

2017

Fremtidens klimavennlige energiteknologier for lav- og nullutslippsløsninger i maritim transport



Innspill fra næringsliv, FoU-miljøer og akademia til Energi21.

FORORD

Foreliggende rapport inneholder anbefalinger til Energi21 styret om offentlig satsing på forskning, utvikling, test- og demonstrasjon og kommersialisering av nye klimavennlige energiteknologier – og løsninger til maritim transport.

Anbefalingene bygger på innspill fra Energi21s innsatsgruppe med representanter fra næringsliv, FoU miljøer og akademia. Medlemmene av innsatsgruppen er presentert i rapportens kapittel 1. Innsatsgruppens medlemmer dekker samtlige deler av verdikjeden til det maritime transportsystemet og representerer et meget bredt fagområde.

Med bakgrunn i Energi21s mandat fra Olje- og Energidepartementet er klimavennlige energiteknologier – og løsninger vektlagt.

Transportområdet er sektorovergripende med mange felles grenseflater. Dette er en utfordring, men også en mulighet gjennom utnyttelse av synergier og kompetansflyt mellom sektorene.

Energi21 ønsker å takke innsatsgruppens medlemmer for stort engasjement og verdifulle innspill i prosessen. Innsatsgruppens arbeid er et viktig bidrag i Energi21s arbeid med ny strategi for forskning, utvikling, test- og demonstrasjon, og kommersialisering av nye klimavennlige energiteknologier i fremtidens energi- og transportsystem.



Lene Mostue
direktør

Innhold

Innhold

1	Medlemmer av Energi21s innsatsgruppe innen maritim transport:	3
2	Markedsutvikling	4
3	Det norske aktørbildet	4
3.1	Batterielektrisk	4
3.2	Hydrogenelektrisk	5
3.3	Hybrider	5
3.4	LNG	5
3.5	Biodrivstoff	5
4	Norske fortrinn, utfordringer og muligheter	6
4.1	Norges komparative fortrinn	6
4.2	Fortrinn, utfordringer og muligheter for hver enkelt klimavennlig energiteknologi	6
4.2.1	Elektrisitet	6
4.2.2	Hydrogen	7
4.2.3	LNG -teknologi	8
4.2.4	Hybride løsninger	9
4.2.5	Biodrivstoff	9
4.2.6	Kjernekraft	9
4.3	Digitalisering	10
4.4	Næringens ambisjoner	10
4.5	Strategiske forskningstemaer	11
4.6	Tiltak	12

1 Medlemmer av Energi21s innsatsgruppe innen maritim transport:

Lars Gørvell Dahl	Norsk Industri
Arild Austrheim	Fjord1
Anders Valland	SINTEF Ocean
Ole Kristian Sollie	Statens Vegvesen
Hege Økland	Maritime Clean Tech West
Ulf Møller	Energi Norge
Frode Hernar	Hurtigruten
Ketil Olav Paulsen	Kongsberg Maritim
Lars Ole Valøen	Grenland Energy
Ulf Tudem	Effect Ships International
Tor Kolbjørn Livgård	Effect Ships International
Bernt Skeie	CMR Prototech
Jorulf Nergård	ABB
Odd Moen	Siemens Norge
Per Ingeberg	Rolls Royce
Jorunn Voje	Elkem
Tomas Tronstad	DNV GL
Andreas Bratland	Forskningsrådet
Konrad Pütz	Enova
John Kristian Økland	Gassco

2 Markedsutvikling

Den maritime transportsektoren står overfor en betydelig utfordring i å redusere klimagassutslippene fremover. Utslippene må ned, samtidig som det forventes at transportbehovet øker. Det medfører dyptgripende endringer for å omlegge den maritime transportsektoren.

I «Sjøkart for grønn kystfart» beskriver næringen hvilke tiltak som må til for å nå målet om 40 % lavere utslipp av klimagasser i 2030. Sentralt i disse tiltakene står overgang til klimavennlige energiteknologier som hydrogen- og batterielektrisk fremdrift, biodrivstoff, hybride løsninger og LNG. En slik omlegging vil kreve utskifting av en stor andel eldre skip.

«Sjøkart for grønn kystfart» beskriver også to andre typer tiltak for å kutte utslipp; tekniske tiltak og operasjonelle tiltak. Disse typene av tiltak er også viktige for omleggingen av den maritime transporten, men som følge av Energi21s mandat er det først og fremst tiltak knyttet til klimavennlige energibærere (og klimavennlige energiteknologier) som vektlegges i dette arbeidet.

De klimavennlige energiteknologiene i maritim sektor er foreløpig lite utbredt, og det er ikke klart hvilke teknologier som kommer til å vinne fram. Ved en gradvis omlegging vil vi se en kombinasjon av hybride løsninger, brenselceller, biodrivstoff og elektrisitet. LNG kan også ha lavere utslipp enn andre fossile drivstoff, og vil trolig bli en viktig overgangsteknologi. Det virker å være en omforent forståelse for at klimavennlige energibærere er nødvendig for å oppnå målene for utslippskutt i maritim transport. «Sjøkartet for grønn kystfart» slår fast at «betydelige reduksjoner [av klimagassutslipp] fra dagens nivå synes bare å være oppnåelig med et *tungt innslag av alternative drivstoffer* med lavt karbonutslipp».

Omleggingen av maritim transportsektor medfører store investeringer ved utskiftning og oppgradering av fartøyene, samt ved investering i ny infrastruktur.

3 Det norske aktørbildet

Det er mange norske aktører involvert i utviklingen av klimavennlige energiteknologier og øvrige aktiviteter i verdikjeden til maritim transport. For Energi21 er det først og fremst de delene av verdikjeden som angår de klimavennlige energiteknologiene som vektlegges (ref. mandat). Det betyr at alle deler av verdikjeden som er særegne for en eller flere klimavennlige energiteknologier gjennomgås nærmere. Det innebærer også at produksjon av komponenter og deler av skip som er uavhengig av fremdriftsløsning og energibærere, er mindre relevant i denne sammenhengen (f.eks. skrog, propeller, skruer mv.). Norge har imidlertid mange aktører som opererer i disse delene av verdikjeden, og som besitter verdifull kompetanse.

Klimavennlige energiteknologier for maritim transport omfatter batterielektriske-, hydrogenelektriske- og hybride løsninger, samt produksjon og anvendelse av biodrivstoff og anvendelse av LNG. Foreløpig domineres den maritime transportsektoren av fossile drivstoff, men vi vil se økt aktivitet innen de klimavennlige energiteknologiene fremover. I det påfølgende ser vi nærmere på det norske aktørbildet for de ulike klimavennlige energiteknologiene.

3.1 Batterielektrisk

Norge har noen få aktører som arbeider med nye batterimaterialer, produksjon av batterimoduler, engineering og rådgivning for en sikker og kostnadseffektiv bruk av store batterisystemer. Elkem og Dynatec leverer silisium til batteriprodusenter, mens battericelleproduksjonen foregår i utlandet. Bygging av komplette moduler gjøres imidlertid helt eller delvis i Norge av Grenland Energy, PBES Norway og ZEM. I tillegg planlegger Siemens å etablere produksjonskapasitet for batterimoduler i Trondheim, hovedsakelig rettet mot maritim sektor.

Norge har også forsknings- og utdanningsmiljøer med sterk kompetanse innen elektrokjemi og materialteknologi, som danner et godt grunnlag for videre utvikling av batteriteknologier. Vi har solide forskningsmiljøer innen batteriteknologi i Norge organisert rundt IFE/FFI/UiO og SINTEF/NTNU.

Innen batterielektrisk fremdrift for maritim transport er Norge tidlig ute på verdensbasis. Den norske helelektriske fergen Ampere ble satt i drift i 2015, som den første helelektriske fergen i verden. Norske leverandører stod for det elektriske fremdriftssystemet til Ampere. Norske aktører arbeider også med implementering av batterier i kombinasjon med andre energibærere.

Produksjon av elektrisitet utføres av norske kraftprodusenter og distribueres av norske nettselskaper. Norge er godt rustet (sammenlignet med andre land) til å møte økt etterspørsel av elektrisitet fra transportsektoren, som følge av et godt utbygget strømnnett. Det er foreløpig lav utbredelse av ladeinfrastruktur for maritim transport på grunn av den lave utbredelsen av elektriske fartøy. Dette vil endres ettersom flere fartøy får batterielektrisk fremdrift. Norge har flere aktører som utvikler og produserer ladeinfrastruktur for landtransport. Kompetansen og løsningene for landbasert ladeinfrastruktur kan være relevant for utvikling av ladeinfrastruktur for maritim transportsektor. Eksempler på norske aktører innen ladeinfrastruktur til landtransport er ABB, Siemens, Salto og Zaptec.

3.2 Hydrogenelektrisk

Norge har over tid opparbeidet en kunnskapsbase innen hydrogenteknologi, blant annet gjennom forsknings- og utdanningsmiljøer og næringsaktører fra landtransporten. I tillegg har Norge spisskompetanse og erfaring innen materialer, prosess, elektrolysører, reformering av naturgass, fyllestasjonsteknologi og tanker.

Fra landtransport er Nel Hydrogen en verdensledende leverandør av elektrolyseteknologi for hydrogenproduksjon og hydrogenstasjoner, og Hexagon Composites er ledende innen teknologiutvikling av lagringssystemer for hydrogen. Videre har Norske industriaktører produsert og brukt hydrogen siden 1927, og store aktører som Statoil og Norsk Hydro har bidratt til utvikling av hydrogenteknologi i en tidlig fase. Det fremstilles i dag store mengder hydrogen (ca. 400 tonn pr. dag) i form av syntesegass på Tjeldbergodden som innsatsfaktor i metanolproduksjonen. Ved utvikling av et lokalt eller nasjonalt hydrogenmarked kan deler av dette omdannes til rent hydrogen som et alternativ til eksport av metanol.

Det er gryende aktivitet innen forskning og utvikling av hydrogenfartøy i Norge, og norske aktører er i ferd med å utvikle verdens første ferge med brenselcelle og hydrogenfremdrift. Alle delene av fergen kan leveres av norske aktører, med unntak av brenselcellen. I de kommende årene har myndigheter og offentlige organer signalisert at de vil lyse ut flere kontrakter for hydrogenferger og -hurtigbåter.

3.3 Hybrider

Flere norske aktører arbeider med hybride løsninger til maritim transport, hvorav batterier i tillegg til forbrenningsmotor er den vanligste løsningen. For slike løsninger er norske leverandører av batterimoduler og rådgivning involvert. Det er også flere eksempler på norske hybride fartøy med kombinasjoner av LNG, hydrogen og batterier, eksempelvis forsyningskipet Viking Lady og kysttruteskipet Atlant.

3.4 LNG

LNG skiller seg fra de andre klimavennlige energiteknologiene ved å ha relativt stor utbredelse i Norge. Norge har en stor andel av LNG-fartøyene i verden, og aktører langs hele verdikjeden. Norge har god kompetanse innen LNG og industriell erfaring knyttet til produksjon, transport og bruk av LNG.

3.5 Biodrivstoff

Biodrivstoff anvendes i stor grad på samme type fartøy og infrastruktur som fossile drivstoff (diesel og LNG). Norge har noen aktører som produserer biodrivstoff, dette er eksempelvis renovasjons- og energigjenvinningsetater, og andre aktører innen avfall og gjenvinning. Disse aktørene produserer biogass fra avfall. Biodiesel produseres fra blant annet importert raps og soya ved fabrikken til Perstorp Bioproduct i Fredrikstad. Fabrikken har kapasitet på 100 mill. liter per år. I Sarpsborg produserer Borregaard årlig ca. 20 mill. liter bioetanol som et biprodukt fra sitt

trebaserte bioraffineri. I tillegg utreder flere aktører muligheten for å etablere storskala produksjon av biodrivstoff fra skogsråvarer. Viktige aktører her er Silva Green Fuels (eid av Statkraft og Sødra), Treklyngen /Viken skog, Biozin/Bergene Holm og Quantafuel.

Biodrivstoff kan i mange tilfeller anvendes både i landtransporten og i maritim transport. Biodrivstoff er en knapp og til dels omdiskutert ressurs. Det er muligens større sannsynlighet for at biodrivstoff blir benyttet først i tungtransporten på land og i luftfarten enn i maritim sektor, dette med bakgrunn i høyere betalingsvillighet hos disse aktørene.

4 Norske fortrinn, utfordringer og muligheter.

I det påfølgende gjennomgår vi først norske komparative fortrinn som er overordnet for det norske maritime transportsystemet. Videre ser vi på hver av de klimavennlige energiteknologiene enkeltvis, og hvilke fortrinn, utfordringer og muligheter de representerer.

4.1 Norges komparative fortrinn

Norge har en sterk teknologi- og kompetansebase innen sjøfart. Den norske maritime klyngen har aktører langs hele verdikjeden, hvilket danner et solid grunnlag for videre utvikling og verdiskaping.

Vi har et elektrisitetsnett med god forsyningssikkerhet, og solid kunnskap både innen kraftelektronikk, materialvitenskap og prosess teknologi. Dette gir gode forutsetninger for produksjon av klimavennlige energiteknologier som batterier, brenselceller, elektrolyserer og tilhørende energiinfrastruktur, hvor sikker tilgang til energi og materialer er to viktige innsatsfaktorer.

Norge er tidlig ute med miljøkrav til maritime næringer. Bransjen, med støtte fra myndighetene, må finne løsninger som gjør at disse kravene kan oppfylles, noe som stimulerer til næringsutvikling. Myndighetene er gjennom offentlige anskaffelser en viktig premissleverandør ved å stille miljøkrav.

Et annet fortrinn er det store nasjonale maritime markedet. Hjemmemarkedet legger et godt grunnlag for test og demonstrasjon av nye teknologier og løsninger, før kommersialisering og eksport til det internasjonale markedet.

Et stort hjemmemarked i kombinasjon med en sterk maritim klynge, et velutbygd kraftnett og strenge miljøkrav danner et godt grunnlag for utvikling av klimavennlige energiteknologier til maritim transport.

4.2 Fortrinn, utfordringer og muligheter for hver enkelt klimavennlig energiteknologi

4.2.1 Elektrisitet

Norge har gode forutsetninger for å utvikle og ta i bruk elektriske fremdriftsløsninger. Vi har et sterkt elektrisitetsnett med prognoser om et betydelig kraftoverskudd, som kan gi lave priser. Vi har solid forsyningssikkerhet, både gjennom utenlandsforbindelser og aller mest ved den store magasinkapasiteten i vannkraftanleggene. Norge har også flere aktører med kompetanse innen ladeinfrastruktur for landtransport, som kan bli relevant for utvikling av ladeinfrastruktur for maritim transport. Selv med et sterkt elektrisitetsnett, vil det kunne være behov for fremtidig kapasitetsøkning i overføringsnettet til havner og fergeleier for å møte økt effektbehov i forbindelse med hurtiglading av batterier til ferjedrift.

Batteriindustrien er i kraftig vekst, som følge av økende etterspørsel etter batterier til bruk i elektriske kjøretøy og forbrukerelektronikk. Etterspørselsveksten har ført til et kraftig prisfall, hvilket medfører at stadig nye applikasjoner blir lønnsomme. Batterielektriske ferger og andre fartøy med relativt kort overfart er i ferd med å bli en svært kostnadseffektiv løsning for å redusere både klimagassutslipp og lokal forurensning.

For tynge og større fartøy er batterielektrisk foreløpig ikke et mulig alternativ på grunn av rekkeviddebegrensninger. Imidlertid forbedres batterikapasiteten stadig, og en dobling av dagens kapasitet er mulig ved å ta i bruk nye elektrodematerialer og optimalisere dagens batteriteknologi. En økning i kapasiteten utover dette fordrer utvikling av ny batteriteknologi, som eksempelvis litium-luft batterier.

Norsk næringsliv har noen få, men sterke initiativer innen både batterimaterialer, produksjon av batterimoduler, engineering og rådgivning på sikker og kostnadseffektiv bruk av store batterisystemer. Norge har leverandører av silisium til batteriproduksjon, i tillegg til leverandører av store batterimoduler for industrielle, maritime og andre transportorienterte applikasjoner. Norge har relevant kompetanse innen elektrokjemi, materialteknologi, moduldesign, levetid og brann- og eksplosjonssikkerhet. Vi har også noen få, men solide forskningsmiljøer innen batteriteknologi i Norge organisert rundt IFE/FFI/UiO og SINTEF/NTNU.

Norge har foreløpig ingen battericelleproduksjon, men har ressurser og en teknologi- og kompetansebase som er svært relevant for produksjon av battericeller. Vi har et robust og forsyningssikkert kraftsystem, en solid prosessindustri og sterk kunnskapsbase innen material- og prosessteknologi, samt tilgjengelige industriarealer og et kaldt og tørt klima.

En satsing på batterielektrisk maritim transport gir muligheter til en betydelig verdiskaping gjennom utvikling av teknologi- og tjenester mot det maritime markedet. I første omgang kan det være aktuelt å etablere en pilot for battericelleproduksjon i Norge, der norske leverandører kan teste sine materialer og komponenter i fullskala battericelleproduksjon. Slik testing vil være av stor verdi for de norske aktørene.

Norge var først i verden med å bygge og ta i bruk en rent batterielektrisk bil- og passasjerferje. Ampere ble bygget av det norske verftet Fjellstrand, og eies og drives av det norske ferjeselskapet Norled. Fjellstrand skal nå bygge en ny batteriferje for ferjeselskapet Fjord 1, som er en større og videreutviklet versjon av Ampere. Både Norled, Fjord 1 og andre ferjeselskap er også involvert i forskjellige andre initiativer og kontrakter for å bygge og drive batteridrevne ferjer. I tillegg er tre av de fem Pilot-E-prosjektene som ble innvilget i 2016 av Forskningsrådet, Enova og Innovasjon Norge rettet mot bygging og demonstrasjon av rent batterielektriske fartøy. De to øvrige er hybridkonsepter med batteridrift og hhv. hydrogen og diesel. Alle Pilot-E-prosjektene er samarbeidsprosjekter mellom en rekke norske bedrifter og forskningsinstitutter og til dels utenlandske partnere.

4.2.2 Hydrogen

Bruk av hydrogen og brenselceller er aktuelt for å komplementere rene batterielektriske løsninger. Elektriske utslippsfrie fremdriftssystemer som kombinerer batterier, hydrogen og brenselceller kan dekke behovet til svært mange typer fartøy og operasjoner. Dimensjonering av energisystemet ombord kan enkelt optimaliseres for type fartøy og tenkt operasjonsprofil. For større fartøy (til «deep sea») utfordres hydrogen av begrensninger knyttet til energitetthet og dermed rekkevidde. Hydrogendrift er foreløpig ikke en teknisk eller økonomisk mulig løsning for de større fartøyene.

Hydrogenindustrien vokser globalt, men vi må lengre frem i tid før hydrogenteknologiske løsninger blir kommersialisert for maritim transport. Hydrogen for maritim transport får foreløpig relativt liten oppmerksomhet sammenlignet med andre bruksområder for hydrogen. Dette er primært knyttet til begrenset tilgang på billig hydrogen, høye kostnader på brenselceller og elektrolysører, samt mangel på regelverk og standarder. Begrensede forretningsmuligheter er også en mulig årsak. I maritim sektor er det ingen eller svært lave avgifter på fossilt drivstoff og relativt høye virkningsgrader på konvensjonelle teknologier sammenlignet med landtransport.

Norge har kompetanse om hydrogen fra industrien og landtransporten som kan overføres til maritim transport. Blant annet er Norge verdensledende innen teknologi for elektrolyse og fyllestasjoner gjennom Nel Hydrogen og hydrogenlagring gjennom Hexagon og UMOE.

Norge har også lang erfaring med produksjon av hydrogen fra naturgass, gjennom produksjon blant annet ved Statoil (Tjeldbergodden), Yara (Porsgrunn) og Ineos (Rafnes). I kombinasjon med karbonfangst vil hydrogen produsert av naturgass være klimanøytral. Norge har også lang erfaring innen forskning og utvikling knyttet til brenselceller, systemintegrasjon og sikkerhet blant annet ved CMR, SINTEF, IFE, og universiteter/høyskoler. I tillegg er flere initiativ igangsatt i Norge for utvikling av leverandørindustri knyttet til hydrogenelektriske fremdriftssystemer.

Norge er godt egnet for utvikling av hydrogenelektriske løsninger og hydrogenteknologi, på bakgrunn av flere faktorer. Billig, ren strøm fra nettet gjør det i dag mulig å produsere konkurransedyktig rent hydrogen. Videre har Norge store (uutnyttede) ressurser for variabel fornybar kraft godt egnet for hydrogenproduksjon, i tillegg til store naturgassressurser som med karbonfangst og lagring kan generere klimanøytralt hydrogen. Norge har også internasjonalt ledende verft og skipsdesignselskap med kompetanse til å tilpasse hydrogen i skip på en effektiv og sikker måte. Norge har i tillegg verdensledende kompetanse og erfaring innen elektriske fremdriftssystemer og integrasjon/optimalisering av ulike energikilder i fartøy.

Det er i dag gryende aktivitet innen forskning og utvikling av hydrogenfartøy i Norge, og norske aktører er i ferd med å utvikle verdens første ferge med brenselcelle og hydrogenfremdrift. Alle delene av fergeren kan leveres av norske aktører, med unntak av brenselcellen.

Fisk og havbruk vil i årene som kommer ha et betydelig og økende behov for oksygen bl.a. knyttet til settefiskanlegg og lukkede oppdrettsanlegg. Utnyttelse av oksygen fra elektrolyse gir således mulighet for bedre økonomi ved produksjon av hydrogen til drift av fartøy.

4.2.3 LNG -teknologi

Norge besitter betydelige naturgassressurser og har verdensledende kompetanse knyttet til både utvinning og omdanning til miljøvennlig drivstoff/energi. Norge har ledet an i innfasing av flytende naturgass (LNG) som drivstoff i skip og har i dag en stor andel av verdens LNG-fartøyer. Det forventes en økende etterspørsel etter LNG-teknologi i verdensmarkedet og Norge kan ta en posisjon i dette markedet.

Bruk av LNG i skipsfarten reduserer utslipp av NO_x, svovel og partikler med 80 – 90 %, og er en vesentlig grunn til at Norge har oppfylt Göteborgprotokollens forpliktelser om reduserte utslipp av miljøskadelig NO_x. LNG kan også redusere klimagassutslippene med opptil 15-20 % sammenlignet med konvensjonelt drivstoff for skip, gitt at det ikke forekommer metanlekkasjer.

LNG vil være en viktig bidragsyter for ytterligere utslippskutt fra skipsfarten både nasjonalt og internasjonalt. Flytende naturgass kan, uten tilpasning, blandes med biogass. Hvis volumet av biogass på markedet øker, kan større innblanding av biogass bidra til større kutt i CO₂-utslipp, samtidig som utslippene av NO_x, svovel og partikler holdes på et like lavt nivå. Foreløpig produseres biogass hovedsakelig fra slam og våtorganisk avfall, med begrenset vekstpotensial. Hvis volumet av biogass skal øke utover dette, må produksjonen baseres på annet biologisk materiale.

Selv om høy driftssikkerhet og energieffektivitet bidrar til å redusere løpende driftskostnader, er det merkostnader forbundet med investeringer i LNG. Tilgang til nødvendig infrastruktur har vært en utfordring. Denne utfordringen kan møtes med ytterligere utbygging av infrastruktur langs kysten og ved å tilby bunkring av LNG fra skip til skip. LNG er i dag forbi prototype-teknologi stadiet og det er flere leverandører som tilbyr løsninger for både produksjon, lagring og transport av LNG. Det er også flere norske aktører som er langt fremme på utviklingen av gasmotorer til skip.

LNG som et lavutslippsalternativ for maritim næring utfordres av metanlekkasjer som reduserer klimanytten. Derfor er det viktig at gasselskaper og leverandørene av gasmotorer og LNG løsninger for skip fortsetter utviklingen av løsninger som minimerer utslipp av uforbrent metan. Et viktig tiltak er å sørge for at alle ledd i forsyningskjeden for LNG er tette, slik at man unngår uønskede lekkasjer. I tillegg er det viktig å stimulere til bruk av dieselmotorer i stedet for ottomotorer, for å sikre en mest mulig helhetlig forbrenning av metanet og unngå utslipp av uforbrent metan i eksosen. Hybridisering med batteri, gjerne i kombinasjon med landstrøm kan

også hjelpe til å minimere metanutslipp. Hybridisering bidrar også til renere forbrenning og lavere utslipp ved at motorene kan gå på jevnere belastning.

Gjennom Petromaks II prosjektet CHEOP (Clean Highly Efficient Offshore Power) utvikles det i dag brenselcellesystemer for bruk av naturgass som drivstoff som alternativ kraftforsyning til offshoreinstallasjoner (CMR Prototech, Statoil, Shell). Slike systemer egner seg godt til drift av store skip med krav til lang rekkevidde. Brenselceller har potensielt høy virkningsgrad (60 %) over hele lastspekteret og gir tilpasset mulighet til fangst og lagring av ren CO₂ (CHEOP CC / CLIMIT).

4.2.4 Hybride løsninger

I hybride løsninger kombineres batterier med ulike energibærere til å drive et fartøys fremdriftssystem og andre energikrevende aktiviteter. Hybride fremdriftsløsninger gjør at motorene får et jevner driftsmønster, hvilket gir både drivstoffbesparelser, utslippsreduksjoner og mindre slitasje på de gjenværende forbrenningsmotorene. I likhet med personbiler kan også hybride skip gjøres ladbare, ved installasjon av en større batteripakke og tilrettelegging for lading ved kai via landstrøm. Dette vil gi ytterligere utslippsreduksjoner.

Hybride løsninger er særlig aktuelt for fartøy med et høyt energibehov og hvor faktorer som kort tilgjengelig tid til lading, begrenset ladekapasitet/nettkapasitet og høy vekt gjør rene batterielektriske løsninger praktisk og/eller økonomisk utfordrende. Hydrogen og brenselceller som rekkeviddeforlenger sammen med batterier representerer en utslippsfri hybrid løsning. For mange fartøyer vil hybride og elektriske løsninger også gjøre at fartøyet blir bedre tilrettelagt for landstrøm for operasjon ved kai.

Et eksempel på et norsk hybrid fartøy er kysttruteskipet «Atlant». Skipet kombinerer LNG, batterier og hydrogen, og viser muligheten til å oppnå 60 % reduksjon i klimagassutslipp. Norge er tidlig ute med utvikling av hybride ferger og hurtigbåter, og kan eksportere disse løsningene i et verdensmarked.

Med flere hybride løsninger blir systemoptimalisering en viktigere problemstilling. Norge har tradisjonelt vært gode på systemperspektiv og optimering, og vi kan utnytte og videreutvikle denne kompetansen for hybride løsninger.

4.2.5 Biodrivstoff

For kysttransport og "deep sea" kan biodrivstoff bli et alternativ. Dette fordi man da ofte vil kunne bruke eksisterende drivstoffinfrastruktur og fartøy og ha den samme rekkevidden. Norge har betydelig tilgang på restprodukter fra skogen som kan omdannes til drivstoff. Utfordringen er at produksjonsprosessene er energi- og kapitalkrevende og teknologien foreløpig lite utprøvd. I tillegg er råstofftilgangen begrenset, og det er usikkert hvilken rolle biodrivstoff vil spille for maritim transport sammenlignet med land- og lufttransport. Uansett vil biodrivstoff kunne bli viktig for visse transportapplikasjoner, og Norge har forutsetninger for å ta del i verdiskapingen både gjennom eksisterende industristruktur med prosessindustri og treforedling og tilhørende kompetansebase.

4.2.6 Kjernekraft

For «deep sea» transport kjenner vi bare til ett nullutslippsalternativ, og det er kjernekraft. Utviklingen av moderne, små, modulære reaktorer, vil i et langt tidsperspektiv kunne bli svært interessant for skipsfarten. Spørsmålet er om kjernekraft kan forventes å representere en fremtidig markedsmulighet og hvilke konkrete komparative fortrinn Norge har på området. Kjernekraft er derfor kun omtalt kort her.

4.3 Digitalisering

Det skiller mellom digitalisering i produksjon og operasjoner av fartøy. I produksjonen handler det om å utnytte digitale hjelpemidler til å produsere fartøyene på en best mulig måte, mens det under operasjoner handler om å utnytte digitale hjelpemidler til operasjon og drift av fartøyene. For eksempel vil fartøy kunne optimere rutevalg basert på erfaringer fra andre fartøy. Dette kan gi positive gevinster både med hensyn på effektivt energibruk (drivstoffbruk) og lavere klimagassutslipp.

Det har vist seg at energiforbruket kan variere for en fergestrekning med 30-40 prosent avhengig av kjøremønster. Digitale hjelpemidler kan brukes til å optimalisere rutevalg og fremdrift med henblikk på lavest mulig forbruk av drivstoff. På sikt vil førerløse fartøy settes i drift, og kan utløse ytterligere reduksjoner, særlig når fravær av timebetalt mannskap gjør at man for enkelte transporter kan sette ned farten. Digitale løsninger kan også bidra til økt sikkerhet ved forutsigbarhet i fergedrift, predefinerte ruter og ankomstprosedyrer.

Norske aktører er langt fremme i utviklingen av automasjon og autonome fartøy. Norske aktører har utviklet automatiserte løsninger for prosesser om bord i fartøy, i tillegg til autonome og/eller fjernstyrte fartøy. Det er pågående testing av autonome skip flere steder i Norge, hvor både næringsaktører og forskningsinstitusjoner er involvert. Det er for eksempel etablert et testområde for autonome skip i Trondheimsfjorden, der blant annet NTNU og Sintef skal teste ut nye løsninger. Videre skal Yara sette i drift verdens første helelektriske autonome lasteskip i 2018, med teknologi levert av Kongsberg Maritime.

4.4 Næringens ambisjoner

Videre følger innspill fra innsatsgruppen om hvilke ambisjoner som bør vektlegges for å oppnå verdiskaping på veien mot en klimavennlig maritim transportsektor:

Norsk maritim transportsektor skal bli en spyspiss innen maritime lavutslippsløsninger

- Norges store hjemmemarked og strenge miljøkrav utnyttes til å utvikle verdensledende maritime klimavennlige energiteknologier.
- Norge eksporterer klimavennlige energiteknologier til et verdensmarked når miljøkravene slår inn også der.
- Norske fartøy med batterielektrisk, hydrogenelektrisk og hybrid fremdrift på fiskebåter, ferger og hurtigbåter blir ledende internasjonalt, mens norske LNG fartøy eksporteres til «deep sea»-markedet.
- *Hydrogenteknologi for maritim transport*
 - Norge har produksjon og utvikling av verdensledende hydrogenteknologi
 - Det er stor norsk verdiskaping innen produksjon av kjernekomponenter, systemintegrasjon, sikkerhet, hybridisering, og skipsdesign for maritimt bruk av hydrogen
- *Batterielektrisk fremdrift for maritim transport*
 - Det etableres et pilotanlegg for battericelleproduksjon i Norge. Piloten kan brukes til storskala testing av materialer og batterideler, samt å utvikle battericeller som er spesielt egnet til maritime formål. Norge tar en posisjon i markedet for battericeller til maritime formål.
 - Utnytte lave el-priser, materialkompetanse, kjølig og tørt klima og ledige industriarealer til å etablere kommersiell produksjon av battericeller i Norge
 - Utvikle standarder for landstrøminfrastruktur og ladeinfrastruktur for skip
- *Norsk LNG-teknologi i verdensmarkedet*
 - Norge utnytter eksisterende norsk LNG-industri til å ta en posisjon i det voksende verdensmarkedet for LNG-fartøy
 - Norge tar en lederrolle i å utvikle løsninger som eliminerer metanutslipp, både fra motorer og LNG-infrastruktur.

Norge tar en ledende posisjon i utviklingen av autonome maritime fartøy

- Den norske maritime sektoren tilrettelegger for autonome fartøy i norske farvann, og Norge blir et foregangsland innen automasjon.
- Norske aktører utvikler verdensledende teknologi for fjernopererte skip, automatiske prosesser mv.

4.5 Strategiske forskningstemaer

Basert på ambisjonsnivået og forventet utvikling innen maritim transport anbefaler innsatsgruppen at offentlig forskningsinnsats rettes inn mot følgende temaer:

Utslippsfri maritim verdikjede

- Utslippsfri maritim verdikjede med produksjon, infrastruktur og energitilgang for klimavennlige energiteknologier

Batterisystemer

- Batterisystemer for elektriske fartøy som gir høy kostnadseffektivitet.
- Batterisystemer med høyere energi- og effektetthet, særlig målt i forhold til vekt. Det er viktig for å kunne elektrifisere stadig nye maritime segmenter. Særlig for hurtigbåter setter vekten på dagens batteriløsning store begrensninger for hvilke samband som kan elektrifiseres.

Materialer til batteriproduksjon

- Materialer til produksjon av battericeller med økt energitetthet og sikkerhet. Bygge på og videreutvikle Norges verdensledende kompetanse innen miljøvennlig produksjon av materialer. (Eksempelvis produserer Elkem silisium til anodemateriale i Li-ion batterier, Hydro produserer aluminium som brukes som strømsamler i Li-ion batterier og Glencore Nikkelverk produserer krom og nikkell som også brukes som elektrode materialer (i katoden) i Li-ion batterier)

Ladeteknologi

- Ladeteknologi som er rask, enkel, robust og sikker er sentralt for å få et ønsket omfang av elektriske ferger og hurtigbåter i fremtiden. Eksempelvis ser man for seg 1,5 millioner ladinger på ferger i 2021, og det er lite rom for uhell, feil og lang ladetid. Teknologien er under utvikling, men trenger fremdeles FoU-støtte og arenaer for demonstrasjon.

Standardisering av ladeteknologi

- Standardisering av ladeteknologi er også viktig for å nå målene om lav- og nullutslippsløsninger i fremtiden. For å ha et robust fergesamband må det i fremtiden være mulig å kunne erstatte ferger uavhengig av ladeteknologi på sambandet.

Nullutslippshybrider

- Nullutslippshybrider med brenselceller, hydrogen og batterier for hurtigskip og ferger

Kjerneteknologi for hydrogenfartøy

- Elektrolyseteknologi, brenselcelleteknologi og teknologiutvikling av kjerneteknologi for hydrogenfartøy. Fokus på kostnadsreduksjoner og økt levetid.

LNG-teknologi som eliminerer metanutslipp

- LNG-teknologi og infrastruktur som eliminerer metanutslipp – kommersialisering og eksport av teknologi.

Systemintegrasjon

- Systemintegrasjon – grensesnittet mellom skip og infrastruktur (løsninger for lading, landstrøm og V2G (vessel-to-grid), hydrogendispensere, LNG-pumper)

Automasjon og autonome fartøy

- Automasjon og autonome fartøy, og havnesystemer og infrastruktur som er tilrettelagt for økende grad av automasjon og autonomi

Energieffektive fartøy

- Teknologit utvikling for energieffektivisering av fartøy

Kunnskap om sikkerhet – batterisystemer

- Økt kunnskap om sikkerhet for bruk av nye maritime batterisystemer og nye batterikjemier er viktig i tiden fremover, for å sikre rask og sikker implementering av nye systemer, Det er nødvendig med forskjellige sikkerhetsstudier, testing av thermal runaway, stans av kjøling, lading og effektuttak ved forskjellige C-verdier osv.

Kunnskap om sikkerhet – bruk av hydrogen

- Økt kunnskap om sikkerhet ved maritim bruk av hydrogen er viktig i tiden fremover. Sikkerhetsstudier og fysisk testing som kan forbedre og verifisere beregningsmodeller for spredning, brann, eksplosjonslaster osv. Dette er noe som kan komme alle aktører til gode og vil bidra til regelverksutvikling og være et viktig bidrag på veien fra prototyp til kommersialisering av produkter.

4.6 Tiltak

Innsatsgruppen anbefaler følgende tiltak får å realisere ambisjonene og iverksette nødvendige forsknings- og demonstrasjonsprosjekter.

- Kunnskapsoppbygging innen materialer til batterier og hydrogenteknologier
- Støtte til utvikling og uttesting av nye batterimaterialer i lab-skala og pilotskala (ved etablering av pilotlinje for battericelleproduksjon)
- Test og verifikasjon av hydrogenelektrisk, batterielektriske og hybride ferger og skip, inkludert energiinfrastruktur
- Testprogram for å fastslå best practice for brann- og eksplosjonssikre batteri- og hydrogenelektriske maritime løsninger
- Støtte til innfasing av infrastruktur for klimavennlige energiteknologier
- Stille krav til klimavennlige energiteknologier i offentlige anskaffelser
- Kunnskapsoppbygging innen LNG-teknologi uten metanutslipp

- Støtte norske LNG-aktører i markedsintroduksjon og ekspansjon av maritime LNG-løsninger uten metanutslipp til voksende globale markeder
- Støtte til kommersialisering av nye klimavennlige energiteknologier – offentlige virkemidler som bringer teknologiene forbi prototyp-stadiet
- Legge til rette for stor grad av åpenhet og samarbeid mellom norske forskningsmiljøer for å utløse potensial for innovasjon og verdiskaping, inkludert utnyttelse av digitale samarbeidsverktøy