

Maritim21- strategi

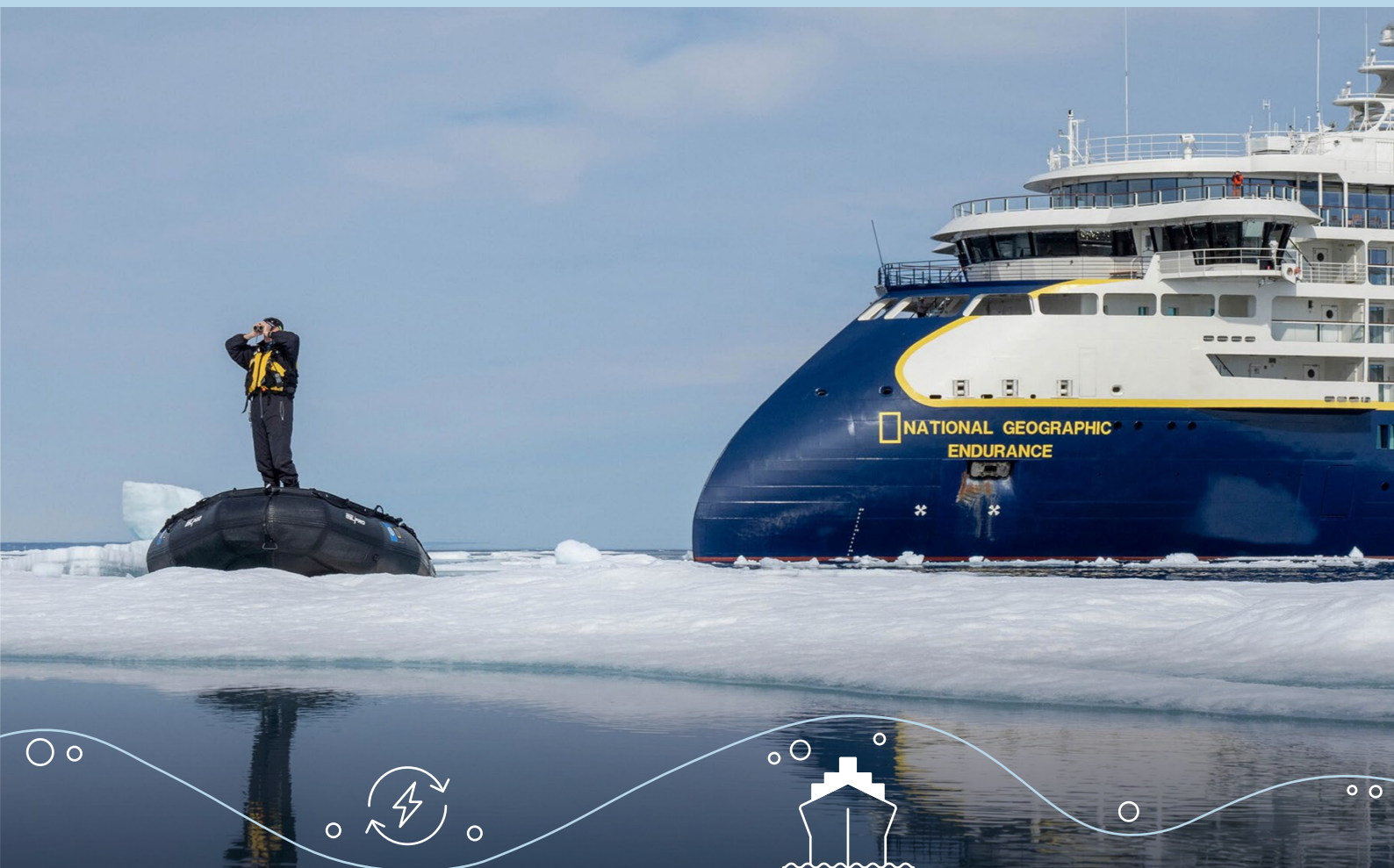


MARITIM 21

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3	Vedlegg 2: Digitalisering i maritim næring	47
Bakgrunn og mandat	4	Industri 4.0 (Maritim 4.0 og Verft 4.0)	49
Mål, prioriteringer og forutsetninger	4	Autonomi	49
Prioriterte strategiområder	5	Utviklingstrender	50
Forutsetninger for å lykkes	6	Digital sikkerhet	53
Andre anbefalinger	8	Konnektivitet og 5G	55
Maritim næring i Norge	9	Kunstig intelligens (KI) og stordata	56
Bakgrunn for Maritim21	10	Tingenes internett (IoT) og sensorer	57
De maritime verdikjedene	11	Edge Computing	58
Verdiskaping og sysselsetting	11	Digital tvilling	59
Internasjonale posisjoner	13	Andre teknologier	60
Utfordringer for den maritime næringens konkurranseevne	16	Oppsummering	60
Mål, prioriteringer og forutsetninger	17	Vedlegg 3: Kompetanse i maritim næring	62
Prioriterte strategiområder	18	Bedriftenes kompetansebehov	63
Forutsetninger for å lykkes	22	Kompetanseutvikling og livslang læring (EVU)	66
Andre prioriteringer	24	Maritim utdanning	67
Strategigruppen for Maritim21, 2021	25	Vedlegg 4: Fra innovasjon til ekspansjon	68
Oversikt over bakgrunnsmateriale	26	Proessen fra forskningsinnsats til kommersialisering og skalering i internasjonale markeder	69
Vedlegg 1: Grønn omstilling i maritim næring	27	Barrierer i prosessen fra innovasjon til ekspansjon	71
Innledning	28	Offentlige virkemidler for å styrke konkurransekraften i maritim industri	74
Verdensflåten i dag og globale ordrebøker	34	Vedlegg 5: Nasjonal og internasjonal FoU-aktivitet i maritim næring	77
Dekarbonisering av fartøysegmenter	38	Bibliometrisk analyse	82
Status i dag	39	Vedlegg 6: Effekten av Covid-19 på maritim næring	92
Deepsea	39	Fra medvind til motvind	93
Nærskipsfrakt	39	Koronapandemien påvirker næringen i ulik grad	94
Cruise	39	Veien ut av pandemien	96
Offshore	39		
Ferger og hurtigbåter	39		
Internasjonale og nasjonalereguleringer og rammevilkår	41		
Grønn omstilling i skipsfart i Asia: Sør-Korea, Kina, Japan	45		

Sammendrag





BAKGRUNN OG MANDAT

Maritim21 er en strategi for forskning, utvikling og innovasjon for maritim næring og har sitt mandat fra Nærings- og fiskeridepartement (NFD). Med maritim næring menes i denne sammenheng rederinæringen, verftsindustrien, tjenesteleverandører og utstyrsleverandører til alle typer skip og andre flytende fartøy. Det inkluderer også fartøy og maritim teknologi knyttet til andre havnæring, herunder havbruk, fiskerier, offshore olje- og gassutvinning og offshore fornybar energi samt kompetanseoppbygging i forskningsmiljøer på teknologiske og samfunnsvitenskapelige temaer av betydning for norsk maritim næring.

Målet med strategien er å stimulere til forskning, utvikling og innovasjon som bidrar til bærekraftig vekst og verdiskaping, økt konkurranseevne og eksport fra maritim næring, og realisering av det maritime potensialet i utviklingen av grønn skipsfart og digitale løsninger.

Hensikten har vært å etablere en helhetlig tenkning rundt satsing på maritim forskning, utvikling og innovasjon gjennom å koble myndigheter, virkemiddelapparat, næringsliv, organisasjoner og forskningsmiljøer nærmere sammen.

Strategigruppen for Maritim21 har vært bredt sammensatt med representanter fra næringen, akademien, direktorater og arbeidsgiver- og arbeidstakerorganisasjoner.



Foto: Edelpix

MÅL, PRIORITERINGER OG FORUTSETNINGER

Mål

Maritim21 strategien gir en viktig retning for utviklingen av norsk maritim næring. Strategien bygger på at

Norge skal være en verdensledende maritim nasjon i 2030 gjennom å ta en ledende posisjon i det grønne skiftet

For å lykkes med ambisjonen må det legges til rette for:

- at maritim næring og forskningsmiljøer er tidlig ute med forskning, utvikling, demonstrasjon og kommersialisering av digitale teknologier og bærekraftige løsninger
- at konkurransedyktige og koordinerte finansieringsordninger er tilgjengelige for næringen
- at Norge kan være et foregangsland når det gjelder utvikling av nasjonalt og internasjonalt regelverk for grønne og sikre løsninger

Strategien skal bidra til økt verdiskaping, sysselsetting og grønn omstilling. Dette er i strategien konkretisert gjennom tre delmål for 2030:

- minst 50 prosent vekst i næringens verdiskaping og eksportinntekter i Norge (fra 2019)
- minst 10 prosent vekst i næringens sysselsetting i Norge (fra 2019)
- muliggjøre utslippsmålene vedtatt for maritim næring og støtte opp under næringens egne ambisjoner

Verdiskaping og sysselsetting i Norge må inngå som vurderingskriterier i hele det næringsrettede virkemiddelapparatet, inklusive Forskningsrådet og andre FoU-aktørers virkemidler.

PRIORITERTE STRATEGIOMRÅDER

MARITIM 4.0

Digitale teknologier muliggjør en grønn omstilling. Basisteknologier innenfor digitalisering har potensial for å øke innovasjonsevnen og effektiviteten i de maritime verdikjedene og til å fremskynde og forsterke det grønne skiftet. En omfattende digital satsing på Maritim 4.0 er nødvendig for økt konkurransekraft samt effektiv drift og operasjoner.

Anbefalinger for å realisere Maritim 4.0:

- Styrke forskningsinnsatsen knyttet til digitalisering av maritim sektor spesielt innenfor kunstig intelligens, autonomi og digitale tvillinger av verft, skip, flåter og logistikksystemer.
- Styrke forskningsinnsatsen innenfor digital sikkerhet, sårbarhet og risikoanalyse samt redundans i driftskritiske digitale løsninger. Disse områdene vil være avgjørende for trygg drift.
- Styrke forskningsinnsatsen innenfor menneske-teknologi-interaksjon (HTI- human technology interaction). Større grad av autonomi, økt tilgang til driftsdata gjennom flere målinger samt utvikling av beslutningsstøttesystemer basert på kunstig intelligens øker behovet for tillit til digitale løsningene. Det må utvikles innovasjonsprosjekter som tar i bruk teknologi for augmentert virkelighet i drift av fartøy og som henter erfaringer fra næringer.
- Støtte utvikling av digitale plattformer for utveksling av informasjon og optimalisering av maritime logistikksystemer både nasjonalt (for eksempel havbruk) og for internasjonal sjøtransport.
- Utvikle modeller for digital design av nye energieffektive fartøy-konsepter samt modeller for utveksling av produksjonsdata og energioptimalisering langs verdikjeden gjennom samarbeid mellom klynger og akademia.
- Utvikle robotiserte og automatiserte løsninger for effektive og konkurransedyktige leverandører gjennom samarbeid mellom klynger og akademia.
- Etablere et nasjonalt initiativ for utvikling av standarder for maritime data og metoder for økt utnyttelse av data i teknisk drift, kommersiell operasjon, ulykkesforebygging, vedlikehold og design.
- Sikre at forskningsresultater og konsepter raskest mulig kan implementeres og kommersialiseres ved å investere i digital infrastruktur og testfasiliteter som er tilgjengelig for alle parter.

LAV- OG NULLUTSLIPPSTEKNOLOGIER OG -LØSNINGER

En ambisjon bør være at maritim næring skal kunne designe, bygge, utruste og drifte fremtidens lav- og nullutslippsløsninger. Det er behov for å utvikle teknologi og løsninger som muliggjør resirkulering av materialer, bærekraftig og trygg drift av fartøyer. Utvikling av utslippsfrie løsninger er en eksport mulighet. Det er behov for koordinert innsats og samarbeid på tvers av de maritime verdikjedene for å utnytte og overføre teknologi og løsninger mellom verdikjedene.

Anbefalinger for å realisere lav- og nullutslipps-teknologier og -løsninger:

- Etablere og styrke tverrfaglige forsknings- og innovasjonsprosjekter på tvers av maritime verdikjeder innenfor:
 - brenselcelleteknologi for hydrogen og løsninger for bruk av ammoniakk, samt videreutvikling av maritime batterisystemer og neste generasjons maritime batterier
 - nye energibærere for sjøtransport, som for eksempel kjernekraft
 - lagring og transport av energibærere for utslippsfrie fartøy
 - energieffektivisering, utvikling av metoder og systemer for skipsløsninger og maritime operasjoner, herunder bruk av vindassistert fremdrift, ny kunnskap om hydrodynamikk, skrogdesign, materialer og annen teknologi for energieffektivisering
 - bærekraftige drivstoffløsninger med tilhørende livsløpsanalyser samt kunnskap om HMS, beredskap, evakuering og teknisk sikkerhet for disse løsningene
 - bærekraftige produksjonsprosesser for utslippsfrie fartøy
 - utvikling av offshore vindkraft med tilhørende utslippsfrie fartøy og operasjoner
 - ombygging av offshoreflåten og fartøy i havbruksnæringen for å realisere lav- og nullutslippsløsninger
- Etablere Maritim2000 etter modell av DEM2000 og i samarbeid med Grønn Plattform med mål om å demonstrere og kvalifisere ny teknologi, og systemer i et tett samarbeid mellom verft, leverandørindustri, rederier og forskningsmiljøer.



GRØNN OG SIKKER SJØTRANSPORT

Rederiene bør være i forkant av det grønne skiftet for også å utvikle nye markeder, for eksempel innenfor transport og bruk av nye energibærere. Det er nødvendig å fjerne barrierer for implementering av nullutslippsteknologi og nye drivstoffløsninger. Barrierer kan være infrastruktur og tilgang til alternative drivstoff og elektrisitet. Barrierene er også av økonomisk art, som lønnsomhet, og manglende insentiver i kontrakter. Sikkerhet er en utfordring, spesielt i nordområdene der Norge har en særlig interesse av å ivareta sikker drift. Sikkerhetsutfordringer er viktige å adressere for å sikre oppslutning om nye løsninger blant sjøfolk, havnemyndigheter, rederier og samfunnet for øvrig. Det er behov for løsninger som bidrar til sikker bruk av grønne teknologier og der hensynet til brukerne står i sentrum.

Anbefalinger for grønn og sikker sjøtransport:

- Etablere tverrfaglige forskningsprosjekter innenfor digital teknologi, logistikk, nautiske operasjoner, økonomi og jus med mål om å redusere energibruk i maritime logistikksystemer og operasjoner.
- Utvikle infrastruktur og logistikksystemer for frakt og distribusjon av nye energibærere.
- Utvikle et fremtidsrettet maritimt logistikksystem som er mer robust med tanke på forstyrrelser i forsyningskjeder som følge av pandemier, ekstremvær, og variasjon i etterspørsel.
- Styrke forskningen på utformingen og virkningen av internasjonale maritime miljøregler og knytte dette opp mot Norges forhandlingsposisjon i IMO.
- Spisset økonomisk forskning på hvordan strengere miljøkrav, digital teknologi og en innfasing av nullutslippsløsninger vil påvirke markeder og internasjonal handel.
- Sikkerhet- og helseutfordringer knyttet til nye drivstoffløsninger må adresseres og forskningsinnsatsen knyttet til teknisk sikkerhet, ulykkesforebygging, beredskap, redning og HMS for arbeidstakere og passasjerer må styrkes.

FORUTSETNINGER FOR Å LYKKES

KONKURRANSEDYKTIGE MARITIME VERDIKJEDER

Norske myndigheter, næringen og akademien må etablere partnerskap med målsetning om å videreutvikle sterke og sammenhengende verdikjeder og maritime klynger. Det kan styrke innovasjonskulturen, øke kunnskapsoverføringen og forbedre konkurranseevnen. Det må legges til rette for at maritime klynger også er akseleratorer.

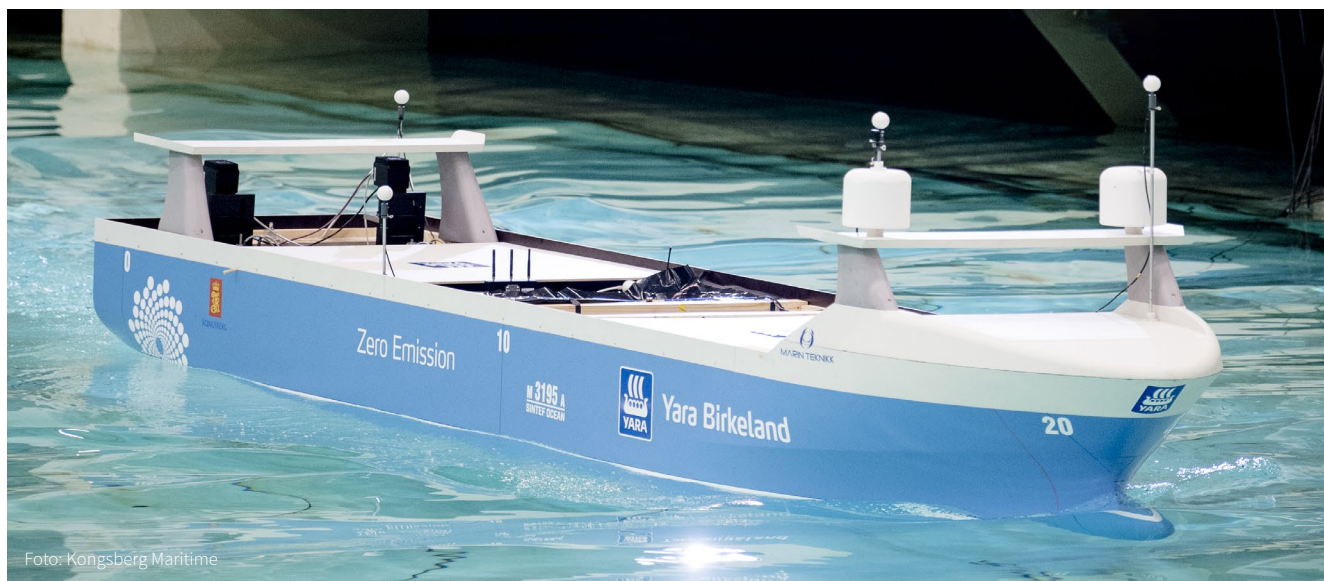
Det er behov for å videreutvikle komplette verdikjeder spesielt innenfor følgende havnæringer:

- offshore energi, med vekt på utnyttelse av havvind
- sjømat, med vekt på lav- og nullutslippsløsninger for havbruk og fiskerier
- reiseliv, med vekt på lav- og nullutslippsløsninger for ekspedisjonskruise og hurtigbåter
- sjøtransport, med særlig vekt på å muliggjøre ambisjonen om å kunne bestille nullutslippsskip på tvers av segmentene fra 2030

Ved å dele og overføre teknologi, kunnskap og løsninger mellom verdikjedene vil konkurranseevnen i kjedene bli styrket. Samtidig vil de kjedeovergrepene og teknologiene og løsningene i seg selv representere kommersielle og skalerbare muligheter. Regionale maritime klynger må kunne støtte opp om kunnskapsdeling og innovasjon og det er nødvendig med test- og piloteringssentre og andre arenaer for samhandling. Det forutsettes

- at det legges til rette for FoU, samarbeid og kunnskapsdeling på tvers av aktørene i verdikjedene
- at det skapes et hjemmemarked for norske løsninger der det er mulig
- at det legges til rette for infrastruktur, konsesjoner og regelverk som er viktige for utvikling av sterke verdikjeder
- at finansieringsordningene er konkurransedyktige, og at rammer og regelverk muliggjør internasjonal konkurranseutsatt arbeidsintensiv industri i et høykostland som Norge
- at det tilrettelegges for virkemidler for skalering og internasjonalisering for å øke takten på utviklingen
- at det følges opp med tiltak og virkemidler overfor svake ledd eller hull i en verdikjede

Verftene har en sentral rolle som integrator og samarbeidsarena og utgjør et viktig ledd i verdikjeden. Dersom dette leddet svekkes ytterligere og det medfører en fortsatt reduksjon i antall verft, vil det kunne få store konsekvenser for norske leverandørers evne til å drive innovasjon ettersom det vil bli færre samarbeidsarenaer. Det vil da kunne bli mindre norsk utstyr på de skipene som ikke



lenger bygges i Norge, og det vil medføre et tap i konkurransefortrinn fordi teknologi og kunnskap forsvinner til utlandet.

NORSKE MYNDIGHETER SOM INNOVASJONSPARTNER

Det offentlige kan være med og skape et tidlig marked for ny teknologi og nye løsninger for lav- og nullutslipp gjennom offentlig privat innovasjonssamarbeid og innkjøp samt strategisk bruk av innkjøpsmakt. Dette vil gjøre næringen mer konkurransedyktig.

Offentlige virkemidler, herunder offentlige innkjøpsbudsjetter, må koordineres og legges til rette for at verdiskapingen i all hovedsak skjer i Norge.

Norske myndigheter kan bidra til økt innovasjon og kommersialisering av ny teknologi og løsninger gjennom:

- å utarbeide koordinerte, langsiktige og forpliktende planer om lav- og nullutslippsløsninger for offentlig innkjøp av skip (herunder også sjøforsvaret) og seilingskontrakter
- å bruke konsesjonsordningene til å fremme det grønne skiftet innenfor havbruk, fiske, energiproduksjon fra havvind, utvinning av olje og gass og annen konsesjonsbelagt virksomhet
- å sørge for bred tilgang på infrastruktur som vil muliggjøre utvikling, pilotering og skalering
- å utrede muligheten for å introdusere nye virkemidler for å ta i bruk ny teknologi som støtter opp under en grønn omstilling og legger til rette for verdiskaping, for eksempel
 - benytte inntektene fra CO₂-avgifter til å stimulere utvikling og implementering av grønn teknologi gjennom fondsavsetninger og i tråd med EUs taksonomi for bærekraft
 - bruke handlingsrommet i statsstøtte-regulativet til å stimulere utvikling og implementering av grønn teknologi

- utrede finansieringsløsninger for bygging av nullutslippsfartøy

ETABLERE GRØNNE KORRIDORER

Norske myndigheter må gjennom nasjonalt og internasjonalt samarbeid investere i grønne korridorer og infrastruktur som gir rederier, havner og vareeiere insentiver til å investere i lav- og nullutslippsfartøy for passasjer og varetransport – som igjen gir grunnlag for økt verdiskaping hos underleverandørene. Det er behov for initiativ på tvers av aktører for å etablere infrastruktur for nye energiløsninger langs kysten som kan brukes i vare og passasjertransport.

Viktige områder vil være:

- Videreutvikling av internasjonalt samarbeid som muliggjør demonstrasjon og uttesting av grønne løsninger gjennom nullutslippssjøtransportkorridorer. Dette må også inkludere samarbeid for å øke sikkerheten ved nye løsninger samt samarbeid om infrastruktur i havner.
- Etablering av grønne korridorer som en regulatorisk sandkasse der det er relevant.
- Erfaringene fra Grønt Skipsfartsprogram. Myndighetene må legge til rette for innenlands grønne korridorer og knutepunkter for å stimulere til løsninger for å flytte varetransport fra vei til sjø.

RELEVANT KOMPETANSE FOR HELE NÆRINGEN

For å nå målet om sikker sjøtransport, grønn omstilling og verdiskaping trengs det sterke og relevante forsknings- og utdanningsmiljøer. En målrettet satsing på anvendt forskning og utvikling vil ha potensial for å skape eksport og sysselsetting innenfor de prioriterte satsingsområdene. Utdanningsinstitusjoner og næringen må i fellesskap styrke næringens attraktivitet for unge talenter og videreutvikle studier av høy relevans og kvalitet på alle nivåer, både grunnutdanning og etter- og videreutdanning. Det er viktig å legge særlig vekt på maritime profesjonsutdanning.

Forutsetninger for å sikre relevant kompetanse for hele næringen er:

- å opprettholde sterke fagmiljøer innenfor det maritime gjennom styrket forskningsinnsats og fremragende forskningsinfrastruktur på fagområder som er viktige for maritim 4.0 og bærekraftig omstilling, i nært samarbeid med næringen
- å videreutvikle maritim utdanning på alle nivåer, og da spesielt de maritime profesjonsutdanningene, i tråd med endrede behov i maritim næring. Dette gjelder fra videregående skole og fagskoler til bachelor-, master- og ph.d.-programmer på høyskoler og universiteter
- at utdanningsinstitusjonene samarbeider tett med aktørene i næringen for å sikre at utdanningstilbudet utvikles i tråd med næringens behov
- at det legges til rette for å styrke digital kompetanse samt entreprenørskaps- og innovasjonskompetanse, både i relevante studieprogrammer og gjennom målrettede programmer og kurs
- at forskningen på sikkerhetsutfordringer i maritime operasjoner styrkes med særlig vekt på utfordringer knyttet til nye energibærere og fremdriftssystemer. Erfaringer fra virksomhet på land er ikke nødvendigvis overførbare til virksomhet på sjøen. Det er behov for spesifikk forskning på sikker bruk av grønne teknologier med mennesket i sentrum. Det er også behov for å utvikle nødvendig regelverk
- at utdanningsaktørene samarbeider med maritim næring for å sikre at praksisnære og realistiske simuleringsverktøy og andre digitale verktøy kan benyttes i undervisning og forskning
- at Ocean Space Center blir etablert som nasjonal forskningsinfrastruktur og en testinfrastruktur for næringen
- at infrastruktur gjøres tilgjengelig for næringen og utdanningsinstitusjoner for demonstrasjon og uttesting av løsninger

INTERNASJONALT FORSKNINGS- OG INNOVASJONS-SAMARBEID

Norske maritime forskningsmiljøer og bedrifter må styrke deltakelsen i europeiske forsknings- og innovasjonsprogrammer, og norske forskningsmiljøer må bli enda bedre til å samarbeide med andre verdensledende maritime forskningsmiljøer. Norsk maritim næring og fagmiljøer må ta en mer aktiv rolle i EUs forsknings- og innovasjonsprogrammer:

- Norske myndigheter må sette som mål å øke returandelen fra EU innenfor relevant maritime utlysninger.
- Norske myndigheter og fagmiljøer må delta aktivt i utformingen av FoU-programmer og sikre gjennomslag for maritime interesser.
- Norske myndigheter må arbeide for at EUs innovasjonsfond er relevant og tilgjengelig for norske rederier, næringen og forskningsmiljøer.
- Norske myndigheter må prioritere samarbeidet i Zero Emission Shipping Mission Innovation¹ for å sikre at norske deep-sea rederier bidrar til måloppnåelsen.

ANDRE ANBEFALINGER

ETABLERE MARITIM21-FORUM

Forumet skal bidra til grønn omstilling i maritim næring gjennom fokusert og koordinert innsats i forskning og innovasjon. Forumet bør ha et styre oppnevnt av NFD bestående av representanter fra næringen, organisasjoner og akademia, og et sekretariat som kontinuerlig planlegger og oppdaterer Maritim21-strategien og knytter til seg ressursgrupper i arbeidet.

¹ <http://mission-innovation.net/missions/shipping>

Maritim næring i Norge



Foto: Frontline



BAKGRUNN FOR MARITIM21

Maritim21 er en strategi for forskning, utvikling og innovasjon for maritim næring og har sitt mandat fra Nærings- og fiskeridepartement (NFD). Med maritim næring menes i denne sammenheng rederinæringen, verftsindustrien, tjenesteleverandører og utstyrsleverandører til alle typer skip og andre flytende fartøy. Det inkluderer også fartøy og maritim teknologi knyttet til andre havnæringer, herunder havbruk, fiskeri, offshore olje og gass og offshore fornybar energi, samt kompetanseoppbygging i forskningsmiljøer på teknologiske og samfunnsvitenskapelige temaer av betydning for norsk maritim næring.

Målet med strategien er å stimulere til forskning, utvikling og innovasjon som bidrar til bærekraftig verdiskaping og innovasjon og sysselsetting. Strategien skal bidra til økt konkurranseevne og eksport samt realisering av det maritime potensialet i utvikling av grønnskipsfart og digitale løsninger.

Maritim21 skal muliggjøre utslippsmålene vedtatt for maritim næring:

- minst 50 prosent reduksjon i skipsfartens klimagassutslipp innen 2050 (fra 2008)
- halvere utslipp fra innenriks sjøfart og fiske innen 2030

Næringen har mål om en klimanøytral flåte innen 2050 og strategien vil bidra til realisering av dette.

Maritim 21 bygger på at Norge fortsatt skal være en verdensledende maritim nasjon i 2030 gjennom å ta en ledende posisjon i det grønne skiftet. Kompetanse, teknologi og grønn omstilling for å utvikle eksisterende og nye markeder vil gi økt verdiskaping og sysselsetting i maritim næring frem mot 2030.

Strategigruppen for Maritim21 har vært bredt sammensatt fra næringen, academia, direktorater og arbeidsgiver- og arbeidstakerorganisasjoner. Dette har bidratt til en helhetlig tenkning rundt satsing på maritim forskning, utvikling og innovasjon gjennom å koble myndigheter, virkemiddelapparat, næringsliv, organisasjoner og forskningsmiljøer nærmere sammen.

Strategigruppen bygger sitt arbeid på bakgrunns materialet presentert i vedleggene. Det er arrangert fire digitale innspills møter om temaene: Kompetanse i maritim næring; Grønn omstilling; Digitalisering; Konkurranse evne – fra innovasjon til ekspansjon.

Det er arrangert et innspillmøte om temaet bærekraft og miljø hvor flere miljøorganisasjoner deltok. Nasjonale forsknings- og innovasjonssentre har gitt innspill til styringsgruppen og det mottatt innspill via nettstedet maritim21.no.

Kompetanse



Teknologi



Grønn omstilling



Verdiskaping og sysselsetting



DE MARITIME VERDIKJEDENE

Maritime næringer inngår i en verdikjede som er generisk i den forstand at den har samme struktur uavhengig av hva slags fartøy som bygges og hvilke markeder rederier leverer sine tjenester i. Samtidig er alle fartøytyper spesialbygd for ulike typer operasjoner – avhengig av anvendelse og tjeneste – og det kreves derfor ulike typer kompetanse i de ulike næringene. Likevel vil noe kompetanse være generisk og kunne anvendes på tvers av næringene. Innholdet i verdikjeden – det vil si design, utstyr, utrustning og operasjon skreddersys til egenkapene og behovene i hver havnæring. Kompetanse og teknologi, spesielt digitale og utslippsfri løsninger vil være generiske og skreddersydde til anvendelsen. På denne måten sikres verdiskaping og sysselsetting i norsk maritim næring.

Det maritime næringsmiljøet i Norge har vært ledende i mange år og består av enkeltbedrifter og bransjer, men utgjør også en komplett næringsklynge hvor elementene i klyngen forsterker hverandre.² Klyngeegenskapene handler om at bedrifter og kunnskapsmiljøer kobles sammen gjennom kunde-leverandører-relasjoner i verdikjeden og gjennom samarbeidsrelasjoner, ikke minst knyttet til forsknings- og innovasjonssenter og prosjekter i næringen.

Den maritime næringen i Norge har gjennomgått store strukturelle og innholdsmessige endringer. De siste tjue årene har næringen blitt transformert fra å være deepsea-dominert til å bli rettet mot olje og gass sektoren – for så å bli omstilt til å betjene mange ulike havnæringer de siste årene. Maritim næring er i dag er en bredt sammensatt næring. Omstillingene har vært drevet av store markedsendringer og av prosesser i næringen.

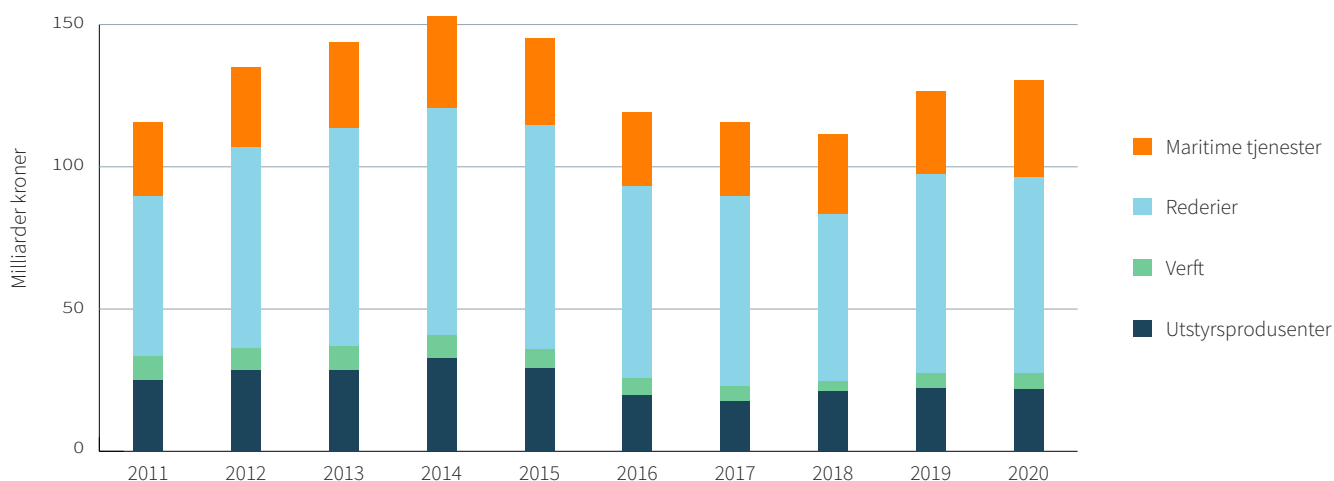
Vekst, digitalisering og grønn omstilling av maritim næring avhenger av utviklingen i andre næringer – enten som markeder, som innsatsfaktorer eller som kunnskaps- og kompetansegrunnlag.

VERDISKAPING OG SYSSELSETTING

Maritim næring i Norge hadde en samlet verdiskaping i 2020 på 130 milliarder kroner.³ Næringen hadde til sammen 83000 ansatte. Det innebærer at hver ansatt i maritim næring i gjennomsnitt står bak en verdiskaping på 1,8 millioner kroner.

Figur 1 viser utviklingen i verdiskaping for næringen de siste 10 årene fordelt på de 4 hovedgruppene – utstyrsprodusenter, verft, rederier og maritime tjenester. Selv om verdiskapingen har økt med 17 prosent de 2 siste årene, er det fremdeles et stykke igjen til toppåret i 2014.

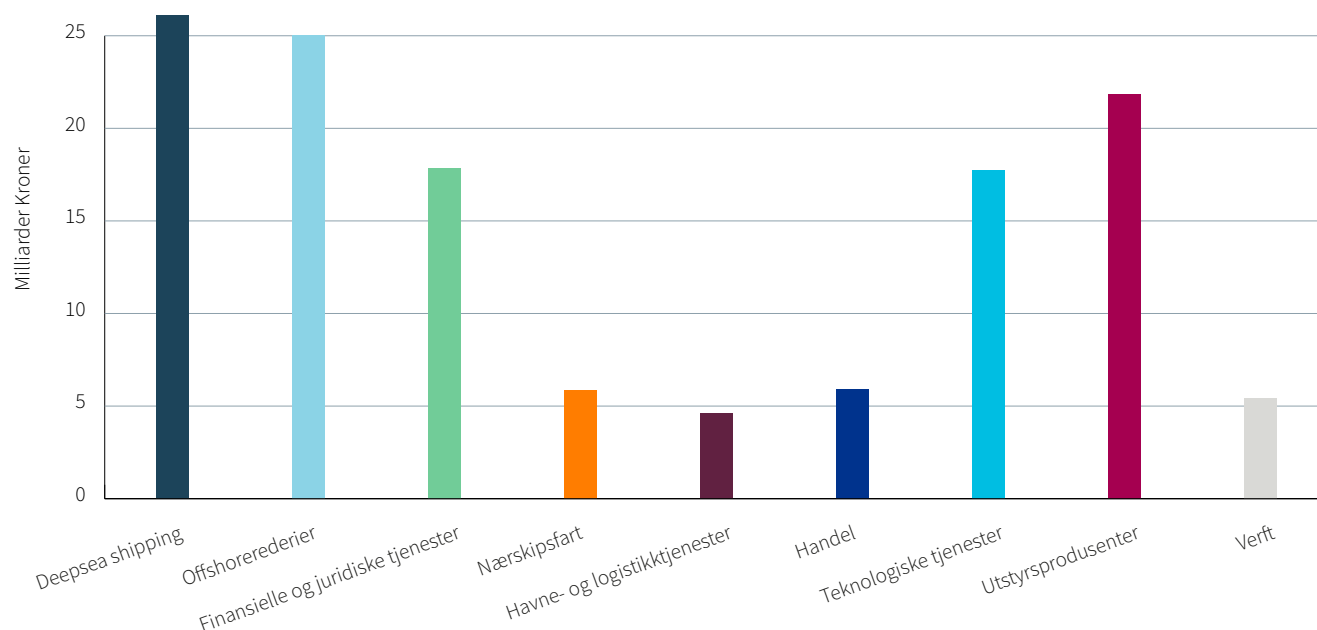
Figur 1: Verdiskaping i maritim næring fra 2011 til 2020, fordelt på næringens hovedgrupper – utstyrsprodusenter, verft, rederier og tjenester. Kilde: Clarksons Research



² Se for eksempel Reve, T og A. Sasson: Et kunnskapsbasert Norge. Universitetsforlaget.

³ Hvis ikke andre kilder er nevnt, er tallgrunnlaget basert på Menons årlige Maritim verdiskapingsrapport, som utarbeides for Maritimt Forum.

Figur 2: Verdiskapingen i maritim næring i 2020 fordelt på ni bransjegrupper. Kilde: Menon Economics



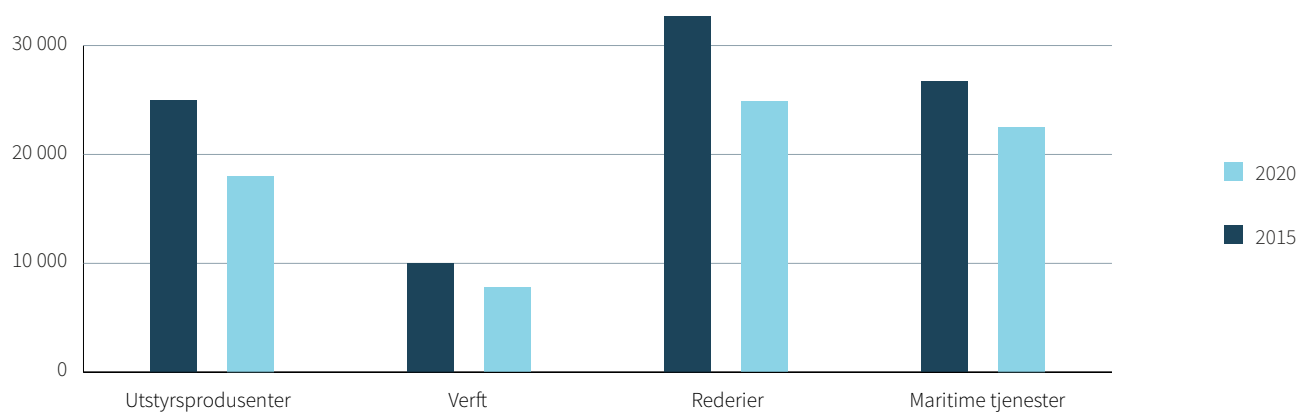
Verdiskapingen i 2020 er fordelt på hoved- og undergrupper som vist i figur 2. Mer enn halvparten av verdiskapingen genereres i rederiene, hvorav deepsea-rederier står for 20 prosent, offshore-rederier for 19 prosent og nærskipsfart 14 prosent (inkluderer brønnbåter, ferger, hurtigbåter og fiskefartøy i tillegg til godstransport langs kysten).

Tjenesteyterne, er fordelt på teknologiske tjenester, havn- og logistikkjenester og handel, samt finansielle og juridiske tjenester. Den maritime industrien står for 21 prosent av den samlede verdiskapingen, hvorav 17 prosent er skipsutstyr og 4 prosent relaterer seg til verftene. Industriens andel av antall

ansatte er betydelig høyere. Utstysprodusenter og verft står for henholdsvis 25 prosent og 11 prosent av den totale sysselsettingen i næringen.

Figur 3 viser antall ansatte i maritim næring i Norge i 2015 og i 2020. Sysselsettingen i næringen har til sammen falt med 22 prosent. Den største nedgangen er i offshore-rederiene og utstysprodusentene, med henholdsvis 36 prosent og 28 prosent reduksjon i antall ansatte.

Figur 3: Antall ansatte i maritim næring i 2015 og 2020 fordelt på fire hovedgrupper i næringen. Kilde: Menon Economics



INTERNASJONALE POSISJONER

Rederienes konkurranseposisjon

Eksportinntekter fra utenriks sjøfart var 109 milliarder kroner i 2019.⁴ I tillegg kommer offshorerederienes og passasjertransportrederienes eksportinntekter. Rederiene står for mer enn 60 prosent av all maritim eksport.⁵ Norske rederier kontrollerer en av verdens mest verdifulle skipsflåter, se figur 4. En stor andel av inntektene fra denne flåten kommer gjennom rederienes datterselskaper i andre land, men rederiene representerer likevel en viktig kilde til eksportinntekter for maritim industri – som krevende kunder – og de har betydelig påvirkningskraft på det grønne skiftet i næringen.

Rederienes bedriftsøkonomiske insentiver for å investere i nullutslippsteknologier

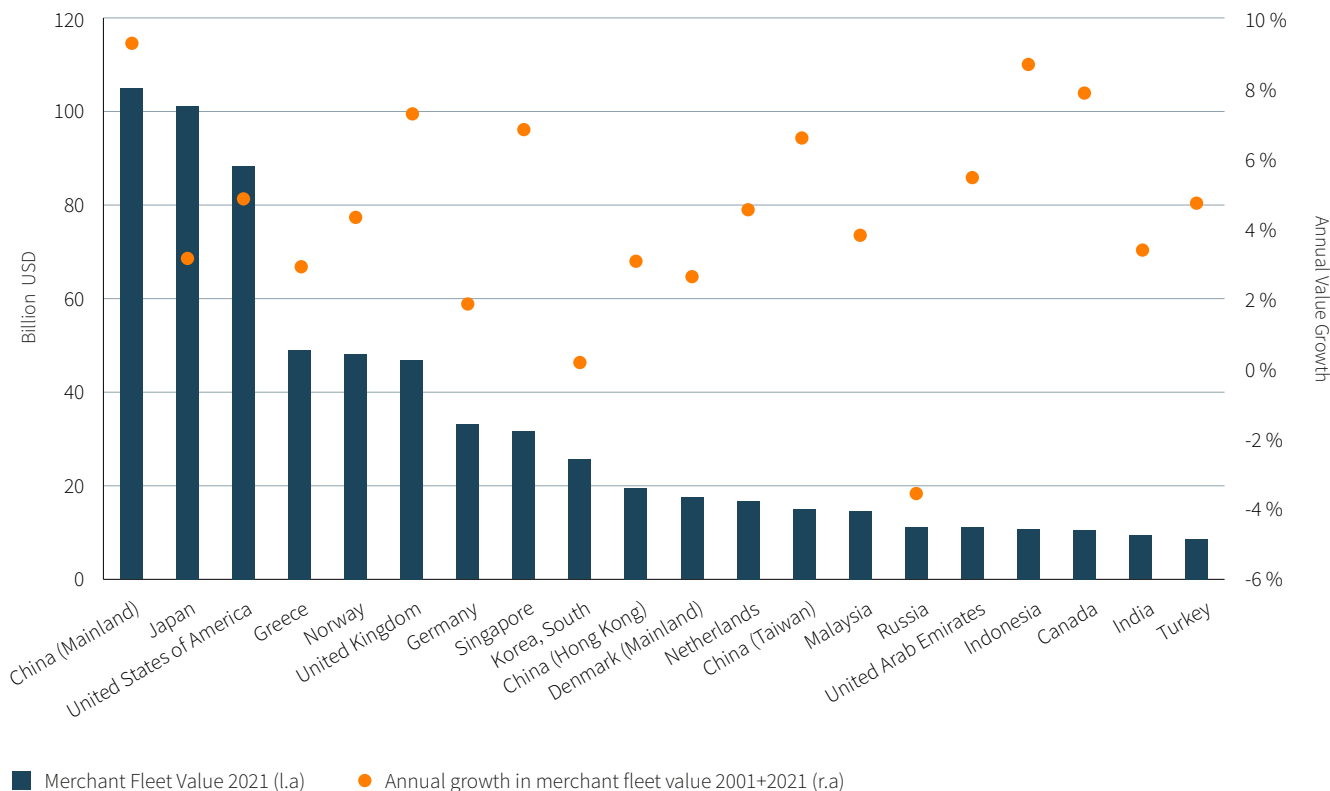
For at rederiene skal ta de store investeringsbeslutningene om å dekarbonisere flåten, må det være lønnsomt, i hvert fall på lang sikt. Mange faktorer påvirker lønnsomheten i rederienes valg: Investeringskostnaden forbundet med å bygge om et eksisterende fartøy fra konvensjonell til nullutslipps framdrift bæres av rederiene selv, og må på lang sikt kunnes dekkes inn av økte inntekter for at rederiet skal beholde sin konkurransevne. Tilsvarende gjelder for investering i et fartøy med

nullutslippsløsning som erstatning for et eksisterende fartøy med fossilt drivstoff.

Forutsigbarhet knyttet til tilgang til og pris på drivstoff er ikke bare et spørsmål om infrastruktur. Det handler også om variasjoner i pris og eventuelt fare for at drivstoffleverandører ikke kan levere drivstoffet man har behov for, når man trenger det i havnene man anløper. Usikkerhet om nasjonale og internasjonale reguleringer, krav og økonomiske virkemidler påvirker også rederienes insentiver. I dag er ikke nullutslipps energibærere konkurransedyktig for de fleste typer rederivirksomhet. Det er derfor behov for støtteordninger eller andre typer økonomiske insentiver for at nullutslippsløsninger skal implementeres.⁶ En tredje potensiell barriere er usikkerhet knyttet til tilgang på relevant og sertifisert kompetanse for å drifte skip og flåter med null- og lavutslippsløsninger.

I tillegg til de nevnte barrierene som gjelder for alle typer rederier, påvirker en rekke fartøy- og operasjonsspesifikke forhold rederienes insentiver til å investere i grønne fremdriftssystemer. Seilingslengde har betydning for energibærernes egnethet. For eksempel vil drivstoff med stor lagringskapasitet og høy energitetthet være mest gunstig over lange seilingsdistanser.

Figur 4: Merchant Fleet Values: Twenty Largest Countries in 2020 with Annual Growth Rates from 2001. Kilde: IHS/Lloyds/Clarkson



⁴ Kilde: Nasjonalregnskapet (SSB) bruttofrakter, utenriks sjøfart.

⁵ Kilde: Strategier for grønn maritim eksport. Menon-rapport nr 14/2021.

⁶ <https://www.globalmaritimeforum.org/news/policy-options-for-closing-the-competitiveness-gap-between-fossil-and-zero-emission-fuels-in-shipping>

Regularitet i seilingsmønster er en annen faktor som påvirker valg av drivstoff. Jo større variasjon og jo mindre forutsigbarhet i seilingsmønster, desto mer sårbar vil man være for manglende tilgang på drivstoff. Kombinasjonen av kort seilingslengde og høy regularitet er hovedårsaken til at ferger i Norge er egnet for batterielektrisk fremdrift.

Kontraktslengde kan også påvirke rederienes valg, særlig dersom kundene stiller krav eller har preferanser for lav- eller nullutslippsløsninger. Kunder som selv har ønske om å fremstå som bærekraftige, vil legge mer vekt på rederienes klima- og miljøutslipp når de velger kontraktspartner.

Skipsverftenes konkurranseposisjon

På de store fartøysegmentene – det vil si lastefartøy for internasjonal godstransport (deepsea/shortsea) – har norske verft hatt få oppdrag de siste 10 årene. Det innebærer at målt i antall fartøy er Norges samlede markedsandel av verdens skipsbygging marked de siste 10 år kun 0,8 prosent.

De siste 10 årene har norske verft hatt en sterk internasjonal posisjon i bygging av 4 fartøytyper (se figur 5): offshore servicefartøy til petroleumsnæringen, ekspedisjonscruiseskip, ferger/hurtigbåter og brønnbåter.

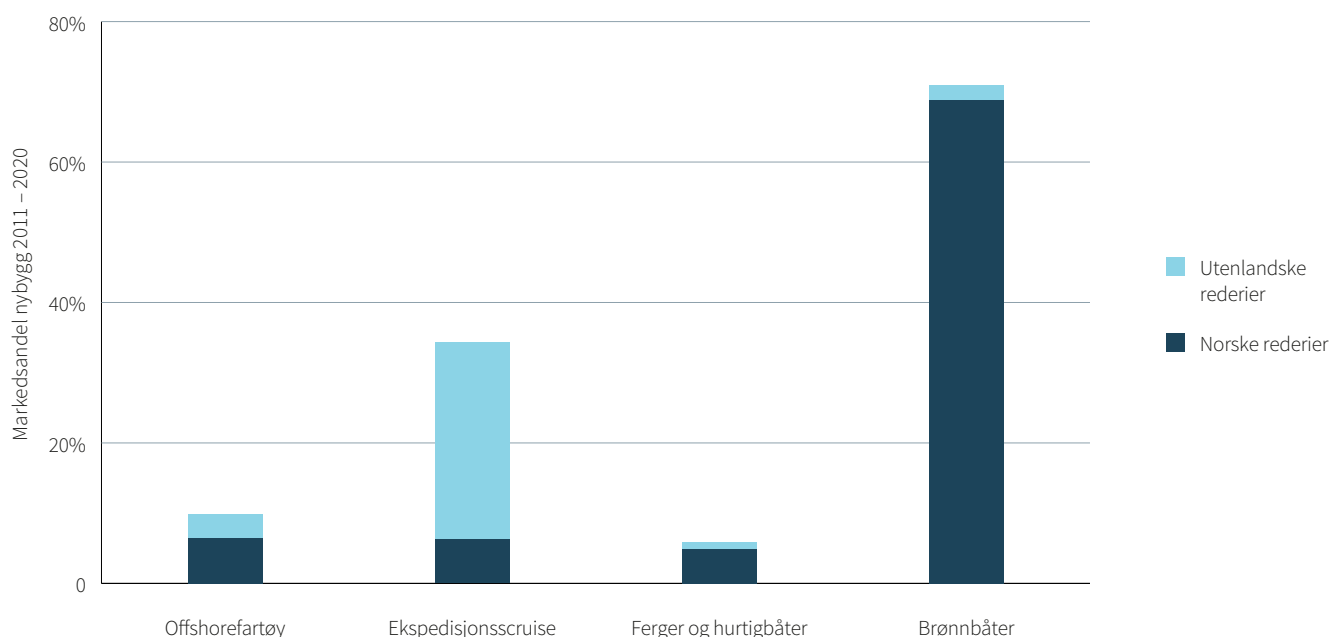
Innenfor nisjen **brønnbåter** (til havbruk) som totalt domineres av norske rederier, har norske verft bygget 71 prosent av alle båter siden 2010 (inkludert ordrebøker). Øvrige er bygget i Spania, Tyrkia og Polen. For **ferger og hurtigbåter** er posisjonen svakere – 6 prosent av verdensmarkedet siste 10 år – og de aller fleste fartøyene er levert til norske rederier.

Norske verft har bygget 1/3 av alle **ekspedisjonscruiseskip** i verden de siste 10 årene. Det aller meste av skipene er bygget for utenlandske cruiserederier. Omstillingskostnadene fra offshorefartøy til cruiseskip var store. Interne arbeidsprosesser måtte endres, logistikken er annerledes, kompetansebehovene er forskjellige, og det ble nødvendig å bygge nye verdikjeder med nye utstyrsleverandører. Dette markedet så likevel svært lovende ut, med høy markedsvekst og kontraheringer av nybygg, frem til koronapandemien satte en bråstopp for cruisemarkedet i 2020.

Norske verft har tidligere hatt en meget sterk posisjon i bygging av **offshorefartøy** – selv om offshorekrisen i 2015 førte til at det knapt er blitt kontrahert nye offshorefartøy, hverken blant norske eller utenlandske rederier, i årene etter dette. Da dette markedet fremdeles var lite, dominerte norske verft med en global markedsandel som varierte mellom 20 og 35 prosent fra 1990 til 2005. Norske verfts markedsandeler i byggingen av offshorefartøy ble redusert før offshorekrisen slo inn for fullt i 2015. Markedsandelen har de siste årene ligget rundt 8 prosent.

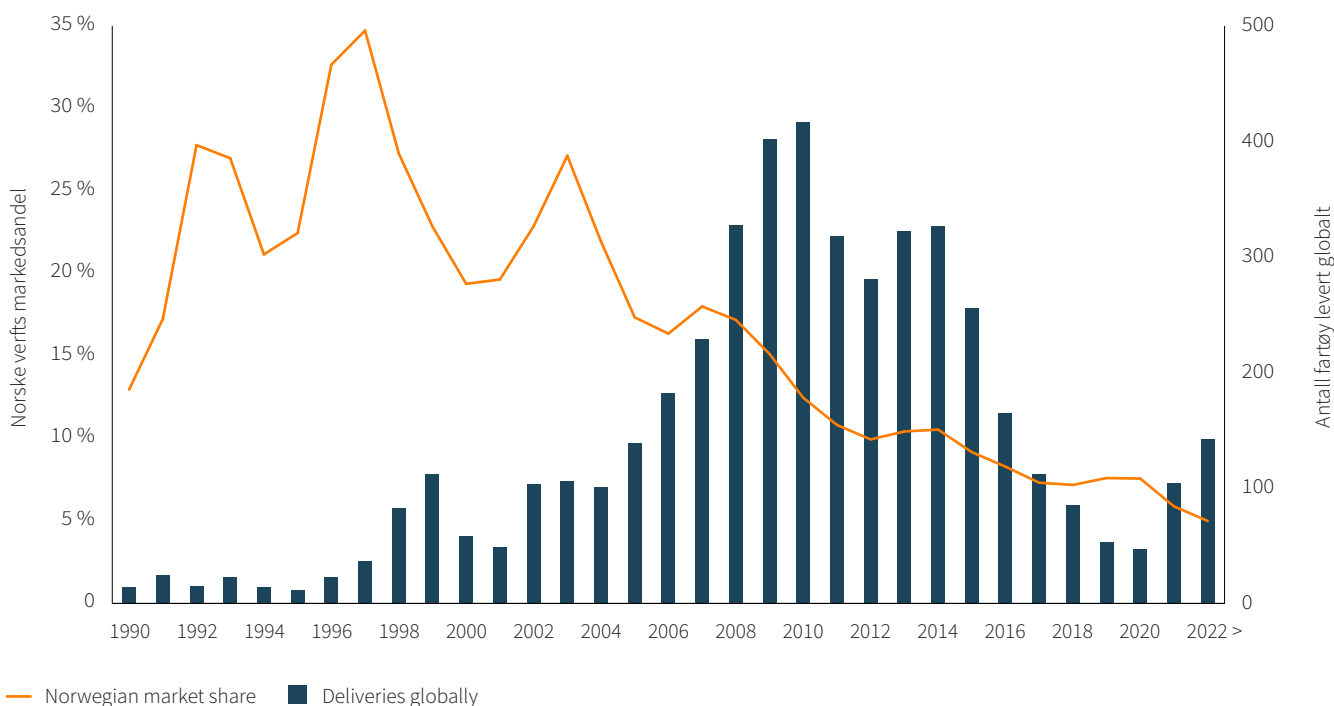
Konkurransen har blitt sterkere fra land med lavere lønnsnivå, både fra asiatiske og europeiske verft, men også fra Danmark som har inngått mange kontrakter med norske rederier på forskjellige typer fartøy til fiskeri spesielt pelagiske snurpere/trålere. Tidligere var ordrebøkene fylt langt fram i tid for mange av de store norske verftene under store deler av offshoreboomen. Rask levering er spesielt viktig i et godt marked, og mange rederier kan derfor ha valgt konkurrerende verft i andre land grunnet kortere leveringstid selv om de i utgangspunktet ville foretrukket et norsk verft. Norske konkurransefortrinn er knyttet til innovativt design, kvalitet og skreddersøm. Spisskompetanse på

Figur 5: Norske verfts markedsandeler innenfor fire fartøyssegmenter – samt fordelingen av norske og utenlandske rederier på de norskbygde fartøyene. Kilde: Clarksons/Menon Economics



Figur 6: Utvikling i norske verfts andel av antall leverte offshoreskip globalt. Tre års rullerende snitt.

Kilde: Clarksons Research og Menon Economics



utslippsfrieløsninger og god utnyttelse av digitale teknologier i design og produksjon kan styrke konkurransekraften. Historien har vist at norske verft kan tape markedsandeler når skipene standardiseres, volumene øker og markedet blir kommersielt interessant for de store verftnasjonene som kan produsere store serier til lave kostnader. I tillegg har den delen av norsk verftsindustri som er internasjonalt konkurranseutsatt, utfordringer med et høyt lønnsnivå som har ført til vekst i personalkostnader. Utviklingen i norske markedsandeler i nybyggmarkedet for off-shorefartøy illustrerer denne sammenhengen (se figur 6).

Verftene spiller en integrerende rolle i den maritime næringen gjennom byggeprosjekter hvor rederier er kunder, og design-selskaper, utstyrsprodusenter og tjenestetilbydere er leverandører. Ved at verftene gjennomfører utrustning og annet fysisk arbeid om bord eller på skipene, går mange av stegene i en byggeprosess enten direkte eller indirekte gjennom verftene. Dette er igjen med på å legge til rette for samspill og koordinering mellom aktørene i maritim næring. Som et resultat bidrar verftenes integrerende rolle i verdikjeden til å lage effektive arenaer for utveksling av ideer, utprøving av teknologi og samarbeid om løsninger. Skipsverftene er derfor viktige for innovasjonsevnen i hele den maritime næringen i Norge.⁷

Utstyrs- og tjenesteleverandørers konkurranseposisjon

Norske maritime utstyrs- og tjenesteleverandører hadde nesten 200 milliarder kroner i samlet omsetning i 2020. En betydelig del av aktiviteten er knyttet til skipsbygging. Det bygges fortsatt svært mye spesialisert utstyr til skip og andre flytende innretninger i Norge. På et enkelt skip som bygges på et norsk verft, vil ofte flere titalls norske utstyrsleverandører være involvert samt et bredt spekter av tjenesteleverandører. I tillegg har mange norske utstyrsprodusenter sterke internasjonale posisjoner.

De sterkeste posisjonene finner vi innenfor teknologiske produkter. I tillegg til å være verdensledende på dynamisk posisjonering er markedsposisjonen sterk på kontroll- og overvåknings-systemer for fartøy og havner. Det fremtidige globale markedet er høyt innenfor produksjon av batterier til fartøy. Foreløpig er markedet lite, og det er grunn til å forvente økende konkurranse når markedet modnes.

Andre utstyrstyper med sterke norske posisjoner er skipsmaling og vakuumsystem og -toaletter til skip, thrustere og fremdriftssystemer og pumper. På tjenestesiden finner vi også norske aktører med sterke posisjoner, for eksempel skipsfinansiering og skipsforsikring. Norge har også en sterk posisjon i klassifisering av fartøy, også innenfor fartøy med lav- og nullutslipps-fremdriftssystemer.

⁷ Dette er dokumentert gjennom ulike utredninger og forskningsprosjekter over mange år, senest i rapporten om norske skipsverft, se forrige fotnote.

UTFORDRINGER FOR DEN MARITIME NÆRINGENS KONKURRANSEEVNE

Maritim21-prosessen har rettet søkelyset mot sentrale utfordringer for den norske maritime industrien: behovet for å utnytte digitale teknologier, tidlig ta i bruk utslippsfri løsninger gjennom kommersialisering og skalering i FoU- og innovasjonsprosesser, samt å tilgjengeliggjøre virkemidler for å redusere den kostnadmessige konkurranseulempen i den maritime næringen. Disse utfordringene er nødvendige å løse for å skape ny vekst og lønnsomhet i næringen og dermed sysselsetting og verdiskaping for det norske samfunnet.

Innovasjon, kommersialisering og skalering

Å forstå sammenhengen mellom forskning, innovasjon, produksjon og eksport er avgjørende for å kunne utvikle en forsknings- og innovasjonsstrategi som skal styrke maritim nærings konkurranseevne og bidra til økt verdiskaping og sysselsetting i Norge. I en innovasjonsprosess går man gjennom ulike faser. Utviklingsfasen starter med en idé, enten basert på innsikt og resultater fra forskning (forskningsbasert innovasjon) eller på impulser fra markedet (forretningsdrevet innovasjon). Utviklingsfasen kan i mange tilfeller være lang i maritim næring, spesielt når prosessen er forskningsbasert, og den bygger gjerne på teknologisk grunnforskning, og videreutvikles gjennom modellering, eksperimentering og testing i laboratorier. Utviklingsfasen inkluderer også analyser av markedspotensial, vurdering av tekniske utfordringer forbundet med produksjon og skalering samt vurdering av forretningsmodell. Veien til kommersialisering og skalering kan være kortere dersom innovasjonsprosessen er forretningsbasert og ikke forskningsbasert, men i prinsippet må man gjennom de samme stegene.

I prosessen fra innovasjon til ekspansjon møter man ulike utfordringer og barrierer. Teknologisk verifisering er særlig viktig i tidlige faser, mens markedsverifisering og behov for kapital øker jo lenger ut mot kommersialisering og industriell skalering man kommer. Kostnadene forbundet med teknologiske innovasjoner øker normalt jo nærmere man kommer kommersialisering og industrialisering, fordi det i økende grad blir behov for kapitalkrevende investeringer i pilotering, testing, fullskala prototyper og til slutt industriell produksjonskapasitet.

Norsk maritim industri utvikler verdensledende teknologi, innovative fartøykonsepter og utstyr. Manglende kommersialisering og skalering fører både til at deler av verdiskapingspotensialet ikke blir tatt ut og at bedrifter ikke klarer å realisere skalafordeler som er nødvendige for å bli internasjonalt konkurransedyktig. Virkemiddelapparatet⁸ i Norge er sentralt for å lykkes med kommersialisering og skalering for eksport.

Kostnadmessig konkurranseevne

Norske rederier og utstyrsprodusenter til maritim næring innehar sterke internasjonale posisjoner på mange områder. De norske verftenes konkurransefortrinn har vært knyttet til innovativ teknologi og løsninger, fleksibilitet og endringsvilje i byggeprosessen, samt nærhet til design-, utstyrs- og tjenesteleverandører. I tillegg har betalingsviljen for ny teknologi og fleksibilitet, særlig blant offshorerederiene, vært så stor at verftene har kunnet forsvare en høy kostnadsbase. I dag peker en stor andel av aktørene innenfor maritim næring på høye kostnader sammenlignet med andre land som den største utfordringen for deres konkurranseevne.⁹

Flere forhold påvirker næringens kostnadmessige konkurranseevne, blant annet hvilke markeder man opererer i, kostnadsstrukturen i bedriftene og evnen til å ta i bruk ny teknologi. De deler av næringen som opererer i internasjonal konkurranse, særlig i markeder preget av hard priskonkurranse, står overfor den største utfordringen knyttet til kostnadmessig konkurranseevne. Utfordringen er minst for bedrifter som i hovedsak betjener et nasjonalt marked, eller som opererer i markeder hvor kvalitet, skreddersøm, sikkerhet og andre faktorer er viktigere konkurranseparametere enn pris.

Noen yrkesgrupper i Norge har vesentlig høyere lønnsnivå enn tilsvarende yrkesgrupper den maritime industrien konkurrerer mot i andre land. Den kostnadmessige konkurranseevnen er derfor spesielt utfordrende for bedrifter som er avhengige av tidkrevende og arbeidsintensive prosesser. Her er det store forskjeller mellom de maritime bransjene. Digitalisering, automatisering og robotisering er kilder til redusert arbeidskraftintensitet og økt produktivitet særlig hos utstyrs- og tjenesteleverandører. Verftene kan i liten grad automatisere/robotisere, men de kan digitalisere mer. For eksempel kan anvendelse av digitale tvillinger og virtuell prototyping bidra til mere effektive produksjonsprosesser. Det kan også være potensiale for robotstøtte i utøvelse av krevende manuelle operasjoner.

Tjenesteleverandører (for eksempel skipsdesignere og leverandører av ingeniørtjenester, klassifiseringstjenester og tjenester innenfor finans og jus) er kunnskapsintensive og har mindre kostnadsulempe fordi lønnsnivået i Norge knyttet til kunnskapsintensive tjenester ikke er spesielt høyt. Det er behov for mer forskningsbasert kunnskap for å finne gode løsninger på de norske aktørenes kostnadsutfordring. I tillegg er det nødvendig å være tidlig ute med forskning, utvikling, demonstrasjon og kommersialisering av ny teknologi- og utslippsfrie løsninger.

8 Se for eksempel «Områdegjennomgang av det næringsrettede virkemiddelapparatet Helhetlig anbefaling om innretning og organisering av det næringsrettede virkemiddelapparatet». Deloitte og Menon.

9 Kilde: Menon og BCG «Norsk skipsverft – aktivitet, konkurransesituasjon og rammebetingelser.» Menon-rapport 66/2021.

Mål, prioriteringer og forutsetninger



Illustrasjon: Arkitektur- og designhøgskolen i Oslo (AHO)



Mål

Maritim21 strategien gir en viktig retning for utviklingen av norsk maritim næring. Strategien bygger på at

Norge skal være en verdensledende maritim nasjon i 2030 gjennom å ta en ledende posisjon i det grønne skiftet

For å lykkes med ambisjonen må det legges til rette for

- at maritim næring og forskningsmiljøer er tidlig ute med forskning, utvikling, demonstrasjon og kommersialisering av digitale teknologier og bærekraftige løsninger
- at konkurransedyktige og koordinerte finansieringsordninger er tilgjengelige for næringen
- at Norge kan være et foregangsland når det gjelder utvikling av nasjonalt og internasjonalt regelverk for grønne og sikre løsninger

Strategien skal bidra til økt verdiskaping, sysselsetting og grønn omstilling. Dette er i strategien konkretisert gjennom tre delmål for 2030:

- minst 50 prosent vekst i næringens verdiskaping og eksportinntekter i Norge (fra 2019)
- minst 10 prosent vekst i næringens sysselsetting i Norge (fra 2019)
- muliggjøre utslippsmålene vedtatt for maritim næring og støtte opp under næringens egne ambisjoner

Verdiskaping og sysselsetting i Norge må inngå som vurderingskriterier i hele det næringsrettede virkemiddelapparatet, inkludert Forskningsrådet og andre FoU-aktørers virkemidler.

PRIORITERTE STRATEGIOMRÅDER

For å lykkes med det grønne skifte må maritim næring og forskningsmiljøer være tidlig ute med forskning, utvikling, demonstrasjon og kommersialisering av digitale teknologier og bærekraftige løsninger. Maritim21 har identifisert følgende prioriterte områder:

1. **Maritim 4.0:** Digitale teknologier muliggjør en grønn omstilling. Basisteknologier innen digitalisering har potensial for å øke innovasjonsevnen og effektiviteten i de maritime verdikjedene og til å fremskynde og forsterke det grønne skiftet. En omfattende digital satsing på Maritim 4.0 er nødvendig for økt konkurransekraft samt effektiv drift og operasjoner.
2. **Lav- og nullutslippsteknologier og -løsninger:** En ambisjon bør være at maritim næring skal kunne designe, bygge, utruste og drifte fremtidens lav- og nullutslippsløsninger. Det er behov for å utvikle teknologi og løsninger som muliggjør resirkulering av materialer, bærekraftig og trygg drift av fartøyer. Utvikling av utslippsfrie løsninger er en eksportmulighet. Det er behov for en koordinert innsats og samarbeid på tvers av de maritime verdikjedene for å utnytte og overføre teknologi og løsninger mellom verdikjedene.
3. **Grønn og sikker sjøtransport:** Rederiene bør være i forkant av det grønne skiftet for også å utvikle nye markeder, for eksempel innenfor transport og bruk av nye energibærere. Det er nødvendig å fjerne barrierer for implementering av nullutslippsteknologi og nye drivstoffløsninger. Barrierer er blant annet infrastruktur og tilgang til alternative drivstoff og elektrisitet. Barrierene er også av økonomisk art, som lønnsomhet, og manglende insentiver i kontrakter. En annen barriere er sikkerhetsutfordringer, spesielt i nordområdene der Norge har en særlig interesse for å ivareta sikker drift. Sikkerhetsutfordringer er viktige å adressere for å sikre oppslutning om nye løsninger blant sjøfolk, havnemyndigheter, rederier og samfunnet for øvrig. Det er behov for løsninger som bidrar til sikker bruk av grønne teknologier og der hensynet til brukere står i sentrum.

MARITIM 4.0

Digitale teknologier vil sammen med alternative energibærere spille en sentral rolle og være helt avgjørende for å lykkes med det grønne skiftet både nasjonalt og internasjonalt. For maritim næring vil det omfatte økt bruk av en rekke digitale teknologier og hydride energiløsninger. Digitale teknologier som sensorer og maskinvare for energistyring og kontroll, er avgjørende for



Foto: Harald M. Valderhaug

implementeringen av nye energiløsninger i maritim sektor. En digital transformasjon i næringen vil kreve økt kunnskap og tverrfaglig kompetanse i utvikling og anvendelse av teknologier. Krav til sikkerhet, risikostyring og bærekraftig drift vil også påvirke valg av energiløsninger.

Digitale teknologier i anvendelse i maritim næring betegnes som Maritim 4.0.¹⁰ Maritim 4.0 omfatter drift av skip, digital samhandling mellom skip og land, kommunikasjonsteknologi, sensorteknologi, data- analyse og lagring, og beslutningsstøttesystemer. Nyere skip driftes og styres av datamaskiner som får informasjon gjennom tingenes internett om bord. Data om skipets drift og ytelse er viktig med henblikk på energioptimalisering, prediktivt vedlikehold, diagnostisering og sikkerhet om bord. Tilgang på data om skipets posisjon, drift og omliggende havmiljø gjør det også mulig å optimalisere forsyningskjedene som hvert skip er en del av, eksempelvis ved å tilpasse skipets hastighet til situasjonen i havnen, og dermed bidra til reduserte utslipp. Digitalisering bidrar her til mer effektiv utveksling av informasjon og et mer effektivt logistikksystem og åpner for delvis autonome systemer for kommersielle beslutninger, eksempelvis digitale kontrakter for befraktning og havneanløp.

Maritim 4.0 har også stor betydningen for designselskaper, verft og utstyrsprodusenter. Skipsbygging i Norge er basert på spesialisert produksjon og skreddersøm. Målet for Maritim 4.0 er smarte, digitaliserte verft som er adaptive, ressurseffektive og som evner å utnytte digitale teknologier for mer effektiv produksjon. Verftene vil møte krav om å kunne produsere enda mer bærekraftig. Interoperabilitet, standardisering og integrasjon langs hele produksjonskjeden er nøkkelen i Maritim 4.0 for verft. Designselskapene må kunne designe nye eller tilpasse eksisterende skipsmodeller til mer energieffektive, pålitelige og utslippsfrie skip. En driver for dette er digitale tvillinger som inneholder både 3D modeller av skipets deler, prosessflyten, dynamiske skipsmodeller samt en kontinuerlig oppdatert forretningsmodell. Tvillingen står sentralt i design-optimalisering, både av byggeprosessen og skipet, og den må kunne anvendes i testing og verifikasjon. Digitale tvillinger muliggjør deling av data og informasjon med alle involverte parter i sanntid i hele skipets byggetid. Denne datadelingen legger til rette for kontinuerlig forbedring av alle deler av prosessen. Tvillingen vil senere kunne anvendes i drift av skipet og kontinuerlig oppdateres med sanntids driftsdata av både skip og flåte.

¹⁰ Betegnelsen Maritim 4.0 er basert på anvendelsen av begrepet Industri 4.0 på maritim næring. Industri 4.0 er betegnelsen på den fjerde industrielle revolusjon som innebærer økt bruk av automatisering, smarte maskiner og digitale teknologier for mer effektiv produksjon. Produksjons- og driftsdata anvendes for økt produktivitet og bedre beslutningsstøtte langs hele verdikjeden.

Anbefalte tiltak for å realisere Maritim 4.0:

- Styrke forskningsinnsatsen knyttet til digitalisering av maritim sektor spesielt innenfor kunstig intelligens, autonomi og digitale tvillinger av verft, skip, flåter og logistikksystemer.
- Styrke forskningsinnsatsen innenfor digital sikkerhet, sårbarhet og risikoanalyse samt redundans i driftskritiske digitale løsninger. Disse områdene vil være avgjørende for trygg drift.
- Styrke forskningsinnsatsen innenfor menneske-teknologi-interaksjon (HTI- human technology interaction). Større grad av autonomi, økt tilgang til driftsdata gjennom flere målinger samt utvikling av beslutningsstøttesystemer basert på kunstig intelligens øker behovet for tillit til digitale løsningene. Det må utvikles innovasjonsprosjekter som tar i bruk teknologi for augmentert virkelighet i drift av fartøy og som henter erfaringer fra næringer.
- Støtte utvikling av digitale plattformer for utveksling av informasjon og optimalisering av maritime logistikksystemer både nasjonalt (for eksempel havbruk) og for internasjonal sjøtransport.
- Utvikle modeller for digital design av nye energieffektive fartøy-konsepter samt modeller for utveksling av produksjonsdata og energioptimalisering langs verdikjeden gjennom samarbeid mellom klynger og akademia.
- Utvikle robotiserte og automatiserte løsninger for effektive og konkurransedyktige leverandører gjennom samarbeid mellom klynger og akademia.
- Etablere et nasjonalt initiativ for utvikling av standarder for maritime data og metoder for økt utnyttelse av data i teknisk drift, kommersiell operasjon, ulykkesforebygging, vedlikehold og design.
- Sikre at forskningsresultater og konsepter raskest mulig kan implementeres og kommersialiseres ved å investere i digital infrastruktur og testfasiliteter som er tilgjengelig for alle parter.

LAV- OG NULLUTSLIPPSTEKNOLOGIER OG -LØSNINGER

Ambisjonen bør være at man i Norge skal kunne designe, bygge, utruste og drifte fremtidens lav- og nullutslippsløsninger for maritim næring. Norske rederier har et uttalt mål om å bestille nullutslippsskip fra 2030. Stortinget har lagt politiske føringer for krav til lav- og nullutslipp fra fartøy innenfor offshorevirksomhet og havbruk, samt for ferjer og hurtigbåter. Dette drives også frem av EUs regelverk inkludert taksonomi. Det gir muligheter for norsk forskning og for designselskaper, verft og utstyrsleverandører. Teknologi og løsninger relatert til skifte i energibærere slik som hydrogen og ammoniakk samt videreutvikling av elektrifisering er områder det må satses på.

Mange av skipene som seiler i 2021, skal seile også etter 2030, og de må oppfylle utslippskravene. Metoder og systemer for energieffektivisering vil være avgjørende for å nå nullutslipp på en mest mulig kostnadseffektiv måte. Dette vil være relevant



Foto: Kongsberg Maritime

for nybygg og i mange tilfeller også for eksisterende skip og representerer i så måte et stort marked.

Anbefalte tiltak for å realisere lav- og nullutslippsteknologier og -løsninger

- etablere og styrke tverrfaglige forsknings- og innovasjonsprosjekter på tvers av maritime verdikjeder innenfor:
 - brenselcelleteknologi for hydrogen, løsninger for bruk av ammoniakk, videreutvikling av maritime batterisystemer og neste generasjons maritime batterier
 - nye energibærere for sjøtransport, som for eksempel hydrogen, ammoniakk og kjernekraft
 - lagring og transport av energibærere for utslippsfrie fartøy
 - energieffektivisering, utvikling av metoder og systemer for skipsløsninger og maritime operasjoner, herunder bruk av vindassistert fremdrift, ny kunnskap om hydrodynamikk, skrogdesign, materialer og annen teknologi for energieffektivisering
 - bærekraftige drivstoffløsninger med tilhørende livsløpsanalyser samt kunnskap om HMS, beredskap, evakuering og teknisk sikkerhet for disse løsningene
 - bærekraftige produksjonsprosesser for utslippsfrie fartøy
 - utvikling av offshore vindkraft med tilhørende utslippsfrie fartøy og operasjoner
 - ombygging av offshoreflåten og fartøy i havbruksnæringen for å realisere lav- og nullutslippsløsninger
- Etablere Maritim2000 etter modell av DEM2000 og i samarbeid med Grønn Plattform med mål om å demonstrere og kvalifisere ny teknologi, og systemer i et tett samarbeid mellom verft, leverandørindustri, rederier og forskningsmiljøer.

Grønn og sikker sjøtransport

Sjøtransport er segmentet med størst verdiskaping i norsk maritim næring. Internasjonal sjøtransport har store samlede utslipp og er spesielt utfordrende å dekarbonisere, men representerer også et potensielt stort globalt marked for eksport av norsk teknologi og løsninger for nullutslipp. Det er viktig for konkurranseevnen til norske rederier at de er i forkant i det grønne skiftet med å utvikle nye markeder for eksempel innenfor transport og bruk av nye energibærere (inkl. sjøveistransport av hydrogen, ammoniakk og CO₂). Norge er med i Zero-Emission Shipping Mission Innovation, som har som mål at minst 55 prosent av den globale deep sea flåten skal kunne ta i bruk nullutslippsdrivstoff (grønn ammoniakk, grønt hydrogen, grønn metanol, biodrivstoff) innen 2030, med minst 200 skip i drift med nullutslipp. Det må være en ambisjon at en representativ andel av disse skipene er norsk-kontrollerte.

Det er nødvendig å fjerne barrierer for implementering av nullutslippsteknologi og nye drivstoffløsninger. Barrierer kan være infrastruktur og tilgang til alternative drivstoff og elektrisitet. Barrierene er også av økonomisk art, som lønnsomhet, og manglende insentiver i kontrakter. Sikkerhet er en utfordring spesielt i nordområdene, der Norge har en særlig interesse i å ivareta sikker drift. Sikkerhetsutfordringer er viktige å adressere for å sikre oppslutning om nye løsninger blant sjøfolk, havnemyndigheter, rederier og samfunnet forøvrig. Det er behov for løsninger som bidrar til sikker bruk av grønne teknologier der hensynet til brukere står i sentrum.

Anbefalinger for grønn og sikker sjøtransport:

- Etablere tverrfaglige forskningsprosjekter innenfor digital teknologi, logistikk, nautiske operasjoner, økonomi og jus med mål om å redusere energibruk i maritime logistikk-systemer og operasjoner.
- Utvikle infrastruktur og logistikksystemer for frakt og distribusjon av nye energibærere.
- Utvikle et fremtidsrettet maritimt logistikksystem som er mer robust med tanke på forstyrrelser i forsyningskjeder som følge av pandemier, ekstremvær, og variasjon i etterspørsel.
- Styrke forskningen på utformingen og virkningen av internasjonale maritime miljøregler og knytte dette opp mot Norges forhandlingsposisjon i IMO.
- Spisset økonomisk forskning på hvordan strengere miljøkrav, digital teknologi og en innfasing av nullutslippsløsninger vil påvirke markeder og internasjonal handel.
- Sikkerhet- og helseutfordringer knyttet til nye drivstoffløsninger må adresseres og forskningsinnsatsen knyttet til teknisk sikkerhet, ulykkesforebygging, beredskap, redning og HMS for arbeidstakere og passasjerer må styrkes.



FORUTSETNINGER FOR Å LYKKES

For å lykkes med grønn omstilling og ambisjonen om å være en ledende maritim nasjon er det nødvendig med omfattende koordinert innsats på tvers av maritime verdikjeder. Det er nødvendig med et bredt internasjonalt samarbeid og å utvikle relevant kompetanse for hele næringen. Forutsetninger for å lykkes med grønn omstilling er nærmere beskrevet nedenfor.

Konkurransedyktige maritime verdikjeder

Norske myndigheter, næringen og academia må etablere partnerskap med målsetning om å videreutvikle sterke og sammenhengende verdikjeder og maritime klynger som vil styrke innovasjonskulturen, øke kunnskapsoverføringen og styrke konkurranseevnen. Det må legges til rette for at maritime klynger også er akseleratorer.

En målrettet satsning, virkemidler og tiltak i et verdikjede-perspektiv vil kunne ha stor positiv effekt for utvikling av maritim industri. Det er behov for sterke maritime klynger der synergier mellom verdikjeder blir tatt ut, for eksempel mellom havvindenergi, fiskerier og cruisetrafikk.

Det er behov for å videreutvikle komplette verdikjeder spesielt innenfor havnæringer i vekst, slik som:

- offshore energi, med vekt på utnyttelse av havvind
- sjømat, med vekt på lav- og nullutslippsløsninger for havbruk og fiskerier
- reiseliv, med vekt på lav- og nullutslippsløsninger for ekspedisjonscruise og hurtigbåter
- sjøtransport, med særlig vekt på å muliggjøre ambisjonen om å kunne bestille nullutslippsskip på tvers av segmentene fra 2030

Grønne løsninger vil kunne ha et potensial i flere verdikjeder. Ved å dele og overføre teknologi, kunnskap og løsninger mellom verdikjedene vil konkurranseevnen i kjedene bli styrket. Samtidig vil de kjedeovergrepene teknologiene og løsningene i seg selv representere kommersielle og skalerbare muligheter. Regionale maritime klynger må kunne støtte opp om kunnskapsdeling og innovasjon og det er nødvendig med test- og piloteringssentre og andre arenaer for samhandling.

Det forutsettes:

- at det legges til rette for FoU, samarbeid og kunnskapsdeling på tvers av aktørene i verdikjedene
- at det skapes et hjemmemarked for norske løsninger der det er mulig
- at det legges til rette for infrastruktur, konsesjoner og regelverk som er viktige for utvikling av sterke verdikjeder
- at finansieringsordningene er konkurransedyktige, og at ramme- og regelverk muliggjør internasjonal-

konkurransesatt arbeidsintensiv industri i et høykostland som Norge

- at det tilrettelegges for virkemidler for skalering og internasjonalisering for å øke takten på utviklingen
- at det følges opp med tiltak og virkemidler overfor svake ledd eller hull i en verdikjede

Verftene har en sentral rolle som integrator og samarbeidsarena og utgjør et viktig ledd i verdikjeden. Dersom dette leddet blir for svakt, vil det kunne få store konsekvenser for norske leverandørers evne til å drive innovasjon, det vil bli mindre norsk utstyr på skipene som bygges i Norge og det vil medføre et tap i konkurransefortrinn fordi teknologi og kunnskap forsvinner til utlandet.

Norske myndigheter som innovasjonspartner

Det offentlig kan være med på å skape et tidlig marked for ny teknologi og nye løsninger gjennom smart bruk av offentlige innkjøp og aktiv påvirkning av verdikjedene som er bygget opp på områder som krever offentlige konsesjoner, som olje og gass, havvindenergi, oppdrett og etterhvert mineralutvinning.

Offentlige virkemidler herunder offentlige innkjøpsbudsjetter må koordineres og legges til rette for at verdiskapingen i all hovedsak skal skje i Norge.

Norske myndigheter kan bidra til økt innovasjon og kommersialisering av ny teknologi og løsninger gjennom:

- å utarbeide koordinerte, langsiktige og forpliktende planer om lav- og nullutslippsløsninger for offentlig innkjøp av skip (herunder også sjøforsvaret) og seilingskontrakter
- å bruke konsesjonsordningene til å fremme det grønne skiftet innenfor havbruk, fiske, energiproduksjon fra havvind, utvinning av olje og gass og annen konsesjonsbelagt virksomhet
- å sørge for bred tilgang på infrastruktur som vil muliggjøre utvikling, pilotering og skalering
- å utrede muligheten for å introdusere nye virkemidler for å ta i bruk ny teknologi som støtter opp under en grønn omstilling og legger til rette for verdiskaping, for eksempel
 - benytte inntektene fra CO₂-avgifter til å stimulere utvikling og implementering av grønn teknologi gjennom fondsavsetninger og i tråd med EUs taksonomi for bærekraft
 - bruke handlingsrommet i statsstøtte-regulativet til å stimulere utvikling og implementering av grønn teknologi
 - utrede finansieringsløsninger for bygging av nullutslippsfartøy

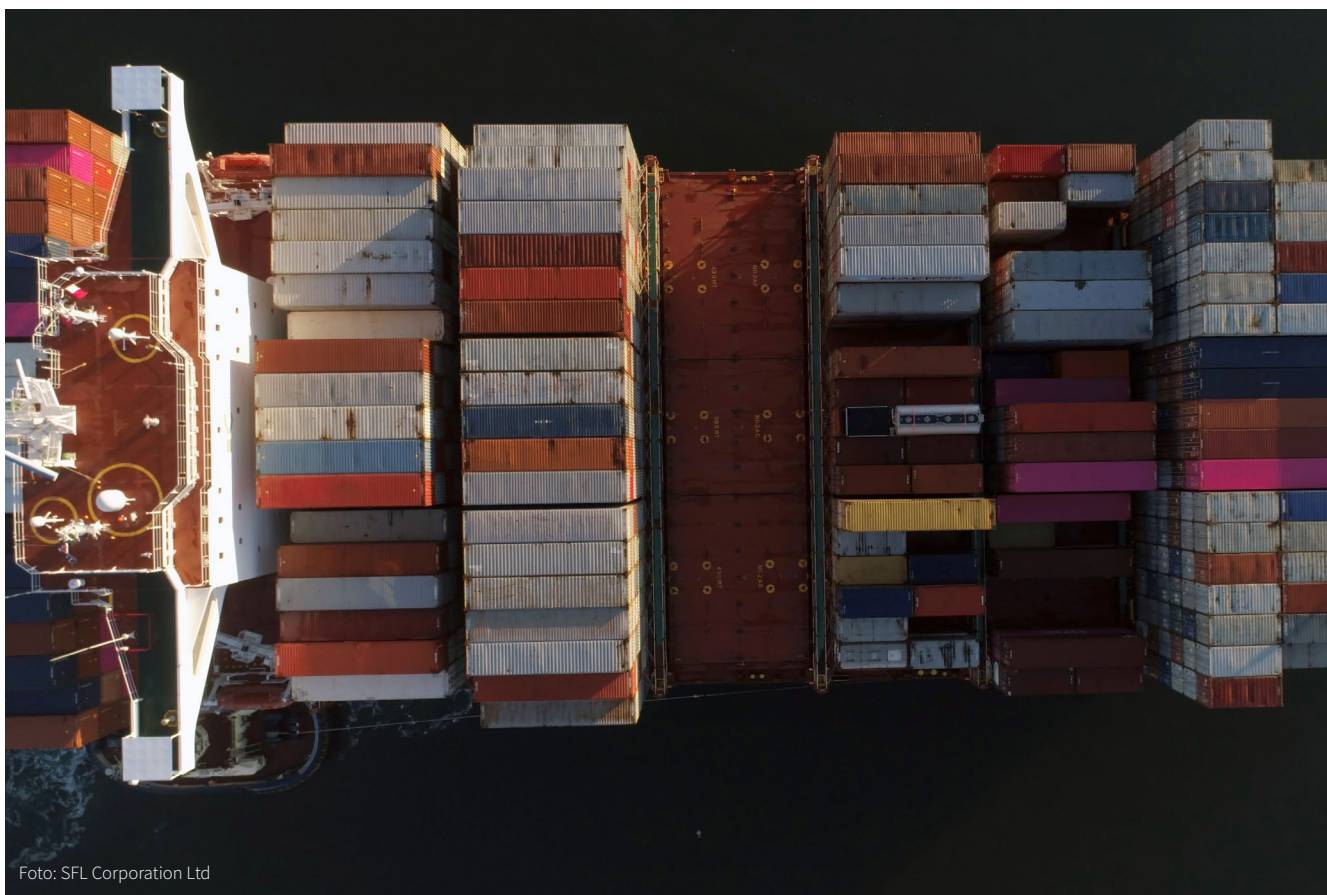


Foto: SFL Corporation Ltd

Etablere grønne korridorer

Norske myndigheter må gjennom nasjonalt og internasjonalt samarbeid investere i grønne korridorer og infrastruktur som gir rederier, havner og vareeiere insentiver til å investere i lav- og nullutslippsfartøy for passasjer og varetransport – som igjen gir grunnlag for økt verdiskaping hos underleverandørene. Det er behov for initiativer på tvers av aktører for å etablere infrastruktur for nye energiløsninger langs kysten som kan brukes i vare- og passasjertransport.

Norske myndigheter har signert Clydebank Declaration for green shipping corridors¹¹ under COP26 som forplikter til samarbeid med ett eller flere land om grønne korridorer. Dette initiativet danner et godt utgangspunkt for opprettelse av grønne korridorer både nasjonalt og internasjonalt som kan akselerere demonstrasjon og kommersialisering av nye løsninger for utslippsreduksjon. Grønne korridorer innebærer et forpliktende samarbeid mellom ulike aktører i den maritime verdikjeden om å jobbe dedikert for dekarbonisering på en gitt strekning, for eksempel gjennom tilrettelegging av infrastruktur, kontraktsrammeverk, regulatoriske tiltak, informasjonsdeling og insentiver som fremmer utslippsreduksjon gjennom bruk av lav- og nullutslippsteknologi og driftsoptimalisering, for eksempel gjennom bruk av digitale teknologier. Grønne korridorer kjennetegnes av at

aktørene som deltar i fellesskap klarer å adressere barrierer for utslippsreduksjon.

Viktige områder vil være:

- Videreutvikling av internasjonalt samarbeid som muliggjør demonstrasjon og uttesting av grønne løsninger gjennom nullutslipps sjøtransportkorridorer. Dette må også inkludere samarbeid for å øke sikkerheten ved nye løsninger samt samarbeid om infrastruktur i havner.
- Etablering av grønne korridorer som en regulatorisk sandkasse der det er relevant.
- Erfaringene fra Grønt Skipsfartsprogram. Myndighetene må og legge til rette for innenlands grønne korridorer og knutepunkter for å stimulere til løsninger for å flytte varetransport fra vei til sjø.

Relevant kompetanse for hele næringen

Den grønne og digitale omstillingen næringen står i vil stille nye krav til kompetanse både på land og til sjøs. Sterke og relevante forsknings- og utdanningsmiljøer er viktige for å nå målet om sikker sjøtransport, grønn omstilling og verdiskaping. En målrettet satsing på anvendt forskning og utvikling vil ha potensial for å skape eksport og sysselsetting innenfor de priori-

¹¹ <https://www.gov.uk/government/publications/cop-26-clydebank-declaration-for-green-shipping-corridors/cop-26-clydebank-declaration-for-green-shipping-corridors>

terte satsningsområdene. Utdanningsinstitusjoner og næringen må i fellesskap styrke næringens attraktivitet for unge talenter og videreutvikle studier av høy relevans og kvalitet på alle nivåer, både grunnutdanning og etter- og videreutdanning. Det er viktig å legge vekt på maritime profesjonsutdanninger.

Forutsetninger for å sikre relevant kompetanse for hele næringen er:

- å opprettholde sterke fagmiljøer innenfor det maritime gjennom styrket forskningsinnsats og fremragende forskningsinfrastruktur på fagområder som er viktige for maritim 4.0 og bærekraftig omstilling, i nært samarbeid med næringen
- å videreutvikle maritim utdanning på alle nivåer, og da spesielt de maritime profesjonsutdanningene, i tråd med endrede behov i maritim næring. Dette gjelder fra videregående skole og fagskoler til bachelor-, master- og ph.d.-programmer på høyskoler og universiteter
- at utdanningsinstitusjonene samarbeider tett med aktørene i næringen for å sikre at utdanningstilbudet utvikles i tråd med næringens behov
- at det legges til rette for å styrke digital kompetanse samt entreprenørskaps- og innovasjonskompetanse, både i relevante studieprogrammer og gjennom målrettede programmer og kurs
- at forskningen på sikkerhetsutfordringer i maritime operasjoner styrkes med særlig vekt på utfordringer knyttet til nye energibærere og fremdriftssystemer. Erfaringer fra virksomhet på land er ikke nødvendigvis overførbare til virksomhet på sjøen. Det er behov for spesifikk forskning på sikker bruk av grønne teknologier med mennesket i sentrum. Det er også behov for å utvikle nødvendig regelverk
- at utdanningsaktørene samarbeider med maritim næring for å sikre at praksisnære og realistiske simuleringsverktøy og andre digitale verktøy kan benyttes i undervisning og forskning
- at Ocean Space Center blir etablert som nasjonal forskningsinfrastruktur og en testinfrastruktur for næringen
- at infrastruktur gjøres tilgjengelig for næringen og utdanningsinstitusjoner for demonstrasjon og uttesting av løsninger

Internasjonalt forsknings- og innovasjonssamarbeid

Norske maritime forskningsmiljøer og bedrifter må styrke deltakelsen i europeiske forsknings- og innovasjonsprogrammer, og norske forskningsmiljøer må fortsette å samarbeide med andre ledende internasjonale maritime forskningsmiljøer.

EUs niende rammeprogram for forskning og innovasjon Horisont Europa, startet opp 1. januar 2021. Horisont Europa har en størrelse på 95,5 milliarder euro som skal brukes over perioden

2021-2027. De maritime utlysningene i nåværende arbeidsprogram (2021-2022) utgjør totalt 280,5 millioner euro. Hvor mye de maritime utlysningene vil få i fremtidige arbeidsprogrammer er ikke fastlagt, men er forventet å ligge på omlag samme nivå. Totalt sett vil midlene til maritime utlysninger utgjøre en viktig kilde til finansiering av norske maritime prosjekter med mulighet til å samarbeide med de beste aktørene i Europa.

Rammebetingelsene i Europa endres raskt, og i stort omfang. For at Norge skal opprettholde sin konkurranseposisjon må nasjonale virkemidler være koordinert med og på linje med EUs virkemidler på relevante områder. De økte inntektene som følger av CO₂-prising i og utenfor EUs kvotehandelssystem bør aktivt brukes til styrket forskningsinnsats og omstilling av næringene.

- Norsk maritim næring og fagmiljøer må ta en mer aktiv rolle i EUs forsknings- og innovasjonsprogrammer:
- Norske myndigheter må sette som mål å øke returandelen fra EU innenfor relevant maritime utlysninger.
- Norske myndigheter og fagmiljøer må delta aktivt i utformingen av FoU-programmer og sikre gjennomslag for maritime interesser.
- Norske myndigheter må arbeide for at EUs innovasjonsfond er relevante og tilgjengelige for norske rederier, næringen og forskningsmiljøer.
- Norske myndigheter må prioritere samarbeidet i Zero Emission Shipping Mission Innovation¹² for å sikre at norske deep sea rederier bidrar til måloppnåelsen.

ANDRE PRIORITERINGER

Etablere Maritim21-forum

Forumet skal bidra til grønn omstilling i maritim næring gjennom fokusert og koordinert innsats i forskning og innovasjon. Forumet bør ha et styre oppnevnt av NFD bestående av representanter fra næringen, organisasjoner og akademien, og et sekretariat som kontinuerlig planlegger og oppdaterer Maritim21 strategien og knytter til seg ressursgrupper i arbeidet.

Følgende oppgaver foreslår for Maritim21-forumet:

- å målrettet følge opp, videreutvikle og gjennomføre revisjoner av Maritim21-strategien
- å bidra til økt samhandling på tvers av verdikjedene og sørge for etablering av gode samarbeidsarenaer
- å koordinere innspill rettet mot myndighetene og andre relevante aktører

¹² <http://mission-innovation.net/missions/shipping>

STRATEGIGRUPPEN FOR MARITIM21, 2021

Ingrid Schjøllberg (*NTNU*), leder av strategigruppen

Hege-Merethe Bengtsson (*DNMF*)

Kolbjørn Berge (*Sjøfartsdirektoratet*)

Glen Bradley (*Rostein AS*)

Tuva Flagstad-Andersen (*DNV*)

Liv Reidun Grimstvedt (*Høgskulen på Vestlandet*)

Lars Gørvell-Dahll (*Norsk Industri*)

Sonja Hansen (*Corvus Energy AS*)

Bjarte Hoff (*UiT Norges arktiske universitet*)

Ingrid Kylstad (*ZeroLab by Torvald Klaveness*)

Olav Lie (*LO*)

Nina Rasmussen (*Fiskebåt*)

Gunvor Ulstein (*Ulstein Group ASA*)

Roar Os Ådland (*Norges Handelshøyskole*)

Sekretariatet:

John Vigrestad (*Norges forskningsråd*),
leder av sekretariatet

Kjell Røang (*Norges forskningsråd*)

Erik Jakobsen (*Menon Economics*)

Maren Nygård Basso (*Menon Economics*)

Observatører:

NFD, KLD, Norges Rederiforbund, Kystrederiene,
Innovasjon Norge

OVERSIKT OVER BAKGRUNNSMATERIALE

Vedlegg 1: Grønn omstilling i maritim næring gir en oversikt over energibærere frem mot 2030, globale utfordringer, reguleringer og rammevilkår. Skrevet av Menon Economics.

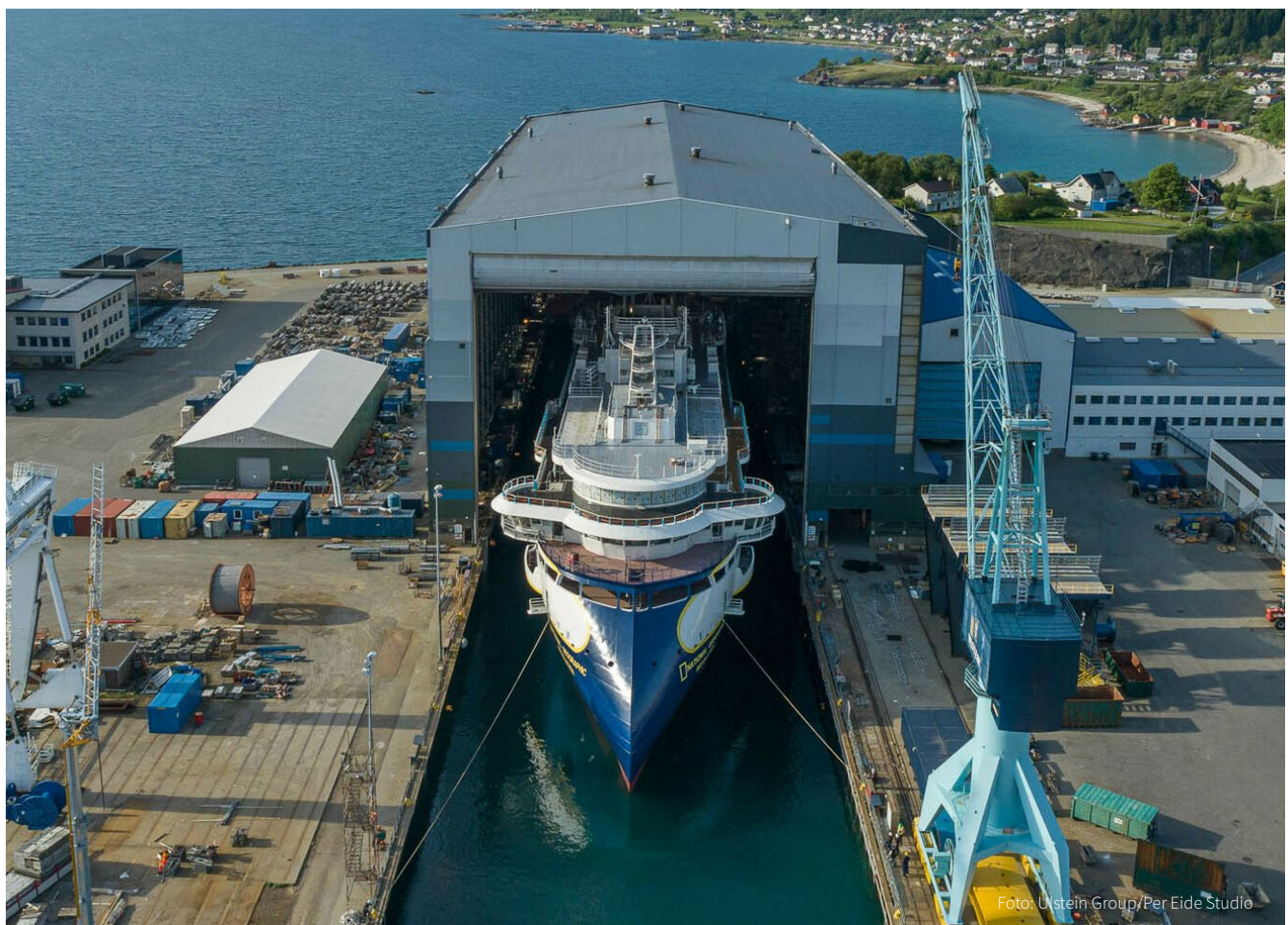
Vedlegg 2: Digitalisering i maritim næring gir en oversikt over sentrale digitale teknologier frem mot 2030 og bidraget til verdiskaping innen maritim næring. Skrevet av NTNU Fakultet for informasjonsteknologi og elektroteknikk.

Vedlegg 3: Kompetanse i maritim næring gir en oversikt over ulike typer kompetansebehov, kompetanseutvikling samt maritime utdanninger. Skrevet av Menon Economics.

Vedlegg 4: Fra innovasjon til ekspansjon beskriver kommersialiseringsprosesser, barrierer og behovet for offentlige virkemidler. Skrevet av Menon Economics.

Vedlegg 5: Nasjonal og internasjonal FOU-aktivitet i maritim næring gir kort oppsummering av innspill fra forsknings- og innovasjonssenterne. Videre gis en oversikt over relevante forskningsprogrammer i EU samt en bibliometrisk analyse for relevant norsk forskning. Skrevet av Norges forskningsråd.

Vedlegg 6: Effekten av Covid-19 på maritim næring gir en kort beskrivelse av pandemiens påvirkning på næringen. Skrevet av Menon Economics.



Vedlegg 1: Grønn omstilling i maritim næring





INNLEDNING

Dersom verden skal nå målsettingene i Parisavtalen, er vi avhengige av en storstilt omstilling av økonomien og ikke minst måten vi produserer og bruker energi på. Med omstillinger følger også store næringsøkonomiske muligheter for land og aktører som evner å gripe sjansen. For å etablere nye, utslippsfrie verdikjeder er vi avhengige av en overgang til alternative energibærere basert på fornybar kraft, energieffektivisering og renseteknologier. Sentralt i dette står forskning, utvikling og innovasjon.

I april 2018 ble en viktig milepæl nådd i omstillingen av den maritime næringen da en klimastrategi ble vedtatt i FNs sjøfartsorganisasjon (IMO). Norske myndigheter har vært pådriver for de vedtatte utslippsmålene inkludert målet om minst femti prosent reduksjon av skipsfartens klimagassutslipp innen 2050 målt mot utslippsnivået i 2008. Det er et krevende mål ettersom den samlede verdensflåten består av omtrent hundre tusen fartøy over hundre bruttotonn og det globale skipsmarkedet er forventet å vokse (IMO, 2020). For å nå denne målsettingen vil det være behov for et bredt spekter av energibærere og teknologier som legger til rette for klimavennlige fremdriftssystemer. For å kunne redusere utslippene i skipsfarten er det også viktig med ytterligere forbedring av skipenes energieffektivitet. Dette gjelder både skipenes design og den operasjonelle effektiviteten.

I Solberg-regjeringens handlingsplan for grønn skipsfart fra 2019 er ambisjonen å halvere utslippene fra innenriks sjøfart og fiske innen 2030 og å stimulere til utvikling av null- og lavutslippsløsninger i alle fartøys-kategorier (regjeringen, 2019). En tidlig posisjonering innenfor grønn internasjonal skipsfart kan utgjøre et betydelig konkurranse-fortrinn for det som allerede er en av Norges viktigste eksportnæringer. Omstillingen innenfor maritim sektor representerer med andre ord et stort potensial for grønn næringsutvikling i Norge. Grønn omstilling i maritim sektor krever innovasjon og teknologisk utvikling i alle deler av verdikjeden når det gjelder energieffektivitetsløsninger og fremdriftssystemer med alternative drivstoff. Det er også avgjørende at det etableres infrastruktur for tilbud, transport og lagring av de nye drivstofftypene.

Som en del av EUs Green Deal la Europakommisjonen i juni 2021 fram et forslag om å inkludere klimagassutslipp fra skipsfarten i EUs kvotehandelssystem fra og med 2023.¹³ Dette er det første forslaget til en markeds mekanisme for å redusere skipsfartens karbonavtrykk, og forslaget forventes vedtatt i løpet av 2022. Med dagens kvotepris vil det innebære store årlige innbetalinger fra norsk skipsfart. Disse midlene skal kanaliseres tilbake til næringen gjennom et innovasjonsfond¹⁴ som skal støtte opp under alternative drivstoff, CCS/CCU, differansekontrakter og nye framdriftsteknologier, herunder vindassistert framdrift. Med dagens kvotepris, er tilgjengelige midler for maritim næring (hele EU) i Innovasjonsfondet omkring tjuefem milliarder kroner fram til 2030. Videre har Europakommisjonen lagt fram et forslag om gradvis innføring av alternative drivstoff i skip som anløper europeiske havner. Dette vil stille store krav til både produksjon, distribusjon og lagring, samt fremdriftssystemer.

Fremdriftssystemer og energibærere mot 2030

Global maritim transport utgjør i dag 2,9 prosent av globale utslipp (IMO, 2020). Det globale skipsmarkedet er forventet å vokse framover, og gitt at dagens utvikling fortsetter, er det forventet at utslippene vil dobles innen 2050. De siste årene har utslippsreduksjon blitt stadig mer viktig, ikke bare blant regulatoriske myndigheter, men også fra forbrukere og investorer.

For å nå utslippsmålene i maritim næring er det både et behov for omstilling til null- og lavutslippsløsninger samt løsninger som bidrar til energieffektivitet. Det finnes i hovedsak tre måter å dekarbonisere flåten på.

¹³ <https://www.regjeringen.no/no/tema/transport-og-kommunikasjon/eu-eos-og-internasjonalt-samarbeid-om-transport-og-kommunikasjon/eu-og-eos/eu-og-klima/green-deal--eus-strategi-for-et-klimanoytralt-kontinent-innen-2050/id2694488/>

¹⁴ <https://www.enova.no/eus-innovasjonsfond1/>

Den første er bruk av alternative drivstoff og energibærere¹⁵ som kan erstatte konvensjonelle fossile drivstoff, også kalt null- og lavutslippsløsninger. Den andre er energieffektivitet. Mer effektiv bruk av energi kan oppnås gjennom tekniske og operasjonelle tiltak, for eksempel ved å redusere bruken av fremdriftsenergi (f.eks. skrog- og propelleffektivitet). Reduksjonspotensialet for hvert tiltak avhenger av ulike faktorer, som skipstype, størrelse, driftsprofil, tekniske forhold og status samt alder. Den tredje driveren er videreutvikling og økt bruk av renseteknologi.

Null- og lavutslippsløsninger

For å nå utslippsmålene i maritim næring er det behov for omstilling til null- og lavutslippsløsninger. Det er viktig å påpeke at de totale utslippene kan være store, selv om utslippene om bord er små. Det gjelder for eksempel om batterier er ladet med strøm fra kullkraftverk. Dette delkapittelet beskriver ulike null- og lavutslippsløsninger som kan bidra til å dekarbonisere flåten.

Elektrifisering

Elektrifisering av skipsfarten er muliggjort som følge av batteriteknologiutvikling og gode støtteordninger for uttesting av teknologien på ulike skipstyper

Mindre skip som har mulighet til å lade ofte nok, kan gå på batteri alene. Større skip og fartøy som går over lengre avstander kan bruke hybride fremdriftssystemer der batteri er integrert med andre kraftsystemer om bord.

Batteri vil komme på stort sett alle skip fordi det optimalisere driften og reduserer belastning på motorene.

I tillegg er batteri en forutsetning for utvikling av de fleste fremtidige energiløsninger om bord på skip.

Fartøy som seiler korte ruter, har faste tidsskjemaer og lengre kontrakter, har kommet lengst i elektrifiseringen. Eksempler på dette er ferge- og passasjerbåter. I andre segmenter der en ikke kan lade ofte nok og ikke har faste ruter, er det i stor utstrekning blitt vanlig med batterihibride løsninger. Eksempler på dette er cruise og større passasjerferger, mindre lasteskip og ulike typer arbeids båter og offshorefartøy. Stadig flere skipstyper ser også på batteri i kombinasjon med brenselceller og nullutslipps energibærere. Det er mindre sannsynlig å se den samme raske utviklingen i deepsea-segmentet i nærmeste framtid grunnet et høye energibehov som følge av lengre og uforutsigbare seilingsruter. En kan redusere deler av utslippene ved å bruke batteri til peak shaving og spinning reserve og dermed optimalisere driften og redusere drivstoff forbruk, men for deepsea-segmentet er batteri mest aktuelt for nybygg.

Hydrogen

Hydrogen (H_2) er en energibærer med svært høy energitetthet, særlig i vekt, men med noe mer plassbehov enn fossile brenslers målt i volum. Selv om hydrogen i dag produseres for industrielle formål i stor skala, medfører det betydelige teknologiske utfordringer både å produsere, lagre, transportere og bruke hydrogen som drivstoff i skipsfarten. Hydrogenets lave volumtetthet fører til et stort plassbehov om bord på skipet, noe som gjør det utfordrende å lagre eller transportere store mengder hydrogen. IEA peker på transport av hydrogen med skip som et vekstmarked. For transport og lagring kan hydrogen enten komprimeres eller kjøles ned til flytende form, men det er en energiintensiv prosess som krever infrastruktur for transport.

Skipsfartsbransjen har begrensede alternativer for lavkarbon-drivstoff tilgjengelig og representerer en mulighet for hydrogen-basert drivstoff. Det er imidlertid ikke relevant for alle typer skip. Enkelte skip kan fungere godt med rent hydrogen på tanken, men lagring på skip som skal seile lange distanser som mellom kontinentene er ikke løst.¹⁶

Størstedelen av hydrogenet produseres primært gjennom reformering av fossile drivstoff, og produktet kalles grått hydrogen. Først når produksjonen av hydrogen blir utslippsfri, kan hydrogen anses som en nullutslipps energibærer på skip. Fire prosent av hydrogenet som produseres i dag, klassifiseres som grønt hydrogen. Blått hydrogen er når produksjonen, i likhet med grått hydrogen, tar i bruk kull, olje eller naturgass, men det produseres på en måte som i prinsippet ikke fører til utslipp, ved hjelp av karbonfangst og lagring (SINTEF, 2020). Grønt og blått hydrogen anses som et viktig nullutslippsalternativ til skipsfarten, særlig knyttet til dekarbonisering deepsea-segmentet.

Ammoniakk

Sikkerhetsutfordringer, regulatoriske utfordringer samt volum- og vekthensyn knyttet til lagring av store mengder hydrogen på fartøy har skapt interesse for å utforske alternative hydrogenbaserte energibærere. Ammoniakk er en av disse. Grønn ammoniakk er framstilt av grønt hydrogen. Grønn ammoniakk har 50 prosent høyere energitetthet per volumenhet enn hydrogen, og oppbevaring og distribusjon fungerer derfor mer effektivt for ammoniakk (DNV, 2019). Ammoniakk er flytende ved -33 grader celsius, mens hydrogen først er det ved -253 grader celsius, og ammoniakk er derfor betydelig enklere å produsere og frakte som drivstoff. Ammoniakk er imidlertid en giftig gass, og en lekkasje vil føre til store utfordringer. Videre fører forbrenning av ammoniakk til NOx-utslipp (SINTEF, 2021).

Markedspotensialet for produksjon og bruk av grønn ammoniakk som drivstoff i skipsfarten er stor, men det er behov for ytterligere forskning og investeringer på dette området. Som drivstoff er ammoniakk særlig egnet for langdistanseskipsfart. Skip som

¹⁵ En energibærer er en substans som kan benyttes til å frakte energi. Disse produserer ikke energi, men inneholder energi fra en energikilde. Elektrisitet og hydrogen er eksempler på energibærere. En energikilde er alle tilgjengelige former av energi som kan brukes til menneskelig aktivitet. Eksempler på fornybare energikilder er solstråling, vannfall og vind, mens gass, olje og kull er ikke-fornybare energikilder.

¹⁶ IEA Hydrogen TCP Task 39: Hydrogen in the Maritime ISBN 978-82-692659-0-3

drives av ammoniakk, kan avlegge vesentlig større avstander med mindre drivstoff på tanken. Dersom dagens langdistanseskipsfart går over til ammoniakk som drivstoff, vil det kreve mellom fem hundre og seks hundre millioner tonn ammoniakk per år. Det er tre til fire ganger så mye som dagens globale ammoniakkproduksjon.¹⁷ I 2020 tildelte EU hundre millioner kroner til et maritimt EU-prosjekt som skal installere en ammoniakk-drevet brenselcelle om bord i et skip. Gjennom dette prosjektet blir Eidesvik Offshores PSV «Viking Energy» verdens første nullutslipps offshoreskip.¹⁸

Biodrivstoff

Biodrivstoff er en fellesbetegnelse for en rekke drivstofftyper som produseres primært av biomasse eller rester av biomasse, herunder planter eller biologisk avfall. De vanligste biodrivstoffstypene som brukes i skipsfarten, er avansert flytende biodrivstoff (HVO), fettsyremetyltester (FAME) og flytende biogass (LBG) (DNV, 2019). I tillegg kan det produseres andre energibærere og drivstoff fra biomasse, som metan, metanol¹⁹ og diesel. HVO anslås å ha femti prosent mindre CO₂-utslipp enn diesel (DNV, 2019).

Bruk av biodrivstoff er hovedsakelig motivert av å redusere utslipp, selv om det ikke reduserer CO₂-utslipp direkte. Forbrenning av biodrivstoff fører til CO₂-utslipp på linje med andre fossile drivstofftyper, men utslippet anses som en del av den naturlige CO₂-syklusen da mengden CO₂ som slippes ut, er lik den som fanges opp av planter mens de vokser. Derfor anses biodrivstoff som et karbonnøytralt drivstoff (DNV, 2019). Biodrivstoff må imidlertid oppfylle strenge krav til dokumenter bærekraft. Teknologi for sporbarhet vil være viktig når etterspørselen øker, for å kunne garantere for bærekraften.

Biodrivstoff kan blandes med konvensjonelle drivstoff eller brukes som en erstatning for konvensjonelle fossile brenslers. Avanserte biodrivstoff er for det meste kompatible med eksisterende infrastruktur og motoranlegg, noe som gjør det enklere å erstatte oljebaserte drivstoff med biodrivstoff. Den mest egnede biodrivstofftypen som kan erstatte fossilt drivstoff per dags dato er biodiesel og LBG (flytende biogass). Det finnes imidlertid ikke en global infrastruktur og gode bunkringsmuligheter for biodrivstoff. Bare noen få havner i Norge, Nederland og Australia tilbyr biodrivstoff. I tillegg er det satt i gang pilotprosjekter i flere land i Asia. DNV anslår at andelen avansert biodrivstoff vil utgjøre fire prosent av energibruket innen 2050 dersom EEDI-designkravet er pålagt for nybygg (DNV, 2019).

LNG (flytende naturgass) og LPG (flytende petroleumsgass)

LNG anses som det fossile drivstoffet med lavest karboninnhold. Hovedkomponenten av LNG er metan, som er hydrokarbondrivstoffet med minst karboninnhold. Det fører til at LNG blir sett som et potensielt alternativ til konvensjonelle drivstoff (DNV, 2021).

Bruk av LNG kan redusere svoveloksidutslippene (SO_x) med opptil hundre prosent og nitrogenoksider (NO_x) og partikkelmaterie (PM) med opptil nitti prosent. I tillegg fører bruk av LNG til om lag tjue prosent mindre CO₂-utslipp enn konvensjonelle drivstoff, som MDO/MGO. Dette gir LNG en teoretisk klimagassutslippsfordel sammenlignet med konvensjonelle drivstoff (DNV, 2021).

LNG er allerede i bruk som drivstoff innenfor skipsfarten, og tilgjengeligheten av LNG som drivstoff øker raskt. Ifølge prognoser fra DNV vil LNG dekke førti prosent av energibehovet i skipsfarten innen 2050 dersom EEDI-designkravet er pålagt for nybygg (DNV, 2019). Hvorvidt den teoretiske klimagassfordelen med LNG kan realiseres i praksis, er fortsatt kontroversielt. LNG er i utgangspunktet flytende metan, og metan er en klimagass som er 86 ganger kraftigere enn CO₂ over en tjuetårsperiode. Forskning viser at en metanlekkasje som fordampes i atmosfæren, kan oppveie den teoretiske klimafordelen med å forbrenne LNG og i noen tilfeller føre til høyere totale klimagassutslipp enn bruk av tradisjonelle fossildrivstoff (Englert, Lasos, Carlo, & Tristan, 2021).

LPG er også en drivstofftype med mindre utslipp enn de konvensjonelle drivstoffene. LPG er en blanding av propan og butan i flytende form. Bruk av LPG fører til mindre CO₂-utslipp enn konvensjonelle fossile drivstofftyper, men mer CO₂-utslipp sammenlignet med bruk av LNG. Bruk av LPG som drivstoff fører også til mindre svovel- og NO_x-utslipp og kan brukes for å møte lokale og globale reguleringer av svovelutslipp (DNV, 2017).

Syntetiske drivstoff

Syntetiske drivstoff (e-fuel eller elektrofuel) produseres ved bruk av elektrisk energi fra fornybare energikilder, og de utgjør blant annet diesel, metan, metanol, ammoniakk og hydrogen. Hydrogen produsert ved bruk av fornybar elektrisitet, og elektrolyse utgjør en hovedkomponent for syntetiske drivstoff. Hydrogen kan brukes som energibærer, som nevnt ovenfor, eller kombineres med karbon eller nitrogen for å produsere andre drivstoff, som metanol, diesel osv. Dersom karbonet som brukes i denne prosessen, er tatt direkte fra atmosfæren, anses produksjonen av det endelige drivstoffet som karbonnøytral (DNV, 2019).

En del syntetiske drivstoff kan i dag tas i bruk gjennom eksisterende infrastruktur. E-diesel kan bruke eksisterende infrastruktur for konvensjonelle fossile drivstoff (IFO og MGO), mens e-LNG kan bruke eksisterende LNG-installeringer (DNV, 2019). Det finnes få storskala produksjonsfasiliteter for e-drivstoff. En av disse ble bygget på Island i 2012, hvor det produseres e-metanol gjennom geotermal energi og karbon fanget fra samme kilde (DNV, 2019).

17 <https://www.statkraft.no/nyheter/nyheter-og-pressemedlinger/arkiv/2021/gronn-ammoniakk-klimavennlig-drivstoff-for-lange-distanser-og-tunge-oppgaver/>

18 <https://www.sintef.no/siste-nytt/2021/ammoniakk-pa-skipstanken-kan-gi-stor-gevinst-ogsaa-for-miljoet/>

19 Metanol kan klassifiseres som et alternativt drivstoff dersom det er produsert av biomasse eller rester av biomasse. Men metanol produseres primært gjennom fossildrivstoff i dag, nemlig naturgass eller forgassing av kull, som er en prosess med høye CO₂-utslipp.

Bruk av syntetiske drivstoff anses som et viktig alternativ for å redusere utslipp fra skipsfarten. Det er imidlertid viktig å legge til merke at selv om produksjonen av syntetiske drivstoff er karbonnøytral, vil forbrenningen av denne typen drivstoff fortsatt føre til karbonutslipp. I hvor stor utstrekning syntetiske drivstoff vil tas i bruk framover, vil avhenge av prisen på elektrisitet, kapitalkostnaden for investering i elektrolysør, samt lagringsfasiliteter (Brynnolf, Taljegard, Grahn, & Hansson, 2018).

Kjernekraft

Kjernekraft er i dag primært brukt til framdrift av militære skip og ubåter i tillegg til isbrytere, for eksempel i den russiske isbryterflåten. Kraften genereres av en nukleær reaktor om bord (DNV, 2018).

Ifølge World Nuclear Association har mer enn ett hundre og seksti skip mer enn to hundre små nukleære reaktorer (World Nuclear Association, 2021). Nukleære fremdriftssystemer er best egnet for store skip som seiler lange perioder uten bunkringsmuligheter. Hvor stort markedet for kjernekraft som fremdriftssystem kan bli, vil avhenge av tilgjengelige teknologier og om bruk av atomkraft blir regnet som akseptabelt.

Nukleære fremdriftssystemer anses som nullutslipps fremdriftssystemer. Det er imidlertid store bekymringer relatert til atomkraft i flere land når det gjelder konsekvensene av en potensiell ulykke eller misbruk av atomkraft. Forskning viser at det trolig ikke vil bygges et stort antall skip med nukleære fremdriftssystemer med mindre kostnadsfordelene er vesentlig større enn ved skip som drives med konvensjonelle drivstoff (Schøyen & Steger-Jensen, 2017).

Energieffektivisering som virkemiddel for utslippsreduksjoner

Nye energibærere og fremdriftssystemer er ikke de eneste kildene til dekarbonisering av skipsfarten. Energieffektivisering og redusert bruk av energi er også viktige bidragsyttere for å oppnå dette. Det inkluderer blant annet redusert hastighet, skrogoptimalisering og vindassistert fremdrift.

Effektivisering av operasjoner og redusert hastighet

En effektivisering av skipsoperasjoner i form av å forbedre utnyttelsen av fartøyet kan også bidra til en dekarbonisering av næringen. Utnyttelsen av et fartøy eller en flåte kan forbedres på flere måter. En måte er å benytte skip som kan veksle mellom å transportere ulike typer laster. Et eksempel på dette er Klaveness Combination Carriers, som opererer en flåte med kombinasjonsskip som kan laste enten oljeprodukter eller ulike

typer tørrlast. Denne fleksibiliteten gjør at skipene seiler med last en større andel av tiden (ca. nitti prosent sammenlignet med femti til seksti prosent for et standard tank- eller tørrlastskip). Selv for standard lasteskip er det store potensielle gevinster å hente i forhold til utslippsintensitet (utslipp per tonn mil) ved å minimere tiden skipene seiler uten last. Her spiller også digitalisering en viktig rolle som et verktøy for å fatte optimale beslutninger med tanke på flåteallokering.

En av de mest effektive måtene å redusere energibruken og utslippene på er «slow steaming», det vil si å seile med redusert fart. Skip designes med en servicehastighet som er en avgjørende faktor for drivstofforbruk og miljøutslipp. Servicehastigheten til et skip i linjefart er vanligvis omkring tjuefire knop. «Slow steaming» ligger vanligvis på rundt nitten knop. Denne fartsreduksjonen kan redusere klimagassutslippene med rundt tretti prosent per reise.²⁰ En hastighetsreduksjon vil ha en effekt på skipets utslipp, men det vil også medføre et behov for flere skip for å utføre samme transportarbeidet, noe som vil redusere drivstoffbesparelsen. Hastighet er imidlertid en operasjonell faktor som bestemmes for hver enkelt reise basert på planlagt ankomsttid og værforhold.²¹ En moderat til omfattende hastighetsreduksjon er teknisk mulig, men det krever blant annet en kommersiell aksept.²² Videre har lasteiere normalt et krav når det gjelder transporttid, og kapitalkostnaden for lasten må dekkes inn når den er om bord. Rederier vil også i gode tider, med høye fraktrater i forhold til drivstoffpris, ønske å seile raskest mulig. Det motsatte vil gjelde ved lave fraktrater og høye drivstoffpriser.²³ Det finnes et stort potensial for å redusere globale utslipp ved å endre det kommersielle rammeverket for fraktkontrakter til å insentivere lavere seilingshastighet i forhold til dagens situasjon der skip ofte holder høy hastighet for så å vente utenfor havnen grunnet klausuler i avtalen mellom lasteier og reder. Norsk forskning viser at utvikling av et «just in time»-system for verdens råoljelaster, med bedre koordinering mellom skip og havn og lavere seilingshastighet som resultat, vil kunne redusere globale utslipp med opptil nitten prosent.²⁴ Optimalisering av skipsoperasjoner må sees i konteksten av et overordnet globalt logistikk-system.

Skipets motstand og optimalisering av skrogdesign og fremdrift

Skrogoptimalisering, rengjøring og bruk av maling og bunnstoff er teknologieksempler innenfor hydrodynamikk som kan bidra til å dekarbonisere skipsfarten. Flere hensyn må tas ved utføring av et skrog, blant annet egenskaper, som skrogets sjødyktighet, stabilitet, manøvrerbarhet og dødvekt. Den endelige skrogformen er et resultat av en optimalisering av alle disse

20 <https://redarrowlogistics.com/shipping/imo-considers-mandatory-slow-steaming/>

21 https://vista-analyse.no/site/assets/files/5615/utvikling_i_skipsst_rrelser- motor-og_drivstoffteknologi_fra_2006_til_2060.pdf

22 <https://www.dnv.com/maritime/insights/topics/decarbonization-in-shipping/reduction-options.html>

23 https://vista-analyse.no/site/assets/files/5615/utvikling_i_skipsst_rrelser- motor- og_drivstoffteknologi_fra_2006_til_2060.pdf

24 Referanse: Jia, H., Adland, R., Prakash, V., & Smith, T. (2017). Energy efficiency with the application of Virtual Arrival policy. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 54, 50–60.

forholdene. Det er derfor ikke gitt at den endelige skrogformen har en optimal form med hensyn til motstand.²⁵ Dersom en klarer å optimalisere skroget, kan dette bidra til at motstanden gjennom vannet reduseres. Det vil føre til billigere drift da fartøyet benytter mindre drivstoff for å opprettholde samme hastighet. Et viktig punkt her er at skrog og fremdriftssystem ikke kan optimaliseres for en enkelt hastighet eller lastetilstand, men bør designes for å minimere drivstofforbruk for en rekke operasjonelle tilstander.

Eksempler på løsninger innenfor skrogoptimalisering er luftputeskrøg og hydrofoilsystemer. Førstnevnte er en norsk patent fra 2002 som reduserer energibehovet for hurtiggående fartøy med inntil femti prosent. I 2021 ble det tilført frisk kapital og ytterligere kompetanse for å kommersialisere teknologien.²⁶ Selskapet SES-X Marine Technologies skal kommersialisere teknologien.²⁷ Det jobbes i første rekke med å realisere designet for hurtiggående båter for transport. Løsningen kan brukes på båter fra tjueto fot og oppover. Sistnevnte, hydrofoilløsningen, løfter hele skroget opp fra sjøen, slik at kun en hovedfoil og en foil i akterenden holder fartøyet oppe. Ved marsjhastighet vil foilen sveve under vann som en flyvinge. Lift Ocean er et av selskapene som satser på å utvikle effektive skrog gjennom denne løsningen.²⁸

Rengjøring av skrog og bruk av motstandsreducerende bunnstoff kan redusere motstand gjennom vannet og føre til redusert bruk av motorkraft, mindre drivstofforbruk og mindre utslipp. Her kan ny teknologi redusere kostnadene og forbedre resultatet. Jotun har utviklet en fjernstyrt robot, «Jotun Hullskater», som inspiserer og renser skipets skrog i løpet av to timer mens det ligger i havn. Forskning fra NHH viser at slik skrogrengjøring kan midlertidig redusere drivstofforbruket med ti prosent for et typisk mellomstort tankskip.²⁹ Dersom alle skip i utfordrende operasjoner tar i bruk denne teknologien, vil CO₂-utslippene reduseres med minst førti millioner tonn.³⁰

Vindassistert fremdrift

IMO's planer om dekarbonisering av skipsfartsnæringen har gjort vindpropulsjon attraktivt igjen. Videre blir teknologien knyttet til vindassistert fremdrift for kommersiell shipping stadig mer moden og tilgjengelig. DNV har, som det første klasseselskapet, utviklet en egen klassenotasjon, WAPS (Wind Assisted Propulsion System), i tillegg til en standard for sertifisering av vindassisterte fremdriftssystemer.³¹ En av utfordringene ved vindfremdrift er imidlertid at seil, i tillegg til å dytte framover, også dytter mye til siden og påfører krengemomenter. Dette går utover både stabilitet, motstand, sikkerhet, mannskap og last. En annen utfordring er rorvinkel og avdriftsvinkel på grunn av sideeffekter og girmoment fra seilene.³²

Det finnes i hovedsak fire alternativer når det gjelder vindassistert fremdrift for store skip, dersom en ser bort fra tradisjonelle myke seil og ingen motor. Disse er drageseil (kite), rotorseil (Flettner-rotor), faste seil (formet som flyvinge) og sugeseil (vingeseil med spalter og vifter som suger vekk grensesjiktet).³³ I de fleste prosjekter som til nå er presentert, kan vindassistanse bidra med tjue til tretti prosent framdrift. Det betyr redusert drivstoffbruk og dermed reduserte utslipp. Det er imidlertid nye prosjekter under utvikling med enda større ambisjoner når det gjelder drivstoffbesparelser.³⁴

I 2020 monterte Seacargo to store rotorseil på et allerede eksisterende skip. De har utviklet en ny og unik teknologi som gjør at rotorseilet kan tas opp og ned mens skipet seiler. Denne løsningen er designet for ekstreme værforhold i Nordsjøen og muliggjør at skipet kan seile under broer.³⁵ Egil Ulvan Rederi har kontrahert et hydrogendrevet lasteskip med to Flettner-rotorer og en spesiallaget senkekjø som vil gjøre at skipet kan seile lange strekninger kun drevet av vind. Skipet skal være klart til drift i 2024.³⁶ Et annet eksempel er verdens første vinddrevne bilskip som Wallenius Wilhelmsen skal bygge innen 2025. Skipet er et fullskala vinddrevet roll-on-roll-off-skip med fem store seil, og det vil kunne oppnå inntil nitti prosent reduksjon i utslipp sammenlignet med dagens drivstofføkonomiske bilskip.³⁷

25 <http://www.marin.ntnu.no/havromsteknologi/depot/tema-hefter/motstand.pdf>

26 Luftputeteknologien går ut på at et hull i skroget starter der baugen treffer vannlinjen, og strekker seg i hele skrogets lengde. Når fartøyet kommer opp i fart, fylles lommen med luft, og fartøyet «flyter» på luftputen og minimerer fysisk skrogkontakt med vannet

27 <https://www.tu.no/artikler/dette-skipsskroget-flyter-pa-luft-og-kutter-energi-behovet-med-30-50-prosent/509454?key=R7qSch5F>

28 <https://www.tu.no/artikler/dette-er-blant-de-mest-spennende-norske-maritime-nyvinningene/510840>

29 Referanse: Adland, R., Cariou, P., Jia, H., & Wolff, F. C. (2018). The energy efficiency effects of periodic ship hull cleaning. *Journal of Cleaner Production*, 178, 1-13

30 <https://www.telenor.no/bedrift/aktuelt/internet-of-things/jotun-hullskater/>

31 <https://www.tu.no/artikler/vind-i-seilene-na-er-gammel-teknologi-pa-vei-tilbake/506841?key=a8SWvomB>

32 <https://www.tu.no/artikler/vind-er-tilbake-i-skipsfarten-100-ar-siden-sist/510659?key=Mgr6odDO>

33 <https://www.tu.no/artikler/vind-er-tilbake-i-skipsfarten-100-ar-siden-sist/510659?key=Mgr6odDO>

34 <https://www.tu.no/artikler/vind-i-seilene-na-er-gammel-teknologi-pa-vei-tilbake/506841?key=a8SWvomB>

35 <https://sea-cargo.no/norways-largest-sailing-vessel/>

36 <https://www.tu.no/artikler/norsk-rederi-bygger-verdens-forste-hydrogendrevne-lasteskip/508390?key=sH0xxOYB>

37 <https://finansavisen.no/nyheter/shipping/2021/02/17/7627769/wallenius-wilhelmsen-gar-for-seil-til-sjos-igjen>



Foto: Kjell Røang

Bruk og videreutvikling av renseteknologi

Det finnes et stort potensial for verdiskaping innenfor teknologier og metoder for reduksjon av utslipp til luft og vann. Behovet for effektive og skalerbare løsninger drives fram av krav til utslippsreduksjon fra kommersielle aktører, myndigheter og samfunnet for øvrig.

I 2016 vedtok IMO strengere krav til innhold av svovel i marin bunkers. Fra 1. januar 2020 måtte alle skip gå på bunkers med maksimum 0,5 prosent svovel. Dette medførte at rederiene enten måtte bruke lavsvovel marin diesel, bruke skrubbere for å vaske eksosen eller bruke LNG eller annet alternativt drivstoff uten svovel. Skrubbere er et eksosrenseanlegg som fjerner svovel fra eksosen fra skipene og gjør det mulig å fortsette å bruke den billige HFO-en med 3,5 prosent svovel. I 2019 ønsket imidlertid flere land å forby bruken av den mest brukte skrubbertypen med åpen løsning som slipper ut vann med svovelsyre i sjøen. Dette gjaldt særlig for skip som seiler i verdensarvfjordene, da det i innelukkede fjorder og havner kan påvirke surhetsgraden i vannet og føre til at tungmetaller samles opp.³⁸ Det viser seg imidlertid at installering av skrubbere har vært en attraktiv løsning for å møte IMOs krav om svovelutslipp, særlig for større skip. Fra januar 2020 til mars 2021 var det en nær dobling i antall skrubbermonterte skip.³⁹

Som en videreutvikling av skrubberteknologien er det igangsatt et arbeid for å teste ut og demonstrere system for å fange opp

CO₂ om bord i skip. Dette kan trolig utgjøre et viktig supplement til andre teknologier og drivstoff på vei mot dekarbonisering av skipsfarten. Skipene med karbonfangstsystemer vil være avhengige av gode løsninger for å kunne levere fra seg karbonet. Det japanske selskapet Mitsubishi Shipbuilding har i samarbeid med Kawasaki Kisen Kaisha Ltd. (K-Line) og Nippon Kaiji Kyokai startet et prosjekt, «Carbon Capture on the Ocean» (CC-Ocean), for å teste CO₂-fangstsystemer om bord på skip.⁴⁰ SINTEF Energy Research leder også et prosjekt som forsker på karbonfangst og lagring om bord på skip. Dette prosjektet heter CCSkip og drives i samarbeid med forskningsorganisasjoner og industrielle organisasjoner.

En annen type renseteknologi er ballastvannrensing. Ballastvannet som skipene bringer med seg fra havn til havn, inneholder mikroorganismer, dyr og planter som kan skade miljø og økosystemer der det slippes ut. Dette har vært et kjent problem lenge, men det har tatt tid å få på plass internasjonale avtaler og gode renseteknologier. IMO innførte i 2004 «ballastvannkonvensjonen» med krav om at ballastvannet skal renses før det slippes ut. Norge ratifiserte denne konvensjonen allerede i 2006, men det tok tid før flertallet av verdens land gjorde det. Avtalen trådte dermed ikke i kraft før i 2016 etter å ha sikret nødvendig oppslutning fra tretti stater som til sammen representerer trettifem prosent av verdens tonnasje. Det er nå et internasjonalt krav om at skip skal ha installert rensesystemer for ballastvann.⁴¹

38 <https://www.tu.no/artikler/mange-land-ogsa-norge-forbyr-bruk-av-renseteknologi/457135?key=9p1RdfIq>

39 <https://www.offshore-energy.biz/bimco-scrubber-fitted-ships-nearly-double-in-15-months/>

40 <https://www.marinelink.com/news/japanese-project-tests-shipbased-co-489679>

41 <https://www.innovasjon Norge.no/no/om/nyheter/2017/verdensledende-pa-rensing-av-ballastvann/>

VERDENSFLÅTEN I DAG OG GLOBALE ORDREBØKER

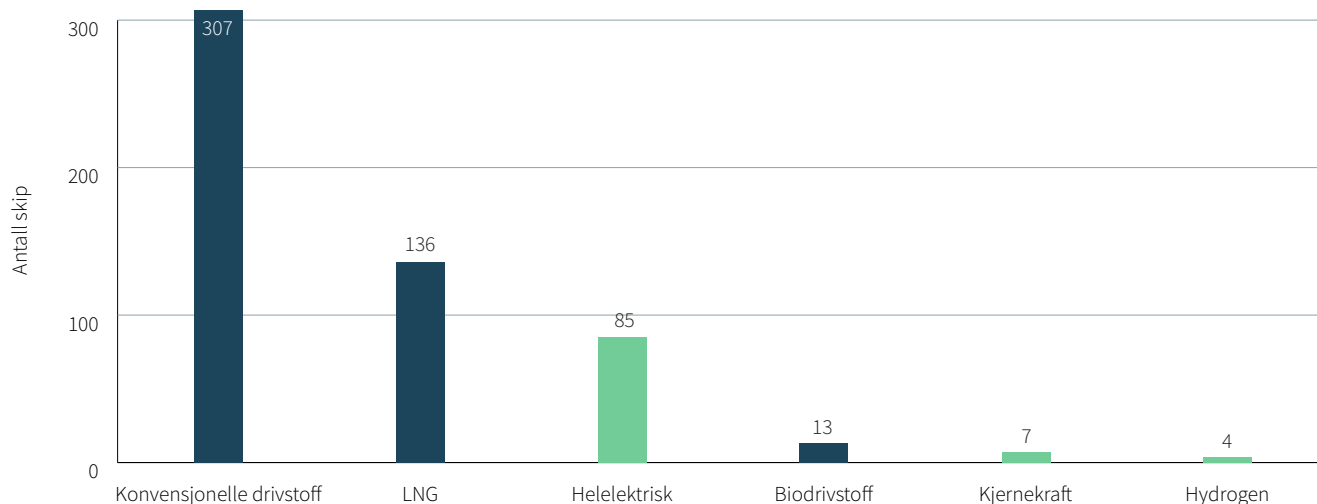
Dette delkapittelet gir en beskrivelse av fartøy i verdensflåten med null- eller lavutslippsløsninger samt dagens ordrebøker fram til 2030 fordelt etter drivlinje. Vi definerer drivlinje som en samlebetegnelse for ulike fremdriftssystemer, energibærere og drivstofftyper, herunder elektriske fremdriftssystemer, fossile drivstoff og alternative drivstoff og energibærere. Fartøy med nullutslippsløsninger er definert som fartøy som går på fullelektriske fremdriftssystemer, hydrogen eller kjernekraft, mens fartøy med lavutslippsløsninger drives av delelektriske fremdriftssystemer, LNG/LPG, metanol eller biodrivstoff.

Figur 7 viser antall aktive fartøy globalt med null- eller lavutslippsteknologier, hybridelektriske løsninger som fremdrifts

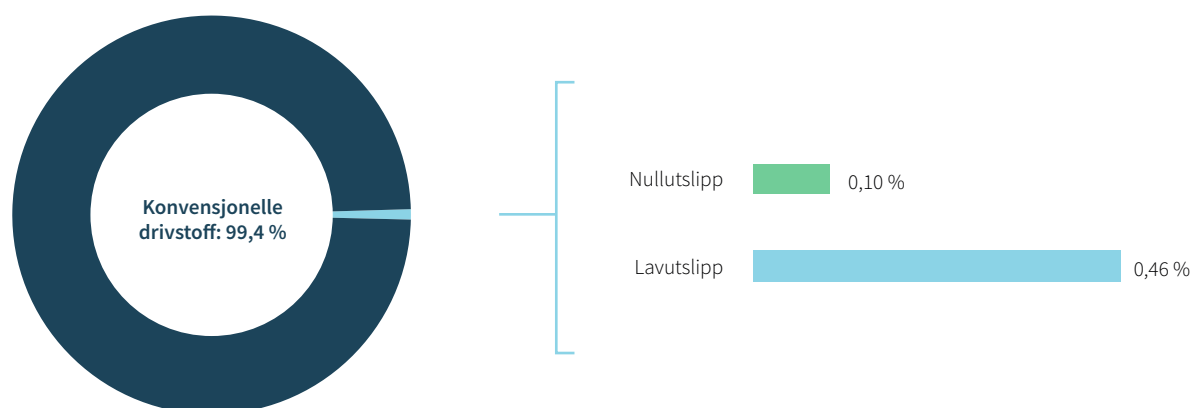
system etterfulgt av LNG og helelektriske ⁴² løsninger. Foreløpig bruker få fartøy biodrivstoff, kjernekraft eller hydrogen som drivstoff. Dette er imidlertid i tråd med modenhetsnivået på teknologiutviklingen tilknyttet disse, som beskrevet i kapittelet om fremdriftssystemer og energibærere.

Null- og lavutslippsfartøy utgjør en liten del av verdensflåten. Dette er vist i **figur 8**. Som vist går de fleste aktive fartøy i verdensflåten på fossilt drivstoff, hovedsakelig IFO (intermediate fuel oil) ⁴³ og MDO/MGO (marin dieselolje / marin gassolje). Fartøy med lavutslippsløsninger utgjør i underkant av 0,5 prosent av verdensflåten, mens nullutslippsløsninger utgjør kun 0,1 prosent.

Figur 7: Antall fartøy fordelt etter lav- eller nullutslippsløsninger. Kilde: Clarksons Research



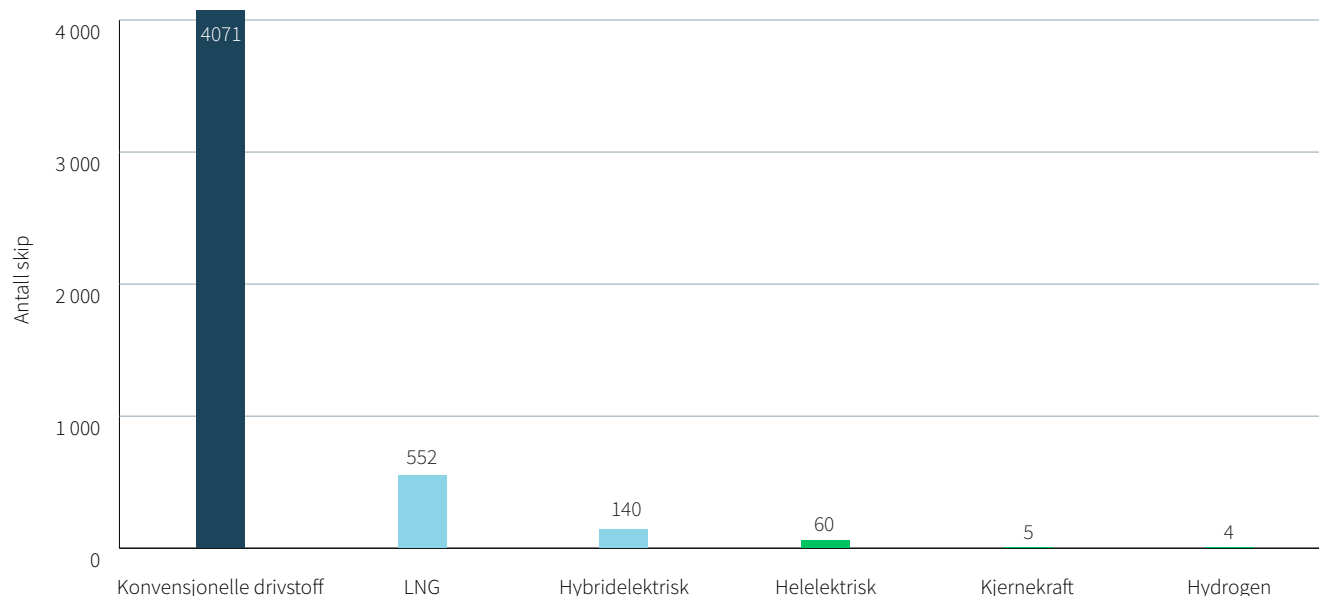
Figur 8: Fordeling av verdensflåten etter fossilt drivstoff, lav- og nullutslipp. Kilde: Clarkson Research



⁴² Tallene på alternative drivstoff i figuren kan være noe lavere enn de faktiske tallene siden hybridelektriske skip bruker drivstoff ved siden av elektrisitet generert av batteriene om bord, og dette drivstoffet kan være én av de alternative drivstofftypene.

⁴³ Tungolje er drivstoffet med høyest svovelinnhold. I 2020 trådte en ny regulering fra IMO i kraft som satte grensen for maksimalt svovelinnhold på 0,5 % i maritime drivstoff globalt. Dette betyr at kontraherte skip som skal bruke tungolje, enten må bruke en blanding av tungolje med lavere svovelinnhold eller bruke en svovelskrubber.

Figur 9: Kontraherte fartøy fordelt etter drivstoff og fremdriftssystem, per juli 2021. Kilde: Clarksons Research

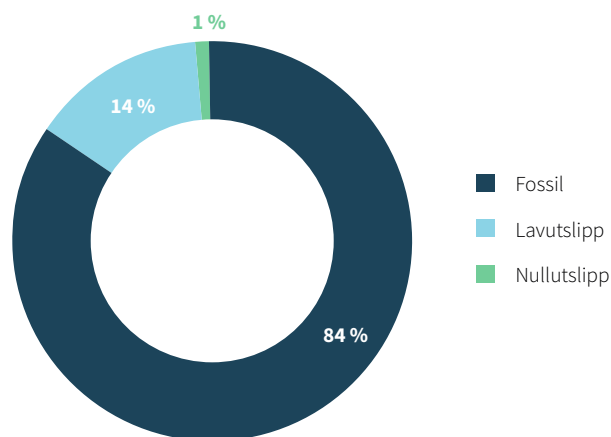


Figur 9 viser kontraherte fartøy i globale ordrebøker per juli 2021. 84 prosent av alle fartøy som er under bygging eller i bestilling, er planlagt å bruke fossile energibærere, som IFO eller MDO/MGO.

Elleve prosent av de kontraherte fartøyene vil bruke LNG som drivstoff. Hybrid- og helelektriske fartøy utgjør en mindre andel av de kontraherte fartøyene, tilsvarende fire prosent. Videre viser figuren over at fartøy med alternative drivstofftyper som energibærere, for eksempel kjernekraft og hydrogen, er på vei inn i markedet, men de utgjør foreløpig en liten andel av de kontraherte fartøyene.

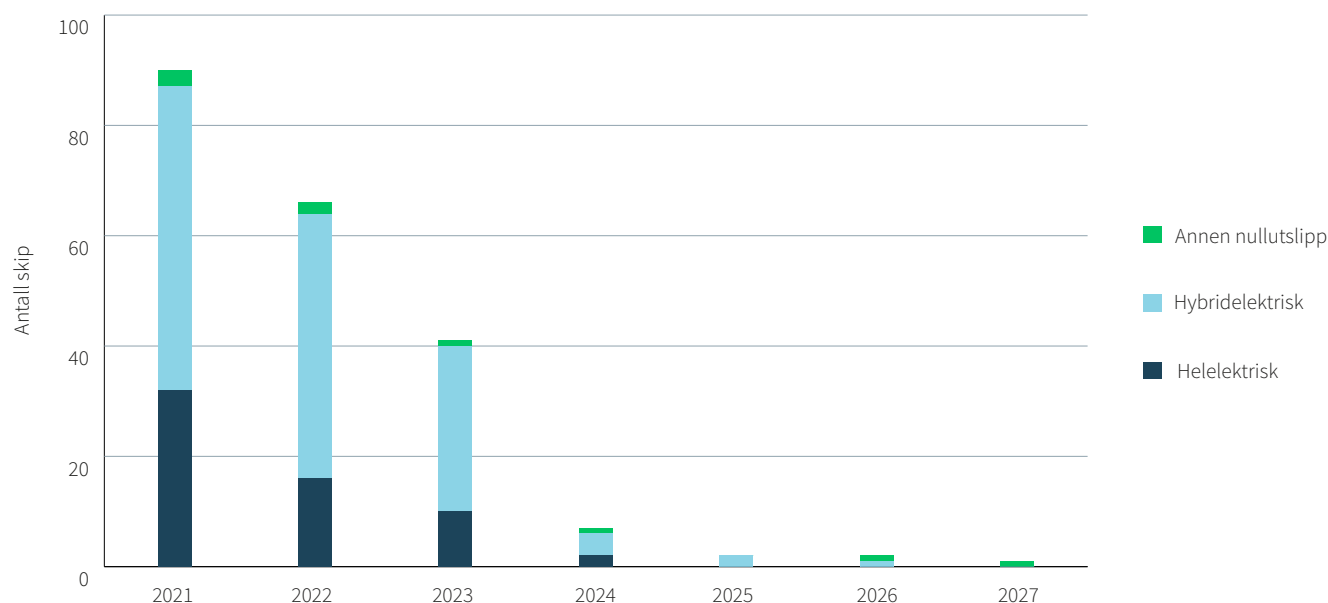
Selv om lav- og nullutslippsløsninger kun utgjør 0,5 prosent av dagens verdensflåte, utgjør de 16 prosent av ordrebøkene i dag. Dette er vist i **figur 10**. De resterende 84 prosentene av de kontraherte fartøyene er bestilt med fremdriftssystem rettet mot fossile drivstofftyper.⁴⁴

Figur 10: Fordeling av kontraherte fartøy i ordrebøker etter drivlinje. Kilde: Clarkson Research



⁴⁴ Fartøy som bruker fossilt drivstoff, inkluderer hovedsakelig slike som bruker MDO, MGO og IFO som drivstoff, og også fartøy som bruker andre alternative drivstofftyper ved siden av MDO, MGO og IFO.

Figur 11: Kontraherte fartøy med null- og lavutslippsløsninger og forventet leveringsår.⁴⁵ Kilde: Clarksons Research

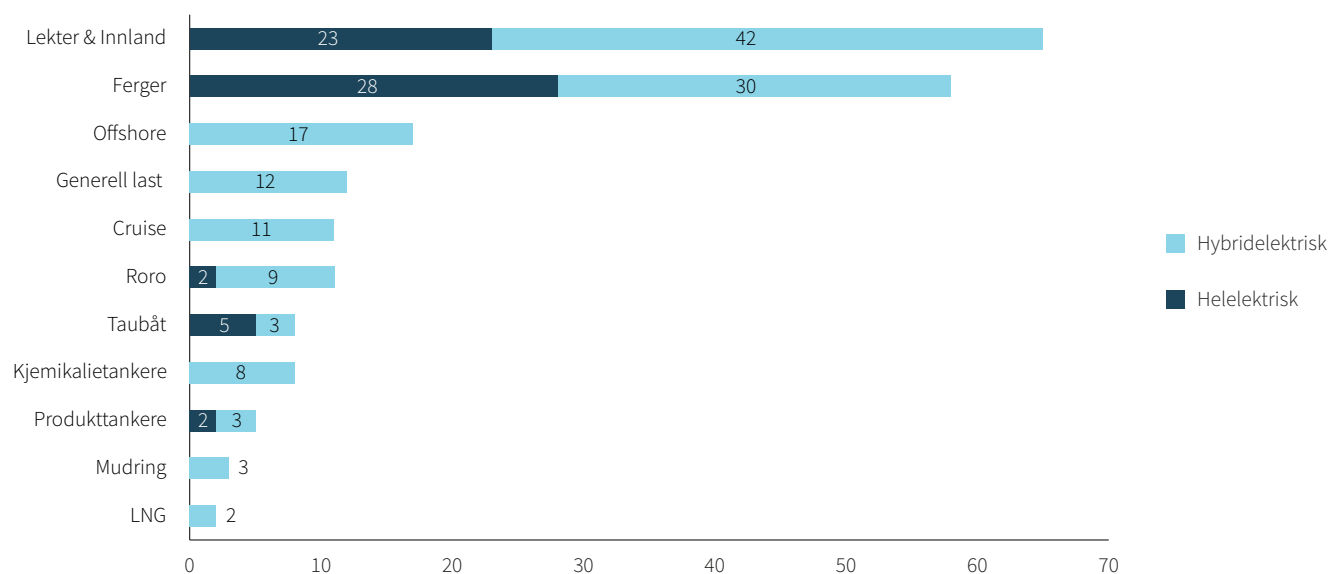


* Annen nullutslipp omfatter hydrogen og kjernekraft.

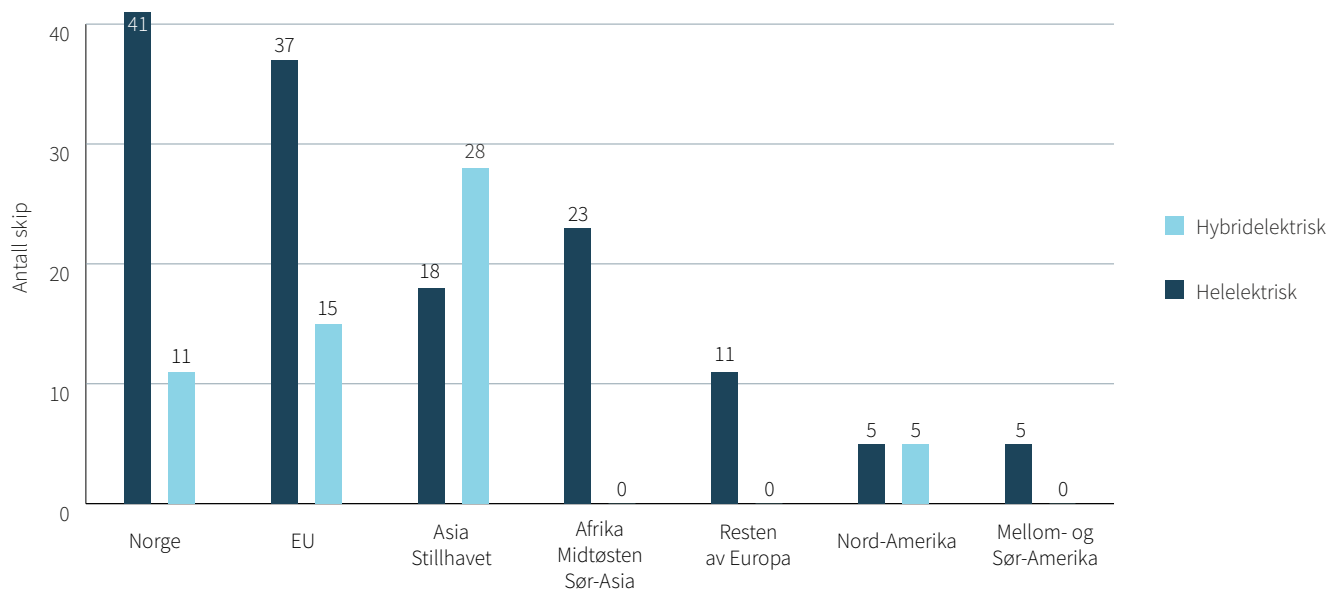
Figur 11 viser forventet leveringsår for de kontraherte fartøyene fordelt på null- eller lavutslippsløsninger. Over halvparten av fartøyene er forventet levert i 2021 og 2022. Totalt 90 fartøy med del- eller helelektriske løsninger er forventet levert innen 2021 etterfulgt av 62 fartøy innen 2022. Det finnes også hydrogen- og ammoniakkfartøy i ordrebøkene, men ifølge DNV er dette primært demonstrasjonsprosjekter, og det vil ta fire til åtte år før de er klare for kommersiell bruk.

Figur 12 viser antall kontraherte fartøy per dags dato med elektriske løsninger (del- eller helelektriske fartøy) fordelt etter skipstype. Elektrifisering utgjør en viktig mulighet for dekarbonisering for ulike fartøystyper. Som vist i figuren er flesteparten av fartøyene innenfor nærskipsfartssegmentet.

Figur 12: Kontraherte fartøy med batteri fordelt etter fartøystyper. Kilde: Clarksons Research



⁴⁵ Annen nullutslipp omfatter hydrogen og kjernekraft.

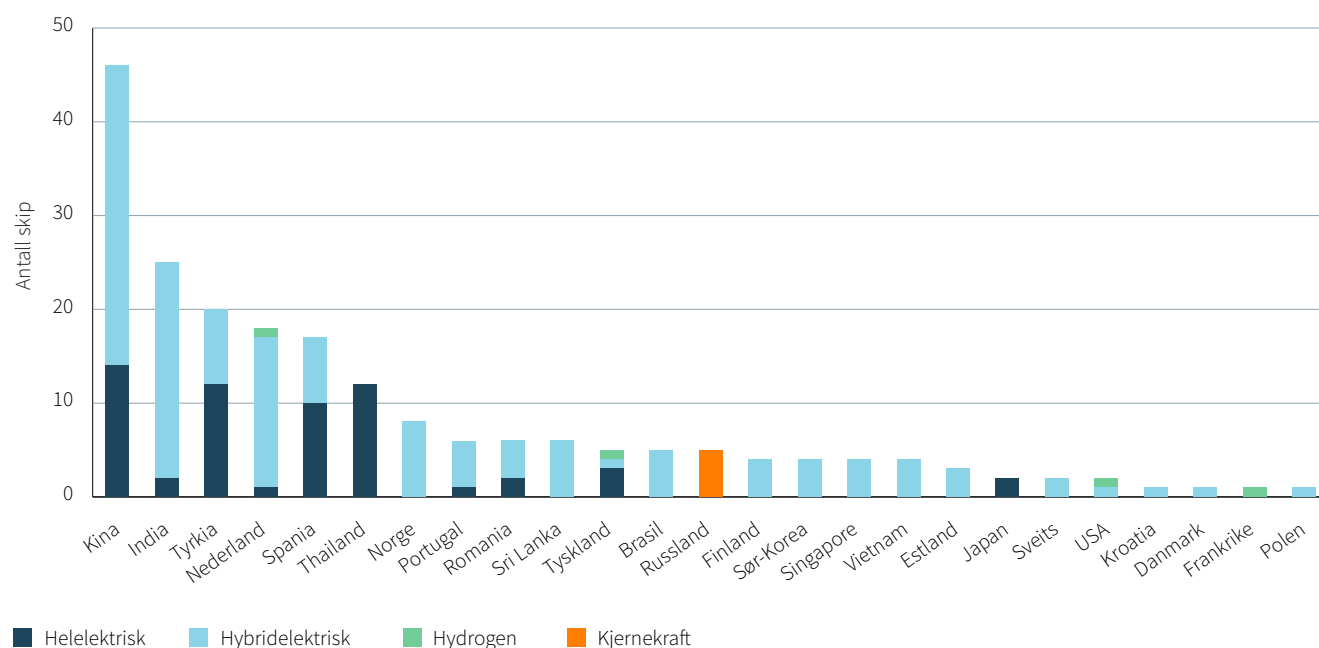
Figur 13: Kontraherte fartøy med batteri, fordelt etter rederienes hovedkontor. Kilde: Clarksons Research


Norske rederier står for en høy andel av kontraherte fartøy med batterielektrisk framdrift, med 52 kontraherte fartøy. Av disse har 41 helelektriske og 11 helelektriske fremdriftssystemer, som vist i **figur 13**. Rederier i EU har også bestilt 52 skip med batteri, hvorav 32 er helelektriske og 15 er helelektriske fartøy. Som nevnt har europeiske myndigheter gitt sterke signaler når det gjelder utslippsreduksjoner, som også gjelder den maritime næringen.

Asia og stillehavsområdet inkluderer sterke maritime nasjoner, som Japan, Kina og Sør-Korea. Som vist i figuren over har Asia og stillehavsregionen flere kontraherte helelektriske fartøy sammenlignet med EU, men færre kontraherte helelektriske fartøy.

Figur 14 viser at flesteparten av fartøyene med batterielektrisk fremdriftssystem skal bygges ved asiatiske og europeiske verft. Drøyt en femtedel av fartøyene skal bygges ved kinesiske verft, etterfulgt av tolv prosent i India og ti prosent i Tyrkia.

Kun verft i Nederland, Tyskland, USA og Frankrike skal bygge skip med hydrogen som drivstoff. Fem av de kontraherte skipene har nukleære fremdriftssystemer, og alle bygges i Russland.

Figur 14: Kontraherte fartøy med batteri, fordelt etter rederienes hovedkontor. Kilde: Clarksons Research


DEKARBONISERING AV FARTØYSEGMENTER

Dette kapittelet gir en beskrivelse av nåværende fartøy og forventet dekarbonisering innenfor seks fartøysegmenter: deepsea skipsfart, nærskipsfrakteflåten, cruiseskip, offshorefartøy (inkludert olje/gass og vindkraft), fartøy til fiskeri og havbruk samt ferger og hurtigbåter. Disse seks segmentene dekker det meste av verdensflåten.⁴⁶

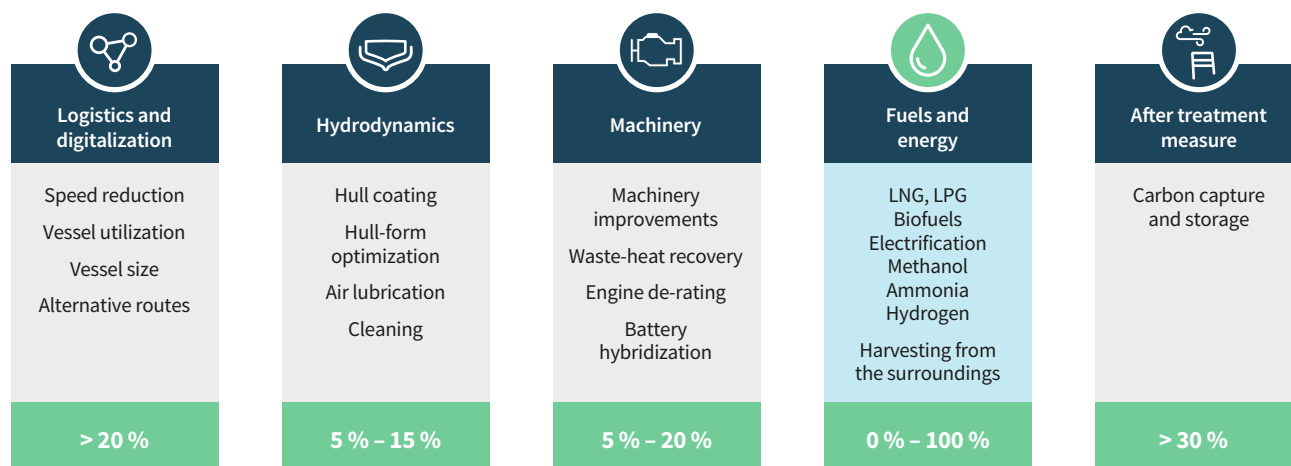
Ifølge DNVs Energy Transition Outlook 2021 vil tre fundamentale drivere presse fram dekarboniseringen av skipsfarten de neste tiårene: reguleringer og politikk, tilgang til investorer og kapital samt forventninger og krav fra vareeiere og forbrukere.⁴⁷ Samtidig vil flere forhold kunne bremse implementeringen av lav- og nullutslippsløsninger. Den mest opplagte er manglende tilgang på energibærere grunnet for lav produksjonskapasitet, eller at infrastruktur for transport og bunkring ikke er tilstrekkelig utbygget.

Økonomiske insentiver vil også være viktige. Rederier som opererer med knappe marginer, vil neppe investere i ulønnsomme løsninger. Videre knytter det seg usikkerhet til implementeringen av nye energibærere. En større ulykke, for eksempel en lekkasje av ammoniakk fra skip, brann i batterier eller en eksposisjon i en hydrogentank, vil kunne sette den grønne omstillingen tilbake.

Figuren under, fra DNVs siste Energy Transitionrapport om maritim næring, oppsummerer kildene til dekarbonisering.

For å vise hvor stor betydning en dekarbonisering av segmentet vil ha for utslippsreduksjoner, presenterer vi hvor stor andel av verdensflåten segmentet utgjør, og hvor stor andel av fartøyene som har null- eller lavutslippsløsninger. Dette viser vi både for Norge og globalt, blant annet ved bruk av CGT, som er et standardisert mål på hvor mye arbeid det krever å bygge et skip.⁴⁸ CGT ble utarbeidet av OECD i 1977 som et verktøy for å kunne sammenligne skipsbygging på tvers av land. Det tar hensyn til hvor komplisert et fartøy er å bygge, basert på fartøystype, design, fremdriftssystem osv. Det er mer arbeidskrevende å bygge en passasjerferge av en gitt størrelse enn et bulkskip av samme størrelse grunnet ulike designkrav og detaljnivå. Vi diskuterer også hvilke fremdriftssystem og drivstoff som vil være mest relevante fram mot 2030, og hvilke drivere som vil påvirke utviklingen i de ulike segmentene.

Figur 15: Available technologies to decarbonize shipping and their GHG emission reduction potential. In the 2021 version of Maritime Forecast we focus on fuels and energy.



⁴⁶ Fartøyer uten egen framdrift er ikke inkludert, heller ikke mindre segmenter, som taubåter og dreneringsfartøy.

⁴⁷ DNV Energy Transition Outlook 2021: Maritime Forecast to 2050.

⁴⁸ CGT er en indikator på mengden arbeid som er nødvendig for å bygge et gitt fartøy, og beregnes ved å multiplisere tonnasje til fartøyet med en koeffisient som bestemmes i henhold til type og størrelse på fartøyet (OECD, 2007).

Tabell 1

Status i dag	Deepsea	Nærskipsfrakt	Cruise	Offshore	Ferger og hurtigbåter
Total CGT	568 millioner CGT (66 %)	199 millioner CGT (23 %)	5,6 millioner CGT (1 %)	42 millioner CGT (5 %)	35 millioner CGT (4 %)
Norsk andel av CGT ⁴⁹	3 %	2 %	4 %	11 %	5 %
Andel null-/lavutslipp globalt ⁵⁰	1 %	1 %	4 %	3 %	3 %
Andel nullutslipp i Norge ⁵¹	0 %	0 %	0 %	0 %	7 %
Andel lavutslipp i Norge ⁵²	1 %	2 %	67 %	16 %	26 %
Mest relevante energibærere mot 2030	Grønt hydrogen, grønn ammoniakk, biodrivstoff	Elektrifisering, grønt hydrogen, grønn ammoniakk, biodrivstoff			
Viktigste drivere	Reguleringer, høyere krav fra kunder når det gjelder varetransport	Reguleringer, krav fra passasjer om miljøhensyn	Reguleringer, endringer i markedet, oljepris	Reguleringer, offentlige innkjøp, seilingsmønstre	

Tabellen over viser status i dag, de mest relevante fremdrifts-systemene og energibærerne mot 2030 og de viktigste driverne for de ulike segmentene.

Deepsea-segmentet

Deepsea-segmentet ⁵³ er definert som transport av varer på interkontinentale ruter. Dette segmentet omfatter store havgå-ende lasteskip som frakter gods i tørrbulk, våtbulk eller stykk-gods/containere. Deepsea skipsfart har størst utfordringer når det gjelder dekarbonisering. Som vist i tabellen under er 66 prosent av de aktive fartøyene i verden, målt i CGT, innenfor deepsea-segmentet. Selv en delvis dekarbonisering av segmen-tet vil medføre en betydelig utslippsreduksjon av hele skipsfart-sindustrien. Norske deepsea fartøy utgjør tre prosent av det globale deepsea-segmentet.

Det finnes det ingen aktive fartøy i deepsea-segmentet som har tatt i bruk nullutslippsløsninger. Mindre enn én prosent av deepsea-flåten har tatt i bruk lavutslippsløsninger. En stor andel av denne fartøygruppen bruker LNG eller LPG som drivstoff. Til tross for at denne typen drivstoff har mindre utslipp enn konvensjonelle drivstoff, er ikke utslippsreduksjonene som følge av LNG/LPG tilstrekkelig store til å oppnå IMO's mål. I Norge er andelen lavutslippsfartøy i deepsea-segmentet mindre enn én prosent. LNG/LPG som drivstoff utgjør også her den høyeste andelen.

De mest relevante energibærerne med null- eller lavutslipp for deepsea-segmentet fram mot 2030 er grønt hydrogen og grønn ammoniakk samt biodrivstoff. Det er imidlertid viktig å nevne at disse alternativene ikke er tilgjengelige eller klare til å tas i bruk enda. Teknologiutviklingen innenfor produksjon, lagring og transport av grønt hydrogen og grønn ammoniakk er ikke kommet like langt som i andre segmenter da skaleringen for å imøtekomme energibehovet i deepsea-flåten er mer krevende. Videre er sosial aksept viktig for å skalere ammoniakk som drivstoffalternativ.

Omstillingen i dette segmentet er drevet av internasjonale og nasjonale reguleringer som fører til etterspørsel etter null- og lavutslippsløsninger fra rederienes side. Etterspørselen gjenspeiles hos andre aktører i verdikjeden, og det stimulerer til forsknings- og innovasjonsaktiviteter. I Hurdalsplattformen pekes det på at staten sammen med næringen skal sikre at utviklingen av skipsfart med lave utslipp og nullutslipp blir et viktig norsk bidrag til å redusere de globale utslippene.

Et av de største rederiene i verden, Mærsk, sikter på å være blant de første rederiene som benytter seg av nullutslipps container-skip for å tilby sine kunder en karbonnøytral verdikjede (Christiansen, 2021). Selv om rederiet kunngjorde at skipet skulle være operasjonelt innen 2030, flyttet de sjøsettingsdatoen til skipet fram til 2023. En av de faktorene som påvirket denne beslutningen, var økt press fra deres kunder.

49 Total CGT av norskeide skip i segmentet delt på total CGT av aktive fartøy i segmentet i verdensflåten.

50 Total CGT av fartøy med null- og lavutslippsteknologier i segmentet delt på total CGT av aktive fartøy i segmentet.

51 Total CGT av norskeide fartøy med nullutslippssteknologier i segmentet delt på total CGT av norskeide fartøy i segmentet.

52 Total CGT av norskeide fartøy med lavutslippssteknologier i segmentet delt på total CGT av norskeide fartøy i segmentet.

53 Dypvannssegmentet omfatter bulkskip, kjemikalietankere, containerskip, oljetankere, generelle lasteskip, LNG-, LPG-, PCC- og produkttankere, kjøleskip, rororskip, spesifikke tankere og kombinasjonsskip som er større enn 15 000 dwt.

Nærskipsfrakteflåten

Nærskipsfartsegmentet⁵⁴ omfatter mindre lasteskip som går lokalt og regionalt og frakter tørrbulk, våtbulk eller stykk gods/containere. Nærskipsfartsegmentet er nest størst etter deep-sea-segmentet og utgjør tjuetre prosent av total CGT i verden, hvorav norskeide nærskipsfartøy utgjør to prosent.

Kun én prosent av den globale nærskipsflåten har tatt i bruk lavutslippsløsninger. I Norge har to prosent av nærskipsfrakteflåten tatt i bruk lavutslippsløsninger. Flesteparten av disse fartøyene bruker hybridelektriske fremdriftssystemer og LNG/LPG som drivstoff. Nærskipsfarten spiller en viktig rolle i moderniteten av alternative drivstoff og teknologier for senere bruk innenfor deepsea segmentet.

Utfordringen knyttet til dekarbonisering av nærskipsfrakteflåten henger sammen med hvilke operasjoner som skal gjennomføres. Elektrifisering fungerer bra på fartøy som seiler kortere avstander og i linjefart, men teknologien er ikke kommet langt nok til å imøtekomme energibehovet ved seilaser over lengre distanser. Som i deepsea-segmentet er både grønt hydrogen og grønn ammoniakk potensielle energibærere fram mot 2030. Flere rederier er i gang med å gjøre nærskipsfrakteflåten mer miljøvennlig. Rederiet Wilhelmsen skal sammen med industrielle partnere bygge verdens to første hydrogendrevne frakteskip, «Topeka», og sjøsette dem i 2024 (E24, 2020). «Topeka»-skipene vil seile i faste ruter langs vestkysten av Norge og frakte hydrogen mellom bunkringsstasjonene langs kysten. Ifølge Wilhelmsen vil «Topeka»-skipene kunne seile 750 km utslippsfritt mellom hver drivstoffylling (Enova, 2020). Prosjektet fikk støtte fra EUs Horisont 2020-program og Enova.

Cruiseskip

Dette undersegmentet omfatter både de store cruiseskipene som typisk seiler i Karibia, ferger som går mellom Norge og våre naboland, samt mindre cruiseskip, herunder ekspedisjons-cruiseskip. Cruiseskip er et mindre segment i verdensflåten da de utgjør kun én prosent. Norskeide cruiseskip utgjør fire prosent av verdens cruiseskip målt i CGT.

Ingen av cruiseskipene i verden er utslippsfrie, men fire prosent er lavutslippsfartøy. For norskeide cruiseskip er utviklingen kommet lenger enn resten av verdens cruise-flåte. Omkring sekstisju prosent av norskeide cruiseskip har installert lavutslippsløsninger. De fleste har hybride fremdriftssystemer som går på batteri og LNG/LPG. Hybridelektriske løsninger for cruiseskip er en effektiv måte å begrense forurensing på i bestemte områder, for eksempel når skipet ligger ved kai eller seiler inn i eller ut fra havnen. Batteriteknologien er imidlertid ikke kommet langt nok til å imøtekomme energibehovet til fartøy som seiler lengre ruter. Aktuelle energibærere og drivstofftypene for å dekarbonisere de større cruiseskipene er grønt hydrogen, grønn ammoniakk og biodrivstoff.

Miljøbevisste kunder stiller høyere krav til cruiseskipenes utslipp. I tillegg er nasjonale og internasjonale reguleringer viktige drivere for en omstilling mot mer miljøvennlige cruiseskip. Det legges stor vekt på å redusere utslipp fra cruiseskip i hele verden, og særlig i Norge. I 2019 ble det innført strengere utslippskrav i verdensarvfjordene i forbindelse med utslipp av svovel- og nitrogenoksider samt utslipp av kloakk.

Offshorefartøy (olje, gass og vind)

Offshoresegmentet omfatter et stort mangfold av spesialdesignede skipstyper for å gjennomføre avanserte operasjoner i forbindelse med olje- og gassutvinning, samt spesialfartøy for havvindsprosjekter. Offshoresegmentet har i mange år vært det største segmentet i den norske flåten og utgjør fremdeles tretten prosent av flåtens samlede markedsverdi. Norske rederier kontrollerer i dag elleve prosent av verdens offshorefartøy, målt i CGT. På verdensbasis utgjør offshoresegmentet fem prosent målt i CGT.

Det finnes ingen utslippsfrie offshorefartøy i dag, men tre prosent av offshorefartøyene globalt har tatt i bruk lavutslippsløsninger. Seksten prosent av den norskeide offshoreflåten bruker lavutslippsløsninger, som hybride elektriske fremdriftssystemer og LNG/LPG. Ifølge Meld. St. 10 (2020–2022) vil det stilles nye utslippskrav til offshorefartøy innen 2023. I Hurdalsplattformen signaliseres det et krav om lavutslippsløsninger fra 2025 og nullutslipp fra 2030 for offshore supplyskip.

Tiltak som skaper behov for nye investeringer eller nybygg, møter lite villighet ettersom olje- og gasssektoren var preget av synkende investeringer over en lang periode grunnet betydelig overkapasitet etter oljeprisfallet i 2014. Videre definerer EUs taksonomi for bærekraftige investeringer at aktiviteter innenfor olje- og gassnæringen er ikke-bærekraftige, selv om de reduserer utslipp. Dette kan komme til å redusere investorers og rederiers villighet til å investere i grønn omstilling av offshoresegmentet (DNV, 2019).

Ferger og hurtigbåter

Ferger er fartøy som frakter passasjerer, biler og andre kjøretøy, mens hurtigbåter er hurtiggående passasjerfartøy, normalt uten kapasitet til å frakte kjøretøy. Fergesegmentet⁵⁵ utgjør fire prosent av den aktive verdensflåten, og fem prosent er norskeide fartøy.

Omkring tre prosent av fergene og hurtigbåtene i verdensflåten bruker null- eller lavutslippsløsninger, hvorav én prosent er nullutslippsløsninger og to prosent lavutslippsløsninger. De fleste av nullutslippsfergene bruker batteri som energikilde. Lavutslippsfergene seiler med hybridelektriske fremdriftssystemer eller LNG/LPG som drivstoff. I Norge bruker tjueseks prosent av fergene og hurtigbåtene lavutslippsløsninger, mens sju prosent har nullutslippsløsninger installert.

⁵⁴ Kortdistansesegmentet omfatter bulkskip, kjemikalietankere, containerskip, oljetankere, generelle lasteskip, LNG-, LPG-, PCC- og produkttankere, kjøleskip, roroskip, spesifikke tankere og kombinasjonsskip som er mindre enn 15 000 dwt., samt lekterfartøy, innlandsfartøy (frakt på elver og kanaler), taubåter og mudringsfartøy.

⁵⁵ Segmentet omfatter ferger og innenlands passasjerfartøy.

Ferger og hurtigbåter framstår som det minst utfordrende segmentet å dekarbonisere grunnet relativt korte avstander og faste ruter. Dette vises også i markedet. Potensialet for dekarbonisering av dette segmentet er stort gitt den utviklede teknologien. Fire av fergene i verdensflåten har tatt i bruk hydrogen som energibærer. Én av de frie hydrogendrevne fergene operer i Norge. Norled satte sommeren 2021 i drift verdens første hydrogenferge, MF «Hydra» (Nilsen, 2021). Fergen skal operere på batteri i begynnelsen, men gå over til hydrogen i 2022 når hydrogenanlegget i området er ferdig installert.

Den største driveren for omstilling til null- og lavutslippsløsninger for ferger og hurtigbåter er nasjonale reguleringer samt nasjonale og regionale myndigheters innkjøp av fartøy eller transporttjenester. Kostnadsnivået utgjør fortsatt en barriere uten regulering/krav til innkjøp. I Norge støtter regjeringen grønn omstilling i fergesegmentet gjennom tilskuddsordninger og introduisering av lav- og nullutslippskriterier i nye anbud for ferger og hurtigbåter innen 2025 (Nærings- og fiskeridepartementet, 2020).

Fartøy til fiskeri og havbruk

Det finnes ikke en omfattende global database for fisker- og havbruksfartøy fordelt etter drivlinje. Vi har derfor kun inkludert fartøy registrert i Norge. Eierskap, størrelse og seilingsmønstre er svært varierte i dette segmentet. Havbruksfartøy omfatter brønnbåter, fôr båter og servicefartøy. Brønnbåtsflåten har vokst betydelig i de siste årene. I 2020 var det registrert 71 brønnbåter i Norge, en økning på mer enn seks ganger fra 2012 (iLaks, 2021). Hybridelektriske løsninger er aktuelle for å redusere utslipp fra denne flåten på kort sikt.

I 2020 ble 5118 fiskefartøy registrert i Norge (Fiskeridirektoratet, 2021). Åtti prosent av disse var mindre fartøy (det vil si kortere lengde enn 11 m). Dette er fartøy som seiler langs kysten, og som har mindre energibehov. Det finnes imidlertid større havgående fiskefartøy som krever motorkraft. Ifølge DNV utgjorde utslipp fra fiskefartøy atten prosent av innenriks utslipp fra fartøy, men dette tallet kan også variere fra år til år grunnet varierende reguleringer og kvoter (DNV, 2019).

Potensialet for dekarbonisering av større fiskefartøy er begrenset grunnet lange fartstider på hav, få bunkringsmuligheter og stort energibehov. Hybridelektriske løsninger kan være en mulighet for disse fartøyene for å begrense utslipp når de går med lav hastighet inn og ut fra havnen, ligger ved kai eller utfører operasjoner på feltet. Men det største potensialet for reduisering av utslipp fra denne undergruppen ligger ved bruk av grønt hydrogen, grønn ammoniakk eller biodrivstoff. For mindre fiskefartøy er potensialet for dekarbonisering gjennom elektrifisering større. Ettersom de mindre fiskefartøyene seiler relativt korte avstander og har mindre energibehov, kan de bruke helelektriske fremdriftssystemer (DNV, 2019). De største driverne for omstilling i dette segmentet er internasjonale og nasjonale reguleringer.

I Norge sikter regjeringen på gradvis innføring av krav om utslippsreduisering for havbruksfartøy innen 2024.

INTERNASJONALE OG NASJONALE REGULERINGER OG RAMMEVILKÅR

Regjeringens klimamål og virkemidler for maritim næring

I Meld. St. 13 (2020–2021) Klimaplan for 2021–2030 og i Meld. St. 10 (2020–2021) *Grønnere og smartere – morgendagens maritime næring*⁵⁶ er målsettingen å halvere utslippene fra innenriks sjøfart og fiske innen 2030. Omstillingen vil gjennomføres ved hjelp av ulike virkemidler, som støtteordninger, spesifikke miljøkrav og avgifter. Under følger noen av klimatiltakene innenfor maritim næring. Dette er oppsummert i figur 9.

Flåtefornyelsen i nærskipsfarten: Denne skal støttes gjennom økonomiske ordninger. Dette inkluderer blant annet en kon-demneringsordning for fartøy i nærskipsfart (Innovasjon Norge, 2020), 25 millioner kroner til Grønt Skipsfartsprogramms arbeid med grønn flåtefornyelse av lasteskip, en ny låneordning for fartøy i nærskipsfarten som følge av covid-19-pandemien og tilskudd til fiskefartøyer med 600 millioner kroner, samt tapsavsetning på 300 millioner kroner.

Lav- og nullutslippskrav i offentlige anskaffelser innen 2023:

Offentlige oppdragsgivere kan stille krav om lav- og nullutslipp i sine anskaffelser. Hvilken type anskaffelser det gjelder, er ikke spesifisert. Regjeringen vil utrede klimakrav i offentlige innkjøp med sikte på innføring i 2023.

Nye/utvidede utslippskrav til cruiseskip og annen skipstrafikk i turistfjorder innen 2026

Lav- og nullutslippsløsninger for ferger og hurtigbåter, offshoreskip og servicefartøyer i havbruksnæringen:

- Ferger og hurtigbåter: Regjeringen tar sikte på å stille null- eller lavutslippskrav i nye anbud for fergesamband innen 2023 (gjelder statlig og fylkeskommunal sektor) og i nye anbud for hurtigbåter innen 2025.
- Offshorefartøy: Regjeringen legger fram plan for null- og lavutslippsløsninger for offshorefartøy i oljeproduksjon i 2021 og innfasing av kravene fra 2022.
- Servicefartøyer i havbruksnæringen: Regjeringen tar sikte på å innføre null- og lavutslippskrav med trinnvis innfasing fra 2024.

⁵⁶ Regjeringens mål og tiltak for skipsfarten ble behandlet i Klimaplanen, men også presentert i maritim melding. Stortinget behandlet dette i forbindelse med Klimaplanen.

Omsetningskrav for biodrivstoff: Regjeringen tar sikte på å innføre dette fra 2022.

Avgift på utslipp av CO₂ og NO_x: En særnorsk CO₂-avgift dekker ikke-kvotepliktige CO₂-utslipp i innenriks sjøfart og forventes å øke til 2000 kroner innen 2030 (Klima- og miljødepartementet, 2020). Utslippskravene til NO_x blir også strengere fra 2021: Fartøy som bygges og skal seiles i Nordsjøen eller Østersjøen, må ha 76 prosent mindre NO_x-utslipp enn dagens nivå.

Utvikling av infrastruktur: Det skal anskaffes landstrømanlegg og infrastruktur for alternative drivstoff. Dette er forventet særlig støttet gjennom Enova, men også fra Forskningsrådet.

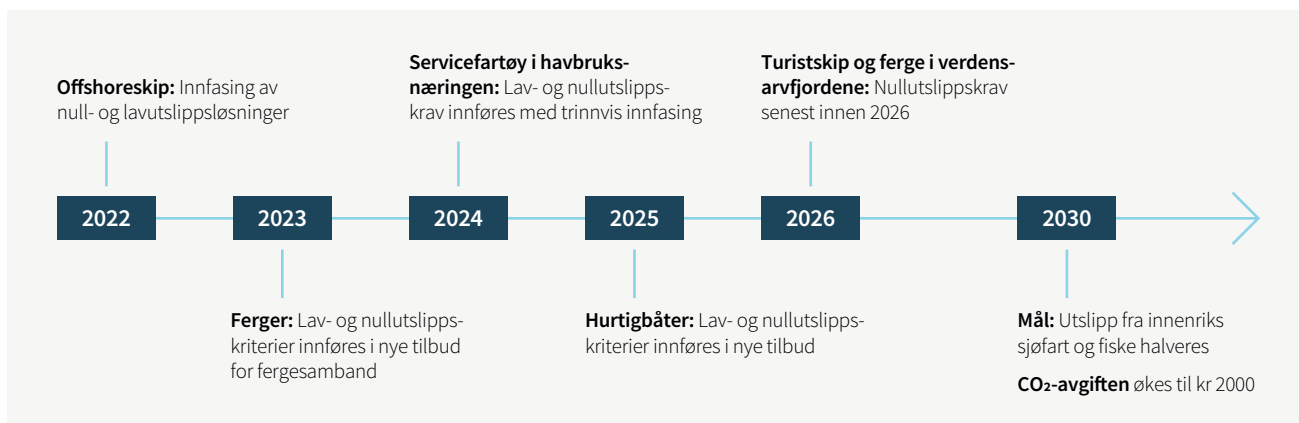
Virkemiddelaktører med relevante støtteordninger for teknologiutvikling og testing: Enova, Innovasjon Norge, Norges forskningsråd, katapultordningen, Horisont Europa.

Operatører er også pålagt å ha en plan for å forbedre energieffektiviteten gjennom skipsspesifikke tiltak basert på «Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP)».

EEDI har tre faser som stiller gradvis strengere krav (gjeldende fra 2013):

- **Fase 1:** 10 prosent bedre energieffektivitet for skip bygget mellom 2015 og 2019 sammenlignet med 1999–2009
- **Fase 2:** 15–20 prosent utvikling i energieffektivitet for skip bygget mellom 2020 og 2024
- **Fase 3:** 30 prosent utvikling i energieffektivitet for skip bygget etter 2022

Figur 16: Klimatiltakene innenfor maritim næring. Kilde: Meld. St. 10, (2020–2021) Grønnere og smartere – morgendagens maritime næring, Meld. St. 13 (2020–2021) Klimaplan for 2021–2030. Menon Economics



International Maritime Organization (IMO)

FNs sjøfartsorganisasjon (IMO) fastsatte i 2018 en klimastrategi med en visjon om å fase ut skipsfartens klimagassutslipp så raskt som mulig i løpet av dette århundret. Strategien fastsetter et mål om at totale årlige utslipp fra internasjonal skipsfart skal reduseres med minst femti prosent innen 2050 regnet fra 2008-nivå. I tillegg skal CO₂-utslippet per transportarbeid (karbonintensitet) for internasjonal skipsfart samlet reduseres med minst førti prosent innen 2030, og man skal etterstrebe sytti prosent reduksjon innen 2050 regnet fra 2008-nivå.

Gjennom MARPOL-konvensjonen⁵⁷ kreves det at skip bygges og utformes mer energieffektivt sammenlignet med den historiske flåten, regulert etter «Energy Efficiency Design Index (EEDI)».

Mindre skip har tilpassede krav for hver fase. Disse kravene strammes nå inn for noen skipssegmenter. Fra 2022, fase 3, stilles det krav om 30 prosent utvikling i energieffektivitet for nybyggede skip:

- gasstankskip over 15 000 dødvekttonn
- containerskip over 10 000 dødvekttonn
- stykkgoods bulkskip over 3000 dødvekttonn
- LNG-skip over 10 000 dødvekttonn
- cruiseskip over 25 000 bruttotonn

⁵⁷ International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, vedlegg VI.

Fase 3-kravene strammes inn ytterligere for containerskip. Avhengig av størrelse av skip stilles det nye utslippsreduksjonskrav mellom på 30 og 50 prosent for containerskip (nybygg) større enn 15 000 dødvekttonn.⁵⁸

IMO har også etablert strengere energieffektivitetskrav for eksisterende skip. Disse kravene skal medføre at IMOs utslippsmål for 2030 nås. Det er etablert et rammeverk for såkalt teknisk effektivitetsforbedring hvor skip må sertifiseres for å tilfredsstille definert energieffektivitetsindeks («Energy Efficiency Existing Ship Index (EEXI)»). I tillegg er det fastsatt energieffektivitetskrav til skipets operasjon basert på en såkalt «Carbon Intensity Indicator (CII)». De nye kravene trer i kraft 1. november 2022.

IMO forhandler videre om nye krav for å sikre at utslippsmålene nås. Utslippsmålene kommer også opp til forhandling fram mot 2023 hvor en revidert klimastrategi skal vedtas.

EUs klimakrav til skipsfarten

EUs mål om å redusere klimagassutslippene med femtifem prosent innen 2030 og å etablere en bærekraftig omstilling til netto null klimagassutslipp i 2050 krever nitti prosent reduksjon av transportutslippene i EU innen 2050. Det innebærer at alle transportformer, inkludert skipsfart, må bidra med utslippsreduksjoner.

EUs kvotesystem (ETS) - CO₂ kostnad

Skipsfarten har krav til rapportering av bunkersforbruk både gjennom MARPOL Annex VI og EUs MRV-forordning (MRV = monitoring, reporting and verification). EU har ennå ikke inkludert skipsfarten i EUs kvotesystem, men EU-kommisjonen la fram et forslag om dette 14. juli 2021 som en del av «Fit for 55»-pakken (European Commission, 2021). For å sikre en myk overgang sikter EU mot en gradvis innføring av skipsfarten. Ifølge EUs forslag vil rederiene levere en viss del av deres CO₂-utslipp fra 2023 og gradvis øke til hundre prosent i 2026 når sektoren blir fullt inkludert i kvotesystemet (European Commission, 2021).

Kvotesystemet setter et tak på hvor mye som kan slippes ut blant virksomhetene og næringene innenfor systemet. Gjennom handel med kvoter mellom virksomheter oppstår det en pris på CO₂-kvoter som reflekterer knappheten på tillatte utslipp. Fram til januar 2021 holdt kvoteprisen seg på under 30 EUR/tonn. Siden starten av januar har EUs kvotepris steget med 155 prosent. Dette henger mye sammen med EUs klimalovpakke «Fit for 55» som ble lagt fram i juli 2021. Første uken av desember 2021, lå prisen på 85 EUR/tonn.⁵⁹

Ifølge en innledende konsekvensvurdering publisert av EU skal inkludering av skipsfarten i kvotesystemet bygge på eksisterende overvåkingsrapportering og verifiseringsregulering. Denne reguleringen dekker skipene over 5000 bruttotonn som laster eller losses frakt eller passasjerer i havner innenfor EØA. Skipene over 5000 bruttotonn dekker nitti prosent av CO₂-utslip-

pene fra skipsfarten, selv om reguleringen kun dekker femtifem prosent av skipene som anløper EU-havner (Commission, 2020).

FuelEU Maritime

I scenarioene vurdert i 2030 Climate Target Plan (CTP) og i forbindelse med utarbeidelsen av EUs strategi for bærekraftig smart mobilitet, beregnes det at fornybart drivstoff og lavutslippsdrivstoff må representere mellom 6 og 9 prosent av drivstoffmiksen i internasjonal skipsfart i 2030, og mellom 86 og 88 prosent i 2050 for å bidra til EUs utslippsmål. Derfor har kommisjonen lagt fram et forslag til ny forordning som vil kreve at skipsfarten faser ut fossilt drivstoff og tar i bruk fornybart drivstoff og lavutslippsdrivstoff.

Dette foreslås gjort gjennom to hovedkrav:

1. Grense for utslippsintensitet i energi- og drivstoffmiksb:

Det blir stilt krav til årlig gjennomsnittlig utslippsintensitet av energi- og drivstoffmiksen brukt om bord på skip i rapporteringsperioden. Intensiteten beregnes ut fra [X gram CO₂-ekvivalent per MJ] og skal gradvis reduseres med fra 2 prosent i 2025 til 75 prosent i 2050.

2. Krav om bruk av landstrøm eller nullutslippsteknologi i EU-havner:

Fra 1. januar 2030 skal skip i havn under jurisdiksjon av medlemsland i EU koble seg til landstrøm og utelukkende bruke den til å dekke energibehovet om bord mens skipet ligger til kai. Kravet retter seg mot containerskip og passasjerskip. Det foreslås enkelte unntak fra kravet, blant annet for skip som ligger i havn i mindre enn to timer, skip som bruker nullutslippsteknologi om bord, og skip som gjør uplanlagte anløp på grunn av sikkerhetsårsaker.

Forordningen foreslås gjort gjeldende for skip på over 5000 dødvekttonn, uavhengig av flaggstatstilhørighet. Kravene retter seg mot energi brukt om bord på skip under havneopphold i et EU-medlemsland, totalen av energien brukt på reiser mellom to havner under jurisdiksjon medlemsland i EU, og halvparten av energien brukt på reiser fra eller til en havn under jurisdiksjon av medlemsland i EU og til en havn under et tredjeland jurisdiksjon.

Bærekraftig finans: taksonomien

EU har som målsetting å være karbonnøytral innen 2050 og kutte utslippene med minst 55 prosent innen 2030 sammenlignet med nivået i 1990. For å nå disse målene styres investeringene mot bærekraftige prosjekter og alternativer. Det trengs dermed en felles definisjon av «bærekraftig». Taksonomien presiserer spesifikke krav for at en økonomisk aktivitet klassifiseres som bærekraftig. Finansforetak og store børsnoterte virksomheter må rapportere andel omsetning og andel produkter som er bærekraftige. Rammeverket for taksonomien er allerede vedtatt av EU og er sikkert relevant for EØS, men det er ukjent når det blir vedtatt i Norge. Omstillingskriteriene strammes inn

58 MARPOL Annex VI

59 <https://tradingeconomics.com/commodity/carbon>

hvert tredje år og andre kriterier hvert femte år i tråd med teknologisk utvikling (European Commission, 2021).

Taksonomien er relevant for alle sektorer og knyttes til seks overordnede miljømål:

1. utslippsreduksjon
2. tilpasning til klimaendringer
3. bærekraftig forbruk og beskyttelse av vann og marine ressurser
4. omstilling til sirkulær økonomi
5. forurensing, forebygging og kontroll
6. beskyttelse og gjenopprettelse av biologisk mangfold og økosystemer

EU utarbeidet de tekniske kravene i henhold til de første to målene i 2020. Detaljene til de fire øvrige målene publiseres mot slutten av 2021.

Transport er en av sektorene som ble utarbeidet i taksonomien. Det spesifiseres detaljerte kriterier for hvilke aktiviteter som klassifiseres som bærekraftige, og hvilke som ikke gjør det innenfor transportsektoren, herunder innenlands sjøfart og kysttrafikk med gods og passasjerer, retrofitting og bygging av infrastruktur som tilrettelegger lavutslipps sjøtransport. Ifølge taksonomiens kriterier kan en aktivitet anses å bidra vesentlig til utslippsreduksjon dersom minst ett av følgende kriterier innfris innenfor hver transportkategori i skjemaet nedenfor. I tillegg anses bygging av fartøy og infrastruktur som produksjon eller transport av fossilt brennstoff som ikke bærekraftig (European Commission, 2021).

Tabell 2: Taksonomiens kriterier. Kilde: Taxonomy regulation delegated act, Annex 1 og Menon Economics.

Sjøfart og kysttrafikk med gods	
Nye krav etter 2025	Fartøy har null direkte CO ₂ -utslipp
	Hybridfartøy har minimum 25 prosent framdrift eller kraft fra drivstoff med null direkte CO ₂ -utslipp i vanlig operasjon
	Fartøy har null direkte utslipp eller har 50 prosent mindre utslipp sammenlignet med verdien for tunge kjøretøy (vehicle subgroup 5-LH) definert av EEDI, kun dersom det kan bevises at fartøy blir brukt for å tilrettelegge skifte fra vei- til sjøtransport
	Fartøy har en EEDI-verdi som er 10 prosent lavere enn EEDI-kravene som er anvendelige fra 1. januar 2022
Sjøfart og kysttrafikk med passasjerer:	
Nye krav etter 2025	Fartøy har null direkte CO ₂ -utslipp
	Hybridfartøy har minimum 25 prosent framdrift fra drivstoff eller kraft med null direkte CO ₂ -utslipp i vanlig operasjon
	Fartøy har en EEDI-verdi som er 10 prosent lavere enn EEDI-kravene som er anvendelige fra 1. januar 2022
Oppdatering av fartøy for sjøfart og kysttrafikk	
Oppdatering av fartøyet reduserer drivstoffbruken med 10 prosent	
Infrastruktur for sjøfart	
Infrastrukturen er dedikert til operasjonene av fartøy med null direkte CO ₂ -utslipp: elektrisk lading, hydrogenbasert tanking.	
Infrastrukturen er dedikert til å tilrettelegge for landstrøm til skip som ligger ved kai	
Infrastrukturen er dedikert til operasjonene med null direkte CO ₂ -utslipp i havner	
Infrastrukturen er dedikert til omlasting mellom transportmidler	

GRØNN OMSTILLING I SKIPSFART I ASIA:

SØR-KOREA, KINA, JAPAN

Tre store maritime nasjoner i Asia er Sør-Korea, Kina og Japan. Kina og Japan er de to største skipsfartsnasjonene i verden målt i verdi. Disse landene har også målsettinger om utslippsreduksjon og utvikling av lav- og nullutslippsteknologier.

Japan

I 2020 lanserte Japan klimaplanen «Green Growth Strategy in line with Carbon Neutrality in 2050». Skipsfart generelt og ammoniakk som drivstoff er to av de fjorten satsingsområdene. Nærings- og handelsdepartementet har uttalt at de forventer at ammoniakk som drivstoff skal kunne introduseres kommersielt innenfor skipsfarten mot slutten av 2020 og at det forventes brukt kommersielt i betydelig omfang i 2030. Det slås også fast i strategien at Japan har som ambisjon å bli den første nasjonen til å bygge opp en internasjonal forsyningskjede for ammoniakk, samt at landet skal ta en lederrolle på både leverandør- og brukersiden for å sikre utvikling i næringen (Ministry of Economy, Trade and Industry, 2020).

Kina:

Kina har kunngjort at CO₂-utslippene skal nå toppen før 2030, og at den kinesiske økonomien skal være karbonnøytral innen 2060 (Jinping, 2020). For første gang i historien har Kina et klimamål i sin femårsplan, det inkluderer en reduksjon av CO₂-intensitet med 18 prosent og energiintensitet med 13,5 prosent fra 2021 til 2025. Fra sommeren 2021 er også Kinas kvotehandelssystem operativt. Dette inkluderer industrielle utslipp. Shipping er foreløpig utelatt, men med de utslippsgrensene som er fastsatt, kan næringen fort bli inkludert. Kina har satt ambisiøse mål for seg selv, og det er usikkert om de kommer til å nå disse målene. Når det gjelder den maritime næringen, satte Kina et utslippskrav for SO_x og NO_x allerede i 2016 for å forebygge luftforurensing i havneområder. Disse kravene vil gradvis utvides til andre områder. I tillegg iverksetter Kina insentivordninger for lavutslippsløsninger for maritim næring, herunder bruk av landstrøm, bruk av LNG som drivstoff samt pilotprosjekter av elektriske fartøy (Finamore, 2020).

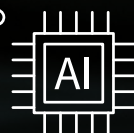
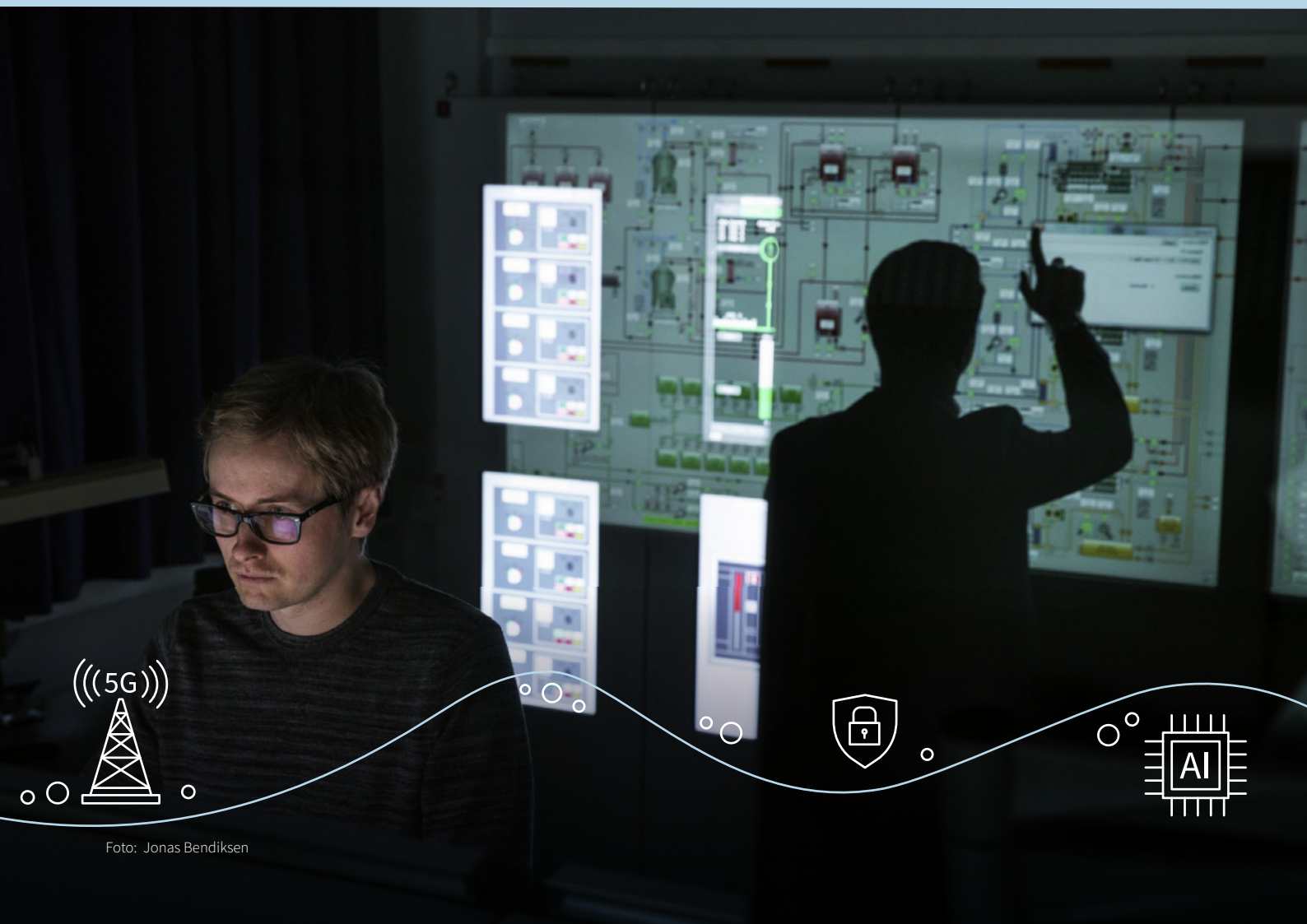
Sør-Korea

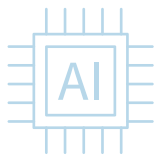
Sør-Korea har lagt fram en overordnet klimaplan: «Green New Deal». En del av klimaplanen, «Green Ship K Initiative», fremmer utvikling av miljøvennlige skipsteknologier. Hav- og fiskeridepartementet investerer 870 millioner amerikanske dollar mellom 2022 og 2031 i samarbeid med industridepartementet. Hensikten er å redusere utslipp fra skipsfart med 40 prosent i løpet av de neste 25 årene og med 70 prosent innen 2050. Teknologiene det tas sikte på, er bruk av hydrogen og ammoniakkbrenselcelle, lagringstank samt framdriftssystemer og drivstofftilbud (Ministry of Oceans and Fisheries, 2020).

REFERANSER

- Brynolf, S., Taljegard, M., Grahm, M., & Hansson, J. (2018). Electrofuels for the transport sector: *A review of production costs*.
- Christiansen, M. B. (2021, 02 17). Maersk aims for first carbon-neutral container ship in 2 years. (R. Milne, Interviewer)
- Commission, E. (2020). *2019 Annual Report on CO₂ Emissions from Maritime Transport*.
- DNV. (2017). *LPG as a marine fuel*.
- DNV. (2018). *Energy Transition Outlook*.
- DNV. (2019). *Alternative fuels in the Arctic*.
- DNV. (2019). *Assessment of selected alternative fuels and technologies*.
- DNV. (2019). *Barometer for grønn omstilling av skipsfarten*.
- DNV. (2019). *Energy Transition Outlook*.
- DNV. (2021). *LNG as marine fuel*. Retrieved from <https://www.dnv.com/maritime/insights/topics/lng-as-marine-fuel/index.html>
- Englert, D., Lasos, A., Carlo, R., & Tristan, S. (2021). *The Role of LNG in the Transition Toward Low- and Zero-Carbon Shipping*. World Bank.
- European Commission. (2021, 07 14). amending Directive 2003/87/EC establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within the Union, Decision (EU) 2015/1814. Brussels.
- European Commission. (2021). *EU taxonomy for sustainable activities*. Retrieved from https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/sustainable-finance/eu-taxonomy-sustainable-activities_en.
- European Commission. (2021). *Reducing emissions from the shipping sector*. Retrieved from https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/shipping_en
- European Commission. (2021, 06 04). Taxonomy regulation delegated act Annex 1. Brussels.
- Finamore, B. (2020). Retrieved from *Taking Stock of China's Actions to Steer Green Shipping*: <https://www.nrdc.org/experts/barbara-finamore/taking-stock-chinas-actions-steer-green-shipping>
- Fiskeridirektoratet. (2021). *Fartøy i merkeregisteret*. Retrieved from <https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Tall-og-analyse/Fiskere-fartoy-og-tillatelser/Fartoy-i-merkeregisteret>
- IMO. (2020). *Fourth green house gas study*.
- IMO. (2021). Retrieved from *Reducing green house gas emissions from ships*: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Reducing-greenhouse-gas-emissions-from-ships.aspx>
- Innovasjon Norge. (2020). Retrieved from *Kondemneringsordning for skip i nærskipfart*.
- Jinping, X. (2020). Statement by H.E. Xi Jinping President of the People's Republic of China at the General Debate of the 75th Session of The United Nations General Assembly.
- Klima- og miljødepartementet. (2020). *Klimaplan for 2021-2030*.
- Ministry of Economy, Trade and Industry. (2020). *Green Growth Strategy Through Achieving Carbon Neutrality in 2050*.
- Ministry of Oceans and Fisheries. (2020). *2030 GreenShip-K Promotion Strategy*.
- Nilsen, M. (2021, 07 05). *Sjøfartsdirektoratet*. Retrieved from *Batterihibrid blir verdens første hydrogenferje*: <https://www.sdir.no/aktuelt/nyheter/batterihibrid-blir-verdens-forste-hydrogen-ferje/>
- NOx-fondet, Maritime Battery Forum, Greenland Energy, DNV. (2016). *Life cycle analysis of batteries in maritime sector*.
- Nærings- og fiskeridepartementet. (2020). *Grønnere og smartere - morgendagens maritime næring*.
- OECD. (2007). *Compensated gross tonn (CGT) system*.
- Schøyen, H., & Steger-Jensen, K. (2017). *Nuclear propulsion in ocean merchant shipping: The role of historical experiments to gain insight into possible future applications*.
- SINTEF. (2020). Retrieved from *Hva er egentlig grått, grønt, blått og turkis hydrogen?*: <https://www.sintef.no/siste-nytt/2020/hva-er-egentlig-gra-gronn-bla-og-turkis-hydrogen/>
- SINTEF. (2021). Retrieved from *Elektriske og hybride kraftsystemer for skip*: <https://www.sintef.no/ekspertise/sintef-energi/elektriske-og-hybride-kraftsystemer-for-skip/>
- SINTEF. (2021). *Grønn ammoniakk: Klimavennlig drivstoff for lange distanser og tunge oppgaver*.
- World Nuclear Association. (2021, 06). Retrieved from *Nuclear-Powered Ships*: <https://world-nuclear.org/information-library/non-power-nuclear-applications/transport/nuclear-powered-ships.aspx>

Vedlegg 2: Digitalisering i maritim næring





Digitale teknologier vil sammen med elektrifisering spille en sentral rolle og være avgjørende for å lykkes med det grønne skiftet både nasjonalt og internasjonalt. For maritim næring vil det omfatte økt bruk av digitale teknologier og hybride energiløsninger. En digital transformasjon i næringen vil kreve økt kunnskap og tverrfaglig kompetanse i utvikling og anvendelse av teknologier. Digitalisering betyr ikke nødvendigvis redusert bemanning om bord i fartøy, men vil kunne bidra til mer effektiv drift og økt verdiskapning. Bærekraftige økonomiske forretningsmodeller blir sentrale for å kunne lykkes.

Denne rapporten gir en kort gjennomgang av Industri 4.0 og digitale teknologier av spesiell betydning for digitalisering i maritim næring. Den gir også en kort vurdering av hvilken betydning utviklingen kan ha for innretningen av forsknings- og innovasjonstiltak og forhold som kan hindre bruk av ny teknologi. Rapporten inngår i underlaget til arbeidet med ny Maritim21-strategi. Med maritime næringer menes i denne sammenheng rederinæringen, verftsindustrien, tjenesteleverandører og utstyrsleverandører til alle typer skip og flytende fartøy. Det inkluderer også fartøy og maritim teknologi knyttet til andre havnæringer, herunder havbruk, fiskeri, offshore olje- og gasssektor og offshore fornybar energinæring, samt kompetanseoppbygging i forskningsmiljøer på teknologiske og samfunnsvitenskapelige temaer av betydning for norske maritim næring.

Elektrifisering vil ha en betydelig innvirkning på utviklingen av det grønne skiftet for maritim næring. Det inkluderer både utvikling av nye nullutslippsskip og ombygging av eksisterende flåte med en grønnere kraftforsyning om bord og fremdriftssystem. Løsningene for elektrifisering er mange, fra helelektrisk til hybride energiløsninger. For skip omfatter det spesielt fremdriftssystemer som inkluderer hybrid diesel-elektrisk og brenselcelle-batteri. Valg av energiløsning vil avhenge av fartøy, størrelse, bruk, funksjonalitet, seilingsruter og energitilgjengelighet. Det siste omfatter tilgang til nye drivstoffer og energi i havner. Digitale teknologier, som sensorer og maskinvare for energistyring og kontroll, er avgjørende for implementeringen av nye energiløsninger i maritim sektor. Krav til sikkerhet, risikostyring og bærekraftig drift vil også påvirke valg av hybride energiløsninger.

I dette vedlegget legger vi vekt på sentrale digitale teknologier som er avgjørende for at Norge skal lykkes med digitalisering i den maritime næringen. Den raske utviklingen i basisteknologier og systemteknologier vil påvirke innføringen av Industri 4.0 i maritim sektor, og spesielt kan nevnes

- autonomi og avanserte styresystemer for effektiv drift og reduserte utslipp;
- informasjonssikkerhet for sikker drift;
- konnektivet og 5G-løsninger for kommunikasjon og samarbeidende systemer. Utviklingen i kommunikasjonsteknologi vil øke mulighetene for større grad av fjernstyring og autonomi;
- tingenes internett for kobling av sensorsystemer og enheter for blant annet tilstandsovervåking og datainnhenting;
- stordatalagring og behandling av data for beslutningstøtte samt bruk av kunstig intelligens for analyse og tolking av data;
- energistyresystemer for optimal drift av hybride energisystemer. Simulering og digitale tvillinger er viktige systemteknologier for å teste og verifisere ulike energikonsepter.

Europakommisjonen uttrykker tydelig at teknologi skal være til å stole på. Informasjonssikkerhet vil fremover utgjøre en viktig komponent for å bidra til økt tillit til teknologi samt sikker drift. Digitale teknologier vil endre arbeidsplasser og arbeidsoppgaver i maritime næringer, og denne transformasjonen er allerede i gang. Det vil være stort behov for digital kompetanse i alle deler av næringen og langs hele verdikjeden. Mennesker og kompetanse vil være avgjørende for å lykkes med det grønne skiftet og sikre en bærekraftig verdiskapning i norsk maritim næring. Mennesker skal interagere med teknologi, og mennesker, maskiner og systemer må samhandle. I denne rapporten tas ikke interaksjon og samhandlingsteknologi opp spesielt, men det vil ha betydning for maritim sektor at det finnes kompetanse innenfor dette området.

I det etterfølgende trekkes spesielt syv digitale teknologier frem som alle vil være innovasjonstriggere. Disse er autonomi, digital sikkerhet, 5G, kunstig intelligens, tingenes internett, edge computing og digitale tvillinger. Det er en gjensidig avhengighet mellom disse teknologiene. Det betyr at det ikke kun kan satses på én enkelt av dem, det kreves forskning og utvikling som både utvikler spisset kompetanse innenfor enkelte teknologier, men også prosjekter som ser på utvikling av hele digitale plattformer. Dersom maritim næring skal lykkes med det grønne skiftet, er det behov for kunnskap og kompetanse innenfor disse digitale teknologiene samt innenfor elektrifisering.

INDUSTRI 4.0

Industri 4.0 betegner den fjerde industrielle revolusjonen, som innebærer økt bruk av automatisering, smarte maskiner og digitale teknologier for mer effektiv produksjon. Produksjons- og driftsdata anvendes for økt produktivitet og bedre beslutningsstøtte langs hele verdikjeden.

Maritim 4.0 har og vil påvirke maritime næringer fremover. Det omfatter drift av skip og flåte, digital samhandling mellom skip og land, kommunikasjonsteknologi, sensorteknologi, dataanalyse og -lagring og beslutningsstøttesystemer. Nye skip driftes og styres av datamaskiner som får informasjon gjennom tingenes internett om bord. Data om skipets drift og ytelse er viktig for energioptimalisering, prediktivt vedlikehold, diagnostisering og sikkerhet om bord. For eksempel kan temperaturovervåking av last bidra til redusert risiko for brann og stans av fartøyet.

Teknologiene beskrevet videre i dette dokumentet er avgjørende for å lykkes med Maritim 4.0, som er betegnelsen for Industri 4.0 for maritim næring. Maritim 4.0 innebærer også elektrifiseringsløsninger for skipsfarten for å redusere utslipp.

Skipsbygging og verft har endret seg de senere årene og er i Norge en industri basert på spesialproduksjon og skreddersøm. Målet er intelligente, digitaliserte verft som er adaptive og ressurseffektive og som evner å utnytte digitale teknologier for mer effektiv produksjon. Krav om grønn omstilling og reduserte utslipp vil påvirke fremtidig skipsdesign og kompetansebehov i næringen. Verftene og leverandører vil møte krav om å kunne produsere enda mer bærekraftig, men også om å kunne ombygge og designe nye mer energieffektive, pålitelige og utslippsfrie skip. Interoperabilitet, standardisering og integrasjon langs hele produksjonskjeden er nøkkelen i Maritim 4.0.

Konkurransen om å bygge skip mer kostnadseffektivt er krevende gitt kompleksiteten både med hensyn til nye standarder og krav, men også instrumentering om bord, integrert hardware og software. Maritim 4.0 vil innebære å utvikle digitale produktmodeller som i sanntid presenterer status for byggeprosessen. En driver for dette er digitale tvillinger som inneholder både 3D-modeller av skipets deler, prosessflyten, en dynamisk skips-

modell samt en kontinuerlig oppdatert forretningsmodell. Tvillingen vil være sentral i optimalisering av design, både av byggeprosessen og skipet, og den vil kunne anvendes i testing og verifikasjon. Digitale tvillinger muliggjør deling av data og informasjon med alle involverte parter i sanntid i hele skipets byggetid. Denne datadelingen legger til rette for kontinuerlig forbedring av alle deler av prosessen. Tvillingen vil senere kunne anvendes i drift av skipet og vil kunne oppdateres kontinuerlig med sanntids driftsdata av både skip og flåte.

For å digitalisere vil utvikling av en digital plattform stå sentralt. Den digitale tvillingen utgjør en del av den digitale plattformen. Deling av data langs hele produksjons- og verdikjeden er avgjørende for å lykkes. Den digitale tvillingen legger til rette for deling av data gjennom standardisering av datamodeller og utvekslingsprotokoller. Digitaliseringen vil føre til at en stor del av prosess- og produksjonsinformasjonen er tilgjengelig digitalt, og dette vil også påvirke fremtidige forretningsmodeller.

AUTONOMI Introduksjon

Autonome systemer kan helt eller delvis operere selvstendig og med varierende grad av menneskelig inngripen. Om bord på et skip kan autonomi løse oppgaver utført av enkeltstående eller flere systemer og prosesser.⁶⁰ Eksempler på oppgaver er ruteplanlegging, navigasjon underveis, inkludert kollisjonsunngåelse, å legge til og fra kai og fortøyning. Det er hensiktsmessig å skille mellom ulike grader av autonomi for å uttrykke skipets avhengighet av menneskelig inngripen og tilstedeværelse. For skip er det eksempelvis foreslått av IMO⁶¹ å skille mellom fire autonominivåer:

1. automatiserte prosesser og beslutningsstøtte for mannskap om bord på skip
2. fjernstyrte skip med mannskap om bord
3. fjernstyrte skip uten mannskap om bord
4. fullt autonome skip uten mannskap der skipene selv tar beslutninger og aksjoner

Kystverket har adoptert en lignende inndeling, men i fem nivåer. Autonominivået er relevant å knytte til alle typer sjøtransport: vare- og godstransport og ferjer og overflatefartøy som benyttes i ulike typer maritime operasjoner.

Autonominivå 1 er allerede innført for en rekke systemer om bord på skip og utgjør en del av «state of the art», mens nivå 2–4 er det man sikter til med innføring av autonome skip. De første kommersielle, autonome skipene for varetransport plasserer seg innenfor nivå 2, med Yara Birkeland og ASKO sjødroner som eksempler. Nivå 2 kan være et mål i seg selv, men betraktes ofte som et første steg mot en kvalifisering av teknologi og operasjon

60 Utledet fra definisjon foreslått i ISO TR 23860

61 International Maritime Organization. MCS 99/WP.9/Annex 1, para.4.

for nivå 3 og 4. Overgangen fra nivå 2 til 3 stiller svært strenge krav til tilstrekkelig kapasitet, pålitelighet og sikkerhet for kommunikasjon mellom skip og kontrollsenter på land. I tillegg vil man på nivå 3 og 4 ha behov for følgende tilleggssystemer sammenlignet med nivå 2: sensorsystemer for situasjonsforståelse (SITAW), systemer for beslutningstaking som kombinerer informasjon fra SITAW med annen relevant informasjon, som tilstanden til det autonome systemet, operasjonssenter og robust kommunikasjon mellom autonomt system og operasjonssenter. Full autonomi er ikke nødvendigvis et mål i seg selv, men autonome løsninger kan bidra til å forbedre sikkerhet, kostnadseffektivitet og/eller fleksibilitet i vare- og/eller passasjertransport utover det man får til med de konvensjonelle løsningene. Selv ved lavere autonomnivå (1–2) kan man oppnå gode effekter ved å avlaste mannskap og bidra til bedre beslutningsunderlag. Autonomnivå 3–4 vil stille krav til nye måter å operere i henhold til regelverket⁶² i og med at hele eller deler av mannskapet og funksjonene er overført til ett eller flere operasjonssentre. Å operere et autonomt skip kan ikke ses som en isolert oppgave, men må håndteres ut fra en sameksistens med annen skipstrafikk og maritim aktivitet. Derfor er demonstrasjon av sikkerhet før de autonome systemene tas i bruk og risikoovervåkning under operasjon avgjørende for å forebygge ulykker.

Autonomi er også relevant i forbindelse med havneinfrastruktur, og spesielt for varetransport står dette helt sentralt for å utløse potensialet med autonom skipstransport. Eksempler inkluderer autonome kranoperasjoner, autonome løsninger for selve cargo-håndteringen (innfesting og utløsning av løftemekanismer), autonome løsninger for transport av cargo i havn og autonome løsninger for lading og/eller fylling av drivstoff. Som for skip vil det være relevant å skille mellom ulike grader av autonomi ut fra hva som er hensiktsmessig, kostnadseffektivt og teknologisk mulig. Spesielt for håndtering av cargo vil autonomi bidra til at dekk- og havnepersonell blir mindre eksponert for farlige operasjoner. Det vil finnes en del generelle likhetstrekk mellom de teknologiske utfordringene man møter på nivå 2–4 for skip og for andre autonome løsninger nevnt ovenfor.

UTVIKLINGSTRENDER



Demonstrasjon av modell av autonom farkost. Foto: NTNU

Om bord på skipet

SITAW: Flere sensorsystemer og kommunikasjonsteknologier er allerede installert i konvensjonelle skip for å bidra til at mannskapet får bedre situasjonsforståelse. Eksempler er systemer som AIS, VHF og radarsystemer. Informasjonen systemene gir, fungerer som et supplement til visuell overvåkning, og mannskapet må selv vurdere hvilke beslutninger de må ta på bakgrunn av de ulike kildesystemene. For autonome skip på autonomigrad 2 og høyere utvides begrepet situasjonsforståelse til teknologier som kan angi nøyaktig og med høy pålitelighet hvor skipet befinner seg til enhver tid, skipets egen tilstand og hvilke andre fartøy og objekter som finnes i omgivelsene. Dette omtaler vi som SITAW-teknologi og -systemer. Skipets omgivelser kan delvis baseres på systemer for utveksling av informasjon om posisjon og kurs med konvensjonelle skip. Samtidig omfattes mange typer fartøy og objekter ikke av slike løsninger, og sensortechnologi må innføres for at skipet selv skal kunne se det mannskapet dekker med visuell overvåkning. En slik overvåkning er ikke begrenset til bare å tolke hva som befinner seg i omgivelsene, men krever også å kunne følge med på flere objekters bevegelser og posisjon i forhold til skipet. For SITAW skiller det mellom **fire hovedtyper sensorer**: sensorer for (i) identifisering av ukjente objekter i omgivelser, (ii) for aktiv innhenting av informasjon om andre skips og fartøys posisjon, (iii) for identifisering av skipets egen posisjon («selvlokalisering») og (iv) for identifisering av skipets egen tilstand. I det følgende gis en kort beskrivelse av status og trender for disse fire typene.

Innenfor **sensorkategori (i)** skiller det ofte mellom semantiske sensorer. De har som formål å identifisere hva objektet er, og de romlige («spatial») forholdene som identifiserer hvor objektet er plassert i omgivelsene. Her brukes kombinasjoner av kamerateknologi, lidar⁶³, radar og sonar. Innenfor bilindustrien har det vært forsket på sensortechnologier som kan skille mellom og følge med på flere typer objekter samtidig,⁶⁴ eksempelvis ulike typer kjøretøy, fotgjengere, syklistene og veimerking. ARPA⁶⁵-systemer har lenge benyttet radarbaserte sensorer til å følge med på ulike objekter til havs, både kurs, hastighet og om objekter kommer så nær hverandre at det er fare for kollisjon. Relativt nylig er denne teknologien blitt integrert

⁶² Eksempelvis: COLREGS, STCW (standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers), SOLAS, se 1. LVM, Charting Regulatory Frameworks for Maritime Autonomous Surface Ship Testing, Pilots, and Commercial Deployments. 2020, Helsinki, Finland: Ministry of Transport and Communications.

⁶³ Lidar: Light detection and ranging

⁶⁴ På engelsk: Multi-target tracking

⁶⁵ ARPA: Automatic radar plotting aid

i autonome systemer for kollisjonsunngåelse, både i forsvarssektoren og av akademiske prosjekter, som Autosea.

Innenfor sensorkategori (ii) inngår AIS⁶⁶, VHF og akustiske sensorer. For AIS er det behov for å tilpasse protokollen for kommunikasjon både mellom autonome skip og mellom autonome skip og konvensjonelle fartøy. AIS er installert bare på visse typer skip og dekker bare deler av kommunikasjonsbehovet. Det pekes derfor på behovet for å tilpasse VHF og akustiske sensorer for kommunikasjon mellom autonome skip og andre fartøy.

For sensorkategori (iii) inngår en kombinasjon av INS,⁶⁷ GNSS⁶⁸ og lokale referansesensorer. Metoder for samtidig lokalisering og kartlegging (SLAM⁶⁹) som kan virke uavhengig av GNSS, er allerede forsket på for mobil landbasert robotikk. Løsningene og resultatene er ikke direkte overførbare til det maritime domenet på grunn av behovet for å håndtere større avstander, større variasjon i objektstørrelser og mer krevende værforhold. I videreutvikling av SLAM for maritime anvendelser inngår å forbedre metoder for dataanalyse, inkludert bruk av maskinlæring, og bruk av flere typer sensorer for å gjøre teknologiene mer robuste.

Felles for alle sensorkategoriene er behov for sensorfusjon. Sensorfusjon handler om å kombinere og sammenstille ulike typer sensordata for å gi mer presis informasjon eller opprettholde tilstrekkelig informasjon ved bortfall av eller mangelfulle sensordata. Anerkjente algoritmer, som Kalman-filter, løser allerede mange av disse oppgavene. Samtidig vil maskinlæring og kunstig intelligens være nødvendig for å bedre tolkning av data, slik som å avgjøre hvilke typer objekter som befinner seg i og forflytter seg i omgivelsene, og for å avdekke tolkningsmessig støy, for eksempel bølgererefleks.

Navigasjon: Om bord på mange konvensjonelle skip håndterer automatiserte navigasjonssystemer styringen i henhold til kurs, posisjon og hastighet angitt av mannskapet. Ved høyere autonomnivå (3–4) utvides omfanget av navigasjonssystemene til også selv å kunne planlegge en rute og avgjøre hvilke korrigeringer som er nødvendige underveis, ut fra skipets egen situasjonsforståelse. De avveininger mannskapet gjør etter rammene som angis i regelverk som COLREGS⁷⁰ og STWC⁷¹, må bygges inn i skipets navigasjonssystemer. En utfordring er de skjønnsmessige vurderingene og avveiningene som inngår i å håndtere ulike situasjoner som kan oppstå. Kompleksiteten og uforutsigbarheten i forhold til alle slike scenarioer tilsier at navigasjonssystemer blir avhengige av å implementere kunstig intelligens i forbindelse med både ruteplanlegging og korrigering av denne underveis. Slike systemer løser ikke sine oppgaver uten opplæring. Fordi en del av de skjønnsmessige vurderingene og avvei-

ningene ikke lar seg lett beskrive gjennom forhåndsdefinerte algoritmer, blir læringen ekstra krevende. Kunstig intelligens har allerede vært gjenstand for betydelig forskning og utvikling innenfor skipssystemer for fremdrift og bevegelsesstyring og har dermed en høy grad av modenhet i industrien. Nyere forskning har koblet disse systemene til andre systemer for å håndtere mer sammensatte problemstillinger, som å unngå kollisjon med flere fartøy, men disse er ikke implementert i kommersiell operasjon ennå. Gitt de utfordringene som er pekt på, gjenstår mye forskning og utvikling, en mulig trinnvis tilnærming kan være den beste strategien for å kvalifisere teknologien stegvis. Mangel på metoder og verktøy for kvalifisering av systemer med selvlæring og høy kompleksitet er i seg selv en utfordring som bør forskes på parallelt med utviklingen av teknologien. På grunn av risikoen for ulykker ved feil og mangelfull operasjon får kvalifisering og sikkerhetsdemonstrasjon overlappende betydning. Dette temaet er diskutert under sikkerhet og risiko.

Digital infrastruktur mellom skip og operasjonssentre

Både teknologier for SITAW og navigasjon er avhengige av robust, sikker og tilstrekkelig dimensjonert **digital infrastruktur**. Vi kan skille mellom den digitale infrastrukturen om bord på skipet, mellom skipet og kontrollsentre og mellom skipet og omgivelsene (inkludert andre skip og fartøy). For kontrollsentre vil man også forvente å se på løsninger for backup-sentre, og dermed vil den digitale infrastrukturen mellom kontrollsentre også inkluderes. Spesielt fjernstyring (autonomnivå 2 og 3) stiller ekstra høye krav til den digitale infrastrukturen mellom skip og kontrollsentre for å tilfredsstille behov for overføringskapasitet i sanntid, mens full autonomi (autonomnivå 4) vil kreve mye av den digitale infrastrukturen om bord på skipet og mellom skipet og omgivelsene. Den konvensjonelle maritime digitale infrastrukturen inkluderer maritim radio, radar og satellittnavigasjon. For autonome skip vil også de mobile nettverkene, som 4G og 5G, bli avgjørende for å gi nok kapasitet og tilfredsstille krav til ekstremt høyt pålitelig kommunikasjon med liten forsinkelse (URLLC⁷²). I dag har vi ikke nok kunnskap om hvilke kapasiteter man kan oppnå samlet sett, i forhold til alle de initiativ som tas både for områdevis utbygginger og for globale satellittsystemer. Det er behov for rammeverk for hvordan intelligent utstyr (såkalt Utstyr IoT⁷³-utstyr) om bord på skip skal koble seg sammen i nettverk og dele data med hverandre og med operasjonssentre. Dette inkluderer å gi anbefalinger til hvilken databehandling som skal skje om bord på skipet i forhold til overføring av rådata. Her vil det måtte gjøres avveininger ut fra autonomigrad og behov for å gjenskape nøyaktig samme

66 AIS: Automatic identification system

67 INS: Inertial navigation system

68 GNSS (Global navigation satellite system)

69 SLAM: simultaneous localization and mapping

70 COLREGS: International Regulations for Preventing Collisions at Sea

71 STCW: International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers

72 URLLC: Ultra reliable low latency communications

73 IoT: Internet of Things

informasjon som mannskapet vil se om bord på et skip, og som vises i et operasjonssenter.

Myndigheter og samfunn vil kreve at autonome skip er minst like sikre som konvensjonelle skip. Dette stiller blant annet krav til pålitelige og sikre systemer, sikkerhetsfunksjoner og beslutningstaking om bord på skipene og i operasjonssentrene. Dette inkluderer også å ivareta cybersikkerhet og beskyttelse mot digitale angrep. Risikoanalyser utgjør en sentral del av prosessen med å kvalifisere ny teknologi eller endrede måter å operere eksisterende teknologier på. Tradisjonelle risikoanalysemetoder kan dessverre i liten grad fange opp feil som kan oppstå i mer komplekse systemer, der feil i samspill mellom systemer og utilsiktede begrensninger er en mer sannsynlig årsak enn enkeltstående komponentfeil. Metoder, som dynamiske og statistiske risikoanalysemetoder (D-PRA⁷⁴), simuleringsbasert PRA og systemtekniske analyser, tar for seg noen av disse bekymringene, men de har i begrenset grad vært testet på autonome skip og for risikoovervåking i sanntid.

Uavhengig tredjepartstesting og verifisering av automatiserte systemer for konvensjonelle skip er veletablert, men ikke tilpasset de nye utfordringene med kompleksiteten som følger med autonomi. En utfordring er å identifisere og ha tilstrekkelig kapasitet til å teste et mye høyere antall scenarioer som kan oppstå. En annen utfordring er at maskinlæring og kunstig intelligens ikke er like transparente i forhold til å beskrive innebygget funksjonalitet, og systemene kan også endre seg (ved å lære) over tid. Simulatorer og utvikling av digitale tvillinger er derfor viktige i forbindelse med verifikasjon av autonome styringssystemer og må være gjenstand for regelmessig testing og revalidering. Mangel på modenhet for metoder på dette området utgjør en mulig sikkerhetsrisiko. Digitale tvillinger er forventet å få en tydeligere rolle i forbindelse med operasjonen av autonome skip ved å kunne prediktere ulike scenarioer i forbindelse med situasjoner der en står ovenfor ulike beslutningsvalg. Her har deler av den maritime bransjen utviklet en åpen simuleringsplattform⁷⁵ som kan tilpasses behov for hele livssyklusen fra design og gjennom hele operasjonsfasen. Ansvar ved ulykker som involverer autonome skip og operasjoner er ikke regulert av maritimt lovverk og juridisk praksis. Utviklingen i dette feltet vil kunne stille nye krav og forventninger til de tekniske løsningene som utvikles om bord på skipene, for digital infrastruktur, for havneløsninger og for operasjonssentre.

Det er forventet at utviklingen i de ti årene vil skje langs flere akser. Innenfor systemer for situasjonsforståelse (SITAW) forventes en utvikling mot mer robust teknologi der maskinlæring og kunstig intelligens vil kunne supplere allerede anerkjente algoritmer. Tilstrekkelig data for klassifisering av ulike typer objekter (skip/fartøy, skjær, annen aktivitet i sjøen) som kan forventes i et maritimt miljø og under operasjon, er viktig for å lære opp systemene. Innenfor autonom navigering vil det forventes en omfattende uttesting før man fjerner eller reduserer mannskapet

i forhold til planlagt autonomigrad. Man kan se for seg at autonomi i størst mulig grad vil skje med velprøvde algoritmer og modeller, og at maskinlæring og kunstig intelligens vil benyttes til beslutningsstøtte for personell i operasjonssentre. Som en del av beslutningsstøtteverktøyene vil det utvikles og benyttes digitale tvillinger, både i designfasen og under operasjon. Digitale tvillinger er, som navnet indikerer, en digital representasjon av fartøyet (posisjon, bevegelser, tilstand) og dets omgivelser. I tillegg inkluderer konseptet digital tvilling-modeller og analyseverktøy for prediksjon, både i forhold til mulige utfall og konsekvenser av ruteendring, endring av skipets kurs, endring av skipets driftsmåte m.m. Utfall og konsekvenser kan relatere seg til eksempelvis endring av ankomsttid, endring i ulykkesrisiko og utvikling i skipets tekniske tilstand. Digitale tvillinger vil derfor bli avgjørende for å hjelpe både skipet selv, mannskapet og operasjonssentre med å oppdage, forebygge og gi innspill til håndtering av ulike operasjonelle avvikssituasjoner. Det er videre forventet en utvikling innenfor maritim kommunikasjon som er tilpasset de behovene som oppstår ved ulike autonomigrader. Dette vil skje i samspill med lokale avveininger, som hvor mye prosessering og analyse som skal skje av data om bord på skipet i forhold til det som skal overføres videre. Eksempelvis vil det ved fjernstyring måtte tas stilling til om kapasiteten i overføring av data skal tilpasses nøyaktig gjengivelse av det mannskapet opplever når de er om bord på skipet, eller om informasjonen skal presenteres på en annen og mindre ressurskrevende måte i sanntid. Sikkerheten rundt autonom skipstrafikk og spesielt i samspill med annen trafikk vil kreve at man finner løsninger på håndtering av beredskapen. Dette gjelder både hvilke krav beredskapen stiller til de autonome systemene om bord, og hvordan beredskapen skal organiseres og håndteres fra operasjonssentre og VTS-sentraler. Samspillet og fordelingen av ansvar både under normal drift og ved avvikssituasjoner og ulykker må avklares mellom de ulike sentrene og sentralene. Fordi autonomi i havneinfrastrukturen er en svært viktig del av kost-nytte-effekten av autonom skips-transport, er det forventet at det vil skje en større utvikling når det gjelder autonome kraner og autonom cargohåndtering.

For å verifisere autonom teknologi og lære opp systemer som benytter maskinlæring og kunstig intelligens, er det behov for tilgang til relevante data om skipstrafikk, operasjonelle situasjoner som kan oppstå for ulike typer skipsfart, og måldata fra ulike type sensorer. En del slike data er tilgjengelige, mens andre må samles inn. Plattformen for tilgang til og deling av data for forsknings- og utviklingsformål er derfor av stor viktighet. Tilgang til gode demonstrasjonsprosjekter og infrastruktur der man kan bygge erfaring med autonome løsninger, er avgjørende for videre forskning på området. Generelt er det også behov for økt standardisering av løsninger og integrasjon for å gjøre løsningene mer kostnadseffektive og skalerbare.

⁷⁴ D-PRA: Dynamic Probabilistic Risk Assessment

⁷⁵ <https://opensimulationplatform.com>

Bidrag til verdiskapning

Autonomi har et stort potensial for å bidra til økt verdiskapning i maritim sektor. Dette støttes ved at stadig flere kommuner og fylker viser interesse for hva autonomi kan bidra til i utvikling av nye tjenester og kapasitet langs kysten. Tre eksempler kan illustrere dette nærmere: For nærskipsfarten (kystnær varetransport) er mulighetene for god verdiskapning nært koblet til at skipene i større grad blir fullelektriske. En årsak er at mindre skip blir mer kostnadsmessig attraktive med fullelektrisk løsning, og flere havner kan dermed ta imot skipene. Autonome skip kan i tillegg ha økt transportkapasitet om bord ved at det ikke avsettes areal og rom til bemanning og bro. Alt i alt kan dette gjøre det mer attraktivt for kystnær industri å benytte sjøtransport heller enn transport på vei. Dette er forventet å kunne få en positiv effekt også på antall ulykker som involverer varetransport på vei. Det er videre forventet at autonom skipstransport vil komme i tillegg til bemannet skipstransport, og at denne fleksibiliteten også vil ha en positiv gevinst samfunnsmessig.

Autonomi kan øke verdiskapningen i forbindelse med ferjer. Mange ferjer er i dag lite lønnsomme på grunn av lavt passasjergrunnlag, og det gjør at kostnadene for bemanning blir relativt høye. Samtidig er ferjene svært viktige for at lokalsamfunn og bedrifter kan eksistere, og for disse kan autonome ferjer være en god erstatning. I andre tilfeller kan autonome ferjer gi mulighet for høyere fleksibilitet og rutekapasitet og være et rimeligere og mer miljøvennlig alternativ til å bygge bruer og undersjøiske tunneler. I første omgang ser det ut som verdiskapningen raskest lar seg demonstrere for mindre passasjerferjer som går i rute i mer urbane strøk. Investeringskostnaden er lavere, og ferjen kan inngå i flere typer tjenester. For mindre ferjer som har både kjøretøy og passasjerer om bord, og som frekventerer kortere strekninger i kontrollerte miljø, vil det være god verdiskapning i å øke autonomigraden og på sikt gjøre dem uavhengige av mannskap på broen. For større ferjer vil det være bedre verdiskapning i å introdusere mer autonomi som kan avlaste mannskap og redusere bemanning enn å ta i bruk fullautonome skip.

Autonomi kan øke verdiskapningen også innenfor **maritime overflateoperasjoner**. Et eksempel er ulike typer kartlegginger av marine miljø som mindre autonome fartøyer kan utføre som erstatning for større bemannede skip. Et annet eksempel er at autonome skip tar over oppgaver som innebærer undervannsoperasjoner. I dag benyttes store bemannede skip på sokkelen for å inspisere rørledninger og strukturer i forbindelse med olje- og gassinstallasjoner. Slike skip er kostbare i drift og er overdimensjonerte i forhold til oppgaven de skal utføre, for eksempel å sette ut og ta om bord ⁷⁶ undervannsfartøyer. For denne typen oppgaver ligger det muligheter for stor verdiskapning i å bruke mindre overflatefartøyer som kan gjøre disse oppgavene autonomt. Samtidig må flere utfordringer løses: Mindre fartøyer er mer utsatt for krefter fra vær og vind, noe som medfører at oppgavene blir mer krevende å gjennomføre. I tillegg er pålitelig kommunikasjon med god nok kapasitet og liten tidsforsinkelse viktig for å kunne overvåke operasjonen fra et operasjonssenter.

For det første vil det bli en økende etterspørsel etter teknologi som er sentral for autonome løsninger, selv ved lavere autonomigrader. Dette kan bidra til en mer effektiv måte å operere skipene på og gi mindre utslipp. For at Norge fortsatt skal være verdensledende innenfor autonomi, er det behov for betydelige investeringer i forskning og innovasjon. Det er behov for å utdanne folk med tung ekspertise i utviklingen av autonomteknologi, slik at næringslivet blir konkurransedyktig. Statlige organer og direktorater må utvikle havneinfrastruktur, slik at Norge kan være en testarena for nye løsninger.

DIGITAL SIKKERHET



Illustrasjon, digital sikkerhet på web. Foto: NTNU CCIS

Introduksjon

Digitaliseringen av den maritime næringen bringer med seg nye utfordringer knyttet til digital sikkerhet. Mange av disse utfordringene ligner på dem vi kjenner fra landbaserte systemer, men en del utfordringer endrer karakter eller er relativt unike i maritim kontekst. Spesielt karakteristisk for sektoren er det

- at operativt miljø er karakterisert av høy fuktighet og varierende temperatur
- at det er varierende grad av konnektivitet i og mellom systemer både nært land og på åpent hav
- at systemer har lang levetid, høye krav til oppetid og begrenset mulighet for oppgradering
- at systemene er plassert i en infrastruktur som har begrenset ombyggingsmulighet og noen ganger også er vanskelig tilgjengelig
- at det finnes regulatoriske og juridiske utfordringer særlig ved tilkobling til landbasert infrastruktur i ulike land

Maritim næring har vært inne i en trend hvor økende operasjonell kompleksitet har ført med seg en økning i antall ulykker som følge av menneskelige feil. Konsekvensen av dette var materielle skader, finansielle tap og i noen tilfeller også forurensning. Motivasjonen for digitalisering er nettopp å redusere sannsynligheten for menneskelige feil, fjerne farlige arbeidsoperasjoner og belastning på personell og å redusere kostnader knyttet til

bemannings. Samtidig ser vi at den digitale sikkerhetsutfordringen er særlig kritisk i prosesser som enten har en grad av autonomi (fartøy eller produksjonsanlegg), eller der prosesser helt eller delvis er basert på fjernstyring.

Integrasjon av informasjonsteknologi (IT) i operative teknologi og produksjonssystemer (OT) forsterker eksisterende risiko i produksjonssystemene og bringer med seg en ny risiko. Dette skyldes i hovedsak at tradisjonelle operasjonelle systemer er designet og drevet uten tanke på de trusselaktørene og sårbarhetene IT-systemene bringer inn i de eksisterende systemene. Særlig er grenseflaten mellom IT-systemet og OT-systemet ikke tilstrekkelig sikret. IT-systemene er ofte direkte eller indirekte koblet til internett, med den konsekvens av navigasjonssystemer eller maskinkontroll kan tilgjengelig gjøres utenifra. Det er derfor ikke overraskende at så godt som alle kjente angrep mot industrielle kontrollsystemer starter med et kompromittert IT-system som i sin tur brukes til å angripe OT-systemet. Det er derfor naturlig å anta at økt grad av konnektivet mellom maritim infrastruktur og landbaserte systemer øker både sannsynligheten for og risikoen knyttet til cyberangrep i maritim næring.

Det finnes flere eksempler på digitale sikkerhetshendelser som har brakt skip ut av kurs. Selv om potensialet knyttet til automatisering og autonomi innenfor maritim sektor er stort på grunn av teknologiske fremskritt innenfor kunstig intelligens, tingenes internett og mobilitetssystemer, vil det være begrensede muligheter til å hente ut denne gevinsten før systemene er tilstrekkelig skjermet mot relevante trusler og sårbarheter. Først det siste tiåret er det iverksatt forskningsaktivitet av betydning rettet mot cybersikkerhet i skipsnæringen. De første arbeidene fokuserte på navigasjons- og brosystemer og var knyttet til utviklingen av konsepter som digital navigasjon og integrerte brosystemer. Etter dette har forskningsaktiviteter i hovedsak vært rettet mot å identifisere relevant cybersikkerhetsrisiko, konstruksjon av gjennomførbare digitale angrep, utvikling av relevante sikkerhetskrav og spesifikasjoner for autonome fartøyer. Det har også blitt publisert metoder med en kombinert tilnærming med sikkerhet mot både uønskede utilsiktede hendelser («safety» på engelsk) og uønskede tilsiktede hendelser («security» på engelsk) i cyberfysiske systemer på skip.

Noen få forskningsarbeider har resultert i forslag til kontrollmekanismer for systemer på autonome skip, men det er fortsatt ikke etablert en helhetlig sikkerhetsarkitektur for autonome skip. Det er en voksende interesse for forskning på de menneskelige aspektene av digital sikkerhet på fartøyer. Her legges det vekt på å forstå menneskets reaksjon og oppførsel på et cyberangrep om bord på skip og hvordan dette kan bakes inn i relevante treningsprogrammer for mannskapet. Sett opp mot rammeverk National Institute of Standards and Technology (NIST) har for cybersikkerhet, legger forskning på cybersikkerhet i maritim sektor stor vekt på identifikasjonsfasen, og i større grad på teknologiske aspekter enn de menneskelige. Prosesselementet har fått mindre oppmerksomhet fra forskningsmiljøene og tas i all hovedsak opp i form av retningslinjer fra nasjonale og internasjonale organisasjoner, som IMO og den amerikanske kystvakten.

De teknologiske løsningene for digital sikkerhet i maritim sektor er i all hovedsak de samme som i andre sektorer som integrerer IT i OT. Som beskrevet innledningsvis krever særlig det operative miljøet og regulatoriske krav innovativ tilpasning som skiller løsningene for digital sikkerhet på eksempelvis autonome skip vesentlig fra industri 4.0 eller flyvende droner. Det finnes både et potensial og et behov for videre forskning på digital sikkerhet i maritim næring. Sett opp mot NISTs rammeverk har vi antydning at «mennesker» og «prosess» bør få oppmerksomhet på linje med «teknologi». Videre må også kapabiliteten innenfor områdene «beskyttelse», «deteksjon», «respons» og «gjenopprettelse» videreutvikles. Fra et operativt perspektiv inkluderer dette fartøykontroll, kommunikasjon mellom fartøyer, kommunikasjon mellom fartøyer og landbaserte systemer og mellom rene landbaserte systemer.

Bidrag til verdiskapning

Digital sikkerhet er en grunnstein for tillit til systemer og derfor også en forutsetning for å øke digitaliseringen i maritim næring. Norge er et foregangsland innenfor digitalisering, automatisering og autonome løsninger, også maritimt. Sikker digitalisering kan gjøres til et konkurransefortrinn for norsk maritim næring. Dette vil kreve at vi investerer i design og utvikling av løsninger med innebygd og bevisbar sikkerhet. Områder som krever ytterligere forskning og innovasjon, er nevnt i følgende liste:

1. prosesser med støttefunksjoner og verktøy for innebygd sikkerhet og resiliens i autonome skip og maritim infrastruktur
2. teknologier og prosesser for å beskytte cyberfysiske systemer på autonome skip basert på en sikkerhetsarkitektur som tar hensyn til systemenes operative miljø
3. kommunikasjonsarkitektur og -teknologi som er kompatibel med en valgt sikkerhetsarkitektur
4. teknologier og prosesser som hindrer og detekterer cyberangrep mot autonome fartøyer med sektorspesifikke evner til trusselvurdering, kontinuerlig sikkerhetsvurderinger og adaptive responsstrategier
5. teknologier, prosesser, verktøy og mekanismer for å kunne undersøke og granske hendelser på autonome skip og fartøyer
6. prosesser, mekanismer og verktøy for å svare på digitale angrep på autonome skip og fartøyer, inkludert informasjonsdeling mellom aktørene i næringen
7. etablering av sektorspesifikke digitale øvingsfelt (cyber range) og simulatorer til trening, scenariobasert risikoanalyse og testing av tiltak og teknologier
8. etablering av sektorspesifikke digitale tvillinger og testbeds for validering av cybersikkerhetsmodeller, -arkitekturer og løsninger

9. menneskelige aspekter av digital sikkerhet, inkludert studier av interaksjonen mellom mennesker og autonome systemer, særlig i heterogene miljøer med autonome fartøy, konvensjonelle fartøy og gammel teknologi
10. juridiske og regulatoriske aspekter av cybersikkerhet i autonome fartøy og i internasjonal kontekst

KONNEKTIVITET OG 5G

Introduksjon

Den femte generasjonen mobile kommunikasjonssystemer skiller seg fra forgjengerne i ambisjonen om å støtte kommunikasjonsbehov innenfor et bredt spekter av anvendelsesområder som er nedfelt i de såkalte «vertikaler». Siktemålet er utvidet fra kommunikasjon mellom og med mennesker til kommunikasjon mellom tekniske enheter (f.eks. i tingenes internett (IoT)).

I tillegg til forbedrede brukerdatahastigheter forbedrer 5G de viktige ytelsesindikatorene⁷⁷ for mobildatavolum per geografisk område, antall tilkoblede enheter, energiforbruk, ende-til-ende-latens og gir forbedret dekning. Nøkkelen til opptak av 5G-systemer i maritim sektor er å forstå eksisterende og potensielle bruksområder og tilkoblingsmuligheter i sektoren og anvendeligheten av 5G-systemet for å oppfylle disse.

Utviklingstrender:

Systemytelsen fortsetter å bli bedre når det gjelder datahastigheter, latens og pålitelighet. Disse forbedringene gjør det mulig å støtte kritiske applikasjoner med stramme latens- og pålitelighetskrav. Energieffektive terminaler med intermitterende kommunikasjonsmønstre har bedre støtte for å aktivere applikasjoner av IoT-typen.

Behovet for å støtte et bredere spekter av applikasjoner og brukstilfeller har drevet utviklingen av vertikalbegrepet. Disse kan betraktes både som sett med brukstilfeller med spesielle ytelseskrav så vel som potensielle markeder (kunder) for utstyrsprodusenter og systemoperatører. Imidlertid er forståelsen av og løsningen av de praktiske utfordringene ved å utnytte 5G-teknologi innenfor virkelige bruksområder i vertikaler bare i begynnelsen. For eksempel konsentrerer flere europeiske forskningsprosjekter seg om opptak av 5G-systemer innenfor vertikaler, for eksempel media og helse. Eksempler på prosjekter innenfor H2020 er 5GSolutions, 5GHeart, 5GMediaHub.

5G-radiogrensesnittet er designet for å være bakoverkompatibelt (4G), så vel som foroverkompatibelt med nye frekvensbånd og antennteknologier. Disse to er de viktigste teknologiene for å gi radiokommunikasjon og dekning med høy ytelse. Behovet for å redusere kostnader ved å bruke generelt, kommersielt tilgjengelig maskinvare og delte ressurser i kjernenettverksfunksjonalitetene samtidig som det støtter flere vertikaler med forskjellige kapasitet og ytelseskrav, har ført til tilnærming av nettverkskutting der nettverksressursene (radio- og datakapasitet)

samles og deles mellom flere vertikaler som hver har sitt virtuelle nettverk.

Åpne systemgrensesnitt og åpne implementeringer (f.eks. OpenRAN) brukes i økende grad i systemimplementeringene. Det åpner for nye aktører i markedet samt lette eksperimentelle aktiviteter med f.eks. forskningsorganisasjoner. Som et resultat av teknisk utvikling og forskrifter gir et 5G-nettverk nå både enkel integrering med skytjenester og lokaliseringstjenester i tillegg til tilkobling på forskjellige ytelsesnivåer (datahastighet, latens og pålitelighet). Den økte integrasjonen av ikke-terrestriske nettverk (NTN)-elementer i 5G-nettverket gir mulighet for integrering av satellitter og høyhøydeplattformer for å gi bedre dekning samt forbedre kommunikasjonen med fly og droner. Den nye tilkoblingsmodusen gir en ekstra redundant kommunikasjonsmetode. Til slutt forventes stordriftsfordelene fra globale markeder for 5G-utstyr å redusere kostnadene og senke terskelen for å bruke 5G-tjenester for nye brukstilfeller innenfor sektoren.

Bidrag til verdiskapning

Noen av de maritime brukstilfellene, f.eks. fiskeoppdrett, verft, havner og industri, faller godt innenfor de navngitte vertikalerne til 5G, spesielt offshore produksjon, og det forventes at 5G kan gi løsninger for økt tilkobling og digitalisering. Her bør det legges vekt på å matche de eksakte kravene til brukstilfeller og de tilgjengelige 5G-løsningene samt å finne nye operasjonsstrategier muliggjort av 5G. Noe av dette arbeidet pågår i de nåværende H2020-prosjektene 5GSolutions og 5GHeart.

Maritime anvendelser involverer (overflate-) mobilitet utover det som er rimelig dekket av landbaserte nettverk, og de som ikke lett kan kartlegges til de eksisterende 5G-vertikalerne. Konnektivitet og 5G-løsninger øker sikkerheten til havs og muliggjør større grad av landbasert overvåkning av skipsflåten samt innhenting av data om bord i sanntid. I tillegg er denne teknologien avgjørende for å realisere autonome løsninger. Norge har svært sterke fagmiljøer og leverandører innenfor denne teknologien.

Den tekniske utfordringen i det første tilfellet er først og fremst radiodekning, men potensielle løsninger krever oppmerksomhet både til tilgjengelig teknologi og forretningsmodeller. Et godt om enn anekdotisk eksempel på det andre tilfellet er et skip som bruker 5G for tilkobling i systemene (IoT), og som kobler til land (potensielt med 5G) mens det er på ruten. Et slikt system utgjør et mobilnett som beveger seg, potensielt mellom land, og som det ville være en utfordring å støtte innenfor den nåværende 5G-utgivelsen (rel16). 5G-utgivelsen som for tiden er under utarbeidelse (rel 17), forbedrer støtten til ikke-terrestriske nettverk og har potensial til å gi noen løsninger for å forbedre dekning samt fysisk bevegelige celler. Maritime brukstilfeller, spesielt de som ikke faller naturlig innenfor 5G-vertikaler, er stort sett utforskede. Her ligger et stort behov for forskning for å utvikle innovative anvendelser i norsk maritim næring.

⁷⁷ <https://5g-ppp.eu/kpis/>

KUNSTIG INTELLIGENS (KI) OG STORDATA

Introduksjon

Begrepet kunstig intelligens (KI) brukes vidt og omfatter et spekter av ulike tilnærminger og teknikker, som maskinlæring (inkludert eksempelvis dyplæring og forsterkende læring), maskinresonnering (inkludert planlegging, søk og optimering) og enkelte metoder innenfor robotikk (som kontroll, sensorer og integrasjon med andre teknologier i cyberfysiske systemer). Kunstig intelligente systemer slik det defineres i regjeringens nasjonale strategi for KI⁷⁸, *utfører handlinger, fysisk eller digitalt, basert på tolkning og behandling av strukturerte eller ustrukturerte data, i den hensikt å oppnå et gitt mål. Enkelte KI-systemer kan også tilpasse seg gjennom å analysere og ta hensyn til hvordan tidligere handlinger har påvirket omgivelsene.*

De største fremgangene innenfor KI gjennom de siste ti årene har skjedd innenfor feltet maskinlæring. Begrepet maskinlæring dekker en rekke ulike teknikker der reglene utledes fra dataene systemet trenes på. Dette står i kontrast til regelbaserte systemer der reglene designes av mennesker, ofte basert på eksperterfaring, forretningslogikk eller regelverk. Ved utvikling av systemer basert på maskinlæring vil algoritmer bygge matematiske modeller basert på treningsdata. Disse modellene brukes deretter til å ta beslutninger når systemet settes i bruk.

Proessen med å trene opp maskinlæringssystemer krever i mange tilfeller enorme mengder data. Stordata («big data») er derfor en avgjørende forutsetning for mange av de nye KI-løsningene som implementeres. På samme måte er gode metoder for analyse en forutsetning for å kunne trekke ut informasjon fra store datamengder. Hensikten med slik stordataanalyse vil typisk være å skape et bedre et beslutningsunderlag, finne ny innsikt eller optimalisere verdikjeder, og maskinlæring brukes stadig oftere i slike prosesser. Det eksisterer altså en gjensidig avhengighet mellom feltene maskinlæring og stordata.

Utviklingstrender

Begrepet KI har vært i bruk siden 1950-årene, men utviklingen har særlig skutt fart de siste ti årene. Mens KI har vært et aktivt felt for forskning gjennom alle disse årene, har teknologien i dette århundret funnet stadig nye anvendelser i produkter og tjenester. Suksessen kan i første rekke tilskrives den grenen innenfor maskinlæring som kalles dyplæring. Dyplæring skaper komplekse modeller med store antall parametre, og de krever i mange tilfeller enorme mengder data i treningsfasen. Til gjengjeld gir slike modeller en ytelse som tidligere metoder ikke kan konkurrere med, og i mange tilfeller gir KI-systemene nå bedre ytelser enn mennesker på avgrensede oppgaver, som maskinsyn eller talegjenkjenning. Revolusjonen innenfor dyplæring ble gjort mulig av tilgang på mye større datasett enn hva man tidligere hadde, samtidig som maskinvarearkitekturer (GPU-er – «graphic processing units») som akselererte beregningene i treningsfasen, ble tilgjengelige. Denne utviklingen har fortsatt også de siste årene. En annen svært viktig faktor som har forsterket utviklingen, er tilgjengeliggjøringen av åpne og fleksible

programvareplattformer, som Theano, Torch, Caffe, TensorFlow og PyTorch. Der tilgangen til nødvendig programvare tidligere var en begrensning for de mindre gruppene av forskere eller utviklere, er dette i mindre grad tilfellet i dag. Til gjengjeld finnes det fortsatt et skille mellom små og store aktører med tanke på de andre faktorene nevnt her, som tilgang til data og nødvendig regnekraft. De største og mest komplekse modellene som trenes i dag, designes utelukkende av de største kommersielle aktørene.

KI gir i dag stor nytte i å løse avgrensede oppgaver i mange ulike produkter og tjenester. Vi er fortsatt langt unna KI som likner på menneskelig intelligens, såkalt kunstig generell intelligens («Artificial General Intelligence», AGI). Det er heller ikke slik at forskning på og utvikling av KI parallelt på mange spesifikke områder nødvendigvis fører oss nærmere kunstig generell intelligens. Det er uvisst om, og eventuelt når, kunstig generell intelligens blir virkelighet. Dersom man skal lage gode løsninger basert på KI, er den viktigste forutsetningen at man har eller får **tilgang til tilstrekkelige mengder data av riktig kvalitet.**

En viktig mulighet ligger i deling av data mellom ulike aktører, slik at flere kan øke sin produktivitet og utvikle nye produkter og tjenester ut fra posisjonene i sine bransjer. KI-prosjekter er gjerne framtunge i den forstand at organisering og tilrettelegging av data er den mest ressurskrevende delen av jobben. Særlig er databehovene i mange tilfeller vanskelige å oppfylle for såkalt veiledet læring («supervised learning»), og det må derfor utvikles metoder som stiller mindre krav til treningsdataene, så som ikke-veiledet, selvveiledet og forsterkende læring. På disse feltene behøves videre utvikling av algoritmene.

En grunnleggende teknisk utfordring ligger i å utvikle metoder som **evner å generalisere** med utgangspunkt i treningsdata. Forskingen tyder på at mennesker trenger lite treningsdata (altså eksempler å lære fra) sammenliknet med hva dagens teknologi gjør, og likevel gjør vi en bedre jobb når vi blir presentert for data som ikke var med i treningssettet. Dette gjør at KI-systemer er mindre robuste i møtet med den virkelige verden enn hva som er ønskelig. En måte å angripe denne utfordringen på er å generere syntetiske treningsdata ved å benytte simulerte omgivelser. Dette er en effektiv måte å øke mengden treningsdata på, men den løser ikke det underliggende problemet med at dagens læringsregimer ikke er så effektive som ønskelige.

Selv om teknologi generelt og KI spesielt har potensial til å bidra vesentlig i retning av de ulike bærekraftsmålene, er det også et faktum at teknologien i seg selv har et vesentlig fotavtrykk med tanke på klimaregnskapene. Det blir altså vesentlig å utvikle **metoder så vel som maskinvare som er mer energieffektive** enn i dag. På metodesiden henger dette sammen med å kunne utnytte treningsdata mer effektivt, og ikke minst å kunne benytte modeller trent for et spesifikt domene også i design av modeller for andre domener. Når det gjelder maskinvare og plattformer, ser vi en konvergens mellom tradisjonell tungregning og

78 Den nasjonale strategien for kunstig intelligens, januar 2020

maskinlæring, og slik vil utviklingen av energieffektiv maskinvare kunne komme begge feltene til gode.

I tillegg til de tekniske forutsetningene nevnt over, er det avgjørende for økt bruk av KI at de nødvendige rammene i form av lovverk og internasjonale standarder kommer på plass. I Europa har det lenge vært lagt vekt på etisk, tillitsskapende og menneskefokustert KI, og for at dette skal operasjonaliseres på en konsistent måte i produkter og tjenester, må bruk av teknologien reguleres. Europakommisjonens lovforslag for regulering av KI kom i april 2021 og er et steg i en slik retning, og en del grunnleggende prinsipper kommer med dette på plass, selv om utvidelser behøves for de produkter og tjenester som foreløpig ikke er omfattet av lovforslaget.

Bidrag til verdiskapning

Regjeringens nasjonale strategi for KI har mange referanser til maritim næring. Strategien trekker fram området som et felt der vi har gode forutsetninger og sterke miljøer og påpeker at Norge derfor bør ta en ledende posisjon i anvendelse av KI nettopp i denne næringen. Det pekes på behovet for å legge et grunnlag gjennom tilgang til god infrastruktur, datadeling, forskning og kompetansebygging som skal gi et godt utgangspunkt for økt innovasjon og verdiskapning. Standardisering av data står sentralt.

KI kan bidra til verdiskapning på mange områder i maritim næring. Et åpenbart eksempel er autonome farkoster hvor KI-metoder vil spille en viktig rolle. Det satses allerede på dette feltet i Norge i form av forskningsinnsats, men også med viktige satsinger i næringslivet. I tillegg er det fra myndighetenes side tilrettelagt for slik satsing gjennom testområder som åpner for at man kan få tillatelse til autonom kystseilas, også i lospliktige farleder.

Anvendelsene av KI i maritim næring vil ha mange fellestrekk med anvendelser i andre næringer. Det kan skje ved optimalisering (for eksempel ruteplanlegging for å redusere drivstoffbruk med utgangspunkt i data om vær- og strømsituasjonen), prediktivt vedlikehold (for eksempel av skrog, fremdriftssystemer eller maskineri på oljeplattformer), automatisering av prosesser knyttet til håndtering av gods og planlegging av operasjoner på offshoreinstallasjoner for ulike formål og verdikjedeoptimalisering for å nevne bare noen få.

TINGENES INTERNETT (IOT) OG SENSORER

Introduksjon

IoT er blant nøkkelementene i digitaliseringsprosessen, og dens rolle er sterkt knyttet til de andre (f.eks. kunstig intelligens, stordata, autonomi, digital tvilling, edge computing, digital sikkerhet og 5G). IoT er hovedinformasjonskilden for de fleste digitale applikasjoner. IoT har ført til en eksplosiv datagenerering og pålitelig datainnsamling mellom heterogene enheter i et bredt spekter av applikasjoner som dekker forskjellige bakgrunner og forespørsler.

Selv om en unik definisjon mangler, kan IoT-arkitekturer anses å være bygget på tre lag: et oppfatningslag, et kommunikasjons-/nettverkslag og et applikasjonslag. Det første laget er ansvarlig for datainnsamling av fysiske mengder (f.eks. temperatur, trykk osv.), lyd, video, stedsinformasjon og mer og er basert på forskjellige enheter og teknologier (f.eks. sensorer, aktuatorer osv.). Det andre laget tillater kort- og langdistansekommunikasjon for enhetene og er basert på et stort utvalg standardiserte protokoller (f.eks. Bluetooth, ZigBee osv.). Det tredje laget er ansvarlig for forskjellige applikasjoner for å få mening ut av innsamlede data (f.eks. industriell kontroll, strømovervåking, byforvaltning). Det er tydelig hvordan IoT er dypt involvert i alle digitaliseringsnøkkelementer, og samtidig kan en effektiv IoT-design ikke fortsette uavhengig av dem: En helhetlig tilnærming er nødvendig.



Illustrasjon: Tingenes internett kobler systemer i vann, på land og i luft. Foto: NTNU Institutt for elektronikk.

Utviklingstrender

Tingenes internett har bidratt til at de fleste miljøene er tilkoblet verden, styrket av en rekke kablede og trådløse sensorer som kontinuerlig genererer store mengder heterogene data over tid for ulike applikasjoner. For å trekke ut fullstendig informasjon fra disse dataene og bygge dataanalyse, fremtidig prediksjon og beslutningstaking, kreves integrering av kunstig intelligens (KI) og IoT. IoT-systemer trenger forskjellige moderne dataanalytiske tilnærminger og KI-metoder i henhold til hierarkiet for IoT-data-generering og -styring. IoT-data er forskjellige fra de generelle, store dataene på grunn av storskala strømming, heterogenitet, tid-og-rom-korrelasjon og høy støy. Nærmere bestemt er IoT stordata typisk preget av volum, hastighet, variasjon, sannhet, variabilitet, verdi (6V: volume, velocity, variety, veracity, variability, value).

IoT i 5G-systemet er helt avgjørende og vil åpne dører for ny trådløs arkitektur og smarte tjenester. 5G er den mest loven- de teknologien for å møte kravene til tilkobling til flere enheter og høy datahastighet, mer båndbredde, lav latenstidskvalitet

(QoS) og lav interferens. 5G kombinerer ny radio, massiv multiple-input multiple-output, avansert stråleforming, mmWave-kommunikasjon og heterogene nettverk. Imidlertid er effektiv styring av skalerbarhet blant de kritiske problemene.

Også igjen er det utfordrende eller umulig å behandle enorme mengder data i skyen på grunn av den destruktive virkningen av volum, hastighet og sannhet av data og dødelig overføringsforsinkelse på nettverksinfrastrukturer. Disse kritiske utfordringene kan løses tilstrekkelig ved å introdusere edge computing. Nærmere bestemt må en fleksibel struktur for databehandling være på plass, og det vil sannsynligvis kreve kombinasjon av flere signalbehandlingsteknikker (f.eks. komprimering, datafusjon) med resultater fra andre disipliner (f.eks. tilnærmet databehandling fra maskinvareperspektivet, situasjonsbevissthet fra programvareperspektivet). Et stort antall tilkoblede enheter på avsidesliggende steder krever ekstremt redusert strømforbruk for lengre levetid og ubemannet vedlikehold, og integrering av IoT og energihøsting virker veldig tiltalende. Til slutt må nye trusler rettet mot overgangsprosessen mellom cyberdomener og fysiske domener, der angriperen utnytter sensingsystemet som en angrepsflate for signalinjeksjon eller ekstraksjon av privat informasjon, tas på alvor.

Bidrag til verdiskapning

Den maritime sektoren har tradisjonelt vært helt avgjørende for norsk verdiskapning og vil mest sannsynlig fortsette å være det i fremtiden. Digitaliseringen av det maritime miljøet gir mange muligheter. Å bruke analyse over slike datastrømmer for å oppdage ny informasjon, forutsi fremtidig innsikt og ta kontrollbeslutninger er en avgjørende prosess som gjør IoT til et verdig paradigme for virksomheter, og en livskvalitet som forbedrer teknologi. Imidlertid vil den maritime sektoren sannsynligvis understreke enda mer de utfordrende aspektene ved IoT-systemdesign og distribusjon, og dermed er det igjen ønskelig med en helhetlig tilnærming. Et eksempel er containerskip med flere tusen IoT-systemer om bord. De er helt avgjørende for optimalisering av drift og sikker transport. Det er potensial for stor verdiskapning gjennom bruk av data fra IoT-systemer om bord.

Den maritime sektoren har et stort antall områder som er strategisk relevante fra nasjonalt og internasjonalt perspektiv (f.eks. oppdrett, O&G), og gitt Norges særegne natur kan også logistikk, transport, helse og utdanning bli sterkt og positivt påvirket av digitaliseringsprosessen i maritim sektor (autonom skipsfart er bare et enkelt eksempel). I alle disse aspektene vil datadeling og innsamling med nær null forsinkelse spille en nøkkelrolle, og IoT representerer ryggraden i alle applikasjoner. Hovedutfordringen vil være utviklingen av et komplett system med interoperabilitet, og koordinering mellom heterogene enheter og plattformer er avgjørende på grunn av det store utvalget av scenarioer og applikasjoner i maritim sektor. Befolkning av det marine miljøet (både over og under vann) med rask og pålitelig tilkobling i dag i terrestriske scenarioer, er den neste utfordringen.

EDGE COMPUTING

Introduksjon

Edge computing (EC) betyr databehandling på kanten og er et distribuert databehandlingsrammeverk som bringer beregning og datalagring nærmere datakildene. Et eksempel er sensornettverk der data behandles lokalt i sensoren. Dette vil være energisparende og gi raskere responstid, og data vil i større grad behandles i sanntid.

Millioner av enheter er koblet sammen i tingenes internett, og det er forventet stor vekst fremover i antall enheter på nett. Dette vil bidra til å generere store datamengder og krever rask databehandling i form av analyse, tolkning og aksjoner. Flere enheter på nett vil bidra til at data i større grad blir tilgjengelig, men det vil kreve innovasjoner og nye skyløsninger. Skytjenester og kunstig intelligens har bidratt til å øke hastigheten i databehandling, men det er ikke alene tilstrekkelig med den store tilveksten av data fremover. Å sende data fra sensornettverk til sentraliserte datasenter for behandling gir utfordringer med båndbredde og kan også skape utfordringer ved forsinkelser i nettverket.

Utviklingstrender

Norge må i større grad utnytte verdien som ligger i data⁷⁹. I det ligger å standardisere og tilgjengeliggjøre data samt utvikle kunnskap og kompetanse i å utnytte informasjonen som ligger i data. Det er estimert at i 2025 vil syttifem prosent av dataene generes utenfor datasentre der mye av prosesseringen foregår i dag. Edge computing vil kunne bidra til en større og bedre utnyttelse av data. For å kunne utnytte mulighetene som ligger i edge computing, er man avhengig av sensorteknologi og utvikling av tingenes internett. 5G vil øke konnektivitet og bidra til at enda flere enheter kan kobles i nett for raskere prosessering og bearbeiding av data. Skytjenester vil kunne nå en metning i både kapasitet for datalagring og databehandling. I tillegg gir båndbredde og beregningskapasiteter utfordringer i å kunne håndtere data i tilstrekkelig sanntid.

Viktige drivere for edge computing er

- forsinkelser i nettet (latency)
- begrensninger i båndbredde
- digital sikkerhet og at man unngår å overføre sikkerhetskritiske og sensitive data
- konnektivitet og robuste nettverk
- kunstig intelligens vil kreve rask tilgang til data for å kunne gi beslutningsstøtte i sanntid

De store fordelene med edge computing vil være økt hastighet og redusert forsinkelse i dataprosessering og analyse. I tillegg må man minimalisere data som sendes over nett. Det vil bidra

79 Id. St. 22 Data som ressurs

til reduserte overføringskostnader og mindre lagring av stordata i skytjenester. Edge computing vil fremover øke påliteligheten i nettverk da færre data overføres, og det vil bidra til økt digital sikkerhet.

Bidrag til verdiskapning

Maritim næring generer stadig mer data. Sensorer blir billigere, mindre og smartere og blir brukt i stor grad i alle deler av næringen for å måle parametre som er kritiske for driften. Et eksempel er navigasjon og kollisjonsdeteksjon for autonome skip. Kameraer og andre sensorsystemer som anvendes i navigasjon, filtreres og analyseres om bord i sanntid. Et annet eksempel er edge computing i tilknytning til IoT-nettverk om bord. Det gjør det mulig i sanntid å optimalisere for eksempel drivstoffbruk ved at sanntids sensorinformasjon kontinuerlig evalueres for mer optimal ruteplanlegging og drivstoffbruk. Edge computing har potensial for å utnytte data bedre, men det kan også utnytte mulighetene kunstig intelligens og 5G gir bedre.

DIGITAL TVILLING

Introduksjon

Digital tvilling er et begrep som først ble introdusert i 2003 i forbindelse med vedlikeholdsstyring. Digital tvilling har mange ulike definisjoner. Industri 4.0 bruker følgende definisjon: «Digital representasjon som er tilstrekkelig til å møte kravene gitt i et sett av anvendelser⁸⁰.» Digital representasjon er definert som informasjon som beskriver egenskaper og oppførsel til et objekt. Et objekt kan være alt fra en sensor, en elektromotor, en produksjonslinje eller et skip til komplekse systemer, som en by. En digital tvilling er altså en form for digital representasjon med attributter, data, geometri og modeller som beskriver tilstand og oppførsel. Den digitale tvillingen skal kunne kommunisere med omverdenen, overføre og lagre dataene og visualisere.

Simulering er en viktig del av utviklingen av maritime systemer. Simuleringsmodeller kan være basert på matematiske modeller og fysiske betraktninger. Parametre fra fysiske tester mates inn i modellene for økt nøyaktighet i simuleringene. Simuleringsmodeller kan også være datagenererte. Denne typen modeller vil være helt avhengig av gode og nøyaktige data, slik at modellen er representativ for systemet. Det krever tilstrekkelig mengde data for å få en god nok modell. Simuleringsmodeller kan være dynamiske eller statistiske.

Digital tvilling (DT) er definert som et nytt paradigme i simulering. En DT er designet for å integrere og visualisere en mengde data fra sensorer for en dynamisk simuleringsplattform. Digital tvilling-konseptet har eksistert i noen år og ble tidlig trukket frem som en mulighet i utviklingen av neste generasjon skip. Tvillingen kan nemlig både beskrive fysiske begrensninger i skrog og fremdriftssystem og samtidig gi en god representasjon av alle systemer om bord, for eksempel energistyringsystemet. For å kunne utvikle en god digital tvilling er det behov for data, gode systembeskrivelser og kunnskap om systemet.

Utviklingstrender

Digitale tvillinger er viktige i både utviklingsfaser og i operasjonelle faser. I systemutvikling vil testing og verifikasjon være avgjørende for billig og enkelt å kunne teste ulike konsepter og løsninger. Et eksempel er testing av ulike fremdriftssystemer. I driftsfaser kan den digitale tvillingen operere parallelt med det virkelige systemet og brukes til å predikere både feil og tidlig vedlikehold. Dette kan bidra til reduserte driftskostnader og økt oppetid for et skip. Den voldsomme utviklingen i datalagring, databehandling og sensorsystemer bidrar til en veldig utvikling i bruken av digitale tvillinger. Teknologien er tatt i bruk for blant annet å simulere bærekraftig bydrift, transportløsninger og smart vareproduksjon. Anvendelsene er store, og det store prosjektet for fremtiden vil være å utvikle en digital tvilling av havet som både representerer livet i havet, havstrømmer og overflatekrefter samt interaksjon med sfæren.

Bidrag til verdiskapning

Potensialet for norsk verdiskapning innenfor digital tvillingteknologi er stor, spesielt innenfor de sektorene der vi har særskilte fortrinn, som energi, mat fra havet og maritim sektor. Teknologien er allerede tatt i bruk i olje- og gassnæringen for å effektivisere drift av offshoresystemer. Digitale tvillinger har et viktig potensial i maritime næringer, både for systemverifikasjon og prediktivt vedlikehold, men også som en utvidet simuleringsplattform for opplæring av mannskap på skip og trening i samhandling.

Innenfor høyere utdanning vil digitale tvillinger kunne gi studenter en økt systemforståelse da en tvilling representerer både systemet og også interne og eksterne påvirkningsfaktorer. For eksempel vil det å inkludere vær- og havdata i en digital tvilling av en havbruksmerde gi økt forståelse for merdens bevegelser og dermed kunne gi bedre risikovurdering for folk på merdekanten, og den kan også brukes til design av merden. Den største utfordringen fremover er utvikling av standarder for data slik at data kan deles og anvendes i ulike plattformer.



Digital representasjon av NTNUs forskningsfartøy.

Foto: NTNU Institutt for marin teknikk

80 Industri 4.0 Digital twin and asset administration IEC 17788:2014

Tabell 3

Andre teknologier	Verft	Fartøy	Havner	Andre havnæringer
Robotisering/-automatisering	Menneske og robot løser oppgaver sammen. Billigere og enklere å ta i bruk i næringen. KI sentralt.	Automatisert overvåkning av skipet/autonomi. IoT, 5G, KI og EC sentralt.	Fullautomatiserte containerhavner. Stor grad av manuelle operasjoner i mindre havner.	Autonomi i drift og vedlikehold. IoT, 5G, KI, DT sentralt.
Cyberfysiske systemer	Integrerte hardware- softwareløsninger. EC sentralt.	Integrerte hardware- softwareløsninger. EC sentralt.	Ikke avgjørende for utvikling av havner.	Integrerte hardware- softwareløsninger. EC sentralt.
Interaksjons-teknologi	Fjernstyring/overvåkning. KI, IoT, EC, DT sentralt.	Fjernstyring/overvåkning. KI, IoT, EC, DT sentralt.	Fjernstyring/overvåkning. KI, IoT, EC, DT sentralt.	Fjernstyring/overvåkning. KI, IoT, EC, DT sentralt.
Design og produksjon	Digitaliserte design og produksjonsprosesser. IoT, konektivitet, KI, EC, DT sentralt.	Digitaliserte design- og produksjonsprosesser. IoT, konektivitet, KI, EC, DT sentralt.	Ikke avgjørende for utvikling av havner.	Digitaliserte design- og produksjonsprosesser. DT og KI sentralt.

ANDRE TEKNOLOGIER

Maritim21 (2016) tar opp muliggjørende teknologier og deres anvendelser i maritim sektor. Spesielt nevnes betydningen av robotisering, automatisering, cyberfysiske systemer, interaksjonsteknologi, design og produksjon. Disse teknologiene beskrives ikke i egne avsnitt i dette notatet da deres betydning for utvikling av maritim næring vil være den samme som beskrevet i forrige Maritim21-strategi. Utvikling av basisteknologier beskrevet i dette notatet har stor betydning for utviklingen innenfor robotisering, automatisering, cyberfysiske systemer, interaksjonsteknologi og design og produksjon.

Tabellen gir en oversikt over muliggjørende teknologier beskrevet i Maritim21 (2016) og hvordan basisteknologiene i dette notatet virker inn på disse.

OPPSUMMERING

Rapporten har gitt en kort gjennomgang av digitale basisteknologier av spesiell betydning for digitalisering i maritim næring. Dette gjelder i hovedsak autonomi, digital sikkerhet, 5G, kunstig intelligens, tingenes internett, edge computing og digitale tvillinger. Norske virksomheter må ha spisskompetanse innenfor disse basisteknologiene samt anvendelsen av dem i maritim næring. Teknologibeskrivelsene viser at det er gjensidig avhengighet mellom teknologiene. Utvikling av standarder for data samt skytjenester som gir søkbare data, vil være avgjørende for å hente ut verdiene i dataene. Det grønne skiftet vil være avhengig av digitale teknologier i tillegg til utvikling av nye fremdriftssystemer og nye drivstofftyper. Implementering av elektrifisering og nye drivstoff vil kun kunne lykkes om det utvikles tilstrekkelig infrastruktur i havner for å kunne tilby dette.

En vurdering av betydningen av basisteknologiene i 2030 for verft, skip og havner samt andre havnæringer er gitt på neste side.

For å lykkes må forsknings- og innovasjonstiltak være spesielt rettet mot å ta i bruk nye digitale teknologier i alle deler av næringen samt støtte opp under store demonstrasjonsprosjekter. Det siste er viktig om Norge skal fortsette å være en testarena for nye teknologier i maritim sektor. Det vil kreve større grad av tverrfaglig samarbeid på tvers av kompetanseområdene digitale teknologier, elektrifisering og maritime systemer. Sirkulær økonomi og materialbruk, for eksempel mineraler, vil spille en avgjørende rolle i det grønne skiftet da verdens ressurser er begrenset.

Tabell 4

Basisteknologier	Verft	Fartøy	Havner	Andre havnæringer
Autonomi	Større grad av automatisert produksjon. Bedre utnyttelse av produksjonsdata i drift. KI sentralt.	Bedre sikkerhet og redusert risiko. Sanntidsdata om skipets tilstand samt eksterne krefter kan anvendes bedre. Alle basis-teknologier er avgjørende.	Fullautomatiserte containerhavner. Stor grad av manuelle operasjoner i mindre havner. Alle basisteknologier er avgjørende.	Autonomi i drift og vedlikehold. IoT, 5G, KI, DT sentralt.
Digital sikkerhet		Redusere sannsynlighet for feil, sikre digitale løsninger.	Redusere sannsynlighet for feil, sikre digitale løsninger.	Redusere sannsynlighet for feil, sikre digitale løsninger
Konnektivitet og 5G	Avgjørende for økt automatisering og effektivisering samt innhenting av sanntidsdriftsdata .	Avgjørende for autonomi samt sikker drift.	Avgjørende for økt automatisering og effektivisering samt innhenting av sanntidsdata på drift.	Avgjørende for autonomi samt sikker drift.
Kunstig intelligens og stordata	For beslutningsstøtte og bedre utnyttelse av sanntidsdata.	For beslutningsstøtte og bedre utnyttelse av sanntidsdata.	For beslutningsstøtte og bedre utnyttelse av sanntidsdata.	For beslutningsstøtte og bedre utnyttelse av sanntidsdata.
IoT og sensorer	Avgjørende for automatisering og sanntids-overvåkning av drift.	Avgjørende for automatisering og sanntids-overvåkning av drift.	Avgjørende for automatisering og sanntids-overvåkning av drift.	Avgjørende for automatisering og sanntids-overvåkning av drift.
Edge computing	Desentralisert behandling av data i IoT-nettverk. Økt effektivisering.	Desentralisert behandling av data i IoT-nettverk. Økt effektivisering.	Desentralisert behandling av data i IoT-nettverk. Økt effektivisering.	Desentralisert behandling av data i IoT-nettverk. Økt effektivisering.
Digitale tvillinger	I utvikling og testing av nye skipsdesign.	Benyttes i trening av sjøfolk. Sanntidsovervåkning og predikering av vedlikehold.	Trening av havnepersonell. Sanntidsovervåkning av havneoperasjoner.	Trening av operatører. Sanntidsovervåkning.

Vedlegg 3: Kompetanse i maritim næring





Maritim næring er en viktig arbeidsgiver og bidragsyter til norsk næringsliv. Den norske maritime næringen er hjem for en komplett klynge av maritime bedrifter, fra rederier til verft, utstyrsleverandører og tjenesteleverandører. Klyngen spiller en sentral rolle i å utvikle næringens konkurransekraft. Kunnskapen og kompetansen i næringen utvikles og spres gjennom samspill mellom aktørene i næringen. I 2020 sysselsatte næringen nærmere nitti tusen personer fordelt på de ulike delene av næringen. For å nå IMO's klimamål fram mot 2030 og 2050 er næringen avhengig av en storstilt omstilling. Dette innebærer en omstilling til nye markeder, nye energibærere og framdriftssystem og kontinuerlig teknologisk utvikling. Dette fører til en endring i kompetansebehov, og det stiller nye kompetansekrav til de ansatte i næringen.

BEDRIFTENES KOMPETANSEBEHOV

Maritim næring i Norge består av en unik kombinasjon av sterk innovasjonsevne, dyktige sjøfolk, kompetente ingeniører og risikovillige rederier. De er alle viktige bidragsytere for å møte kompetansegapet næringen står overfor i lys av omstillingen. Med kompetansegap mener vi differansen mellom framtidig kompetansebehov og dagens kompetanse.

Målsettingene i Parisavtalen og strengere utslippskrav, både nasjonalt og internasjonalt, er driverne bak de pågående trendene i næringen. I hovedsak vil tre overordnede trender endre kompetansebehovet i næringen.⁸¹

- 1. Nye vekstmarkeder for maritim næring** for eksempel knyttet til havbruk, energiproduksjon fra havvind og mineralutvinning på havbunnen. Både fartøy og operasjoner vil spesialiseres mot spesifikke behov i ulike havnæringer og dermed kreve spesifikk kompetanse.
- 2. Digitalisering og teknologiske endringer** som fører til nye arbeidsoppgaver og nye måter å utføre arbeidsoppgavene på. Digitalisering og automatisering om bord vil endre arbeidsoppgavene og kreve både ny og digital og sosial kompetanse. Fjernstyrte prosesser og autonom ferdseil på sjøen vil kreve høy digital kompetanse og stille høye sikkerhetskrav.
- 3. Nye energibærere og fremdriftssystemer.** For å nå utslippsmålene i maritim næring er det behov for omstilling til null- og lavutslippsløsninger. Det er viktig å påpeke at de totale utslippene kan være store, selv om utslippene på skipene er små. Det gjelder for eksempel om batterier er ladet med strøm fra kullkraftverk. Nye energibærere og fremdriftssystemer krever ny kompetanse, både for operativt personell om bord og i kontrollsentre på land. I tillegg fører dette med sikkerhetsutfordringer – for eksempel knyttet til brannfare ved bruk av litiumbatterier, eksplosjonsfare ved bruk av hydrogen og konsekvenser av utslipp av ammoniakk – og det krever ny kunnskap og sikkerhetsopplæring for mannskap om bord.

Figur 17: Framtidig kompetansebehov minus dagens kompetanse er lik kompetansegapet i næringen



81 MARKOM-rapport (Menon 2021)

Kompetansebehov i nye vekstmarkeder for maritim næring

Norge er en av verdens ledende havnasjoner. I stortingsmelding «grønnere og smartere – morgendagens maritime næring», uttrykkes det et mål om å bidra til å utvikle en sterk norsk havklynge gjennom blant annet å stimulere til økt samhandling mellom de havbaserte næringene.⁸² Utgangspunktet for å videreutvikle de nye vekstmarkedene er gode. Norge besitter kompetente arbeidstakere, bedrifter, klynger og kunnskaps- og forskningsmiljøer langs hele kysten. I kjølvannet av olje- og gassnæringen vokser det fram nye havnæringer til havs, for eksempel havbruk, maritim turisme og energiproduksjon fra havvind. Kunnskap og teknologi utviklet i olje- og gassnæringen finner bred anvendelse i de nye vekstmarkedene.

Havvindmarkedet gir både nasjonale og internasjonale muligheter. Norge har særlige konkurransefortrinn innenfor det flytende havvind takket være en sterk maritim sektor og bred erfaring fra olje- og gassnæringen. Dette gjelder særlig innenfor vedlikehold, bygging av fundamenter og operasjoner under vann. Til tross for at mye av kompetansen fra de ovennevnte næringene kan overføres, fører en økt satsing på havvindmarkedet til nye og endrede kompetansebehov. 15. juni 2021 la Norsk Industri fram resultatene fra prosjektet *Leveransemodeller til havvind*. Prosjektet innebar flere leveranser, og en stor bredde av leverandørindustri og industriklynger ble engasjert. Rapporten utarbeidet av Norwegian Offshore Wind Cluster la norske kompetansetilbud innenfor utnyttning av havvind.⁸³ Rapporten viser til at både forsknings- og utdanningsinstitusjoner har aktivitet rettet mot havvindmarkedet. Det vil trolig være naturlig for flere utdanningsinstitusjoner å ha havvindmarkedet som et satsingsområde om næringen fortsetter å vokse. Det vil ikke ta særlig lang tid å utforme fag innenfor etter- og videreutdanning, men det vil være tidkrevende å starte opp nye studieprogram. For industrien vil det være viktig å definere tydelige satsingsområder og skaffe informasjon om hvor det vil være behov for økt kompetanse de kommende årene. Danmark startet allerede i 2008 med å tilpasse utdanningen mot vindmarkedet, ettersom industrien i Danmark viste til at det var behov for kompetanse innenfor havvind. Vindmølleoperatørutdannelse er mulig å ta ved Danmarks Tekniske Universitet, DTU.⁸⁴

Havbruksnæringen er blitt en betydelig næring i Norge, og mye tyder på at den kommer til å spille en viktig rolle i framtiden. Teknologit utviklingen i havbruksnæringen går raskt. Både forskningsmiljø og næringens behov for å løse miljøutfordringer, som lakselus og rømming, er med på å drive denne utviklingen framover. Basert på prosjekter og søknader om

utviklingstillatelser utvikles det havbruksanlegg som kan ligne på skip eller flyttbare innretninger. Det kan da være behov for teknisk kompetanse innenfor ulike fagområder, som maskin, elektro, stabilitet og andre maritime operasjoner. Enkelte anlegg kan også ha behov for navigatørkompetanse.⁸⁵

En tredje potensielt viktig havnæring for Norge er **mineralvirksomhet** på havbunnen. Som ved havvindmarkedet kan en del av kompetansen fra olje- og gassnæringen overføres til mineralvirksomhet på havbunnen. Norske aktører har erfaring innenfor undervannsteknologi, for eksempel design av utstyr og gjennomføring av avanserte operasjoner under vann. Det bidrar til at norske miljøer har gode forutsetninger for å bli kunnskaps- og teknologileverandører til en fremtidig havbunnsmineralnæring.⁸⁶ Det samme gjelder fangst og lagring av karbondioksid under havbunnen på norsk sokkel.

Kompetansebehov tilknyttet digitalisering og teknologiske endringer

Digitalisering og teknologit utvikling representerer store muligheter for maritim sektor. For å ta del i mulighetene er det avgjørende at næringen klarer å tiltrekke seg og bygge opp kompetanse på disse områdene. Ifølge Meld. St. 10 (2020–2021) *Grønnere og smartere – morgendagens maritime næring* er det i hovedsak tre ulike typer digital kompetanse: (i) grunnleggende digitale ferdigheter, (ii) spesialisert digital kompetanse og (iii) yrkestilpasset digital kompetanse. Det vil finnes ulike kompetansebehov i de forskjellige delene av næringen, og kompetansebehovet vil også variere basert på om man arbeider på sjøen eller på land.

Etter hvert som næringen digitaliseres, kan det forventes en økning i etterspørselen etter teknologer og spesialister i næringen, særlig i de tjenesteytende delene av næringen.⁸⁷ Dette er en utdanningsgruppe flere næringer er ute etter, og maritim næring konkurrerer med andre næringer om å tiltrekke seg arbeidstakere med denne typen kompetanse. En digitalisering av næringen vil også føre til endret samhandling mellom sjø og land. Nye digitale verktøy samler inn data som brukes til å analysere drift, slik at man hele tiden kan forbedre energieffektiviteten til skipene. Et team av oseanografer, meteorologer og erfarne kapteiner kan eksempelvis sitte på land og gjøre analyser og skreddersy en rapport ut fra værforhold og skipets egenskaper og profil. Det er imidlertid alltid kapteinen som i siste instans avgjør seilingsrutene.⁸⁸

Nye digitale teknologier vil føre til endret kompetansebehov hos eksisterende og kommende sjøfolk. Ifølge en rapport om sjø-

82 Meld.St.10 (2020-2021). Grønnere og smartere – morgendagens maritime næring

83 https://www.norskindustri.no/siteassets/dokumenter/rapporter-og-brosjyrer/leveransemodeller-havvind/leveransemodeller-havvind_juni_kartlegging-av-norske-kompetansetilbud.pdf

84 <https://www.tu.no/artikler/denne-kompetansen-ser-havvindnaeringen-etter/512612?key=WfpHdid7>

85 <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-10-20202021/id2788786/?ch=4#kap9>

86 <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/regjeringens-havrapport/id2857445/?ch=4#id0087>

87 <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-10-20202021/id2788786/?ch=4#kap9>

88 <https://www.tu.no/artikler/digitalisering-pa-havet-bolgene-blir-mindre-og-utslippene-lavere/513283>

folks karriereveier til sjøs og på land tror en tredjedel av respondentene at arbeidsoppgaver de i dag utfører, vil bli automatisert bort som følge av digitalisering innen tre til fem år. I den samme rapporten mener 60 prosent av de som fremdeles seiler, at de vil ha behov for kurs eller videre utdanning i framtiden for å beherske digitale verktøy og hjelpemidler. Tilsvarende andel for de som jobber på land, er 40 prosent. Arbeidsoppgaver om bord på skip blir mer avhengig av digitale løsninger og systemer. Et eksempel på dette er ruteplanleggingsverktøy, hvor kapteinen og navigatøren kan beregne rutevalg og hastighet. Dette kan kombineres med værdata og andre fjernmålinger for å optimalisere rutevalget, som igjen påvirker tidsbruk, sikkerhet og drivstofforbruk. I tillegg til å tilegne seg nye digitale ferdigheter krever STCW-konvensjonen at sjøfolk må gjennomføre et oppfriskningskurs for visse ferdigheter hvert femte år, slik at også de praktiske ferdighetene videreutvikles.

Operatørfeil, svikt i samhandling og manglende kompetanse og organisatorisk læring er viktige utfordringer i operasjonell sikkerhet. Det må legges vekt på samspillet mellom operativ sikkerhet, det menneskelige element og organisatoriske beslutninger. Den teknologiske endringstakten krever ny kompetanse i interaksjon mellom menneske og maskin. Kompetanse- og teknologibehov er knyttet til å kunne kombinere store datamengder (historiske data og sanntidsdata), til beslutningsstøtte og til operasjonell risikohåndtering.⁸⁹ Uten riktig kompetanse er det vanskelig å utnytte potensialet som ligger i digitalisering.⁹⁰ Kunnskap om digitalisering og teknologi vil være viktig i alle delene av næringen, på flere nivå og i det enkelte ledd. Det vil si både hos ansatte og hos ledelsen.

Kompetansebehov som følge av grønn skipsfart

For å nå utslippsmålene i maritim næring er det behov for omstilling til null- og lavutslippsløsninger, men løsninger som bidrar til energieffektivitet, trengs også. Eksempler på førstnevnte er elektrifisering av fartøy og bruk av hydrogen og ammoniakk som energikilder.⁹¹ Overgangen til helelektriske ferger på norske fergesamband er et eksempel på hvordan grønne skipsfartsløsninger gir endrede kompetansebehov.⁹² Energieffektivitet kan oppnås gjennom tekniske og operasjonelle tiltak, for eksempel ved å redusere bruken av fremdriftsenergi (f.eks. økt skrog- og propelleffektivitet). Det vil da være behov for ytterligere kompetanse tilknyttet løsninger for skrogdesign, materialer for bunnstoff, teknologi for å forebygge eller fjerne groing på skrog samt metoder for aktiv reduksjon av motstand i vannet, for eksempel ved bruk av luftbobler.

Endringer i fremdriftssystem vil kreve økt kompetanse knyttet til nye sikkerhetsutfordringer. Mer forskning innenfor forebygging

av brann, beredskap og konsekvenser av utslipp er nødvendig. Både effektive sikkerhetsforskrifter og evnen til å implementere en sikkerhetskultur der alle interessenter tar ansvar for å håndtere nye utfordringer introdusert med alternative drivstoff, er nødvendig for å sikre et vellykket inntak av drivstoffet.⁹³ Når landbasert teknologi brukes om bord på skip, for eksempel lagring og distribusjon av hydrogen, økes nivået på sikkerhetskravene av både IMO og classeselskap. Bakgrunnen for dette er at ansatte og passasjerer ikke kan fjerne seg fra ulykkesstedet på samme måte som fra en bil eller fra en bygning på land. Videre er sikkerhetsavstanden på skip mindre sammenlignet med på land. For flere typer drivstoff er lavtemperaturmaterialer en nødvendighet. En må altså ta hensyn til flere forhold når nye energibærere og fremdriftssystem tas om bord i skip, og alle krever spesifikk kompetanse.

Behov for både spesifikk og generisk kompetanse fram mot 2030

Maritime bedrifter vil ha behov for både sertifikatrettet kompetanse innenfor områder som nautikk og maskin, og mer generisk kompetanse innenfor IT, kybernetikk, industriell økonomi og elektro i årene som kommer. Videre rapporterer næringen at behovet for operasjonell erfaring fra sjø vil være viktig for å dekke kompetansebehovet i årene som kommer.⁹⁴

Tverrfaglig kompetanse vil være viktig, og både praktisk erfaring fra arbeid til sjøs og mer teoretisk kompetanse anses som attraktivt. Det er samtidig viktig å opprettholde spisskompetansen innenfor et felt hvor man kan jobbe i tverrfaglige team for å nyttiggjøre seg spisskompetansen forskjellige personer besitter. Det er derfor både behov for å utdanne folk som kan mye om litt, og folk som kan litt om mye. I Norges Rederiforbunds konjunkturrapport fra 2021 oppgir rederier at både teknisk kompetanse og operasjonell erfaring fra arbeid til sjøs vil være viktigst for dem de neste ti årene, men at dette også er den vanskeligste kompetansen å oppdrive.

89 <https://www.hrpub.org/download/20200830/UJER39-19516699.pdf>

90 <https://maritimpolitikk.no/2021/norges-rederiforbund-mener/bredt-kompetansebehov>

91 Se vedlegg 1 om grønn omstilling for mer informasjon om ulike lav- og nullutslippsløsninger

92 <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-10-20202021/id2788786/?ch=4#kap9>

93 [file:///C:/Users/maren/Downloads/DNV_Maritime_Forecast_2050_2021-Web%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/maren/Downloads/DNV_Maritime_Forecast_2050_2021-Web%20(1).pdf)

94 Sjøfolkrapport, Menon

KOMPETANSEUTVIKLING OG LIVSLANG LÆRING (EVU)

Digitalisering, teknologiutvikling, nye framdriftssystem og energibærere på skip gir behov for kontinuerlig kompetanseutvikling. Nyutdannede kandidater er en viktig kilde til kompetanse for næringen, men eksisterende arbeidstakere har også behov for kontinuerlig kompetanseutvikling. I 2020 la Solberg-regjeringen fram kompetansereformen (Meld. St. 14 2019–2020).⁹⁵ Meldingen har to mål. Det første er at ingen ansatte skal «gå ut på dato» som følge av manglende kompetanse. Det andre er å tette kompetansegapet i næringen. Det vil være viktig at kompetansen arbeidslivet trenger, og kompetansen arbeidstakerne har, er samkjørt.

Ifølge Meld. St. 14 2019–2020 er det behov for tiltak på tre områder for å gi alle mulighet til å lære hele livet og for å tette kompetansegapet. For det første må ansatte og virksomheter etterspørre og ønske å investere i kompetanseutvikling. Bedre muligheter for finansiering kan bidra til at enkeltpersoner investerer i mer utdanning. Samtidig må bedriftene oppleve at de ansattes etter- og videreutdanning imøtekommer bedriftenes kompetansebehov. For det andre må utdanningssystemet være åpent for livslang læring og ha mulighet til å tilby fleksible videreutdanninger. Det betyr at de bør utvikles med tanke på at de som tar en utdanning i ung alder, vil vende tilbake til utdanningene for å videreutvikle eller fornye sin kompetanse, for eksempel som følge av grønn omstilling og digitalisering i næringen. For det tredje må det finnes gode koblinger mellom dem som tilbyr kompetanseutvikling, og dem som etterspør den. For at markedet skal fungere godt, er man avhengig av at både enkeltpersoner og virksomheter har informasjon om hva som finnes av tilbud og videreutdanningsmuligheter. Gjennom trepartssamarbeidet skal regjeringen få innspill til hvilke behov medlemmer fra arbeidslivet har, slik at de kan utforme tiltak som treffer etterspørselen fra arbeidslivet.

Virksomheter investerer i kompetanseutvikling for å tiltrekke seg de beste kandidatene, ivareta de beste ansatte, utvikle ledere og ansatte – og fordi det i noen tilfeller er lovpålagt. Hovedgrunnen er imidlertid at man ønsker å endre atferd, noe som kan være vanskelig å oppnå. Kompetanseutvikling er mer enn kunnskap. Det innebærer også å videreutvikle ferdigheter, evner og holdninger. Wilhelmsen Ship Service bruker en læringsmodell som heter «70:20:10». Det betyr at kun 10 prosent av det vi trenger å kunne i et aktivt yrkesliv, skjer gjennom formelle opplæringsarenaer, som kurs og konferanser. 20 prosent av læringen skjer gjennom mer uformell læring og samspill med kollegaer, mens hele 70 prosent av læringen skjer mens vi jobber, gjennom erfaringer i arbeidssituasjoner og i utførelse av jobben man har.⁹⁶ En slik tilnærming endrer måten man tenker på og jobber med kompetanseutvikling. Det legges da vekt både på læring og på

effektene av det man har lært, med andre ord hvordan man systematiserer arbeidet, og hvordan man setter det ut i praksis. Videre er det viktig at de tre læringselementene (70:20:10) kobles sammen, for dette sikrer at læringen blir satt ut i praksis (70), og at erfaringene bringes tilbake til virksomheten og deles (20). Denne tilnærmingen vil også være relevant for etter- og videreutdanning av ansatte i maritim næring i en tid hvor digitalisering, teknologiutvikling og grønn omstilling vil endre kompetansebehovet i næringen.

Initiativ for å imøtekomme kompetansebehovet i den nasjonale og internasjonale maritime næringen

Solberg-regjeringen har etablert et treparts bransjeprogram for kompetanseutvikling der staten og partene i arbeidslivet samarbeider om å øke deltakelsen i kompetanseutvikling innenfor utvalgte bransjer.⁹⁷ Målet er å bidra til kompetanseutvikling i tråd med bransjens behov. Dette skal sikre at ansatte kan håndtere omstillingen næringen står overfor, og være bedre rustet for morgendagens arbeidsliv. Norsk Sjømannsforbund, NHO Sjøfart, Kystrederiene, Norges Rederiforbund, Norsk Sjøoffisersforbund, Det norske maskinistforbund, NITO, Tekna, Norsk Industri, Industri Energi, Fellesforbundet, LO og NHO samarbeider med Kompetanse Norge om å finne målrettede utdanningstilbud for alle som jobber i bransjen.⁹⁸ Bakgrunnen for dette er at rederiene, den maritime industrien, sjøfolk og andre arbeidstakere i den maritime næringen har behov for å øke sin kompetanse innenfor digitalisering, ny teknologi, informasjonssikkerhet og grønn skipsfart. Det er også behov for å formalisere kompetansen innenfor enkelte fagbrev.

Europa er en global kilde til maritim ekspertise. SKILLSEA er et fireårig prosjekt hvor målet er å sikre at maritime fagfolk besitter viktig digital og grønn kompetanse som møter kompetansebehovet i næringen. I tillegg til å produsere en bærekraftig kompetansestrategi for europeiske maritime fagfolk, søker prosjektet også å øke antall fagfolk til den maritime næringen. Målet med prosjektet er å analysere effekten av teknologisk utvikling på næringens ferdighetskrav, oppnå en bedre samhandling mellom bransjens kompetansebehov, utdanning og opplæring av maritime fagfolk, etablere et bedre samarbeid og synergi mellom utdanningsinstitusjoner, maritime myndigheter og industrien, samt sikre at Europa beholder en verdensledende tilgang til maritime ferdigheter og erfaring for bedre konkurranseevne. Prosjektet er utviklet av næringens arbeidspartnere, European Community Shipowners' Association (ECSA) og European Transport Workers Federation (ETF). Videre består det av et konsortium fra nasjonale maritime myndigheter, rederier, rederiforeninger, maritime fagforeninger og maritime utdanningsinstitusjoner fra 16 europeiske land.⁹⁹

⁹⁵ <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-14-20192020/id2698284/?ch=1>

⁹⁶ <https://www.commonnorge.no/livslang-laering-for-alle/>

⁹⁷ <https://www.kompetansenorge.no/bransjeprogram-med-studie-og-opplaringstilbud/>

⁹⁸ <https://www.kompetansenorge.no/bransjeprogram-med-studie-og-opplaringstilbud/bransjeprogram-for-maritim-naring/>

⁹⁹ <https://www.skillsea.eu/index.php/about/what-is-skillsea>

MARITIM UTDANNING

For å møte endringene som skjer i næringen, både nasjonalt og internasjonalt, er Norge avhengig av utdanningsinstitusjoner som er i front, med godt teknisk utstyr, oppdatert kompetanse blant lærere, og at digitale ferdigheter integreres som en del av utdanningsløpet.¹⁰⁰ De maritime utdanningsaktørene må jobbe langsiktig og systematisk for å tilby verdensledende maritime utdanninger som er relevante, har god kvalitet og er tilgjengelige. Samarbeid mellom utdanning, forskning og industri er viktig for å tilrettelegge for innovasjon og nyskaping allerede i studieløpet og for å involvere en større del av industrien i utdanningene. Dette bidrar til å sikre at utdanningsinstitusjonene følger med på utviklingen, og at koblingen mellom utdanning og industri styrkes ytterligere.¹⁰¹

Norge som sjøfartsnasjon er avhengig av kvalitet i maritim utdanning på alle nivå, herunder også den maritime profesjonsutdanningen som leder til maritimt kompetansesertifikat som dekkss- eller maskinoffiser. To ulike utdanningsløp leder til maritime kompetansesertifikater, ett via fagskole og ett via universitet eller høyskole. For å løse maritimt kompetansesertifikat er det nødvendig med både teoretisk og praktisk opplæring, og den praktiske opplæringen kan integreres i studieløpet eller i hovedsak gjennomføres etter endt utdanning.

Gjennom rapporten Fra sjø til land – Maritime karriereveier er det dokumentert at norsk operativ maritim kompetanse er viktig for hele Norges maritime klynge. Maritim profesjonsutdanning tilbys på et begrenset antall utdanningsinstitusjoner, som alle er godkjent av Sjøfartsdirektoratet i tråd med internasjonalt regelverk for maritim sertifikatgivende utdanning. Relevant forskning er kritisk for utdanningsprogrammene på universitets- og høyskolenivå

Det finnes også annen maritimt rettet høyere utdanning som ikke leder til maritime kompetansesertifikater, og som dermed ikke trenger godkjenning fra Sjøfartsdirektoratet. Disse utdanningsprogrammene leverer kandidater til den landbaserte delen av maritim næring, og mange ulike tekniske og merkantilt rettede programmer kan være relevante for en yrkeskarriere innenfor det maritime fagområdet.

100 NRs konjunkturrapport, 2021

101 https://www.nho.no/siteassets/analyse/fremtidsmuligheter-i-maritime-naringer_sintef-ocean-2019.pdf

Vedlegg 4: Fra innovasjon til ekspansjon





Innledning

Å forstå sammenhengen mellom forskning, innovasjon, produksjon og eksport er avgjørende for å kunne utvikle en forsknings- og innovasjonsstrategi som skal styrke maritim nærings konkurranseevne og bidra til økt verdiskaping og sysselsetting i Norge. En innovasjonsprosess går gjennom ulike faser. Utviklingsfasen starter med en idé, enten basert på innsikt og resultater fra forskning (forskningsbasert innovasjon) eller på impulser fra markedet (forretningsdrevet innovasjon).¹⁰² Utviklingsfasen kan i mange tilfeller være lang i maritim næring, spesielt når prosessen er forskningsbasert, og den bygger gjerne på teknologisk grunnforskning og videreutvikles gjennom modellering, eksperimentering og testing i laboratorier. Utviklingsfasen inkluderer også analyser av markedspotensial, vurdering av tekniske utfordringer forbundet med produksjon og skalering samt vurdering av forretningsmodell. Veien til kommersialisering og skalering kan være kortere dersom innovasjonsprosessen er forretningsbasert og ikke forskningsbasert, men i prinsippet går man gjennom de samme stegene.

I prosessen fra innovasjon til ekspansjon møter man ulike utfordringer og barrierer. Teknologisk verifisering er særlig viktig i tidlige faser, mens markedsverifisering og behovet for kapital øker jo nærmere kommersialisering og industriell skalering man kommer.

Norsk maritim industri utvikler verdensledende teknologi og innovative fartøykonsepter og utstyr, men teknologiene og løsningene blir ofte ikke kommersialisert, og det som kommersialiseres, blir sjelden skalert til industrielt nivå. Kostnadene forbundet med teknologiske innovasjoner øker normalt jo nærmere man kommer kommersialisering og industrialisering, fordi det i økende grad blir behov for kapitalkrevende investeringer i pilotering/testing, fullskala prototyper og til slutt industriell produksjonskapasitet.

Manglende kommersialisering og skalering fører både til at deler av verdiskapingspotensialet ikke blir tatt ut, og at bedrifter ikke klarer å realisere skalafordeler som er nødvendige for å bli internasjonalt konkurransedyktige. Årsakene til denne utfordringen

er trolig sammensatte. Det pekes gjerne på at Norges eksportnæringer i stor grad er naturressursbaserte, og at vi mangler en markedsorientert kultur og kompetanse som man finner i for eksempel Danmark og Sverige. En annen forklaring er at virkemiddelapparatet i Norge i stor grad er rettet mot forskning og innovasjon og i liten grad mot kommersialisering, produksjon og eksport.¹⁰³

En tredje forklaring på kommersialiserings- og skaleringsutfordringene er knyttet til den maritime næringens egen utvikling. I tiårsperioden da den norske maritime næringen var dominert av leverandørkjeden til olje- og gassnæringen, opplevde man høy appetitt og betalingsvilje for ny teknologi og nye fartøytyper. I tillegg befant mange av de viktigste kundene seg i Norge. I internasjonal varetransport og til dels i andre markedssegmenter er appetitt og betalingsvilje mindre. Dessuten er det vanskeligere å nå ut i internasjonale markeder hvis det er «hull» i verdikjedene, spesielt dersom kundene som skal betale for innovasjonene, ikke er til stede i Norge. Det viktigste unntak fra disse to utfordringene (hull i verdikjeder og manglende betalingsvilje for innovasjoner) finner vi i havbruksnæringen i dag. Vi har en komplett maritim leverandørkjede til havbrukssekskapene i Norge, og de norske kundene er verdens største og mest avanserte.

PROSESSEN FRA FORSKNINGSINNSATS TIL KOMMERSIALISERING OG SKALERING I INTERNASJONALE MARKEDER

De fleste bedrifter går gjennom fem faser i prosessen fra innovasjon til ekspansjon. De tre første fasene er knyttet til selve innovasjonsprosessen: utvikling, testing/verifisering og kommersialisering. I forlengelsen av de tre innovasjonsfasene kommer (industriell) skalering og (internasjonal) ekspansjon.¹⁰⁴

Ikke alle bedrifter og produkter følger denne stiliserte utviklingsprosessen. Noen bedrifter er «born globals», det vil si at de kommersialiseres i et globalt marked, noe som gjør at kommersialisering, skalering og ekspansjon utgjør en felles prosess. Andre bedrifter går rett inn i skaleringsfasen uten noen utviklings- og test/verifikasjonsfase, mens andre igjen kan gjennomføre

¹⁰² For forskjellen mellom forskningsbasert og forretningsbasert innovasjon, se «Områdegjennomgang av det næringsrettede virkemiddelapparatet. Helhetlig anbefaling om innretning og organisering av det næringsrettede virkemiddelapparatet». Deloitte og Menon.

¹⁰³ Se fotnote ovenfor.

¹⁰⁴ Mht. skalering er industriell satt i parentes fordi ikke alle produkter industrialiseres. Det gjelder særlig tjenesteleverandører og digitale produkter. På tilsvarende måte er internasjonal satt i parentes fordi en del bedrifters ekspansjon foregår i et nasjonalt marked.

parallelle prosesser i mange år hvor man kommersialiserer produktet tidlig og samtidig fortsetter med kontinuerlige utviklings- og test/verifikasjonsprosesser for å videreutvikle produktet. Vi mener likevel at det er instruktivt å beskrive de fem utviklingsfasene på en sekvensiell måte, både fordi et stort antall maritime bedrifter faktisk går gjennom en slik utviklings- og modningsprosess, og fordi mye av de offentlige støtteordningene er rettet mot ulike faser.

Utviklingsfasen starter med en idé, enten basert på innsikt og resultater fra forskning (forskningsbasert innovasjon) eller på impulser fra markedet (forretningsdrevet innovasjon). Utviklingsfasen kan i mange tilfeller være lang i maritim næring, spesielt når prosessen er forskningsbasert, og den bygger gjerne på teknologisk grunnforskning og videreutvikles gjennom modellering, eksperimentering og testing i laboratorier. Utviklingsfasen inkluderer også analyser av markedspotensiell, vurdering av tekniske utfordringer forbundet med produksjon og skalering samt vurdering av forretningsmodell. Til slutt utvikles et produkt eller en tjeneste i henhold til tekniske spesifikasjoner og markedsstrategi.

Det finnes et bredt spekter av offentlige virkemidler for maritime bedrifters forskning og utvikling, blant annet Forskningsrådet, SkatteFunn, regionale forskningsfond og EUs forsknings- og innovasjonsprogrammer. Disse er beskrevet i vedlegg 5 (Nasjonal og internasjonal FoU-aktivitet i maritim næring).

I testings- og verifiseringsfasen testes produktet eller tjenesten på bakgrunn av gitte krav til ytelse og funksjonalitet. Målet med denne fasen er å oppnå teknologisk verifikasjon og i noen tilfeller også markedsverifisering – det vil si å sannsynliggjøre at det er mulig å selge produktet med lønnsomhet i et kommersielt marked. Kravene til teknologisk verifisering varierer betydelig, blant annet etter grad av sikkerhetsutfordringer.

Forskningsrådet (for eksempel DEMO 2000 og IP-Demo), Enova og Innovasjon Norge har flere virkemidler som er relevante i denne fasen. Det samme gjelder Norsk katapult (Siva), et virkemiddel som skal bidra til oppbygging og utvikling av nasjonale flerbrukstestsentre som skal stimulere til mer og raskere innovasjon samt utvikling og deling av kompetanse. I sentrene skal bedrifter kunne teste, simulere og visualisere teknologier, komponenter, produkter, løsninger, tjenester og prosesser. Lett tilgang til ekspertise, utstyr og hensiktsmessige lokaler skal gjøre veien fra konseptstadiet til markedsintroduksjon enklere. Det er også viktig å gjøre infrastrukturen for pilotering og testing tilgjengelig for hele næringen ved å stille krav om tilgjengeliggjøring, etterbruk og spredning i andre offentlige infrastrukturvirkemidler.

Dersom testing- og verifiseringsfasen er vellykket, tas beslutning om kommersialisering. Det kreves mye tålmodig og risikovillig kapital for å føre en bedrift fra forskning til **kommersialisering**. Store, etablerte bedrifter kan i mange tilfeller finansiere kommersialisering prosessen gjennom overskudd fra driften og egenkapital, mens oppstartsbedrifter er avhengige av å innhente låne- eller egenkapital for å finansiere prosessen. Jo lenger

prosessen varer, og jo større usikkerhet det knytter seg til om den vil lede frem til et produkt med markeds-potensial, desto vanskeligere er det å skaffe kapital. Derfor er det ofte nødvendig med et bredt spekter av finansieringskilder gjennom en bedrifts innovasjonsskjede. Samtidig har mange forskere gode ideer til konsepter og produkter som også trenger bistand i form av veiledning og nettverk for å lykkes med kommersialisering, i tillegg til tilgang til risikokapital. Inkubatorer, TTO-er og klyngene er viktige bidragsytere på dette området.

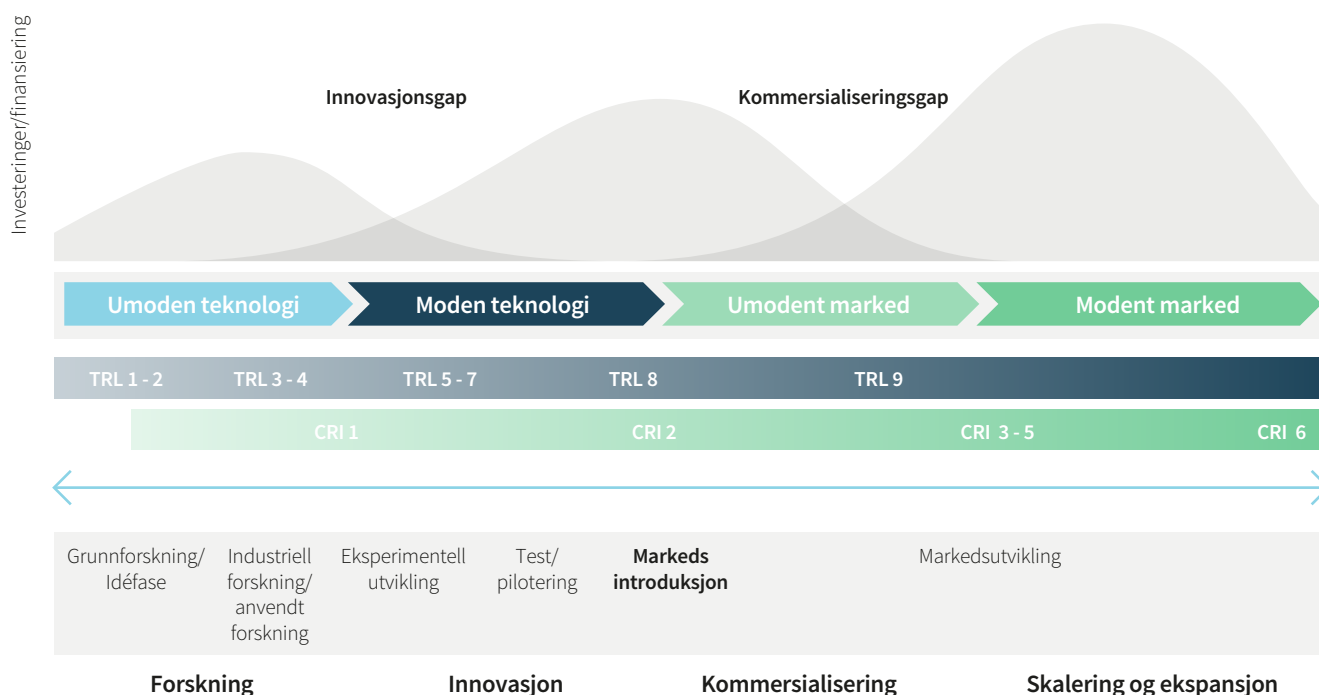
Når et produkt er kommersialisert, det vil si at det er inngått salgssavtaler på kommersielle vilkår, kan produktet **industrialiseres**. Det innebærer at det må investeres i produksjonskapasitet, organisasjon og et salgs- og distribusjonsapparat som kan **skalere** virksomheten til et nivå som gjør at bedriften kan gå med overskudd på driften (positiv kontantstrøm). En av styrkene i den maritime næringen i Norge er at verdikjedene i stor grad har vært komplette i Norge. Det innebærer at leverandører av fysiske og digitale produkter og tjenester har hatt nærhet til sine potensielle kunder og kunnet kommersialisere sine produkter i Norge. Med kommersielle bevis (referanse kunder) fra Norge senkes barrierene ved internasjonalisering.



KORT OM TRL- OG CRI-SKALAENE

TRL-skalaen («Technology Readiness Level») går fra 1 til 9. TRL 1 er der forskningen starter, mens TRL 8 markerer første gang teknologien introduseres i markedet. Da har teknologien vært gjennom både pilotering og demonstrasjon (TRL 5 til 7). På TRL-skalaen dekker dermed TRL 9 hele markedsutviklingen til teknologien. Her ansees teknologien for å være teknologisk moden. TRL-skalaen skiller altså ikke mellom ulike grader av kommersiell modenhet.

CRI-skalaen («Commercial Readiness Index») skiller mellom grader av markedsmodenhet og overlapper TRL-skalaen fra og med TRL 1. Teknologien må være moden før den kan skaleres i markedet. CRI 1 og CRI 2 strekker seg riktignok langt, og sistnevnte går forbi det høyeste TRL-nivået. CRI 3 til 6 beskriver altså kommersialiseringssløpet utover det TRL-skalaen gjør, og dekker utviklingen fra et tidlig kommersielt støttet marked til et fullt konkurransedyktig kommersielt marked. Ser man skalaene i sammenheng, slik det er vist i figuren under, får man et fullstendig bilde av et teknologiske utviklingssløp fra idé og grunnforskning til fullt kommersielt marked.

Figur 18: Illustrasjon av prosessen fra grunnforskning til skalering i eksportmarkeder. Kilde: Menon Economics ¹⁰⁴

Den siste fasen er ekspansjon til nye markeder. For de fleste bedrifter i maritim næring innebærer det å rette seg mot **eksportmarkeder**. Når en bedrift ser et markeds potensial utenlands, øker potensielt behovet for skalering av produksjonen. Eksportvirksomhet fører også med seg helt egne utfordringer knyttet til blant annet markedstilgang, etablering av distribusjonsnettverk og merkevare- og relasjonsbygging. Denne fasen krever derfor betydelige investeringer og helt egne virkemidler.

Hvor i utviklingskjeden en bedrift, et produkt eller en tjeneste befinner seg, avgjør hvilke virkemidler som kan stimulere videre utvikling og vekst. Behovene vil med andre ord endre seg etter hvert avhengig av hvor i utviklingsløpet bedriftene er.

BARRIERER I PROSESSEN FRA INNOVASJON TIL EKSPANSJON

TRL- og CRI-skalaen er et sentralt rammeverk for å identifisere på hvilket nivå av modenhet de ulike virkemiddelprogrammene plasserer seg, slik at man kan kategorisere programmene langs innovasjonskjeden. TRL- og CRI-skalaen er nærmere beskrevet i boksen nedenfor.

Figur 19 viser CRI- og TRL-skalaene i sammenheng og gir et fullstendig bilde av det teknologiske utviklingsløpet fra idé og grunnforskning til et fullt kommersielt marked. Det er viktig å presisere at dette er en stilisert fremstilling av skalaene for teknologisk og kommersiell modenhet. I praksis vil det være mer flytende i hvilken grad TRL 8 og TRL 9 korresponderer

med CRI 2 «Tidlig kommersiell uttesting», eller om man allerede befinner seg i en fase med «kommersiell oppskalering» (CRI 3) basert på en relativt umoden teknologi.

De tre kurvene i figuren refererer til behovet for investering/finansiering i utviklingsfasen, test/piloterings-fasen og kommersialiseringsfasen. I overgangen mellom de ulike fasene er det indikert to «finansieringsgap» som typisk oppstår i dette utviklingsløpet. Det første, innovasjonsgapet, refererer til at det i overgangen fra forskning og forskningsfinansiering til eksperimentell utvikling og test/pilotering gjerne er vanskelig å sikre nok finansiering. Det andre, kommersialiseringsgapet, refererer til det samme, men i overgangen mellom innovasjon og videre markedsutvikling (kommersialisering og skalering). I begge disse overgangene øker kapitalbehovet betraktelig: Pilotering og testing er mer ressurskrevende enn laboratoriestudier, og investeringer i produksjonskapasitet og markedsapparat er mer ressurskrevende enn leveranser til pilotkunder.

De to gapene er videre knyttet til hva typiske aktører og ulike selskaper investerer i og finansierer. Eksempelvis finansierer staten gjerne grunnforskning, mens engelinvestorer, venture kapital-selskaper, private equity-selskaper og store internasjonale selskaper supplerer dette. Sammenlignet med i utviklingsfasen utgjør statens andel av finansieringen i kommersialiseringsfasen en langt mindre andel. Det er i all hovedsak privat risikokapital som finansierer aktivitetene i denne fasen.

105 Figuren er originalt utarbeidet til prosjektet «Energi21 – Forsknings- og innovasjonsdrevet næringsutvikling», som Menon har utført på oppdrag fra Norges forskningsråd.

Tilgangen på risikokapital for tidligfasebedrifter i maritim næring er krevende. Utfordringene gjelder spesielt virksomheter som forventer mange år med kapitalkrevende utvikling før det kan ventes kommersielle inntekter, eksempelvis ved kommersialisering av forskningsresultater. For denne typen bedrifter er privat lånekapital sjelden tilgjengelig fordi bedriftene ikke kan stille pantessikkerhet. Derfor vil de fleste oppstartsbedrifter uten kommersielle inntekter ha behov for offentlige tilskudd og lån, både som kapitalkilde i seg selv og for å øke sannsynligheten for å kunne hente inn privat egenkapital.

Har kommersialiserings- og skaleringsutfordringene økt i maritim næring?

Egenskapene ved markedet man opererer i, har avgjørende betydning for hvor store utfordringer man vil møte når innovasjoner skal kommersialiseres og skaleres til internasjonale markeder. Den ideelle situasjonen har man dersom markedet er i vekst og kundene konkurrerer om tilgang på ny teknologi og nye løsninger. Hvis man i tillegg er del av et økosystem med profesjonelle investorer som jakter på innovative bedrifter, og det finnes verdikjeder som gjør at man har tilgang på konkurransedyktige leverandører på alle viktige områder, slik at man kan spesialisere seg på aktiviteter man har konkurransefortrinn i, ligger forholdene svært godt til rette for rask kommersialisering og ekspansjon. Dette var virkeligheten i maritim næring i tiårsperioden frem til 2015. I denne perioden var det meste av den norske maritime næringen orientert mot olje- og gassmarkedet. Gevinsten av teknologiutvikling og innovasjon var enormt høy fordi oljeselskaperes appetitt og betalingsvilje for avanserte og innovative maritime løsninger og tjenester var svært stor. Den maritime leverandørkjeden til olje- og gassektoren var komplett, og det fantes en rekke nasjonale og internasjonale aktører som jaktet på investeringsmuligheter, og som dermed bidro til å finansiere prosessen fra innovasjon til ekspansjon.

Komplette verdikjeder var også viktige for kommersialiserings- og skaleringsveien: Pengestrømmene i verdikjeden går fra kundene i havnæringene og bakover i kjeden. Hvis kundene selv opererer i markeder med sterk internasjonal konkurranse, vil de stille høye krav til effektivitet og innovasjon til sine leverandører, slik at innovasjonsimpulser følger pengestrømmene og sikrer markedsorienterte insentiver gjennom hele verdikjeden. Leverandørene kan møte kravene med spesialiserte og skreddersydde produkter tilpasset havnæringenes behov. Stabile verdikjeder fører til langvarige relasjoner mellom aktørene, noe som legger grunnlaget for tillit og informasjonsdeling, som igjen fører til at kommunikasjon og logistikk i verdikjedene blir mer effektiv, og at nye løsninger kan utvikles og implementeres i fellesskap. I olje- og gassnæringen førte det til kontinuerlige innovasjoner og høyt teknologisk nivå i hele den maritime leverandørkjeden.

Tre forhold gjør at kommersialiserings- og skaleringsutfordringene er større i dag:

1. Den norske maritime næringen har en mer diversifisert markedsprofil enn tidligere og delvis med brudd i verdikjedene.
2. Næringen skal gjennomføre en grønn omstilling hvor kravene til og betalingsviljen for grønne teknologier og løsninger bare delvis kommer fra markedet.
3. Betalingsviljen for ny teknologi og andre innovasjoner er mindre (først og fremst fordi den var unormalt høy blant oljeselskapene).

Markedsmessig diversifisering

Etter offshorekrisen har skipsverftene og resten av den maritime industrien orientert seg mot nye markeder, som havbruk og fiskerier, ferger og hurtigbåter, cruiseskip og yachter, samt i noen grad mot internasjonal varetransport. Produktiviteten – målt som verdiskaping per sysselsatt – i maritim industri (verft, utstyrsleverandører og teknologiske tjenester) falt, ifølge Menons beregninger, med 12 prosent i perioden 2014–2018.¹⁰⁶ Særlig var reduksjonen stor blant verftene, der den var nesten halvert. Deler av dette skyldes lavere priser, men også at raske omstillinger og fragmentering av verdikjeder er utfordrende for kostnadseffektiviteten fordi man mister stordriftsfordeler og må gå gjennom nye læringsprosesser. Arbeidsprosesser må endres, og eksisterende kompetanse blir mindre relevant og må endres og tilpasses og nye oppgaver. I en del tilfeller må man også endre produksjonsutstyr og systemer. I tillegg blir logistikken og samhandlingen i verdikjedene mer krevende fordi nye kundeleverandør-relasjoner må etableres. Omstillingen til å betjene et bredere sett av havnæringer har gitt større markedsmessig robusthet i den forstand at en brå og uventet reduksjon i etterspørselen blir mindre kritisk. Ulempen er at skaleringspotensialet innenfor hver av verdikjedene blir mer begrenset, og det medfører en fare for at innovasjonene ikke blir spredt på tvers av verdikjedene.

Brutte verdikjeder reduserer trolig også innovasjonsevnen i næringen, først og fremst fordi hullene i verdikjeder gjør kommersialisering vanskeligere og skalering mer risikabelt. Når det utvikles nye fartøykonsepter som det ikke finnes kunder for i Norge (eller få og små kunder), blir veien til markedet lenger og mer usikker. Erfaringene fra Pilot-e-ordningen viser hvor viktig det er at kundene er involvert i innovasjonsprosessen.¹⁰⁷

Begrenset betalingsvilje for lav- og nullutslippsteknologier

Teknologier, særlig knyttet til fremdriftssystemer og nye energibærere, som kan utvikles, testes og implementeres på tvers av verdikjedene, kan bidra til større kunnskapsspredning og teknologioverføring mellom verdikjedene – og dermed til større industriell skalering og eksport av løsningene. Oljeselskapene har vært store, krevende kunder med høy betalingsvilje for

106 Datagrunnlag til de årlige rapportene Menon skriver for Maritimt Forum, Maritim verdiskapingsrapport.

107 Evaluering av Pilot-e. Menon-rapport nr. 147/2020.

ny teknologi, nye fartøytyper og innovative løsninger. Innovasjonsforventningene og betalingsviljen ble overført til rederiene, som igjen ble krevende og betalingsvillige kunder bakover i verdikjeden – overfor verft, utstysprodusenter, skipsdesignere og tjenesteleverandører. For at den norske næringen skal ta en ledende posisjon i den grønne maritime transformasjonen globalt, må kundene i verdikjedene som Norge har forutsetninger for å hevde seg i, stille krav om grønne løsninger og være villige til å betale for dem. Sagt på en annen måte er en grønn omstilling nødvendig i hele den maritime næringen, og det er behov for kraftfull og koordinert innsats for dekarbonisering. Transformasjonen må imidlertid skje gjennom verdikjedene ved at kundene etterspør og er villige til å betale for de grønne løsningene.

Barrierer mot implementering av lav- og nullutslippsteknologier er beskrevet nærmere i hovedrapportens kapittel 2 og i vedlegg 1 (Grønn omstilling i maritim næring).

Høyt kostnadsnivå som barriere mot kommersialisering og skalering

Som beskrevet ovenfor var oljeselskapenes appetitt og betalingsvilje for ny teknologi og andre innovasjoner svært høy i årene frem til offshorekrisen. Prisfølsomheten var liten, blant annet fordi den potensielle gevinsten av nye teknologier, for eksempel ved utbyggingsprosjekter eller økning av ressursutnyttelsen på et felt, var enormt stor. Dermed representerte norske aktørers kostnadsnivå en lite viktig konkurranseulempe. I dagens markedssituasjon fortøner det seg annerledes. Kundene verdsetter nye teknologiske innovasjoner, men deres potensielle gevinst er mindre, og de opererer ofte i markeder med relativt små marginer.

Det har medført at et høyt kostnadsnivå i den norske maritime industrien har blitt en større konkurranseulempe.¹⁰⁸ Særlig har verftene mistet markedsandeler. En økende andel av fartøy som tidligere ble kontrahert i Norge, bygges nå i land som Tyrkia, Singapore, Spania og Kina – også når rederikunden er norsk. En stor andel av maritime industribedrifter peker på høye kostnader sammenlignet med andre land som den største utfordringen for deres konkurranseevne.¹⁰⁹

Konkurransekraften utfordres for det første fordi andre europeiske land, spesielt Tyrkia, har bygget opp en verftsindustri som har mange likhetstrekk med den norske, men med vesentlig lavere personalkostnader.¹¹⁰ For det andre har norske verft utkontrahert mange oppgaver til leverandører i utlandet (inklusive bemanningstjenester), noe som har redusert fleksibiliteten i byggeprosessen og svekket verftenes interne kompetanse og kompetansen hos underleverandører. For det tredje har endringene i lønnsvilkår for innleid utenlandsk personale ført til betydelig vekst i personalkostnadene. I tillegg har de norske

verftene kommet inn i en negativ spiral hvor svak finansiell soliditet har redusert mulighetene for nye investeringer og samtidig økt risikoen for rederier som kontraherer fartøy hos de norske verftene.

To forhold påvirker særlig næringens kostnadsmessige konkurranseevne: hvilke markeder man opererer i, og kostnadsstrukturen i bedriftene. De deler av næringen som opererer i internasjonal konkurranse, særlig i markeder preget av hard priskonkurranse, står overfor den største utfordringen knyttet til kostnadsmessig konkurranseevne. Utfordringen er minst for bedrifter som i hovedsak betjener et nasjonalt marked, eller som opererer i markeder hvor kvalitet, skreddersøm, sikkerhet og andre faktorer er viktigere konkurranseparametere enn pris. Den offshorerettede delen av næringen var et godt eksempel før oljeprisfallet i 2014, mens havbruk og ferger/hurtigbåter er eksempler i dag.

Lønnsnivået er høyt i Norge og vesentlig høyere enn i mange land den maritime industrien konkurrerer mot. Den kostnadsmessige konkurranseevnen er derfor spesielt utfordrende for bedrifter som er avhengige av tidkrevende og arbeidsintensive prosesser. Her finnes det store forskjeller mellom de maritime bransjene. Digitalisering, automatisering og robotisering utgjør kilder til redusert arbeidskraftintensitet, med andre ord til økt arbeidskraftproduktivitet. Verftene kan i liten grad automatisere/robotisere, men de kan trolig digitalisere mer, for eksempel i anvendelse av digitale tvillinger og virtuell prototyping. Det kan også finnes et potensial for robotstøtte i utøvelse av krevende operasjoner.

Ustysprodusenter kan i større grad automatisere og robotisere produksjonsprosessene, og skaleringspotensialet er potensielt stort for de fleste typer. Tjenesteleverandører (skipsdesignere, ingeniørtjenester, klassifisering, finans/jus) er kunnskapsintensive og har mindre kostnadsulempe siden lønnsnivået i Norge knyttet til kunnskapsintensive tjenester ikke er spesielt høyt.

Ved at verftene gjennomfører utrustning og annet fysisk arbeid på skipene, går mange av stegene i en byggeprosess enten direkte eller indirekte gjennom verftene. Dette er med på å legge til rette for samspill og koordinering mellom aktørene i maritim næring. Som et resultat bidrar verftenes integrerende rolle i verdikjeden til å lage effektive arenaer for utveksling av ideer, utprøving av teknologi og samarbeid om løsninger. Skipsverftene er derfor viktige for innovasjonsevnen i hele den maritime næringen i Norge.¹¹¹

108 Kilde: Menon og BCG «Norsk skipsverft – aktivitet, konkurransesituasjon og rammebetingelser.» Menon-rapport 66/2021.

109 Kilde: Menon og BCG «Norsk skipsverft – aktivitet, konkurransesituasjon og rammebetingelser.» Menon-rapport 66/2021.

110 Kilde: Menon og BCG «Norsk skipsverft – aktivitet, konkurransesituasjon og rammebetingelser.» Menon-rapport 66/2021.

111 Dette er dokumentert gjennom ulike utredninger og forskningsprosjekter over mange år, senest i rapporten om norske skipsverft, se fotnoten ovenfor.

Klyngebasert innovasjon og verftenes integrerende rolle

Avslutningsvis er det viktig å understreke at bildet ikke er entydig. Mange norske innovasjoner blir kommersialisert, og flere lykkes i å ekspandere til internasjonale markeder. Data- og programvareplattformene Cognite og Kognifai er gode eksempler. Nærheten til store, krevende og betalingsvillige kunder på norsk sokkel var en nødvendig, men ikke tilstrekkelig betingelse for maritim nærings suksess i årene frem til 2015. Næringens evne til kontinuerlig fornyelse og teknologisk innovasjon har vært avgjørende for den internasjonale suksessen. Den viktigste kilden til innovasjon i næringen i disse årene var trolig næringens klyngeegenskaper. En tilnærmet komplett verdikjede hvor aktørene var internasjonalt konkurransedyktige i alle ledd ga maritim næring et robust konkurransefortrinn. Tette, uformelle og tillitsbaserte relasjoner basert på norsk samhandlingskultur i flate organisasjonsstrukturer førte til rask kunnskapsutvikling, informasjonsdeling og mobilitet mellom bedriftene. Felles innovasjonsprosjekter mellom rederier, verft og utstyrsprodusenter – ofte med verftene som innovasjonshub – har vært avgjørende for kreativ teknologiutvikling og rask implementering av innovative løsninger.

Verftene spiller en integrerende rolle i den maritime næringen gjennom byggeprosjekter hvor rederier er kunder, og design-selskaper, utstyrsprodusenter og tjenestetilbydere er leverandører. Fartøy bygges og utrustes basert på et design levert av uavhengige skipsdesignselskaper eller av verftenes egne design-enheter. Utstyret leveres av et stort antall produsenter, både standardutstyr og spesialisert utstyr til ulike fartøytyper. Standardutstyret vil for eksempel være fremdriftssystemer, propeller og broløsninger, mens spesialutstyret varierer fra fartøy til fartøy og for eksempel kan være avanserte fiskehåndteringssystemer om bord på en brønnbåt. I prosessen med å utruste og bygge skip trenger verftene også en rekke tjenester, som elektroinstallasjon, bemanning og ingeniør-tjenester. Fartøyene bestilles av rederier som utfører operasjoner for vareeiere, oljeselskaper, sjømat-produsenter og andre kunder i ulike hav-næringer. Dette betegner vi som rederimarkedene.

OFFENTLIGE VIRKEMIDLER FOR Å STYRKE KONKURRANSEKRAFTEN I MARITIM INDUSTRI

Konkurranseskraften påvirkes av rammevilkårene

Norge har en liten og åpen økonomi og en relativt stor andel av produksjonen blir eksportert. I tillegg inngår norske bedrifter i økende grad i internasjonale verdikjeder, og utenlandske investeringer i norske bedrifter er høyere enn tidligere. Det innebærer at internasjonale politiske hendelser av økonomisk karakter får stor betydning for norske bedrifter. Mer spesifikt avhenger konkurranseevnen til bedriftene som opererer i det internasjonale markedet, av rammevilkår og reguleringer vedtatt i internasjonale fora og organisasjoner. For at norske bedrifter skal opprettholde sin posisjon i det internasjonale markedet, er det nødvendig med internasjonalt konkurransedyktige rammevilkår.

Mange politikkområder påvirker rammevilkårene for eksport-bedrifter, for eksempel skatte- og avgiftspolitik, handelsavtaler, samferdsel, utdanning og arbeidsmarkedsregulering. Alle påvirker maritim nærings forutsetninger for innovasjon, produktivitet og internasjonal konkurranseevne. For eksempel vil utdannings-systemet påvirke bedriftenes tilgang på kompetanse og dermed evnen til å ta i bruk ny teknologi fra forskningsprosjekter, og handelsavtaler vil påvirke bedriftenes mulighet til å nå ut i internasjonale markeder med sine innovasjoner. Summen av politikkområdene som påvirker næringslivets utvikling, kalles gjerne den store (brede) næringspolitikken.

De næringsrettede virkemidlene kalles gjerne den **lille** (smale) næringspolitikken. Med næringsrettede virkemidler mener vi tilskudd, lån, garantier, egenkapital, rådgivning og kompetansetiltak innrettet mot innovasjon og bedriftsutvikling. Virkemidlene forvaltes av en rekke nasjonale og regionale aktører, som Forskningsrådet, Innovasjon Norge, Siva, Enova, Regionale forskningsfond, Eksfin samt investeringsselskapene Investinor og Nysnø.

Det er viktig å se den lille og den store næringspolitikken i sammenheng, fordi de ulike politikkområdene kan både forsterke hverandre og være i konflikt med hverandre.

Myndighetenes virkemidler for innovasjon, produksjon og eksport

Virkemiddelaktørene disponerer fem generiske virkemiddeltyper som skal stimulere til verdiskapende aktiviteter hos bedrifter og kunnskapsaktører:¹¹²

- *Nettverk og kompetanse* er bidrag til bedriftsutvikling som ikke involverer prosjektfinansiering. Eksempler på det er rådgivning, kurs, kobling av aktører og fasilitering av møteplasser.
- *Tilskudd* er direkte utbetalinger uten andre krav enn at mottakeren skal bruke pengene til prosjektet som støttes.
- *Lån* er utbetalinger med krav om tilbakebetaling av lånebeløpet pluss en rentesats. Enkelte typer lån har innebakt en høy forventning om tap. De kalles gjerne risikolån, og den høye tapsforventningen kan delvis kompenseres gjennom høye renter.
- *Garantier* tildeles normalt långivere for å forsikre dem mot eventuell kreditt risiko. I et marked for garantier vil prisen på garantien nettopp gjenspeile denne risikoen.
- *Egenkapital* tilbys selskapene når en investor tildeles en eierposisjon i selskapet som reflekterer den kapitalen som er tilført. Prisen på egenkapitalen skal gjenspeile den forventede fremtidige inntektsstrømmen som eierposisjonen skaper. Gjennom eierskapet kan virkemiddelaktøren ta en aktiv rolle som interessent i selskapet, for eksempel gjennom en styreposisjon.

112 Deloitte og Menon Economics (2019): Områdegjennomgang av det næringsrettede virkemiddelapparatet. Helhetlig anbefaling om innretning og organisering av det næringsrettede virkemiddelapparatet.

Rasjonalet bak det næringsrettede virkemiddelapparatet er å stimulere til forskning, innovasjon og utvikling som ellers ikke ville ha funnet sted. Virkemiddelapparatet skal således bøte på en antatt markedssvikt. Dette skjer ved at virkemidlene på ulike måter støtter opp om aktiviteter som det sett fra samfunnets side investeres for lite i uten offentlige inngrep. Virkemidlene skal lede til økt verdiskaping gjennom å stimulere to hovedaktiviteter: ¹¹³

- **innovasjon** ved å utvikle ny kunnskap, teknologi, praksis og produkter som spres i økonomien og øker næringslivets produktivitet
- **bedriftsutvikling** ved å stimulere til etablering av nye bedrifter samt skape vekst og internasjonalisering i nye og etablerte bedrifter – og derigjennom sikre full utnyttelse av ressursene i økonomien og økt produktivitet gjennom spesialiserings- og stordriftsfordeler

Virkemidlene skal ikke fortrenge privat kapital og innsats, men tvert imot utløse, forsterke og akselerere aktiviteter som bidrar til innovasjon og bedriftsutvikling.

For at det skal være samfunnsøkonomisk fornuftig å gripe inn i markeder med offentlige virkemidler, må det foreligge en form for markedssvikt. Virkemidlene må videre være innrettet slik at de mest mulig effektivt korrigerer denne markedssvikten. Markedssvikten kan ha ulike forklaringer, for eksempel kan en bedrifts innovasjonsinvesteringer ha positive effekter på andre bedrifter uten at dette er intensjonen til bedriften som tok beslutningen. Disse positive eksterne effektene fører til at bedrifter investerer mindre i forskning og innovasjon enn det som er samfunnsøkonomisk lønnsomt. Derfor er det fornuftig at myndighetene gir tilskudd til innovasjonsinvesteringer.

Virkemidler i prosessen fra innovasjon til ekspansjon

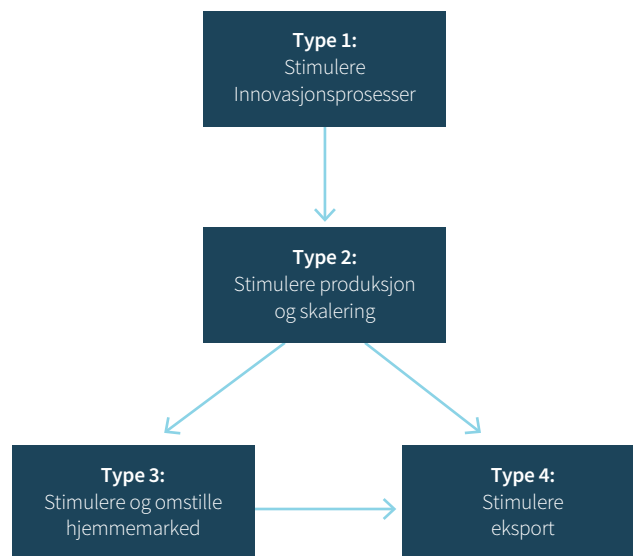
De offentlige virkemidlene er rettet inn mot de ulike fasene fra innovasjon til ekspansjon. Som påpekt ovenfor er virkemidlene særlig omfattende i FoU-fasen, men det finnes også virkemidler som er innrettet mot senere faser. Det kan være hensiktsmessig å kategorisere og beskrive virkemidlene etter innovasjonsfasene og den videre prosessen mot internasjonal ekspansjon.

Type 1: Stimulere innovasjonsprosesser

Ved å finansiere **næringsrettet FoU** på universiteter, høyskoler og forskningsinstitutter samt **forskningsbasert og forretningsdrevet innovasjon i maritim næring** legges grunnlaget for å utvikle økt konkurransekraft i eksisterende og nye internasjonale markeder i maritim næring.

Innovasjonsvirkemidler kan bidra til at maritime aktører utvikler og implementerer ny teknologi, nye produkter/tjenester, nye produksjonsmetoder og nye forretningsmodeller. Virkemidlene kan bidra til ny teknologi, nye eller forbedrede

Figur 19: Virkemidler i prosessen fra innovasjon til ekspansjon



fartøykonsepter, nye eller forbedrede fremdriftssystemer, nye eller forbedrede produksjonsprosesser for drivstoff samt nye digitale verktøy og løsninger for rederioperasjoner og flåtestyring.

Type 2: Stimulere produksjon og skalering

Å stimulere industriell produksjon handler om å bidra til at bedrifter kan skalere raskere, både organisatorisk og produksjonsmessig, samt å styrke bedriftenes produktivitet gjennom økt intern prosesseffektivitet. Virkemidlene kan også bidra til å utvikle mer komplette verdikjeder, for eksempel gjennom leverandørutviklingsprogrammer, og dermed bidra til reduserte transaksjonskostnader i verdikjedene.

Virkemidler kan også rettes inn mot å gjøre det mer attraktivt å etablere industriell produksjon i Norge. Det er liten tradisjon for denne typen virkemidler i Norge, for eksempel sammenlignet med land som Danmark og Singapore, men Innovasjon Norge har ansvar for «Invest in Norway», og Siva kan tilby eiendomsinvesteringer for å risikioavlaste norske og utenlandske industrietableringer i Norge.

Type 3: Stimulere hjemmemarked

I tillegg til at det har en egenverdi å stimulere og/eller omstille hjemmemarkedet, for eksempel gjennom utformingen av konkurransevilkår i offentlige anskaffelser og gjennom klima- og miljøreguleringer i nasjonale markeder, kan det også ha en stor og indirekte effekt på den maritime næringsens internasjonale konkurransekraft. Effekten går gjennom tre mekanismer:

- **reguleringer, offentlige innkjøp og monetære incentiver** som bidrar til investeringer i og kommersialisering av produkter/teknologier som har eksportpotensial

¹¹³ Deloitte og Menon Economics (2019): Områdegjennomgang av det næringsrettede virkemiddelapparatet. Helhetlig anbefaling om innretning og organisering av det næringsrettede virkemiddelapparatet.

- **særegne reguleringer og krav** i hjemmemarkedet som gir næringen insentiver til å utvikle og implementere klima- og miljøløsninger som vil bli gjeldende i internasjonale markeder senere
- **kommersielle bevis og erfaring** i hjemmemarkedet som styrker konkurransekraften i eksportmarkeder og øker tilgangen på risikokapital

Fylkeskommunenes innkjøp av batteridrevne ferger er et godt eksempel på hvordan koordinerte offentlige innkjøp kan brukes til å utvikle et hjemmemarked som gir et forsprang internasjonalt gjennom erfaring og kundebevis, noe som igjen øker sannsynligheten for å lykkes i internasjonale markeder.

Type 4: Stimulere eksport

Norske virkemiddelaktører og UDs utestasjoner har også virkemidler som er utformet for å stimulere bedrifiers eksport direkte, for eksempel eksportfinansiering, delegasjoner/messer, rådgivning og markedsinformasjon (intelligence). Særlig er Eksfins garantier og låneordninger kraftfulle. De bidrar med eksportfinansiering i nybyggoppdrag og til eksport av norsk utstyr om bord på skip. Både tradisjonell kjøperfinansiering og den midlertidige innenlandske skipsfinansieringsordningen stimulerer norske og internasjonale rederier til å bygge skip på norske verft gjennom lån og garantier som avlaster risiko og sikrer kapitaltilgang i nybyggprosjekter. Eksportfinansieringsordningene er også viktige for å kunne gi like gode tilbud om lån og avlastning av risiko som eksportører i konkurranse-relevante land oppnår.

Vedlegg 5: Nasjonal og internasjonal FoU-aktivitet i maritim næring





Dette vedlegget gir en oversikt over innspill fra de nasjonale sentrene innenfor maritim forskning og innovasjon. Vedlegget presenterer kort EUs forskingsprogram Horisont Europe og gir en oversikt norsk deltakelse innenfor relevante forskningsprogrammer i EU. Det er også en oversikt over Forskningsrådets bibliometriske analyse av vitenskapelige publikasjoner fra norske institusjoner og viser status for deler av norsk forskning med relevans for maritime næringer.

Dette vedlegget gir en oversikt over innspill fra de nasjonale sentrene innenfor maritim forskning og innovasjon. Vedlegget presenterer kort EUs forskingsprogram Horisont Europe og gir en oversikt norsk deltakelse innenfor relevante forskningsprogrammer i EU. Det er også en oversikt over Forskningsrådets bibliometriske analyse av vitenskapelige publikasjoner fra norske institusjoner og viser status for deler av norsk forskning med relevans for maritime næringer.

Innspill fra sentre innenfor maritim forskning og innovasjon

Figur 20 gir en oversikt over ulike sentre med tilknytning til maritim forskning og innovasjon. Oversikten er hovedsakelig hentet fra nettsidene til de ulike senterordningene og sentrene. Tabell 5 gir ytterligere informasjon om de ulike sentrene. Oversikt over de ulike senterordningene finnes på [forskningsradet.no](https://forskingsradet.no).

Figur 20: Oversikt over sentre/katapulter innenfor maritim relatert til tema i Maritim21/MAROFF

	Havnæringer	Digitalisering	Miljø	Autonomi	Nordområdene	Sikkerhet
SFF				AMOS		
SFI	MOVE		Smart Marine	AutoShip	CIRFA	
	Exposed					
	BLUES					
FME			MoZEES			
Katapult	Ocean Inn.	DigiCat	Sustainable M.			

 Delvis maritim

Tabell 5: Oversikt over sentre/katapulter innenfor maritim relatert til tema i Maritim21/MAROFF

Navn	Type	Tema	Varighet	Lokasjon	Link
AMOS	SFF	Autonomi, nordområde	2012 – 2022	Trondheim (NTNU)	https://www.ntnu.edu/amos
AutoShip	SFI	Autonomi	2020 – 2028	Trondheim (NTNU)	https://www.ntnu.edu/sfi-autoship
BLUES	SFI	Havnæring	2020 – 2028	Trondheim (SINTEF OCEAN)	https://www.sintef.no/projectweb/sfiblues
CIRFA	SFI	Sikkerhet, nordområde	2015 – 2023	Tromsø (UiT)	https://cirfa.uit.no
Smart Maritime	SFI	Miljø	2015 – 2023	Trondheim (SINTEF Ocean)	http://www.smartmaritime.no
MOVE	SFI	Digitalisering, havnæring	2015 – 2023	Ålesund (NTNU)	https://www.ntnu.edu/move
Exposed	SFI	Havnæring	2015 – 2023	Trondheim (SINTEF OCEAN)	http://exposedaquaculture.no
MoZees	FME	Miljø	2016 – 2024	Kjeller (IFE)	https://mozees.no
COAST	SFU		2020 – 2024	USN, UiT, NTNU, HV	https://norway-coast.no
DigiCat	Katapult	Digitalisering	2018 –	Ålesund	https://www.digicat.no/digicat
Sustai. Maritime	Katapult	Miljø	2018 –	Stord	https://sustainableenergy.no
Ocean Innov.	Katapult	Havnæring	2018 –	Bergen	https://www.oceaninnovation.no

Innspill fra SFF, SFI, FME og SFU

Sentrene har gitt innspill til Maritim21-strategien med vekt på behov for forsterket forskningsinnsats. Innspill til forskningsbehov fremover er listet opp nedenfor.

Havbruk:

- helhetlig tilnærming til maritime næringer, som inkluderer industrialisering, samfunnsbehov og miljøperspektiver
- økt digitalisering og datadeling for overvåkning og beslutningsstøtte
- sensor- og kommunikasjonssystemer for økt datatilgang både fra produksjonsenheten og fartøyet
- autonome systemer og teknologier for fjernoperasjoner fra skip og fra land
- fartøydesign for eksponerte operasjoner
- logistikkoptimering
- sikkerhet og risiko i havbruksoperasjoner

Offshoreoperasjoner (havvind og olje og gass):

- AI-basert navigasjonsstøtte, hvor satellittdata utgjør en del av beslutningsgrunnlaget
- sikker kommunikasjon i Arktis (økt bruk av radar og satellittdata)

- Ice Management System for sikker drift i nordområdene

Sjøtransport (nær- og fjernskipsfart)

- batteriteknologi og elektrifisering
- lagring av hydrogen og maritime brenselceller
- autonomi og økt situasjonsforståelse gjennom HMI-systemer
- sikkerhet og risiko med nye energiløsninger og økt digitalisering
- utslippsfrie energisystemer og energieffektivisering
- skipsdesign metoder og verktøy
- digitale tvillinger
- verktøy for ruteplanlegging
- analyse og utvikling av alternative drivstoffer
- utvikling av fremdriftssystemer og med vekt på hybride løsninger

EUs nye forskningsprogram Horisont Europa og norsk deltakelse i EUs forskningsprogrammer

Først beskrives strukturen og det maritime innholdet i Horisont Europa, EUs forskningsprogram for perioden 2021–2027.

Deretter beskrives Norges deltakelse i det avsluttede forskningsprogrammet, Horisont 2020.

Horisont Europa

EUs niende rammeprogram for forskning og innovasjon, Horisont Europa, startet opp 1. januar 2021 og etterfølger EUs forrige forskningsprogram, Horisont2020. Norske aktører kan søke om midler på lik linje med bedrifter, offentlige virksomheter og forskningsinstitusjoner i EU-medlemsland. For mer informasjon om Horisont Europa, se egen faktaboks.

FAKTABOKS OM HORISONT EUROPA (2021–2027)

Horisont Europa

Totalbudsjett: 95,5 mrd. €

1. Fremragende forskning (25,0 mrd. €)	2. Globale utfordringer og konkurransedyktig næringsliv (53,5 mrd. €)	3. Innovativt Europa (13,6 mrd. €)
Det europeiske forskningsrådet (ERC) (16,0 mrd. €)	Klynger 1. Helse (8,2 mrd. €) 2. Kultur, kreativitet og inkluderende samfunn (2,3 mrd. €) 3. Samfunnssikkerhet (1,6 mrd. €) 4. Digitalisering, næringsliv og romvirksomhet (15,3 mrd. €) 5. Klima, energi og mobilitet (15,1 mrd. €) 6. Mat, bioøkonomi, naturressurser, landbruk og miljø (9,0 mrd. €)	Det europeiske innovasjonsrådet (EIC) (10,1 mrd. €)
Marie Skłodowska-Curie Actions (MSCA) (6,6 mrd. €)		Økosystemer for innovasjon (0,5 mrd. €)
Forskningsinfrastruktur (6,6 mrd. €)	EUs felles forskningssentre (JRC) (2,0 mrd. €)	Det europeiske instituttet for innovasjon og teknologi (EIT) (3,0 mrd. €)

Bredere deltakelse og styrking av det Europeiske Forskningsområdet (ERA) (3,4 mrd. €)

Bredere deltakelse og spredning av fremragende kvalitet (3,0 mrd. €)
Reformere og forbedre det europeiske forsknings- og innovasjonssystemet (0,4 mrd. €)

ARBEIDSPROGRAM OG STRUKTUR

- Horisont Europa har en størrelse på 95,5 milliarder euro som skal brukes over perioden 2021–2027.
- Dette budsjettet er fordelt på **tre søyler**: Fremragende forskning 25 milliarder euro (27 prosent av midlene), Globale utfordringer og konkurransedyktig næringsliv 53 milliarder euro (58 prosent) og Innovativt Europa 13,6 milliarder euro (15 prosent). Den maritime forskningen inngår i **søyle nummer to**.
- Søyle nummer to er delt i **seks klynger** hvor den maritime forskningen befinner seg i **klynge nummer fem** (klima, energi og mobilitet), som har fått tildelt 15,1 milliarder euro (29 prosent av midlene i søyle nummer to).
- 3,1 milliarder euro av disse 15,1 milliarder euro fra klynge nummer fem er allokert til nåværende arbeidsprogram (2021–2022).
- Klynge nummer fem** er deretter delt inn i **seks destinasjoner**, hvor de maritime utlysningene befinner seg i **destinasjon nummer fem** (rene og konkurransedyktige løsninger for alle transportmodaler), som har fått tildelt 511 millioner euro (16 prosent), og **destinasjon nummer seks** (trygg,

motstandsdyktig transport og smarte mobilitetsløsninger for passasjerer og gods), som har fått tildelt 380 millioner euro (12 prosent) i nåværende arbeidsprogram.

- Det er ikke forventet at destinasjonene endres ved fremtidige arbeidsprogrammer.
- De **maritime** utlysningene innenfor **destinasjon nummer fem og seks** utgjør totalt 280,5 millioner euro (31 prosent) av de to destinasjonenes totale midler (891 millioner euro) i nåværende arbeidsprogram (2021–2022).
- Destinasjon nummer tre, som omhandler energiforsyning, mottar den største andelen av midler av alle destinasjonene (1,2 milliarder euro).
- Det er ikke fastsatt om fremtidige arbeidsprogrammer kommer til å ha samme fordeling av midler innenfor destinasjonene, men klyngens totale midler (15,1 milliarder euro) er ikke forventet å endre seg under programperioden (2021–2027).
- De første søknadsresultatene for Horisont Europa ble offentliggjort i fjerde kvartal 2021.

Arbeidsprogrammet har definert åtte ønskede **målsetninger** innenfor maritimt område:

- klimanøytrale drivstoff
- elektrifisering av skipsfarten
- redusert drivstofforbruk (energieffektivisering)
- innovativ havneinfrastruktur
- forhindre utslipp til vann og luft
- effektive logistikkjeder
- digitalisering og autonomi

Hvor mye av klyngens totale midler (15,1 milliarder euro) som blir distribuert til de forskjellige målsetningene, vil variere fra det ene toårige arbeidsprogrammet til det neste, men for Horisont Europas første arbeidsprogram (2021–2022) ble de maritime målsetningene tildelt rundt **6 prosent** (189,5 millioner euro).

Maritimt partnerskap i Horisont Europa – Zero Emission Waterborne Transport (ZEWT)

- Partnerskapene i arbeidsprogrammet har til hensikt å bringe sammen konkurrenter og aktører fra andre sektorer for å støtte utforming og utføring av utlysningene i fellesskap. De er linket til de overordnede strategiske målsetningene for programmet.
- Det har blitt lagt vekt på å forenkle de små og fragmenterte partnerskapene i H2020 til færre og større partnerskap i Horisont Europa, og antall partnerskap har derfor blitt redusert til 49 ved å smelte sammen de forskjellige formene for partnerskap til samlebetegnelsen «europiske partnerskap».
- Partnerskapet **«Zero Emission Waterborne Transport (ZEWT)»**, ofte referert til som **«Waterborne»**, er partnerskapet i Horisont Europa som fremmer maritime interesser. Det legger vekt på utslippseliminering både til vann og luft gjennom utvikling av markedsklare løsninger for å nå **målsetningene** beskrevet tidligere. Partnerskapet, i samarbeid med kommisjonen, utarbeider og definerer de aktuelle utlysningene i arbeidsprogrammet. Selv om disse utlysningene er åpne for aktører utenfor partnerskapet, bærer de merkelappen **«ZEWT»**. Norge har en rekke aktører representert i Waterborne, som har som målsetning å påvirke partnerskapets prioriteringer. Dette inkluderer forskningsorganisasjoner, som IFE og SINTEF Ocean; industriaktører, som DNV, Equinor og Kongsberg Maritime; representanter fra akademien, som NTNU; og andre assosierte aktører, som NCE Maritime Cleantech og SeaEurope.

EUs Innovasjonsfond

EUs innovasjonsfond etterfølger programmet NER300, som i perioden 2012–2018 ga støtte til prosjekter innenfor karbonfangst og lagring samt fornybare energikilder gjennom bruk av midler fra salg av klimakvoter. Midlene i Innovasjonsfondet (2020–2030) kommer, i likhet med NER300-fondet, fra salg

av klimakvoter (EU ETS). Midlene antas i fondets levetid å utgjøre omkring 20 milliarder euro, selv om fondets faktiske størrelse vil variere i henhold til prising av aktuelle klimagassutslipp. Det har også blitt overført 750 millioner euro i ubrukte midler fra NER300.

Innovasjonsfondet er et av nøkkelverktøyene EU har for å nå målet i Parisavtalen om klimanøytralitet innen 2050, og Norge kan søke om midler på linje med EUs medlemsland gjennom dedikerte utlysninger.

Hovedmålsetningen til fondet er å avkarbonisere Europa og sikre overgangen til et klimanøytralt samfunn gjennom demonstrasjon og kommersialisering av innovative lavkarbonteknologier i energiintensive industrier. I tillegg satser fondet på prosjekter som erstatter karbonintensive produkter med lavkarbonløsninger, karbonfangst og -bruk (CCU), karbonlagring (CCS), innovative fornybare energiløsninger samt energilagring. Siktemålet er todelt med finansiering av store (> 7,5 millioner euro), innovative, strukturelt etablerte prosjekter og modne flaggskipsprosjekter, der det er ønskelig å dele risiko ved demonstrasjon av banebrytende teknologier. Spesielt øremerkede midler er også tilgjengelig for mindre (< 7,5 millioner euro) prosjekter.

Norge deltar foreløpig (per fjerde kvartal 2021) i 2 av de totalt 30 innstilte søknadene på Innovasjonsfondets åpne utlysninger, som ble offentliggjort i andre halvdel av 2021:

- **«NEF»:** Produksjon av grønne drivstoff på industriell skala til flynæringen for å redusere utslipp i en transportnæring som har store utfordringer med elektrifisering
- **«HYDROGEN EUROPAX»:** Bruk av brenselceller og grønt hydrogendrivstoff til fergenæringen, produsert med fornybar energi

Norsk deltakelse i Horisont 2020

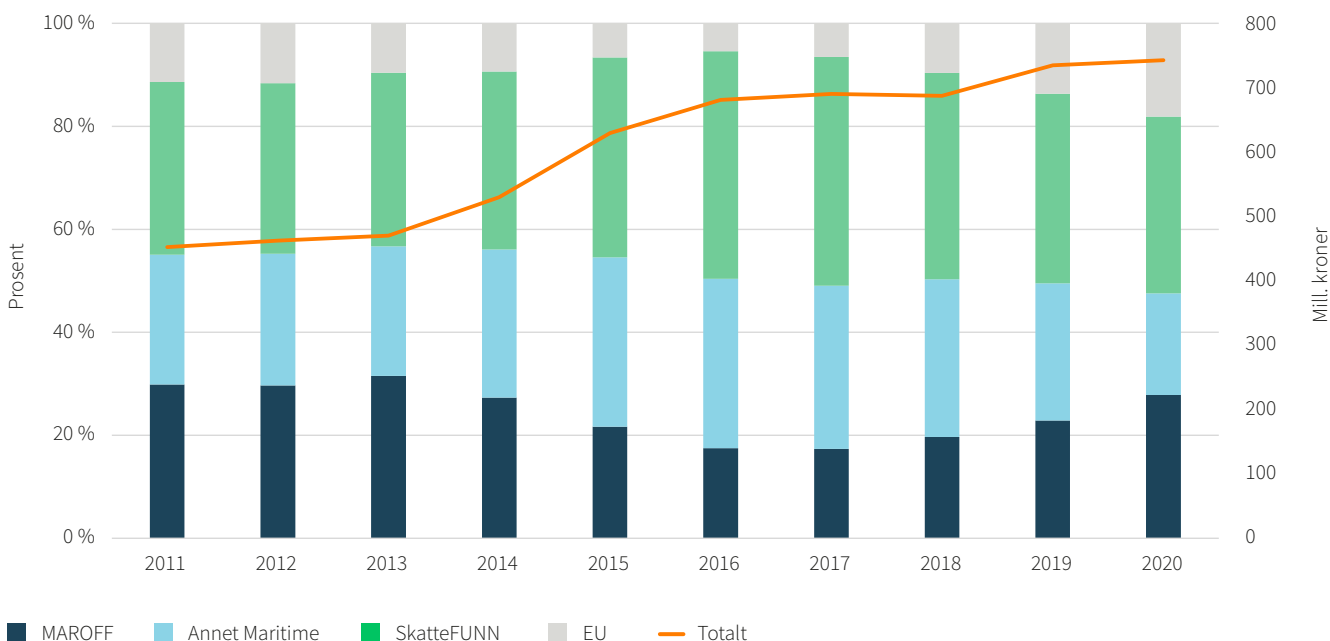
I EUs forskningsprogram Horisont 2020 (2014–2020) hentet Norge 1,6 milliarder euro til 1857 prosjekter. Fra norsk hold har det vært et mål med en returandel på 2 prosent, altså at 2 prosent av alle utlyste midler skal ende i Norge. I 2018 passerte Norge dette ambisjonsnivået, og i slutten av 2020, ved endt program, var andelen på hele 2,5 prosent.

Innenfor maritim forskning (dvs. utlysninger relevante for maritim forskning) har returandelen vært mye større. I Horisont2020 har den maritime returandelen vært på 12,6 prosent med en suksessrate på 35,7 prosent (andel søknader som ble innvilget).

Et spesifikt stort prosjekt innenfor autonomi (Autoship) bidro i sterk grad til denne høye returandelen, men også innenfor temaer som utvikling av komplekse skip har Norge mottatt betydelige forskningsmidler fra EU.

Ser man på den totale støtten til forskning fra EU (inkludert både Horisont 2020 og det tidligere forskningsprogrammet FP7) i perioden 2011 til 2020, var støtten relativt konstant i mange år. Da prosjektene i Horisont 2020 kom i gang i 2017, så man en markant økning. Mye av denne økningen kom fra det ene store prosjektet nevnt tidligere.

Figur 21: Samlet støtte til maritim forskning fra EU og Forskningsrådet



Sammenligner man derimot den samlede støtten fra EU med den samlede støtten fra Forskningsrådet (inkludert SkatteFUNN), ser man at støtten fra EU stort sett har vært relativt liten (rundt 10 prosent), men at den har økt de senere årene.

BIBLIOMETRISK ANALYSE

Introduksjon

Forskningsrådet har gjennomført en bibliometrisk analyse av vitenskapelige publikasjoner fra norske institusjoner for å vise status for norsk forskning med relevans for maritime næringer. En slik analyse kan gi svar på hvilke områder det forskes mest på, hvilke forskningsinstitusjoner samt hvilke land Norge samarbeider mest med, og hvordan vi ut fra en analyse av siteringer ligger an i forhold til disse landene. En mer utførlig beskrivelse av datagrunnlaget finnes i en utvidet rapport på Forskningsrådets nettsted: *Maritim forskning i Norge 2011-2020. Bibliometrisk analyse* (Rapport 2021:2) <https://www.forskningsradet.no/site-assets/publikasjoner/2021/maritim-forskning-i-norge-2011-2020-bibliometrisk-analyse.pdf>

Data

Identifikasjon av relevante publikasjoner har tatt utgangspunkt i rapportering fra prosjekter i Forskningsrådets maritime prosjektportefølje. Dette publikasjonssettet er supplert fra andre kilder gjennom en kombinasjon av algoritmiske metoder og ekspertvurdering. Det resulterende datasettet inneholder 4091 publikasjoner fra norske forskningsinstitusjoner i perioden 2011–2020. Vi anser datasettet som representativt for norsk maritim forskning, med noen forbehold:

1. Analysene er utført på data i den internasjonale publiseringsdatabasen Web of Science (WoS). Denne databasen har begrenset dekning innenfor humaniora og samfunnsviten-

skap og mer generelt for ikke-engelskspråklige tidsskrifter og publiseringsformatene monografi og antologi. Av prosjekter som har rapportert publikasjoner til Forskningsrådet, er om lag halvparten av de ca. to tusen publikasjonene registrert i Web of Science-databasen. Når man ser på andelen av publikasjoner fra institusjonene med flest publikasjoner, skiller ikke bildet seg vesentlig mellom publikasjoner som er gjenfunnet i WoS, og de som ikke er det. Vår vurdering er at analysen gir et dekkende bilde av aktiviteten både nasjonalt og ved de fleste institusjonene som er spesialisert på maritim forskning. Den kan imidlertid ha begrenset verdi for de mindre institusjonenes bidrag og for fagfelt med lavt publiseringsvolum, særlig der andelen publisering på norsk eller i norske kanaler er høy.

2. De algoritmiske metodene som er brukt, identifiserer relevante publikasjoner basert på siteringskjeder. En slik framgangsmåte er velegnet til å identifisere koplinger mellom forskning vi i dag definerer som maritim forskning, og tilleggende fagfelt og tema som kan være relevante for maritime næringer. Datasettet har derfor en gråsoner mot andre fagfelt. Hovedtyngden av publikasjonene faller likevel innenfor maritim forskning slik den er definert i Forskningsrådet i dag.
3. Mye av utviklingen innenfor maritim forskning er avhengig av forskning utenfor det rent maritime, f.eks. forskning innenfor energi og IKT. Siden datagrunnlaget i utgangspunktet baserer seg på forskning som er rapportert som maritim, vil slik annen relatert forskning kun være inkludert i den grad den er del av de samme siteringskjeder som den maritime forskningen. Se forklaring på neste side.

Analysen

Analysene viser hvilke forskningstema som er de mest fremtredende i Norge i dag, hvilke institusjoner som er de mest aktive i disse, og hvilke land norske forskere samarbeider med.

For en del av analysene er publikasjonene tematisk gruppert etter *citation topics*, som er en tematisk klassifikasjon i analyseverktøyet InCites. Klassifikasjonen er basert på siteringskjeder. Det vil si at tematisk slektskap mellom publikasjoner blir beregnet ut fra om de enten siterer eller blir sitert av de samme publikasjonene: jo flere felles siteringer, desto sterkere tematisk felleskap.¹¹⁴

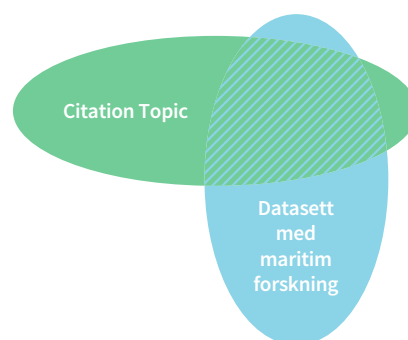
Vi har valgt et sett med bibliometriske indikatorer som kan gi oversikt over noen relevante dimensjoner ved forskning innenfor tema, institusjoner og samarbeidsland. Vi har også lagt inn referanseverdier som kan brukes til å sammenlikne mellom ulike tema, institusjoner og samarbeidsland. Slike referanseverdier kan imidlertid ikke brukes alene for å si noe om den maritime forskningen er på et tilfredsstillende nivå. Vurdering av indikatorene må ta hensyn til både forutsetninger og forventninger som er spesifikke for aktuelle tema, institusjoner eller samarbeidsland.. Bibliometrien må derfor leses i lys av det øvrige kunnskapsgrunnlaget som ligger til grunn for Maritim21-strategien.

Følgende indikatorer er brukt i analysene:

Utvalgte forskningstema

Det maritime forskningsfeltet består av ulike forskningstema og fag. I mange av analysene har vi derfor valgt å bruke en inndeling av datasettet etter en tematisk klassifikasjon som finnes i analyseverktøyet InCites (se forklaring over). Hvert forskningstema, slik som 'Ocean Dynamics', vil kunne inneholde forskning som ikke er relevant for maritim næring. Når vi benytter klassifikasjonen på datasettet som er avgrenset til maritim forskning, vil vi imidlertid få et bilde som er avgrenset til maritim forskning. Analysene viser altså snittet mellom et forskningstema (*citation topics*) og datasettet med publikasjoner vi har identifisert som maritim forskning.

Figur 22: Utvalgte forskningstema



Tabell 6

WoS Docs	Antall artikler i Web of Science
Category Normalized Citation Impact (CNCI)	Fagfeltnormalisert siteringsindeks som beregnes ved at siteringer for alle artikler i en gitt årgang av tidsskrifter innenfor et fagfelt deles på det totale antallet artikler i de samme tidsskriftene. CNCI for en artikkel er antallet siteringer for denne artikkelen delt på gjennomsnittet for årgangen. En artikkel som har samme antall siteringer som gjennomsnittet, vil få CNCI=1. Siteringer er summert på artikkelnivå uten hensyn til antall forfattere.
Top 10 %	Andel av artiklene som er blant de 10 prosent mest siterte artiklene fra en analyseenhet. Denne indikatoren regnes som et mer spisset mål på gjennombruddsforskning enn CNCI. En verdi på over 10 for denne indikatoren betyr at mer enn 10 prosent av det totale antallet artikler for analyseenheten er blant de 10 prosent mest siterte artiklene for samme årgang i samme fagfelt.
% Int Collab	Andel artikler med internasjonale samforfattere.
Indstr Collab	Antall artikler med samforfatterskap mellom akademia og industri. Private forskningsinstitusjoner kan i noen tilfeller kategoriseres som 'industri'.
% OA	Andel av publikasjonene som ligger åpent tilgjengelige. I denne analysen er alle varianter av åpen tilgang inkludert: gull, grønn og hybrid. Identifikasjon av åpen publisering utenom helt åpne tidsskrifter er algoritmebasert (unpaywall.org). Vi må derfor ta forbehold om at det kan finnes åpent tilgjengelige kopier av publikasjoner som ikke fanges opp i WoS.

114 <https://clarivate.com/blog/introducing-citation-topics>

Med et par unntak gir navnet som er gitt i analysesystemet InCites, en brukbar forståelse av det generelle forskningstemaet. Som nevnt er de ulike citation topics ikke avgrenset til maritim forskning i utgangspunktet. I oversikten under har vi gitt noen stikkord for hvilke deler av maritim forskning som befinner seg i de ulike forskningstemaene. For tema som har direkte misvisende navn (Sport Sciences, Explosives), vil vi oppgi vår egen innholdsbeskrivelse i klammer i analysene.

Utvalgte forskningstema (citation topics)

- Ocean Dynamics: hydrodynamikk, bølgekrefter og propulsjon
- Automation & Control Systems: maritim kybernetikk, kontrollsystemer og autonomi
- Safety & Maintenance: sikkerhet og risiko ved maritime operasjoner, inkludert autonome operasjoner
- Supply chain & logistics: logistikk og optimalisering av drift
- Robotics: undervannsrobotikk og autonome undervannsfarkoster
- Sports Science: interaksjon is/skip (krefter, belastninger)
- Explosives: skipskollisjoner
- Power Systems & Electric Vehicles: elektriske systemer på skip
- Economics: modellering og simulering innenfor skipsfartsøkonomi

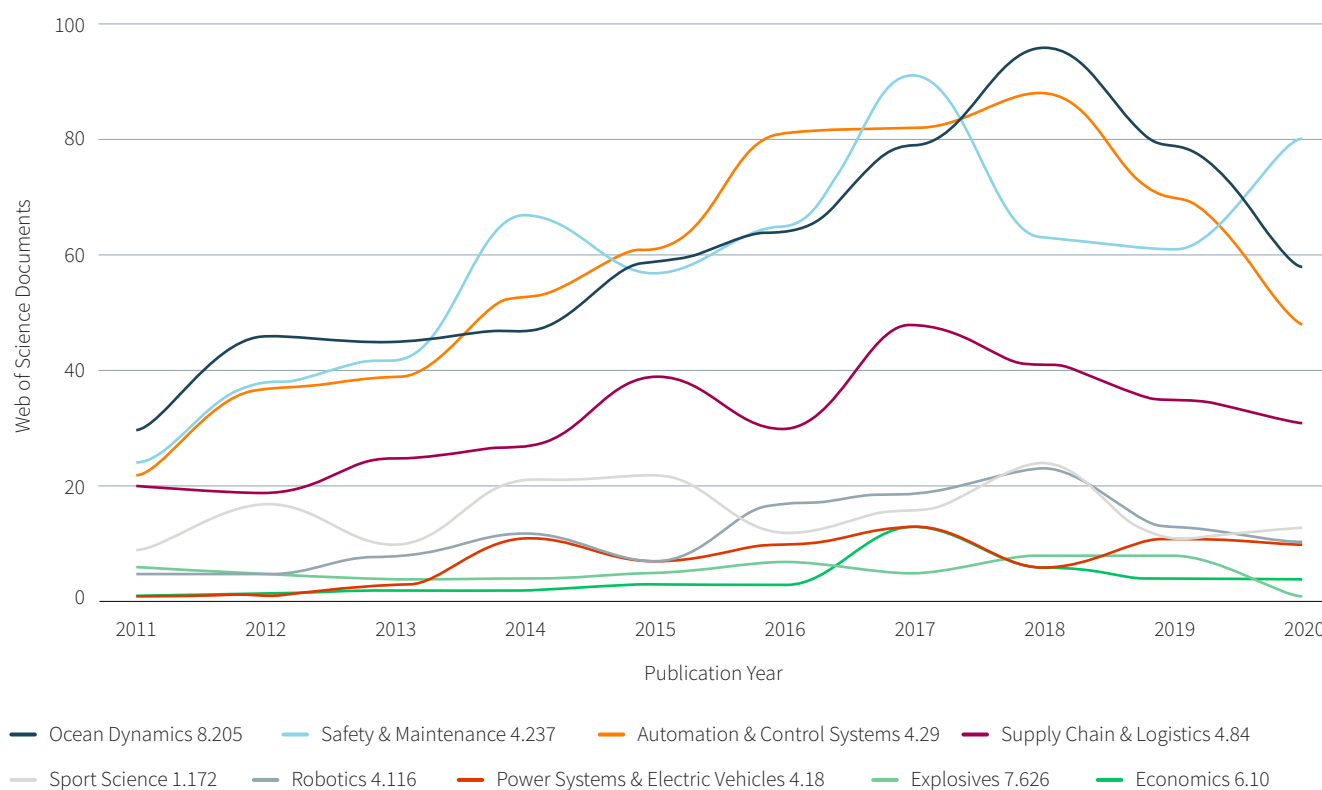
Temaene kan inneholde publikasjoner utenfor det rent maritime, men hvor flere næringer har bruk for den samme kunnskapen. For eksempel vil Ocean Dynamics inneholde publikasjoner knyttet til offshore havvind, havbruk og bølgekraft. Det finnes også flere citation topics enn dem som er nevnt ovenfor, men de inneholder en mindre andel publikasjoner eller har få publikasjoner som er relevante for maritim forskning. Citation topics i listen over utgjør også det vi har kalt «utvalgte citation topics». I noen av analysene har vi tatt med «Modelling & Simulation», som inneholder mange publikasjoner innenfor (flytende) havvind som ligger i grenseområdet for maritim forskning. Det foregår en betydelig aktivitet på dette feltet ved flere av institusjonene som er aktive på det maritime området.

Fra grunnlagsdataene ser vi også at det finnes forskningsmiljøer og forskere som publiserer innenfor flere «beslektede» forskningstema. Dette gjelder for eksempel Automation & Control Systems, Safety & Maintenance, Supply chain & Logistics og Economics. Dette er som forventet.

Tabellen gir en oversikt over de mest frekvente temaene i det maritime datasettet. Den algoritmiske metoden som er brukt, vil trekke inn enkelte publikasjoner fra tilleggende forskningsfelt, f.eks. havvind i temaet Modelling & Simulation. Indikatorer som måler volum og andeler, er lite påvirket av slike tilleggende publikasjoner. Siteringsindikatorene blir imidlertid lettere påvirket av høyt siterte enkeltpublikasjoner fordi siteringer er svært skjevfordelte.

Tabell 7: Indikatorer for vitenskapelige publiseringer med norsk forfatteradresse 2011–2020 fordelt på utvalgte citation topics innenfor maritim forskning.

Citation Topic	WoS Docs	CNCI	Top 10%	% Int Collab	% Industr Collab	% Open Access
Dataset baseline	4118	1,46	18	40	11	38
8.205 Ocean Dynamics	603	1,20	14	41	12	26
4.237 Safety & Maintenance	588	1,46	15	32	17	33
4.29 Automation & Control Systems	581	1,71	19	43	8	48
7.57 Modelling & Simulation	372	2,11	27	42	13	37
4.84 Supply Chain & Logistics	315	1,17	10	44	16	38
1.172 Sport Science	155	0,85	2	50	6	24
4.116 Robotics	119	1,38	18	25	18	50
4.18 Power Systems & Electric Vehicles	72	1,67	24	32	13	50
7.262 Explosives	53	1,09	9	25	9	21
6.10 Economics	38	1,52	18	34	–	47

Figur 23: Utvikling i antall vitenskapelige publiseringer med norsk forfatteradresse 2011–2020 fordelt på utvalgte citation topics innenfor maritim forskning.

Vi ser at datasettet har en fagfeltnormalisert siteringsindeks som er på 1,46. Dette er 46 prosent over verdensgjennomsnittet og på linje med gjennomsnitt for all norsk forskning. Det er imidlertid store forskjeller mellom forskningstemaene. Modellering & Simulations har størst internasjonalt gjennomslag med CNCI på 2,11. Dette forskningstemaet har havvind som tyngdepunkt og ligger i grenseland for maritim forskning. Andre tema hvor norsk forskning hevder seg godt internasjonalt, er Automation & Control Systems (1,71) og Power Systems & Electric Vehicles (1,67).

Figur 23 viser økning i volumet for flere av temaene utover i perioden. Nedgangen i 2019 og 2020 kan skyldes begrensninger i metoden fordi publikasjoner de seneste årene har færre siteringer, og fordi siteringer er brukt for å identifisere relevante publikasjoner. Datasettet egner seg derfor ikke som basis for å vurdere endring i forskningsvolumet. Det kan derimot gi en indikasjon på endring i faglig og tematisk fokus. Fordelingen mellom ulike tema holder seg ganske likt fra første til siste femårsperiode i årene 2011 – 2020 med Ocean Dynamics, Safety & Maintenance og Automation & Control Systems som hver utgjør nesten en fjerdedel av publikasjonene; Supply Chain & Logistics som utgjør 12 prosent; og de øvrige cirka 2 til 5 prosent hver.

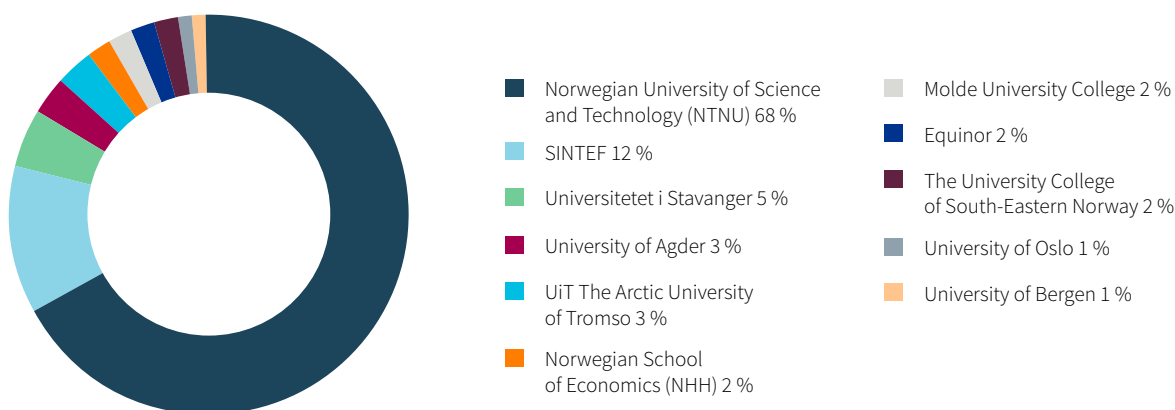
Institusjoner som driver maritim forskning

I dette avsnittet viser vi fordeling av maritim forskning mellom norske forskningsinstitusjoner sammen med analyser av vitenskapelig gjennomslag per institusjon og faglige profiler for de største institusjonene.

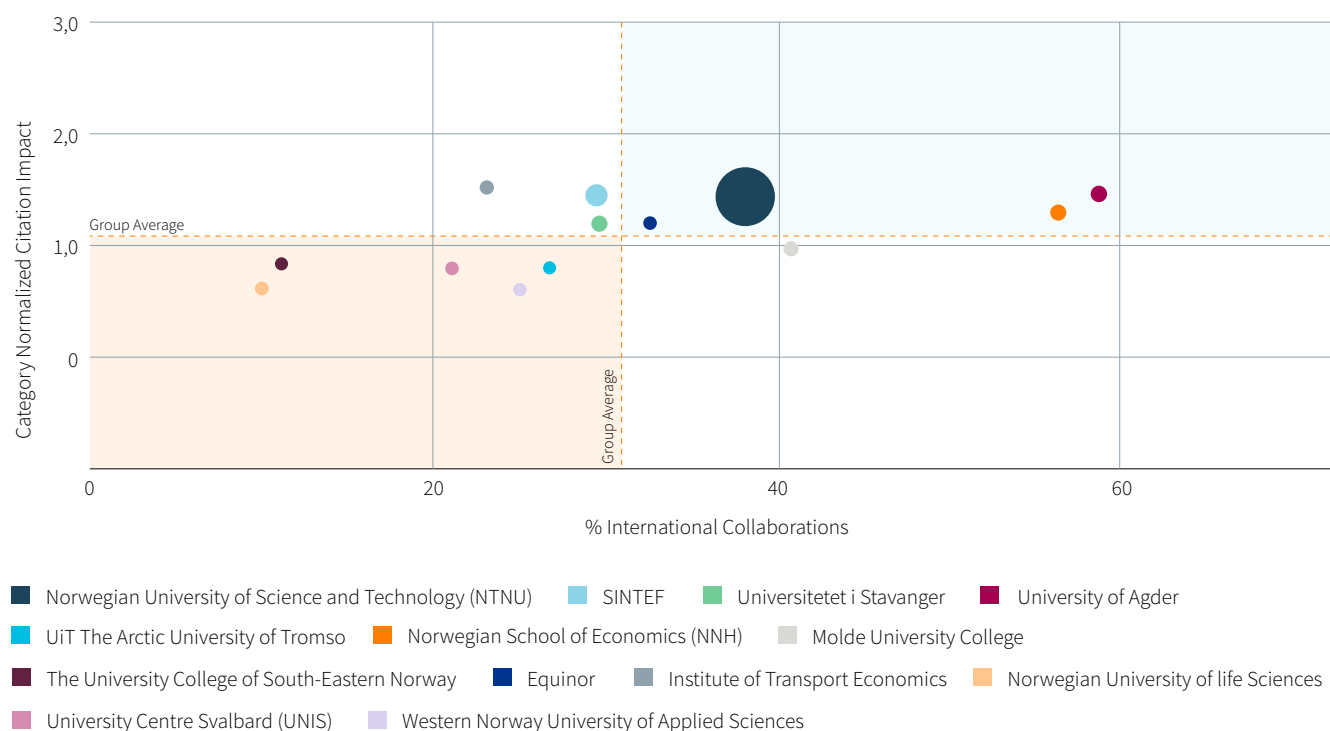
NTNU er den dominerende aktøren med 68 prosent av publikasjonsvolumet fulgt av SINTEF med 12 prosent. Disse to aktørene står altså samlet for 8 av 10 publikasjoner i datasettet. Universitetet i Stavanger rangeres som nummer 3 med 5 prosent, mens de resterende aktørene har 3 prosent eller mindre hver. Vi kan trygt slå fast at maritim forskning er svært skjevfordelt på tvers av institusjoner.

Internasjonal sampublisering og siteringer kan brukes som indikatorer for norsk maritim forsknings internasjonale betydning og vitenskapelige gjennomslag. Vi ser av figuren under at det er stor spredning i institusjonene når det gjelder begge indikatorer. Som forventet er det en korrelasjon mellom høy grad av internasjonal sampublisering og vitenskapelig gjennomslag målt med den normaliserte siteringsindikatoren (CNCI).

Figur 24: Ant. vit. publikasjoner med norsk forfatteradresse 2011-2020. Utvalgte Citation Topics innenfor maritim forskning. Fordelt på norske forskningsinstitusjoner



Figur 25: Prosent internasjonal publisering (X-akse), normalisert siteringsindeks (Y-akse), antall vitenskapelige publikasjoner 2011–2020 (størrelse på kuler). Utvalgte citation topics innenfor maritim forskning fordelt på norske forskningsinstitusjoner.



Tabell 8: Publikasjoner 2011–2020 innenfor utvalgte citation topics* med norske forskningsinstitusjoner som forfatteradresse

Norske forskningsinstitusjoner	WoS Docs	CNCI	Top 10%	% Int Collab	% Indstr Collab	% Open Access
Norwegian University of Science & Technology	1 734	1,45	15	38	13	38
SINTEF	299	1,46	17	29	80	40
Universitetet i Stavanger	125	1,21	16	30	13	22
University of Agder	87	1,48	18	59	0	52
UiT The Arctic University of Tromsø	71	0,81	6	27	10	37
Norwegian School of Economics (NHH)	64	1,31	14	56	5	39
Molde University College	54	0,99	6	41	9	41
University College of Southeast Norway	45	0,85	7	11	0	64
Equinor	43	1,21	12	33	81	14
University of Oslo	33	1,39	15	24	0	39
University of Bergen	26	1,74	27	35	4	50
Institute of Transport Economics	26	1,53	15	23	8	62
Norwegian University of Life Sciences	20	0,63	5	10	0	25
University Centre Svalbard (UNIS)	19	0,81	5	21	5	26
Western Norway University of Applied Sciences	16	0,61	0	25	6	13
Institute for Energy Technology (IFE)	12	1,15	17	17	25	42

Tabellen over viser flere indikatorer som kan være relevante for å vurdere status og potensial for maritim forskning ved institusjonene. Siteringsindikatoren Top 10 % viser andelen av en institusjons publikasjoner som er blant de 10 prosent mest siterte. Det vil si at en verdi på 10 er gjennomsnittlig. Mens CNCI sier noe om gjennomslaget for totalen av publikasjoner, indikerer Top 10 % om institusjonen er blant de mest fremtredende i sitt felt. Vi ser at UiB skiller seg ut med 27 prosent av sine publikasjoner blant de 10 prosent mest siterte. UiB har imidlertid det meste av sine publikasjoner utenfor kjerneområdet for maritim forskning. Det samme gjelder UiO.

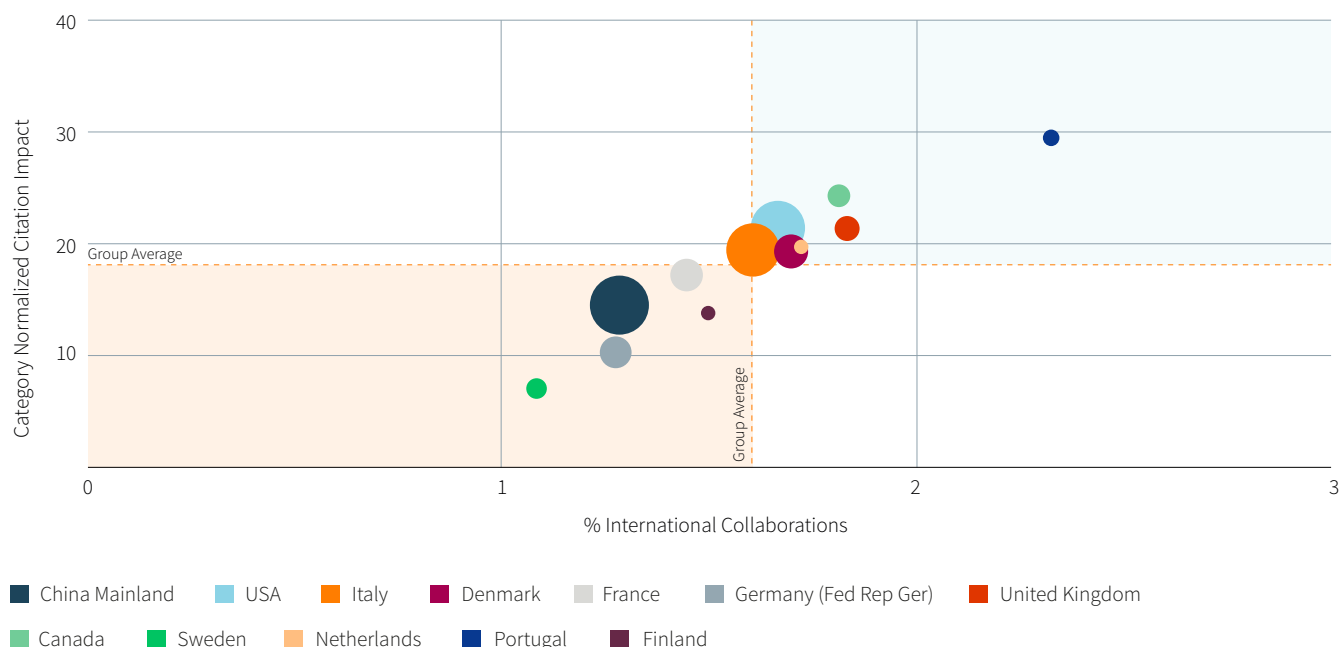
Det er store variasjoner mellom institusjonene når det gjelder industrisamarbeid definert som sampublisering med industrien. SINTEF og Equinor skiller seg ut med om lag 80 prosent slikt samarbeid. SINTEF klassifiseres imidlertid som «industri», slik at dette kan påvirke indikatoren. Andel publikasjoner med åpen tilgang er gjennomgående lav sett i forhold til norsk gjennomsnitt for perioden, som er 48 prosent.

Internasjonalt samarbeid

Internasjonal sampublisering har nå blitt regelen snarere enn unntaket for norsk forskning. De siste 10 årene har andelen norske publikasjoner med internasjonale samforfattere økt fra halvparten til nær to tredeler. I datasettet for maritim forskning ligger vi noe lavere enn dette med en økning fra 29 prosent i 2011 til 50 prosent i 2020. Hvilke land norske forskere samarbeider mest med, har også endret seg i samme periode. Kina gikk i 2016¹¹⁵ forbi USA som verdens største forskningsnasjon målt i antall vitenskapelige publikasjoner. Kinas økte betydning internasjonalt synes også godt i analysen av norsk maritim forskning.

115 <https://www.nature.com/articles/d41586-018-00927-4>

Figur 26: Normalisert siteringsindeks (X-akse), andel topp 10 prosent mest sitert (Y-akse), antall vitenskapelige publikasjoner 2011–2020 med norsk forfatteradresse (størrelse på kuler). Utvalgte citation topics innenfor maritim forskning fordelt på sampubliserende land.



Samarbeider vi med de beste?

For å belyse mulighetene for å styrke norsk forskning gjennom å samarbeide med de mest fremragende landene og miljøene har vi gjort en siteringsanalyse hvor vi sammenlikner land og institusjoner som er de mest frekvente i sampublisering med norske forskere i dag, og med de mest siterte landene innenfor hvert av de aktuelle forskningstemaene (citation topics). Vi har ingen mulighet til å avgrense mer spesifikt på maritim forskning når vi analyserer det totale publiseringsvolumet internasjonalt. Derfor må indikatoren brukes med forsiktighet. Analysen kan likevel angi en retning for mer detaljerte undersøkelser om potensialet som kan ligge i å stimulere til mer samarbeid med land og institusjoner hvor det er lite samarbeid med de norske maritime miljøene i dag.

Tabellene på de neste sidene viser de mest siterte landene innenfor et utvalg av forskningstemaer (citation topics). For disse landene ser vi på hvor mange sampublikasjoner de har med norske forskere, og hvor stor andel sampubliseringen med Norge utgjør av internasjonal sampublisering totalt for det enkelte land. Fargekoden viser land med over middels samarbeidsandel som oransje, og under middels som blå: Jo mer oransje det er i øvre del av tabellen, desto mer er norsk samarbeid rettet inn mot landene med størst vitenskapelig gjennomslag.

Vi oppgir siteringsindeks for landenes publisering med internasjonalt samarbeid (CNCI tot) og sampublikasjonene med Norge (CNCI NO). Tabellen kan brukes som en del av kunnskapsgrunnlaget for samarbeidsstrategier framover. Særlig kan det være interessant å se nærmere på land som har stort vitenskapelig gjennomslag, men relativt sett lav samarbeidsintensitet med Norge (blå farger i øvre halvdel av tabellen). Det kan også være interessant å gjøre mer detaljerte analyser av samarbeidende institusjoner.

Tabellene viser sampublisering med Norge (WoSDocs NO) og total internasjonal sampublisering (WoSDocs tot) for de mest siterte landene. NO share = andel av total internasjonal sampublisering per land. Samarbeidsland i det maritime datasettet er inkludert som referanse (WoSDocs Mt).

Tabell 9: Ocean Dynamics:

-	WoSDocs tot	CNCI tot	WoSDocs NO	CNCI NO	NO share	WoSDocs Mt	CNCI Mt
Total	14 111	1,31	594	1,52	4,2 %	246	1,32
Norway	594	1,52					
Netherlands	1 423	1,87	41	2,57	2,9 %	8	1,52
Germany	1 244	1,74	83	2,15	6,7 %	12	1,00
Italy	1 461	1,68	95	1,66	6,5 %	47	1,27
Australia	1 531	1,68	39	2,96	2,5 %	11	1,91
United Kingdom	3 266	1,58	84	2,38	2,6 %	16	2,22
Usa	4 328	1,53	88	1,77	2,0 %	27	1,25
Portugal	682	1,51	35	3,32	5,1 %	9	2,88
France	1 564	1,49	42	3,00	2,7 %	12	2,07
Spain	1 286	1,45	33	3,14	2,6 %	7	1,83
Canada	879	1,34	26	2,77	3,0 %	4	1,57
China Mainland	3 204	1,27	84	1,70	2,6 %	53	1,51
Iran	632	1,16	8	0,68	1,3 %	1	0,41
Japan	792	1,07	19	2,46	2,4 %	7	1,66
South Korea	525	0,90	13	1,25	2,5 %	11	1,15

CNCI for alle norske maritime publikasjoner, inkludert publikasjoner uten internasjonalt samarbeid, er 1,20 (se tabell 7), og med internasjonalt samarbeid er den 1,32.

Tabell 10: Safety & Maintenance:

-	WoSDocs tot	CNCI tot	WoSDocs NO	CNCI NO	NO share	WoSDocs Mt	CNCI Mt
Baseline for All Items	7 546	1,37	525	1,50		188	1,77
Norway	525	1,50					
Singapore	247	2,58	4	0,47	1,6 %		
Hong Kong	267	2,10	8	0,89	3,0 %		
Finland	249	1,67	26	2,28	10,4 %		
Netherlands	522	1,67	34	1,64	6,5 %	12	2,52
China Mainland	1770	1,59	67	1,25	3,8 %	30	1,55
Italy	629	1,58	78	2,06	12,4 %	38	1,98
Canada	839	1,52	29	1,87	3,5 %	11	3,19
Germany	511	1,47	28	2,75	5,5 %	12	2,31
United Kingdom	1428	1,42	77	1,57	5,4 %	26	1,99
Australia	872	1,42	21	2,42	2,4 %	7	3,15
Sweden	399	1,41	61	1,26	15,3 %	18	1,12
Israel	246	1,40	18	0,87	7,3 %		
Usa	2270	1,36	104	1,33	4,6 %	26	1,89
Iran	269	1,33	13	0,69	4,8 %		
France	834	1,32	67	1,29	8,0 %	10	0,61
Spain	352	1,14	21	1,42	6,0 %	6	3,61
South Korea	381	1,00	7	1,82	1,8 %	4	2,85

CNCI for alle maritime publikasjoner, inkludert publikasjoner uten internasjonalt samarbeid, er 1,46 (se tabell 7), og med internasjonalt samarbeid er den 1,77.

Tabell 11: Automation & Control Systems:

-	Wos Docs tot	CNCI tot	Wos Docs NO	CNCI NO	NO share	Wos Docs Mt	CNCI Mt
Total	32 968	1,48	810	1,39	2,5 %	252	1,55
Norway	810	1,39					
Hong Kong	568	2,52	3	0,68	0,5 %		
Switzerland	719	2,23	13	1,41	1,8 %	7	0,84
Australia	3 706	2,10	53	1,43	1,4 %	10	1,82
China Mainland	13 587	1,83	242	1,66	1,8 %	22	0,79
Saudi Arabia	896	1,80	7	1,44	0,8 %		
Singapore	1 413	1,79	21	3,81	1,5 %	1	0,27
Sweden	1 334	1,75	30	1,15	2,2 %	7	0,81
United Kingdom	4 819	1,69	51	1,63	1,1 %	5	2,92
German	2 481	1,67	48	1,29	1,9 %	18	1,00
South Korea	1 485	1,65	6	0,90	0,4 %	2	0,48
Italy	2 815	1,64	41	1,30	1,5 %	23	1,74
Netherlands	1 424	1,61	28	1,72	2,0 %	13	1,92
Usa	8 643	1,52	103	1,49	1,2 %	38	2,03
Canada	2 992	1,51	12	2,01	0,4 %	1	1,33
Belgium	776	1,50	1	0,36	0,1 %		
Portugal	575	1,41	33	1,99	5,7 %	24	2,38
Turkey	526	1,41	1	0,47	0,2 %		
Mexico	1 134	1,27	7	1,83	0,6 %	4	2,91
France	4 356	1,26	82	1,35	1,9 %	34	1,79
Spain	1 491	1,25	42	1,21	2,8 %	19	1,16
Taiwan	681	1,12	1	6,65	0,1 %		
Japan	1 436	1,06	10	1,10	0,7 %		
Iran	803	1,06	21	1,03	2,6 %	10	1,27
Russia	889	1,06	30	1,70	3,4 %		
India	992	1,02	19	1,39	1,9 %	4	2,58
Brazil	859	0,96	16	1,34	1,9 %	4	0,79
Malaysia	505	0,80	2	1,89	0,4 %	8	1,20

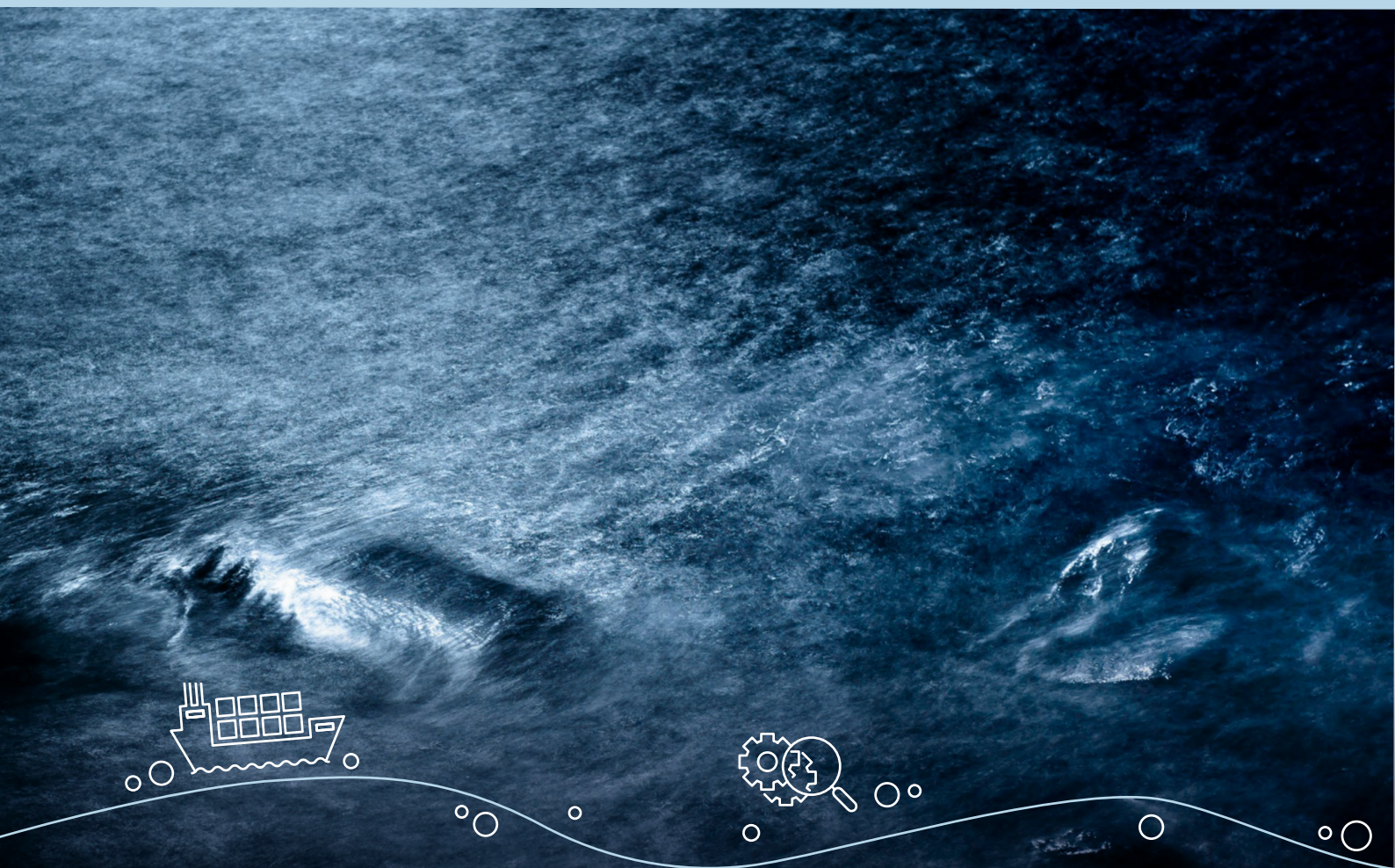
CNCI for alle norske maritime publikasjoner, inkludert publikasjoner uten internasjonalt samarbeid, er 1,71 (se tabell 7), og med internasjonalt samarbeid er den 1,55.

Tabell 12: Supply chain & Logistics:

-	Wos Docs tot	CNCI tot	Wos Docs NO	CNCI NO	NO share	Wos Docs Mt	CNCI Mt
Total	26673	1,41	474	1,24	1,8 %	140	1,34
Norway	474	1,24					
Iran	1305	2,31	5	1,22	0,4 %		
Australia	1713	2,19	14	1,72	0,8 %	2	6,86
Singapore	1238	2,06	7	2,68	0,6 %	1	12,05
India	1432	1,99	9	0,61	0,6 %	4	1,10
Denmark	640	1,85	52	1,02	8,1 %	15	2,03
United Kingdom	4066	1,76	53	0,63	1,3 %	10	0,81
Hong Kong	1056	1,68	6	3,74	0,6 %		
China Mainland	7179	1,62	28	0,75	0,4 %	3	0,55
Saudi Arabia	622	1,42	5	0,57	0,8 %		
Turkey	926	1,40	4	1,73	0,4 %		
Usa	8016	1,37	58	1,07	0,7 %	16	1,43
Japan	881	1,35	6	0,95	0,7 %		
Germany	2329	1,35	39	1,15	1,7 %	10	0,68
Canada	2808	1,35	62	1,30	2,2 %	37	1,57
Netherlands	1279	1,31	38	1,45	3,0 %	6	1,04
Italy	1520	1,29	36	1,92	2,4 %	3	1,43
France	2947	1,28	49	1,41	1,7 %	8	0,95
Switzerland	549	1,26	6	1,15	1,1 %		
Sweden	596	1,25	43	1,11	7,2 %	17	0,82
Belgium	698	1,24	9	1,40	1,3 %	3	1,45
Malaysia	981	1,24	1	0,10	0,1 %		
Mexico	826	1,23	2	0,13	0,2 %		
South Korea	943	1,20	3	0,41	0,3 %		
Brazil	1025	1,18	18	0,95	1,8 %		
Taiwan	1042	1,16	8	0,82	0,8 %		
Portugal	767	1,12	9	1,79	1,2 %	8	1,46
Spain	1736	1,08	15	0,92	0,9 %	5	0,88
Chile	501	0,83	6	0,95	1,2 %	1	2,09

CNCI for alle norske maritime publikasjoner, inkludert publikasjoner uten internasjonalt samarbeid, er 1,17 (se tabell 7), og med internasjonalt samarbeid er den 1,34.

Vedlegg 6: Effekten av Covid-19 på maritim næring





Koronapandemiens virkning på norsk næringsliv var ulik andre kriser som har rammet det. Krisen rammet simultant tilbuds- og etterspørselssiden i tillegg til at prisen på Norges viktigste eksportvare, olje og gass, falt markant i mars 2020. Koronapandemien har vist hvor sammensveiset verden er, og hvor avhengige av hverandre verdens økonomier er. Da koronaviruset ble definert av WHO som en pandemi, estimerte WTO en nedgang i verdenshandelen på tretti prosent. Dette ble imidlertid endret til omkring ti prosent mot slutten av 2020 da en så at verdenshandelen reiste seg raskere enn først antatt. Koronapandemien har satt sine spor for den gjennomglobaliserte maritime næringen, dog i ulik grad i de maritime undergruppene. Dette vedlegget gir en beskrivelse av koronapandemiens effekt på den norske maritime næringen og av veien ut av pandemien.

FRA MEDVIND TIL MOTVIND

På dørstokken til et nytt tiår hadde maritim næring store muligheter. De var særlig knyttet til dekarbonisering av skipsfarten og den raskt voksende grønne teknologiutviklingen som spredte seg i næringen. Videre skjedde det mye innenfor digitalisering, og nye markeder, som produksjon av energi fra havvind, vokste frem. Både verdiskaping og sysselsetting vokste kraftig i 2019, og veksten så ut til å skulle fortsette inn i 2020. For rederiene

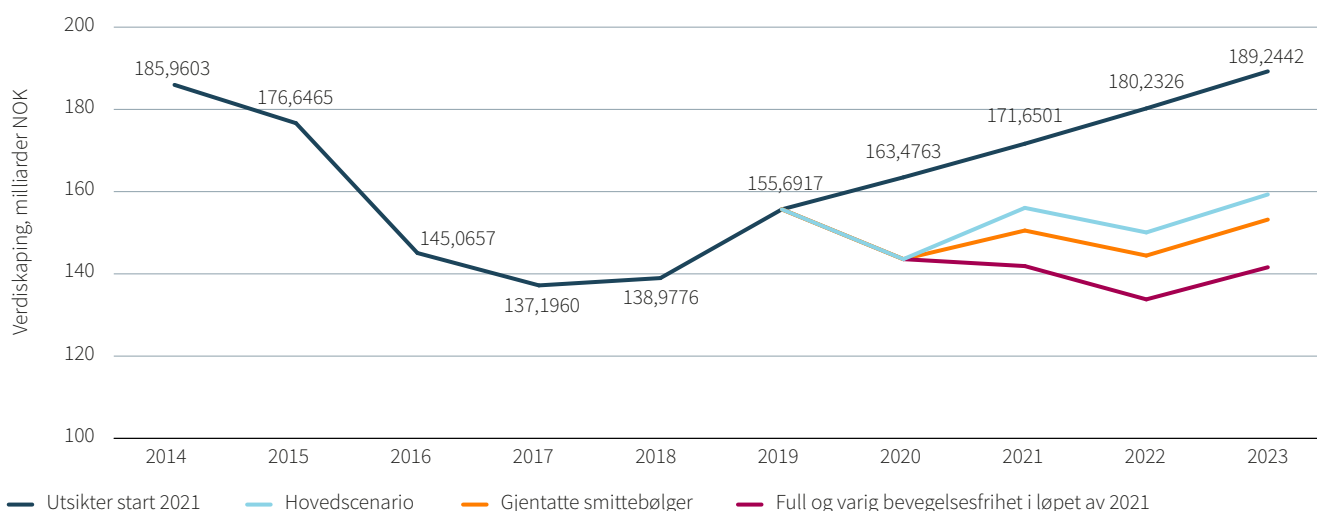
kom veksten i mange markeder, fra fraktesfære til cruise, sjømat og offshore vindkraft. I industrien var veksten primært drevet av økte inntekter fra leveranser til fiske- og oppdrettsfartøy, cruiseskip og ferger.

2020 ble imidlertid ikke som forventet for næringen. Nedstenging av landet og kraftig fall i global økonomisk vekst som følge av koronapandemien og oljeprisfallet snudde opp ned på den forventede veksten. Både verdiskaping og sysselsetting i maritim næring falt, men fallet var lavere enn forventet ved utgangen av 2020 sammenlignet med forventningene ved starten av pandemien. En rapport utarbeidet for GCE Blue Maritime viser at medlemsbedriftene i klyngen har mer positive framtidsperspektiver på kort sikt i 2021, sammenlignet med hva de tenkte i 2020. På det tidspunktet 2020-rapporten ble skrevet, hadde koronapandemien vart i ett år, vaksinene var enda ikke distribuert, og usikkerheten i næringslivet var stor. Som følge av pandemiutviklingen i 2021 er klyngen generelt mindre pessimistiske (Menon-rapport nr. 86/2021).

En rapport utarbeidet av Menon Economics presenteres ulike scenarioer for effekten koronapandemien vil ha på verdiskaping og sysselsetting i næringen.¹¹⁶ Som vist i figur 27 ville selv det

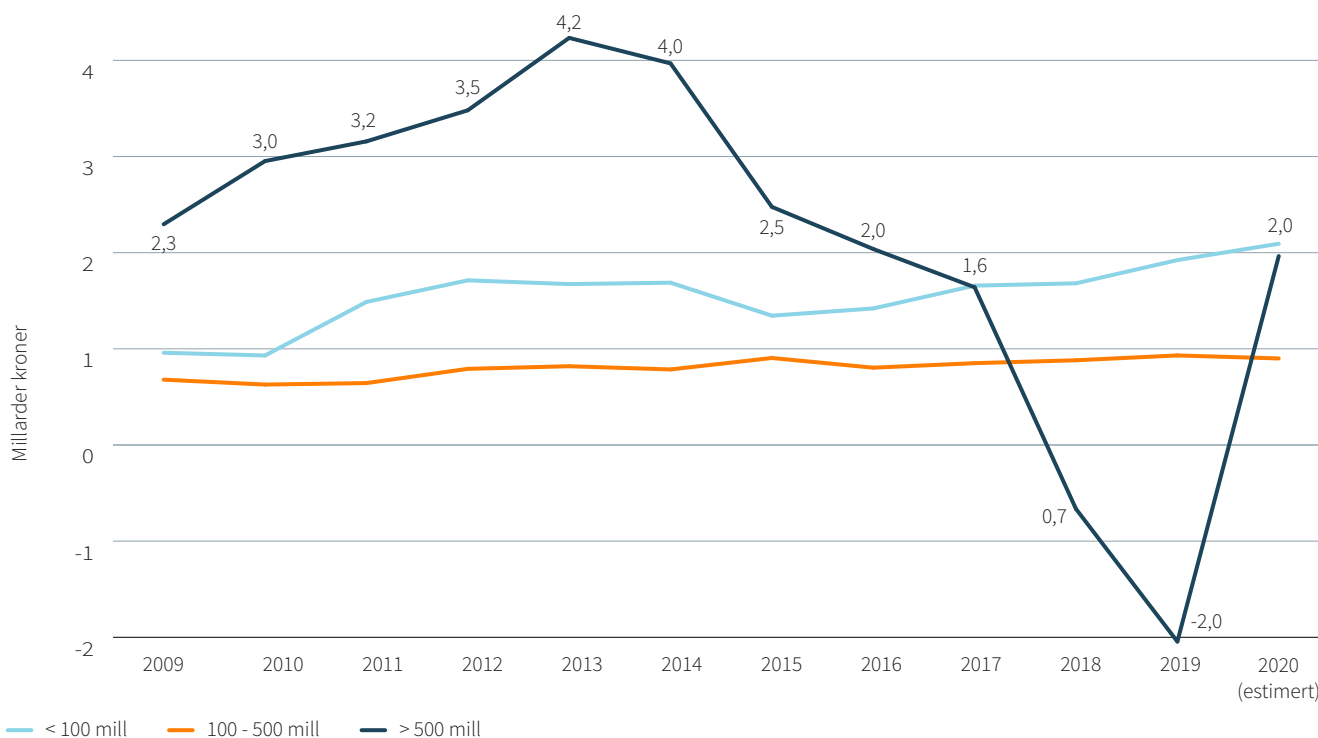
Figur 27: Verdiskaping i maritim næring, utsikter ved starten av 2021 og utvikling i de tre scenarioene 2014–2023.

Kilde: Menon-rapport 84/2021



¹¹⁶ Se «Prognoser for maritim næring per september 2021», Menon-rapport nr. 84/202, for informasjon om metoden.

Figur 28: Egenkapital hos verftene gruppert etter omsetning i 2018. 2009–2020. Kun 2/3 av alle foretak i Norge har rapportert regnskap for 2020 per august 2021. Regnskapene som ikke er levert, er derfor estimert av Menon. Kilde: Menon-rapport nr. 84/2021



mest positive scenarioet, full og varig bevegelsesfrihet i løpet av 2021, ikke være nok til å reversere skadevirkningene som allerede hadde oppstått. Verdiskapingen vil likevel stabiliseres på det nye 2020-nivået i løpet av 2022 og 2023. Selv om verdiskapingen for maritim næring er forventet å flate ut i 2023, vil det fremdeles ta tid før aktiviteten blant flere av de maritime aktørene tiltar. Det vil føre til at det fortsatt vil være redusert behov for ansatte.

KORONAPANDEMIEN PÅVIRKER NÆRINGEN I ULIK GRAD

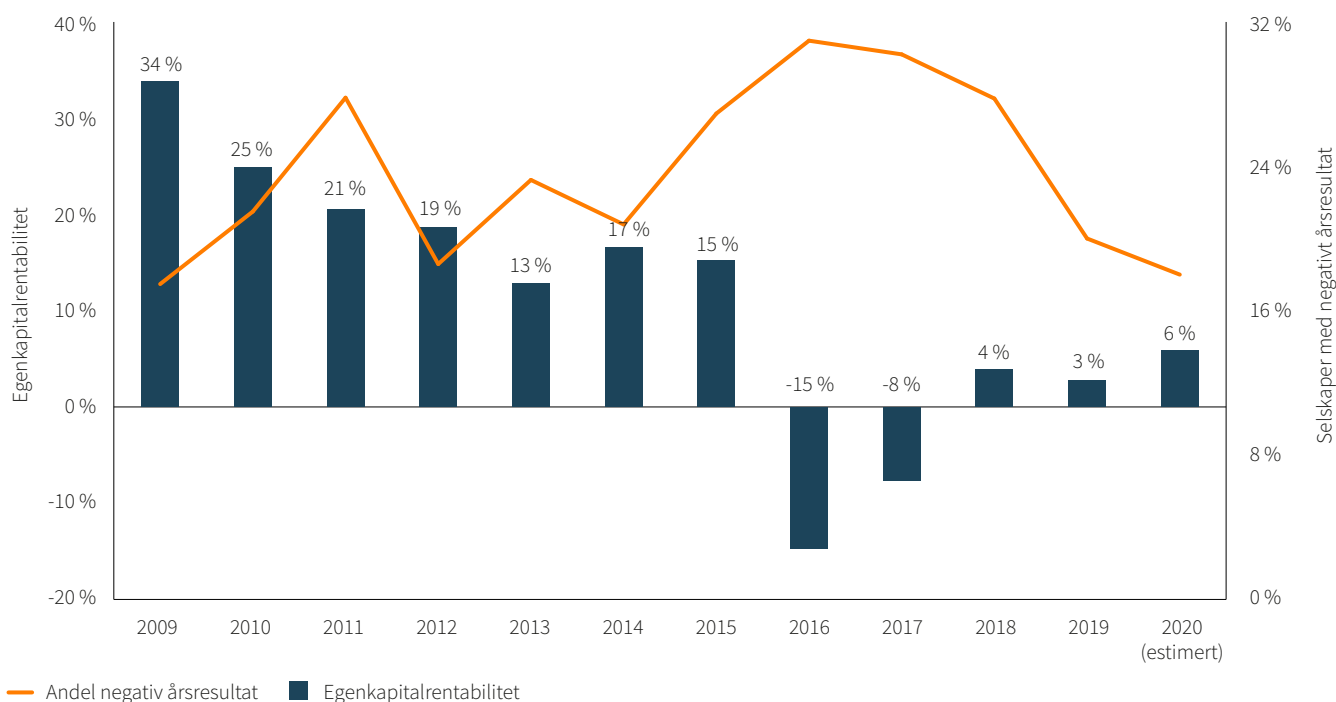
Selv om det var en forventning om vekst i maritim næring ved inngangen av 2020, var det enkelte segmenter som fortsatt slet i kjølvannet av offshorekrisen. Lønnsomheten hos flere selskaper var fremdeles lav i 2019, noe som gjenspeilet seg i de ulike hovedgruppene i maritim næring. Dette førte til at koronapandemien hadde en større påvirkning på noen av aktørene i næringen.

Verftene spiller en viktig rolle i den maritime verdikjeden. Norske skipsverft har det siste tiåret gjennomgått en omfattende omstilling fra bygging av offshorefartøy til leveranser av cruiseskip, ferger og fiske- og havbruksfartøy. Cruisesegmentet ble spesielt viktig for de store verftene ettersom de største og mest verdifulle skipene bygges her. Omstillingskostnadene har imidlertid vært høye, risikoen på nybyggprosjekt har økt, og betalingsviljen for de nye skipstypene var lavere. De store verftene sto dermed i en prekær kapital situasjon da koronapandemien gjorde sitt inntog. De mellomstore verftene har hatt en mer diversifisert sammensetning av fartøystyper de siste årene, og de mindre verftene har hatt mesteparten av sine inntekter fra bygging av fiske- og havbruksfartøy. Som følge av dette hadde

de små og mellomstore verftene et stødigere finansielt grunnlag enn de store verftene da koronapandemien slo til. Som vist i figur 28 har koronapandemien likevel ikke hatt et stort utslag på verftenes egenkapital i 2020 (Menon-rapport nr. 84/2021). Det er imidlertid verdt å merke seg at VARD Group står for omkring 65 prosent av den totale egenkapitalen i 2020. Bakgrunnen for dette er at Fincantieri stilte opp med ny egenkapital etter tapet på nær 1,9 milliarder i 2019.

Aktiviteten i 2020 ble opprettholdt som følge av store ordrebøker i 2020. Det ble imidlertid ikke kontrahert nye skip. Som følge av koronapandemien forsvant inntektene fra cruisesegmentet nærmest over natten, noe som påvirket de store verftene. I tillegg endret fremtidsutsiktene for kontrahering av nye cruiseskip seg drastisk. Det har hatt innvirkning på verftenes ordrebøker. Det er nærliggende å tro at verftenes omsetning holder seg relativt stabilt ut 2021, før de opplever et omsetningsfall i 2022 som følge av totalstans i kontrahering av cruiseskip i 2020. Hvor fort markedet kommer tilbake til tidligere nivåer er usikkert. Det er bestilt et nytt cruiseskip og to nye offshoreskip (SOV) i Norge i 2021, og det er antatt at det vil komme ytterligere kontraheringer i 2022 og 2023. Det er også bestilt fem nye ferger i 2021. Dette vil være positivt for verftenes omsetning, men det vil ta tid før nivået er tilbake på 2019-nivå. Omstilling krever tid og kapital. Flere av verftene har brukt opp mesteparten av kapitalen på omstillingen etter oljeprisfallet. På den andre siden er omstilling, sammen med nye etterspørselstiltak/trender, viktig for å opprettholde aktiviteten hos verftene. De mindre verftene, som er mer vridt mot sjømat- og fergesegmentet, hvor det er gode utsikter for vekst de neste årene, vil sannsynligvis klare seg

Figur 29: Egenkapitalrentabilitet og andel selskaper med negativt årsresultat blant utstyrsleverandørene. 2009–2020. Kun 2/3 av alle foretak i Norge har rapportert regnskap for 2020 per august 2021. Regnskapene som ikke er levert, er derfor estimert av Menon. Kilde: Menon-rapport nr. 84/2021



bedre. På et overordnet nivå kan denne veksten langt fra dekke bortfallet av inntekter for de store vefte. Flere av de store nybyggverftene står i en prosess med å omstille seg mot ombygging, vedlikehold og reparasjoner.

Utstyrsleverandørene i næringen har også gjennomgått en omstilling siden offshorekrisen, hvor bortfallet av leveranser til olje- og gassnæringen førte til lave eller negative lønnsomhetsmarginer i kjølvannet av oljeprisfallet. Dette er vist i figur 29. Lønnsomheten er imidlertid bedre i 2020 enn i 2019.

Utstyrsleverandørene som gruppe er mer diversifiserte enn verfts-næringen. Dette skyldes både at de betjener et bredere spekter av markedssegmenter, og at de har flere internasjonale kunder enn verftene. Varetransportrederier over hele verden utgjør en viktig kundetype hos norske utstyrs- og tjenesteleverandører, hvor leveranser til utenlandske verft er viktige. Koronapandemien har hatt innvirkning på aktiviteten for utstyrsleverandørene på kort sikt. Da pandemien inntraff, stoppet flere prosjekter opp, eller de ble skjøvet fram i tid. I tillegg ble det vanskelig å etablere nye kunde-forhold, særlig for mindre og mellomstore utstyrsleverandører, da det over lang tid ikke har vært mulig å reise og treffe nye kunder. Det er grunn til å tro at større selskaper i mindre grad blir rammet på samme vis da disse ofte har en mer global tilstedeværelse.

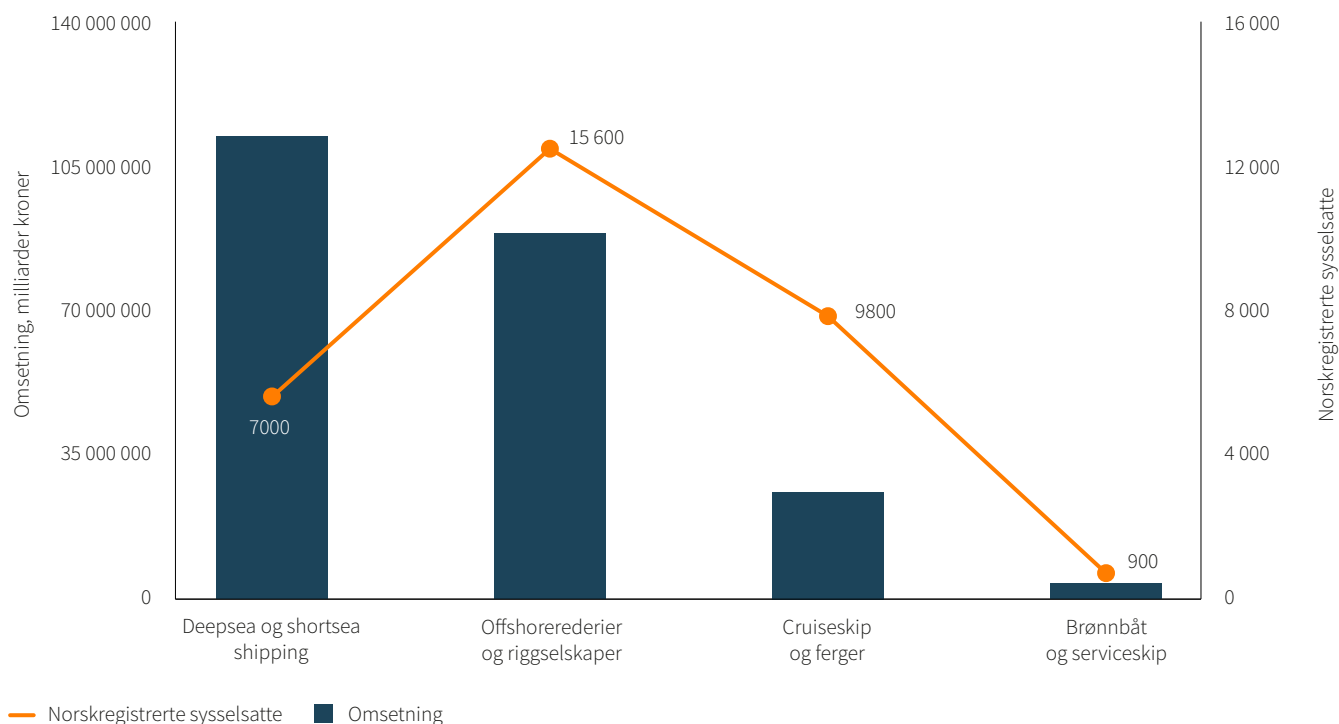
Pandemien har også medført leveranseproblemer for noen utstyrsleverandører i forsyningskjeden i tillegg til økte priser, både på grunn av transportproblemer og fullstendig nedstengning i andre deler av verden. Et eksempel er verdens produksjon

av elektroniske komponenter, som ble svært redusert under pandemien. Dette har ført til vedvarende leveranseutfordringer for flere industrier (Corvus Energy). Opprettholdelse av produksjon og serviceleveranser har vært mer krevende i perioder med strenge krav til smittevern og karantene. For eksempel har utsending av personell for mange leverandørbedrifter medført økte kostnader og ineffektiv drift på grunn av karantener inn og ut. Dette har også gjort det kostnadskrevende, da reisekostnader og installasjon ofte er priset til fastpris i kontraktene og ikke hensyntar de ekstra kostnadene som følger av pandemien.

Ettersom utstyrsleverandørene leverer til flere markeder (ferge- og cruise-markedet, offshoremarkedet, godsmarkedet, havvindmarkedet og havbruksnæringen) med ulik forventet veksttakt, er det nærliggende å tro at utstyrsleverandørenes lønnsomhet påvirkes lite av koronapandemien på lang sikt. Det er forventet en vekst i ettermarkedet, som også har en positiv påvirkning på utstyrsleverandørenes lønnsomhet. I Norsk Industris utstyrsrapport fra 2021 så utstyrsleverandørene mer positivt på framtidig inntjening sammenlignet med året før, da en visste mindre om utviklingen av koronapandemien. Videre viser rapporten at oljeprissjokket i 2014/15 hadde en større påvirkning på inntekten til utstyrsleverandørene enn koronapandemien har hatt. En fjerdedel av utstyrsleverandørene forventer imidlertid et lavere driftsresultat i 2021 enn i 2020. Halvparten av denne gruppen peker på koronapandemien som den viktigste grunnen til denne nedgangen. De viser da til forsinkelser fra underleverandører etterfulgt av forsinkelser i egen produksjon og vanskeligheter med tilgang til utenlandsk arbeidskraft som forklaring på redusert kostnadseffektivitet.

Figur 30: Omsetning og norskregistrert sysselsetting blant de ulike rederigruppene i 2019.

Kilde: Menon-rapport nr. 91/2020



De norske rederienes aktiviteter og lønnsomhet varierer av natur. Fraktrederiene (deepsea og shortsea) er de største målt i omsetning, etterfulgt av offshorerederier og riggselskaper. Dette er vist i figur 30.

Koronapandemien har hatt en påvirkning på verdensøkonomien og verdenshandelen, som igjen har påvirket fraktrederiene, særlig containerrederier og tørrbulkrederier. Da koronapandemien slo til, estimerte WTO en nedgang i verdenshandelen på tretti prosent. Dette ble imidlertid endret til omkring ti prosent mot slutten av 2020 da en så at verdenshandelen økte mer enn først antatt. Knapphet på varer, forsinkelser i forsyningskjeden og videre til kunder i tillegg til mangel på containere har ført til skyhøye fraktrater. Om dette er bra eller dårlig, kommer an på hvem en spør. Containerrederiene har en operasjonell utfordring, men samtidig tjener de mer penger enn noen gang.¹¹⁷ Det samme gjelder tørrlastrederiene. De ble hardt rammet av koronapandemien grunnet den kraftige innskrenkingen av den globale handelen. Dette er imidlertid snudd i 2021. Baltic Dry-indeksen nådde toppen i 2021. Lav flåtevekst, havneproblemer og gradvis global gjenåpning bidro til økte fraktrater. Normalt leder høye fraktrater til økt kontrahering av nye skip. Det har imidlertid skjedd i mindre grad nå. Det er nærliggende å tro at krav til miljø og utslipp skaper usikkerhet blant rederne, og de avventer dermed å bestille skipene.¹¹⁸

Offshorerederiene og riggselskapene er den nest største rederigruppen etter frakteflåten målt i omsetning. Dette segmentet har flest norskregistrerte sysselsatte. Denne gruppen er ikke like sensitive overfor koronapandemien, men befant seg allerede i en prekær situasjon da pandemien startet. Flere befant seg i en kritisk finansiell situasjon som følge av mange år med lave inntekter etter oljepriskrisen. Som følge av fallet i oljepris og restriksjoner som følge av koronapandemien ble offshorerederiene derfor hardt rammet av pandemien. Markedsutsiktene for denne gruppen er verre nå enn før pandemien.

Cruise- og fergerederiene er det rederisegmentet som har blitt hardest rammet av koronapandemiens vrede. Markedet for cruiseturisme falt bort over natten som følge av reiserestriksjoner og seilingsforbud. Passasjerrederier har også opplevd en nedgang i inntekter som følge av mindre reisevirksomhet med påbudt hjemmekontor og strengere restriksjoner.

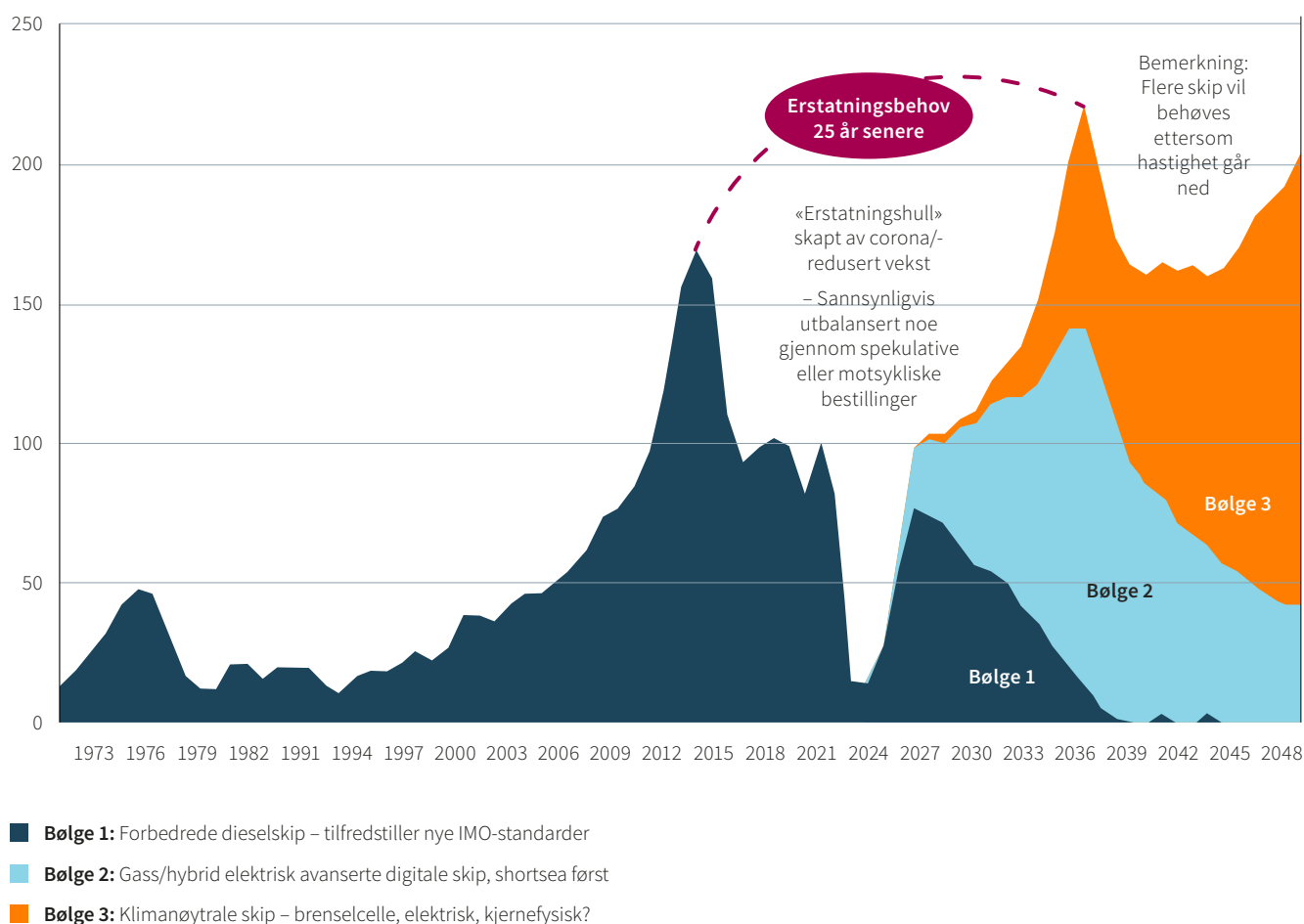
VEIEN UT AV PANDEMIEN

Koronapandemien har satt sine spor på maritim næring. Den har hatt konsekvenser for aktiviteten i næringen, for arbeidsplasser og for næringens finansielle evne. Næringen var allerede økonomisk sårbar i forkant av krisen som følge av den pågående omstillingen etter fallet i oljeprisen i 2014. For å sikre norsk konkurransekraft i en tid hvor økonomien skal stimuleres ut av

¹¹⁷ <https://www.dn.no/utenriks/handel/shipping/koronaviruset/rekordhoye-fraktrater-og-kaos-pa-verdenshavene/2-1-1017209>

¹¹⁸ <https://e24.no/boers-og-finans/i/RrOOX8/toerrlastskipenes-inntjening-skyter-videre-opp>

Figur 31: Et scenario for hvordan verdens skipsbehov vil utvikle seg fram mot 2050, hentet fra «Martin Stopford – Three maritime scenarios 2020–2050». Oversatt til norsk i Menon-rapport nr. 18/2021. Kilde: Martin Stopford 2020



koronakrisen, vil utvikling og kommersialisering av miljøvennlig teknologi for å redusere utslipp være viktig. Som tidligere nevnt i rapporten vil reduksjon i utslipp fra skipsfarten kreve ytterligere forskning, utvikling og innovasjon etterfulgt av utprøving og skalering av nye energiløsninger og alternative drivstoff. Energieffektivisering gjennom tekniske og operasjonelle tiltak står også sentralt. I forkant av krisen var Norge ledende på miljøteknologi innenfor maritim næring, og dette bør være ambisjonen også etter krisen (Norges Rederiforbund, 2020).¹¹⁹

Markedsutsiktene for den maritime næringen avhenger av den generelle utviklingen i verdensøkonomien, internasjonal handel samt olje- og gassprisene. I tillegg vil utvikling av nye havnæringer, digitalisering og strengere klima- og miljøkrav spille en rolle. Erfaringer fra finanskrisen og oljeprisfallet tilsier at når et etterspørselssjokk inntreffer transportmarkedet, slik koronapandemien har gjort, kan det ta mellom et halvt til to år før sjokket beveger seg nedover i verdikjeden til verft og utstyrs- og tjenesteleverandører (Meld. St. 10 (2020–2021)).

Forventninger om at aktiviteten i maritim næring vil øke

Flere ting tyder på at det vil finnes rikelig med jobber i både den globale og nasjonale maritime industrien i årene som kommer. Det er blant annet behov for nye skip på verdensbasis i en tradisjonell flåtesyklus med erstatning av skip som nærmer seg tjue til tretti år. Figur 31 viser behovet for nye skip fram mot 2050. I dette scenarioet er effekten av koronapandemien i 2020 inkludert, og det forutsetter at IMO's 2050-mål for karbonutslipp nås. Behovet for skip skapes gjennom to kanaler: (i) vekst i verdenshandelen og andre etterspørselsdrivere som skaper behov for flere skip i verdensflåten, og (ii) erstatning av gamle og utrangerte skip – også omtalt som erstatningsbehov. Grunnet tilbakegangen i verdensøkonomien som følge av koronapandemien er det forbigående et mindre behov for skip de neste årene, som vist i figuren.

¹¹⁹ <https://rederi.no/aktuelt/2020/moter-statsministeren-om-gronne-initiativ-og-klima/>

Den forventede veksten i verdenshandelen kombinert med et erstatningsbehov, både som følge av høy byggeaktivitet på 2000-tallet og strengere klima- og miljøkrav, vil gi behov for nye skip fra 2025 og utover. En høy andel av disse nybyggene må ha en annen fremdriftsteknologi og mer energieffektive løsninger enn de gamle skipene dersom IMO's mål skal oppnås. Dette er vist i figuren som de tre bølgene. Stopford mener at erstatningshullet som følge av korona trolig vil bestå av mer effektive dieselskip, men dette må endres raskt dersom en skal nå målene. I bølge to vil det være behov for mer miljøvennlige skip, for eksempel hybridskip, mens det i bølge tre vil være behov for klimanøytrale skip (Menon-rapport nr. 18/2021).

Økt vektlegging av klimautfordringene og nye klima- og miljøkrav fører til vekst i nye markeder, for eksempel markedet for energiproduksjon fra havvind. Det fører til et økt behov for skip tilpasset de nye operasjonene. Farstad, Volstad og Kleven har etablert et nytt vindrederi kalt «Norwind Offshore» som skal tilby spesialpassede fartøy rettet mot avanserte maritime operasjoner for utbygging og drift av havvindprosjekter.¹²⁰ Dette gagnar også norske verft, deriblant VARD, som skal levere to CSOV¹²¹-fartøy innen 2024, med opsjon på ytterligere to skip samt salg og ombygging av et forsyningsskip til en SOV. Det første CSOV-skipet leveres fra Vard i Norge, men skroget bygges ved Vard Braila i Romania. Det andre CSOV-skipet skal bygges og leveres av Vards verft i Vietnam. Ombyggingen av PSV-en vil skje på Vards verft i Brattvåg.¹²² Konkurransen fra europeiske verft når det gjelder produksjon av utstyr til havvindprosjekter, er tøff ifølge Ulstein Verft. Dette gjelder særlig konkurranse fra tyrkiske og spanske verft, som arbeider under andre betingelser enn norske verft.¹²³ Verftene er viktige for utstørsprodusentene, som tester og utvikler sine produkter og løsninger i tett samarbeid med verft og kunder.¹²⁴ Utstørsleverandørene står også for viktige eksportinntekter. Gode rammebetingelser for å sikre byggeaktivitet på norske verft, særlig innenfor markeder hvor Norge kan ta markedsandeler, vil være viktig.

Et annet marked som er forventet å vokse, og som kan ha en positiv effekt på byggeaktiviteten i næringen, er havbruksnæringen. Denne næringen ble ikke like hardt rammet av koronapandemien. Potensialet for matproduksjon i havet enormt, og det vil være behov for flere fartøy. Fartøyene til denne næringen bygges lokalt, inkludert lokalt design og utstyr. Et eksempel er FSV (Freight Service Vessel) som har kontrahert seks nye fartøy som skal leveres fra et lokalt verft i 2022 med lokal design og utstyr.

I en rapport utarbeidet for GCE Blue Maritime-klyngen forventes det en økning i ekspedisjonscruiseturisme etter hvert som verden sakte, men sikkert returnerer til en post koronavirkelighet. Cruiseselskaper i dette segmentet har selv rapportert at de forventer en økning i kundemassen, og at det kan være behov for flere skip innenfor dette segmentet. Det er derfor nærliggende å tro at pandemien ikke vil ha en langvarig effekt på etterspørselen etter de mindre ekspedisjonscruiseskipene, og det er forventet en økning i kontraheringen av denne typen skip globalt (Menon-rapport nr. 86/2021). Det vil da være viktig å sikre at norske verft vinner disse oppdragene.

Behovet for utvikling og bruk av mer miljøvennlig fremdriftsteknologi og effektive energiløsninger er en stor mulighet for Norge og krever ytterligere forskning, utvikling og innovasjon. Den norske maritime næringens konkurransekraft når markedene virkelig begynner å vokse, vil bestemme hvor store globale markedsandeler næringen kan ta. For å opprettholde konkurransekraften til norsk maritim næring vil det være viktig med samarbeid på tvers for å få til større satsinger og økt innovasjonstakt. I tillegg trengs konkurransedyktige rammevilkår og virkemidler som gir mulighet for omstilling og nyskaping i en tid som krever reduksjoner i utslipp, og som preges av økt digitalisering og fremvekst av nye markeder.

Økt digitalisering som følge av korona

Koronapandemien har bidratt til økt etterspørsel etter digitale tjenester. Etter at koronapandemien brøt ut, ble det ikke lenger mulig for inspektører å reise verden over og inspisere og godkjenne skip. Ettersom dette må gjennomføres, var det nødvendig å finne alternative, digitale løsninger med foto, video og digital signering. Vi finner eksempler på at DNV digitaliserer prosessene, innenfor klassifiseringstjenester, inspeksjoner med droner og AR, tilstandsovervåking, digital tvillingtest og datadeling via plattformer, som Veracity. DNV begynte allerede å tilby fjerninspeksjon og digitalisert undersøkelse av skip som valgfrie tjenester i 2018. Men fjerninspeksjon skjøt først fart i etterkant av de første innstrammingene under koronapandemien. Ifølge DNV har koronapandemien framskyndet denne utviklingen med to til fem år.¹²⁵ For å slippe inspektører og ansatte som satt på hjemmekontor, om bord på skipene digitalt, har det vært nødvendig å åpne digitale porter.

Dette har også åpnet opp flere angrepsflater, og næringen opplevde en økning i antall cyberangrepsforsøk under pandemien.¹²⁶ På dette området vil forskning og utvikling spille en viktig rolle i å utvikle og forbedre cybersikkerheten i maritime digitale systemer, samt i maritime digitale operasjoner.

¹²⁰ <https://www.norwindoffshore.com>

¹²¹ Commissioning Service Operations Vessels

¹²² <https://www.vard.com/articles/vard-signs-contract-with-norwind-offshore>

¹²³ Norske skipsverft – aktivitet, konkurransesituasjon og rammebetingelser. Menon-rapport nr. 66/2021.

¹²⁴ <https://www.tu.no/artikler/ingen-nye-orderer-for-ulstein-verft-i-ar-tror-cruise-kommer-tilbake/515104?key=FPzEYmNJ>

¹²⁵ <https://www.tu.no/artikler/korona-effekt-digitaliserer-i-ekspressfart/489861?key=oPcRajW5>

¹²⁶ <https://www.sintef.no/siste-nytt/2021/eksplisiv-okning-i-cyberangrepsforsok-i-maritim-sektor-under-korona>

Som følge av koronapandemien har også digitalisering blitt viktigere for å skape robuste forsyningskjeder. Pandemien har medført store problemer i forsyningskjedene. Mangel på varer, forsinkelser i produksjonen, mangel på containere og forsinkelser i havnene er noen av flaskehalsene. Som tidligere nevnt fører dette til høye fraktrater og dermed inntjening for container- og tørrbultrederiene. På den andre siden er kundetilfredsheten lavere enn noen gang. Økt grensekontroll, restriksjoner, mangel på globalt vaksinepass og undertrykt etterspørsel har trolig skapt en perfekt storm.¹²⁷ Det er økt behov for kunnskap og innsikt i vareflyten. Flere selskaper tror vi vil oppleve forstyrrelser i de globale forsyningskjedene inn i 2022. Dette fører til inflasjonspress. Flere selskaper har økt prisene da det er mangel på varer og fraktmuligheter. Flere havner har også store problemer. Dersom pandemien ikke lar seg bekjempe, vil overbelastningen av havnene bli en ny normal.¹²⁸

Flere aktører har i løpet av pandemien oppdaget at en del av service- og ettermarkedsarbeidet kan bli gjort digitalt. Et eksempel på dette er at Kongsberg Maritime eksporterer store deler av systemene til kunder verden over. En del av kundene til Kongsberg Maritime oppdaget at en del av service- og ettermarkedsarbeidet kunne utføres digitalt med lokalt ansatte og støtte fra eksperter og kontrollsentre i regi av Kongsberg Maritime. Dette samarbeidet mellom utestasjonerte og kontrollsentre på Kongsberg førte til at servicefolk som var permittert på grunn av reiserestriksjoner, igjen kunne jobbe fra kontrollsentrene.¹²⁹

Et annet eksempel er batterileverandøren Corvus Energy. Som følge av koronapandemien ble det utfordrende å sende personell for å utføre service om bord på skipene. Det ble da gjennomført en stor omstilling gjennom datafangst og digitalisering. Dette ville ikke ha skjedd uten koronapandemien. Ett eksempel er fjernovervåking av tilstanden til fartøy verden over. Corvus mottar store mengder løpende data fra fartøyene, og serviceingeniørene på kontoret i Bergen kan både proaktivt og reaktivt analysere og diagnostisere en alarm eller en servicehendelse på et fartøy. I dialog med fartøyets mannskap eller landorganisasjon kan de da avklare hva situasjonen er – og vurdere om det er nødvendig at en serviceingeniør drar til fartøyet, eller om mannskapet kan gjøre arbeidet lokalt. Gevinsten av slike løsninger er høyere produktivitet for Corvus Energy og lavere kostnader for rederiene. Som en konsekvens av dette vil Corvus ansette flere dataingeniører for å videreutvikle løsningene og gjøre serviceavdelingen mer effektiv (Corvus Energy).

Flere leverandører melder også at koronapandemien har hatt en positiv effekt på andre bedriftsprosesser og måten ting blir gjennomført på. Kompetansenivået rundt digitalisering og bruken av systemer for bedre samhandling er blant annet forbedret. Konstante endringer og flaskehals som følge av pandemien har gjort mange bedrifter mer proaktive og tilpasningsdyktige ved at de bli bedre på planlegging og risikohåndtering, og ved at de tenker nytt og finner nye forretningsmuligheter eller nye måter å gjøre ting på.

127 <https://www.dn.no/utenriks/kina/usa/forsyningskrise/kaoset-i-forsyningskjedene-fortsetter-verre-for-det-blir-bedre/2-1-1084363>

128 <https://www.dn.no/utenriks/kina/shipping/handel/rekordhoy-verdenshandel-skjore-forsyningskjeder-skaper-bekymring/2-1-1057784>

129 <https://www.tu.no/artikler/kongsberg-ber-om-fortgang-i-skips-prosjekter-redd-for-maritim-kllynge/491743?key=OJUCerW1>

Norges forskningsråd

Postboks 564, 1327 Lysaker

Telefon: +47 22 03 70 00

post@forskningsradet.no / www.forskningsradet.no

Januar 2022

Foto omslag: Scott Portelli/Aurora Expeditions, Ulstein Group ASA

Design: BOLDT

ISBN:

978-82-12-03920-9 (trykksak) – Maritim21-strategi

978-82-12-03921-6 (PDF) – Maritim21-strategi

Publikasjonen kan lastes ned fra

www.forskningsradet.no/publikasjoner

