....	44
Vedlegg 3.....	48

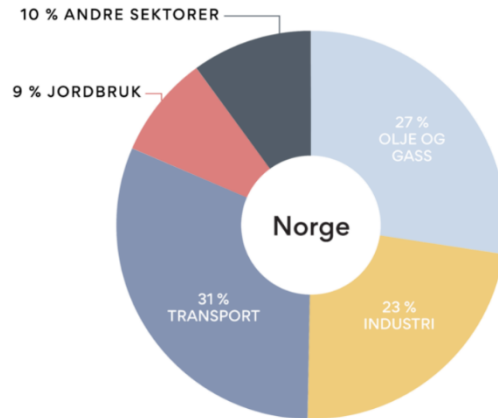
1. Innledning

I forsøk på å begrense klimaendringer og de globale utslippene ble De Forente Nasjoner (FN) sin klimakonvensjon vedtatt tidlig på 90-tallet. 197 land har ratifisert konvensjonen, og møtes årlig til klimatoppmøter. Under møtet i 2015 ble Parisavtalen vedtatt, avtalen går blant annet ut på å unngå at jordens temperatur skal stige med mer enn to grader fra førindustrielt nivå, innen slutten av århundret (FN, 2020). Siden den gang har den globale gjennomsnittstemperaturen steget med 1,13 grader (Norsk Klimastiftelse, 2021). Den største andelen av verdens klimagassutslipp er forårsaket av energiproduksjon, hvor de mest brukte energikildene vi mennesker nytter er fossile brensler; olje, kull og gass (FN, 2019). Dette er den største årsaken til utslipp av CO₂ til atmosfæren (Fredheim, u.d). På globalt nivå står produksjon av elektrisitet for de største utslippene, etterfulgt av industri, transport, bygg og andre sektorer som vist i *Figur 1*, s.1. For å oppnå en balanse mellom opptak og utslipp må elektrisiteten komme fra fornybare eller bærekraftige energikilder, i tillegg bør ekstra CO₂-utslipp bli tatt opp (Energi og klima, u.d.).



Figur 1: Viser prosentandel av globale CO₂-utslipp i 2017 (Energi og klima, u.d.).

Over halvparten av all olje som utvinnes i Norge i dag går til ulike transportformål, hvor veitransport nytter størst andel (Energi og klima, u.d). Totalt står transportsektoren, inkludert luftfart og internasjonal shipping for 21 prosent av de globale CO₂-utslippene. De globale utslippene fra maritim sektor utgjør om lag 3 prosent (Fredheim, u.d). I Norge står transportsektoren for over 30 prosent av de nasjonale utslippene som vist i *Figur 2*, s.2. Innenriks sjøfart og fiske er den nest største underkategorien etter veitransport, og står for 18 prosent av transportutslippene. Nasjonalt står den maritime sektoren for 8 prosent av CO₂-utslippene (Energi og klima, u.d).



Figur 2: Viser fordelingen av norske CO₂-utslipp i 2018 i ulike sektorer (Energi og klima, u.d.).

Frem til starten av 2000-tallet var fossile brenslere nesten utelukkende det som ble nytt til drivstoff, men de senere årene har Norge hatt en betydelig endring i denne bruken. Siden den gang har alternativer som; biodiesel, biogass, El-kjøretøy og ladbar bensin- og dieseltransport økt. Fornybarandelen av norsk transportsektor ligger derfor på om lag 19 prosent (Bøeng, 2019). For å nå målet om å halvere de nasjonale utslippene kreves ytterligere kutt i alle typer transportsektorer (Haarstad & Rusten, 2018). For å få til dette kreves forbedring av teknologier som allerede eksisterer, samt satsting på nye nullutslippsløsninger. Dette åpner opp for muligheter for nye markeder og har ført til økt interesse for alternative drivstoff, deriblant hydrogen hvor det innen maritim sektor er ventet en økning i forbruk de kommende årene (Klima- og miljødepartementet & Olje- og energidepartementet, 2019).

Når hydrogen nyttes som drivstoff har det ingen andre utslipp enn ren vanndamp, men under produksjonsprosessene kan det forekomme utslipp, avhengig av måten det blir produsert på. Nesten all hydrogen som produseres i dag er "grått", noe som fører til store CO₂-utslipp da det brukes olje, kull eller naturgass i produksjonen. Blått hydrogen produseres i likhet med grått hydrogen ved bruk av fossile kilder, men ettersom fangst og karbonlagring integreres i produksjonsprosessen reduseres utslippene betraktelig. Grønt hydrogen produseres ved elektrolyse basert på fornybar energi, og gir ikke utslipp. Om lag 4 prosent av dagens hydrogenproduksjon er grønn. Transport og distribusjon av hydrogenet spiller også inn på miljøpåvirkningene (Sintef, u.d.). Hydrogen kan på denne måten spille en viktig rolle som en alternativ løsning, da bruken av olje bør reduseres for å senke klimagassutslippene (Hydrogenforum, u.d.b). Maritim sektor sammen med tungtransport og industrielle prosesser

ser ut til å være de mest aktuelle bruksområdene for hydrogen ved en slik overgang (Klima- og miljødepartementet & Olje- og energidepartementet, 2019).

Norge har kunnskap om og tilgang til fornybare energiressurser, samt naturgass, og vil derfor kunne være sentral i å produsere og nytte hydrogen (Haarstad & Rusten, 2018). Med økende interesse og kompetanse for hydrogenteknologi, og flere pågående pilot- og demonstrasjonsprosjekter, har utviklingen gått raskere de seneste årene (Hydrogenforum, u.d.a). På Vestlandet er det samarbeidet for å analysere og kartlegge produksjon, forbruk og verdiskapningsmuligheter knyttet til hydrogen. Som en respons på kartleggingen etterspurte stortingets energi- og miljøkomité regjeringen om vedtak for støtte, vurdering og redegjøring for muligheter til å innføre hydrogen (DNV GL, 2016). I 2020 ble *Regjeringens hydrogenstrategi* lagt frem som første i sitt slag. Strategien la grunnlaget for videre arbeid med hydrogen, ettersom regjeringen la frem at hydrogen kan redusere utslipp og samtidig skape verdier for det norske næringslivet (Klima- og miljødepartementet & Olje- og energidepartementet, 2019).

Hydrogenteknologien er fremdeles på et tidlig stadium, noe som medfører usikkerhet knyttet til bruken av hydrogen som drivstoff. Forskning, teknologiutvikling og testing gjenstår før hydrogen kan bli kommersielt tilgjengelig (Klima- og miljødepartementet & Olje- og energidepartementet, 2019). Teknologien er ny, noe som gjør den kostnadskreven og medfører mangler ved sikkerhet, regelverk og infrastruktur. I tillegg må teknologien være konkurransedyktig i kostnad med andre energibærere (DNV GL, 2016). Dette er noen av barrierene som er knyttet til implementering av hydrogen i maritim sektor, og har dannet grunnlag for forskningsspørsmål 1.

Formålet med denne oppgaven er å se på hvilke utfordringer bedrifter innen maritim sektor i Norge anser som viktig for å lykkes med implementering av hydrogen, og beskrive løsninger informantene ser på som aktuelle, for at hydrogen skal få et gjennomslag i maritim sektor. Dette vil bli gjort ved å samle inn relevant data, og å utføre semi-strukturerte intervjuer med aktuelle bedrifter. Resultatene fra intervjuene vil bli presentert i analysen under seksjon 4.1 og 4.2, hvor det blir fremlagt aktuelle funn og fellesnevner.

Dette er våre forskningsspørsmål:

1. Hvilke utfordringer anser bedrifter i Norge som viktig for å lykkes med implementering av hydrogen i norsk maritim sektor?
2. Hvordan mener informantene at nevnte utfordringer kan løses?

2. Kunnskapsgrunnlag

Dette kapitlet danner kunnskapsgrunnlag for oppgaven, bestående av sekundærdata som primært er innhentet under datainnsamling, og vil legge grunnlag for forskningsspørsmålene. Hovedkildene som ble nyttet som sekundærdata er vist i *Vedlegg 3*, s.48. Rapportene er fra Det Norske Veritas og Germanischer Lloyd (DNV GL), Selskapet for industriell og teknisk forskning ved Norges tekniske høyskole (SINTEF) og Klima- og miljødepartementet (KLD) og Olje- og energidepartementet (OED).

For å kunne svare på hvilke utfordringer bedrifter møter ved arbeid med implementering av hydrogen i maritim sektor, samt potensielle løsninger, er det viktig å ha en forståelse for hva hydrogen er, hvorfor det er ønskelig med et hydrogensamfunn, hva som menes med den maritime sektoren, hvordan den maritime sektoren har utviklet seg til slik den er i dag, og visjoner for fremtiden. Det vil også være viktig å danne en forståelse rundt produksjonsmetoder, lagringsformer og hvordan hydrogenmarkedet er i dag. For å få mer utbytte av intervjuene vil være nyttig å opparbeide seg en begrepsforståelse, samt sette seg inn i bedriftene fra intervjuene. Kapitlet legger grunnlag for diskusjon i analysedelen.

2.1 Grønn omstilling

Menneskers utslipp må reduseres. FN stiller derfor bærekraftsmål og International Maritime Organization (IMO) setter mål spesifikt for skipsbransjen (FN Sambandet, 2021). IMO er en underorganisasjon i FN og har ansvar for sikkerhet innen shipping og forhindring av utslipp fra skip (IMO, u.d.).

Regjeringen påpeker at det kreves en global omstilling for å nå FNs bærekraftsmål, dette omfatter alle samfunnsordninger (Regjeringen, 2020b). Begrepet grønn omstilling er omfattende, hvor forskjellige betegnelser viser til ulike aspekter og grunnsyn på samfunnsendring mot fremtiden (Haarstad & Rusten, 2018). Grønn omstilling og det grønne skiftet omhandler generell samfunnsforandring i en mer miljøvennlig retning etter FNs bærekraftsmål (Olerud & Halleraker, 2021). Omstillingen varierer fra ulike land, men fellesnevneren er at alle har som mål å finne veien til en grønn økonomi, samtidig som det er viktig med et internasjonalt samarbeid med felles mål (Regjeringen, 2020b).

Ved en grønn omstilling av økonomien vil næringslivet spille en viktig rolle. Miljømessig utfall kan kobles opp mot produksjon, driftsegenskaper, produkter og tjenester som forsyner markedet. For å støtte en grønn omstilling kreves det ambisjoner, tilpasninger, bidrag og ansvar for å redusere eller kompensere de negative miljøvirkningene. Noen bedrifter begrenser seg til å følge kun lover og regler som er satt, mens andre arbeider mer aktivt med å inkludere grønn omstilling i profilering, produksjon og tjenester. Motivasjonen handler både om kunnskapsinnhold, prioritering og tidspunkt for etablering, i tillegg til hvilke faser i produksjonsprosessen miljøperspektivet og miljøeffektene kommer inn (Haarstad & Rusten, 2018).

Norge er nå i en prosess hvor det forsøkes å omgjøre energi som kommer fra fossile til fornybare kilder (FN Sambandet, 2021). Oljenæringen er Norges største næring med størst antall sysselsatte, inntekter til staten, investeringer og eksportverdi (Eika et al., 2010). Derfor oppstår det et dilemma mellom økonomiske og miljøvennlige prioriteringer i Norge. (Haarstad & Rusten, 2018). Det finnes en lang rekke tiltak og innføringer som kan bidra til en lav- og nullutslippsomstilling. I maritime anvendelser vurderes LPG (propan), LNG (flytende naturgass), etanol, metanol, syntetiske drivstoff, biodiesel, biogass, El-batterier og hydrogen som alternative drivstoff (DNV GL, 2019). DNV GL sitt mulighetsstudie for Vestlandet påpeker at noen fordeler ved hydrogen er at den kan bidra til et bærekraftig fornybarsamfunn, ved å blant annet gi eksportinntekter, arbeidsplasser og næringsutvikling i Norge (DNV GL, 2016).

2.2 Hydrogen som energibærer

Ideen om en slik hydrogenøkonomi og et hydrogensamfunn ble først lansert etter oljekrisen på 70-tallet, hvor interessen for fornybar energi vokste frem som en respons på krisen (Regjeringen, 2020). I motsetning til fornybare kilder som sol- og vindkraft kan hydrogen lagres og distribueres, slik som bensin og biodiesel (Tomasgard et al., 2019). Hydrogen har av den grunn vært foreslått som en energibærer som kan erstatte petroleumbaserte energibærere, etter hvert som oljeforbruket skal fases ut. Hydrogen vil være gunstig for miljøet dersom det brukes grønn energi i produksjonen, da dette ikke vil medføre utslipp i produksjonsprosessen (Hofstad, 2021). Likevel er hydrogenteknologien fremdeles umoden og dermed knyttet til usikkerhet. Det er fremdeles barrierer som hinder større etablering for bruk av hydrogen, da teknologien og kunnskapen trenger finpussing på flere områder. Dette kan

føre til risiko rundt investeringer og satsing, samt risiko knyttet til anvendelse og bruk (Steen M. et al., 2019).

Flere utfordringer rundt hydrogen som energibærer ligger i hvilke metoder som vil være mest gunstig og sikker for transport, lagring på fartøy og distribusjon (DNV GL, 2016). For lagring og transport vil den mest kostnadseffektive metoden avhenge av flere faktorer, slik som lagringens varighet, distansen hydrogenet skal transporteres og kostnad og energitap knyttet til produksjonsmetode (DNV GL, 2019).

Hydrogen som energibærer har lav energitetthet per volumenhet, når den opptrer som gass under atmosfærisk trykk og temperatur. Energitettheten må økes ved endring av tilstand til hydrogenet for å oppnå en effektiv transport og lagring. Hydrogenet kan komprimeres, kjøles ned slik at hydrogenet blir flytende eller bli konvertert gjennom kjemiske forbindelser (DNV GL, 2019). Selv om det finnes flere løsninger for lagring av hydrogen, er det i oppgaven valgt å se på fire former for lagring av hydrogen; Flytende hydrogen, komprimert hydrogen, kjemiske forbindelser i form av ammoniakk og organiske forbindelser i form av Liquid Organic hydrogen carriers (LOHC). Dette er på grunnlag av løsninger informantene nevner i intervjuene.

2.2.1 Flytende hydrogen

For at hydrogen skal være flytende ved atmosfærisk trykk må det kjøles ned til -253 grader celsius. Dette er hydrogen i sin mest konsentrerte form, og må forvares i godt isolerte kryotanker (Fjellvåg, 2017), som kan lagre materialer i en svært lav temperatur (Wikipedia, 2020). Under bruk vil fordamping bidra til å holde temperaturen nede, som en mindre energikrevende løsning. Nedkjølingsprosessen krever store mengder energi med dagens standardteknologi, det kan derfor nyttes kryokomprimerte tanker, som kan holde hydrogenet flytende opp til -240 grader celsius (Fjellvåg, 2017). Flytende hydrogen trenger ekstra investeringer i en dyr infrastruktur, da det kreves store mengder med emballasje for å transportere en liten mengde hydrogen (DNV GL, 2016). Dette gjør blant annet prosessen ved å omgjøre rent hydrogen til flytende kostbart sammenlignet med komprimert hydrogen (DNV GL, 2019).

2.2.2 Komprimert hydrogen

Når hydrogen utsettes for trykk fortettes den til en komprimert gass. I dag er komprimert hydrogen den formen for drivstoff som er mest nyttet i kjøretøy (Hofstad, 2021). Komprimert

hydrogen blir vanligvis transportert i enten trailertransport eller rørledninger (Tomasgard et al., 2019). Det komprimerte hydrogenet passer best for korte distribusjonsavstander og strekninger som krever moderat mengde med energi. I DNV GL sin rapport *Hydrogen som energibærer på Vestlandet Mulighetsstudie 2016* spesifiseres det at det vanligvis ikke er akseptert å lagre komprimert gass under dekk, da dette vil kreve en spesiell godkjenning (DNV GL, 2016).

2.2.3 Kjemiske forbindelser

2.2.3.1 Ammoniakk

Ammoniakk er en fargeløs gass med et høyt innhold av hydrogen, og er derfor egnet som energibærer. Under normale temperaturer og trykkforhold opptrer ammoniakk som gass, men kan gjøres flytende ved hjelp av kondensasjon, og dermed fylles på tanker. Ammoniakk kan sammenlignes med LPG når det gjelder transport og lagring. Foreløpig er ammoniakk lite utbredt som drivstoff, men som en del av det grønne skiftet er det planlagt å nytte ammoniakk for fremdrift av skip. Ammoniakk er karbonfritt, og ved bruk av en utslippsfri produksjonsmetode som grønt hydrogen, kan det nyttes som et karbonnøytralt brensel. Som drivstoff har ammoniakk fremdeles sine utfordringer på grunn av den høye antennelsestemperaturen, og innholdet av nitrogen som leder til utslipp av nitrogenoksid (NOx) som er en giftig gass. Utslipet kan bli unngått ved å direkte anvende ammoniakk i en brenselcelle. Teknologi for å løse problemene er under utvikling (Hofstad, 2020a).

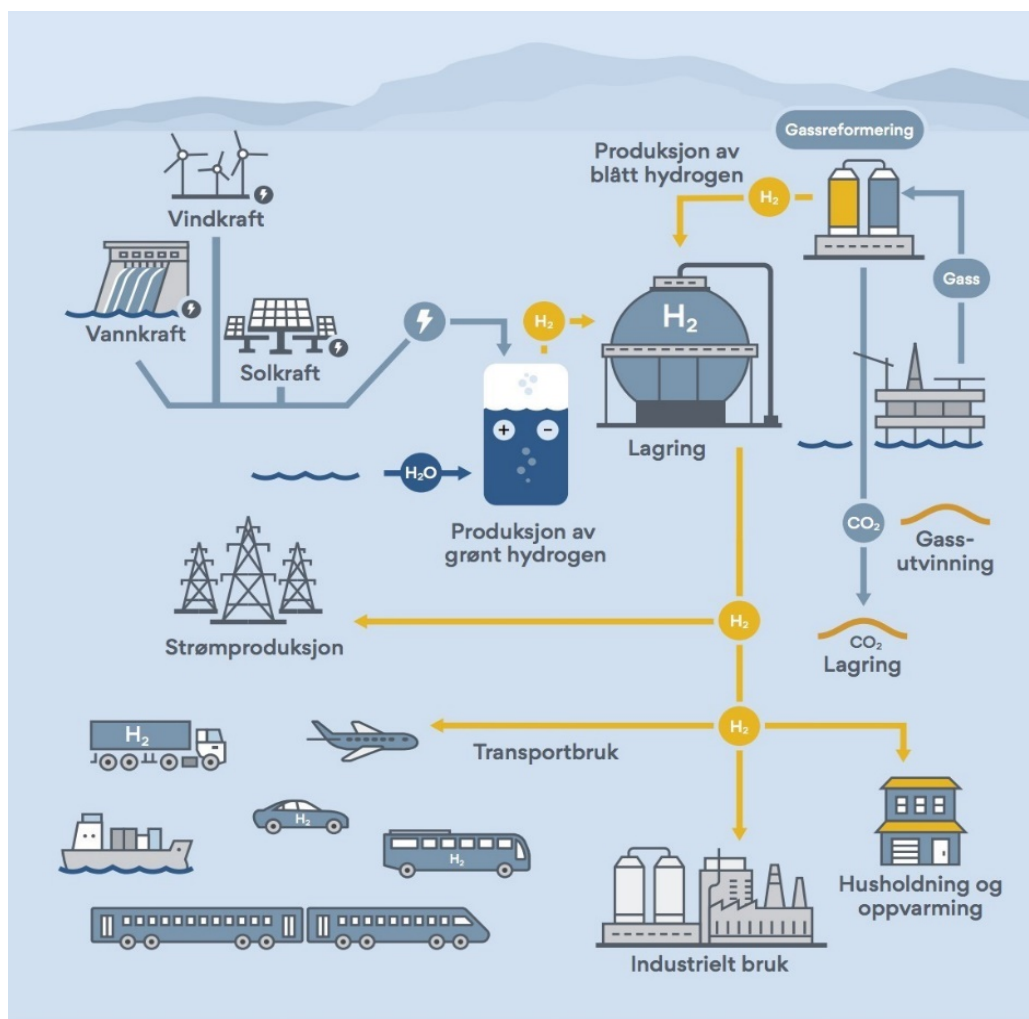
Bruken av ammoniakk til transport og lagring har sammenlignbare kostnader med LPG, men har høyere kostnader enn hydrogen i sin nøytrale form. Dette kommer av kostnader knyttet til omdanning av hydrogen til ammoniakk. Derimot kan kostnadene ved ammoniakk bli lavere enn hydrogen når det kommer til lagringsmetoden som blir nyttet (Klima- og miljødepartementet & Olje- og energidepartementet, 2019).

2.2.3.2 Organiske forbindelser (LOHC)

Ved å bruke oljelignende, organiske forbindelser kan det bindes og frigjøre hydrogen gjennom kjemiske reaksjoner. På denne måten kan forbindelsen fungere som en hydrogenrik energibærer, som enkelt kan lagres og håndteres som et ordinært oljeprodukt. Gjennom en dehydrogenering separeres hydrogenet fra oljen, noe som er en plasskrevende teknikk. Siden håndteringen av hydrogenet blir svært enkel, vurderes det som et aktuelt drivstoff der plassmangel ikke er et avgjørende problem slik som ved større fartøy (Hofstad, 2020b).

2.2.4 Produksjon

Det er usikkerhet rundt hvilken produksjonsmetode som vil være mest hensiktsmessig. Hydrogen er en energibærer som genererer elektrisitet og vann, hvor produksjonen trenger en utenforstående energikilde som fossil eller fornybar energi som vist i *Figur 3*, s.9. Det er ulike energikilder og metoder som blir nyttet til å produsere hydrogen. I oppgaven vil det bli sett på grønt, blått og grått hydrogen som er de mest aktuelle i henhold til intervjuene.



Figur 3: Viser hydrogenverdikjeden fra tart til sluttbruk, og produksjonsprosess for både grønt og blått hydrogen (Bjartnes A. et al., 2021, s.5).

2.2.4.1 Grønt hydrogen

Grønt hydrogen er dannet fra fornybare kilder og produseres gjennom elektrolyse hvor vann er det eneste avfallet. Produksjonsmetoden medfører en kostbar teknologi og større energitap, sammenlignet med å benytte seg av reformering av naturgass (Klima- og miljødepartementet

& Olje- og energidepartementet, 2019). Energitalpet er stort da det trengs om lag 50-55 kWh elektrisitet for å produsere 1 kilo hydrogengass med et energiinnhold på 33 kWh. (Horne & Hole, 2019). Elektrisiteten som er tilført vil splitte et vannmolekyl til to hydrogenatomer og ett oksygenatom, hvor hydrogenet omdannes til elektrisitet gjennom en brenselcelle (Klima- og miljødepartementet & Olje- og energidepartementet, 2019). Brenselcellen trenger kontinuerlig tilførsel av hydrogenatomer, og vil fungere som et batteri (Holtebekk et al., 2021). I brenselcellen skjer en omdanning fra kjemisk til elektrisk energi, hvor elektrokjemiske reaksjoner ved to elektroder skaper en spenningsforskjell som medfører en elektrodestrøm. Elektrodestrømmen kan nyttes til å drive en elektrisk motor (Andersen, 2003).

2.2.4.2 Blått hydrogen

Blått hydrogen er en kombinasjon av grått og grønt hydrogen, og er dannet av reformert naturgass med karbonfangst og lagring (CCS), hvor CO₂ fanges og lagres i undergrunnreservoarer (Bjartnes A. et al., 2021). CO₂ blir komprimert eller blir gjort flytende for å transporteres og lagres i reservoar. Ved dagens teknologi er det mulig å fange og lagre om lag 80-90 prosent av CO₂ fra produksjonen (Hegnsholt et al., 2019). I dag er det få CCS-anlegg i drift, og nyttes derfor ikke i stor skala (Bjartnes A. et al., 2021). Med få anlegg i drift er det vanskelig å kartlegge kostnader for fangst og lagring av CO₂. Hovedutfordringene blått hydrogen møter er tekniske hindringer rundt høye kostnader for CO₂-fangst og oppnåelse av lave lagringskostnader per tonn CO₂ (Horne & Hole, 2019).

Selv om det er få anlegg i drift, er det satsing på blått hydrogen. I august 2020 la regjeringen frem en melding til Stortinget om prosjektet Langskip (Regjeringen, 2020a). Prosjektet er et CCS demonstrasjonsprosjekt, og vil omfatte fangst, transport og lagring av CO₂ (Olje- og energidepartementet, 2020). Prosjektet vil ha en infrastruktur med kapasitet til lagring av store mengder CO₂ fra flere land, og er en av de første i verden av sitt slag (CCS Norway, u.d.).

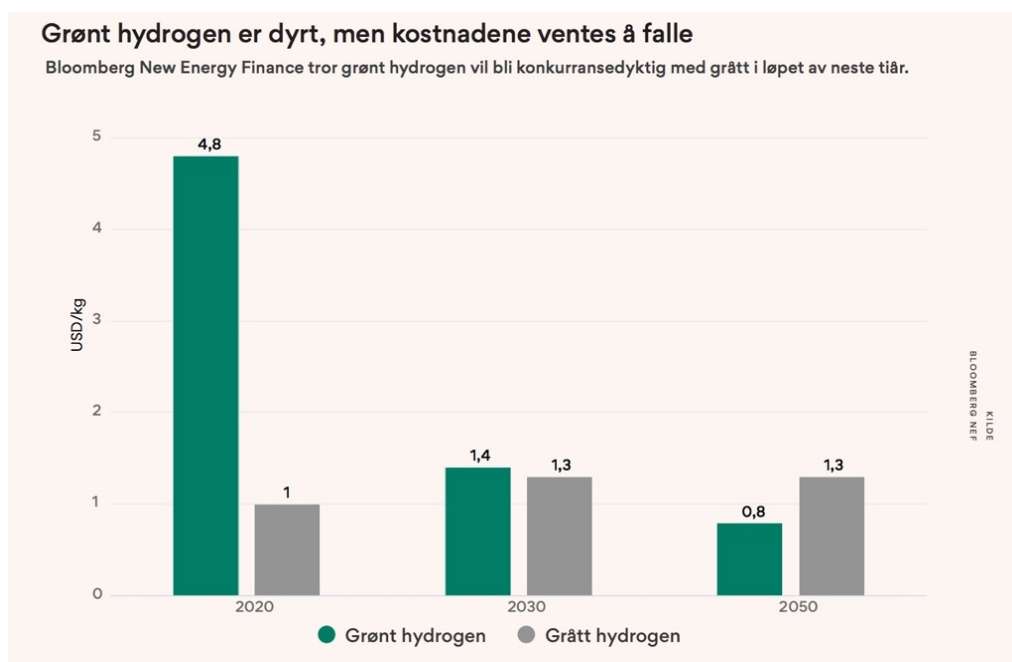
2.2.4.3 Grått hydrogen

Grått hydrogen er når hydrogen produseres fra naturgass uten karbonlagring, hvor sluttproduktet er CO₂ som slippes ut i atmosfæren (Bjartnes A. et al., 2021). I rapporten *Produksjon og bruk av hydrogen i Norge* som DNV GL har utført på bestilling av KLD og OED, kommer det frem at Norge produserer om lag 225 000 tonn med hydrogen til ulike industriprosesser fra naturgass (DNV GL, 2019). I dag er om lag 90 prosent av

hydrogenproduksjonen i Europa basert på grått hydrogen, dersom hydrogen som energibærer skal bli lav- eller utslippsfri vil det være behov for mer miljøvennlige metoder for produksjon (Klima- og miljødepartementet & Olje- og energidepartementet, 2019).

2.2.4.4 Produksjonskostnader

Grønt og blått hydrogen er mer miljøvennlig enn grått hydrogen, men dyrere å produsere. For å gjøre grønt hydrogen konkurransedyktig må produksjonskostnadene reduseres. Produksjon av grønt hydrogen er om lag tre ganger dyrere enn hydrogenproduksjon fra grått hydrogen, *Figur 4*, s.11. Dette kommer av at det kreves store mengder strøm for å produsere hydrogen gjennom elektrolyse, hvor strømmen som blir nyttet er fra fornybare energikilder med høye strømpriser (Bjartnes A. et al., 2021).



Figur 4: Viser Bloomberg New Energy sin oversikt over kostnadene mellom grønt og grått hydrogen i 2020, sammen med mulige kostnader i 2030 og 2050 (Bjartnes A. et al., 2021, s.18).

I tillegg til ulike kostnader mellom produksjonsmetoder, har hydrogen høye energi-, lagring- og utslippskostnader og et høyt energitap fra produksjon. Dette gjør hydrogen mindre lønnsomt, og det er fremdeles ikke konkurransedyktig med både fossilt drivstoff og andre lav- og nullutslippsløsninger (Klima- og miljødepartementet & Olje- og energidepartementet, 2019).

2.2.5 Risiko

Det er ulik risiko knyttet til de forskjellige hydrogenbærerne (DNV GL, 2019), men grunnet manglende erfaring ved bruk av hydrogen som energibærer i skipsfartøy, er det usikkert hvilken lagringsteknologi som vil møte de største sikkerhetsmessige og regulatoriske utfordringene (DNV GL, 2016). I tillegg vil det forekomme utfordringer ved design- og konseptløsninger innen de ulike fartøyene (DNV GL, 2019). Hydrogen kan være mindre risikofylt dersom det lagres utendørs, hvor hydrogenlekkasjer lett kan tynnes ut i luft og forhindre antenning. Ved lagring av hydrogen i innelukkende maskinrom i skip er faren for eksplosjon betydelig større (DNV GL, 2016).

2.3 Politiske ordninger og virkemidler

Grunnet høye hydrogenkostnader vil det være behov for virkemidler som enten kan senke hydrogenkostnadene eller legge til rette for CO₂-kvoter til tradisjonelle løsninger. I tillegg er det behov for politiske støtteordninger (Regjeringens hydrogenstrategi).

Forskningsrådet, Innovasjon Norge og Enova har samarbeidet med etablering av Pilot-E, som er et finansieringstilbud til det norske næringslivet. Slike ordninger kan bidra til raskere utvikling og utnyttelse av helt nye produkter og tjenester innen miljøvennlig energiteknologi på et nasjonalt og internasjonalt nivå (Enova, u.d.). Denne typen insentiver fungerer som en sterk drivkraft til utvikling av forskningsprosjekter, og er samtidig nødvendig for å utvikle et hydrogenmarked, da en av de større barrierene for implementering av hydrogen er å være økonomisk konkurransedyktig med andre energibærere (DNV GL, 2016).

I 2021 kom Pilot-E med tre nye tema, hvor de fokuserer på utslippsfri maritim nærskipfart, forsterking av knutepunkt av hydrogen og effektive fremtidige energisystem i omstilling (Innovasjon Norge, 2021). Pilot-E kan fungere som en sterk drivkraft til utviklingen av forskningsprosjekter innenfor hydrogen i den maritime sektoren (DNV GL, 2016).

Grunnet den økende interessen og satsingen på hydrogen på tvers av landegrenser vil et samarbeid kunne bidra til at utviklingen går raskere, samt gi bedrifter gode muligheter til å øke kvaliteten på egne prosjekter. Norge har derfor valgt å koble seg på Europas hydrogensatsing; Important Projects of Common European Interest (IPCEI), ordningen har som mål å støtte opp om innovative prosjekter som krever koordinert grenseoverskridende innsats, og er en viktig møtearena for samarbeid av europeiske hydrogenprosjekter. Denne

koblingen muliggjør storskala hydrogenproduksjon, hvor Norges deltakelse spiller en viktig rolle i regjeringens veikart for hydrogen (miljødepartementet, 2020).

I statsbudsjettet for 2021 ble det bevilget 100 millioner kroner til utvikling av infrastruktur og markeder for hydrogen. I mai 2021 foreslo regjeringen å bevilge ytterligere 85 millioner til formålet, samt 15 millioner til et nytt forskningssenter for miljøvennlig energi (FME). Dette er på grunnlag av et stort globalt potensial, hvor kunnskap, forskning og utvikling av hydrogen kan skape store verdier for norsk næringsliv. Det er også behov for utvikling av infrastruktur, som innebærer å få på plass knutepunkter og leveransekjeder, noe som vil legge til rette for at hydrogen kan bli kommersielt tilgjengelig. Bevilgningen bidrar særlig til teknologiutvikling gjennom pilot- og demonstrasjonsprosjekter, og forvaltes av Enova (energidepartementet, 2021).

2.4 Maritim næring

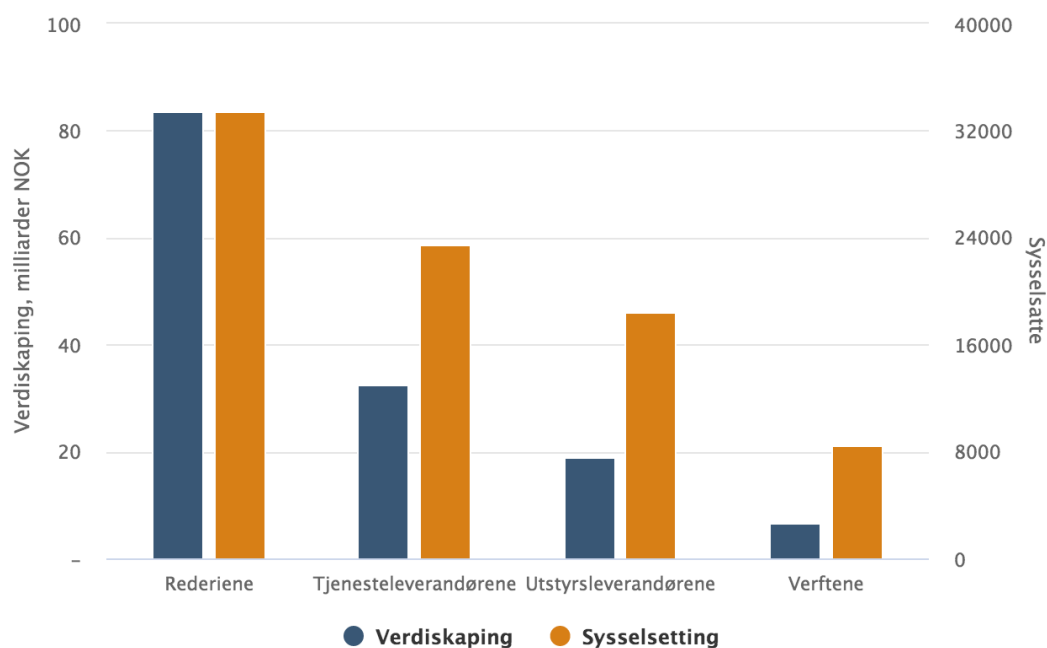
Med verdens nest lengste kystlinje er det naturlig at maritim sektor lenge har vært en viktig del av det norske næringslivet, som samlet sett utgjør en omfattende næringsklynge (Norsk Industro, u.d.). Skipsfart er blant Norges eldste næringsaktiviteter (handelsdepartementet, 2018). Den norske vareeksporten domineres i dag av varer som råolje, naturgass og fisk (Rolsdorph, 2021). Norge er den tredje største gasseksportøren i verden (Norsk Petroleum, u.d.). Landets geografiske forhold, særlig på Vestlandet og i Nord-Norge fører også til at fergetransporten er av stor betydning (Brudevoll, 2021). Fordelt på landets 130 ferjesamband, transporteres årlig 20 millioner kjøretøy og 40 millioner passasjerer på norske bilferger (Statens vegvesen, 2021). Dette danner et godt grunnlag for at bedriften kan tjene penger på hydrogen.

I et kunnskapsbasert Norge defineres maritim næring som virksomheter som designer, utvikler, bygger, leverer, vedlikeholder, modifiserer, eier, opererer og omsetter skip, utstyr og spesialiserte tjenester til alle typer skip og andre flytende enheter (Nærings- og fiskeridepartementet, 2015).

	VERDISKAPING, MRD.		SYSSELSETTING ³	
	2004	2013	2004	2013
Rederi	43,5	102,0	37 956	48 022
Tjenester	14,9	35,2	20 712	28 393
Utstyr	9,5	28,5	14 013	24 714
Verft	3,3	8,7	8 077	11 098
Totalt	71,2	174,4	80 757	112 227

Tabell 1: Viser en prosentvis økning i verdiskaping og antall sysselsatte innen de fire hovedsegmentene i norsk maritim sektor i perioden 2004-2013 (Nærings- og fiskeridepartementet, 2015).

Innen hovedsegmentene i norsk maritim sektor, ser det ut til at det er en betydelig overlapp med offshoresektoren. Utstørsleverandørene hadde den høyeste veksten i perioden 2004-2013, hvor om lag 60 prosent av utstørsleveransene gikk til offshoresektor, Tabell 1, s.14. Offshoresektoren var også ledende for fartøystypene innen skipsverftene, og verdiskapingen av rederiene.



Figur 5: Viser verdiskaping og sysselsetting til de fire hovedsegmentene innen maritim sektor i 2018 (Maritimt Forum, 2019).

Innen maritim næring sto rederiene for om lag 60 prosent av verdiskapingen og har høyest sysselsetting med 34 000 ansatte til lands og sjøs, *Figur 5*, s.14. For aktivitetsnivåene hos leverandørbedriftene er rederiene sentrale, da de står bak store innkjøps- og innovasjonsimpulser for resten av næringen. Rederiene samarbeider også tett med utstysleverandører ved utvikling av nytt og innovativt norsk utstyr (Maritimt Forum, 2019).

Utenom olje- og gassnæringen har den grønne maritime sektoren større verdiskaping per ansatt enn gjennomsnittet av andre norske næringer og fører til et stort potensial. Grønn maritim næring har doblet omsetningen mellom perioden 2014 til 2018, som i 2018 lå på om lag 28 milliarder kroner. Veksten kan skyldes en kombinasjon av lavere etterspørsel fra olje- og gassnæringen, sammen med økte satsinger på grønne løsninger. Dersom etterspørselen etter olje og gass minker, kan dette gjøre at grønn satsing øker, på denne måten kan den maritime næringen opprettholde konkurranseevne dersom det er økning i internasjonal etterspørsel av grønne løsninger, i tillegg til å skape konkurransedyktighet med fossile drivstoff. Per i dag ligger norsk maritim eksport i overkant av 200 milliarder kroner. Ved større internasjonalt fokus på å redusere utslipp vil det være behov en omstilling av norsk eksport i en grønn retning, da miljøvennlige løsninger kan bidra til økt eksport. Norske bedrifter som går foran med mer klimavennlig aktivitet kan legge et grunnlag for konkurransefortrinn (Helseth, 2019).

I juni 2019 kom Regjeringen med *Regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart* som går ut på hvordan Norge kan utvikle en bærekraftig skipsfart. Her skildres regjeringens ønske om å tilrettelegge en hydrogenstrategi, som skal fremme bruk av hydrogen i maritim sektor der det er mulig (Klima- og miljødepartementet & Olje- og energidepartementet, 2019).

Innen maritim transportsektor foregår det statlig innsats for etablering av infrastruktur for alternative drivstoff. Nettverk for hurtigladdestasjoner for elektriske fartøy er allerede etablert, mens alternativer som hydrogen og LBG (biogass), ikke har kommet like langt i utviklingen. I *Regjeringens hydrogenstrategi* hevdes det at markedet så tidlig som mulig bør være uavhengig av støtte (Klima- og miljødepartementet & Olje- og energidepartementet, 2019).

Potensialet for en grønn, norsk skipsfart i Norge er stort, og den maritime næringen er også avhengig av å lykkes internasjonalt (Nærings- og fiskeridepartementet, 2015). Norske kraftforsyningen er hovedsakelig basert på fornybar energi som vindkraft og den dominerende vannkraften. På grunn av tilgangen til energi fra vannkraft, samt en god

energisektor har Norge et konkurransefortrinn når det kommer til hydrogenproduksjon sammenlignet med resten av Europa. Norge har gode forutsetninger for produksjon av blått hydrogen da norsk sokkel har potensiale til å fungere som et lager for CO₂ (Klima- og miljødepartementet & Olje- og energidepartementet, 2019). Noen europeiske land viser skepsis til karbonlagringsmetoden som nyttes i blå hydrogenproduksjon, da det forlenger olje- og gassavhengigheten. Metoden kan legge begrensinger for eksport og satsing på blått hydrogen (DNV GL, 2019). Nærings- og fiskeridepartementet uttrykker at det også er viktig at regjeringen kommer med konkurransedyktige rammebetingelser for å lykkes internasjonalt (Nærings- og fiskeridepartementet, 2015).

I miljø- og klimadepartementets klimaplan frem mot 2030 vil regjeringen satse på grønn skipsfart grunnet nødvendighet for utvikling og bruk av null- og lavutslippsteknologi, for å skape en bedre konkurransekraft i maritim sektor. Norsk sjøfart nytter mange anløpssteder ved kysten, og regjeringen melder at det kan tilrettelegges nullutslippstransport til sjøs ved å bygge ut land- og ladestrøm, samt infrastruktur for alternativt drivstoff som ammoniakk, biodrivstoff og hydrogen. Det nevnes også at hydrogen kan være en viktig energibærer i tungtransport, som skal gå over lengre strekninger. Regjeringen har som mål å øke pilot- og demonstrasjonsprosjekter for å skape teknologiutvikling og kommersialisering (miljødepartementet, 2021). Pilotprosjektene kan bidra til økonomisk aktivitet i hydrogenmarkedet, og arbeidsplasser knyttet til produksjon, transport, utbygging, drift og vedlikehold for prosjektene. Slik kan det føre til større sysselsetting dersom hydrogen vinner frem som lav- og nullutslipps energibærer i maritim næring (Helseth, 2019).

Sommeren 2021 er det forventet at ferge- og hurtigbåtsrederiet Norled kommer med sin flytende hydrogenferge MF Hydra som skal settes i drift i Rogaland, dette er også verdens første av sitt slag. Fergen er et pilotprosjekt og har vekket interesse både i Norge, og internasjonalt. Gjennom prosjektet kan det skapes ny kompetanse, teknologi, driftserfaring og infrastruktur som kan vise til mulige løsninger for å nå klimamålene innen maritim næring, dette kan være drivere for det grønne skiftet og andre bedrifter innen maritimt hydrogen (Norled, u.d.).

2.5 Maritim næring på Vestlandet

Vestlandet alene utgjør om lag 20 prosent av den maritime verdiskapingen (Nærings- og fiskeridepartementet, 2015). DNV GL utførte i 2016 et mulighetsstudium av regionen. Her hevdes det at det er gode muligheter for grønn hydrogenproduksjon, da regionen har store

næringsaktører innen maritim sektor, kraftproduksjon og transportsektor. Det ligger mye kunnskap og erfaring i olje- og gass næringen som kan overføres til hydrogen næringen. Kraftproduksjon har et stort potensial som kan nyttes til hydrogenproduksjon, hvor hydrogenfergene kan utnytte kraften fra lokale anlegg uten behov for distribusjon av hydrogen over lengre distanser (DNV GL, 2016).

2.6 Oppsummering

Det er et stort potensial i lønnsomheten for tidlig satsing på et hydrogenmarked for fremtiden, med økonomi og miljø som drivere. Gjennom innsamling av sekundærdata kommer det frem at hydrogenutviklingen er i en tidlig fase av teknologisk, markeds og regulatorisk utvikling. I kunnskapsgrunnlaget tydeliggjøres det at Norge har et godt grunnlag for hydrogen til maritimt bruk, da den norske maritime sektoren, energisektoren og kraftforsyningen er store næringer. Selv om det tydes på at det er stort potensial for utvikling av den norske hydrogen næringen, viser det seg at utfordringene hovedsakelig ligger i høye hydrogenkostnader og umoden teknologi. I tillegg er det mangel på utprøvinger, kunnskap og kompetanse, rammeverk, retningslinjer, risikoanalyser og godkjenning, økonomisk lønnsomhet, fullstendig infrastruktur og konkurransedyktighet med andre energibærere.

3. Metode

3.1 Bakgrunn

Tredje kapittel redegjør hvilke metoder oppgaven har nyttet seg av for å besvare forskningsspørsmålet. Oppgaven tar for seg fremgangsmåten, innhenting av aktuell litteratur, valg av informanter, hvordan intervjuene er blitt gjennomført og hvordan dataene har blitt bearbeidet og analysert.

3.2 Valg av metode

Når en skal skrive et forskningsprosjekt må det benyttes en form for metode. En metode er et redskap som blir brukt for å skaffe ny kunnskap innenfor et felt, og dreier seg om hvordan informasjonen blir innhentet, organisert og tolket. I metode innenfor samfunnsvitenskapelig forskning blir det sett nærmere på sammenhenger mellom menneske og samfunn. Det blir fokusert på mønster, samhandlinger og relasjoner. Samfunnsvitenskapelig metode blir delt inn i to kategorier; kvantitativ og kvalitativ (Larsen, 2007).

Kvantitativ metode blir tatt i bruk dersom det er behov for en representativ metode som skaper bredde, hvor data kategoriseres som tallverdier. Kvalitativ metode blir nyttet der det er behov for en metode som skaper dybde. Dataen sier noe om ikke-tallfestbare informasjon fra informanter, ofte kalt mykdata (Larsen, 2007). Kvalitativ og kvantitativ metode skilles også inn i kategoriene, induktiv og deduktiv. Induktiv handler om å gå fra de enkelte fakta til allmenne prinsipper eller lover. Fordelen er at teoriene får virkelighetskontakt eller empirisk innhold, men er alltid usikre. Deduktiv trekker logisk og nødvendige slutninger. Fordelen er at de alltid blir sikre og sanne, men deres relevans for virkeligheten er tvilsom (Dahl, 2019).

I denne oppgaven blir det benyttet kvalitativ metode. På bakgrunn av forskningsspørsmålets formulering vil en kvalitativ metode være mest egnet da det gir mulighet for å få utdypende og helhetlig informasjon gjennom intervjuene, sammenlignet med enkle og konkrete svar som ville forekommet ved bruk av kvantitativ metode.

3.3 Datainnsamling til kunnskapsgrunnlag

Datainnsamling skilles mellom innsamling av primær- og sekundærdata. Primærdata er den informasjonen som blir samlet inn gjennom ulike metoder som blant annet intervju og observasjon. Sekundærdata er informasjon som er samlet inn og er tilgjengelig i blant annet bøker, avhandlinger og rapporter (Larsen, 2007). I en tidlig fase i datainnsamlingsprosessen

vil det være behov for å få en forståelse av sammenhengen mellom de ulike funnene. Underveis og senere i prosessen, bør det kontrolleres at funnene er korrekte. Det er viktig å definere tydelige mål for datainnsamling for å sikre at dataen er relevant og kan besvare forskningsspørsmålene (Hesvik, 2017).

I forkant av intervjuene var det nødvendig å opparbeide en forståelse av hydrogen, og da særlig innen maritim sektor. For å oppnå en økt begrepsforståelse og få mest mulig utbytte av intervjuene var det videre nødvendig å studere bedriftene. Noe som ble gjort ved å lese relevante artikler og rapporter, samt de ulike bedriftenes nettsider. I dette tilfellet vil det si at resultatene fra intervjuene er oppgavens primærdata, og informasjonen som er samlet inn på forhånd og i etterkant av intervjuene er sekundærdata. Det ble utført litteratursøk gjennom Oria for å finne relevante dokumenter.

3.4 Intervju

Det er nyttet intervju som metode i oppgaven, for å kunne se på bedrifters perspektiv ved implementering av hydrogen i den maritime sektoren, og hvilke barrierer de møter. Oppgaven tar utgangspunkt i semi-strukturerte intervjuer, der spørsmålene er bestemt på forhånd. Slik ble det lettere å sammenligne likheter og ulikheter blant svarene fra informantene. Ved behov ble det stilt oppfølgingsspørsmål, og på denne måten fikk intervjuene en naturlig flyt. Spørsmål som ble stilt under intervjuene ligger i *Vedlegg 1*, s.42. For at informantene selv kunne formulere svarene, var det ikke satt faste svarkategorier. Grunnet omstendigheten rundt Covid-19, var det ikke aktuelt med et tradisjonelt intervju, derfor ble videosamtale det beste alternativet. Intervjuene ble holdt via Teams eller Zoom.

3.4.1 Intervjuguide

En intervjuguide fungerer som et veiledende skjema, og gir en oversikt over tema og spørsmål som skal stilles under intervjuet. Spørsmål i en intervjuguide bør være beskrivende og knyttet opp mot konkrete tema, hendelser og handlinger (Johannessen et al., 2006). I intervjuguiden presenterte vi oss selv, informerte om hva oppgaven gikk ut på, og hvilke typer spørsmål som skulle bli stilt. I tillegg til spørsmålene i intervjuguiden var det mulighet for oppfølgingsspørsmål under intervjuene, samt muligheter for informantene å komme med spørsmål både før og etter intervjuet.

3.4.2 Gjennomføring av intervju

Valg av informanter

Informantene som ble valgt til intervju, ble strategisk valgt i relevans til vårt første forskningsspørsmål. Dette la grunnlag for vårt andre forskningsspørsmål. Strategisk utvalg bygger på antagelser om at informantene som sitter med erfaring og opplevelse er de som kan representere kunnskapen best (Askheim & Grenness, 2008). Bedriftene informantene er tilsatt i ble funnet gjennom dokumentinnsamling og valgt grunnet involvering i pågående maritime hydrogenprosjekter. Kontaktinformasjonen til informantene ble funnet på de aktuelle bedriftenes nettsider. I noen tilfeller ble vi videresendt til mer aktuelle aktører innad i bedriftene. Ved å intervju informantene har vi fått innblikk i bedriftene sine utfordringer, og hva de anser som viktig for å kunne lykkes med implementering av hydrogen som energibærer.

Presentasjon av bedrifter og informanter

For å kunne utføre intervjuene kreves det godkjenning fra Norsk Senter for Forschungsdata (NSD), inklusivt et samtykke fra hver av informantene. De aktuelle informantene fikk tilsendt en e-post vedlagt et skriv fra NSD, som vi hadde fylt ut. I e-posten ble det det også gitt mulighet for valg av dato og tidspunkt for intervju. Det ble gitt samtykke fra samtlige informanter til å oppgi deres for- og etternavn, stillingstittel og navn på bedriften. I sitat vil oppgaven referere informantene ved etternavn og bedrift, mens i analysen vil alle refereres som informant. *Tabell ,2 s.20* viser oversikt over informantene.

Nr.	Informanter	Bedrifter
1.	Kristian Osnes, Daglig Leder	HAV Hydrogen
2.	Maria Brandsøy, Forretningsutvikler Mark Purkis, Prosjektkonsulent	Ocean Hyway Cluster (OHC)
3.	Tine L. Trøen, Energirådgiver Thomas Lewis, Prosjektrådgiver	Greensight
4.	Tomas Tronstad, Administrerende direktør	HYON
5.	Vegard Lavik, Prosjektleder	INC Gruppen

Tabell 2: Viser en oversikt over informanter og bedrifter som er blitt intervjuet i oppgaven. Brandsøy og Purkis fra OHC var begge til stede under samme intervju, det samme gjelder Trøen og Lewis fra Greensight

Norled fikk i 2018 utviklingskontrakt med Statens vegvesen til å bygge den første bil- og passasjerfergen drevet på hydrogen, og i 2019 fikk de støtte fra EU til å bygge enda en ferge til hydrogen drift (Stensvold, 2019). Det ville vært sentralt for vår oppgave å intervjuer Norled, men på grunn av travle tider hadde de dessverre ikke kapasitet til å stille opp til intervju.

HAV Hydrogen – Skipsdesign og verft

HAV Hydrogen er en totalleverandør innen forstudier, hydrogensystemer, skipsintegrasjon og samarbeid med offentlige virkemiddelapparatet og private investorer. Fra 2021 er de en del av Hav-konsernet, der fire selskaper med spesialkompetanse innen ledelse av maritim industri gjennom den grønne overgangen er samlet i en gruppe. Systemene deres er et resultat av år med forsknings- og utviklingsarbeid med ulike prosjekter. I samarbeid med forskningsinstitusjonene SINTEF Ocean og Christian Michelsen Research (CMR) Prototech har de ulike selskapene i konsernet brukt sin kompetanse innen skipsdesign, maskinsystemer, styringssystemer, kraftelektronikk, skipsbygging og skipsoperasjoner for å finne de optimale hydrogenløsninger for null- utslippsseiling for store fartøyer (Hav hydrogen, u.d.).

De neste ti årene skal maritim bransje kutte utslippene ned mot 50 prosent. Det mener vi at man ikke klarer bare ved å gå til LNG, eller bare ved å optimalisere skipene. Så det er et stort antall skip som enten må bygges om, eller det må bygges nye skip med lavutslipp eller nullutslippsløsninger. Vi mener at hydrogenløsningene vi utvikler nå, kommer til å være relevante for en andel av dette markedet. Osnes, HAV Hydrogen

Ocean Hyway Cluster – Klynge og nettverk

OHC er en norsk hydrogenklynge som tar sikte på å realisere maritim bruk av hydrogen. Klyngen er et kompetansesenter og en møteplass bestående av bedrifter og aktører som dekker hele verdikjeden. De bidrar med nettverksbygging og prosjektledelse, forskning og utdanning, administrasjon og teknisk kunnskap. Klyngen arbeider med å påvirke politikere, endre forskrifter og promotering av klyngemedlemmene (OHC, u.d.).

Vi snakker med politikere og prøver å få de til å se på fergestrekninger, politikerne stiller krav til at fergen må gå på hydrogen eller ha nytt utstyr. Vi prøver å påvirke dem, og fortelle hvilke virkemidler som kreves av næringslivet for å nå prosjektet. Purkis, OCH

Greensight – Energi og hydrogenproduksjon, rådgiving

Greensight er et rådgivingselskap bestående av fagfolk med kunnskap om fornybar energiløsning og energimarked. Selskapet arbeider med hydrogen innenfor nullutslippstransport, både på land og maritimt, og med energisystemer. Selskapet leverer mulighetsstudier og investeringsanalyser, holder oversikt over markeder og leverandører, hjelper å bygge markedsscenario og strategier, utvikler konsepter, forretningsmodeller og verdikjeder. De ønsker å bidra til en raskere grønn omstilling, og innfasing av energiløsninger som gir nullutslipp, og jobber aktivt for å hjelpe bedrifter til å gripe mulighetene med å være i forkant av denne energiomstillingen (Greensight, u.d.).

Vi er en rådgivningsbedrift, så helt konkret jobber ikke vi med noen egne prosjekter. Vi selger kunnskapen om hvordan en skal gjøre det, og hva som er nødt og ligge til rette for at man skal kunne få gode prosjekter og bygge dem ut. Trøen, Greensight.

HYON - Utstyr og tjenesteleveranse

HYON eies av selskapene Nel, Hexagon Purus og PowerCell, hvor selskapet benytter hver partners respektive teknologier og kompetanse, til å styre og utvikle prosjekter for å effektivt integrere og optimalisere nullutslippskraftløsninger. HYON jobber for å muliggjøre rene og lønnsomme energiløsninger, og tilbyr komplette hydrogenteknologier. Selskapet har kompetanse innen maritim og offshoreindustri, og tilbyr bunkrings-, tank- og drivstofforsyningssystemer, gassavlastings- og ventilasjonsmastesystemer, modulære maskinromløsninger og kraftverk med integrerte brenselcelle-, hjelpe-, sikkerhet og automatiseringssystemer. I tillegg dekker HYON landbaserte systemer som containeriserte energisystemer, inkludert elektrolyse, lagring av hydrogen og brenselceller som produserer elektrisitet (Hyon, u.d.).

HYON ble etablert fordi man så at en av utfordringene for den maritime bransjen er at hydrogen er helt nytt. Det er veldig mange spørsmålstegn rundt hvem som skal levere, hvordan setter vi opp løsninger og hvordan det kan bli godkjent. Vi ønsker å være et «one stop shop» sted for komplette løsninger med hydrogenløsninger i båter. Å hjelpe til med det som trengs for å sy produksjonen sammen, lage pakkeløsninger. Tronstad, HYON.

INC Gruppen – havner og forsyningsbaser

INC Gruppen er en komplett næringsklynge bestående av en rekke bedrifter innenfor et bredt spekter av tjenester og markeder, hvor hovedtyngden er knyttet til oljeforsyningsbasen Fjord Base i Florø. INC Gruppen har aktivitet innenfor mekaniske fag, elektro og automasjon, som leverer varer både on- og offshore, regionalt og nasjonalt. Klyngen satser også på landbasert fiskeoppdrett. INC Invest og Sogn og Fjordane Energi (SFE) har stiftet selskapet HyFuel, hvor målet er å etablere et anlegg for hydrogenproduksjon som skal levere hydrogen og LOHC til den maritime næringen i inn- og utland. HyFuel vil utvikle, eie og drifte anlegg for produksjon av hydrogen og LOHC, samt leveranse og utnyttelse av biproduktene oksygen og varme (INC Gruppen, u.d.).

Vi jobber aktivt med å beskrive løsninger og tekniske konsept for å modne det. Vi ønsker å utrette synergiene mellom landbasert oppdrett og hydrogenproduksjon for å kunne levere et bærekraftig drivstoff til den marine næringen. Det er jo sånn sett et marked som ikke er der i dag, men som vi forventer vil komme. Lavik, INC Gruppen

Videosamtale og lydopptak

Hvordan stemningen er og oppfattes gjennom intervju kan variere med hvor informanten befinner seg. Informanter kan ofte oppfattes mer avslappet hjemme enn på arbeidsplassen, men avbrytelser fra blant annet barn, partner og husdyr kan forekomme (Johannessen et al., 2006).

Før selve intervjuprosessen startet ble informantene spurt om samtykke for lydopptak, som ble gjort både i e-post og på videosamtale før intervjuet startet. Her ble det opplyst hvordan opptakene ville bli bevart, at selve intervjuet ville bli transkribert og deretter slettet. Det ble tilbudt å sende det transkriberte dokumentet og utvalgte sitat til informantene, for kontroll og eventuelle tilleggsopplysninger. Ved å benytte lydopptak ga det en trygghet på at det som ble sagt underveis ikke gikk tapt. Slik ble det gitt mulighet for fullt fokus på informanten, som medførte en god kommunikasjon og en fin flyt gjennom hele intervjuet.

Transkribering

Transkribering er når muntlig form blir oversatt til skriftlig. For å vurdere hva som er nyttig i en konkret situasjon, er det avgjørende å vurdere hvordan transkripsjonen blir utført og hva som bør bli tatt med. Som hovedregel vil det være en fordel å transkribere til bokmål eller nynorsk, men dersom noen av informantene kommer med dialektord som kan ha en særegen

betydning, vil det være lurt å vurdere om en skal ta dette med i transkriberingen (Tjora, 2012). Oppgavens intervjuer ble transkribert, på denne måten ble det lettere å bearbeide informasjonen som ble gitt gjennom intervjuene, samtidig som viktig og relevant informasjon ble sikret.

Analyse

Ved samfunnsvitenskapelige undersøkelser er tolkning og analyse av data en sentral del. For å gjøre analysearbeidet håndterlig bør datamengden reduseres, dette gjøres uavhengig av hvilke data som er samlet inn. Ved kvantitative data analyseres dataene ved opptelling der det blir brukt ulike statistiske teknikker, mens analyse av kvalitative data består av bearbeidet tekst (Johannessen et al., 2006).

Ved å arbeide med transkripsjonene ble vi godt kjent med tekstene fra intervjuene. Til oppgaven ble det notert ned gjentakende tema, som deretter ble delt inn i underkategoriene; dagens situasjon, barrierer og løsninger. Etter videre bearbeiding av intervjuene ble det hensiktsmessig å sortere temaene inn i underkategoriene; Kunnskap, teknologi, økonomi og marked samt regulatoriske ressurser, som videre vil bli diskutert i seksjon 4.2.

3.5 Validitet, reliabilitet og generalisering

3.5.1 Validitet

Ved kvalitative undersøkelser handler validitet om hvilken grad funnene klarer å reflektere formålet med oppgaven, og representere sannhet og virkelighet (Johannessen et al., 2006). Validitet dreier seg med andre ord om hvorvidt informasjonen er gyldig eller relevant (Hellevik, 2002). Det kan bli utfordrende å samle inn relevant data som svarer på problemstillingen. En må derfor nytte kunnskap til argumentasjon og refleksjon, samt møte motstand og kritikk til teoriene (Halvorsen, 2008). For å kontrollere resultatene, kan transkripsjonen bli sendt til informanter for bekreftelse (Johannessen et al., 2006).

På bakgrunn av at ingen hadde tidligere erfaring med intervju, kan dette ha påvirket kvaliteten på spørsmålene våre og selve gjennomføringen av intervjuene. I etterkant av intervjuene så vi at spørsmålene burde være mer konkrete. Dette kunne blitt gjort ved å utdype kunnskapsgrunnlaget før spørsmålene ble dannet og intervjuene ble gjennomført. Målet var å stille åpne spørsmål, men noen kan ha blitt formulert på en måte som har bidratt til å gjøre dem ledene. Det bør tas i betraktning en av informantene var nyansatt i bedriften da

intervjuet ble gjennomført. Dette kan ha medført at vedkommende ikke har gitt sikre eller utfyllende svar, og dermed hatt en påvirkning på oppgavens validitet.

3.5.2 Reliabilitet

I en god reliabel oppgave er det tydelig, oversiktlig og enkelt å finne frem til hvilke data som blir nyttet, hvordan dataen ble samlet inn og hvordan de er bearbeidet. Reliabiliteten i kvalitative forskninger kan styres ved å gi en god beskrivelse av konteksten, hvor fremgangsmåten gjennom hele forskningsprosessen blir fremstilt. Det vil derfor være mulig å finne frem til dokumentasjon av datainnsamling, metode og avgjørelser (Johannessen et al., 2006).

Ved å nytte dokumentinnsamling og intervju ved kvalitativ metode, er det samlet inn data som vil være relevant for å kunne besvare våre forskningsspørsmål. I oppgaven vil det bli sett på gyldigheten og relevansen av informasjonen som er samlet inn gjennom intervjuene. Ved intervju kan usikkerhet om informanten er helt eller delvis ærlig være utfordrende.

Mangel på anonymitet kan føre til et ønske om å gi et godt inntrykk, og dermed påvirke svarene (Larsen, 2007). Dette kan reduseres ved å stille åpne spørsmål, hvor informanten kan svare drøftende. Informanten representerer bedriften, og kan oppleve en grad av organisasjonsforpliktelse. Tilhørighet, stolthet og lojalitet kan være påvirkende faktorer (Askheim & Grenness, 2008). For å motvirke organisasjonsforpliktelse kunne det blitt nyttet full anonymitet.

3.5.3 Generalisering

Enhetene som blir valgt ut er bare en del av tema, variabler, kontekst, tid, personer og hendelser som er ønsket å studere. Det er sjeldent nok ressurser til å utføre en undersøkelse som dekker en hel populasjon (Jacobsen, 2021). Som utgangspunkt for undersøkelsen velges det derfor ut mindre grupper.

De fem bedriftene oppgaven tar utgangspunkt i, kan ikke gi et generelt bilde av hydrogenverdikjeden i Norge. Ved å ikke dekke bedrifter og aktører innen alle ledd av verdikjeden, blir det tatt i betraktning at det kan oppstå feilkilder i form av manglende kunnskap for å kartlegge en helhetlig oversikt. Det er derfor viktig å spesifisere at oppgaven ikke kan generaliseres, men gi et innblikk i hva som er i fokus ved barrierer og mulige løsninger for implementering av hydrogen i den maritime sektoren hos bedrifter i Norge.

Oppgavens intensjoner var å intervju bedrifter og aktører innen forskjellige ledd i hele verdikjeden i den maritime sektoren i Norge, men dette ble for omfattende og tidskrevende. Det ble derfor valgt å intervju informanter innen ulike ledd i verdikjeden, som utstyr- og serviceleverandører, havn- og forsyningsbaser, forskning- og utdanningsinstitutt, verft og

4. Analyse

For å forstå utfordringene bedrifter i Norge står ovenfor ved implementering av hydrogen, vil det være behov for å kartlegge hvilke barrierer som er til stede. Hovedtemaene som kommer frem i barrierene legger til grunn for mulige strategiene og løsningene.

I seksjon 4.1 vil forskningsspørsmålet som omhandler hvilke utfordringer bedrifter anser som viktig for å lykkes med implementering av hydrogen i den maritime sektoren diskuteres, her blir det tatt for seg hva som skjer i dag, videre kommer det frem ulike hovedtema for barrierer ved implementering, som legger grunnlag for underkategoriene som vil bli analysert i seksjon 4.2. I forskningsspørsmål 2 vil det bli lagt frem hvordan informantene mener at utfordringene kan løses.

4.1 Forskningsspørsmål 1

Gjennom intervjuene kommer det frem at det fremdeles er mangel på kunnskap, dette kan føre til flere implikasjoner innenfor utfordringer ved utforming av regulatoriske rammeverk, håndtering av risiko og hvordan hydrogenkostnadene kan bli redusert. Informantene mener det kan være hensiktsmessig å nytte kompetente fagarbeidere fra olje- og gassnæringen, og på denne måten overføre kunnskap og erfaring til hydrogennæringen.

Det uttrykkes at det likevel vil være mangel på spesialiserte fagarbeidere innad i bedriftene i alle ledd av hydrogenverdikjeden. Informantene ser utfordringer gjennom hele hydrogennæringen, spesielt ved å finne hvilken teknologi som skal utvikles og satses på, da det sjeldent er de første som tester ut teknologien som lykkes. Informantene påpeker at dette fører til utfordringer ved utvikling av teknologien, da mange velger å vente med satsing for å se hvordan det går med andre. Informantene ser et behov for utprøvinger av de aktuelle teknologiene, og på denne måten komme opp med den beste teknologiske løsningen for bruk av hydrogen som energibærer. Det hevdes at det ikke vil være én teknologi som vinner frem, men bedrifter som jobber med teknologien ved implementering av hydrogen ser at det vil være ulike teknologier som vil lønne seg ved ulik bruk innad i ledd.

Vi er midt oppe i dette, og det er ikke gitt at det er én vinner til slutt. Sannsynligvis blir det ikke bare én vinner, men en kombinasjon. Kombinasjon i betydningen av at for noen båter og noen skipssegmenter så vil den ene løsningen være best, for andre så vil en annen løsning være best. Tronstad, HYON.

En informant synliggjør utfordringer og status blant de ulike lagringsformene for hydrogen hvor komprimert hydrogen blir ansett som den mest utviklede formen for lagring, mens flytende fremdeles har en del utfordringer ved lagring og overføring. Det ble også gitt uttrykt for at LOHC fremdeles er i en tidlig fase, men er derimot lettere å håndtere sammenlignet med komprimert hydrogen. Informanten forteller videre at brenselceller er under utvikling og må derfor testes før de blir kommersielt tilgjengelig, mens modenheten på vanlige protonledende membran brenselceller, også kalt polymerelektrolyttmembran (PEM)-brenselceller derimot nærmer seg et nivå for implementering. I DNV GL sin synteserapport *Produksjon og bruk av hydrogen i Norge*, blir det lagt frem at PEM-brenselceller anses som mest aktuell, da brenselcellen har blitt testet i praksis gjennom flere maritime prosjekter.

Derimot blir det påpekt at ulike typer drivstoff vil kreve forskjellige typer brenselceller, og slik burde det også testes prosjekter av forskjellige brenselcellesystem (DNV GL, 2019). Informantene nevner også at ammoniakk er brukt i flere år, så behandlingen er forstått, men ikke som drivstoff, og forbrenning av ammoniakk må testes i forbrenningsmotorer. Informantene påpeker at det er et mindre tidkrevende alternativ enn å nytte rent hydrogen i hydrogenmotorer, da rent hydrogen krever et helt nytt systemdesign for motorene. Det vil derfor ta lang tid dersom all skipsfart skal bygge om motorsystemer for å nytte rent hydrogen. Informantene nevner at ammoniakk kan brukes i eksisterende forbrenningsmotorer som blir nyttet i dag.

Det er usikkerhet rundt hvilke anvendelser som skal bli nyttet til produksjon mellom grønt og blått hydrogen. Informantene uttrykker at til tross for god tilgang på fornybar kraftproduksjon, er det fremdeles barrierer som høye produksjonskostnader for grønt og blått hydrogen, sammenlignet med fossilt drivstoff.

I en global verden som blir mer og mer kompetitivt og med mindre samarbeid grunnet politisk spill er det nødvendig å være selvforsynt som nasjon. Tronstad, HYON

Informantene uttrykker behov for anvendelse av andre energikilder som fornybar- eller fossile, til produksjon av hydrogenenergi. Bruk av fornybare energikilder i produksjonsmetoden fører til et høyt energitap, noe som gir lavere energieffektivitet og blir ansett som en av hovedårsakene til de høye produksjonskostnadene. Informantene hevder dette forårsakes av store ulikheter i kostnadsbildet mellom hydrogen og fossilt brensel, da

bensin og diesel allerede har en nedbetalt infrastruktur, i motsetning til hydrogen. Dette i tillegg til å ha en usikker teknologi som en påvirkende faktor på de høye hydrogenkostnadene, kan gjøre det utfordrende å være konkurransedyktig mot andre energibærere, og det oppleves at det ikke legges stort nok press på sektoren til omstilling. Selv om bedriftene forutser strengere krav på bakgrunn av klimaendringer, er det ikke sikkert at det er hydrogen som vinner frem som det beste nullutslippsalternativet. Informantene fremmer manglende CO₂-kvoter på tradisjonelle drivstoff og subsidier til miljøvennlige løsninger, som kan gjøre hydrogensatsingen mer lønnsom.

I tillegg til samarbeid mellom bedriftene, mener informanter at det vil være behov for endringer innen politikken og det offentlige statsorganet. Hydrogen som drivstoff er relativt nytt, og informantene opplever at det fremdeles er mangel på retningslinjer og rammeverk for skips- og systemdesign. Dette medfører at bedrifter og aktører må komme med forslag til design og utvikle de teknologiske løsningene og systemene som trengs for å videre avvente godkjenning. Informantene mener at dette medfører at godkjenningsprosessen vil ta lenger tid.

I offshorebransjen har det vært mye godt risikoarbeid, men i maritimt er det få. Det er kanskje der en ser det største gapet. Osnes, HAV Hydrogen

Informantene opplever muligheter for positiv utvikling av kunnskap og erfaring i satsingen på hydrogen, og mener at det vil bli flere arbeidere som vil bli gode på risikometodikk i godkjenningsarbeidet. Det understrekes at risiko innen hydrogenbransjen likevel vil være en barriere så lenge det er mangel på regelverk, erfaring og utprøving. Informantene uttrykker at dette anses som en utfordring, men ikke en uoverkommelig barriere.

Det hevdes også at dersom teknologien skal kunne nyttes burde risikoen enten være lik som, eller mindre enn for en eksisterende tradisjonell løsning. Hydrogen er på grunn av dens lette vekt og lave antennespunkt mye mer brennbart enn andre gasser (DNV GL, 2016). Informantene forteller at der kunden står kan hydrogen oppleves som skremmende grunnet usikkerheten ved mangel på utprøvinger av teknologien.

Av og til skjer det feil, det er både menneskelige feil og det er teknologiske svikt. Det vil garantert kunne komme slike hendelser også på hydrogen, men sett utenifra så er hydrogen en teknologi vi har full forståelse for, og vet hvordan vi skal bruke, og lage sikre løsninger.

Tronstad, HYON

4.1.1 Oppsummering

Gjennom intervjuene blir det synliggjort flere barrierer for implementering av hydrogen i maritim sektor. Informantene nevner de ulike barrierene separat, men likevel kommer det tydelig frem at utfordringene er intrikate og har en stor påvirkningskraft på hverandre. I barrierene som informantene nevner, fremlegges ulike tema som vil bli presentert gjennom mulige løsninger i seksjon 4.2. Temaene omhandler kunnskap, teknologi, økonomi og marked og regulatoriske rammeverk. Informantene viser til strategier for løsninger, slik at det videre kan arbeides mot implementering. Løsningene som blir nevnt i intervjuene kan være med på å belyse utfordringer og mangler som er til stede i den maritime sektoren.

4.2 Forskningsspørsmål 2

4.2.1 Kunnskap

I fasen næringslivet er i nå vil det være behov for samarbeid med partnere innad i prosjektene, noe som kan være effektivt for å se hva som vil være hensiktsmessig å samarbeide om. Informantene ser på samarbeid opp mot andre bransjer i den maritime sektoren og hydrogennæringen som sentralt, for å oppnå kunnskapsutveksling. Her hevder informantene at supplering fra andre sektorer som olje- og gasssektoren kan skaffe kunnskap og kompetanse som kan overføres til hydrogennæringen. Offentlige virkemidler kan bidra til utvikling av konkurransekraften i maritim næring og mulighet for omstilling, ved å styrke kunnskapsgrunnet for forskning og innovasjon (Nærings- og fiskeridepartementet, 2015).

Informantene håper også at det vil bli utviklet utdanningsprogram de kommende årene som vil gi spesialkompetanse innen hydrogen som en energibærer, og at dette kan bli gode pådrivere for implementering av hydrogen, da spesielt i den maritime sektoren. Derimot påpeker de at norsk maritim sektor har gode ressurser på blant annet kraft, naturgass til blått hydrogen, undergrunnsresservoarer for fangst og lagring av blått hydrogen, og gode erfaringer innen maritime segmenter, noe som trengs for å danne et fullstendig hydrogenmarked. Informantene opplever at det er godt samarbeid gjennom klyngenettverk både i og på tvers av den maritime sektoren. Det påpekes at på denne måten bygges og utveksles det erfaring og kunnskap, hvor de ulike ledd sammen skaper et fullstendig marked. Det hevdes at det kan være hensiktsmessig å nytte erfarne internasjonale arbeidere med ulik kompetanse, og deretter videreføre denne kunnskapen til Norge.

Felles for alle er at man må lære seg det maritime, ettersom det ikke har vært bruk av hydrogen kommersielt maritimt før. Så alle har ofte en vei å gå for å forstå hva som må til for å sette sine løsninger inn på et skip. Osnes, HAV Hydrogen.

Gjennom intervjuene blir det diskutert at Vestlandet har flere skipsverft og tilgang på fornybar energi. Det oppleves at satsing på hydrogen hovedsakelig ligger på kortere fergestrekninger på Vestlandet, og at det er her de fleste pilotprosjekter og utprøvinger vil utforme seg. Det diskuteres om det vil være hensiktsmessig med flere lokale produksjonsanlegg nært fergestrekningene, eller om det vil være mer lønnsomt å ha noen få store produksjonsanlegg som distribuerer hydrogenet over lengre distanser. Informantene ser lønnsomheten i å plassere produksjonsanlegg nært fornybare energikilder, slik at kraftnettet ikke trenger å gå over lengre distanser.

4.2.2 Teknologi

I dag finnes det nullutslippsseiling på korte distanser ved bruk av El-batteri, men det er utfordringer ved å utføre nullutslippsseiling på lengre distanser. Det vil derfor være nødvendig med andre teknologiske alternativer til lav- og nullutslippsenergibærere, noe som kan gi hydrogen som energibærer en fordel, dersom det blir utviklet gode løsninger. På lik linje med informantene, hevdes det i rapporten *Maritime muligheter* fra Nærings- og fiskeridepartementet at nye teknologier og løsninger for skip kan gi muligheter for utslippsreduksjon i den maritime sektoren, hvor miljøvennlig drivstoff og energieffektive løsninger kan spille en viktig rolle i utslippsreduksjonen (Nærings- og fiskeridepartementet, 2015).

For å oppnå gode resultater på teknologien, uttrykkes det gjennom intervjuene at det blir aktivt jobbet med å finne løsninger og tekniske konsepter som er tilpasset den spesifikke bruken. Informantene forventer at kunnskapen om hydrogensystemer kan overføres til nye teknologier ved bruk av hydrogen som energibærer innen den maritime sektoren.

Teknologien er fremdeles på pilot- og testnivå og informantene forventer en økning av piloter de kommende årene.

I DNV GL sin rapport *Hydrogen som energibærer på Vestlandet Mulighetsstudie 2016*, hevdes det at det kan være hensiktsmessig å utføre sikkerhetsvurderinger innen alle ledd under prosjektutvikling. Dette gjør at det kan arbeides med utfordringer og løsninger av teknologien, men validering, kvalifisering og godkjenning av teknologien vil kreve tid og

innsats (DNV GL, 2016). Informantene påpeker at det i dag pågår mye diskusjoner og utprøvinger av ulike teknologier og konseptløsninger rundt hydrogen, og det finnes flere prosjekter hvor hele eller deler av verdikjeden arbeider sammen for å se på utvikling av produksjon, logistikk, tanker, lager og infrastruktur. På denne måten blir det vist hvordan de ulike løsningene for hydrogen stiller seg opp mot hverandre, både de teknologiske og de økonomiske. Selv om mange av de ulike teknologiske løsningene blir diskutert, opplever informantene at teknologien er såpass usikker at de ikke kan fastslå hvilken teknologi som vil vinne frem. Fremdeles er det vanskelig å vite hvilke teknologiske standarder som vil komme til å bli dominerende ovenfor andre typer teknologier.

Vi er teknologinøytrale. Teknologien er i en tidlig fase per nå, og det er vanskelig å vite hva som kommer til å bli den mest lovende, eller den mest økonomiske løsningen for teknologien. Derfor jobber vi nøytralt med alle teknologier. Om det er komprimert hydrogen, flytende eller ammoniakk, så har vi aktivitet innenfor alle ledd. Purkis, OCH

4.2.3 Økonomi og marked

Flere av informantene nevner en strategi for å gjøre hydrogen mer konkurransedyktig, strategien går ut på at politikere bør øke avgiftsnivåene på fossile kilder. Et forslag er at dette kan gjøres ved å sette CO₂-kvoter ved bruk og produksjon av fossilt drivstoff. Det hevdes også at det vil være et behov for at forbrukeren må være villig til, og ha interesse for å betale ekstra kostnader for nullutslipp da det ikke kan forventes dramatiske kutt i hydrogenkostnadene.

Det vi ønsker er at det finnes finansieringsinstrumenter som kan hjelpe til at salget av hydrogen kan skje til en pris som er konkurransedyktig, i startfasen for å få snøballen til å rulle. Tronstad, HYON.

Hydrogen har høye produksjonskostnader. Informantene diskuterer flere strategier for å senke prisene for å gjøre hydrogen mer konkurransedyktig med tradisjonelle drivstoffer og andre alternative løsninger. Det oppleves også konkurranse innad i hydrogenmarkedet, hvor bedriftene jobber mot å finne de laveste kostnadene for å produsere hydrogen. For at hydrogen skal bli lønnsomt på lik linje med fossilt drivstoff, hevdes det at det ikke vil være nok å bare utvikle hydrogen som en energibærer til maritimt bruk innad i landet. Informantene opplever at Norge har et ønske om å være først ute med nye teknologier som kan selges, og på denne måten få et eksportmarked av hydrogen. DNV DL sin rapport

Rapporten *Hydrogen som energibærer på Vestlandet Mulighetsstudie 2016*, viser til at det er den nasjonale etterspørselen som trolig vil drive utviklingen i starten, og det vil ta lenger tid før det kan bli aktuelt med internasjonal eksport. Det anslås i rapporten at det kan skje store endringer, hvor estimerte tall viser at Europa kan utvikle et forbruk på 786 000 tonn hydrogen i året i 2030. De estimerte tallene kan bidra til å åpne for et hydrogenmarked de neste 10 årene, som kan føre til storskalaproduksjon i Norge (DNV GL, 2016).

Bedriftene opplever betydelig endringer før og etter Covid-19. Tidligere var det hovedsakelig investeringer fra det offentlige, men det siste året har det private sett behov for en grønn omstilling, noe som har bidratt til økt satsing på teknologien. I intervjuene kommer det frem at det ser ut til at det vil komme mer politisk vilje til å støtte grønn utvikling av prosjekter. Informantene påpeker at satsingen er sterk og pengene er der, hvor nettverksbyggere og ulike studier bidrar til at prosjekter får støtte fra blant annet Pilot-E, Fylkeskommuner og Innovasjon Norge.

En Informant fra intervjuene forklarer at blått hydrogen nytter naturgass i produksjonen, noe som gjør at prisen på naturgassen vil påvirke totalkostnaden på hydrogenet. Informanten forklarer videre at ved grønt hydrogen nyttes det strøm fra fornybare kilder noe som er mer kostbart enn naturgass, dette medfører at strømprisen bak produksjonsmetoden vil påvirke totalkostnaden. Blått hydrogen derfor har lavere kostnader enn grønt, og kan fungere som en overgang. Informanten påpeker at dette kan føre til lavere hydrogenkostnader, så lenge brukersiden som biler og båter nytter seg av teknologien, og infrastrukturen blir utviklet. Slik kan hydrogenkostnadene reduseres på brukersiden. Det nevnes at først etter at kostnadene for blått hydrogen er redusert, kan det bli billigere og mer lønnsomt ved satsing på produksjon av grønt hydrogen.

Selv om en slik overgang kan være nyttig for å senke produksjonskostnadene, kan dette minimere mulighetene for å eksportere hydrogen til andre europeiske land, da det kommer frem gjennom i kunnskapsgrunnlaget at det er skepsis til blått hydrogen i noen europeiske land. Dette skyldes videre avhengighet av olje- og gassindustri, noe som kan forhindre internasjonal eksport med andre europeiske land, og kan dermed stå i konflikt med det informantene har fortalt. Det kommer frem gjennom intervjuene at Norge har interesse for eksport av hydrogen, og kompetanse innen maritimt bruk.

Det vil være behov for alternative løsninger i sektorer hvor det ikke er mulig å elektrifisere. Her mener oppgavens informanter at hydrogen er en god, alternativ løsning særlig på fergestrekninger som går over lengre distanser, hvor det i dag ikke er mulig, eller lønnsomt å benytte seg av El-batterier. Informantene ser for seg at det neste tiåret vil det komme flere pilotprosjekter og andre hydrogeninnovasjoner, noe som anses som sentralt i den maritime bransjen for å fremme og implementere store fartøy til å nytte nullutslipp. Flere av informantene nevner Norled sin flytende hydrogenferge, hvor det blir presentert at prosjektet skaper ny kompetanse, teknologi, driftserfaring og infrastruktur som kan vise til mulige løsninger for å nå klimamålene innen maritim næring, og som kan være en driver for det grønne skiftet og for andre bedrifter innen maritimt hydrogen

4.2.4 Regulatoriske rammeverk

Behovet for pilotprosjekter blir sterkt uttrykt gjennom intervjuene, og er basert på hvordan prosjektene vil muliggjøre observasjoner og hendelser som foreløpig ikke er kartlagt. Det blir hevdet at næringen vil få erfaring og kunnskap gjennom prosjekt og samarbeid, og først da vil teknologien kunne nærme seg godkjenning. I et av intervjuene kommer det frem at en løsning ved teknologisk svikt, kan være å plassere sensorer for å oppdage feil, og dermed ha et system for å unngå farlige situasjoner.

Informantene vi har intervjuet hevder at det er kunnskap innenfor bruk av hydrogen, hvor risikoen og sikkerheten allerede er dekket av regelverk og retningslinjer, og at det vil være behov for alternative vurderinger rundt sikkerheten ved systemdesign av hydrogen i maritim næring. En alternativ designprosess for bygging av fartøy må gjennom en risikoanalyse for alle ledd i hydrogennæringen. Informantene forventer at dette vil være tidkrevende siden hydrogenskipene må godkjennes av myndigheter som direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, DNV GL og sjøfartsdirektoratet før fartøyet kan driftes.

Informantene opplever at teknologiske løsninger for hydrogen som alternativt drivstoff i skipsfart fremdeles er umoden og usikker, hvor løsningene varierer etter hvilken bruk teknologien skal nyttes til. De hevder at ved ny teknologi mangler det kunnskap og erfaring, og dermed risiko innen både sikkerhet til teknologi og for økonomisk satsing. Mangel på økonomisk støtte oppleves å føre til hindringer for at teknologien skal kunne videreutvikle seg. Informantene påpeker at hydrogenutviklingen i maritim sjøfart står fremfor flere dilemmaer, ovenfor hva som kommer først av økonomisk støtte og satsing fra staten og private investorer, eller teknologisk utvikling fra bedriftenes side.

4.2.5 Oppsummering

Informantene la frem ulike strategier og løsninger for implementering av hydrogen, hvor det ble lagt vekt på ulike behov for de forskjellige løsningene. Samarbeid på tvers av både maritim- og hydrogennæringen kan være hensiktsmessig for overføring og videreutvikling av kunnskap og kompetanse. For at hydrogen skal kunne implementeres inn i den maritime bransjen de neste årene vil det også være et stort behov for å sikre teknologisk satsing og løsninger, regulatoriske rammeverk, politiske virkemidler, samt investeringer og økonomisk støtte for implementering. Dette kan redusere de høye hydrogenkostnadene, og gjøre hydrogen konkurransedyktig. Det blir påpekt at klynger og samarbeid kan bidra til å oppskalere alle ledd av hydrogenverdikjeden. Bli dette gjort parallelt med investeringer kan hydrogennæringen bli oppskalert med en fullstendig infrastruktur og en storskala produksjon. Først da kan hydrogenkostnadene reduseres, frem til da vil det være behov for et godt samarbeid og økonomisk støtte.

5. Konklusjon

Norge har en lang kystlinje, med en omfattende maritim sektor som er en av Norges eldste næringsaktiviteter, hvor ledende eksportvarer er råolje, naturgass og fisk. Som verdens tredje største naturgasseksportør og lagring av CO₂ på norsk sokkel, ligger forholdene godt til rette for produksjon av blått hydrogen. I tillegg har Norge kunnskap om og god tilgang til fornybar kraftforsyning, som også gir gode muligheter for grønn hydrogenproduksjon. Norge vil derfor være sentral i produksjon av hydrogen, og dette gir Norge et konkurransefortrinn sammenlignet med resten av Europa.

Oppgaven har vist hvilke utfordringer bedrifter anser som viktig for å lykkes med implementering av hydrogen i den maritime sektoren. På bakgrunn av oppgaven er det kommet frem til konklusjon av forskningsspørsmålene, som vil bli presentert i seksjon 5.1 og 5.2.

For å få svar på forskningsspørsmålene har vi intervjuet informanter i bedrifter som arbeider med implementering av hydrogen i den maritime sektoren. Informantene sine påstander er blitt knyttet opp mot funn som er gjort i kunnskapsgrunnlaget.

5.1 Forskningsspørsmål 1

Hvilke utfordringer anser bedrifter i Norge som viktig for lykkes med implementering av hydrogen i norsk maritim sektor?

Ved sammenligning av kunnskapsgrunnlaget og intervjuene, kan det konkluderes med at hydrogen som energibærer møter utfordringer i alle segmenter og ledd grunnet usikkerhet og mangel på kunnskap rundt den nye teknologien. Det er mange ulike teknologiske løsninger for produksjonsmetoder, lagringsformer, distribusjon og skipsdesign. Sikkerhet, effektivitet og lønnsomhet varierer mellom de ulike løsningene, noe som gjøre det vanskelig å fastslå hvilken teknologi som blir den ledende. Mangel på utprøving av teknologien gir kunnskapsmangel rundt hvilke løsninger som vil være den beste for teknologisk utvikling.

Utfordringer knyttet til en umoden teknologi medfører risiko for investeringer, noe som kommer av de høye kostnadene fra energitap i produksjonsmetoder til lagringsformer for hydrogen. Risiko knyttet til lønnsomhet hindrer oppskalering av infrastruktur, og satsing på storskalaproduksjon, noe som fører til mangel på kunnskap til å utarbeide en fullstendig godkjenningssystem av risiko ved bruk av hydrogen som energibærer.

Det finnes allerede et godt grunnlag for gasshåndtering og risikoanalysebehandling i Norge, men ikke innen hydrogen som energibærer i maritim sektor. Utarbeiding av en godkjenningsskema kan være tidkrevende da analyse og kartlegging av risiko krever en fullstendig kartlegging og bearbeiding av risiko innen alle ledd, som produksjon, lagring, distribusjon, ladestasjoner, systemdesign og oppbevaring om bord på skip. Usikkerheten knyttet til hydrogen som energibærer, og høye produksjonskostnadene ser ut til å være tidskrevende da hydrogen først bør bli konkurransedyktig med fossile energibærere og andre alternative null- og lavutslippsløsninger.

5.2 Forskningsspørsmål 2

Hvordan mener informantene at nevnte utfordringer kan løses?

For å nå de globale klimamålene må samfunnet gjennom næringslivet omstille seg. Dette vil være en krevende overgang, men det vil åpne opp og gi muligheter for nye markeder og flere arbeidsplasser. En overgang fra fossilt drevne skipsfartøy til nullutslippsfartøy i Norge, vil kunne skape nye muligheter for et nytt marked, og vise verden hvilke muligheter og kunnskaper Norge har i overgangen til et hydrogenmarked i den maritime sektoren.

Norge har allerede mye kunnskap og erfaring innen den maritime næringen, med gode skipsverft, rederi og utstyrs- og kunnskapsleverandører. Dette kan bidra til et konkurransefortrinn i overgangen til en maritim hydrogennæring, samt internasjonal eksport av kompetanse dersom Norge er tidlig ute med utvikling av ny teknologi. For at hydrogen skal kunne produseres og bli konkurransedyktig i den maritime næringen, bør det også stilles nasjonale krav om nullutslippstransport ved hjelp av politiske virkemidler. Ved å sette strenge krav for omstilling, vil investorer se muligheter i markedet, og bedriftene vil kunne se det økonomiske potensialet ved tidlig satsing på utvikling av teknologien. Drivkraften for å gå mot alternative løsninger ligger i omstillingen av markedet og sektoren for fremtidens muligheter. Ved utfordringer rundt hva som bør komme først av investering, teknologisk satsing og utprøving og en helhetlig infrastruktur, kan det på bakgrunn av intervjuene konkluderes med at informantene mener den beste løsningen er at utviklingen av teknologi og infrastruktur bør skje parallelt med investeringene

Investeringer samt statlig støtte er viktige økonomiske tilskudd for at hydrogen skal bli attraktivt for investorer. Dersom hydrogen tidligere i prosessen kan bli oppskalert og uavhengig av statlig støtte, kan hydrogen utvikles til et selvstendig og helhetlig

hydrogenmarked på lik linje med tradisjonelt drivstoff. Det kan virke som den mest effektive strategien for utvikling av hydrogen i bedriftene er investering i et fremtidig hydrogenmarked, da visjonen vil kunne legge til rette for økonomisk og teknologisk vekst. Dersom investeringene skjer parallelt med utviklingen av teknologiske løsninger, vil det kunne dannes fullstendige ramme- og regelverk, og infrastrukturen kan bli oppskalert til storskalaproduksjon med et aktivt hydrogenmarked. Likevel kommer det frem gjennom analysen at informantene ser på ulike løsninger som aktuelle, hvor forskjellige strategier for implementering kan være lønnsomt for ulike ledd i verdikjeden. I dag pågår det diskusjoner rundt hva som skal komme først av investeringer, teknologisk utvikling og satsing, men uenighetene kan stagnere fastlegging av løsninger.

6. Litteraturliste

- Andersen, O. (2003). Bruk av hydrogen i transport. *Vestlandsforskning*.
- Askheim, A. O. G. & Grenness, T. (2008). *Kvalitative metoder for markedsføring og organisasjonsfag*. Universitetsforlaget.
- Bjartnes A., Larsen Hirth M., Paarup Michelsen L., Skaugen H., & Ursin L. (2021). *Hydrogen som klimaløsning*. https://klimastiftelsen.no/wp-content/uploads/2021/03/2C_Temanotat_3_2021_Hydrogen.pdf
- Brudevoll, B. A. (2021, 16. februar). Ferge. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/ferge>
- Bøeng, A. C. (2019, 26. september). *Stadig mer alternativt drivstoff i transport*. ssb.no. <https://www.ssb.no/energi-og-industri/artikler-og-publikasjoner/stadig-mer-alternativt-drivstoff-i-transport>
- CCS Norway. (u.d.). Langskip CCS-prosjekt | Utvikling av CCS-teknologi i stor skala. *Fullskala*. <https://ccsnorway.com/no/prosjektet/>
- Dahl, Ø. (2019, 10. januar). *Kommunikasjon og kultur—Intervju—NDLA*. ndla.no. <https://ndla.no/subject:18/topic:1:193544/topic:1:82840/resource:1:82852>
- DNV. (u.d.). *Om DNV*. DNV. <https://www.dnv.no/om/index.html>
- DNV GL. (2016). *Hydrogen som energibærer på Vestlandet Mulighetsstudie 2016*. https://www.hordaland.no/globalassets/for-hfk/natur-og-klima/klimaradet/070417_hydrogensomenergibarerpavestlandet.mulighetsstudie2016002.pdf
- DNV GL. (2019). *Produksjon og bruk av hydrogen i Norge*. <https://www.regjeringen.no/contentassets/0762c0682ad04e6abd66a9555e7468df/hydrogen-i-norge---synteserapport.pdf>
- Eika, T., Prestmo, J. & Tveter, E. (2010). *Etterspørselen fra petroleumsvirksomhet. Betydningen for produksjon og sysselsetting i Norge*. SSB.
- Energi og klima. (u.d.). *Klimaløsninger*. Energiogklima. <https://energiogklima.no/to-grader/klimalosninger/>
- Energi og klima. (u.d.). *Transport*. Energi og Klima. <https://energiogklima.no/to-grader/klimalosninger/transport/>
- energidepartementet, O. (2013, 1. november). *Ansvarsområder og oppgaver i Olje- og energidepartementet* [Redaksjonellartikkel]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/dep/oed/ansvar/id755/>
- energidepartementet, O. (2021, 11. mai). *Dobler satsingen på hydrogen: 100 millioner til forskingssenter og infrastruktur* [Pressemelding]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/hydrogen/id2848608/>
- Enova. (u.d.). *PILOT-E*. Enova. <https://www.enova.no/pilot-e/>
- Fjellvåg, H. (2017, 22. februar). Hydrogenlagringsmaterialer. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/hydrogenlagringsmaterialer>
- FN. (2019, 24. september). *Klimaendringer*. FN. <https://www.fn.no/tema/klima-og-miljoe/klimaendringer>
- FN. (2020, 22. desember). *Parisavtalen*. FN. <https://www.fn.no/om-fn/avtaler/miljoe-og-klima/parisavtalen>
- FN Sambandet. (2021, 19. april). *FNs bærekraftsmål*. FN. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>
- Fredheim, A. (u.d.). *Maritim transport*. SINTEF. <https://www.sintef.no/ocean/tema/marintek-tema1/>
- Greensight. (u.d.). *Hjem—Greensight*. Greensight. <https://www.greensight.no/>
- Halvorsen, K. (2008). *Å forske på samfunnet 114* (5. utg.). Cappelen Damm Akademisk.
- handelsdepartementet, N. (2018, 15. mars). *Maritime næringer* [Tema]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/tema/naringsliv/maritime-naringer/id1337/>
- Hav hydrogen. (u.d.). *About—HAV*. havhydrogen. <https://www.havhydrogen.no/menu/about/>
- Hegnsholt, E., Klose, F., Burchardt, J. & Schönberger, S. (2019). *The Real Promise of Hydrogen*.

- Hellevik, O. (2002). *Forskningsmetode i sosiologi og statsvitenskap*. Universitetsforlaget.
- Helseth, A. A. (2019). *Grønn maritim*.
- Hesvik, F. M. (2017, 10. august). *Datainnsamling - kvifor og korleis? - Universitetets senter for informasjons-teknologi*.
<https://www.usit.uio.no/om/organisasjon/bnt/web/ux/blogg/2017/datainnsamling.html>
- Hofstad, K. (2020a, 15. juni). Ammoniakk – energibærer. I *Store norske leksikon*.
http://snl.no/ammoniakk_-_energib%C3%A6rer
- Hofstad, K. (2020b, 31. desember). LOHC – energibærer. I *Store norske leksikon*.
http://snl.no/LOHC_-_energib%C3%A6rer
- Hofstad, K. (2021, 8. januar). Hydrogenlagring. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/hydrogenlagring>
- Holtebekk, T., Pedersen, B. & Haarberg, G. M. (2021, 4. januar). Brenselcelle. I *Store norske leksikon*.
<http://snl.no/brenselcelle>
- Horne, H. & Hole, J. (2019). *Hydrogen er verdens minste atom, men kan spille en stor rolle i fremtidens energisystem—NVE*. nve. <https://www.nve.no/nytt-fra-nve/nyheter-energi/hydrogen-er-verdens-minste-atom-men-kan-spille-en-stor-rolle-i-fremtidens-energisystem/>
- Hydrogenforum, N. (u.d.a). *Maritimt*. Norsk Hydrogenforum. <https://www.hydrogen.no/maritimt/>
- Hydrogenforum, N. (u.d.b). *Miljøfordeler*. Norsk Hydrogenforum.
<https://www.hydrogen.no/fordeler/>
- Hyon. (u.d.). *HYON*. Hyon. <https://www.hyon.no/general-2%20lest%2012.05.21>
- Haarstad, H. & Rusten, G. (2018). *Grønn omstilling—Norske veivalg*. Universitetsforlaget.
- IMO. (u.d.). *International Maritime Organization Home Page*. IMO. <https://www.imo.org/>
- INC Gruppen. (u.d.). *Om INC - INC Gruppen*. incgruppen. <https://www.incgruppen.no/om-inc/>
- Innovasjon Norge. (2021, 10. mars). *PILOT-E lyser ut tre tema for 2021*. innovasjon norge.
<https://www.innovasjon norge.no/no/tjenester/utlysninger/pilot-e-lyser-ut-tre-tema-for-2021/>
- Jacobsen, D. I. (2021-juni). *Hvordan gjennomføre undersøkelser (2. utg.)*. Høyskoleforlaget.
- Johannessen, A., Tufte, P. A. & Christoffersen, L. (2006). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode (3. utg.)*. Abstrakt forlag.
- Klima- og miljødepartementet & Olje- og energidepartementet. (2019). *Regjeringens hydrogenstrategi*.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/8ffd54808d7e42e8bce81340b13b6b7d/regjeringens-hydrogenstrategi.pdf?fbclid=IwAR1h23Dt2ud6v9G31efR-TFaTET92Qz-zA7j9qQBteHWA0G4ps3Yy4z3qC8>
- Larsen, A. K. (2007). *En enklere metode—Veiledning i samfunnsvitenskapelig forskningsmetode*. Fagbokforlaget.
- Maritimt Forum. (2019, 12. mars). *Maritim Verdiskapningsbok 2019*. Wrepit.
<https://r.wrepit.net/menon/mv2019>
- miljødepartementet, K. (2020, 9. desember). *Slutter seg til europeisk satsing på hydrogen* [Nyhet]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/slutter-seg-til-europeisk-satsing-pa-hydrogen/id2790732/>
- miljødepartementet, K. (2021, 8. januar). *Meld. St. 13 (2020–2021)* [Stortingsmelding]. Regjeringa.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/nn/dokumenter/meld.-st.-13-20202021/id2827405/>
- Miljøverndepartementet. (2014, 13. oktober). *Ansvarsområder og oppgaver i Klima- og miljødepartementet* [Redaksjonellartikkel]. Regjeringen.no; regjeringen.no.
<https://www.regjeringen.no/no/dep/kld/dep/id673/>
- Norled. (u.d.). *Norled vinner Heyerdahlprisen 2019 for verdens første hydrogenferge—Norled*. Norled. <https://www.norled.no/nyheter/norled-vinner-heyerdahlprisen-2019-for-verdens-forste-hydrogenferge/>

- Norsk Industro. (u.d.). *Industriutvikling*. Norsk Industri.
<https://www.norskindustri.no/bransjer/maritim/sjokart-for-maritim-bransje/industriutvikling/>
- Norsk Klimastiftelse. (2021, 1. februar). *Nytt temanotat: Klimastatus 2021*. Klimastiftelsen.
<https://klimastiftelsen.no/nytt-temanotat-klimastatus-2021/>
- Norsk Petroleum. (u.d.). *Eksportverdier og volumer av norsk olje og gass*. Norskpetroleum.no.
<https://www.norskpetroleum.no/produksjon-og-eksport/eksport-av-olje-og-gass/>
- Nærings- og fiskeridepartementet. (2015). *Maritime muligheter – blå vekst for grønn fremtid*.
https://www.regjeringen.no/contentassets/05c0e04689cf4fc895398bf8814ab04c/maritim-strategi_web290515.pdf
- OHC. (u.d.). *About us*. Arena Ocean Hyway Cluster. <https://www.oceanhywaycluster.no/about-us>
- Olerud, K. & Halleraker, J. H. (2021, 3. mai). Grønt skifte. I *Store norske leksikon*.
http://snl.no/gr%C3%B8nt_skifte
- Olje- og energidepartementet. (2020, 20. september). Langskip. *Langskip*.
<https://langskip.regjeringen.no/langskip/artikkel/>
- Regjeringen. (2020a, 21. september). *Regjeringa lanserer «Langskip» for fangst og lagring av CO2 i Noreg*. Regjeringen. <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/regjeringa-lanserer-langskip-for-fangst-og-lagring-av-co2-i-noreg/id2765288/>
- Regjeringen. (2020b, 11. november). *Det grønne skiftet i Norge* [Redaksjonellartikkel].
 Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/klima/innsiktsartikler-klima/gront-skifte/id2076832/>
- Rolsdorph, N. (2021, 27. januar). Norges utenrikshandel. I *Store norske leksikon*.
http://snl.no/Norges_utenrikshandel
- SINTEF. (u.d.). *Anvendt forskning, teknologi og innovasjon*. SINTEF. <https://www.sintef.no/om-sintef/>
- Sintef. (u.d.). *Hva er egentlig grått, grønt, blått og turkis hydrogen?* SINTEF.
<https://www.sintef.no/siste-nytt/2020/hva-er-egentlig-gra-gronn-bla-og-turkis-hydrogen/>
- Statens vegvesen. (2021, 18. februar). *Ferjesambandene er en del av vegnettet*. Statens vegvesen.
<https://www.vegvesen.no/fag/trafikk/ferje>
- Steen M., Bach H., Hansen T., & Kenzhagaliyeva A. (2019). *Greening the fleet: A technological innovation system (TIS) analysis of hydrogen, battery electric, liquefied biogas, and biodiesel in the maritime sector*. https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2613837/GREENFLEET%2bTIS-analysis%2breport_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y@
- Stensvold, T. (2019, 13. mai). *Norled skal bygge hydrogenferge nummer to*. TU.
<https://www.tu.no/artikler/norled-skal-bygge-hydrogenferge-nummer-to/465145>
- Tjora, A. (2012). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (2. utg.). Gyldendal akademisk.
- Tomasgard, A., Berstad, D., Blekkan, E. A., Karstad, P. I., Burheim, O. S., Dawson, J., Espegren, K. A., Løvås, T., Meyer, J., Møller-Holst, S., Nekså, P., Pollet, B., Størset, S. Ø., Sundseth, K., Thomassen, M. S. & Øystein. (2019). *Hydrogen i fremtidens lavkarbonsamfunn*. SINTEF.
<https://www.sintef.no/publikasjoner/publikasjon/>
- Wikipedia. (2020, 27. juli). Cryotank. I *Wikipedia*.
<https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Cryotank&oldid=969827907>

7. Vedlegg

Vedlegg 1

Intervjuguide

Vi er en studentgruppe på tre fra HVL, Sogndal som skriver en bacheloroppgave om Hydrogen på Vestlandet. Oppgaven er koordinert med forskningsprosjektet NTRANS, der HVL er deltaker. NTRANS forsker på utvikling av miljøvennlig energi fra et samfunnsvitenskapelig perspektiv, og i samspill mellom teknologi og samfunn. Forskingen går ut på å finne hvilke roller energisystemer i samfunnet har til en omstilling til et nullutslipp samfunn.

Vi ønsker å nytte oss av en kvalitativ metode i vår bacheloroppgave, hvor vi har fokus på å gjennomføre semistrukturerte intervjuer. Dette gjør det mulig for oss å kunne se nærmere på barrierer for implementering av hydrogen i maritim sektor. Det vil være til stor nytte for oss å kunne snakke med ulike bedrifter og aktører, slik at de kan uttale seg om sine tanker og omstillinger til akkurat dette. Vi ønsker å se på eventuelle sammenhenger og ulikheter innad bedriftene. Bedriftene vi ønsker å snakke med er allerede på vei mot et transportsystem som nytter hydrogen som drivstoff, og noen har allerede startet bruken av det.

Bedriften

Hvem er dere? (Fortell om bedrift, arbeidserfaring, arbeidsstilling etc.)

Hva gjør din bedrift for å implementere hydrogen i hverdagen?

Hvordan foregår de eventuelle investeringene?

Er bærekraftig utvikling noe dere jobber med i bedriften? Hvilke tiltak gjør dere per dags dato tilknyttet bærekraftig drift?

Teknologien

Hvilke løsninger for lagring av hydrogen ser din virksomhet på som mest aktuell for utvikling?

Er teknologien attraktiv og sikker nok for investering og økonomisk støtte?

Får dere tilstrekkelig økonomisk støtte til utvikling av teknologien?

Næringen

Hvordan jobber dere effektivt innenfor gruppene og med samarbeidspartnere, og hvordan er kommunikasjonen og kunnskapsutvekslingen?

Har dere gode leverandører og tilstrekkelig med ressurser som er nødvendig for denne utviklingen?

Er det tilstrekkelig med personer med fagkompetanse som trengs, er det vanskelig å få tak i fagarbeidere?

Hydrogen

Hva er drivkraften bak å implementere hydrogen?

Hvor i prosessen er dere i overgangen til hydrogen?

Hvordan er samarbeidet med utviklingen av hydrogen i maritim sektor?

Hvilke barrierer står dere ovenfor for å utvikle og ta i bruk hydrogen?

Hvilke tanker har dere ved å arbeide med risikoen ved bruk av hydrogen?

Hvordan er kostnadene sammenlignet med andre energibærere?

Hvor i prosessen ligger årsakene til den høye hydrogenkostnaden, og har dere noen strategier for at kostnadene kan bli redusert?

Hvor i prosessen kan potensielle kostnader bli redusert?

Veien videre

Hva er visjonen deres for videre arbeid med utvikling av hydrogen i deres bedrift?

Hvordan kan hydrogen bli mer attraktivt for investorer, og statlig satsing?

Hva er deres tiårsperspektiv om fremdriften av hydrogen?

Vil du delta i forskningsprosjektet

Hvilke utfordringer opplever bedrifter på Vestlandet som jobber mot implementering av hydrogen

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å identifisere og kartlegge bedriftenes opplevinger for barrierer for implementering for hydrogen i maritim sektor. I dette skrivet gir vi deg informasjonen om målene for prosjektet og kva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Vi går en bachelor på HVL Sogndal, og studerer Fornybar energi.

Dette er en bachelorstudie hvor vi skal se på barrierer for implementering av hydrogen i maritim sektor på Vestlandet. Vi ønsker å se på hva bedrifters tanker om utvikling og bruk hydrogen innad i bedriftene, og se på barrierer for implementering for hydrogen på Vestlandet.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Vi skriver bacheloroppgaven under HVL Sogndal, i studiet Fornybar energi.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Vi ønsker å benytte oss av semi-strukturerte intervjuer som metode. Vi ønsker å stille spørsmål som er relevant til problemstilling(ene) vår(e). Vi ønsker å snakke med deg, da vi tror du kan bidra med verdifull informasjon som vil være viktig for oss når vi skal gjennomføre oppgaven. Her vil vi referere til bedriftene som uttaler seg, og eventuelle talspersoner.

Vi har funnet frem til aktuelle bedrifter gjennom medieoppslag og ulike aktørers nettsider. Oppgaven er også koordinert med forskningsprosjektet NTRANS, der HVL er deltaker.

Hva innebærer det for deg å delta?

Dersom du/dere ønsker å delta i prosjektet registreres opplysningene fra intervjuet med lydopptak og elektroniske notater. Det hadde også vært kjekt å kunne besøkt bedriftene, men grunnet koronasituasjonen kan dette bli utfordrende. Eventuelle intervju vil med relativt stor sannsynlighet bli over zoom, eller annet dersom det skulle passe bedre. Her kan vi være fleksible.

Intervjuet vil følge spørsmål relevant til problemstillingen(e) vår(e) om implementering og barrierer av hydrogen i maritim sektor.

Dersom du velger å delta i prosjektet, vil du bli intervjuet og bli tatt lydopptak av. Svarene dine blir registrert elektronisk. Dersom det blir nyttig direkte sitat vil informanten få mulighet til å godkjenne de. Ved deltakelse vil det også innebære at bedriften vil bli identifisert i oppgaven, og informanten vi snakker med vil bli referert til representant for bedriften (vi er ikke nødt til å oppgi navnet på personen).

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket

tilbake uten å oppgi noen grunn ved å kontakte Margunn Osebakken (Se kontaktinfo)

Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Underveis i prosjektet vil studentene og veileder ha tilgang til behandling av materialet. Du kan finne frem til representanten fra bedriften i kildereferansen til selve prosjektet. Dersom det er ønskelig å fremstå som en anonym bedrift, vil bedriften bli referert som anonym bedrift.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er når sensur er avsluttet 01.07.21

Intervjuopptak vil bli slettet etter oppgaven er levert

Dine rettigheter

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

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

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra HVL har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av

Hvor kan jeg finne ut mer?

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

HVL Sogndal, student:

Navn: Margunn Tveit Osebakken

Epost: margunn.osebakken@gmail.com

Tlf.: +47 90702077

HVL Sogndal, veileder:

Navn: Bente Johansen Rygg

Epost: bentery@hvl.no

Tlf: + 47 97076613

HVL Sogndal,

veileder: Navn: Rune

Njøs

Epost: rune.njos@hvl.no

Tlf.: +47 99258874

HVL's Personvernombud

Navn: Trine Anikken Larsen

Epost: Trine.Anikken.Larsen@hvl.no

Tlf.: +47 55587682

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

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

Med vennlig hilsen

Rune Njøs og Bente Johnsen Rygg (Kontakt Rygg ved spørsmål)

Margunn Tveit Osebakken

(Forsker/veileder)

(Student)

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet [*Hvilke utfordringer opplever bedrifter på Vestlandet som jobber mot implementering av hydrogen*], og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju
- at Margunn Tveit Osebakken kan gi opplysninger om meg til prosjektet – hvis aktuelt
- at opplysninger om meg publiseres slik at jeg kan gjenkjennes [*beskriv nærmere*] – hvis aktuelt

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

----- (Signert
av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 3

Sekundærdata	Beskrivelse	Kilder
DNV GL	Jobber med kvalitetssikring og risikohåndtering innenfor blant annet maritim sektor, med godkjenning av nytt skipsdesign og analyserer sensordata or gassrørledninger.	(DNV, u.d)
SINTEF	Er et forskningsinstitutt som bidrar med forskning for løsninger og innovasjoner for blant annet teknologi som kan tas i bruk. Det er spesiell kompetanse innen teknologi, naturvitenskap og samfunnsvitenskap	(SINTEF, u.d.)
KLD	Har ansvar for å ivareta og samordne regjeringens klima- og miljøpolitikk. De jobber med utvikling og gjennomføring av egne tiltak, i tillegg til å være pådrivere for sektormyndigheter	(Miljøverndepartementet, 2014)
OED	Olje- og energidepartementet har hovedsakelig ansvar for å tilrettelegge en helhetlig energipolitikk Gjennom en effektiv miljøvennlig forvaltning av energiresursene, skal de sikre en høy verdiskaping. De jobber mot at energipolitikken skal utnytte tilgang til arbeidskraft, skape arbeidsplasser, kunnskap, kapital og naturressurser innen miljømessige forsvarlige rammer.	(energidepartementet, 2013)

Tabell 3: Viser sekundærdata som hovedsakelig er blitt nyttet i oppgaven.