



KYSTVERKET

KVU NN – Kunnskapsgrunnlag Energi- og nettbehov

07.03.2023

Hva skal til for at sjøtransporten blir utslippsfri?

Notatbeskrivelse

Tittel: Hva skal til for at sjøtransporten blir utslippsfri?

Forfattere: Marie Gisetstad Andersen med bidrag fra Anniken Nylund Aasjord, Gjert Eirik Olsen og Håkon Aamodt

Dato: 07.03.2023

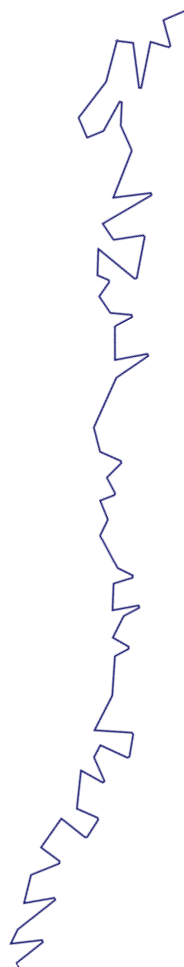
Prosjekt: KVV NN



KYSTVERKET

Innhold

Sammendrag.....	ii
1.0 Innledning	3
2.0 Mål og problembeskrivelse	3
3.0 Forutsetninger for å nå målet	3
3.1 Tilstrekkelig tilgang på utslippsfri energi	4
3.2 Nødvendige politiske incentiver.....	7
3.3 Tilstrekkelig dimensjonert infrastruktur	7
3.4 Nødvendig oppgradering av skipsflåten	8
4.0 Oppsummering	10



1.0 Innledning

Norge har som mål å bli et lavutslippssamfunn. Innen 2050 skal utslippene reduseres med 90-95 pst. sammenlignet med utslippsnivået i 1990. For å nå dette målet må samfunnet igjennom et «grønt skifte», herunder at utslippene fra innenriks sjøfart og fiske skal halveres innen 2030 (regjeringen, 2021). Dette notatet tar for seg hva som skal til for at sjøtransporten blir *utslippsfri* i 2050, herunder behov for utslippsfri energi.

Hva som skal til for at sjøfarten skal bli utslippsfri er et komplekst spørsmål å svare på. For å nå målet og gjennomføre det «grønne skiftet» kreves en stor omstilling og store mengder utslippsfri energi. Dette gjelder spesielt for sjøfart som har store skip som er avhengig av å ha andre energibærere enn batteriteknologi for å bli utslippsfri. Det er stor usikkerhet knyttet til energibehovet, utviklingen av alternative drivstoff, hvilke drivstoff som vil «lykkes» og som kan tas i bruk i sjøfart. Det vil for eksempel være større behov for syntetisk drivstoff dersom man ikke lykkes med hydrogen eller ammoniakk. Tilgjengeliggjøring av drivstoffene er essensielt og krever at alle elementene i verdikjeden fra produksjon til bruk blir ivaretatt. Tilgjengeliggjøring er avhengig av teknologi, tilgang og etterspørsel, mens etterspørsel er avhengig av kostnader og krav.

Dette notatet er en kvalitativ sammenstilling og vurdering av hva som er behovet og hvilke forutsetninger som må være til stede for å nå et mål om nullutslipp i sjøfarten. Notatet vil ikke inkludere utregninger og kostnader. Notatet er knyttet til KVV Nord-Norge som har en geografisk avgrensning, men problematikken må i stor grad ses i en nasjonal, men også internasjonal, sammenheng. Følgende rapporter ligger i all hovedsak til grunn for dette notatet:

- «Delrapport til langsiktig Markedsanalyse 2022-2050», Statnett, 2023.
- «Mer gods på sjø», Kystverket, 2023¹.
- «Lav- og nullutslippsskipsfart i Norge, tilgjengeliggjøring av bærekraftige drivstoff til skipsfarten – forutsetninger, status, behov og barrierer», DNV, 2022. *Ikke offentliggjort enda, men ferdigstilt.*
- «Kraftbehov til transport: Nullutslippsscenarioer for 2050». Miljødirektoratet, 2022.

2.0 Mål og problembeskrivelse

Målet er at sjøtransporten skal bli utslippsfri². Innen 2030 skal Norge ha redusert utslippet med 50-55 pst. og innen 2050 med 90-95 pst. målt fra 1990-nivå.

Nær 95 pst. av den globale skipstrafikken baserer seg på ikke-fornybare energikilder³. Regjeringen har et politisk mål om å øke eksportverdien (eksportvolum) på sjøen, og det forventes en økning i sjøtrafikken. En hovedutfordring for sjøtransportens framtidige konkurransevne er nettopp mulighet og evne til omstilling til lav- og nullutslippssamfunnet⁴. Det er allerede en utfordring å få sjøtransporten utslippsfri, og med regjeringens strategi om mer gods på sjø og en forventet økning vil utfordringen bli større. For at sjøtransporten skal bli utslippsfri er det derfor behov for en rask omstilling for å utvikle og tilgjengeliggjøre alternative utslippsfrie energibærere.

3.0 Forutsetninger for å nå målet

For at sjøtransporten skal bli utslippsfri må flere forutsetninger være til stede: Tilstrekkelig tilgang på utslippsfri energi, nødvendige politiske incentiver, tilstrekkelige dimensjonert infrastruktur og nødvendig oppdragering av skipsflåten. Dette notatet vil i det følgende være bygd opp etter overnevnte forutsetninger, som til sammen gir et bilde på hva som skal til og hvordan målet om utslippsfri sjøtransport kan nås.

¹Rapporten legges ved dette notatet

²Lov 16 juni 2017 nr. 60 om klimamål (klimaloven)

³ Målt i bruttotonn. Kystverket, 2023

⁴ Kystverket, 2023

3.1 Tilstrekkelig tilgang på utslippsfri energi

Full avkarbonisering av skipsfarten vil kreve nye energibærere, men disse teknologiene er foreløpig umodne. Skipsfarten kan likevel oppnå betydelige utslippsreduksjoner ved effektivisering og bruk av kjente teknologier, som for eksempel elektrifisering⁵.

Statnett har gjort en vurdering av energibehovet i forbindelse med utslippsfri transportsektor i 2050 i sin rapport «Delrapport til langsiktig Markedsanalyse 2022-2050». Utgangspunktet for beregningene samsvarer med tallmateriale formidlet i andre utredninger og rapporter⁶. I rapporten gjøres utredninger for å illustrere behovet, og det pekes på tre hovedtrekk som sier noe om forventet utvikling og energibehov framover:

- Elektrifisering av transportsektoren – sikker forbruksvekst
- Bruken av hydrogen i transportsektoren kan bli betydelig
- Andel hydrogen og syntetisk drivstoff, samt import/egenproduksjon er usikker

En av de sikreste trendene i Statnett sin forbruksprognose er at transportsektoren (i stort) vil bruke mer elektrisk energi de neste 20-30 årene. Denne veksten er drevet av fallende kostnader på batterier samt gunstige ordninger for bruk og innkjøp av elektriske kjøretøy.

Analyser viser at mye av sjøfarten ikke direkte kan elektrifiseres, på grunn av størrelse og kapasitet. Til dette vil andre energibærere være aktuelle, som hydrogen, ammoniakk, syntetiske drivstoff og avansert biodrivstoff. Miljødirektoratet⁷ har, basert på sine beregninger og vurderinger, gjort en fordeling på energibærere og framdriftsteknologier som gir null utslipp av CO₂ i 2050 for sjøfart og fiske. Mens veitransport og jernbane kan oppnå 100 pst elektrifisering, er fordelingen for sjøfart og fiske i denne rapporten delt mellom elektrisitet (34 pst), ammoniakk (34 pst), hydrogen (15 pst) og syntetisk (10 pst).

I stort er utviklingen av alternativer til fossile drivstoff svært usikker, hvor utfordringen ligger i at teknologien er umoden og at mye gjenstår før flere av disse kan benyttes i markedet. Bruk og utvikling av mer miljøvennlige alternativ beskrives samtidig som en robust trend⁸. At det omtales som en robust trend begrunnes blant annet med at fartøy skifter fra bruk av fossile til alternative energibærere og til mer effektiv bruk av energi.

Som nevnt innledningsvis må alle elementene i verdikjeden ivaretas for at sjøfarten skal bli utslippsfri. Dette omtales i DNVs rapport «Lav- og nullutslippsskipsfart i Norge, tilgjengeliggjøring av bærekraftige drivstoff til skipsfarten – forutsetninger, status, behov og barrierer». De bærekraftige drivstoffene vil trenge andre innsatsfaktorer enn de fossile drivstoffene, og tilgang til utslippsfrie energikilder er en forutsetning for transportsektorens utslippskutt.

Produksjon av ulike drivstoff krever utslippsfri energi, og produksjon av primærenergi er en forutsetning som må være tidlig på plass. Med en høy forventet transportvekst framover, vil etterspørselen etter kraft fra fornybare energikilder øke. Etterspørselen etter kraft er allerede stor. Slik situasjonen i Nord-Norge er nå, kan en hindring for videre elektrifisering nettopp være tilgang på kraft. Selv om det er nok kraft nå, er all kraften i strømmettet reservert, og gir derfor ikke rom for større nyetableringer i landsdelen⁹. Et eksempel på dette er at Statnett har gitt avslag på initiativ om å etablere hydrogenproduksjon på grunn av overnevnte situasjon.

Miljødirektoratet legger til grunn en viss energieffektivisering fram mot 2050, uten at det vil påvirke behovet i stor grad. Flere av de aktuelle utslippsfrie drivstoffene krever produksjon av karbonnøytralt hydrogen. Dette er dermed en nødvendig byggestein som må oppskaleres tidlig. Dersom dette skal bli mulig må ny bærekraftig kraftproduksjon, nettforsterkning og god systemutnyttelse på plass.

I Kystverket sin rapport gjøres en prognose for framtidig bruk av drivstoff, som vist nedenfor. Der anslås det at hydrogenbasert drivstoff (metanol og ammoniakk) vil kapre den største markedsandelen fra konvensjonell MGO (Marine Gassolje), men at disse først vil få en rask innfasingstakt fra 2040-tallet.

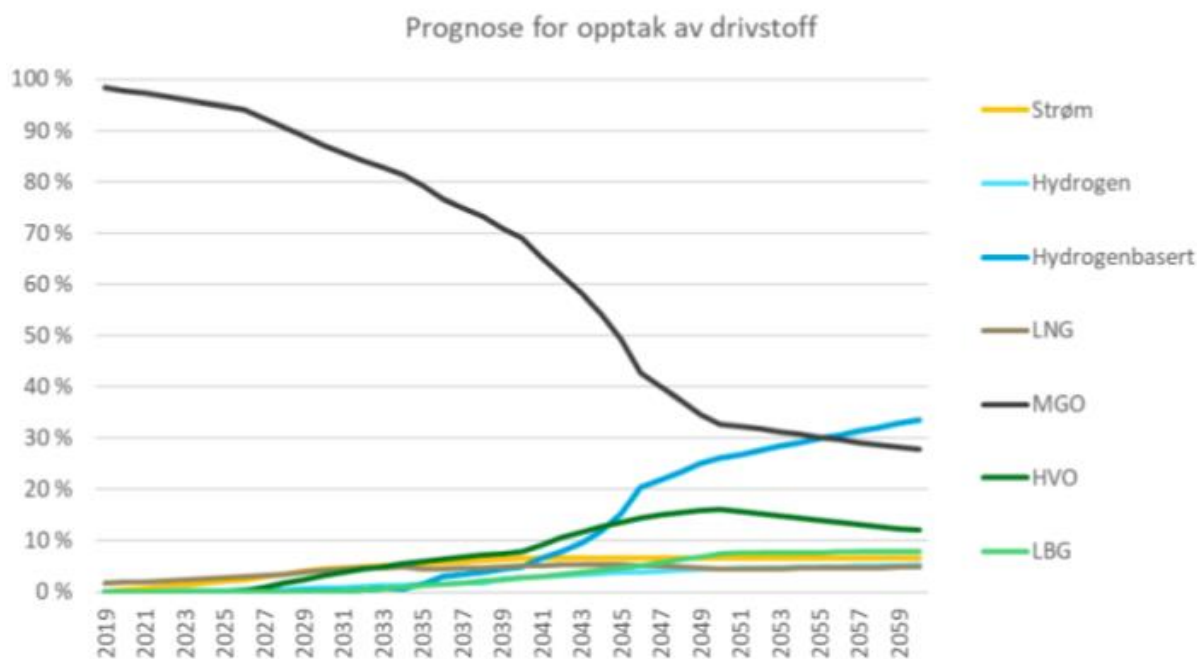
⁵ Kystverket, 2023

⁶ Blant annet rapport om teknologi og fremtidens transportinfrastruktur, 2019.

⁷ Kraftbehov til transport: Nullutslippsscenarioer for 2050». Miljødirektoratet, 2022.

⁸ Menon «Vurderinger av trender, drivkrefter og perspektiver i transportsektoren».

⁹ Områdeplaner for Nordre Nordland, Troms og Finnmark.



Det er usikkert hvilke drivstoff som blir dominerende for skipsfarten, og hvilken «energimiks» som blir gjeldende. Statnett peker på at en del av sjøtransporten trolig blir utslippsfrie med hydrogen som energibærer. Dette vil avgjøres av etterspørsel fra aktørene som skal benytte seg av dem, og de teknologi- og drivstoffvalgene de tar. Inntil vi vet hvordan dette blir, vil det være behov for fleksibilitet i infrastrukturen for drivstoffene. For at dette skal være mulig må en aktiv politikk tilgjengeliggjøre flere nullutslippsalternativ i en overgangsfase for å legge til rette for markedet.

Tilgjengeliggjøring av nullutslippsdrivstoff for sjøtransporten vil kreve forskjellige investeringer med ulik tidshorison. Både store investeringer med lang tid til realisering, som for eksempel kraftnett og produksjonsanlegg, og mindre investeringer med kortere tid til realisering, som for eksempel bunkringsanlegg i havn, vil være nødvendige¹⁰.

3.1.1 Landstrøm

I Nord-Norge er sjøfart den største utslippssektoren etter industrien. Innen sjøfart er det passasjertransport som står for mest utslipp¹¹.

For relativt korte seilaser, som ferge og hurtigbåt er det potensiale for- og nærliggende å tenke elektrifisering, og da er den mest effektive bruken av energi direkte bruk av elektrisk energi om bord. Flere analyser peker på et stort potensial for økt elektrifisering av fartøy. Dersom vi bruker eksempelet fra Miljødirektoratets «fordeling», kan 34 pst av sjøfarten elektrifiseres. I hovedsak gjelder dette kortere seilaser, men det er likevel en økning i ladbare batteriers kapasitet, som kan muliggjøre batteridrift i større skip i årene som kommer (Kystverket, 2023).

Ladestrøm er relativt godt utbygd. Bruken er økende, og flere fergesamband i Norge er allerede elektrifisert. I Nord-Norge er tre fergesamband sør i Nordland elektrifisert. I tillegg har det blitt bygd infrastruktur i flere havner i landsdelen, og bruken av landstrøm er økende.

En forutsetning for økt elektrifisering er et velfungerende distribusjonsnett for elektrisitet med tilstrekkelig kapasitet langs transportårene langs kysten¹². Det er derfor behov for tilgang til kraft med høy effekt for å kunne lade batterier og å bruke landstrøm, ofte i mer spredtbygde strøk langs kysten. Tilgang til fornybar

¹⁰ «Lav- og nullutslippsskipsfart i Norge, tilgjengeliggjøring av bærekraftig drivstoff til skipsfarten – forutsetninger, status, behov og barrierer», DNV, 2022. *Ikke offentlig enda, men ferdigstilt.*

¹¹ Miljødirektoratet: <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/sammenligning/?area=452>

¹² Vurderinger fra rapport "ekspertutvalget - teknologi og fremtidens transportinfrastruktur" av 2019

og/eller utslippsfri kraft er essensielt, og en overbyggende forutsetning for det «grønne skiftet». Teknologien finnes, men som nevnt i kapittel 3.1 er tilgang til kraft en utfordring i landsdelen.

3.1.2 Hydrogen

I Statnetts rapport er to av de tre hovedtrekkene i deres vurdering av energibehov koblet til hydrogen. Disse er 1) at bruken av hydrogen i transportsektoren kan bli betydelig, og 2) at andel hydrogen og syntetisk drivstoff, samt at import/egenproduksjon, er usikker.

Hydrogen vil være et alternativ i segmentet hvor direkte elektrifisering ikke er rasjonelt. Hydrogen og hydrogenbasert drivstoff peker seg ut for skipssegmenter med større energibehov og/eller skip som seiler over større avstander. Statnett vurderer det slik at en del av den maritime transporten trolig vil bli utslippsfri med hydrogen som energibærer.

Utviklingen av teknologien og tilrettelegging for å bruke hydrogen som energibærer er usikker. Det er blant annet betydelig tap av energi ved produksjon og bruk av hydrogen. Det eksisterer ingen anlegg i Norge som produserer hydrogenbaserte bærekraftige drivstoff til sjøfarten i dag. Det er likevel en satsing på hydrogen. Regjeringen la i 2020 fram en «hydrogenstrategi», og det pågår flere hydrogenprosjekter. En kartlegging av disse viser flere prosjekter i nærheten av både havner og lufthavner (sammenfallende behov for hydrogen i sjøfart og luftfart). Blant disse er det prosjekter for hydrogenproduksjon i nærheten av Bodø, samt at det er en plan om at riksveifergesambandet Bodø-Moskenes-Værøy-Røst skal trafikkeres av hydrogenferger fra høsten 2025.

For at hydrogen skal være en lavutslipps- eller utslippsfri energibærer, må hydrogenet produseres med ingen eller svært lave utslipp. Det kan gjøres ved elektrolyse av vann med ren kraft, eller fra naturgass med CO₂-håndtering. Dette representerer et skille mellom «grønt» og «blått» hydrogen, hvor førstnevnte produseres med elektrolyse og sistnevnte produseres med karbonfangst og lagring.

Statnett antar at det vil være tilgjengelig 5 TWh kraftforbruk til produksjon av «grønn» hydrogen for å kutte innenlandske utslipp i transportsektoren i 2050. Dette vil trolig ikke dekke hele hydrogenbehovet, og resterende behov kan dekkes av «blått» hydrogen eller import. Kraftbehovet til transport varierer etter hvilket scenario man har som utgangspunkt (anslag på vekst), og hvor og hvordan hydrogenet blir framstilt. I Miljødirektoratet sin rapport er det lagt til grunn at halvparten av hydrogenet produseres «grønt», mens halvparten produseres «blått». De norske gassaktørene har store planer om produksjon av blått hydrogen. Bruk av blått hydrogen vil også redusere behovet for å produsere hydrogen med elektrolyse og dermed også redusere kraftbehovet.

3.1.3 Ammoniakk og metanol

Framtidige kostnader og reguleringer vil avgjøre om det blir ammoniakk, metanol eller begge deler som vil brukes i sjøfart, men til nå har Norge hatt mest fokus på ammoniakk. Ammoniakk er karbonfritt i bruk, og kan også produseres karbonfritt basert på grønt hydrogen. Metanol inneholder karbon, men kan produseres karbonnøytralt basert på biomasse eller med direktefangst av CO₂ fra luft og grønt hydrogen. Det blir ofte omtalt som grønn ammoniakk og karbonnøytral metanol eller e-metanol.

Ammoniakk blir omtalt i DNVs rapport. Ammoniakk har så langt ikke vært brukt som drivstoff i sjøtransport. Ammoniakk har ulemper som må tas høyde for ved bruk om bord og infrastruktur for bunkring, som blant annet giftighet og etsende egenskaper. Ammoniakkdrevne skip vil kreve installasjon av kjølesystemer og oppsamlingssystemer for å forhindre ammoniakkslipp, og klargjøring til bunkring og frakobling krever ekstra tid. Yara annonserte i april 2022 at de skal bygge 15 bunkringsanlegg for ammoniakk i Skandinavia innen 2024.

Metanol er et alternativ til ammoniakk i sjøfart. Metanol er det alternative drivstoffet som har egenskaper som ligner mest på de konvensjonelle oljebaserte drivstoffene som brukes i dag. Det produseres relativt store mengder metanol i dag som blir lagret i flytende form, uten at nedkjøling eller trykksetting er nødvendig. Dette er en stor fordel sammenlignet med hydrogen og ammoniakk som er i gassform ved normal temperatur og trykk. Videre er infrastrukturen for bunkring av metanol er i stor grad lik infrastrukturen for flytende fossile drivstoff. Det er bestilt flere metanoldrevne skip og noen skip har planlagt bruk av e-metanol. Det er likevel langt færre planlagte prosjekter innen karbonnøytral metanol enn ammoniakk i Norge.

3.1.4 Andre alternativer til fossilt drivstoff

Det finnes også andre alternativer til fossilt drivstoff enn overnevnte. Det er for eksempel karbonfritt syntetiske drivstoff som er gjort flytende og sammensatt av elementer som ikke er hentet fra

energirådvarens sammensetning. Det er avansert biodiesel i form av HVO (hydrogenbehandlet vegetabilsk olje) og biogass i flytende form (LBG). De to sistnevnte kan brukes med konvensjonell teknologi på skip: HVO på MGO-skip og LBG på LNG-skip, som er en fordel.

3.2 Nødvendige politiske incentiver

Politiske incentiver spiller en vesentlig rolle for å gjennomføre det «grønne skiftet», og både «pisk» og «gulrot» kan ha noe for seg. Bruk av utslippsfrie energibærere kan utløses av økonomisk attraktivitet eller krav. Per i dag er for eksempel prisen for bærekraftige drivstoff en god del høyere enn tradisjonelle drivstoff. I Kystverket sin rapport «Mer gods på sjø» anbefales tre tiltak som vil kunne bidra til en omstilling til lav- og nullutslippsamfunnet:

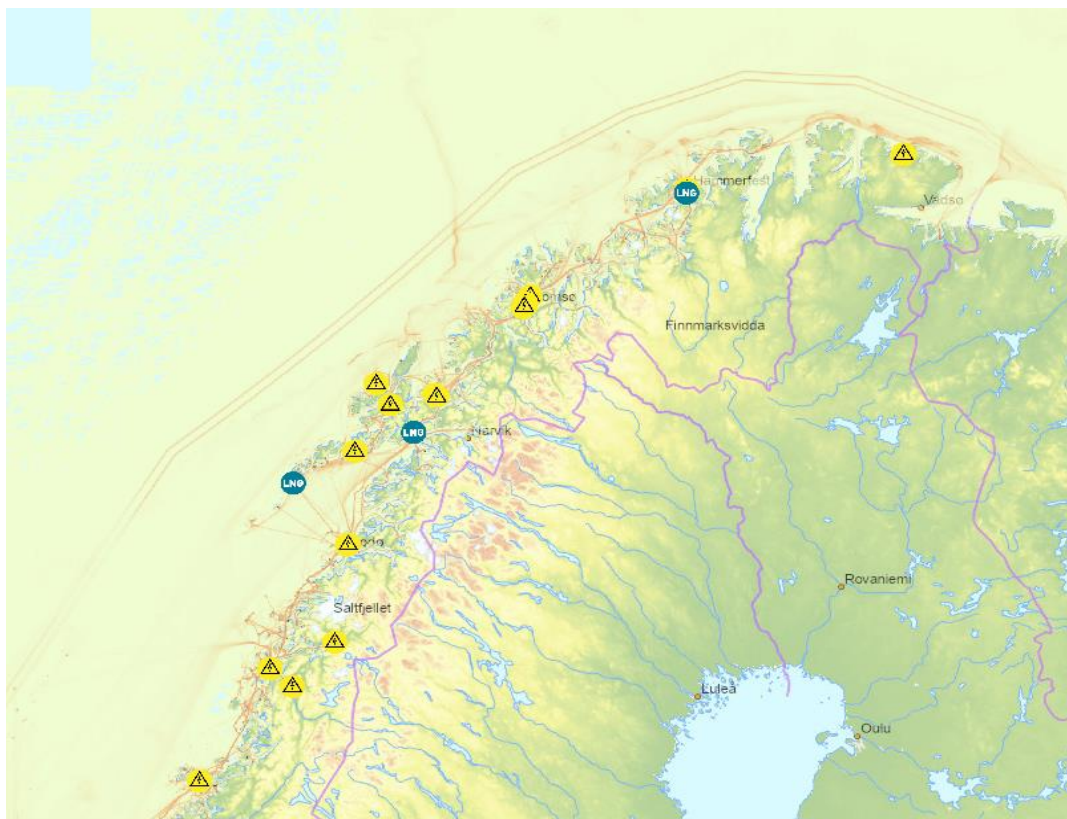
- **Differansekontrakter.** At staten dekker differansen mellom konvensjonelt drivstoff og relevante utslippsfrie drivstoff i en overgangsfase, for å bidra til tidligere investeringsbeslutninger. Stortinget har bedt regjeringen utforme en plan for differansekontrakter for hydrogen i 2023.
- **Grønne sjøtransportkorridorer.** At det utvikles bunkringsmuligheter langs norskekysten i takt med at etterspørselen etter alternative drivstoff øker. Til dette kreves samarbeid. Kystverket har som infrastrukturforvalter en rolle i å påse at farledene ledsages av et tilbud som bygger opp under samfunnets transportpolitiske mål, og har derfor ansvar for å legge til rette for at utslippsfrie drivstoff vil utgjøre et tilbud til de som trafikkerer disse farledene. Kystverket har også et overordnet ansvar for havnene, som er tiltenkt en sentral funksjon for tilbudet av utslippsfrie drivstoff.
- **Innkjøpsmakt.** Det er et stort potensial for å påvirke omfanget av klimagassutslipp generelt og etterspørselen etter utslippsfrie sjøtransporttjenester. Vi har allerede sett hvordan politiske incentiver kan bidra til endring gjennom krav i anbudsprosesser for drift av fergesamband, men også innen bygge- og anleggssektoren.

Det ventes en effekt av at offentlig sektor i større grad etterspør lav- og nullutslippsløsninger, spesielt hva gjelder passasjertransport.

3.3 Tilstrekkelig dimensjonert infrastruktur

Infrastruktur og tilgjengelighet er avgjørende for at sjøfarten skal kunne ta i bruk og gå over til utslippsfrie energibærere. Tilgang på kraft vil være en forutsetning for at man når de transportpolitiske målene. Tilgang handler både om selve kraftforsyningen- og kraftnettet, men også ladepunkt og infrastruktur for å kunne benytte de alternative drivstoffene.

Kartet nedenfor viser en oversikt over eksisterende infrastruktur for alternative drivstoff for sjøfarten i Nord-Norge. For Nord-Norge er det Landstrøm og LNG. De tre elektrifiserte fergesambandene ligger ikke inne i kartet. Ladestrøm har som tidligere nevnt kommet et godt stykke på veien, men som kartet viser er det en vei å gå for at flåten skal kunne stole på trygg forsyning langs kysten nord i Norge. Bildet viser også hva som *ikke* finnes av infrastruktur, og som må etableres for å nå målet om utslippsfri sjøfart



Kart: Eksisterende infrastruktur for alternative drivstoff. Gul markør med trekant er landstrøm mens de blå markørne er LNG. De tre elektrifiserte fergesambandene ligger ikke inn i kartet. I viser kartet AIS-data ferdsel av fartøy, klasse A i tetthetsplott. Kilde: kystinfo.no

Økt kraftbehov må ses i sammenheng med økt kraftbehov i øvrige deler av samfunnet. Det vil være et sammenfallende energibehov i transportsektoren. Transportsektoren har behov for tilgang til nye energibærere som krever etablering av produksjonskapasitet og distribusjonsløsninger. Tilgang til hydrogen kan for eksempel ses i sammenheng med luftfart, og som tidligere nevnt er det flere pågående hydrogenprosjekter som har nærhet til både havn og flyplass. Større grad av felles kommunikasjon av behov til markedet, på tvers av transportvirksomhetene, kan bygge opp under etablering av produksjon og distribusjon av nye energibærere i områder med sammenfallende behov.

Det må også tas høyde for mulig endret seilingsmønster som følge av egenskaper ved nye energibærere, som kan gjøre det nødvendig å gå i land for å fylle drivstoff eller lade oftere. I tillegg kommer endringer i seilingsmønster som følge av for eksempel nye industrietableringer. Sjøtrafikken er dynamisk og kan forandre seg med tiden og utviklingens gang. Endringer i trafikkmønster, skipstyper- og størrelse med følgene antropogene utslipp vil avhenge av fremtidige behov i regionen.

3.4 Nødvendig oppgradering av skipsflåten

3.4.1 Overgang til utslippsfri energi

Det er viktig å få konvertert mer av flåten over på mer klimavennlige løsninger. Til forskjell fra bilparken har fartøyflåten en lengre levetid, og blir ikke byttet ut like jevnlig. Det setter press på at fartøyene må være oppdaterte og i henhold til fremtidige mål. Til nå har noen større fiskefartøy gått over til batterihybride løsninger, men det er fortsatt mangel på nullutslippsteknologi for å kunne fornye flåten til en nullutslippsflåte. Selv med landstrøm, som allerede har relativt god dekning, har en gjennomgang vist at bruken av landstrømanleggene er mer begrenset ved at skipene ikke er teknisk tilrettelagt for å bruke dem, eller av andre grunner ikke benytter de, sånn som ufordelaktig pris, liggetid i havn, eller andre praktiske hensyn (DNV, 2022).

I norske farvann opererer en stor del av skipstrafikken under utenlandske skipsoperatører. 76 pst. av dødvecttonnasjen som avgikk fra Norge til utlandet i 2021 var operert av utenlandske skipsoperatører¹³. Dette medfører at omstilling til en klimanøytral flåte i stor grad avhenger av omstillingstakten hos utenlandske operatører. Skipsflåtens energibehov påvirkes videre av seilingsmønstre, skipsstørrelser, seilingslengde og effektbehov til maskineri om bord. Tilpasning av eksisterende skip for bruk av de ulike drivstoffene (ombygging) er i høy grad et kostnadsspørsmål og de tekniske forutsetningene for dette er avhengig av skipsdesign.

DNV har i rapporten *Tilgjengeliggjøring av bærekraftig drivstoff til skipsfarten – forutsetninger, status, behov og barrierer* differensiert energibehovet for flåten i ulike skipssegmenter. Det gis en punktvis og overordnet oppsummering i det følgende.

- *Ferger* kan elektrifiseres. Som tidligere nevnt er flere ferger allerede elektrifisert. I tillegg kan hydrogen være et alternativ.
- For *hurtigbåter/andre passasjerfartøy* er det usikkert hvor stor andel som kan elektrifiseres. Utviklingen er imidlertid at batterielektrisk drift er mer aktuelt enn tidligere antatt.
- *Havbruksflåten* omfattes av brønnbåter og slaktebåter. Disse har høye energibehov. På grunn av plassbegrensning og energibehov er hydrogen lite aktuelt, og ammoniakk, metanol eller metan vurderes mer relevant.
- *Offshoresegmentet* har store energibehov og relativt lange seilingsdistanser som gjør at elektrifisering og flytende hydrogen vurderes som mindre egnet mens ammoniakk er løftet fram som det mest aktuelle alternativet.
- For *lasteskip/godsskipsegmentet* er komprimert hydrogen vurdert som relevant for de mindre lasteskipene som seiler kystnært og stort sett innenriks. For de større fartøyene som også har seilinger til kontinentet vurderes ammoniakk som relevant.
- *Fiskefartøy* er preget av energikrevende seilinger og operasjonsmønstre som kan være uforutsigbare og derfor vurdert til at energibehovet kan dekkes av ammoniakk og metanol, eventuelt biodrivstoff.

Det er en forventet økning av elektriske fartøy i fremtiden, herunder autonome fartøy. Da er det avgjørende at det finnes nødvendig infrastruktur som landstrømanlegg og infrastruktur for andre alternative drivstoff for å møte og ønske slike investeringer velkommen.

3.4.2 Energi-reduserende tiltak

I tillegg til overgang til alternative energikilder kan det tenkes en rekke effektiviseringstiltak som har reduksjonspotensial (DNV GL – rapport nr. 2018-0181). Disse beskrives punktvis og overordnet i det følgende.

- *Maskineri*: Effektivisering av maskineri, herunder elektronisk auto-tuning, de-rating av skipets hovedmaskineri, monitorering og testing av motorytelse, batterihybridisering, variabelt turtall på produsentene i maskineriopsettet, varmegjenvinning og forbedret motorlast på hjelpemotorer.
- *Nye og mer effektive skrog, propell- og ror løsninger*: Effektivisering av skrog, propell- og ror løsninger, herunder luftboblesmøring, skrogvask, motstandsreduserende bunnstoff, skrogformoptimalisering, akselgenerator med PTO/PTI, propellpolering og andre propulsjonsforbedrende tiltak. *Konsumenter*: effektivisering av konsumenter (utstyr ombord på skipet som benytter strøm), herunder optimalisering av lasthåndteringssystemer, energieffektiv belysning og frekvensstyrte el-motorer.
- *Utnyttelse a vind- og solenergi*: Supplering av fornybar energi, herunder kite eller solcellepanel. *Løsninger for å optimalisere operasjonen*: effektivisering ved bruk av autopilot, kombinatoroptimalisering, trim- og dypgangsoptimering og værruting. Fartsreduksjon inngår også her.

3.4.3 Innfasing og levetid

Sjøfartsdirektoratet oppgir at kun en tredjedel av skip som er under bygging av norske rederier investerer i lav- eller nullutslippsløsninger. Skip har en levetid på 20-40 år, avhengig av type og fartsområde. Investeringen i ny teknologi oppgis å være kostnadskrevende og innebærer risiko for feilinvesteringer. Det etterlyses større grad av standardisering og at staten kan bidra med investeringsstøtte for å redusere overgangsrisikoen. Mange av nullutslippsløsningene er skreddersydd til det enkelte rederi eller skip. Standardisering i sjøfarten innebærer

¹³ I henhold til Kystverkets avgangsmeldinger i SafeSeaNet koblet til skipsregisterdata fra IHS Markit.

internasjonale løsninger gjennom blant annet IMO, og det kan ta lang tid å bestemme seg for løsninger og å gjennomføre regelverksendringer.

4.0 Oppsummering

Det er flere forutsetninger som må være til stede for at sjøfarten skal bli utslippsfri i 2050. Tilgjengeliggjøring av utslippsfrie drivstoff krever at alle elementene i verdikjeden fra produksjon til bruk blir ivaretatt.

For at sjøtransporten skal bli utslippsfri i 2050, må følgende forutsetninger blir ivaretatt:

- Tilstrekkelig tilgang på utslippsfri energi
- Nødvendige politiske incentiver
- Tilstrekkelig dimensjonert infrastruktur
- Nødvendig oppgradering av skipsflåten

Det krever en stor omstilling å imøtekomme overnevnte forutsetninger, og det er knyttet stor usikkerhet rundt tilgang på energi, teknologi, utvikling av alternative utslippsfrie energibærere og hvordan markedskreftene spiller inn. Det som er sikkert er et økende energibehov, behov for- og tilgang til alternative utslippsfrie energibærere samt en skipsflåte som er tilpasset framtidens behov. For at utviklingen skal gå riktig vei er det behov for klare politiske incentiver.