

Markedsanalyse av elektriske fartøy

Av Kristina Storegjerde Skogen



Norwegian Centres of Expertise

NCE Maritime CleanTech

Sammendrag

Det har de siste årene vært en stor utvikling innen batteriteknologien, noe som har åpnet for nye og spennende muligheter for elektrifisering av fartøy. Med dagens teknologi er det fullt mulig å gjøre ferjer helelektriske og på enkelte ruter er det også mulig å gjøre hurtigbåter helelektriske, noe som vil kunne gi store miljøgevinster på verdensbasis.

Norge er på verdenstoppen innen dette feltet, og regjeringen har offentliggjort sin målsetting om at hele den norske ferjesektoren skal elektrifiseres innen 2025. I denne rapporten rettes blikket utover mot verden, og det undersøkes hvor langt elektrifiseringen av fartøy har kommet internasjonalt. Dette blir deretter koblet opp mot produksjonen av fornybar energi i de aktuelle landene.

Hovedfokuset i denne rapporten vil være elektrifisering av fartøy innen «short sea»-segmentet, som kan deles inn i tre undergrupper: Nærskipsfart, innenriks fraktestart og passasjerferjer. I denne rapporten fokuseres det på passasjerferjer, som følge av at det er i denne sektoren at implementering av helelektriske fartøy er mest gjennomførbart med dagens batteriteknologi. For å vurdere markedsutviklingen for elektriske fartøy i de kommende årene, ses det på klimagassutslippsmål og ambisjoner som ulike land har. Det undersøkes også hvor stor andel av de ulike landenes energiforbruk som kommer fra fornybare energikilder.

Informasjon til bruk i denne rapporten er hentet fra diverse litteraturstudier og rapporter. Rapportene er hentet fra sikre kilder som blant annet International Maritime Organization (IMO), DNV GL, UK Government, Den norske regjeringen, FN-sambandet og EU-kommisjonen. Det har også vært knyttet direkte kontakt med ulike aktører som DNV GL, Maritime Battery Forum og Innovasjon Norges avdelinger i Canada og USA. Hensikten med dette var å hente innsideinformasjon, og å bli ledet i riktig retning i markedsanalysen.

I teorikapittelet drøftes det rundt batteriteknologien, og hva som har drevet prisen på batteri ned de siste årene. Her forklares det hvordan hybride løsninger har gitt nye muligheter også for større fartøy. I resultatkapittelet tas det utgangspunkt i markedspotensialet og ambisjonene for elektriske fartøy i fem forskjellige land: Norge, Canada, USA, Storbritannia og Nederland. Ulike klimagassmål og ambisjoner presenteres, og det undersøkes hvordan landene ligger an i prosessen med å gå over til fornybar energi. På bakgrunn av resultatene konkluderes det med at det vil bli en økt satsing innen elektrifisering av fartøy innenfor disse landene, og at denne økte satsingen vil gi resultater i form av økte leveranser av maritim miljøteknologi til disse markedene, her bør norske aktører kunne være godt posisjonerte. Samtidig vil utviklingen også føre til reduksjoner i klimagassutslipp.

Summary

Over the past few years there has been a great development of battery technology. This has led to new and exciting opportunities in maritime vessel electrification. It is now possible to develop all-electric ferries utilizing the battery technology that is available today, which can lead to global environmental benefits. In some cases, it is possible to develop all-electric highspeed crafts as well, depending on how and where the vessels are operating.

Norway is a global leader in the implementation of environmental technology in the maritime sector. The Norwegian Government has announced its goal to electrify the whole ferry sector by the year 2025. This report studies the electrification of vessels in different countries situated in America and Europe, and subsequently studies this in the context of renewable energy.

The main focus of this report will be the electrification of vessels within short sea shipping, since electrification with the current battery technology is most feasible within this sector. To examine the market for electrical vessels in the upcoming years, we will study different zero emission ambitions and goals that the different countries has applied. The percentage of the energy consumption that derives from renewable sources will later be examined; this is to see how self-sufficient the countries are with renewable energy.

This report is based on information that is collected from different reports and interviews. The reports derive from secure sources such as International Maritime Organization (IMO), DNV GL, Government of the United Kingdom, the Norwegian Government, the United Nations Organization (UNO) and the European Commission. There has also been contact with different players in the industry and sector, such as DNV GL, the Maritime Battery Forum and Innovation Norway's departments in Canada and the United States. The purpose of this was to obtain inside information and the market analysis to be pointed in the right direction.

In the theory chapter there will be an explanation of the battery technology, as well as a discussion of the falling prices. In this chapter it is also explained how hybrid solutions has opened the market for electrification of larger vessels. The theory chapter discusses the market potential and ambitions regarding electrical vessels in five different countries: Norway, Canada, the United States, the United Kingdom and the Netherlands. Zero emission ambitions and goals in these countries will be presented, and how far the different countries have come in the process of switching to renewable energy. The results conclude that investments in electrification of maritime vessels will increase in these countries, and these investments will give results in term an increase in deliveries of maritime environmental technology and an environmental effect in the maritime sector.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	1
Summary	2
1. Innledning.....	4
1.1 Bakgrunn.....	5
1.2 Problemstilling	5
2. Teori	6
2.1 Batteriteknologi og fartøysegmenter	6
3. Resultat.....	8
3.1 Norge	8
Regjeringens handlingsplan for skipsfart	8
Elektrifisering av hurtigbåter i Norge	9
NCE Maritime CleanTech	9
3.2 Nord-Amerika	10
Canada.....	10
USA.....	12
3.3 Nederland.....	14
Nederland satser stort på havvind	15
3.4 Storbritannia.....	16
Clean Maritime Plan	16
Veien til utslippsfrie havner.....	17
Storbritannia satser stort på fornybar energi.....	17
4. Diskusjon.....	19
5. Konklusjon	22
Referanser	23

1. Innledning

Markedspotensialet for elektrifisering innen «short sea»-segmentet er stort. «Short sea»-rederier deles inn i tre undergrupper: Nærskipsfart, innenriks fraktestart og passasjerferjer, hvor vi i denne rapporten fokuserer på passasjerferjer [1]. En rapport om verdensflåten, publisert av Equasis i 2018, viser til at det var 1471 roro-skip i 2018 [2]. IMO adresserer at den viktigste rollen til roro-skip er å fungere som en passasjer-/bilferje særlig på «short sea»-ruter [3]. Roro-skip kan også være større fartøy som frakter over lengre strekninger, men dette er mindre vanlig. Den globale ferjeindustrien er lik størrelsen til den kommersielle luftfartsindustrien, noe som betyr at det transporteres 2,1 milliarder mennesker per år, i tillegg til 250 millioner kjøretøy og 32 millioner trailere (disse tallene inkluderer ikke Kina) [4]. I tillegg til ferjer, er også hurtigbåter innenfor «short sea»-segmentet. Ifølge MarineTraffic er det per april 2020, 4669 hurtigbåter som er i drift over hele verden [5].

Helelektrifisering av fartøy er med dagens batteriteknologi mest gjennomførbart innen «short sea» og spesielt passasjerferjer, og disse tallene danner et bilde av hvor stort dette segmentet er. Denne rapporten kaster lys på elektrifiseringen av fartøy i «short sea»-segmentet, og hvordan dette varierer i ulike land mye på grunn av tilgang til fornybar energi.

En av rapportens begrensninger er antall land som er tatt med i analysen. De landene som har blitt analysert i denne rapporten, er land som er kjent for å ha en satsing innenfor elektrifisering av fartøy. Det er Europa som er ledende innen dette feltet, derfor er tre av landene europeiske. De to andre landene er fra Nord-Amerika, noe som betyr at rapporten ikke viser til noe data fra verken Afrika, Asia eller Australia. Manglende analyser fra disse verdensdelene gir en svakhet i rapporten, da det ikke vil bli dannet et korrekt helhetlig bilde av satsingen i verden generelt. Senere forskning bør ta tak i dette, og gjøre en markedsanalyse av elektriske fartøy i disse delene av verden, da det vil gi et helt annet bilde enn markedsanalysen i Europa og Nord-Amerika.

Videre arbeid bør også finne ut mer om inngangsbarrierer for norske leverandører av maritim miljøteknologi i disse markedene. Dette kan for eksempel gjøres med råd fra og samarbeid med Innovasjon Norges utekontor rundt omkring i de relevante markedene. Dette har ikke blitt gjort i denne markedsanalysen som følge av en fornuftig avgrensning.

Data hentet inn til markedsanalysen består av ulike mål, ambisjoner og estimer av forventet prosentdel elektriske fartøy i de ulike landene. Det er også undersøkt hvordan satsingen er innenfor fornybar energi, og ulike prosjekter innenfor dette blir også lagt frem i rapporten.

1.1 Bakgrunn

Elektriske fartøy er i stor vekst, og det er noe vi vil se mer av i tiden fremover. Norge har satset stort og er verdensledende innenfor dette feltet. Den norske regjeringen har offentligjort flere klimamål og ambisjoner, som blant annet innebærer krav om nedgang i CO₂-utslipp. Disse kravene som regjeringen setter, vil være førende for utviklingen av elektriske fartøy i de kommende årene.

Det er også ulike klimamål og ambisjoner som har blitt satt for hele verden i flere tiår fremover. FNs sjøfartsorganisasjon International Maritime Organization (IMO) har vedtatt en ambisjon om å halvere utslippene fra internasjonal skipsfart innen 2050, sammenlignet med 2008. Med en levetid på skip på 25-30 år, får dette konsekvenser for næringen allerede nå snart: Ved design av skip i dag må man dermed ta høyde for betydelig strengere utslippstak i løpet av skipets levetid, men samtidig også ha tilgang til en ny energimiks [6]. Det vil gi et voksende marked for aktører som kan levere teknologi og løsninger for null- og lavutslippsskip.

I denne rapporten vil vi se på utviklingen av elektriske fartøy i Norge, Canada, USA, Nederland og Storbritannia. Alle disse landene har ulike ambisjoner og mål for utslippskutt, som igjen driver utviklingen av nye elektriske løsninger for fartøy.

1.2 Problemstilling

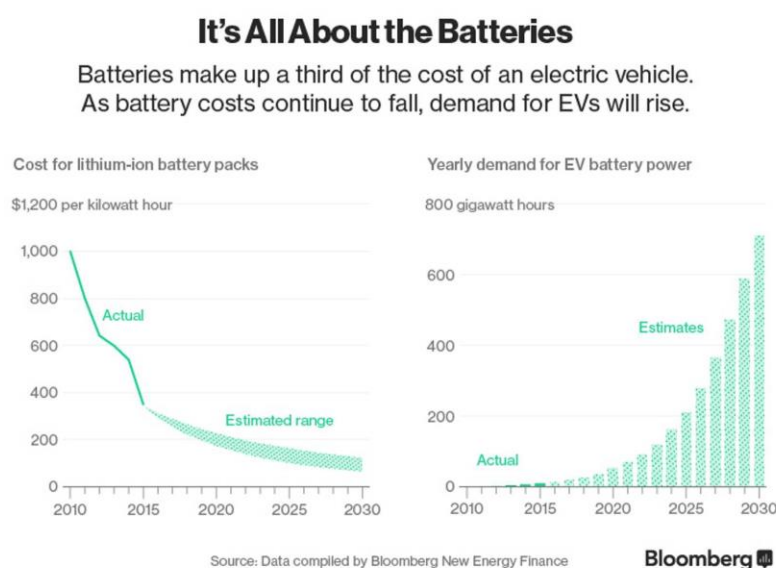
Hvordan vil markedsutviklingen for elektriske fartøy være i de kommende årene? For å finne tall/analyser for dette, ses det på ulike mål for klimagassutslipp og ambisjoner som ulike land har.

En ytterligere problemstilling vil være å undersøke hvor stor andel av de ulike landenes energiforbruk som kommer fra fornybare energikilder. Dette er for å finne ut om effekten av å gå over til elektriske fartøy er optimal. For å få best mulig effekt mht. nedgang i klimagassutslipp, må batteriene kunne lades ved bruk av en fornybar energikilde.

2. Teori

I teoridelen forklares det nærmere rundt batteriteknologien, og dens potensiale for vekst i fremtiden. Det blir også diskutert hvilke fartøysegmenter som er relevant for elektrifisering av fartøy.

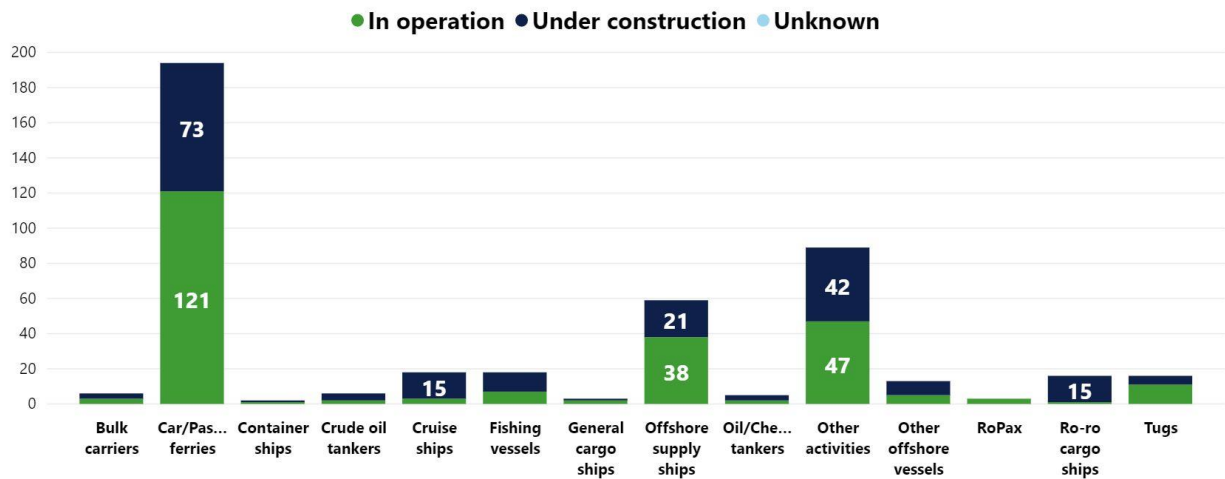
2.1 Batteriteknologi og fartøysegmenter



Figur 1 - It's all about the batteries [7].

Batterier gir muligheten for å kunne lagre elektrisk energi for fremdrift, og dette åpner for mange andre muligheter for å optimalisere kraftsystemet. Nyere fremskritt innen batteriteknologien, i tillegg til fallende kostnader, gjør denne teknologien svært attraktiv for mange sektorer og da spesielt den maritime sektoren som er fokuset i denne oppgaven. Skalafordeler og små designforbedringer har i de siste årene drevet kostnadene for batterier ned, noe som så har ført til en økende etterspørsel for batterier i hele verden [8]. Figur 1, som er hentet fra BloombergNEF, viser et estimat på kostanden for litium-ion batteripakker og årlig etterspørsel frem til 2030. Som figuren viser, så vil kostnadene synke samtidig som etterspørselen øker.

Helelektrifisering av fartøy er med dagens batteriteknologi likevel mest gjennomførbart for ferjer og «short sea»-fartøy. Muligheten for helelektrifisering på «deep sea» er begrenset av enten størrelsen på det nødvendige batterisystemet, lademuligheter eller kostnadene. Forskning og utviklingsarbeid er nødvendig for å oppnå forbedringer på batteriteknologien og dermed kunne utvide dens bruk til nye fartøysegmenter. Denne type forskning er allerede i gang hos flere bedrifter og aktører i mange ulike sektorer [8].



Figur 2 - Antall elektriske fartøy, hentet fra DNV GL's Alternative Fuels Insight [9].

Figur 2 viser antall elektriske fartøy i drift og bestilling. Figuren viser tydelig at passasjer-/bilferjer har satset stort innenfor batteriteknologi. Hybridteknologien har åpnet mulighetene for bruk av batteri også på større fartøy. Fra figuren ser vi at antall elektriske offshorefartøy også er i vekst, slik som ferjer. I følge statistikkverktøyet Sea-web, finnes det totalt 9499 offshorefartøy i internasjonalt farvann [10]. I dag er det totalt 38 offshorefartøy som har tatt i bruk batteriteknologi, mens 21 er under bygging. Dette viser hvor enormt markedet er for elektrifisering av offshorefartøy.

Det er som nevnt de hybride mulighetene som har åpnet for nye og store muligheter for elektrifisering av større fartøy, slik som for eksempel offshorefartøy. Supply-skipet Viking Energy er banebrytende innenfor dette feltet, og var allerede revolusjonerende da det ble bygget i 2003 som verdens første supply-skip med LNG-drift. I 2016 var Viking Energy det første offshorefartøyet med hybrid batteridrift, og de seneste nyhetene om dette forsyningskipet er at Equinor har tildelt en femårskontrakt med Eidesvik Offshore med oppstart i april 2020, hvor Viking Energy skal inngå i enda ett forskningsprosjekt. I dette forskningsprosjektet ledet av NCE Maritime CleanTech, skal et brenselcellesystem utvikles og oppskaleres for å benytte utslippsfri ammoniakk som drivstoff om bord på fartøyet. Løsningen skal piloteres om bord på Viking Energy over en periode på 12 måneder i 2024. Prosjektet vil kunne muliggjøre at Viking Energy blir det første offshorekipet i verden som kan seile med null utslipp [11, 12].

3. Resultat

I resultatkapittelet vises det til analyser/tall av hvordan situasjonen er i Norge kontra andre land. Noe som vi vil legge merke til, er at andelen fornybar energi av totalt energiforbruk i de ulike landene vil være svært interessant å se i sammenheng med utviklingen av elektriske fartøy og mulige nullutslippsløsninger i maritim sektor.

3.1 Norge

Regjeringens handlingsplan for skipsfart

Regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart ble lagt frem sommeren 2019. Ifølge denne handlingsplanen har regjeringen en ambisjon om å halvere utslippene fra innenriks sjøfart og fiske innen 2030, og å stimulere til utvikling av null- og lavutslippsløsninger i alle fartøyskategorier. Norge er verdensledende på grønn omstilling i alle deler av skipsfarten, men omstillingstakten må økes betydelig for å innfri disse ambisjonene.

Norge er i en global særklasse når det gjelder bruk av null- og lavutslippsteknologi i maritim sektor. Det har vært særlig stor satsing innenfor ferjesektoren og innen 2022 vil mer enn en tredjedel av landets bilferjer ha elektrisk framdrift. Regjeringen har som målsetting at hele ferjesektoren skal elektrifiseres innen 2025 [13].

I 2015 ble verdens første helelektriske ferje, MF Ampere, satt i drift av Norled på sambandet Lavik-Oppedal [14]. Fra 2021 vil vi se den første hydrogendrevne bilferjen i Norge, noe som kan bidra til å bane vei for skip med utslippsfri seilas også over lengre strekninger [13].

Helelektrifisering er med dagens batteriteknologi egnet til relativt korte overfarer med muligheter for hyppig lading, derfor er batterier godt egnet for ferjer. Som vi vet, er elektrifisering av ferjeflåten allerede godt i gang, og en stor utskifting i flåten vil komme i løpet av de neste årene. Innen 2022 forventes det at rundt 80 ferjer i Norge vil driftes helt eller delvis på batterier [13].

Elektrifisering av hurtigbåter i Norge

Som nevnt tidligere i rapporten, vil det i somme tilfelle være aktuelt å elektrifisere hurtigbåter. Det opererer rundt 250 hurtigbåter i norske farvann, men per i dag finnes det ingen hurtigbåter som går på strøm. Det finnes derimot flere konsepter som er under utvikling, og i Klimakur 2030 er det lagt til grunn at totalt 33 hurtigbåter blir batterielektriske innen 2030. Den første helelektriske hurtigbåten vil sannsynligvis komme på vannet i 2020, og basert på erfaringer fra fergesektoren kommer det trolig til å skje en gradvis innfasing av batterielektrisk drift [15].

Noe som gjør det mer krevende å elektrifisere en hurtigbåt kontra en ferje, er at en hurtigbåt skal holde en mye høyere hastighet. Dette skaper en stor motstand i bølger og sjø, og hurtigbåtene er lette og ofte bygget som katamaraner med lette materialer (for eksempel i karbon) for å redusere denne motstanden. Vi ser med dette at hurtigbåter har et mye høyere krav til lav vekt sammenlignet med ferjer. Konsekvensene av dette er at det kan være krevende å bygge om en hurtigbåt til batteridrift, som følge av at batteriene vil medføre ekstra vekt som båten ikke er beregnet for. Dette medfører at det trolig vil være både dyrere og mer krevende å retrofytte en hurtigbåt til batteridrift, enn å bygge en helt ny. I tillegg opererer fartøyene svært ulike typer samband, både i avstand, ruteplaner og hvor værutsatt de er, noe som betyr at det ikke nødvendigvis er batteridrift som vil være det mest passende for alle typer hurtigbåter. I somme tilfeller kan for eksempel hydrogendrift være et bedre alternativ [15].

NCE Maritime CleanTech

Norge troner på verdenstoppen i utvikling av elektriske fartøy og fornybar energi, og grunnen til dette er de store utviklingssatsingene og det brede samarbeidet som gjøres på tvers i den maritime verdikjeden. Et eksempel som viser dette er NCE Maritime CleanTech som er en næringsklynge med hovedtyngde på Vestlandet, og som arbeider for fornybare og grønne løsninger i maritim sektor. Hovedmålet til klyngen er å styrke klyngedeltakernes konkurransevne ved å lansere innovative løsninger for energieffektive og miljø- og klimavennlige maritime aktiviteter [16].

NCE Maritime CleanTech arbeider også for statlige reguleringer og avgifter som vil øke innovasjonstakten til grønne maritime løsninger. «Bærekraft er megatrenden som vil prege maritim næring. CO₂-avgift og en finansnæring som stiller krav blir viktige pådrivere», sier daglig leder Hege Økland [17].

3.2 Nord-Amerika

Alana Prashad følger nordamerikansk energisektor og er ansatt ved Innovasjon Norges kontor i Canada. Prashad har bidratt til informasjon fra det nordamerikanske markedet.

For noen år tilbake var det vanskelig å forutsi markedsveksten i Nord-Amerika som følge av:

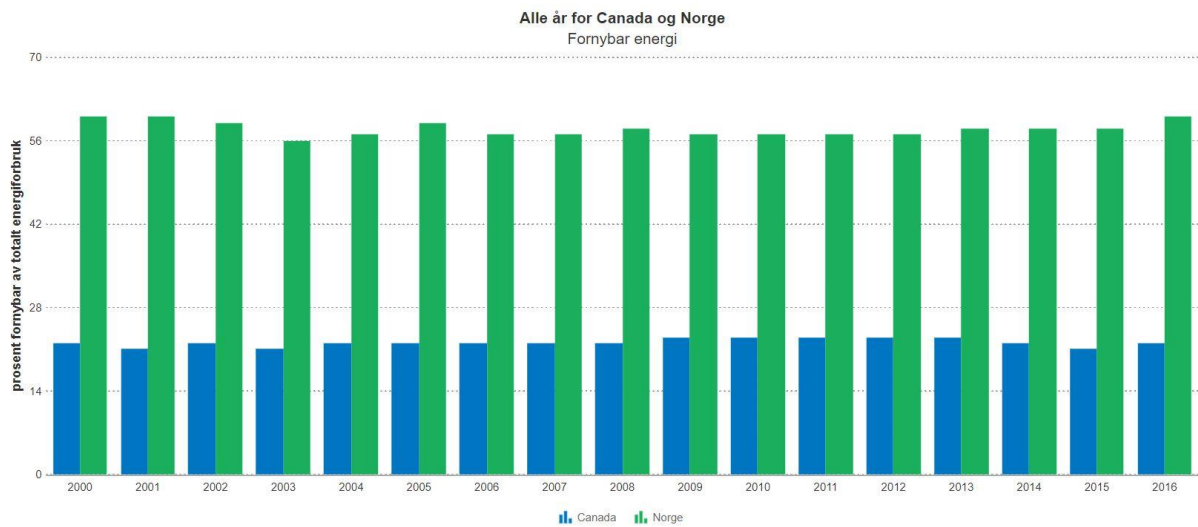
1. Kostnadene. Dette på grunn av at tilbakebetalingen i dette markedet er lengre enn andre investeringer.
2. Det faktum at Nord-Amerika er «slow adopters» sammenlignet med Europa.
3. Deres forhold til hydrokarbon-sektoren.

Canada

I disse tider kan nesten alle de kanadiske provinsene se flåter som går mot elektrifisering, både som ettermontering på ferjer, eller til bruk på nye fartøy som bygges. I denne analysen er fokus rettet mot elektrifisering av ferjer og hurtigbåter, og Canada er et land som har mange ferjer som følge av landskapet. Canada har både en vestkyst og østkyst hvor det går ferjer, i tillegg til flere innlandsferjer. Ifølge The Canadian Ferry Association, er det totalt 181 ferjesamband hvor det er 263 ferjer i drift. Dette viser hvor stort markedet for elektrifisering av ferjer er i Canada, og i tillegg er det en stor fordel at landet har tilgang til fornybare energiresurser.

Å elektrifisere fartøy er svært fornuftig av Canada siden deres hovedkilde til elektrisitet er vannkraft. Dette gjør at å elektrifisere fartøy vil være svært gunstig for miljøet. Det er også sterke luftkvalitetsbestemmelser i Canada (med tilhørende straff), noe som gjør at det er en betydelig ulempe å forbrenne drivstoff av dårlig kvalitet.

The Government of Ontario har akseptert Damen Shipyards Group sitt forslag om å bygge to nye helelektriske ferjer som skal operere i The Great lakes i Canada. Disse ferjene blir de første helelektriske fartøyene i landet. Den ene ferjen har kapasitet for 300 passasjerer og 42 biler, og vil bli levert innen 2020. Den andre ferjen, som er litt større med kapasitet på 399 passasjerer og 75 biler, vil bli levert innen 2021. Det forventes at hastighetene vil være opp mot 12 knopp, slik som de konvensjonelle ferjene, i tillegg til at utslippene blir redusert med tilsvarende 7 millioner kg karbondioksid per år [18, 19].



Figur 3 – Prosent fornybar energi av totalt energiforbruk, Canada og Norge [20].

Figur 3 viser prosent fornybar energi av totalt energiforbruk. Her ser vi Canada sammenlignet med Norge. Selv om Canada er kjent for å ha en høy andel fornybar energi, så virker dette likevel lite når man sammenligner med Norge. Grunnen til dette er at Norge er verdensledende på dette feltet.

USA

Dette delkapittelet ser på markedsutsiktene for elektrifisering av fartøy i USA. Både Alana Prashad fra Innovasjon Norges avdeling i Toronto, og Ken Huste fra Innovasjon Norges avdeling i Houston har bidratt til informasjon og rapporter om USAs marked for elektrifisering av fartøy.

Olje- og gassektoren står svært sterkt i USA, men det er forskjell mellom de ulike statene. Å utføre en markedsanalyse av elektriske fartøy i USA er problematisk i seg selv, siden hver stat har ulike lover. For eksempel er Texas og Alaska klassiske olje- og gasstater, hvor det er lange og sterke tradisjoner for olje- og gassproduksjon. De som bor i disse statene er oppvokst i olje- og gassnæringen, hvor mange i familien jobber innenfor dette. Dette betyr at det ikke er lett å skulle endre slike sterke tradisjoner, og at fornybare energikilder vil møte motstand. Elektriske fartøy er ikke noe populært tema i Texas, og vil nok heller ikke være det i nærmeste fremtid. En god grunn til dette er at disse statene er knutepunktet for svært mange olje- og gassbedrifters hovedkvarter (for eksempel: Shell, Exxon, Chevron, Halliburton og Schlumberger).

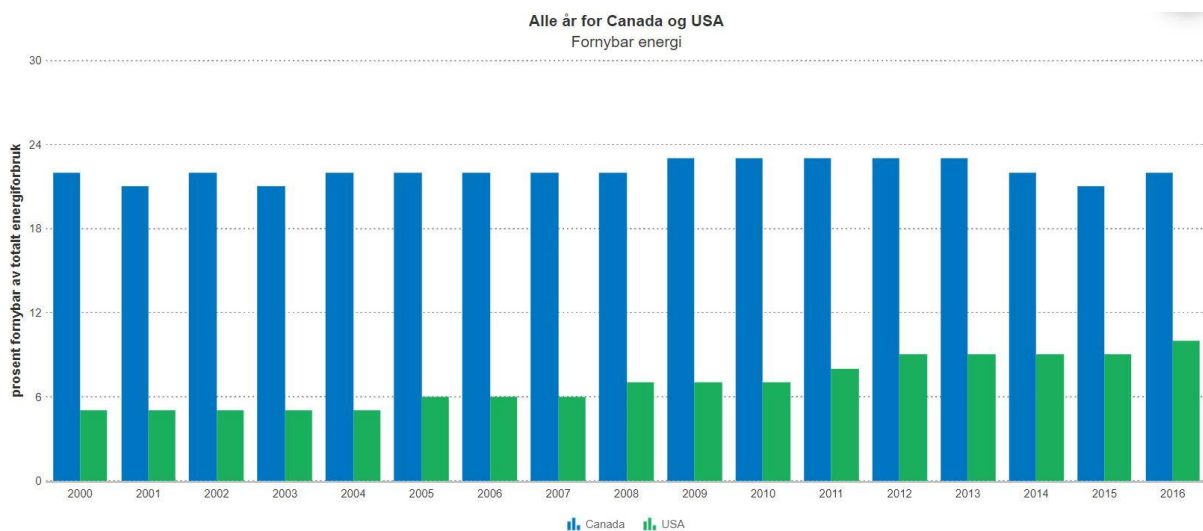
USA er svært annerledes fra både Canada og Norge når det gjelder elektrifisering av fartøy, og i noen stater burde man faktisk være forsiktig med å ytre sine meninger om å gå over til fornybare energikilder og miljøvennlige drivstoff. I Alaska har de for eksempel verken et budsjett eller penger for en slik oppgradering, og man vil møte sterke synspunkt og meninger mot det grønne skiftet. I tillegg så er verden for tiden inne i en pandemikrise kombinert med stort oljeprisfall. Dette vil også ha betydninger for den videre utviklingen av elektrifisering av fartøy i maritim sektor. Stupet av oljeprisen de første månedene av 2020, har bidratt til å forsterke amerikanernes motstand rettet mot fornybare energikilder og elektrifisering av fartøy: «Hvorfor skal man elektrifisere fartøy når det har blitt SÅ billig med olje og gass?».

Både Alana Prashad og Ken Huste trekker frem områder i USA som har et mer positivt syn på elektrifisering av fartøy. Dette gjelder særlig i statene langs vestkysten og nordøstkysten. Her er elektrifisering av fartøy en veldig populær trend som vokser raskt. Washington er et eksempel på en stat som sannsynligvis vil være en av de første i USA som går mot elektrifisering.

Washington State Ferries opererer den største ferjeflåten i USA, med totalt 22 ferjer som krysser Puget Sound. Dette ferjerederiet bruker like mye drivstoff som et mellomstort flyselskap, og transporterer 25 millioner mennesker per år. I 2019 ble det offentliggjort at Washington State Ferries vil elektrifisere sine ferjer, og gå fra diesel til hybrid-elektrisk propulsjon. Rederiet så allerede i 2012 på mulighetene for å bruke hybride- eller LNG-drevne fartøyer, men teknologien var for umoden på denne tiden. Nå som det har skjedd forbedringer i batteriteknologien innen bilbransjen, har Washington State Ferries fått ett nytt syn på denne teknologien.

Om noen få år vil innbyggerne i Washington sannsynligvis reise ved bruk av elektrisk drevne ferjer. Det vil likevel ta lang tid å elektrifisere hele ferjeflåten i Washington, grunnet vanskeligheter knyttet til å installere ladeanlegg og signering av strømforsyningsavtaler. Ferjeselskapet har derfor offentliggjort at de vil starte elektrifiseringen av de mest forurensede fartøyene, som er tre Jumbo Mark II-ferjer som til sammen bruker 19 millioner liter drivstoff i året [21].

I Skagit County som er et fylke nordvest i Washington, er det et ferjesamband mellom Anacortes og Guemes Island. Dette ferjesambandet har vært i drift siden tidlig på 1960-tallet, og ferjen frakter 200 000 biler og 400 000 mennesker årlig, 365 dager i året. Innen 2023 må denne ferjen, M/V Guemes, enten erstattes eller ha utført en dyr overhaling grunnet dens dårlige stand. Glosten som er et skipsdesignselskap, har nå startet utviklingsarbeidet av en helt ny helelektrisk ferje som skal ta over for M/V Guemes. Spesifikasjonene for den nye ferjen er ikke offentliggjort enda. Det er foreløpig ingen stater i USA som har en helelektrisk ferje i drift, men Glosten og Skagit County har sett mot Norge, og argumenterer for at denne teknologien er uttestet og har vist seg å være vellykket i Norge. Denne nye ferjen forventes å være den første helelektriske ferjen i drift i USA, og vil fungere som en modell for lignende fremtidige prosjekter i landet [22, 23].



Figur 4 – Prosent fornybar energi av totalt energiforbruk, Canada og USA [24].

Figur 4 viser prosentdelen av fornybar energi i USA sammenlignet med Canada. Denne figuren viser godt at Canada vil ha mye større gevinster av å elektrifisere fartøy enn USA. USA har ikke satset nok på fornybare energikilder til å kunne få nullutslipp ved å gå over til elektrifisering. Slik situasjonen er i USA i dag, vil det ikke være mulig å lade batterier ved bruk av kun fornybare energikilder om man skulle gått over til helelektriske fartøy. Figuren viser tydelig at USA er et land hvor olje og gass lenge har stått sentralt, og at de er «slow adopters» innenfor fornybar energi sammenlignet med Europa.

3.3 Nederland

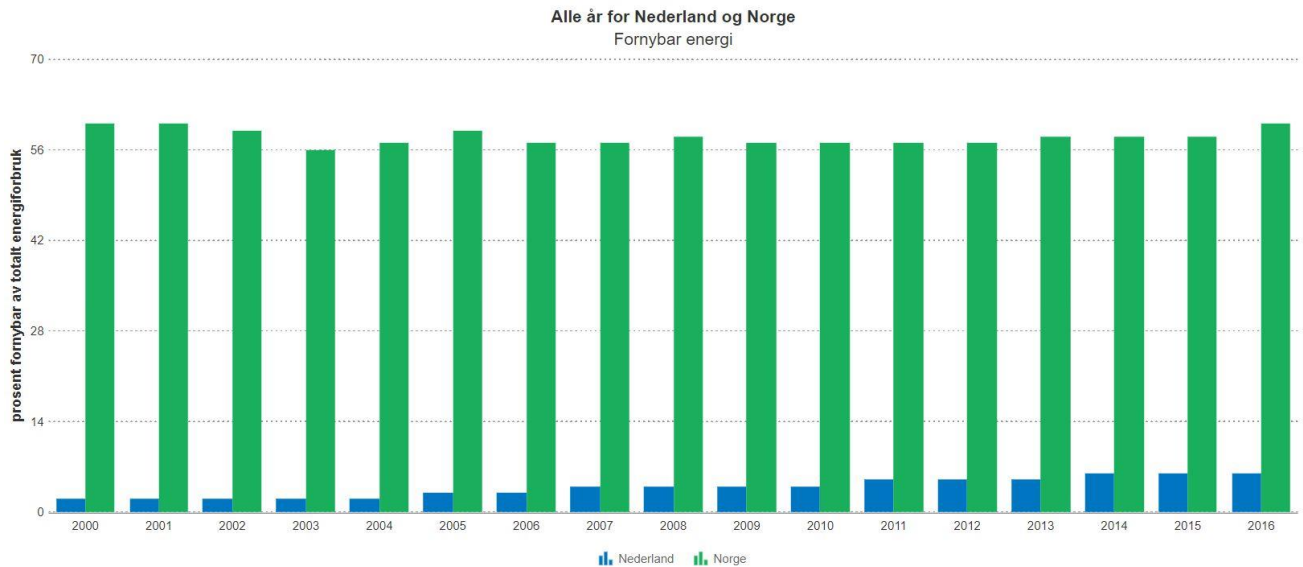
Amsterdam har lenge vært en forløper i å bane vei for sirkulær økonomi. Med flere innovative prosjekter som omhandler blant annet å unngå matsvinn og resirkulering, så fokuseres det på å skape en grønnere og mer bærekraftig by. Amsterdam er nummer 11 på ARCADIS' 2016 Sustainable Cities Index, mens Rotterdam er kun på 19 plass [25].

Rotterdams havn er noe større enn Amsterdams, men som følge av at Amsterdam har større satsninger innenfor sirkulærøkonomi og bærekraft, så satser de også mer på elektrifisering av fartøy. Som følge av dette, velger vi i denne rapporten å se nærmere på Amsterdams ambisjoner for nullutslipp i kanalene.

Amsterdams kanalbåter elektrifiseres i tråd med bystyresmaktens plan om å forby dieselmotorer innen 2025. Lovgivningen krever at alle båter som går i Amsterdams kanaler, har nullutslipp innen 2025. I Amsterdam er det rundt 120 store kanalcruise-båter, som brukes hver dag i opptil 14 timer dagen. I tillegg er det rundt 12.000 fritidsbåter, som for det meste er mindre privateide båter. Estimer viser at kun 5 % av disse fritidsbåtene er utslippsfrie. Det arbeides med å få installert rundt 100 ladestasjoner for båter innen 2021.

Den viktigste driveren for å implementere denne lovgivingen, er å forbedre luftkvaliteten i bykjernen, men den samlede reduksjonen av klimagasser anses også som å være et viktig mål. Amsterdam har en klimaplan hvor man har som mål å redusere energiforbruket med 20 % i 2020, og i tillegg øke bruken av fornybar energi med 20 % i 2020. Ved å elektrifisere alle fartøy som går i disse kanalene, så bidrar man betydelig til å nå disse målene.

Selv om det vil bli installert elektriske motorer og batterier i alle disse båtene, så vil de likevel ikke være 100 % utslippsfrie i starten. Grunnen til dette er at det vil være CO₂-utslipp fra produksjonen av elektrisitet, som følge av at Nederland ikke har tilgang til fornybar energi i like stor grad som for eksempel Norge. CO₂-utslipp fra produksjonen av elektrisitet ved bruk av dagens energimiks, gir at utslippene av drivhusgasser er estimert til å være rundt 70 % sammenlignet med bruk av diesel [26, 27].



Figur 5 – Prosent fornybar energi av totalt energiforbruk, Nederland og Norge [28].

Figur 5 viser andelen fornybar energi av totalt energiforbruk, hvor de grønne søylene er Norge og de blå søylene er Nederland. Det er tydelig at Nederland har et stort forbedringspotensial på dette området. Som tidligere nevnt så har Amsterdam høye ambisjoner og mål om å øke bruken av fornybar energi med 20 % i 2020.

Nederland satser stort på havvind

Nederland er svært avhengig av kull og gass, og har et av de høyeste klimagassutslippene per innbygger i Europa. Nederland satser nå stort på fornybar energi, og innen 2050 så skal klimagassutslippene reduseres til null. Løsningen på veien heter offshore vind.

De grunne farvannene utenfor Nederland er ideelle for bunnfast havvind, og verdens første havmølleparker uten subsidier bygges i dette området. Disse havvindparkene skal stå klar i 2022, og kalles Kust Zuid 1&2. Parkene vil ha en kapasitet på 700-750 Megawatt (MW), som vil kunne gi strøm nok til 1-1,5 millioner europeiske hjem. Disse parkene er likevel ikke de eneste, og i mars 2019 ble det lyst ut et nytt tilbud på enda en 700 MW-park. Seks store områder utenfor kysten er satt av til utbygging av havvind, og tilbudene kommer som perler på en snor i årene fremover. I løpet av de neste 10 årene skal hollenderne bygge ut 11,5 Gigawatt (GW) offshore vind. For å skjønne hvor mye dette er, så kan vi til sammenlikning vise til at ved utgangen av 2018 hadde Europa som helhet installert 18,5 GW offshore vind [29, 30].

Vi ser med dette at når Amsterdams båter elektrifiseres, så vil ikke dette være utslippsfritt med det samme. I starten vil man fortsatt ha CO₂-utslipp som følge av produksjonen av elektrisitet, men etter hvert som havvindparkene utbygges og Nederlands produksjon av fornybar energi øker, så vil dette CO₂-utslippet synke. Det er altså viktig å starte tidlig med elektrifisering av fartøy, selv om det ikke vil ha 100 % effektivitet i starten.

3.4 Storbritannia

I 2019 ble den britiske regjeringens ambisjon kunngjort om at «Innen 2050 vil Storbritannia aktivt drive overgangen til nullutslippsfart i farvannene». De skal også bevege seg raskere enn konkurrerende land og internasjonale standarder i dette feltet, og dette er for å kunne utnytte økonomiske fordeler og bli sett på som en rollemodell [31].

Storbritannia mener at et tett samarbeid mellom industrien, myndigheter og forskjellige deler av forsyningskjeden vil være nødvendig for å nå denne ambisjonen. Dette samarbeidet skal føre til at man:

1. Kan bruke kunnskap fra andre sektorer.
2. Kan sikre at nye reguleringer er passende.
3. Kan hjelpe maritime selskaper til å innse fordelene med forskning og investering.

Dette vil etter hvert føre til utvikling og rask implementering av rene teknologier [31].

Clean Maritime Plan

I juli 2019 ble «Clean Maritime Plan» publisert, som er det britiske transportdepartementets plan for grønn skipsfart.

I denne rapporten legges det frem hva som forventes av Storbritannia innen nullutslippsfartøy i årene frem til 2050:

1. Innen 2025 forventes det at alle nybygg som skal ferdes i britiske farvann, designes med mulighet for nullutslippsframdrift. Det forventes også at nullutslippsskip allerede vil være i bruk.
2. Innen 2035 forventer britene å ha en rekke maritime klynger som skal bidra til nullutslippsteknologi og infrastruktur. Det britiske skipsregisteret skal være viden kjent for å være miljøvennlig.
3. I 2050 skal nullutslippsskip være vanlig verden over.

Målet er at det britiske skipsregisteret skal tiltrekke seg de mest miljøvennlige skipene, og at den maritime næringen skal bidra til å nå målene om å gjøre Storbritannia klimanøytralt i 2050 [32, 33].

Veien til utslippsfrie havner

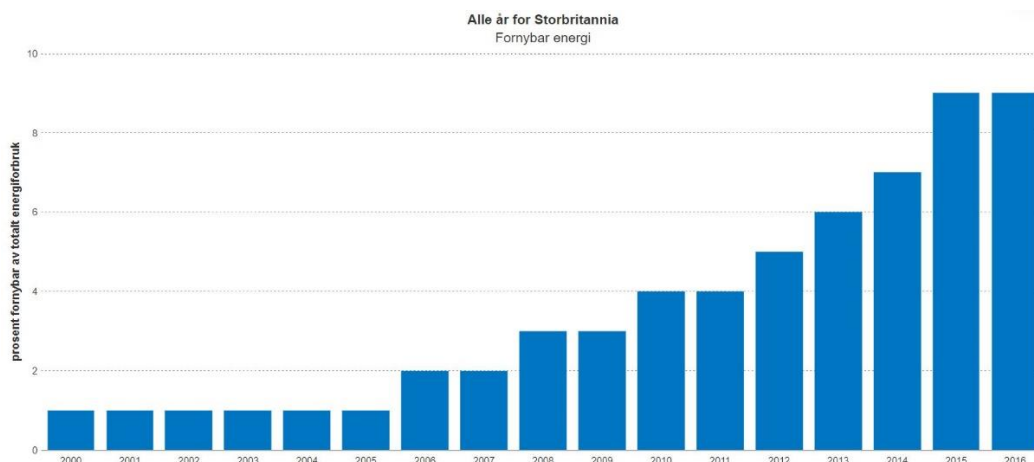
Hittil har det vært publisert svært lite informasjon om den elektriske bruken til Storbritannias største havner, selv om elektrisitet (og andre drivstoff) helt tydelig er viktig for de effektive operasjonene.

Det er forventet at det vil komme nye teknologier som muliggjør bedre bruk av overføringsnett, og dermed kunne erstatte skipets avhengighet av hjelpekraft når det er fortøyd til havn. En del skip i årene som kommer vil også være fullstendig drevet av batterier og må lades når skipet er til havn, noe som gjør at havnene må være tilpasset for dette.

Det er også mange havnemaskiner og utstyr som bruker flytende drivstoff som kan elektrifiseres. Dette kan for eksempel være gaffeltrucker eller mobile kraner. Det har blitt kunngjort at den britiske regjering «skal arbeide for å bedre forstå kapasiteten av Storbritannias energinettverk, for å kunne støtte en økning i etterspørsel for grønn energi fra de britiske havner og rederier» [34].

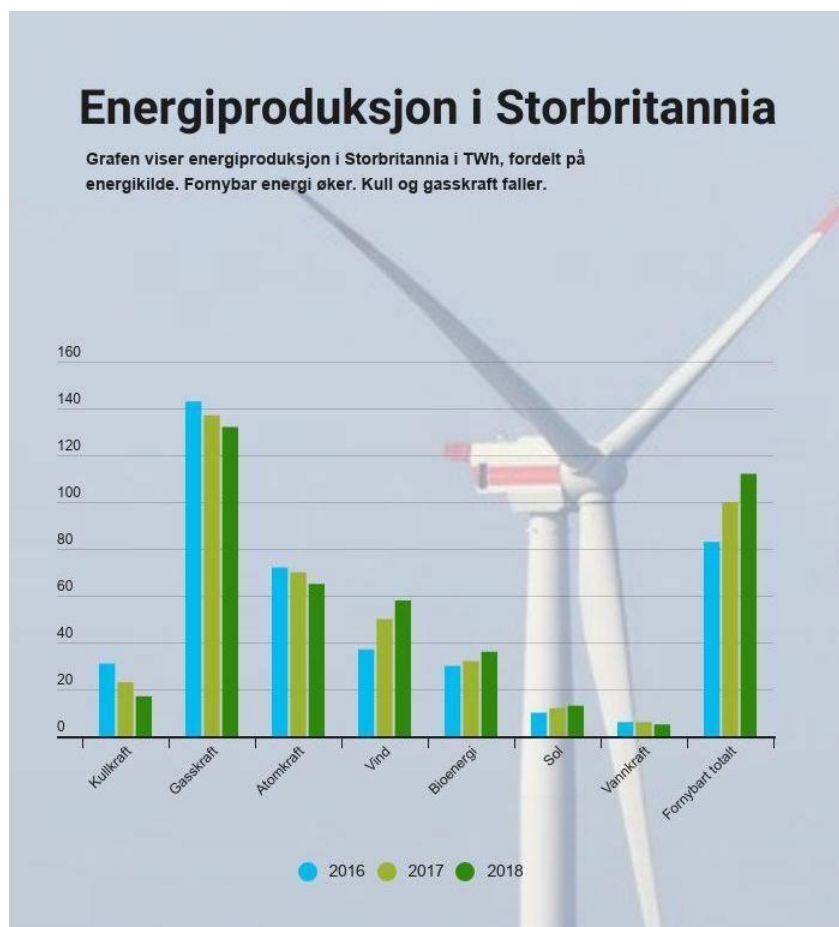
Storbritannia satser stort på fornybar energi

Som følge av overgangen til nullutslippsfartøy, vil det være en økende etterspørsel av fornybar energi i Storbritannia. Storbritannia har tidligere vært svært avhengige av kullkraftverk for energiproduksjon, men denne trenden er i ferd med å snu. Det finnes fortsatt 8 operative kullkraftverk i landet, men den britiske regjeringen la i 2018 frem planer om at disse skal stenges innen 2025.



Figur 6 – Prosent fornybar energi av totalt energiforbruk, Storbritannia [35]

Figur 6 er hentet fra FN-sambandet, og viser prosent fornybar energi av totalt energiforbruk fra 2000 til 2016. Storbritannia har hatt en kraftig vekst innen fornybar energi de siste årene. Om vi sammenligner dette med tal for fornybar energiandel til Norge, Canada, USA og Nederland så ser vi at ingen av disse landene har hatt en like markant vekst som Storbritannia. Norge har likevel en høyere grad av fornybar energi enn Storbritannia.



Figur 7 - Energiproduksjon i Storbritannia [36]

Figur 7 viser energiproduksjonen i Storbritannia fordelt på energikilder fra 2016-2018. Denne figuren viser tydelig at kullandelen har falt kraftig de siste årene, mens fornybar energi har økt. Kullkraft utgjorde kun 5 % av energiforsyningen i 2018, i motsetning leverte fornybar energi 33 % av elektrisiteten samme året [36].

Storbritannia tar i bruk flere ulike virkemidler for å presse opp fornybarandelen. Et av disse virkemidlene er at kraftselskapene plikter å levere en viss mengde elektrisitet fra fornybare energikilder, og at denne mengden øker hvert år. Storbritannia har også differensierte kraftavtaler, noe som gjør at kraftselskapene er garantert en minstepris for kraften som kommer fra fornybare energikilder [36].

Som vi ser, satser Storbritannia stort på fornybar energi, og da spesielt havvind. Landet er godt egnet for bunnfaste installasjoner, som følge av store og relativt grunne havområder med svært gode vindforhold. I fjor ble det gjort en ny avtale mellom den britiske regjeringen og industrien som sikrer investeringer på mer enn 9 milliarder kroner i offshore vind de neste elleve årene. Målet er at 30 % av energiforsyningen i landet skal komme fra havvind innen 2030. Med dette ser vi at Storbritannia slår fornybargiganten Tyskland, som sikter seg inn på 15-20 % offshorevind innen 2030 [36, 37].

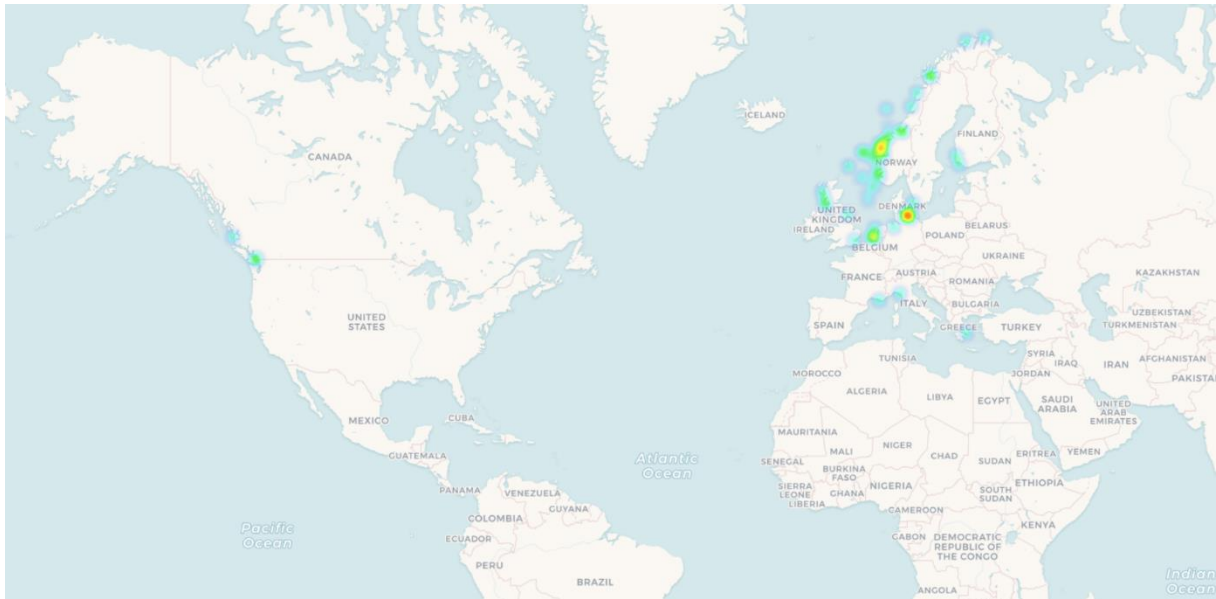
4. Diskusjon

Det er tydelig at elektrifisering av fartøy henger tett sammen med energiproduksjon, og overgangen til fornybar energi. Som vi har sett i denne markedsanalysen av elektriske fartøy, er det mange land som satser stort innenfor dette feltet.

Elektrifisering av fartøy vil ikke i alle tilfeller være effektivt i starten, som følge av at batteriene ikke lades opp ved bruk av fornybar energi. Dette dilemmaet gjelder særlig Nederland, som er svært avhengige av gass og kull. Reguleringer som gjør det nødvendig å elektrifisere fartøy er likevel svært viktig, siden man etter hvert vil få mer og mer fornybar energi tilgjengelig. Arbeidet med å elektrifisere fartøy og utbygging av fornybar energiproduksjon må dermed skje parallelt. Vi ser med dette at effektiviteten av elektrifisering vil øke de kommende årene.

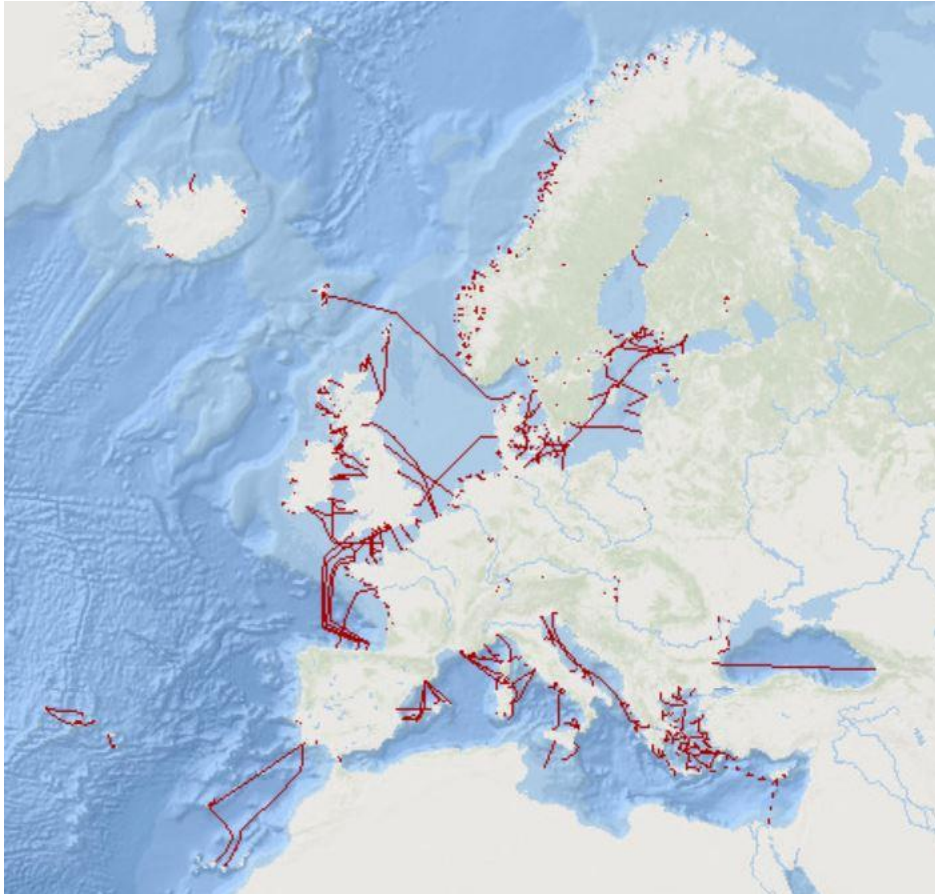
Rundt problematikken om at energimiksen er dominert av fossil energi, og påstandene om at i enkelte land vil det ikke være samme insentiv til å elektrifisere fartøy er det flere vurderinger som bør undersøkes. Det er viktig å nevne at et elektrisk fartøy har en høyere virkningsgrad enn et fartøy med forbrenningsmotor, noe som bør tale for elektrifisering [38]. Etter hvert vil også energimiksen bli grønnere når de ulike landene skal etterleve Paris-avtalen og delta i EUs kvotesystem [39]. Kort fortalt så er EUs kvotesystem laget for industrien, og fungerer ved at det settes et tak som sier hvor mange CO₂-ekvivalenter som maksimalt kan slippes ut fra år til år. Dette taket reduseres så over tid, slik at utslippene også reduseres [40].

Et annet insentiv for å elektrifisere transportsektoren selv om man ikke har nok tilgang til fornybar energi, er at man unngår forurensing i folketette områder. Et eksempel hvor dette kom frem i rapporten var under kapittelet om Nederland. I Amsterdam er det foreløpig er lite tilgang til fornybar energi, men det ble likevel lovpålagt at alle båter i byens kanaler skal elektrifiseres for å forbedre luftkvaliteten i bykjernen.



Figur 8 - Elektriske fartøy i verden [41].

Figur 8 viser antallet elektrifiserte fartøy i verden. Denne figuren bekrefter at Amerika er «slow-adopters» sammenlignet med Europa. Vi ser at Norge er verdensledende innen dette feltet, etterfulgt av Storbritannia, Nederland, Canada og Danmark. USA er svært konservative og har sterke tradisjoner for olje og gass, noe som skaper et hinder for at elektrifisering av fartøy skal slå gjennom raskt. Canada har et stort potensial for elektrifisering av ferjer, men har ikke kommet like langt i prosessen som Norge.



Figur 9 – Ferjesamband i Europa [42].

Figur 9 er hentet fra EU-kommisjonen og viser ferjesamband i Europa. Denne figuren viser alle de viktige internasjonale ferjesambandene, og alle nasjonale ferjesamband som har stor betydning for å koble sammen riksveien eller jernbanenettet. Det har ikke vært mulig å hente frem spesifikke tall på hvor mange ferjer/ferjesamband som finnes i Europa, men dette bildet gir indikasjon på hvordan ferjemarkedet er i Europa. Som figuren viser, er det tydelig at Norge er et land hvor elektrifisering av ferjer vil ha store miljøgevinster, da det finnes ferjer langs hele den norske kysten. Storbritannia, Danmark, Sverige og Hellas er eksempler på andre land i Europa som har mye ferjetrafikk, og som burde gjøre en satsning innenfor elektriske ferjer.

5. Konklusjon

Det har vært særlig stor satsing innenfor elektrifisering av ferjesektoren i Norge, og innen 2022 vil mer enn en tredjedel av landets bilferjer ha elektrisk framdrift. Den norske regjeringen har som målsetting at hele ferjesektoren skal elektrifiseres innen 2025. I Canada er det luftkvalitetsbestemmelser som gjør at det er en betydelig ulempe å forbrenne drivstoff av dårlig kvalitet, noe som igjen fører vei for elektriske fartøy. I USA har den største ferjeaktøren i landet, Washington State Ferries, fått øynene opp for den forbedrede batteriteknologien og starter med å elektrifisere sine tre mest forurensede ferjer. I Nederland har det kommet en ny lov som krever at alle båter som går i Amsterdams kanaler, har nullutslipp innen 2025. I Storbritannia forventes det at innen 2025 skal alle nybygg som ferdes i britiske farvann, designes med mulighet for nullutslippsfremdrift. Innen 2035 forventer også britene å ha en rekke maritime klynger som skal bidra til nullutslippsteknologi og infrastruktur. Dette besvarer problemstillingen som stiller spørsmål om hvordan markedsutviklingen av elektriske fartøy vil være i de kommende årene.

I en slik markedsanalyse vil det ikke være mulig å gi en skråsikker konklusjon. Disse tallene gir kun estimater for hvordan det elektriske markedet for fartøy vil kunne se ut i fremtiden. Det kan dukke opp nye radikale innovasjoner og teknologier som vi ikke kan forutse, og som vil endre dette markedet fullstendig. Det kan også gå den andre veien, hvor det oppstår kriser som vil påvirke veksten og senke hastigheten på utviklingen. Dette ser vi er tilfellet med dagens situasjon hvor verden er inne i en pandemikrise kombinert med stort oljeprisfall. Dette vil ha betydninger for den videre utviklingen av elektrifisering av fartøy i maritim sektor. På bakgrunn av denne rapporten kan det likevel konkluderes med at det vil bli en økt satsing innen elektrifisering av fartøy innenfor disse landene, og at denne økte satsingen vil gi resultater i form av økte leveranser av maritim miljøteknologi til disse markedene, her bør norske aktører kunne være godt posisjonerte. Samtidig vil utviklingen også føre til reduksjoner i klimagassutslipp.

Referanser

- [1] «Short sea,» 2014. [Online]. Tilgjengelig: <https://rederi.no/om-oss/segmenter/short-sea/>, Hentet: 26.mai 2020.
- [2] «The World Merchant Fleet in 2018,» Equasis, 2018. Tilgjengelig: <http://www.emsa.europa.eu/publications/technical-reports-studies-and-plans/item/472-annual-statistical-report-on-the-world-merchant-statistics-from-equasis.htmlfile:///C:/Users/krist/Downloads/Equasis%20Statistics%20-The%20World%20Fleet%202018.pdf>, Hentet: 30.april 2020.
- [3] «Safety of ro-ro ferries,» [Online]. Tilgjengelig: <http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Regulations/Pages/RO-ROFerries.aspx>, Hentet: 30.april 2020.
- [4] «Ferry Industry Facts,» [Online]. Tilgjengelig: <https://interferry.com/ferry-industry-facts/>, Hentet: 20.april 2020.
- [5] «Vessels Database,» 2020. [Online]. Tilgjengelig: https://www.marinetraffic.com/en/data/?asset_type=vessels&columns=flag,shipname,photo,recognized_next_port,reported_eta,reported_destination,current_port,imo,ship_type,show_on_live_map,time_of_latest_position,lat_of_latest_position,lon_of_latest_position&ship_type_in, Hentet: 30.april 2020.
- [6] «Norge viser vei for elektrifisering av skipsfart,» i *The Explorer*. Tilgjengelig: <https://www.theexplorer.no/norge-viser-vei-for-elektrifisering-av-skipsfart/>, Hentet: 20.april 2020.
- [7] «BloombergNEF,» [Online]. Tilgjengelig: <https://about.bnef.com>, Hentet: 24.april.
- [8] «Assessment of selected alternative fuels and technologies,» DNV GL, 2019. Tilgjengelig: <https://www.dnvgl.com/services/alternative-fuels-insight-128171>, Hentet: 24.april 2020.
- [9] «Alternative Fuels Insight,» [Online]. Tilgjengelig: <https://afi.dnvgl.com/Statistics?repId=3>, Hentet: 18. mai 2020.
- [10] «Sea-Web ships,» 2020. [Online]. Tilgjengelig: https://maritime.ihs.com/Areas/Seaweb/authenticated/authenticated_handler.aspx?control=list&FieldList=SS.VESSELNAMEBROWSE%2c+SS.DATEOFBUILDBROWSE%2c+SS.CALLSIGN%2c+SS.DWT%2c+SS.FLAG%2c+SS.ShipImage IMAGE%2c+SS.STATUSBROWSE&JoinExpressionAll=&SpecialIndicator=&ViewIndicator=CS&ListType=Ships&bp=1&Search=1, Hentet: 18.mai 2020.
- [11] Equinor, «Supply-skipet ble utstyrt med batterier for å redusere utslipp. Det gikk over alle forventninger.,» 2018. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.equinor.com/no/magazine/battery-hybrid-supply-ship.html>, Hentet: 6.mai 2020.
- [12] Equinor, «Planlegger verdens første forsyningskip på utslippsfri ammoniakk,» 2020. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.equinor.com/no/news/2020-01-23-viking-energy.html>, Hentet: 6.mai 2020.
- [13] «Regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.regjeringen.no/contentassets/2ccd2f4e14d44bc88c93ac4effe78b2f/handlingsplan-for-gronn-skipsfart.pdf>, Hentet: 11. september.
- [14] «Regjeringa: Alle bilferjer skal gå på straum innan 2025,» 2019. [Online]. Tilgjengelig: https://www.nrk.no/sognogfiordane/regjeringa_-alle-bilferjer-skal-ga-pa-straum-innan-2025-1.14408153, Hentet: 11. september.
- [15] «Klimakur 2030: Tiltak og virkemidler mot 2030,» 2020. Tilgjengelig: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1625/m1625.pdf>, Hentet: 26.mai 2020.
- [16] «About NCE Maritime CleanTech,» [Online]. Tilgjengelig: <https://maritimecleantech.no/about-us/>, Hentet: 18.mai 2020.

- [17] T. Stensvold, «Maritime CleanTech: - Finansnæringen kan spille en større rolle i å nå klimamålene enn vi først trodde,» i *Teknisk ukeblad*, 2019. Tilgjengelig: <https://www.tu.no/artikler/maritime-cleantech-finansnaeringen-kan-spille-en-storre-rolle-i-a-na-klimamalene-enn-vi-forst-trodde/481503>, Hentet: 22.mai 2020.
- [18] F. Lambert, «Two big new all-electric ferries are coming to Canada,» i *Electrek*, 2018. Tilgjengelig: <https://electrek.co/2018/11/07/all-electric-ferries-canada/>, Hentet: 8.mai 2020.
- [19] «Electric vessels are making waves,» i *Safety4sea*, 2018. Tilgjengelig: <https://safety4sea.com/cm-electric-vessels-are-making-waves/>, Hentet: 8.mai 2020.
- [20] «Canada,» [Online]. Tilgjengelig: <https://www.fn.no/Land/Canada?indicator=Fornybar%20energi&id=21159>, Hentet: 20.april.
- [21] J. Deign, «World's Second-Largest Ferry Operator Switching From Diesel to Batteries,» i *A Wood Mackenzie Magazine*, 2019. Tilgjengelig: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/worlds-second-largest-ferry-operator-switching-from-diesel-to-batteries>, Hentet: 8.mai 2020.
- [22] «All-electric Ferry Replacement Project,» Skagit County. Tilgjengelig: <https://www.skagitcounty.net/PublicWorksFerry/Documents/Replacement/Project%20Status%20Update%20Capital%20Ask%20Ferry%20Replacement.pdf>, Hentet: 11.mai 2020.
- [23] «Development begins on new all-electric ferry for Skagit County, Washington,» 2020. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.bairdmaritime.com/work-boat-world/passenger-vessel-world/ropax/development-begins-on-new-all-electric-ferry-for-skagit-county-washington/>, Hentet: 11.mai 2020.
- [24] «USA,» [Online]. Tilgjengelig: <https://www.fn.no/Land/USA?indicator=Fornybar%20energi&id=21159>, Hentet: 20.april.
- [25] «A Tale of Two Dutch cities: Amsterdam & Rotterdam,», 2017. Tilgjengelig: <https://uncloggedblog.com/2017/06/26/a-tale-of-two-dutch-cities-amsterdam-rotterdam/>, Hentet: 22.mai 2020.
- [26] «Amsterdam canal boats go electric ahead of 2025 diesel ban,» i *Safety4sea*, 2020. Tilgjengelig: https://safety4sea.com/amsterdam-canal-boats-go-electric-ahead-of-2025-diesel-ban/?_cf_chl_jschl_tk=__23f3cb1f42021920c8699f5c3a6b7251a5763059-1587380898-0-ATNIK_iD4j_bSyVVNDdwHhYRDy-mdXSDwKdV8HgdRhtG-xLWKEAwYr9rHkMolbGTIz9qNJaJNo5siBYzAj123g7uctYJhz5CMemPKU3RJmCiEiFP6q5bV3Qh-naPKvNgD02JQv3JPF99b2gKH9ix2l4rNFOXBzTi_hgD5loAJ3MUSRszn7t9ka6MJ28WQE3KhuqjfZkzHF_S6sloilcyKK00p194OOnICl7caTur3wWAgYLOkWBGO3KeC9PHJvaZ6GxMEdy34iN-EuTat2svhZuH-7hDZcavJnu_mX2lrjzJrntkvSJ8WwgyZKZ9KbGSLbbBasDBWvJyWi-AZcDkqLlt4M0092OdTIU1euG5bYP8, Hentet: 20.april 2020.
- [27] «Zero Emissions for Canal Cruise Boats by 2025,» i *PARIS PROCESS ON MOBILITY AND CLIMATE*. Tilgjengelig: <http://www.ppmc-transport.org/zero-emissions-for-canal-cruise-boats-by-2025/>, Hentet: 20.april 2020.
- [28] «Nederland,» [Online]. Tilgjengelig: <https://www.fn.no/Land/Nederland?indicator=Fornybar%20energi&id=21159>, Hentet: 20.april.
- [29] H. Løvik, «Verdens første havmøllepark uten subsidier skal bygges i Nederland,» i *Teknisk Ukeblad*, 2018. Tilgjengelig: <https://www.tu.no/artikler/verdens-forste-havmollepark-uten-subsidier-skal-bygges-i-nederland/433137>, Hentet: 20.april 2020.
- [30] E. Martiniussen, «Verdens største konverter-plattform skal gi Nederland strøm fra havvind,» i *Teknisk Ukeblad*, 2019. Tilgjengelig: <https://www.tu.no/artikler/verdens-storste-konverter-plattform-skal-gi-nederland-strom-fra-havvind/464740>, Hentet: 20.april 2020.
- [31] D. C. Ruccia, D. T. Smith og K. Deyes, «Reducing the UK Maritime Sector's Contribution to Air Pollution and Climate Change,» Government of the United Kingdom, 2019. Tilgjengelig: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/816017/potential_demands_on_UK_energy_system_from_port_shipping_notifications.pdf, Hentet: 21.april 2020.

- [32] «Clean Maritime Plan,» Department of Transport, 2019. Tilgjengelig: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/815664/clean-maritime-plan.pdf, Hentet: 21.april 2020.
- [33] A. Fenstad, «Storbritannia vil ha nullutslippsløsninger på alle nye skip fra 2025,» i *Teknisk Ukeblad*, 2019. Tilgjengelig: <https://www.tu.no/artikler/storbritannia-vil-ha-nullutslippslosninger-pa-alle-nye-skip-fra-2025/469652>, Hentet: 21.april 2020.
- [34] «State of the maritime nation report 2019,» Maritime UK, 2019. Tilgjengelig: <https://www.maritimeuk.org/media-centre/publications/state-maritime-nation-report-2019/>, Hentet: 21.april 2020.
- [35] «Storbritannia,» 2017. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.fn.no/Land/Storbritannia?indicator=Fornybar%20energi&id=21159>, Hentet: 18.mai 2020.
- [36] E. Martiniussen, «Rekord: Snart to uker siden Storbritannia brukte kullkraft,» i *Teknisk Ukeblad*, 2019. Tilgjengelig: <https://www.tu.no/artikler/rekord-snart-to-uker-siden-storbritannia-brukte-kullkraft-br/466385>, Hentet: 21.april 2020.
- [37] E. Martiniussen, «Storbritannia sikter mot 30 prosent offshore vind,» i *Teknisk Ukeblad*, 2019. Tilgjengelig: <https://www.tu.no/artikler/storbritannia-sikter-mot-30-prosent-offshore-vind/459835>, Hentet: 21.april 2020.
- [38] «Virkningsgrad,» i *Store norske leksikon*, Ø. Grøn, Red., 2018. Tilgjengelig: <https://snl.no/virkningsgrad>, Hentet: 2.juni 2020.
- [39] G. Eskeland, «Det blir ikke mer utslipp i Europa når du kjører elbil,» i *Dagbladet*, 2016. Tilgjengelig: <https://www.dagbladet.no/kultur/det-blir-ikke-mer-utslipp-i-europa-nar-du-kjorer-elbil/63956384>, Hentet: 3.juni 2020.
- [40] Miljødirektoratet, «EUs system for klimavoter,» [Online]. Tilgjengelig: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/klimavoter/eus-klimavotesystem/>, Hentet: 3.juni 2020.
- [41] «Alternative Fuels Insight,» [Online]. Tilgjengelig: <https://afi.dnvgl.com/Map>, Hentet: 8.mai.
- [42] EU-kommisjonen, «Ferry routes,», 2020. Tilgjengelig: https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/atlas/maritime_atlas/, Hentet: 19.mai 2020.