

MT2015 A-182 - Unrestricted

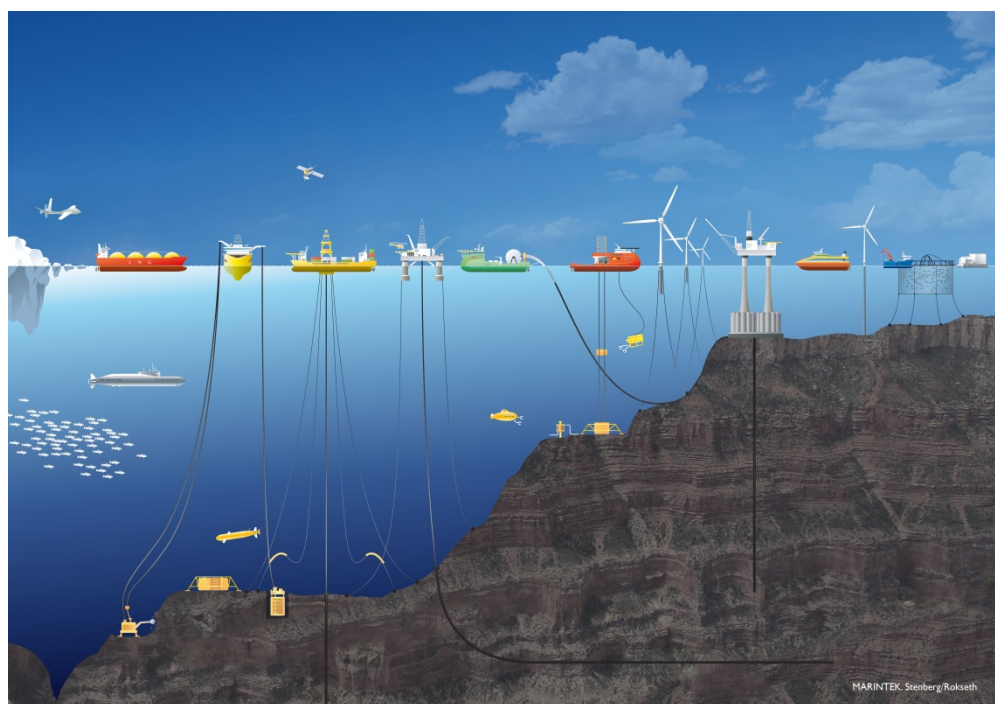
Rapport

Havteknologi

Potensialet for utvikling av tverrgående teknologier og teknologisk utstyr til bruk i marin, maritim og offshore sektorer

Forfattere

Even Ambros Holte, Signe Annie Sønvisen, Ingunn Marie Holmen



Rapport

Havteknologi

Potensialet for utvikling av tverrgående teknologier og teknologisk utstyr til bruk i marin, maritim og offshore sektorer

RAPPORTNR	VERSJON	DATO
MT2015 A-182	1.0	2016-01-12

EMNEORD:	FORFATTER(E)
Havteknologi; overføringspotensial; maritim; marin; offshore; fornybar;	Even Ambros Holte, Signe Annie Sønvisen, Ingunn Marie Holmen

OPPDRAGSGIVER(E)
Norges forskningsråd, Innovasjon Norge

OPPDRAGSGIVERS REF.	ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
Lars Horn	59

GRADERING	GRADERING DENNE SIDE	ISBN
Unrestricted	Unrestricted	978-82-7174-366-6

Denne rapporten er utarbeidet på oppdrag for Norges forskningsråd og Innovasjon Norge med mål om å belyse potensialet for tverrgående teknologier og teknologisk utstyr til bruk i de tradisjonelle blå næringene (marin, maritim og offshore, inkludert fornybar energi – havvind; heretter hovedsakelig omtalt som havromsnæringene). Således har det vært sentralt å avdekke eksisterende muligheter, så vel som fremtidige utviklingsbehov, for teknologier og teknologisk utstyr som næringslivet (brukere og leverandører), forvaltningen og FoU-miljøene ser for å kunne overvåke, forvalte og utnytte havets ressurser og muligheter. Dette på tvers av næringene og i et internasjonalt perspektiv. Arbeidet har fokusert på hva som kan løftes mellom havromsnæringene, vel vitende om at havrommet er allsidig og krever en flerfaglig tilnærming. I det ligger at teknologi og løsninger også kan hentes fra helt andre områder, hvilket i en viss grad også er omtalt. Rapporten dokumenterer at det er et betydelig potensial på tvers av havromsnæringene, både i form av eksisterende løsninger og fremtidige utviklingsbehov. For fremtidige utviklingsløp er næringsspesifikke samt felles utviklingsbehov identifisert. Samtidig må en være klar over de barrierer som eksisterer, men som en mener skal være fullt mulig å overkomme gitt at de tas tak i. Dette er helt avgjørende for at det antatte verdiskapingspotensialet skal kunne realiseres fullt ut.

UTARBEIDET AV
Even Ambros Holte

KONTROLLERT AV
Karl A. Almås

GODKJENT AV
Atle Minsaas

Dokumentet har gjennomgått MARINTEKs godkjeningsprosedyre og er sikret digitalt

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
Versjon 0.1	2015-11-26	Utkast oversendt oppdragsgiver for kommentarer
Versjon 0.2	2015-12-15	Oppdatert versjon oversendt oppdragsgiver for kommentarer
Versjon 0.3	2015-11-18	Oppdatert versjon oversendt oppdragsgiver for kommentarer
Versjon 1.0	2016-01-12	Endelig versjon oversendt oppdragsgiver

Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	5
2	Innledning	7
3	Bakgrunn	8
4	Metode	9
4.1	Primærdatainnsamling.....	9
4.2	Sekundærdata.....	11
4.3	Funksjonsmatrisen.....	12
5	Eksisterende teknologi og løsninger med potensial på tvers av næringer	14
5.1	Fiskeri.....	15
5.2	Havbruk.....	16
5.3	Maritim.....	17
5.4	Offshore.....	18
5.5	Fornybar energi – havvind.....	20
5.6	Landbasert industri.....	21
6	Kartlegging av aktørgruppenes framtidige utviklingsbehov	22
6.1	Framtidsutsikter og framtidstro.....	22
6.2	Framtidige teknologibehov i havromsnæringene.....	24
6.2.1	Fiskeri.....	24
6.2.2	Havbruk.....	26
6.2.3	Maritim.....	27
6.2.4	Offshore.....	29
6.2.5	Fornybar energi – havvind.....	32
6.3	Felles teknologiske utviklingsbehov i et 10-årsperspektiv.....	33
6.4	En overordnet vurdering av verdiskapingspotensialet.....	37
7	Hva skal til for å realisere teknologiske overføringer og synergier?	39
7.1	Barrierer for teknologiske overføringer.....	39
7.1.1	Reguleringer og rammevilkår som barrierer.....	41
7.1.2	Kostnadsnivå som barriere.....	41
7.1.3	Proteksjonisme som barriere.....	41
7.1.4	Vilje, evne og kunnskap til endring som barriere.....	42
7.1.5	Kulturforskjeller (paradigmer og hegemonier) som barrierer.....	42
7.2	Muliggjørere for teknologiske overføringer.....	43
7.2.1	Regelverk som muliggjørere for teknologisk overføring.....	43
7.2.2	Samarbeid og samhandling som muliggjørere.....	43
7.2.3	Tverrfaglighet og flerfaglighet som muliggjørere.....	44

7.3	Virkemiddelapparatet	44
8	Konklusjon	47
9	Referanseliste	50
	Vedlegg 1 – Funksjonsmatrise.....	52
	Vedlegg 2 – Komplette oversikt over teknologier med overføringspotensial	55
	Vedlegg 3 – Komplette oversikt over barrierer for teknologiske synergier	58

1 Sammendrag

Denne rapporten er utarbeidet på oppdrag for Norges forskningsråd og Innovasjon Norge og har som mål å belyse potensialet for tverrgående teknologier og teknologisk utstyr til bruk i de tradisjonelle blå næringene (marin, maritim og offshore). Oppdraget har således vært å peke på mulighetene for samarbeid og synergier mellom havromsnæringene på et overordnet nivå. Innledningsvis gjør vi en kartlegging av teknologier og utstyr med et potensial for anvendelse mellom de blå næringene (heretter hovedsakelig omtalt som havromsnæringene) er gjennomført.

Som beskrevet i rapporten er majoriteten av informanter representanter fra industrien, og da nøkkelinformanter som ansees å ha et høyt kunnskapsnivå hva gjelder forsknings- og utviklingsbehov. Grunnet relativt få informanter fra FoU og forvaltning, kan ikke datagrunnlaget fra disse vurderes som statistisk signifikant, spesielt ikke dersom en i tillegg kategoriserer informantene etter hvilken næring de representerer. Like fullt representerer utsagnene fra disse sektorene interessante, viktige og verdifulle innspill. Dette fordi de kan, og bør, sette i gang vurderinger hos aktørene, om de er relevante.

Kapittel 4 tar for seg den metodiske tilnærmingen til problemløsningen. De identifiserte teknologier og utstyr er kategorisert i henhold til et typisk gruppesystem ("funksjonsmatrise"; hoved- og delsystemer) som reflekterer de ulike faser (design; bygging og installasjon; drift/operasjon) i livsløpet til havromsnæringene (havbruk; fiskeri; maritim; offshore; fornybar). Videre kartlegges også generiske teknologier og utstyr i henhold til en tilsvarende funksjonsnedbryting.

Kapittel 5 gir en oversikt over hva de ulike havromsnæringene mener å ha av teknologi og løsninger med et potensial for overføring til de øvrige næringene. Oversikten bygger på primær- og sekundærdata, og dokumenterer at potensialet for å utnytte teknologi, utstyr og kompetanse på tvers av havromsnæringene er betydelig.

Kapittel 6 gir en oversikt over hva de ulike aktørgruppene anser som nødvendig utviklingsbehov for teknologi og utstyr i de kommende 10 årene for at næringene skal nå den ønskede utviklingen. Denne informasjonen baserer seg på aktørgruppens erfaringer gjennom mange års virksomhet. Generelt er det stor tro på fremtiden innen havromsnæringene når en ser mulighetene nasjonalt og internasjonalt under ett. Igjen bygger denne oversikten på funksjonsmatrisen nevnt over. Basert på intervjuundersøkelsene er resultatene for hver havromsnæring prioritert etter hovedgruppe (eksempelvis "Miljø(utslipp)") og mer konkret på teknologi undergruppe (eksempelvis "Miljøvennlig teknologi - Hybride systemer og elektriske driftsformer"). Som forventet er det også en del felles teknologiske utviklingsbehov på tvers av havnæringene i et 10 års perspektiv.

Det eksisterer en del barrierer knyttet til å kunne løfte teknologi og teknologisk utstyr og kompetanse mellom havromsnæringene. Disse barrierene relaterer seg til så vel "myke" forhold som til barrierer av mer teknisk og økonomisk karakter. Her nevnes kort kulturforskjeller mellom næringene, ulike lover og regelverk, ulike rammevilkår og ulikt kostnadsnivå. Kapittel 7 belyser og diskuterer disse aspekter.

Rapporten dokumenterer at det er et betydelig potensial for å løfte teknologi, teknologisk utstyr og kompetanse mellom havromsnæringene. En beskrankning i mulighetene er imidlertid de identifiserte barrierene av ikke-teknologisk natur (kostnadsnivå, proteksjonisme, mangel på domenekunnskap,

kulturforskjeller, regelverk), barrierer som en mener skal være fullt mulig å overkomme gitt at de tas tak i. Noe som også er helt avgjørende for at det antatte verdiskapingspotensialet skal kunne realiseres fullt ut. Aktørene innenfor industri, forskning, forvaltning og virkemiddelapparatet må i fortsettelsen selv ta tak i de mange mulighetene som rapporten peker på. Oppfølgingen av rapporten må starte med en "open mind" hos alle impliserte!

2 Innledning

Norges forskningsråd og Innovasjon Norge definerer havteknologi i denne sammenhengen som en fellesbetegnelse for teknologi til bruk innenfor marin, maritim og offshore (petroleumsutvinning og produksjon av ren energi) næring. Havteknologi omfatter, men er ikke begrenset til, teknologi for operasjoner til havs, marin konstruksjonsteknikk og hydrodynamikk for skip, flytende konstruksjoner, undervannsfartøyer, forankringssystemer, kontrollsystemer, overvåkings-, navigasjons- og kommunikasjonssystemer og sensorer, og muliggjørende teknologier som avanserte materialer og nanoteknologi, IKT og bioteknologi (muliggjørende teknologier er forutsetning for utvikling av havteknologi, men ikke som egne næringer per se). Havteknologi i denne rapporten omfatter ikke leting, utvinning og produksjon av olje og gass, eller produksjon av ren energi; men marine og maritime operasjoner og utstyr knyttet til virksomhetene. Industriell produksjon og videreforedling av sjømat er heller ikke en del av oppdraget.

Rapporten skal bistå Forskningsrådet og Innovasjon Norge med å identifisere behovet for forskning og forslå prioriteringer i og mellom forskningsprogrammer, forskning som vil bidra til at vi som nasjon også i fremtiden er internasjonalt ledende på å utnytte og forvalte havområdene, og på å utnytte naturressursene i havrommet på en bærekraftig måte. En bedre koordinering av prioriteringene vedrørende havteknologi og havromsrelatert forskning innen det offentlige virkemiddelapparatet, vil også kunne ha en klar europeisk dimensjon i den forstand at Norge som nasjon står bedre rustet til å påvirke forskningsagendaene i det europeiske forskingssamarbeidet (eksempelvis i Horizon2020 eller JPI Oceans). Følgende forhold og problemstillinger, som konkurransegrunnlaget fremhever som spesielt viktige å inkludere i studien, er blitt lagt til grunn for arbeidet:

Kartlegging av teknologi

1. Kartlegging av eksisterende teknologi og teknologisk utstyr som brukere, leverandører, FoU-miljø og forvaltning anser å ha et urealisert potensial på tvers av næringene.
2. Kartlegge muligheter for tverrgående synergier og hva som kreves for å realisere synergiene.

Kartlegging av aktørgruppenes behov

1. Hva ser de ulike aktørgrupper innen hver av næringene som framtidige behov innen teknologi og teknologisk utstyr gitt de utfordringer de står overfor?
2. Identifisere tverrgående synergier basert på aktørenes behov og hva som kreves for å realisere disse synergiene.

Arbeidet baserer seg på en omfattende informasjonsinnhenting gjennom spørreundersøkelse og dybdeintervju med nøkkelinformanter i de aktuelle næringene. Dette har gjort det mulig å vurdere ovenstående forhold og problemstillinger som grunnlag for sammenstilling i en helhetlig syntese.

Havromsnæringene inkludert i studien omtales i rapporten som *næringer* og inkluderer havbruk, fiskeri, maritim, offshore olje og gass (heretter også omtalt som *offshore*) samt fornybar energi. Fornybar energi begrenses i denne sammenheng til havvind, som er det området innen fornybar som har kommet lengst i utviklingen. I denne studien holder vi bioteknologi, ingrediensindustri og nye havromsrelaterte næringer som i fremtiden vil utvikles utenfor, vel vitende om at disse kommer og antas å ville ha stor nytte av råstoff, teknologi og teknologisk utstyr fra de øvrige havromsnæringene.

3 Bakgrunn

Norge har i generasjoner vært en "stormakt" knyttet til havrommet. Det skyldes vår nærhet til havet kombinert med langsiktig tenkning, modige beslutninger og havromsteknologisk kunnskap og kompetanse. De 3 store havromsnæringene marin, maritim og offshore er de mest komplette næringene i Norge. Disse er på mange felter internasjonalt ledende med tilhørende stor eksportandel. Utgangspunktet for fortsatt utvikling slik at havromsnæringene også i kommende generasjoner skal være internasjonalt ledende og derigjennom skape store verdier til det norske samfunnet er derfor det aller beste.

Havrommet som begrep ble først benyttet i forarbeidet til det vi i dag kjenner som FNs Havrettstraktat. Utkastet til denne traktaten fikk tidlig navnet *Ocean Space Treaty*. Det ble sterkt poengtert at næringene relatert til havrommet måtte sees i sammenheng, da de er gjensidig påvirket og avhengig av hverandre. Havromsnæringene, også nye under utvikling, er følgelig alle en del av havrommet.

Havromsteknologi og havromsrelatert kunnskap og kompetanse er kritiske innsatsfaktorer innen havromsnæringene. Nye næringer som for eksempel fornybar havenergi, undervanns gruvedrift og høsting av biomarine ressurser på lavere trofisk nivå krever betydelig kunnskap og innovasjon, og Norge som nasjon har gode forutsetninger for også å innta en ledende posisjon innenfor de nye næringene, gitt vårt pre innen de tradisjonelle havromsnæringene.

Havrommet har bidratt til velstandsutviklingen i Norge i generasjoner og ført til at norsk industri i dag er verdensledende innenfor en rekke av havromsnæringene. Vår styrke innen havromsteknologi i flerfaglighet med andre disipliner har gjort dette mulig, og vi har i utstrakt grad evnet å løfte kompetanse og teknologi mellom næringer. Dette vil fortsatt være viktig i den videre utviklingen av de etablerte havromsnæringene, men også i utviklingen av de nye. Kunnskap vil være nøkkelen i denne utviklingen.

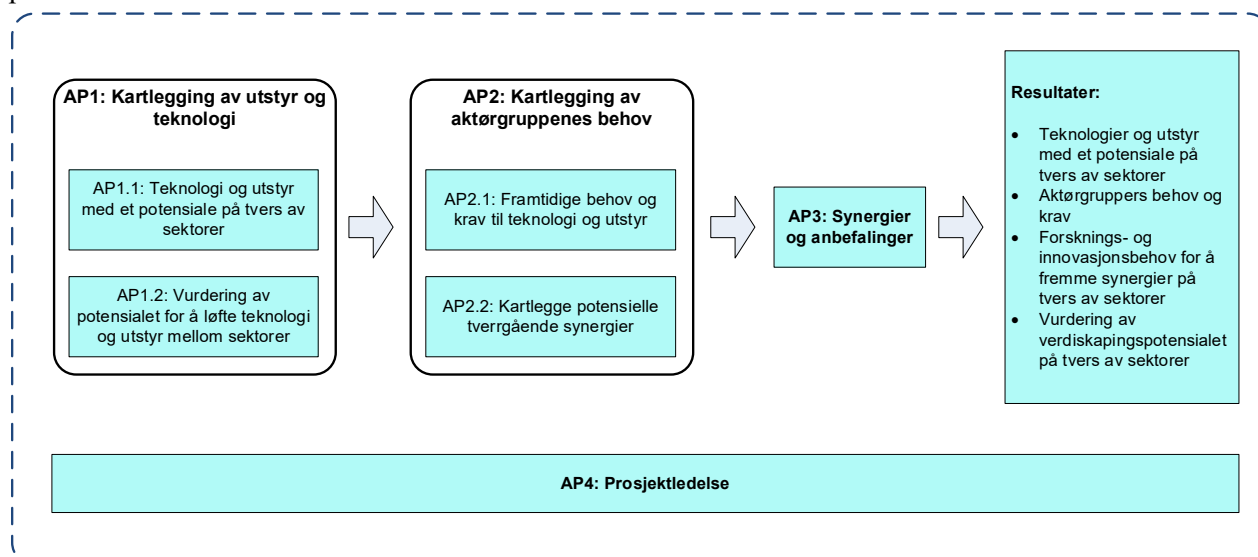
En vet ikke i dag hvilke behov for kunnskap om havrommet som vil etterspørres i årene fremover, men det er åpenbart at et kunnskaps- og teknologisprang vil finne sted innenfor utforskning og høsting av havrommets ressurser og muligheter. Norge har gode forutsetninger for fortsatt å kunne innta en internasjonalt ledende posisjon innenfor denne utviklingen, en posisjon som vil bidra til å sikre at vi også i kommende generasjoner evner å høste av havrommets ressurser og muligheter til samfunnets beste.

Marin, maritim og offshore er de tre mest produktive og raskest voksende næringene i Norge. Den senere tids utvikling i oljeprisene og resultatene fra klimakonferansen COP 21 i Paris, peker på behovet for en videre utvikling av havromsnæringene. Havromsnæringene har stor politisk oppmerksomhet, noe som bekreftes av at *hav* er nevnt på topp blant de 6 prioriterte områdene i Solberg-regjeringens "Langtidsplan for forskning og høyere utdanning 2015–2024" [1], samt masterplan for marin forskning [2]. En koordinert teknologiinnsats forventes å ville bidra til økt nasjonal verdiskaping og eksportverdi. Med grunnlag i dette ba regjeringen Forskningsrådet og Innovasjon Norge om å lage et forslag til en koordinert FoU-innsats rettet mot havromsnæringene der man skal se på samspill og synergier mellom disse næringene [3]¹. Det er en politisk forventning om at en evner å løfte kunnskap, kompetanse og teknologi på tvers av havromsnæringene.

¹ Norges forskningsråd og Innovasjon Norge 2014. Oppfølging av Meld. St. 22 (2012-2013) Verdens fremste sjømatnasjon

4 Metode

Arbeidet har vært inndelt i tre arbeidspakker (Figur 1), hvorav arbeidspakke 1 (AP1) har fokusert på å kartlegge eksisterende utstyr og teknologi og vurdere potensialet for å løfte disse på tvers av næringene. Arbeidspakke 2 har hatt et mer fremtidsrettet perspektiv gjennom å identifisere framtidige utviklingsbehov, samt muligheter for å realisere mulige synergier på tvers av de ulike næringene. Parallelt har prosjektet også jobbet med å identifisere potensial og behov for omstilling, samt vurdere muligheter for verdiskaping på et overordnet nivå.



Figur 1: Arbeidsflyt og metodisk tilnærming i prosjektet

Innholdet i rapporten er i all hovedsak basert på primærdata som har fremkommet gjennom en spørreundersøkelse (kvantitativ), samt dybdeintervju (kvalitativ undersøkelse). I begge tilfeller har prosjektet henvendt seg spesifikt mot nøkkelinformanter. Dette er personer som sitter i sentrale posisjoner ved de ulike selskapene og organisasjonene, samt øvrige som besitter inngående kunnskap om og på tvers av de ulike verdikjedene i de respektive næringene og sektorene. Disse har således inngående teknologisk kunnskap om en eller flere næringer, og besitter et høyt kunnskapsnivå hva gjelder forsknings- og utviklingsbehov. De ulike sektorer og næringer representert er:

- Sektorer: industri, FoU og forvaltning.
- Industri: Marin, maritim, offshore og fornybar energi – havvind.

Sekundærdata med fokus på sentrale dokumenter har også gitt viktige bidrag til arbeidet med prosjektet. En nærmere beskrivelse om det totale datagrunnlaget gis nedenfor.

4.1 Primærdatainnsamling

Som nevnt har innsamling av primærdata vært todelt, hvorav; (1) den kvantitative datainnsamlingen har foregått ved hjelp av en spørreundersøkelse, og (2) den kvalitative datainnsamlingen har vært basert på semistrukturerte dybdeintervju. Arbeidet med innsamling av primærdata har hovedsakelig vært gjennomført i fire steg:

Steg 1 – Identifisering av teknologiområder: En intern arbeidsgruppe organiserte, systematiserte og kategoriserte forskjellige havteknologier som en kunne forvente ville ha et potensial for synergier på tvers av de ulike næringene. Arbeidet med å identifisere de ulike teknologiområdene ble oppsummert i en "funksjonsmatrise" (kapittel 4.3). Dette arbeidet har vært helt sentralt med tanke på å skape en helhetlig og omforent struktur for utarbeidelse av selve spørreundersøkelsen og dybdeintervjuene.

Steg 2 – Verifisering av funksjonsmatrise: Matrisen ble videreutviklet gjennom en iterasjonsprosess med fire eksperter innen de definerte næringene fra SINTEF og MARINTEK, for så å bli presentert for 3 representanter fra industrien. Dette for å verifisere at de ulike "teknologiknaggene" benyttet i matrisen gav mening for næringsaktører så vel som for representanter for forvaltning og FoU.

Steg 3 – Gjennomføring av spørreundersøkelse: En kvantitativ spørreundersøkelse ble gjennomført i regi av Norfakta Markedsanalyse med nøkkelinformanter i de respektive næringer og sektorer. For å sikre relevant datafangst ble spørreundersøkelsen utarbeidet av prosjektet selv, samt at SINTEFs og MARINTEKs bransjekunnskap og omfattende næringsnettverk ble benyttet for å identifisere nøkkelinformanter. Listen over potensielle nøkkelinformanter ble sjekket ut med Forskningsrådet og Innovasjon Norge, som også supplerte med flere informanter. Det totale utvalget for spørreundersøkelsen var 225 personer, hvorav en fikk inn 105 svar som gir en svarprosent på 47 % (Tabell 1).

Tabell 1: Fordeling av informanter mellom sektorene

Informantgrunnlag: indentifiserte vs. antall svar	Antall	Prosent	Antall svar	Prosent
Total industri (marin, maritim, offshore, fornybar)	155	69 %	80	52 %
Total FoU	54	24 %	17	31 %
Total forvaltning	16	7 %	8	50 %
Totalt	225	100 %	105	47 %

Av tabellen kan en lese at FoU har en noe lavere svarprosent sammenliknet med industri og forvaltning. En forklaring på slike variasjoner er ofte sammensatt, men for dette prosjektet var følgende utslagsgivende:

- Informantene fant det vanskelig å finne tilgjengelig tid i perioden som datafangsten fant sted.
- Informantene var vanskelige å få tak i; manglende svar via epost og telefon.
- Prosjektet fokuserte utelukkende mot nøkkelinformanter. Disse sitter i sentrale posisjoner og har et høyt teknologisk kunnskapsnivå om en eller flere næringer, inkludert forsknings- og utviklingsbehov. Disse personene har ofte travle dager og fastlagt arbeidsplan langt frem i tid.
- Informantene ønsket ikke å delta i undersøkelsen.

Med tanke på hvordan de ulike næringene er representert innen informantgruppen "total industri", er fordelingen som følger (Tabell 2):

Tabell 2: Fordeling av informanter mellom næringer (n=80)

Hvilken næring er hoveddelen av din bedrifts aktiviteter rettet mot	Antall	Prosentandel
Fiskeri	12	15 %
Havbruk	27	34 %
Maritim	20	25 %
Offshore	33	41 %
Fornybar energi - havvind	3	4 %
Annet	4	5 %

Når det gjelder denne oversikten, kunne informantene krysse av for én eller flere næringer. Dette fordi flere av aktørene i informantgrunnet har betydelig aktivitet innen flere av næringene, og således ble det unaturlig å identifisere seg med én hovednæring.

Steg 4 – Gjennomføring av dybdeintervju: Med utgangspunkt i funksjonsmatrisen og spørreundersøkelsen ble det utarbeidet en guide for dybdeintervjuene. Det ble gjennomført dybdeintervju med 22 informanter, både via telefon og personlig fremmøte. Spørsmålene i intervjuguiden ble basert på tidligresultater fra spørreundersøkelsen, hovedelementer fra funksjonsmatrisen, og de sentrale forskningsspørsmålene som var definert for dette prosjektet.

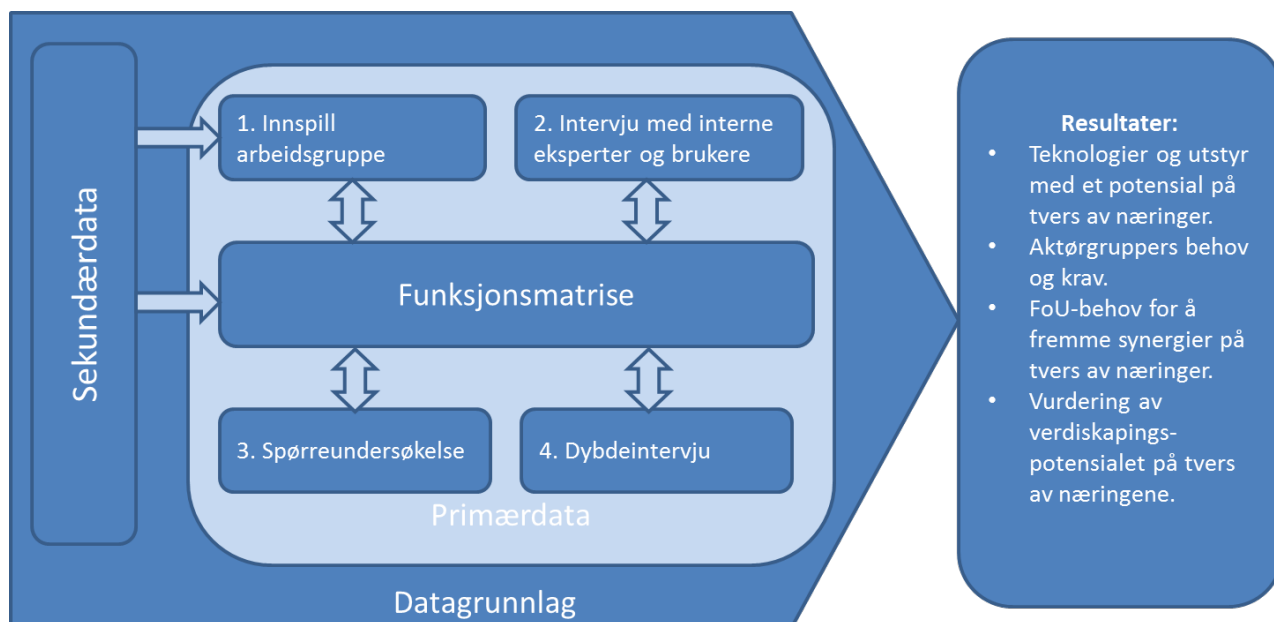
4.2 Sekundærdata

I tillegg til datagrunnet innhentet gjennom intervjuene, har prosjektet benyttet sekundærinformasjon i form av tidligere og pågående arbeider, rapporter, vitenskapelige artikler, statistikk, utredninger, samt nasjonale og internasjonale strategidokumenter. I denne kategorien vil vi spesielt fremheve at MARINTEK og NTNU siden 2008 på vegne av nåværende Nærings- og fiskeridepartementet har koordinert utredningsarbeidet med Ocean Space Centre – Fremtidens kunnskapssenter for havromsteknologi (OSC). Gjennom dette utredningsarbeidet er det opparbeidet et solid underlagsmateriale som har gitt viktige bidrag til prosjektet.

MARINTEK og SINTEF er kontinuerlig engasjert i europeisk og internasjonalt forskningssamarbeid, ikke bare som prosjektdeltaker i relevante deler av EUs rammeprogram Horizon 2020, men også i ulike interessegrupper, herunder teknologiplattformene, som arbeider for å gi innspill til EU-kommisjonens prioritering av forskningsoppgaver i utlysningene. Således har vi gode bakgrunnskunnskaper om de strategiske forskningsprioriteringene ("SRA": Strategic Research Agenda) i de relevante interessegruppene og i de relevante delene av EUs rammeprogram for denne oppgaven. Videre har vi gode bakgrunnskunnskaper om arbeidet i JPI Oceans som vi betrakter som svært nyttig for spesielt deler av havromsnæringene.

Videre har strategidokumentene HAV21, OG21, Miljø21, Energi21 og Maritim21 vært sentrale grunnlagsdokumenter for arbeidet.

Det totale datagrunnlaget sikret prosjektet en solid base for de vurderinger som er gjort i de påfølgende kapitlene. Figuren nedenfor gir en helhetlig fremstilling av hvordan primær- og sekundærdata er fremskaffet og kombinert i arbeidet med prosjektet (Figur 2).

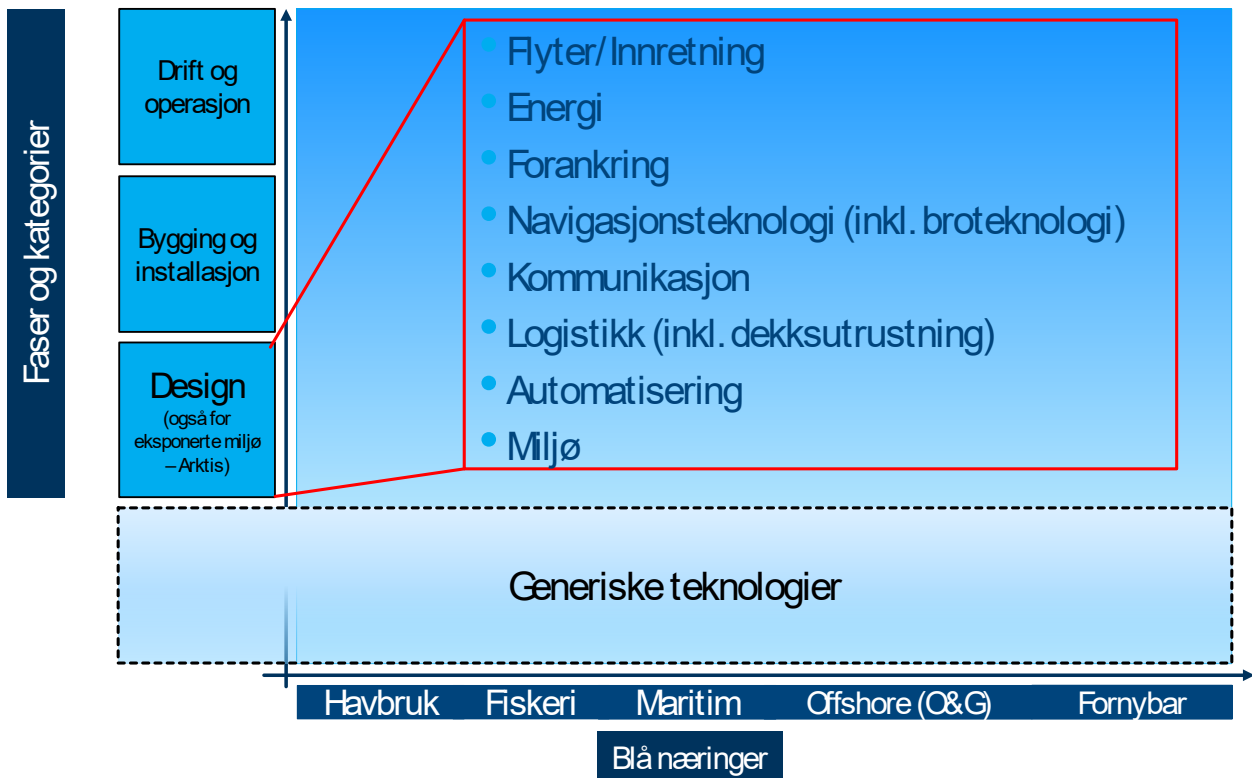


Figur 2: Konseptuell modell av arbeidsmetodene i prosjektet.

4.3 Funksjonsmatrisen

Utviklingen av funksjonsmatrisen har vært viktig for arbeidet med prosjektet. Matrisen har en vertikal akse som er inndelt i de ulike livssyklusfasene i et prosjekts levetid (unntatt avhending), og med tilhørende funksjoner og tema på et underliggende nivå. Generiske teknologier som inngår i alle faser i livssyklusen og som går på tvers av næringene defineres også. Langs den horisontale akse vises forskjellige funksjoner og tema som har en relevans for de ulike havromsnæringene (Figur 3).

Funksjonsmatrisen spilte en viktig rolle i den innledende fasen av prosjektet og særlig med tanke på å etablere en helhetlig og omforent struktur for utarbeidelsen av både spørreundersøkelse og guide for dybdeintervju. Følgelig er den et viktig grunnlag for identifisering av teknologier og teknologisk utstyr som vurderes å ha et potensial for å møte de nevnte funksjoner og tema i livsløpet til et prosjekt, og for å identifisere hvilke som har et potensial for å kunne løftes på tvers mellom de blå næringene. Videre gir funksjonsmatrisen et godt grunnlag for å definere funksjoner og tema, og teknologier og teknologisk utstyr, som er viktige for den videre utviklingen i de respektive næringene. Hvordan informantenes svar har relatert seg til disse spørsmålene er således benyttet for å vurdere potensialet for viktige utviklingsløp som har et felles anliggende på tvers av de ulike næringene. Funksjonsmatrisen kan leses i sin helhet i vedlegg 1.



Figur 3: Funksjonsmatrise - eksempel på en del av matrisens oppbygging

I de følgende kapitlene presenteres resultater fra den kvantitative spørreundersøkelsen samt dybdeintervjuene av mer kvalitativ art. Det totale datagrunnlaget er benyttet i kombinasjon for å belyse:

- Eksisterende teknologi og utstyr med et potensial for å løftes på tvers av næringene (kapittel 5)
- Kartlegging av aktørenes utviklingsbehov og potensialet for tverrgående synergier, samt en overordnet kvalitativ vurdering av potensialet for verdiskaping (kapittel 6)
- Muliggjørende faktorer, herunder også barrierer (kapittel 7)

5 Eksisterende teknologi og løsninger med potensial på tvers av næringer

Dette kapittelet presenterer resultatene fra spørreundersøkelsen og dybdeintervjuene og er en kartlegging av informantenes vurderinger med hensyn til eksisterende teknologi og løsninger som har et potensial for overføring mellom næringene. Resultatene viser at potensialet er betydelig, samtidig påpekes det at denne overføringen ikke må foregå ukritisk, og at teknologier og løsninger må skaleres på riktig måte inn mot de respektive næringene.

Spørreundersøkelsen avdekker at informantene ser teknologiske muligheter som ligger på tvers av de ulike næringene, og dermed et overføringspotensial. Av informantene fra industri svarte 75 % "ja" på spørsmålet om de ser teknologi eller teknologiske løsninger som har overføringspotensial (synergier) på tvers av næringene. Samtlige av disse (n=60), fikk et oppfølgingsspørsmål hvor det ble bedt om konkrete eksempler på mellom hvilke næringer et slikt overføringspotensial eksisterer (altså overføringspotensial mellom alle næringer). Ser vi på totalen (n=82), viser svarene i Ettersom hver informant hadde anledning til å identifisere synergier mellom flere næringer overstiger svarprosenten 100 prosent.

Tabell 3 at det ligger et betydelig overføringspotensial mellom offshore og havbruk, et potensial som så mange som 44 % av informantene har identifisert. Tilsvarende tall fra FoU viser at 43 % mener det er et potensial for overføring mellom offshore og fiskeri, mens 50% fra forvaltning ser et potensial mellom offshore og havbruk. I tillegg til svarene i tabellen nevnes også muntlig overføringspotensial mellom fornybar og maritim, mellom fornybar og offshore, samt fra landnæringer til havromsnæringene.

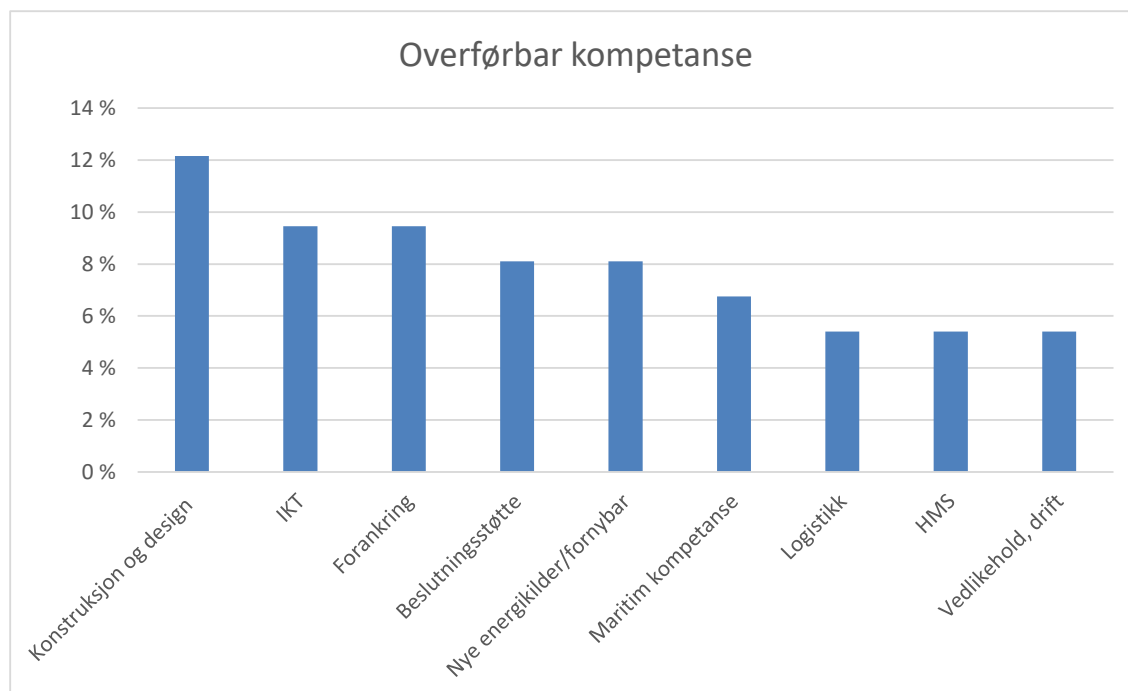
Ettersom hver informant hadde anledning til å identifisere synergier mellom flere næringer overstiger svarprosenten 100 prosent.

Tabell 3: Overføringspotensial mellom havromsnæringene (i prosent som identifisert av informantene)

Potensial for overføring	Industri (n=60)	FoU (n=14)	Forvaltning (n=8)	Total (n=82)
Fiskeri => Havbruk	15 %	14 %	13 %	15 %
Fiskeri => Maritim	7 %	0 %	0 %	5 %
Fiskeri => Offshore	12 %	0 %	0 %	9 %
Havbruk => Fiskeri	12 %	7 %	0 %	10 %
Havbruk => Maritim	10 %	7 %	0 %	9 %
Havbruk => Offshore	15 %	7 %	0 %	12 %
Maritim => Fiskeri	7 %	0 %	0 %	5 %
Maritim => Havbruk	10 %	7 %	38 %	12 %
Maritim => Offshore	18 %	7 %	13 %	16 %
Offshore => Fiskeri	18 %	43 %	13 %	22 %
Offshore => Havbruk	47 %	29 %	50 %	44 %
Offshore => Maritim	12 %	14 %	38 %	15 %
Vet ikke	32 %	21 %	25 %	7 %
Andre	2 %	7 %	0 %	24 %

Som tabellen viser er det relativt stor forskjell mellom hvilke muligheter industri ser for overføring av teknologiske synergier fra fiskeri og havbruk sammenliknet med oppfattelsen til FoU og forvaltning. En mulig forklaring på dette er den nevnte fordelingen av antall informanter på de ulike sektorene. Det ligger således noe usikkerhet knyttet til disse tallene.

Resultatene fra spørreundersøkelsen dokumenterer altså at informantene ser et potensial for teknologiske og kompetanserelaterte synergier mellom havromsnæringene. Vedrørende kompetanse viser figuren nedenfor ulike typer som informantene per i dag mener har et potensial for overføring på tvers av havromsnæringene (Figur 4). Figuren viser kun kompetanser som 5 % eller flere nevnte i spørreundersøkelsen (åpne svar). Kompetansetyper som oftest ble nevnt som overførbare var design- og konstruksjonskompetanse, men også IKT, forankringssystemer, beslutningsstøttesystemer og nye energikilder/fornybar energi.



Figur 4: Kompetanse med et potensial for overføring mellom havromsnæringene (n=74)

En komplett liste over hva som ble identifisert gjennom spørreundersøkelsen av konkrete med eksempler på teknologier og teknologiske løsninger med overføringspotensial mellom havromsnæringene er gjengitt i vedlegg 2. Oversikten danner sammen med dybdeintervjuene substansen i de følgende beskrivelsene av muligheter for overføring av teknologi, teknologiske løsninger og kunnskap mellom disse næringene.

5.1 Fiskeri

Fiskeri har en lang historie som har vært preget av kontinuerlige, teknologiske fremskritt gjennom fruktbart samarbeid mellom innovative representanter fra næringen, FoU og forvaltning. Fra motoren ble introdusert i fiskeflåten til vi i dag ser havgående fiskerifartøy styrt av avanserte IKT-systemer, har teknologi bidratt til en moderne og effektiv flåte. Næringen har også en tradisjon for å utvikle dyktige personellressurser som

skippere, maskinister og navigatører; ressurser som har vært etterspurt i de øvrige maritime næringene. Dette representerer en betydelig kompetanseoverføringspotensiale.

Nedenfor følger en oversikt over eksisterende teknologier og løsninger som anses å ha et overføringspotensial fra fiskeri inn mot andre næringer. Tabellen er basert på spørreundersøkelsen og dybdeintervju, og oppsummerer således innspill fra alle informantene på tvers av næringer og sektorer (Tabell 4).

Tabell 4: Potensial for overføring fra fiskeri

Potensial for overføring av teknologier og løsninger fra fiskeri til øvrige næringer	
Type næring	Teknologier og løsninger
Offshore	<ul style="list-style-type: none"> Erfaringsbasert kunnskap fra operasjoner i nord (Arktis). Fiskeflåten har betydelig kunnskap om utfordringer knyttet til operasjon i arktiske strøk [4, 5] Kompetanseoverføring ved at nøkkelpersonell har gått over til olje og gass, spesielt offshore forsynings- og serviceflåten [6] Fiskeflåten som en viktig ressurs inn mot oljevernberedskap [7]
Havbruk	<ul style="list-style-type: none"> Kunnskap om skipskonstruksjon, eksempelvis brønnbåter og servicefartøy [8] Landbasert teknologi fra fiskeindustrien inn i brønnbåter [8]
Havvind	<ul style="list-style-type: none"> Sjømannskap og kunnskap om operasjon av fartøy i krevende miljø [4, 5]
Fangstbasert akvakultur²	<ul style="list-style-type: none"> Generell kunnskap om fangst Kunnskap om fangst for lav dødelighet Kunnskap om fiskeredskaper
Flere enn to næringer	<ul style="list-style-type: none"> Kunnskap om operasjoner i Arktis [4, 5] Økt miljøkunnskap gjennom å kombinere miljøaspektet i andre havnæringer, med fiskernes kunnskap om sårbarhet [9] Sjømannskap [10]

5.2 Havbruk

Sammenlignet med fiskeflåten er havbruk er en relativt ung havromsnæring, som har vært gjenstand for en betydelig teknologisk utvikling de siste førti årene. Fra anlegg nær land og enkle båter, har teknologiske innovasjoner ført til større, mer robuste og dypere anlegg som kan ligge lenger fra land. Det er i senere tid utviklet konsepter for havbruksanlegg som i konstruksjon likner plattformer i offshore. Grunnet stadig strengere operasjonelle krav, er betydelige aktiviteter igangsatt for å adoptere og ta i bruk teknologiske løsninger for økt pålitelighet i merdstrukturene. I 2004 ble det innført tekniske krav til design og dimensjonering av flytende oppdrettsanlegg gjennom NYTEK-Forskriften³ (revidert i 2011). Dette arbeidet har resultert i en nedgang i registrerte rømminger av oppdrettsfisk, samtidig som produksjonsvolumet har økt. Videre besitter de ulike aktørene i næringen betydelig kunnskap om effektiv drift og som således er relevant kunnskap for flere andre næringer.

² Fangstbasert akvakultur befinner seg i skjæringspunktet mellom fiskeri og havbruk og innebærer at villfanget fisk lagres i sjøen og føres før den slaktes. Å lagre fisk i merd mer enn 12 uker krever tillatelse fra Fiskeridirektoratet.

³ FOR-2011-08-16-849 Forskrift om krav til teknisk standard for flytende akvakulturanlegg (NYTEK-forskriften).

Nedenfor følger en oversikt over eksisterende teknologier og løsninger som anses å ha et overføringspotensial fra havbruk inn mot andre næringer. Tabellen er basert på spørreundersøkelsen og dybdeintervju, og oppsummerer således innspill fra alle informantene på tvers av næringer og sektorer (Tabell 5).

Tabell 5: Potensial for overføring fra havbruk

Potensial for overføring av teknologier og løsninger fra havbruk til øvrige næringer	
Type næring	Teknologier og løsninger
Offshore	<ul style="list-style-type: none"> • Effektiv og billig drift [7, 11]. • Kostnadsfokus (timeforbruk og timelønn) [11, 12] • Kvalitetssikring av systemer, dvs. sikre at utviklingen av ulike systemkomponenter får en konfigurasjon som også bidrar til optimering av hele systemet (dvs. unngå suboptimale løsninger) [11]
Fangstbasert akvakultur	<ul style="list-style-type: none"> • Merdsystemer og teknologi for levendelagring av fisk [7, 8] • Kunnskap om føring av fisk i merder • Kunnskap om reguleringer og forskrifter for lagring av fisk [8] • Lære av profesjonaliteten i oppdrett [8]
Fiskeri	<ul style="list-style-type: none"> • Forvaltning av havbruk har andre rammebetingelser enn fiskeri [8] • Ombordslakting på fiskebåter kan lære fra oppdrett. For eksempel, automatisk måling av kvalitet om bord (eller på land), måling av blod osv. [4]
Flere enn to næringer	<ul style="list-style-type: none"> • Miljøteknologi utviklet innen havbruk, kan brukes innen andre marine/maritime næringer [13]

5.3 Maritim

Maritim bransje er i dette prosjektet hovedsakelig inndelt i to hovedsegmenter: Skipsfart relatert til offshore (servicefartøy; maritim offshore), dernest transport av konvensjonelt gods inkludert oversjøisk transport ("commodity shipping" og "deep sea"). Norge som nasjon har lange tradisjoner i begge disse segmentene og er en ledende aktør på den globale arenaen.

Med hensyn til oversjøisk fart har næringen vært, og er fortsatt en pådriver for å innføre strengere miljøkrav globalt gjennom FN-organisasjonen IMO. Parallelt er det et betydelig fokus på utarbeidelse av internasjonale standarder og prosesser. Aktører knyttet til maritim offshore innehar en ledende posisjon med tanke på utvikling av avanserte fartøyer for gjennomføring av krevende operasjoner til havs, men har også tilegnet seg et høyt kompetansenivå når det gjelder prosjektgjennomføring og verdikjedestyring. For begge segmentene har det også foregått systematisk arbeid over mange år for utvikling av mer energieffektive fremdriftsløsninger, hvorpå både representanter for oversjøisk transport og offshore har vært toneangivende.

Nedenfor følger en oversikt over eksisterende teknologier og løsninger som anses å ha et overføringspotensial fra maritim inn mot andre næringer. Tabellen er basert på spørreundersøkelsen og dybdeintervju, og oppsummerer således innspill fra alle informantene på tvers av næringer og sektorer (Tabell 6).

Tabell 6: Potensial for overføring fra maritim

Potensial for overføring av teknologier og løsninger fra maritim til øvrige næringer	
Type næring	Teknologier og løsninger
Havvind	<ul style="list-style-type: none"> Erfaring, kunnskap og teknologi om utvikling av fartøy for krevende maritime operasjoner (inkl. installasjon og intervensjon) [14]
Offshore havbruk	<ul style="list-style-type: none"> Totalløsninger for forflåten som ivaretar logistikk, overføring av dynamisk posisjoneringsteknologi (DP) til brønnbåter og "landingsfartøy" som skal intervensjonere mot merdkanten [14] Kunnskap om prosesser for utvikling av globale standarder for økt effektivisering av næringen [15] Teknologi og løsninger for energieffektivisering (styring og sparing), samt løsninger som kan bidra til å redusere miljøfotavtrykket
Havvind og offshore	<ul style="list-style-type: none"> Standardisering av prosesser og effektiviseringstiltak knyttet til miljøaspektet og til energiutnyttelse [15]
Felles for flere enn to næringer	<ul style="list-style-type: none"> Energieffektivisering for mer optimal energistyring, samt økt energiutnyttelse, både med hensyn til utslipp og lønnsomhet [15] Hybrid-/batteriteknologi som fremdriftssystem [16]. Prosjektledelse (ref. skreddersøm av skip til planlagt kost) [17] Produksjonsteknologi og kunnskap om produksjonssystemer har muliggjort bygging av avanserte skip i Norge. Denne kunnskapen, sammen med en profesjonell tilnærming til verdikjedestyring, har vist seg å være ekstremt viktig for næringen. Både med hensyn til å ha kontroll på kjeden samt sørge for optimal flyt og ressurstilførsel [17] Fartøyutvikling [18]
Nye næringer	<ul style="list-style-type: none"> Skipsdesign og skipsutrustning kan benyttes inn mot dyphavs gruvedrift. Spesielt med hensyn til skipskonsepter, skipsutrusning, herunder sammenstilling og dimensjonering av utstyr (ROV, kraner etc.) [17]

5.4 Offshore

Petroleumsvirksomheten på norsk sokkel har gitt betydelige bidrag til utvikling av avanserte teknologiske løsninger og et høyt kunnskapsnivå om utvinning av petroleum i krevende miljøer. Dette omfatter design av strukturer og innretninger, så vel som sikkerhetsrelaterte problemstillinger og gjennomføring av faktiske operasjoner. Således er det nærliggende å tro at næringen besitter betydelig kunnskap og innsikt som har et stort potensial for å kunne gjøre bruk av havrommets ressurser.

Nedenfor følger en oversikt over eksisterende teknologier og løsninger som anses å ha et overføringspotensial fra petroleumsnæringen (offshore) og mot andre næringer. Tabellen er basert på spørreundersøkelsen og dybdeintervju, og oppsummerer således innspill fra alle informantene på tvers av næringer og sektorer (Tabell 7).

Tabell 7: Potensial for overføring fra offshore

Potensial for overføring av teknologier og løsninger fra offshore til øvrige næringer	
Type næring	Teknologier og løsninger
Havbruk	<ul style="list-style-type: none"> • ROV- og AUV-teknologi for inspeksjon til erstatning for dykkere, men i mindre dimensjoner [5] • ROV- og AUV-teknologi for miljøovervåkning og systematisk kartlegging av det marine miljøet før og i etterkant av påbegynte operasjoner. Gi økt innsikt og forståelse av hvordan offshoreaktiviteter påvirker miljøet, samt hvordan miljøet påvirker matproduksjonen i havet [15, 19] • Sensorer for overvåkning av installasjoner og økt forståelse av miljøets påvirkning på strukturer og innretninger. Også viktig for å utvikle optimalt dimensjonerte løsninger [16, 18, 20] • Optimal fôrflåte – optimalisering av havbrukssystemer. Ulike løsninger knyttet til forankring (strekstag osv.), men også bunnfaste løsninger. Dette vil muliggjøre en mer sentral plassering av fôrflåten [20] • Nedsenkbare fôrslanger for optimal arealutnyttelse. Benytte kunnskap om rørkonstruksjoner for utvikling av mer robuste fôrslanger. Anvende konsepter fra nedsenkbare tunneller (ref. Vegvesen og fergefri E39) [20] • Dimensjonering og dimensjoneringsmetoder for installasjoner i krevende miljø (barrieretenking, struktur, utmatting osv.) [20, 21] • Kompetanseoverføring gjennom rekruttering av personell med bakgrunn fra offshore [11, 18] • Kompetanse på operasjoner i krevende miljø [20] • Metodikk for reduserte feilmarginer (ref. barriere- og risikostyring), da rømming og lusproblematikk vil være uakseptabelt [11, 22] • Redusert miljøfotavtrykk. En må vite hva "baseline" er før aktiviteter igangsettes for å kunne minimere miljøbelastningen. Offshore har gjort mye med hensyn til slike "baselinestudier". Særlig relevant på eksponerte lokaliteter [4]. Herunder løsninger for miljøovervåkning gjennom moderne teknologi og barrierestyrting [5, 11, 15] • Sikre og effektive installasjonsmetoder [4]
Fiskeri og havbruk	<ul style="list-style-type: none"> • Systemtenkning fra offshore [7] • HMS Herunder briefing (sikker jobb-analyser) før operasjoner på avanserte fiskefartøy. Dette basert på rutiner og erfaringer i forbindelse med offshore-relaterte jobber. Kan bidra til å redusere risikoen for arbeidsulykker [8, 11] • LoVe (Lofoten–Vesterålen Cabled Observatory) er eksisterende infrastruktur hvor et kabelbasert ekkolodd plassert på bunnen muliggjør kontinuerlige strømmålinger og ekkolodd-observasjoner av hele vannsøylen. Samme teknologi og løsning kan tenkes å være et verdifullt bidrag inn mot økt forståelse av migrasjonsmønster til fisk, svingninger i temperatur osv. Observasjoner knyttet til trålteknologi og kvantifisering av fiskebestand er også relevant, hvorpå akustikk og sensorteknologi er svært relevant [19] • Styrting av tråldører er direkte overførbart fra seismikk til fiskeri [23]
Fangstbasert akvakultur	<ul style="list-style-type: none"> • Pumpeteknologi slik at en unngår båttransport og kan pumpe direkte til land fra ei merd eller teine til havs [7]

Potensial for overføring av teknologier og løsninger fra offshore til øvrige næringer	
Havvind	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeksjon og vedlikehold [5], herunder vedlikeholdsteknologi og metodisk tilnærming • Avanserte verktøy for simulering, økt kunnskap om bølgebelastninger på konstruksjoner, design av konstruksjoner og tilkomstløsninger [18]. Herunder last og respons på vindturbiner, inkl. kunnskap om degradering/slitasje [22] • Flyterkonsepter. Installasjon av havvindkonstruksjoner (ref. marine operasjoner, løfting, osv.) [14] • Kunnskap om kraftoverføring. Her finnes eksisterende løsninger som med riktig skalering kan overføres til havvind (ref. kraftoverføring i grid) [15] • Subseateknologi knyttet til høyspent- og lavspenntløsninger. Her er næringen internasjonalt ledende [15] • Forankring [15, 21]
Havvind og fiskeri	<ul style="list-style-type: none"> • Hydrodynamikk relatert til dypvannssystemer, forankring, posisjonering og konstruksjon for krevende forhold [15]
Felles for flere enn to næringer	<ul style="list-style-type: none"> • Risiko- og barrierestyling er overførbart til havbruk, havvind, og delvis fiskeri [5, 11] • HMS - erfaringsbasert kunnskap og prosesser/prosedyrer for sikker operasjon [24] • Kunnskap om marine operasjoner og installasjonsprosesser. Kunnskap om hvordan informasjon om statistisk værwindu og nødvendig venting påvirker marginene og hvordan dette skal beregnes. Anvendbart for havbruk, havvind og fiskeri [22] • Hydrodynamikk relatert til dypvannssystemer. Forankring, posisjonering og konstruksjoner for krevende forhold. Offshore-næringen har betydelig teknologi og kompetanse av stor verdi for de andre havromsnæringene [15]
Nye næringer	<ul style="list-style-type: none"> • Dagens spesialtonnasje for offshore (særlig intervensjonsfartøy) kan i større grad brukes til utforskning av havrommet (undervanns gruvedrift, utvikling av utstyr, særlig for mudring) [14]

5.5 Fornybar energi – havvind

Fornybar energi begrenses i denne sammenheng til havvind som er det området innen fornybar som har kommet lengst i utviklingen.

Havvind er sammenliknet med de øvrige næringene en relativt ung næring. Både bunnfaste og flytende havvindmøller er gjenstand for omfattende teknologiutvikling for å gjøre energi fra havvindmøller billigere per produsert kilowatttime. En slik utvikling er avgjørende for å kunne gjøre havvind konkurransedyktig med hensyn til andre energikilder, herunder fossile energikilder. Utviklingen av havvind globalt mottar betydelige subsidier inntil mer moden og konkurransedyktig teknologi er tilgjengelig. Slik sett kan det hevdes at havvind er politisk drevet for å stimulere til økt teknologiutvikling av konkurransedyktige løsninger. Norsk havromsrelatert industri engasjerer seg i økende grad i havvind. Fokus hos norske aktører er flytende havvindkonsepter hvor en baserer teknologiutviklingen på vår betydelige erfaring fra offshore. Dessuten på servicefartøyer og utstyr for installasjon og intervensjon av havvindmøller, og på robotisering og vedlikehold av installasjonene i havet.

Nedenfor følger en oversikt over eksisterende teknologier og løsninger som anses å ha et overføringspotensial fra havvind inn mot andre næringer. Tabellen er basert på spørreundersøkelsen og

dybdeintervju, og oppsummerer således innspill fra alle informantene på tvers av næringer og sektorer (Tabell 8).

Tabell 8: Potensial for overføring fra havvind

Potensial for overføring av teknologier og løsninger fra havvind til øvrige næringer	
Type næring	Teknologier og løsninger
Offshore havbruk	<ul style="list-style-type: none"> Vindturbiner kan gjøre havbruk selvforsynt med energi [24] Teknologi og teknologiske løsninger knyttet Service Offshore Wind Vessels (SOV). Overføring av fartøyt Teknologi for installasjon og intervensjon av merder og havbrukskonstruksjoner [24] Havvind benytter en del analyser av sjøbunn i forbindelse med installasjon på "sokkelen". Samme teknologi kan benyttes for analyse av sjøbunnen under havbruksmerder; både før installasjon og under operasjon/produksjon for å se hvordan miljøet påvirkes av aktiviteten [24]
Offshore	<ul style="list-style-type: none"> Vindturbiner for (del-)elektrifisering av offshore installasjoner [15]

5.6 Landbasert industri

Selv om landbasert industri ikke har vært et fokus i dette arbeidet, så har flere informanter nevnt overføringspotensialet fra landnæringer til havromsnæringer. Tabellen nedenfor gir en kort oppsummering av eksisterende teknologier og løsninger som i så måte anses å ha et overføringspotensial (Tabell 9).

Tabell 9: Potensial for overføring fra landbasert industri

Potensial for overføring av teknologier og løsninger fra landbasert industri til øvrige næringer	
Type næring	Teknologier og løsninger
Havbruk	<ul style="list-style-type: none"> Landbasert teknologi inn i brønnbåter [8]
Felles for flere enn to næringer	<ul style="list-style-type: none"> Droneteknologi – må ha et samarbeid for å kunne ha totalberedskap i et område [15] Automatisering, "cyber-security", datasystemer [15] Aerodynamikk [16] Kostnadsfokus fra bilindustrien [16] Telekombransjen, flyindustrien og kraftbransjen kan lære oss mye om standardisering av tjenester [21] Byggebransjens produksjonsmetoder [20] Fra sementindustrien, bygging av lukkede oppdrettsanlegg i betong [20]

6 Kartlegging av aktørgruppens framtidige utviklingsbehov

Havromsnæringene har et betydelig potensial for en positiv utvikling i årene som kommer. Gjennom generasjoner har Norge bygget opp solide næringer som høster fra havets ressurser og griper de muligheter som havet gir. De havromsrelaterte næringene har gjennom sin virksomhet bidratt sterkt til å bygge det norske samfunnet. Intervjuundersøkelsene dokumenterer at havromsnæringene ser positivt på fremtiden, men at de samtidig ser at de er avhengig av en kontinuerlig utvikling av teknologi, teknologisk utstyr og kompetanse for å nå målene de har satt seg. Til orientering starter nå arbeidet med å fornye strategien MARITIM21 og OG21. Disse vil gi ytterligere innspill til næringenes framtidige behov.

Bak næringene står en rekke sektorer. Som definert i kapittel 4 har vi i denne studien valgt å inndele næringene i 3 sektorer; industri, forvaltning og FoU. Majoriteten av informanter representerer industrien. Grunnet relativt få informanter fra FoU og forvaltning, kan ikke datagrunnlaget fra disse vurderes som statistisk signifikant, spesielt ikke dersom en i tillegg kategoriserer informantene etter hvilken næring de representerer. Til tross for dette, og som nevnt innledningsvis, er dette imidlertid utsagn fra nøkkelinformanter, og betraktes derfor som interessante og viktige for videre vurdering.

I det etterfølgende ser vi først på hvordan havromsnæringene vurderer fremtiden. Dernest ser vi på hvilke framtidige utviklingsbehov sektorene samlet sett vurderer for de spesifiserte havromsnæringene, og for næringene samlet. Informantgrunlaget er det samme som ved identifisering av eksisterende teknologier og teknologiske løsninger i forrige kapittel.

Til tross for skjevheten i antall informanter vurderer vi så hvordan de ulike sektorene ser på det framtidige utviklingsbehovet innen havromsnæringene totalt sett. Dette gir en indikasjon på hvorvidt de ulike sektorene ser forskjellig på utviklingsbehovet. Avslutningsvis gis det en overordnet vurdering av verdiskapingspotensialet.

6.1 Framtidsutsikter og framtidstro

Før vi diskuterer hvilke teknologier og teknologiske løsninger aktørene i havromsnæringene ser behov for i et 10-års perspektiv, skal vi si noe om framtidsutsiktene og framtidstroen innen disse næringene. Graden av framtidstro, eller optimisme, på vegne av egen næring eller bedrift er viktig med tanke på for eksempel investeringsvilje når det gjelder både kapital og menneskelige ressurser.

Det er generelt stor optimisme blant informantene i undersøkelsen siden et stort flertall (69 %) mener at havromsnæringene vil utvikle seg i en positiv retning i de neste 10 årene (Tabell 10). På spørsmål om nasjonalt og internasjonalt potensial for vekst, svarer 68 % at de ser økt vekstpotensial nasjonalt og 74% internasjonalt (Tabell 11).

Tabell 10: Framtidstro innen havromsnæringene (n=105)

Utvikling av havromsnæringene de neste 10 år	Prosentandel
I negativ retning	8%
Omtrent som i dag	18%
I positiv retning	69%
Vet ikke	6%

Tabell 11: Industriens framtidstro nasjonalt og internasjonalt totalt sett (n=80)

Med utgangspunkt i hovedaktivitetene til din bedrift/organisasjon, hvor stort anser du potensialet å være for vekst de kommende 10 år?			
		Antall	Prosentandel
Nasjonalt	Redusert	6	8%
	Omtrent som i dag	16	20%
	Økt	54	68%
	Vet ikke	4	5%
Internasjonalt	Redusert	4	5%
	Omtrent som i dag	12	15%
	Økt	59	74%
	Vet ikke	5	6%

Tabell 12 viser resultatene for hver havromsnæring enkeltvis. Fiskeri har stor tro på vekst i det nasjonale markedet (92 %). Havbruk ser et stort potensial både nasjonalt (85 %) og internasjonalt (81 %). Maritim og offshore har størst tro på det internasjonale markedet, hhv. 65 og 76 %, mens fornybar energi (havvind) har stor tro på vekst nasjonalt knyttet til leveranser av teknologi og teknologisk utstyr i spesielt det internasjonale markedet (100 %)⁴.

Tabell 12: Industriens framtidstro nasjonalt og internasjonalt for hver næring (n=80)

		Potensialet for industriell vekst de kommende 10 år				
		Fiskeri (n=12)	Havbruk (n=27)	Maritim (n=20)	Offshore (n=33)	Fornybar (n=3)
Nasjonalt	Redusert	8 %	7 %	20 %	15 %	0 %
	Omtrent som i dag	0 %	4 %	25 %	33 %	0 %
	Økt	92 %	85 %	55 %	45 %	100 %
	Vet ikke	0 %	4 %	0 %	6 %	0 %
Internasjonalt	Redusert	8 %	4 %	5 %	6 %	0 %
	Omtrent som i dag	25 %	11 %	20 %	12 %	33 %
	Økt	58 %	81 %	65 %	76 %	67 %
	Vet ikke	8 %	4 %	10 %	6 %	0 %

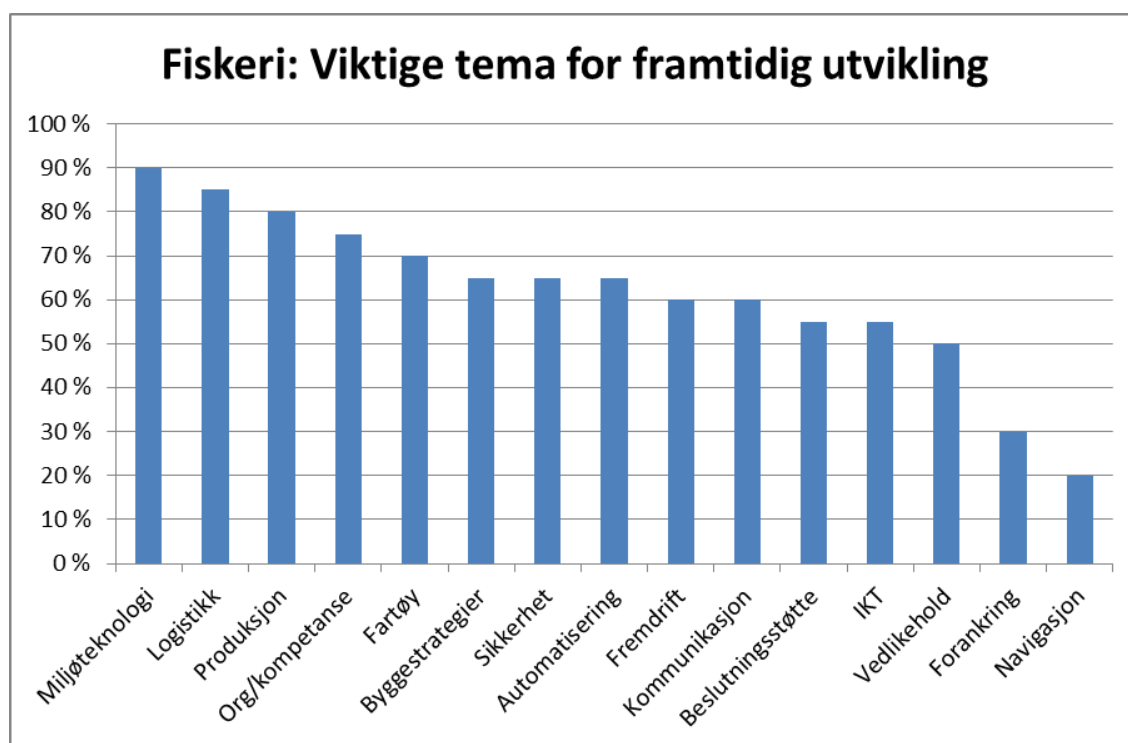
⁴ Merk, kun 4 informanter i denne kategorien.

6.2 Framtidige teknologibehov i havromsnæringene

Dette kapittelet omhandler framtidige utviklingsbehov for teknologier og teknologiske utstyr som sektorene samlet sett anser som viktige innen havromsnæringene i de kommende årene. Informasjonen gir et godt grunnlag for å kunne vurdere hva som kan løftes mellom havromsnæringene. Informantene i spørreundersøkelsen ble spurt om hva de mente ville bli viktige områder for teknologiutvikling for deres bedrift eller organisasjon i de neste 10 årene, og ble dessuten også bedt om å gi eksempler på spesifikke teknologier og løsninger. Data fra spørreundersøkelsen er i det følgende supplert med informasjon fra dybdeintervjuene. FoU og forvaltning er representert i begge datasettene, samt for ved hver næring. Der ingen referanse er angitt, er data hentet fra spørreundersøkelsen. Det fokuseres i det påfølgende kun på framtidige teknologier og løsninger som informantene *selv* har vurdert som viktige eller svært viktige.

6.2.1 Fiskeri

Resultatene fra spørreundersøkelsen (Figur 5) viser at de fem viktigste temaene for utvikling over de neste 10 årene innen fiskeri er: Mer miljøvennlig teknologi for redusert utslipp til luft og vann, bedre logistikk-løsninger, bedre løsninger innen produksjonsteknologi, forbedring av egen organisasjonsstruktur og kompetanse og utvikling av nye fartøystyper.



Figur 5: Viktige tematiske områder for teknologiutvikling i fiskerinæringen i de neste 10 årene (n=20)

Da samme informanter ble bedt om å gi eksempler på spesifikke teknologier og løsninger, ble følgende utviklingsbehov nevnt (Tabell 13):

Tabell 13: Viktige utviklingsområder for fiskeri

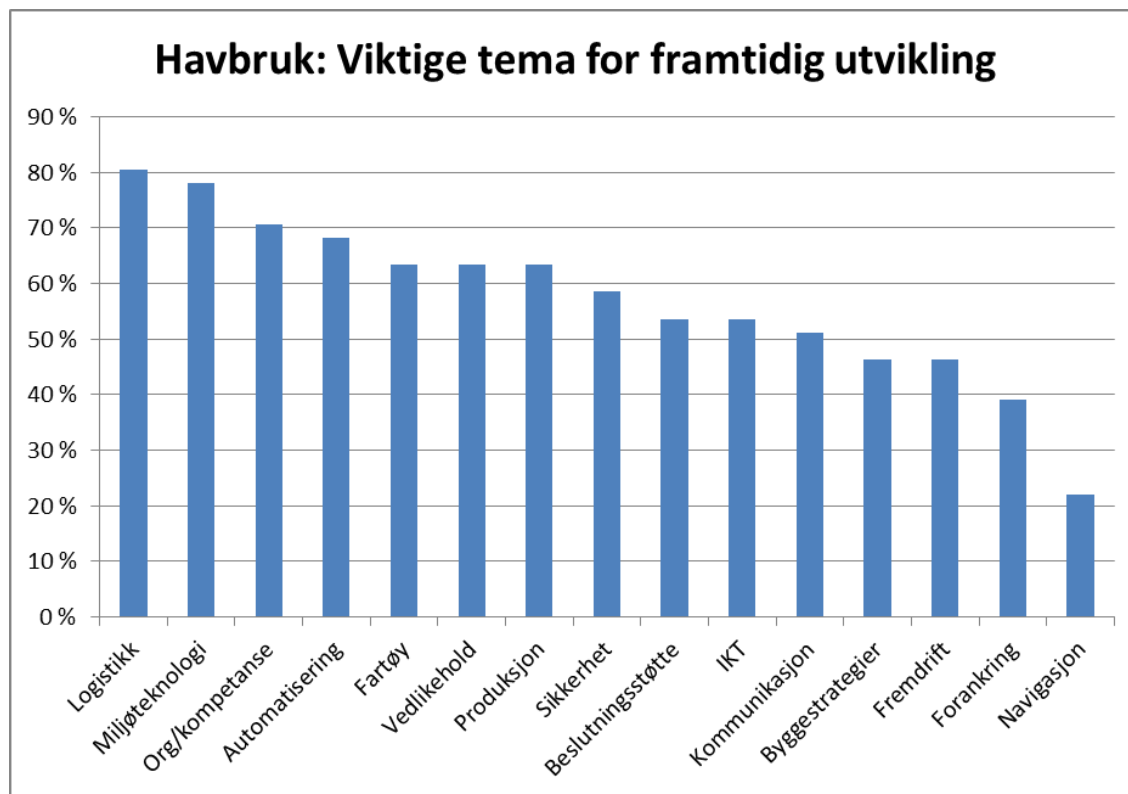
Utviklingsområde	Utviklingsbehov knyttet til spesifikke teknologier og løsninger
Miljøvennlig teknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Hybride systemer og elektriske driftsformer • Alternative drivstofftyper
Produksjonsteknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Automatisering og effektivisering av fabrikker • Robotisering av foredling ombord • Fileteringsteknologi • Mer effektiv kjøling av fisk før den legges i container • Bedre pumpeteknologi for mer skånsom håndtering av fisk • Gjenkjennelsessystemer (for eksempel analyse av optiske data) • Hydrolyseteknologi • Sløyemaskin om bord • Teknologi for håndtering av restavfall og enklere logistikk relatert til dette
Fartøy	<ul style="list-style-type: none"> • Utvikling av nye og mer miljøvennlige fartøytyper med forbedret driftsøkonomi • Teknologi for stabilisering av fartøy i dårlig vær • Mer energieffektive fremdriftssystemer • Autonome systemer
Redskapsteknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Redskapsseleksjon (målrettet fiske) • Bedre lineteknologi med restrukturert agn basert på restråstoff • Teknologi for høsting av arter på et lavere trofisk nivå • Sensorteknologi for arts- og størrelse- og mengdebestemmelse • Bedre akustiske løsninger
Øvrige nevnte utviklingsbehov	<ul style="list-style-type: none"> • Integreert navigasjonsteknologi • Teknologi som møter målsetning om økosystemtilnærming i høsting • Teknologi for mer effektiv overvåking av levende ressurser

I likhet med spørreundersøkelsen, kom informantene i dybdeintervjuene også med innspill til flere teknologier og teknologiske løsninger som antas å bli nødvendige i framtida, hvorav nevnes bl.a.; teknologi for å øke kvaliteten av fisken i forbindelsen med slakting og automatisk måling av kvaliteten på fisken ombord eller på land. I tillegg vil teknologi for behandling av alle former for biprodukter bli viktigere i framtida [4]. Det nevnes også at utviklingen innen fiskeri har gått i feil retning de siste 10 årene når fisk sendes til Kina for prosessering for deretter å returneres til det norske markedet. Dette er ikke en god måte å foredle råstoffer på, ei heller bærekraftig. Tiltak må derfor settes inn for å endre denne verdikjeden. Her trenger vi teknologi, teknologiske løsninger og kunnskap [25].

I dybdeintervjuene ble utvikling av fangstbasert akvakultur også nevnt som en del av produksjonsteknologien. Dette er ofte referert til som levendelagring, og hvor det er en betydelig overlapp mellom fiskeri og havbruk [7] [8]. Om målet er å kunne levere fersk torsk og hyse hele året, kreves betydelig interaksjon mellom fiskeri, akvakultur, industri, FoU og forvaltning [7].

6.2.2 Havbruk

Figur 6 viser at de fem viktigste temaene for utvikling over de neste 10 år innen havbruk er: Bedre logistikk-løsninger, mer miljøvennlig teknologi for redusert utslipp til luft og vann, forbedring av egen organisasjonsstruktur og kompetanse, bedre teknologi for automatisering og utvikling av nye fartøystyper.



Figur 6: Viktige tematiske områder for teknologiutvikling i havbruksnæringen de neste 10 årene (n=41)

Da samme informanter ble bedt om å gi eksempler på spesifikke teknologier og løsninger, ble følgende utviklingsbehov nevnt (Tabell 14):

Tabell 14: Viktige utviklingsområder for havbruk

Utviklingsområde	Utviklingsbehov knyttet til spesifikke teknologier og løsninger
Bedre logistikk-løsninger	<ul style="list-style-type: none"> • Lukket transport • Bedre logistikk fra produkt til marked (f.eks. total verdikjedestyring)
Miljøteknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Teknologi for å kontrollere lus (ferskvannsdepoter, lukkede avlusningsmetoder, skjerming av lokaliteter, utstyr som hindrer påslag av lus) • Teknologi som hindrer rømning • Energiløsninger som gir mindre utslipp • Oppsamlingssystemer for avfall og gjenbruk av avfall • Teknologi for lukkede anlegg og havbasert oppdrett • Lukkede slaktemerder
Automatisering:	<ul style="list-style-type: none"> • Digital infrastruktur i havrommet

Utviklingsområde	Utviklingsbehov knyttet til spesifikke teknologier og løsninger
	<ul style="list-style-type: none"> • Sensorikk • Måleplattformer og miniatyrsensorer • Innen automatisering, utvikle teknologi på biologiens premisser • Autonome anlegg • Gjenkjennelsesteknologi; sporbarhet
Øvrige nevnte utviklingsbehov	<ul style="list-style-type: none"> • Teknologi for å kontrollere sykdom (nevnes ofte) • Utstyr for beregning av biomasse • Optimal utnyttelse av areal • Konstruksjonsteknologi til havs

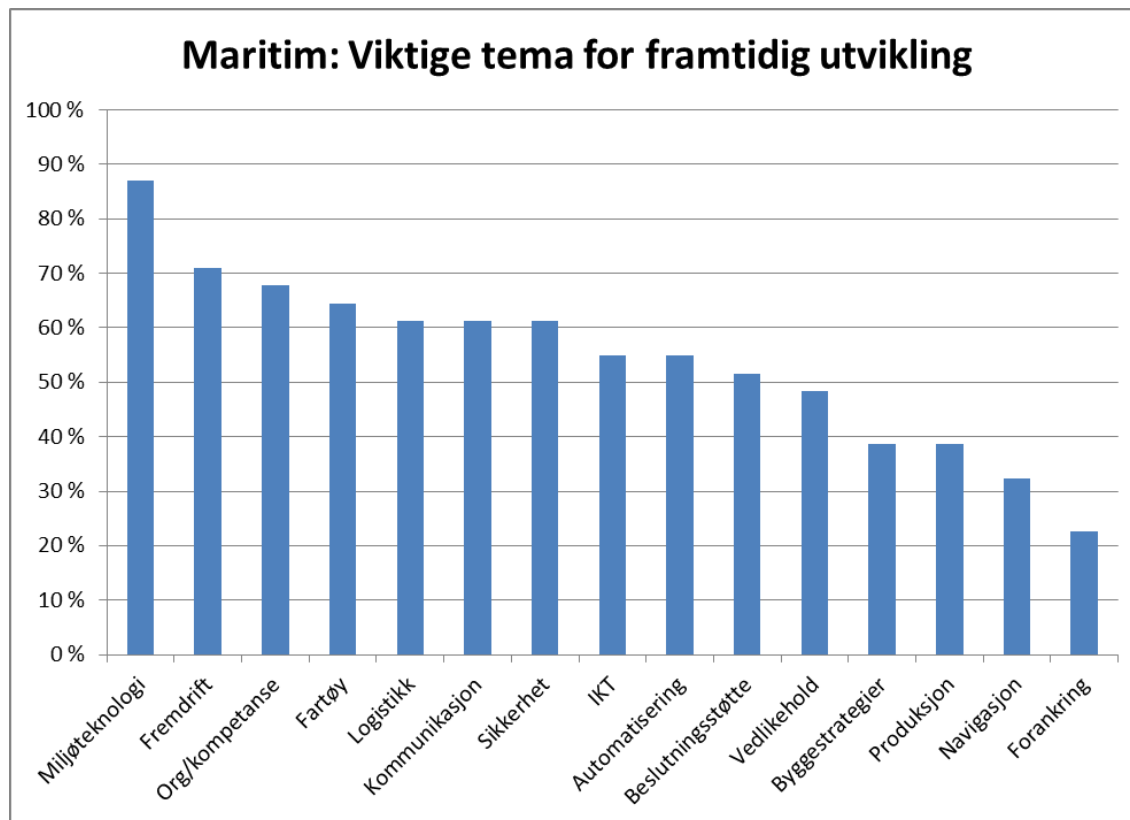
Også i dybdeintervjuene kom miljøutfordringene i havbruk klart fram. Det ble i intervjuene sagt at lusproblematikken bør løses med biologiske metoder i stedet for kjemiske, da vi har kunnskap om i hvilke områder lusa oppholder seg og kan med enkle grep holde fisken borte fra disse, f.eks. ved bruk av snorkelmerd eller føring lavere i vannsøylen [8]. Med hensyn til rømning er det viktig å få etablert gode designstandarder for teknologi og utstyr som ivaretar nødvendige designkriterier knyttet til miljølast og som også ivaretar sikkerheten for de ansatte på anleggene [20][12]. Relatert til miljø- og sykdomsproblematikken er utvikling av landbasert oppdrett og lukkete anlegg aktuelt. Norske teknologimiljøer må ta en ledende posisjon i denne utviklingen [8]. For å kunne utvikle mer bærekraftig havbruk bør anlegg flyttes lenger ut og skaleres opp i størrelse [25]. Men det finnes også mellomløsninger for å utvikle et mer bærekraftig havbruk. Man kan jo tenke seg et system der oppdrettsfisken er i lukkete anlegg halvparten av tiden for deretter å flyttes over i heve/senkemerder i åpent farvann. Om vi ser enda lengre fram i tid kan en tenke seg at en overflødiggjør bruk av båt, og pumper fisken direkte fra merder eller teiner på dypt vann og inn til land [7].

Videre tar flere til orde for at næringen må øke innsatsen på utvikling av teknologi og løsninger som er spesielt tilpasset næringen [8]. Design og konstruksjon av havbruksmerder kom også fram i dybdeintervjuene som viktig dersom næringen skal kunne realisere en økning i produksjonen med 50 %. En forutsetning er derimot at næringen øker kompetansen knyttet til design av produksjonssystemer som ivaretar faktiske designkriterier gitt av det operasjonelle miljøet. Designstandarder som næringen benytter i dag er mangelfull og gir underdimensjonerte konstruksjoner [11, 20]. Dette gjelder så vel merdstrukturen som forankringssystemet. På lengre sikt bør man også øke systemtenkningen knyttet til design av fôrflåte og oppdrettslokalisering, samt økt fokus på fjerndrift av anlegg på eksponerte lokaliteter til havs [20]. I tillegg til å legge havbruksanlegg i mer eksponerte områder, må det også fokuseres på økt industrialisering og økt fokus på verdikjedestyring og tilhørende effektiviseringsprosesser [25].

Det vil også bli behov for teknologiske løsninger for dyrking av makroalger slik at aktørene kan dyrke sitt eget fôr til virksomheten. Dette vil bidra til ei mer bærekraftig næring [4].

6.2.3 Maritim

Figur 7 viser at de fem viktigste temaene for utvikling over de neste 10 årene for aktører innen maritim næring er: Mer miljøvennlig teknologi for redusert utslipp til luft og vann, mer energieffektive fremdriftssystemer, forbedring av egen organisasjonsstruktur og kompetanse, nye fartøytyper og bedre logistikk-løsninger.



Figur 7: Viktige tematiske områder for utvikling i maritim næring i de neste 10 årene (n=31)

Da informantene i spørreundersøkelsen ble bedt om å gi eksempler på spesifikke teknologier og løsninger, ble følgende nevnt (Tabell 15):

Tabell 15: Viktige utviklingsområder for maritim næring

Utviklingsområde	Utviklingsbehov knyttet til spesifikke teknologier og løsninger
Miljøteknologi for redusert utslipp til luft og sjø	<ul style="list-style-type: none"> • Teknologi for å redusere og overvåke utslipp til luft og vann • Mer miljøvennlige løsninger for alternative drivstoff • Teknologi for energieffektiv og kjemikaliefri behandling av ballastvann • Bærekraftige operasjoner (miljøregnskap og miljøfotavtrykk)
Energi	<ul style="list-style-type: none"> • Drift og energiforbruk på skip • Nye og mer energieffektive fremdriftssystem
Fartøy	<ul style="list-style-type: none"> • Optimalisering av designprosess og virtuell prototyping • Hydrodynamikk og overflatebehandling • 3-D printing for billigere fremstilling av komponenter
Forbedring av egen organisasjonsstruktur og kompetanse	<ul style="list-style-type: none"> • Opplæringsverktøy og simulorteknologi for trening av mannskap • Virtuell opplæring (CBT) før man kommer ombord på skip • Bærekraftige operasjoner (miljøregnskap og miljøfotavtrykk)
Styrings- og beslutningsstøtte	<ul style="list-style-type: none"> • Effektive og integrerte modellerings- og beregningsverktøy • Beslutningsstøtte ombord og systemer for ytelsesmåling og overvåkning • Bedre værmeldingstjenester

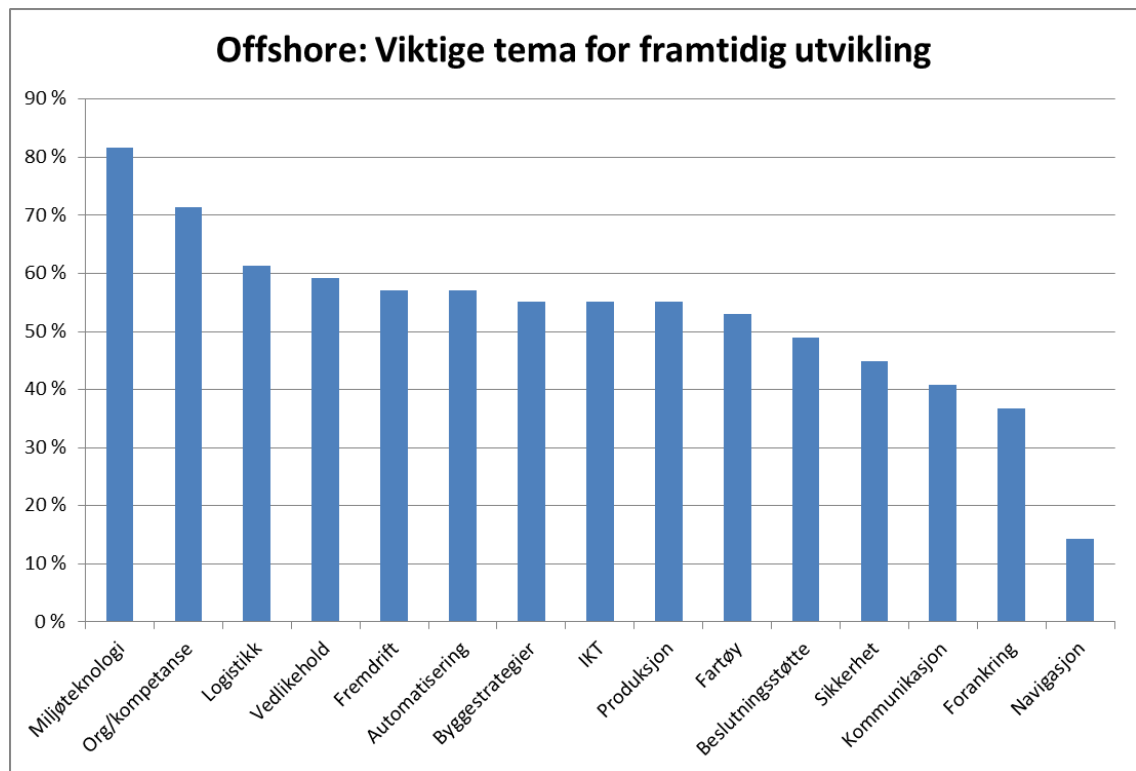
Utviklingsområde	Utviklingsbehov knyttet til spesifikke teknologier og løsninger
Automatisering	<ul style="list-style-type: none"> • Robotisering • Automatisering/autonome løsninger (ubemannende installasjoner) og automatiserte måleplattformer • Miniatyriserte sensorer
Øvrige nevnte utviklingsbehov	<ul style="list-style-type: none"> • Materialteknologi • Integrasjon av IT systemer • Tilstandsbasert vedlikehold • Integrert navigasjon; E-navigasjon • Sikker og effektiv kommunikasjon, inkl. effektive satellittsystemer, GPS, internettbaserte løsninger • Lasthåndtering; kraneteknologi

I likhet med spørreundersøkelsen, avdekket også dybdeintervjuene et tydelig behov for å effektivisere energiforbruket, både fra et klima- og kostnadsmessig ståsted. Det er derfor behov for utvikling og videreutvikling av teknologi som understøtter og bygger opp under mer energieffektive løsninger (for eksempel LNG, batteri, fornybar, hybride systemer). Dette inkluderer også behovet for å utvikle teknologiske løsninger som sensorer og systemer for mer effektiv overvåkning. I tillegg kommer informasjonsløsninger og -systemer for beslutningsstøtte systemer som evner å transformere data til informasjon og beslutningsstøtte. Dette er aktuelt for alle næringer, og hvor Norge har et betydelig potensial for å styrke sin posisjon som en global aktør og utvikler [16].

Det uttrykkes videre et behov for bedre verktøy og metoder for vurdering av komplette løsninger, og ikke bare delsystemer. En må på et tidlig stadium (gjørne i designfasen) ha mulighet for å evaluere hvordan ulike delsystem og fartøykonsepter vil fungere sammen i en operasjonell virkelighet. Dette for å prekvalifisere lovende teknologier og løsninger uten at det blir en for kostnadskrevende prosess. Verifikasjon av design er svært viktig for kvalifisering av de løsningene som velges. Tidligfase designverktøy er også viktig med tanke på å realisere "step-changes". En slik utvikling krever at næringen må utarbeide en felles designstandard. En slik standard må fokusere på funksjon og livsløpet fra design, gjennom bygging til operasjon og drift må ivaretas [8]. I tillegg må det fokuseres ytterligere på produksjonssystemer og verdikjedestyring, selv om dette er områder hvor næringen har kommet langt [7].

6.2.4 Offshore

Figur 8 viser at de fem viktigste temaene for utvikling over de neste 10 årene for aktører innen offshore er: Mer miljøvennlig teknologi for redusert utslipp til luft og vann, forbedring av egen organisasjon og kompetanse, nye og bedre logistikk-løsninger, nye og bedre løsninger innen vedlikehold og vedlikeholdsrutiner og nye og mer energieffektive fremdriftssystemer.



Figur 8: Viktige tematiske områder for teknologiutvikling i offshorenæringen i de neste 10 årene (n=49)

Da de samme informantene ble spurt om å gi spesifikke eksempler på teknologi og løsninger som vil bli viktig for å utvikle næringen i riktig retning i årene som kommer, ble følgende nevnt Tabell 16:

Tabell 16: Viktige utviklingsområder for offshore.

Utviklingsområde	Utviklingsbehov knyttet til spesifikke teknologier og løsninger
Miljøvennlig teknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Bedre miljøteknologi; reduserte utslipp • Mer miljøvennlige kjemikalier • Mer miljøvennlige maskiner • Energigjenvinning • Elektrifisering av drift og operasjoner, herunder utstyr • Alternative drivstoff
Fartøy og innretninger:	<ul style="list-style-type: none"> • Utvikling av nye fartøykonsepter • 3-D printing for billigere fremstilling av komponenter • Autonome fartøy (også ROV/AUV),
Produksjonsteknologi (nye og bedre løsninger)	<ul style="list-style-type: none"> • Automasjonssystemer • Mer kostnadseffektive og rimeligere boreprosesser • Fjerndrift av installasjoner • Sensorteknologi
Nye og bedre løsninger innen vedlikehold og vedlikeholdsrutiner	<ul style="list-style-type: none"> • Tilstandsbasert vedlikehold • Behandling av store datamengder for tilstandskontroll
Subseateknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Subsealøsninger for transport av olje og gass

Utviklingsområde	Utviklingsbehov knyttet til spesifikke teknologier og løsninger
	<ul style="list-style-type: none"> • Undervannsteknologi • Nye maritime løsninger knyttet til brønnboring • Ny seismologisk teknologi og bedre metoder for behandling av seismiske data
Automatisering	<ul style="list-style-type: none"> • Automatiserte måleplattformer • Miniatyrsensorer • Automatisering av boreprosessen • Autonome undervannsfarkoster (AUV/ROV) • Autonome fartøy
Øvrige nevnte utviklingsbehov	<ul style="list-style-type: none"> • Nye og bedre byggestrategier, som blant annet understøtter mer automatisert engineering og design • Kostnadseffektive tekniske løsninger generelt • Overvåkning og kontroll • Teknologivisualisering • Kamerateknologi og metoder for mønstergjenkjenning • Maritim teknologi for økt utvinning på modne felt • Utfasingsproblematikk; kondemneringsløsninger for offshore installasjoner

Gjennom dybdeintervjuene ble oljevernberedskap, med tilhørende teknologi og kompetanse, trukket frem som viktig for å begrense uønskede hendelser knyttet til utslipp til sjø. Kysten trenger et *mye* bedre oljevern enn det vi har i dag og det er et stort potensial for å videreutvikle teknologi og løsninger innen dette området. Dette til tross for lavkonjunkturen som oljenæringen nå befinner seg i. Det finnes teknologier som er bedre enn det som anvendes i dag, men som er vanskelig å få introdusert i markedet. Videre er det behov for å tenke beredskap på en ny måte, og for å utvikle nye løsninger for bruk i arktiske områder. Disse må fungere i is-berørte farvann, noe som er veldig krevende [5, 7]. En annen viktig miljømessig utfordring som må løses ved hjelp av teknologi er CO₂-fotavtrykket til næringen [22]. Det kan være relevant å se mot havvind for og (del-)elektrifisere installasjoner og produksjonssystemer [15].

Når det gjelder konstruksjonsmessige utfordringer er det et uttrykt behov for bedre og mer realistiske designkriterier for strukturer i havet. For eksempel synker enkelte plattformer grunnet endringer i bunnforholdene som følge av at reservoarene dreneres. Resultatet er at avstanden mellom vannflaten og plattformdekket ("airgap") minker og bølgene slår oppunder dekk. Det kreves derfor økt innsikt i hvordan slike bølgeslag belaster installasjonene, samt nye og bedre løsninger for å modellere slike bølgelaster. Dette er også relevant med hensyn til forventede klimaendringer ettersom disse problemene trolig vil forsterkes. Med økt petroleumsaktivitet lenger nord må man også være forberedt på mer ekstreme forhold som konstruksjoner, teknologi og utstyr må være dimensjonert for [5].

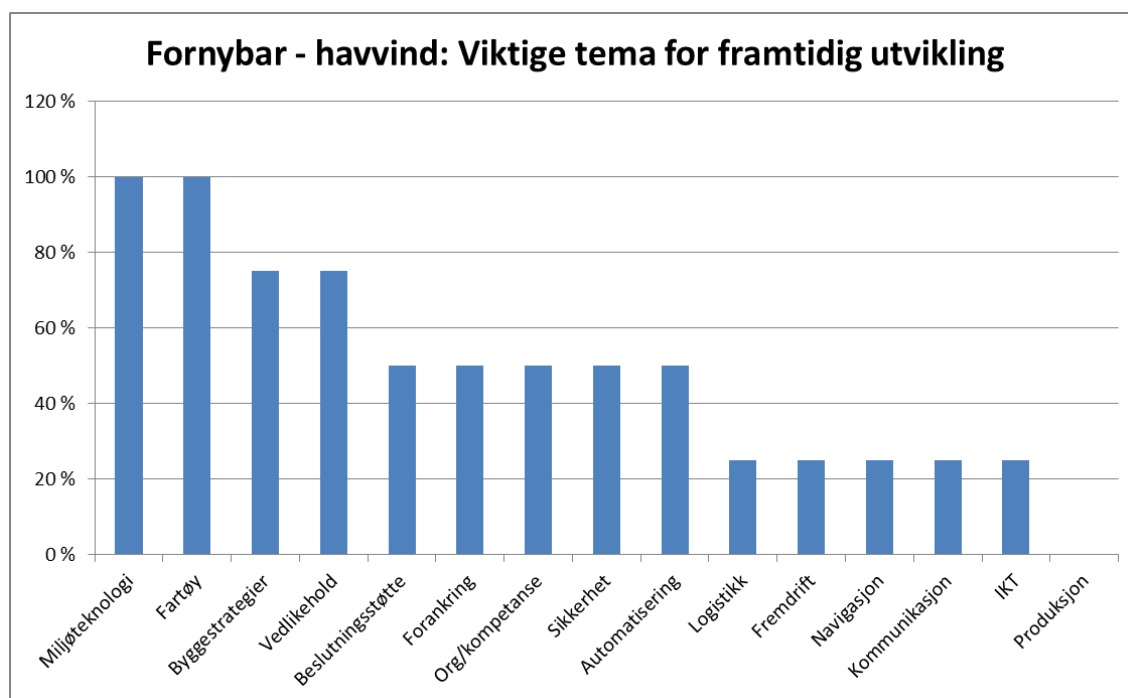
Innen produksjonsteknologi vil et viktig utviklingsløp framover være utvikling av bedre systemer og sensorer, gjerne autonome, da knyttet til gjennomføring av marine og maritime operasjoner. Dette har økende fokus innen offshore, og er noe som andre næringer også vil dra nytte av. Eksempelvis er det for både biologer som ønsker å studere havbunnen og for fiskeriforvaltningen viktig å ha systemer med større presisjon for å kunne identifisere arter og estimere bestander. Dette er teknologi som kan ha mange likhetstrekk i de ulike næringene [22].

Som nevnt i så vel spørreundersøkelsen som i dybdeintervjuene, er offshore i dag inne i en periode med lavkonjunktur. Det er derfor et uttrykt behov for å utvikle billigere løsninger som samtidig er sikre, smartere og miljøvennlige [21]. Øvrige eksempler på teknologi og løsninger som vil bli viktig for å utvikle næringen er gjengitt i Tabell 16.

En tanke som ble lansert som en visjonær idé er at havrommet er allsidig og at alle aktiviteter i havrommet må sees i sammenheng. I et miljøperspektiv kan en se for seg at oljeselskaper blir pålagt å bygge kunstige fiskerev [7].

6.2.5 Fornybar energi – havvind

I Norge er havvind foreløpig en liten næring, noe som gjenspeiles i antall informanter fra havvindnæringen i denne studien. Like fullt tar vi med hva informantene fra denne næringen mener vil bli viktige tema for utviklingen i de neste 10 årene. De fem viktigste er: Mer miljøvennlig teknologi for redusert utslipp til luft og vann, utvikling av nye fartøytyper, bedre byggestrategier, bedre løsninger innen vedlikehold og vedlikeholdsrutiner og nye og bedre styrings- og beslutningsstøttesystem (Figur 9).



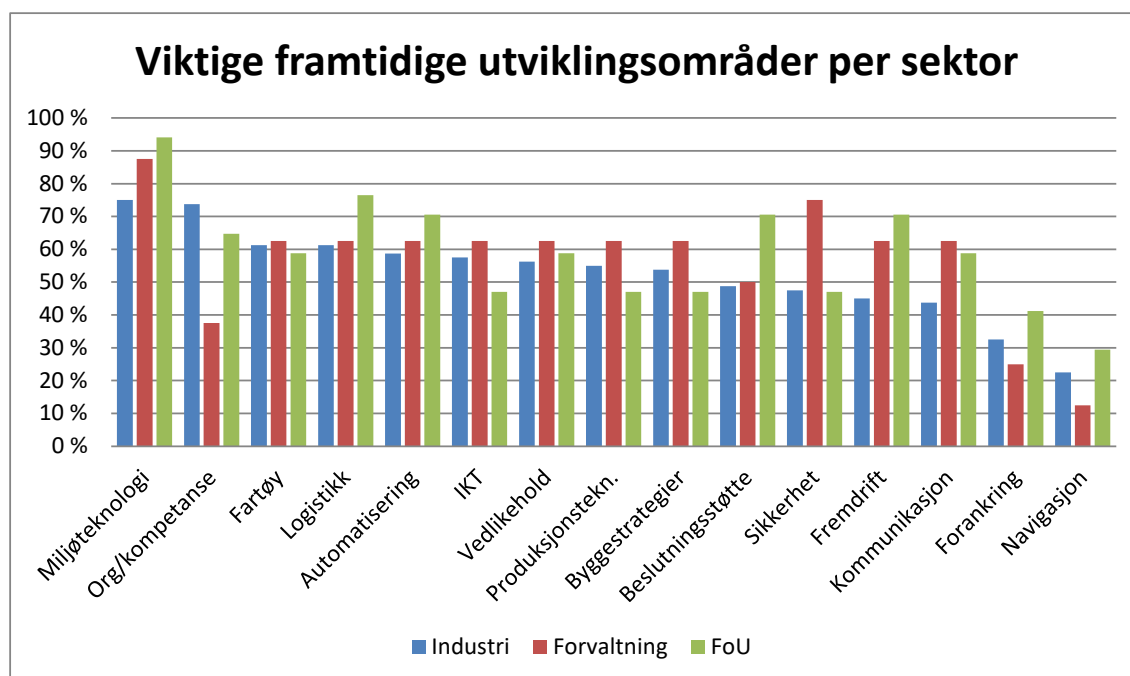
Figur 9: Viktige tematiske områder for teknologiutvikling i havvindnæringen de neste 10 årene (n=4)

Da de samme informantene ble spurt om å gi spesifikke eksempler på teknologi og løsninger som vil bli viktige for å kunne utvikle næringen i riktig retning, ble følgende nevnt: Billigere vindkraftteknologi i form av lavere utbyggingskostnader og lavere driftskostnader, og derigjennom redusert pris per produsert kilowattime. Implisitt i dette ligger rimeligere havvindkonsepter, mer kostnadseffektiv teknologi for installasjon og drift/intervensjon av vindmøller, nye fartøykonsepter, mer bestandige komponenter og lavere vekt.

Det påpekes også av informantene i dybdeintervjuene at havvind har store utfordringer knyttet til kostnader. Foreløpig greier man heller ikke å hente ut nok effekt fra hver mølle, men det foregår en rivende utvikling for å øke effekten fra turbinene. Leverandørindustrien har som mål å kunne levere 10 MW turbiner uten at kostnadene øker proporsjonalt med dagens løsninger. De løsningene man har i dag er ikke kostnadssvarende med tanke på en utbygging på norsk sokkel gitt mangel på norske støtteordninger [21]. Det er videre viktig å kunne redusere materialforbruket [24]. For å få til dette kreves betydelig forsknings- og utviklingsaktivitet for å etablere standardløsninger som er tilpasset næringen. Man må samkjøre designprinsipper knyttet til sikkerhetsmetodikk og risikobasert design, og som også kan brukes inn mot utviklingen av så vel landbasert vindkraft som havvind [21]. Nye vedlikeholdskonsepter må realiseres. Statistikk viser at en havvindmølle trenger ca. 10 intervensjoner per år, men det man har estimert og planlagt er 5-6. Dette påvirker i vesentlig grad kostnadsbildet. Her kan robotisering og sensorikk utnyttes til tilstandsbasert vedlikehold. Arbeid for å redusere utbyggings- og driftskostnader blir derfor svært viktig [18]. Når det gjelder operasjonsløsninger bør en også se mot utvikling av konsepter med innkvarteringsmuligheter ute i havet for å kunne øke tidsvinduet for gjennomføringen av viktige intervensjoner ved vindparkene [21, 24].

6.3 Felles teknologiske utviklingsbehov i et 10-årsperspektiv

Som nevnt innledningsvis i dette hovedkapittelet er det totalt sett relativt få informanter fra FoU og forvaltning. Dette gjør det noe vanskelig å kunne vurdere disse sektorenes syn på framtidig utviklingsbehov innen de enkelte havromsnæringene med særlig signifikans. Vi har derfor valgt å se på hvilke forskjeller det er i sektorenes vurdering av framtidige utviklingsbehov for havromsnæringene samlet.



Figur 10: De ulike sektorenes vurdering av viktige framtidige utviklingsbehov innen havromsnæringene samlet

Basert på spørreundersøkelsen ser vi av Figur 10 at det som forventet er en del forskjeller i hvordan sektorene ser på viktigheten av ulike tema for framtidig utviklingsbehov. Grunnet det relativt lave antallet av informanter fra FoU og forvaltning kan vi ikke utelukke at mye av forklaringen til dette kan ligge i at utvalget fra disse gruppene ikke kan anses som særlig statistisk signifikant. Vi skal heller ikke underkjenne at sektorene på prinsipielt grunnlag kan ha noe avvikende syn på hva de betrakter som viktig. Uavhengig av dette kan vi imidlertid gjøre noen interessante betraktninger basert på dette datamaterialet som skissert i Tabell 17. Tabellen viser de "topp 5" tematiske områdene for framtidig utvikling. Alle sektorer plasserer miljøteknologi på topp, nemlig behovet for å redusere miljøfotavtrykket. Videre rangerer samtlige sektorer også de tematiske områdene logistikk og automatisering blant de 5 viktigste. Bare 4 tematiske områder er kun nevnt av én sektor: Organisasjon/kompetanse, sikkerhet, beslutningsstøtte og fremdrift (markert i uthevet skrift).

Tabell 17: Sektorenes prioritering av utviklingsbehovene

	Industri	Forvaltning	FoU
Topp 5	<ol style="list-style-type: none"> Miljøteknologi Organisasjon/ Kompetanse Fartøy Logistikk Automatisering 	<ol style="list-style-type: none"> Miljøteknologi Sikkerhet Fartøy Logistikk Automatisering 	<ol style="list-style-type: none"> Miljøteknologi Logistikk Automatisering Beslutningsstøtte Fremdrift

Ser vi på dybdeintervjuene avdekket de flere felles utviklingsbehov for alle havromsnæringene (Tabell 18), og som i stor grad er sammenfallende med resultatene fra spørreundersøkelsen. Speiler vi disse til funksjonsmatrisen omtalt i kapittel 4.3, finner vi at flere av disse relaterer seg ulike faser i livssyklusen så vel som til ulike tematiske tema/undergrupper. En førende parameter for disse felles utviklingsbehov er den uttalte nødvendigheten av å utvikle løsninger som bidrar til å redusere kostnadsnivået. Dette er særlig viktig ettersom samtlige av havromsnæringene i større eller mindre grad er eksponert for det internasjonale markedet. Nå som næringene er i en kostnadsskvis må vi finne teknologi som kan redusere kostnadene i så vel investering som i drift og operasjon. Det blir derfor viktig å utvikle et system som kan innsisere og vedlikeholde seg selv (robotisering) og gjennom det redusere vedlikeholdskostnadene og behovet for utskifting av dyre komponenter [22]. Videre må det være et bevisst forhold til teknologiutvikling. Til tross for at mange teknologier og teknologiske løsninger har et potensial på tvers av havromsnæringene, bør man ikke adoptere teknologi ukritisk fra en næring til en annen. Disse må skaleres på riktig måte inn mot de respektive næringene [8].

Nedenfor gis en kort vurdering av hvert av de felles utviklingsbehovene som er avdekket uten å relatere de til spesifikke elementer i funksjonsmatrisen (Tabell 18). Begrunnelsen for de felles teknologiske utviklingsbehovene underbygges av utsagn fra samtlige informanter.

Tabell 18: Felles teknologiske utviklingsbehov mellom havromsnæringene

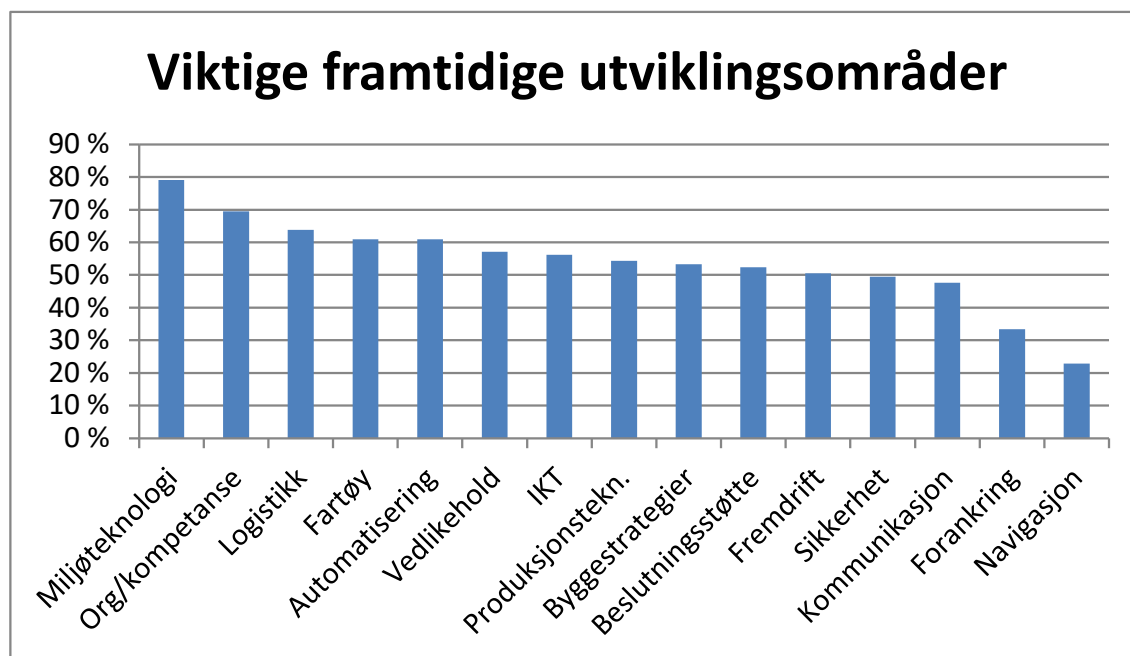
Felles teknologiske utviklingsbehov	
Miljøutslipp	<ul style="list-style-type: none"> • Spørsmål relatert til Arktis, herunder effekten av et eventuelt oljeutslipp i Arktis og hvilken betydning det vil ha for det biologiske mangfoldet i området er viktig med tanke på å sikre en bærekraftig forvaltning av området [5]. • Tett koblet med teknologi og løsninger for energieffektivisering (styring og sparing), er behovet for løsninger som kan bidra til redusert miljøfotavtrykk [22]. Spesielt relevant er bidrag som kan realisere en faktisk reduksjon av CO₂-avtrykket til næringen, samt utslipp til vann fra samtlige næringer [22]. I så måte er det relevant å se mot fornybar energi, inkludert havvind, for å (del-) elektrifisere installasjoner og produksjonssystemer [15]. • ROV- og AUV-teknologi for miljøovervåking og systematisk kartlegging av det marine miljøet før og i etterkant av påbegynte operasjoner. Dette vil gi økt innsikt og forståelse av hvordan aktiviteter i havrommet påvirker miljøet, samt hvordan miljøet påvirker matproduksjonen i havet [15]. • Videre, for å redusere miljøfotavtrykket må en vite hva "baseline" er før aktiviteter igangsettes, noe som vil være særlig relevant på eksponerte lokaliteter [22]. Tett koblet er løsninger for miljøovervåking gjennom moderne teknologi og barrierestyring [5, 11, 15]. I forhold til sistnevnte er det behov for mer samkjørte designprinsipper på tvers, inkludert risikobasert design.
Beregning av belastninger og ytre påvirkning	<ul style="list-style-type: none"> • Alle næringer i havrommet må forholde seg til "ekstreme laster" fra bølgeslag og vind. Kunnskap om hydrodynamikk og marin konstruksjonsteknikk (inkludert strømmodeller og prediksjon) er anvendbar for alle havromsnæringene og må utvikles videre [22]. Vi må derfor utvikle bedre og mer nøyaktige metoder og tilnærminger for å forstå havets påvirkning på menneskeskapte strukturer [16, 20]. Herunder økt kunnskapsvervelse omkring modeller og metoder for riktig dimensjonering av strukturer. Dette for å hindre over- og underdimensjonering [20, 21]. • Man har problemer med at enkelte plattformer synker og at det fremdeles er stor usikkerhet knyttet til effekten av bølgeslag oppunder dekk. Man har også behov for å studere last og lasteffekter som følge av for eksempel islagte farvann [5].
Informasjons- og kommunikasjons teknologi – "Big Data"	<ul style="list-style-type: none"> • "Big data" og kunnskap om bruk av store datamengder til bl.a. miljøovervåking vil bli stadig viktigere [15]. Dette inkluderer data og behandling av miljødata, som er viktig for alle havromsnæringene. For eksempel for fornybar energi må man kunne beskrive vind og strøm, og forstå mulighetene og de økonomiske konsekvenser av dette. Vi har lite strukturert kunnskap om strøm, noe som må utvikles for alle havromsnæringene [22]. • Også svært aktuelt med FoU som bidrar til økt forståelse av ulike aktiviteter i nord, særlig rettet mot alt som har med påvirkning på konstruksjoner og installasjoner i havrommet [5]. • Det må også utvikles løsninger som realiserer overgangen fra "big-data" til "smart data". Her er det store muligheter i form av grunnlag for beslutningsstøtte, eller for å kunne predikere og forutse hva som antas å ville skje for å kunne ta nødvendige aksjoner [15].
Konstruksjoner	<ul style="list-style-type: none"> • Materialteknologi er et krevende område som samtidig gir store muligheter; her

Felles teknologiske utviklingsbehov	
og material-teknologi	<p>snakker man om paradigmeskift [22]. Konstruksjoner som gjør bruk av nye materialer åpner for mer fleksible løsninger [15]. Vi trenger kunnskap om materialbruk innen fiskeri og havbruk (for eksempel notmaterialer og plast-/komposittmaterialer) [8]. Bruk av lettvektsmaterialer gir gevinster med hensyn til selve konstruksjonen, men også en HMS- og miljøgevinst (reducerer CO2) [22].</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investeringskostnadene må ned. Undervannsinstallasjoner kan nå bygges enklere og billigere. Dette berører mange fag, ikke bare marine/maritime fag [22]. Store plattformer krever større ankervinger og bedre stål og har et potensial for flere feil enn det som var akseptert tidligere [5].
Energi	<ul style="list-style-type: none"> • Alle havromsnæringene vil ha bruk for grønne energibærere [15]. Felles for alle er energieffektivitet med hensyn til propulsjon, framdrift, skrog og miljøfotavtrykk. Dette inkluderer teknologier relatert til hybride løsninger, batteri og LNG [22]. • Vi trenger bl.a. forskningsskip som i kombinasjon med bruk av for eksempel roboter og kabelbaserte observatorier er mer energieffektive. Skipsdesign blir viktig [19].
Vedlikehold og sikkerhet	<ul style="list-style-type: none"> • Alt som relaterer seg til vedlikehold og opprettholdelse av sikkerhet av innretninger i havet vil være under press i vanskelige tider. Teknologi-utvikling som gjør at vi får billigere, bedre og sikrere løsninger vil alltid være viktig (plattformteknologi, undervannsløsninger, rørledninger, posisjonsteknologi, inspeksjonsmetoder) [5].
Automatisering og fjernstyring	<ul style="list-style-type: none"> • Sensorteknologi blir stadig viktigere for alle de blå næringene, herunder sensorer og undervannsdroner/AUV til bruk i alle havromsnæringene [8, 16, 22]. • Vi vil se mer autonome systemer ("intelligens") på skip (handelsflåten), i fiskeri, i oppdrett, i offshore og i havvind [22]. Automatisering og fjernstyring er også teknologi som går på tvers av havromsnæringene, og kan brukes som viktig ressurs inn mot forvaltning og overvåking av store havområder (ref. førerløse droner). Det er også behov for å utvikle løsninger som muliggjør deling av slike ressurser på tvers av de ulike næringene [15]. • Autonomi og sensorteknologi vil bidra til reduserte driftskostnader, da man gjennom fjerndrift trenger færre folk. Kybernetikk blir dermed viktig, men de må ikke jobbe i et vakuum, men anvende kunnskapen i en flerfaglig setting [22]. Herunder har observasjonsteknologi et stort potensial med hensyn til forskning (ref. LoVe). Ny AUV-teknologi vil ha kapasitet hva gjelder rekkevidde. • Framtiden åpner for større muligheter for å drive forskning uten et havforskningsfartøy, men ved bruk av droner [19]. I tillegg vil forbedring og utvikling av ny ROV/AUV-teknologi åpne for bedre inspeksjons-/observasjonsmuligheter i havdypet [5].
Posisjonerings-system	<ul style="list-style-type: none"> • Gode posisjoneringsystem er viktig når det skjer hendelser eller ulykker. Enda viktigere er det at det ikke er feil og mangler ved disse. Behov for kontinuerlig utvikling og forbedring [5].

6.4 En overordnet vurdering av verdiskapingspotensialet

Havromsnæringene har gjennom generasjoner vært viktige for Norges utvikling. Industriene knyttet til disse næringene har utviklet seg til å bli globale aktører. Et viktig element i denne utviklingen har vært deres evne til å løfte sin kunnskap og sine produkter mellom de blå næringene. Betydelig teknologiutvikling har foregått i disse industriene, og en har i stor grad evnet å modifisere og løfte teknologi og løsninger mellom næringene.

Figur 11 viser hvilke utviklingsområder som næringene og sektorene samlet sett anser som viktigst for den videre utviklingen og verdiskapingen. Implisitt i dette ligger betydelig utvikling av teknologi og teknologisk utstyr for å møte disse behovene. Minimum 60 % av informantene anser at teknologiutvikling innen miljøteknologi, organisasjon/kompetanse, logistikk, fartøy og automatisering vil være viktige eller svært viktige områder fremover. Dette er alle områder hvor norske aktører generelt sett har sterke posisjoner i det internasjonale markedet som leverandører av teknologi, teknologisk utstyr og løsninger for øvrig.



Figur 11: Viktige framtidige utviklingsområder alle næringer (for alle sektorer samlet)

Tabell 12 viser at industriens framtidstro nasjonalt og internasjonalt innenfor de ulike havromsnæringene er stor. Gitt omfanget av forventet investeringsnivå globalt bør derfor potensialet for verdiskaping totalt sett være betydelig.

For videre å underbygge våre antakelser om verdiskapingspotensialet, har vi i det etterfølgende også gjort noen kvalitative vurderinger.

Rapporten *Verdiskaping basert på produktive hav 2050*⁵ trekker opp fremtidsscenarioer mot 2050, og anslår en betydelig økning av omsetningsverdien til norsk sjømatnæring i 2050 til 550 milliarder kroner. En

⁵ Olafsen, et al. 2012 (NTVA-rapport)

viktig forutsetning for å realisere dette potensialet er teknologiutvikling, særlig oppfordres det til å dra nytte av erfaringer fra maritim næring og offshorenæringen, inkludert bioteknologi, nano-/materialteknologi og informasjonsteknologi. Dette harmonerer godt med funnene i denne studien. Sjømatnæringen representerer følgelig en betydelig mulighet for å kunne løfte kunnskap, kompetanse og teknologi fra offshore og maritim, og potensialet for verdiskaping vurderes som stort både på kort og lang sikt.

Det er i dag fokus på fornybar havenergi inklusive havvind. Havvind er gjenstand for omfattende teknologiutvikling for å gjøre energi fra havvindmøller billigere per produsert kilowattime. Dette er avgjørende for å kunne gjøre havvind konkurransedyktig sammenlignet med andre energikilder. Havvind er globalt så langt politisk drevet, og er gjenstand for betydelige subsidier i en overgangsperiode inntil mer moden og konkurransedyktig teknologi er utviklet. Norsk havromsrelatert industri engasjerer seg i økende grad i havvind. Flytende havvindkonsepter baserer teknologiutviklingen på vår betydelige erfaring fra offshore, servicefartøyer fra maritim offshore, og teknologi og løsninger for operasjon og drift inklusive robotisering.

Internasjonalt er undervanns gruvedrift viet mye oppmerksomhet. Det har sammenheng med en økende mangel på landbaserte metaller og mineraler, ressurser som vi vet finnes på de store havdyp. Store nasjoner melder nå sin interesse for tilgang til ressursene på havbunnen, også i internasjonalt farvann. Det er fortsatt en del sjørettsjuridiske utfordringer som må avklares knyttet til denne utviklingen, men en forventer at det kun er et spørsmål om tid før kommersiell høsting av disse ressursene vil starte. Når det gjelder teknologi og teknologiske løsninger knyttet til undervanns gruvedrift er det fortsatt stor mangel på gode og kostnadseffektive løsninger. Norsk offshoreteknologi og maritim teknologi vil kunne gi viktige bidrag til utviklingen av konkurransedyktige løsninger. Det bør være rom for betydelig verdiskaping hos norske aktører i dette markedet.

Intervjuene som er gjennomført i regi av denne studien har kartlagt hvilke teknologier og løsninger forøvrig som forventes å ha størst betydning for utviklingen av næringene. Dernest er det gjort en prioritert vurdering av hva informantene anser som å ha størst potensial for å kunne løftes mellom næringene. Kategoriseringen baseres seg på en overordnet nedbryting av teknologi og løsninger, herunder systemer, i et levetidsperspektiv for de ulike havromsindustriene. Norsk utstyrsindustri er tunge aktører innen mange av disse områdene. Dette betyr at potensialet for verdiskaping vurderes som stort både på kort og lang sikt.

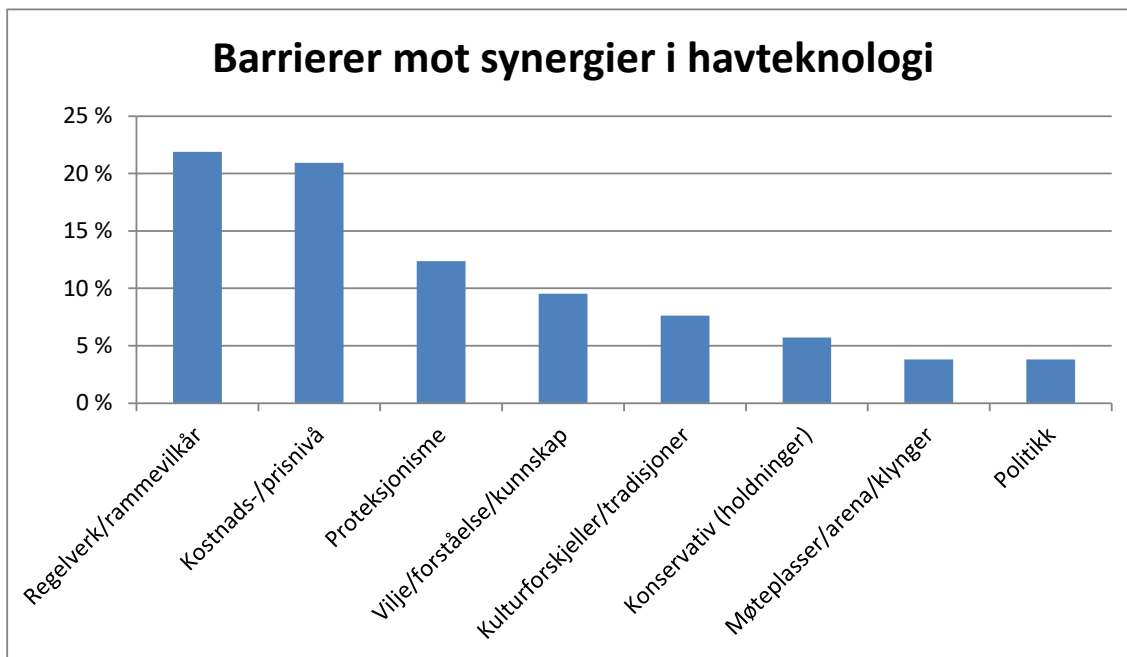
7 Hva skal til for å realisere teknologiske overføringer og synergier?

En teknologisk innovasjon er ikke sterkere enn det svakeste leddet i nettverket den er en del av, og hva som blir en teknologisk suksess avhenger av en rekke faktorer. Spørsmålet blir da hva som kreves for å realisere det teknologiske overføringspotensialet mellom havromsnæringene? En rekke studier har identifisert faktorer som påvirker teknologioverføring, bl.a.; kulturforskjeller, byråkrati (regelverk), belønningssystemer, immaterielle rettigheter (IP), regimer (f.eks. forskjellige perspektiver), kostnader, kompetanse, samt barrierer relatert til institusjonelle forskjeller og politikk [26-30]. I følge Worrell et al. [30] avhenger suksessfull teknologioverføring av teknologisk kompetanse. Dess større teknologisk kompetanse (formell og uformell), dess større er mulighetene for å erverve kunnskap gjennom industrielt samarbeid og derigjennom kunne oppnå teknologioverføring.

7.1 Barrierer for teknologiske overføringer

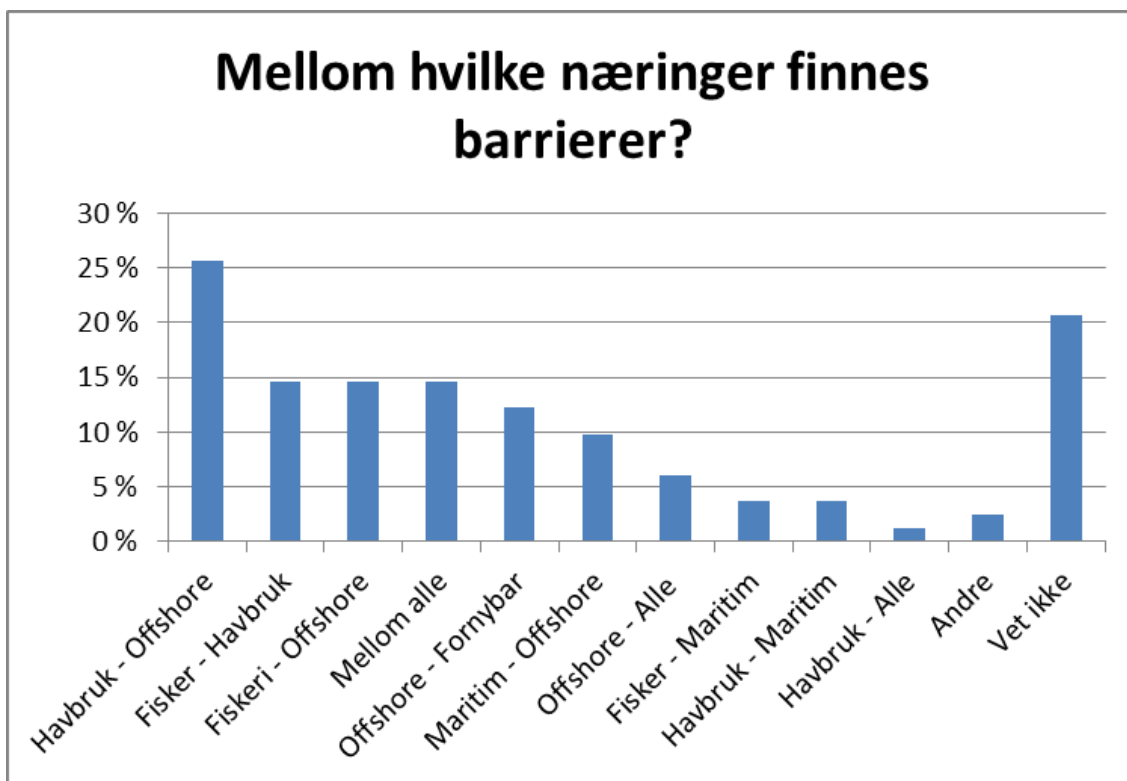
Til tross for at 78 % av informantene mener at teknologi eller teknologiske løsninger har et overføringspotensial på tvers av havromsnæringene, må en rekke barrierer forseres for å oppnå synergier. Det var derfor nødvendig å kartlegge barrierer, men også muliggjørere for teknologioverføring. Vi spurte først informantene i spørreundersøkelsen om å si noe om barrierer som begrenser mulighetene for teknologiske overføringer og synergier. Deretter ble de spurt om mellom hvilke næringer slike barrierer eksisterer, samt å skulle gi eksempler på type barrierer. For å utdype funnene i spørreundersøkelsen ble også informantene i dybdeintervjuene bedt om å si noe om hva som skal til for å realisere synergier, og hva som kan være til hinder for synergier.

Fra informantenes ståsted er følgende faktorer de viktigste barrierene for teknologioverføring: regelverk og rammevilkår, kostnadsnivå og proteksjonisme, men også forståelse/kunnskap, kulturforskjeller, møteplasser og politikk (Figur 12). Se vedlegg 3 for en komplett oversikt over alle svarene.



Figur 12: De viktigste barrierene for teknologiske synergier mellom havromsnæringene (n=105; industri = 80, FoU=17, Forvaltning = 8)

I tillegg ble informantene som mente at det eksisterer barrierer (n=82) bedt om å si noe om mellom hvilke næringer de tror slike hindre finnes i dag. 26 % av informantene mente at de største barrierene var mellom havbruk og offshore. Nesten 15 % mente også at det er barrierer mellom fiskeri og havbruk, fiskeri og offshore og generelt mellom alle havromsnæringene (Figur 13).



Figur 13: Barrier mellom næringer (n = 82)

7.1.1 Reguleringer og rammevilkår som barrierer

Spørreundersøkelsen viser at hver fjerde informant opplever reguleringer og rammevilkår som en effektiv barriere for teknologisk overføring mellom næringer. Litteraturen har også lignende funn. Worrell et. al. påpeker i en studie av energieffektiv teknologi at reguleringer noen ganger indirekte kan være en barriere for å stimulere tiltak for lave klimagassutslipp [30].

Også i vårt datagrunnlag finner vi at regelverk oppleves som et hinder, spesielt ved at regelverk ikke holder tritt med den teknologiske utviklingen. Et spesifikt eksempel som nevnes er hvordan regelverket ikke henger med i utviklingen av hybridsystemer basert på batteri på offshorefartøy. Fordi batteridrift ikke er et godkjent alternativ i forbindelse med dynamisk posisjonering (DP), men kun tillatt som et supplement, får man ikke fjernet en motor. Resultatet er mer kostnadsdrivende løsninger enn strengt tatt nødvendig, og det til tross for at teknologien etter hvert er robust nok [14, 16]. Også innen fangstbasert akvakultur ser vi at regelverket ikke klarer å holde tritt med innovasjonsevnen og teknologiutviklingen i næringen, da fangstbasert akvakultur per i dag faller mellom fiskeriregelverket og havbruksregelverket [7, 8].

Regelverk kan også fungere som en effektiv barriere i overføringen av teknologi mellom næringer da enkelte næringer har spesifikke krav til f.eks. sikkerhet, slik som i offshore. Kravene til teknologi og teknologiske operasjoner i offshore er svært strenge fordi konsekvensen av en feil er så stor. Dersom man skal overføre teknologi fra offshore til andre havromsnæringer, må teknologien vurderes og tilpasses en ny kontekst [6, 12, 22]. Også regelverket i fiskeriene problematiseres. "Regelverket i Norge er veldig rigid, man må få en oppegående fiskeriforvaltning som er lydhør for forandringer i næringen. Vi trenger folk som kan selge inn nye ideer og tanker, så man ikke blir sittende fast" [31].

7.1.2 Kostnadsnivå som barriere

En mulig barriere som peker seg ut i både spørreundersøkelsen og dybdeintervjuene, er forskjellene på kostnadsnivå mellom næringene. Her er det offshore som særlig skiller seg ut med et kostnadsnivå langt høyere enn i de andre havromsnæringene. Offshore er en bransje der krav til rutiner for dokumentasjon fører til at kostnaden for dokumentasjonen kan overgå kostnaden for selve produktet [32, 33]. En informant problematiserte kostnadsforskjellene mellom offshore og havbruk slik: "... oljebransjen er en høykostbransje med høy inntjening, som er bygd opp i høy grad av offentlige støtteordninger, hvor havbruk er en bransje med lave kostnader og svingende lønnsomhet" [34]. Derfor mener flere av våre informanter at teknologiske løsninger og kostnadsnivå må tilpasses til den næringen der man ser potensial for overføring [12, 25]. Det vil si at kostnadene i offshore må betraktelig ned før teknologien fra offshore kan overføres til andre næringer. I tillegg må offshore effektivisere seg for å tilpasse seg et kostnadsnivå i mer konkurranseutsatte næringer – en omstilling som er krevende, men ikke umulig [12]. Et konkret eksempel som nevnes for å greie denne omstillingen er økt fokus på forbedring av produksjonsstrategi og prosjektgjennomføring, samt å realisere en tettere kobling og integrasjon mellom Computer Aided Design (CAD) og Enterprise Resource Planning (ERP) [17]. Et annet eksempel på kostnadsreduksjon i offshore er økt bruk av tilstandsbasert vedlikehold på skip og installasjoner. Å dokksette skip og installasjoner som er i god stand er meget kostnadsdrivende. Man må komme bort fra "blind-dokking", noe som krever endringer i regelverket. Her spiller classeselskapene en sentral rolle [25].

7.1.3 Proteksjonisme som barriere

Proteksjonisme i denne sammenhengen forklares ved at man ikke deler kunnskap, informasjon eller teknologi. Proteksjonisme innenfor teknologi er ikke noe nytt, ei heller noe spesifikt for Norge. Doz [35] beskrev hvordan amerikanerne var bekymret for overføring av teknologi til Japan på 1980-tallet. Dette

gjaldt spesielt industri der produksjonsutstyr var en kritisk suksessfaktor. Amerikansk industri var derfor bekymret for at det ikke var noen barrierer for å hindre overføring av prosesssteknologi til Japan, og dermed svekking av det amerikanske konkurransefortrinnet. Dette er noe også våre informanter sikter til når de mener at proteksjonisme av forskjellig art hindrer teknologioverføring. Eksempler som nevnes konkret er: beskyttelse av egen teknologi, ingen kultur for å dele kompetanse eller informasjon, samt hemmelighold. Her nevnes også IPR-relaterte problemer mellom bedrifter [9, 31, 34, 36-38].

7.1.4 Vilje, evne og kunnskap til endring som barriere

Informantene mener også at for å oppnå teknologiske synergier må vilje, evne og ikke minst kunnskap være tilstede. Her etterlyser informantene i spørreundersøkelsen vilje til endring og et genuint ønske om å forbedre seg. Dette fordrer at bedrifter og industri må være åpen for nye impulser og aktivt oppsøke ny kunnskap. Dette gjelder også nasjonen Norge. F.eks. kan Norge beslutte å produsere "rene" batterier basert på vannkraft, men da må evnen og viljen være tilstede gjennom insentiver og kostnadsmessig gevinst [16]. Flere informanter peker på at manglende innsikt og kunnskap er en barriere for å få dette til. Man evner f.eks. ikke å se hva som er overførbart. Man er også preget av gammel tenkemåte hvor man er seg selv nærmest [39, 40]. Kunnskap er nødvendig for å få realisert disse synergiene, som en informant sa: "Behovet for omstilling er stort, kanskje større en noen gang... I så måte mangler det ikke på teknologi, den er absolutt tilstede, men det handler mye om hvordan vi evner å ta den i bruk og introdusere den i nye markeder" [16].

7.1.5 Kulturforskjeller (paradigmer og hegemonier) som barrierer

Mye litteratur antyder at forskjeller mellom næringer, herunder kultur- og institusjonsforskjeller, påvirker teknologioverføring [28]. Informantene i spørreundersøkelsen peker også på dette og sier at kulturforskjeller, paradigmer og skiller mellom disipliner kan være barrierer for teknologiske synergier. "Silotenkning" er et begrep som brukes for å beskrive at miljøer bygges opp parallelt med lite interaksjon mellom miljøene. Som et resultat får man kulturforskjeller, eller miljøer preget av enkelte paradigmer. Dette fører igjen til institusjonelle grenser som kan være vanskelig å forsere. Her trekkes spesielt FoU-miljøene fram [7, 22, 41].

I FoU-organisasjoner er faglige disiplin skiller godt kjent [42], men tilsvarende skiller eksisterer også mellom fagdisipliner i de ulike næringene. I en periode med høy oljepris har man skapt en aksept for et høyt kostnadsnivå innen offshore som overgår det man finner i andre havromsnæringer [11, 12]. Dette har bidratt til kulturforskjeller mellom næringene. Kulturforskjeller kan også være et resultat av forskjellige rammevilkår. Konkurransetsatte næringer med strammere økonomi har generelt sett utviklet en annen forretningskultur enn næringer med meget gode økonomiske marginer eller som er beskyttet gjennom lovverket [12]. Man antar også at næringer med forskjellige tradisjoner hva gjelder utdanningsnivå vil ha forskjellige måter å tilnærme seg FoU på.

Vitenskapelig litteratur viser at teknologi kan sees på som makt, da teknologi er knyttet opp mot og avhenger av faktorer som bl.a. politikk og kapital [43, 44]. Paradigmer eller hegemonier⁶ (vitenskapelige, teknologiske eller politiske) kan derfor hindre at de beste teknologiske løsningene tas i bruk fordi rådende teknologier er knyttet til sterke aktører gitt av f.eks. politikk, økonomi eller sertifiseringsordninger, og derfor ikke får innpass i markedet. Følgelig må også teknologi- og forskningshegemonier utfordres [7].

⁶ Vi bruker begrepet lik Feenberg, der hegemoni er en form for dominans så dypt forankret i det sosiale liv at det oppleves som naturlig for oss [43].

Dette kan gjøres ved å stimulere til flerfaglig samarbeid med fokus på teknologi som binder aktørene i havromsnæringene sammen [19].

7.2 Muliggjørere for teknologiske overføringer

78 % av informantene ser at teknologi eller teknologiske løsninger har et overføringspotensial på tvers av havromsnæringene, men hva må i følge informantene til for å muliggjøre eller realisere dette potensialet?

7.2.1 Regelverk som muliggjør for teknologisk overføring

Reguleringer og lovverk kan både være muliggjørere og barrierer for å oppnå synergier (inkl. politiske skillelinjer) [15]. Ovenfor har vi diskutert reguleringer som oppleves som barrierer for teknologisk overføring mellom næringer. I denne delen skal vi diskutere hvordan informantene tror at regelverk kan bidra til å muliggjøre teknologioverføring. Selv om regelverk ofte sees på som et hinder for innovasjon, kan teknologi bidra ved å tilrettelegge for teknologioverføring. "Technology forcing" er en strategi der en spesifiserer standarder som ikke kan oppnås ved eksisterende teknologi til en akseptabel pris [45, 46]. F.eks. brukte man U.S. Clean Air Act for å kontrollere utslipp fra biler, noe som bidro til teknologisk innovasjon [46].

Informantene ser også at reguleringer kan stimulere teknologiske synergier og foreslår bl.a. at regelverk må utformes med tanke på en harmonisering mellom næringene og for å stimulere til mest mulig effektivitet i teknologivalg og prosesser i hele verdikjeden. Dette krever tettere kobling mellom regulerende myndigheter og teknologiutvikler for at myndighetene skal ha god forståelse av teknologiske behov og hvordan teknologi kan bidra til å dekke dette behovet [16]. Videre kan regelverk stimulere til at en hel industri jobber sammen, f.eks. gjennom nye samarbeidsformer [15]. Nye og strengere krav kan gi grobunn for utvikling av nye leverandører og industrier, da særlig innen miljøteknologi [25].

7.2.2 Samarbeid og samhandling som muliggjør

Samarbeid og samhandling er faktorer som våre informanter oppfatter som viktige for å oppnå synergier i havromsnæringene. Dette henger sammen med barrierene: proteksjonisme, vilje og evne til endring og kulturforskjeller. Samarbeid og samhandling kan legge til rette for å redusere disse barrierene. Her nevnes spesielt åpenhet, samhandling og møteplasser der aktørene møtes på tvers av næringer for utveksling av informasjon, kunnskap og erfaring – også internasjonalt [7, 8, 11, 15, 18]. Det vil også kreve at aktører langs hele verdikjeden (fra FoU og forvaltning til industri) stimuleres til å jobbe sammen for å oppnå mer effektive teknologier og metoder [15, 16]. Her etterlyses initiativ fra Forskningsrådet for å etablere "tenke-tanker" som kan dra nytte av resultater og kunnskap på tvers av næringene [16].

For å redusere barrierene og for økt forståelse og åpenhet mellom næringer, nevnes overføring av arbeidskraft mellom næringer som viktig for å fostre felles forståelse og kunnskapsutveksling [8, 18]. Havbruk og offshore er to forskjellige bransjer og man lærer av hverandre ved at folk beveger seg mellom næringene [11]. Eksempelvis nevnes at en bedrift i havbruksnæringen ansatte utviklingsdirektør fra offshore for å utvikle nye havbrukskonsept [8].

På forvaltningsnivå samarbeider forskjellige etater. Innen oljevern samarbeider bl.a. Kystverket, Miljødirektoratet og Sjøfartsdirektoratet. Med økt aktivitet i Barentshavet blir det nødvendig å samarbeide med nye etater, for eksempel Meteorologisk Institutt [5].

Ulik tilnærming til et fenomen kan utfordre samarbeid og samhandling. Der forskning har en strukturert tilnærming til et fenomen, er kommersielle aktører ofte mindre strukturerte og mer tilfeldig i sin tilnærming [8]. For å skape samhandling, læring og økt forståelse på tvers av havromsnæringene bør man stimulere til felles prosjekter om felles utfordringer, for eksempel havmiljøteknologi. Større industrielle fellesprosjekter (Joint Industry Projects) nevnes som gode eksempler på prosjekter som ofte fører til samarbeid og kompetanseheving og kompetanseutveksling på tvers av næringer og sektorer. Også SFI-modellen, til tross for at den er tidkrevende, nevnes som en god modell [11]. Her bør også forvaltningen i større grad inviteres med [5].

7.2.3 Tverrfaglighet og flerfaglighet som muliggjørere

NASA har sett verdien av ulike perspektiv og tilnærminger, og har derfor satt sammen et tverrfaglig forskningslag som skal lete etter liv på planeter utenfor vårt solsystem. Her skal forskere lære av hverandre [47]. På lik linje bør problemstillinger i havrommet adresseres flerfaglig [4] gjennom interaksjon mellom ulike fagmiljø. F.eks. må teknologien innen fiskeri og havbruk utvikles på biologiens premisser. Og da må utstyrproducentene innen fiskeri og havbruk forstå biologien som ligger bak [7]. Som vi har vært inne på tidligere, er en grunnleggende utfordring silotenkningen i FoU-miljøene [22] og at de fleste miljøene i Norge er for smale til at vi klarer å realisere den nødvendige flerfagligheten. Derfor må forskningslag bestående av ulike disipliner og nøkkelpersoner innen teknologi, biologi, økonomi og samfunnsfag settes sammen og utfordres på felles problemstillinger [8].

Et eksempel på en slik felles problemstilling er eksterne miljøbelastninger. Eksterne miljøbelastninger er like for havromsnæringene (dvs. belastninger gitt av vind, bølger, strøm, etc.). For å møte disse utfordringene kreves en flerfaglighet [4]. For eksempel, et mål er å kunne utføre marine operasjoner uavhengig av vær og vind til en lavest mulig kostnad. Hvordan man skal løse dette er ikke gitt, men vi må tenke nytt og flerfaglig i alle faser; design, installasjon, operasjon og drift [22]. Likeledes, Arktis har et potensial til å bli et "nytt laboratorium" for utvikling av ny teknologi og nye teknologiske løsninger. Her har Norge en god anledning til å sette agendaen gjennom å definere en ny verdensstandard for sikrere, grønnere og mer kostnadseffektive operasjoner, noe som igjen krever flerfaglighet og interaksjon mellom fagmiljøer [21].

Til tross for at mange etterlyser flerfaglighet må man ha en balanse mellom faglig bredde og faglig dybde. Uten spisskompetanse hadde vi ikke vært der vi er i dag innen flere av havromsnæringene. Grunnforskning er viktig, men vi må også evne å se utenfor vår egen boks og finne nye løsninger gjennom mer anvendt forskning [22].

7.3 Virkemiddelapparatet

Dette avsnittet er basert på dybdeintervjuene. Til tross for at vi ikke kan generalisere funnene her, er funnene basert på informasjon fra *nøkkelinformanter* fra alle sektorer innen havromsnæringene. Beskrivelsene kan derfor ikke fortolkes som en beskrivelse av "virkeligheten", men heller at de peker på noen utfordringer som brukere opplever med virkemiddelapparatet.

Generelt er oppfatningen at virkemiddelapparatet er en viktig bidragsyter til utviklingen av framtidige teknologiske synergier i havnæringene [7, 8, 14-16, 19, 21, 25]. I 2013 bidro f.eks. Norges forskningsråd med over 760 millioner kroner til marin FoU [48:7].

Innovasjon deles ofte opp i inkrementell og radikal innovasjon. Inkrementell innovasjon skjer steg-for-steg i en mer eller mindre kontinuerlig prosess, mens radikal innovasjon fører utviklingen i en ny retning [49]. Dette skillet er også brukt innen teknologiutvikling, der man skiller mellom utnyttning av eksisterende teknologi (inkrementell) eller utvikling av ny teknologi (radikal) [50, 51]. I norsk fiskerinæring har innovasjon vanligvis vært inkrementelle forbedringer gjennom bruk av ny teknologi for automatisering og effektivisering [52]. Dette er noe våre informanter også peker på når de snakker om at inkrementell innovasjon skjer i industrien, mens radikal eller "disruptiv" innovasjon, såkalte "game-changers" kommer fra FoU og grunnforskning [21]. Som radikal innovasjon nevnes spesielt forskning på avl, sykdommer og vaksiner som har bidratt til utviklingen i havbruk [4, 21, 51]. Derfor, for å sikre både inkrementell og radikal teknologisk innovasjon er havromsnæringene avhengig av både grunnforskning og anvendt forskning.

Videre, for å utvikle radikal teknologisk innovasjon og utføre forskning som gir grobunn for nyskaping, må man kunne bygge kunnskap mer fritt [21]. Flere informanter fra industri og FoU etterlyser "friere forskningsmidler". Hva de enkelte legger i dette varierer. Fra industriens ståsted er det snakk om brukerstyrte forskningsmidler. For å sikre maksimal involvering og industriell relevans, ønsker man en løsere FoU-ramme med økt fokus på anvendelse og implementering [4, 6, 7, 16, 17]. Mens fra et FoU-institusjons ståsted er frie forskningsmidler også knyttet mot "den akademiske frihet". F.eks. pga. lave grunnbevilgninger slites instituttsektoren mellom å være FoU eller konsulent, noe som reduserer effektiv forskningstid og frihetsgrad. Her nevnes eksplisitt SFF og SFI som langsiktige og friere finansieringsløp [21]. Derfor mener flere at Forskningsrådet og Innovasjon Norge bør ha mer frie midler som ikke styres direkte av etablerte programmer, men også finansiering på tvers av etablerte programmer [4, 15, 17, 18]. Et eksempel som spesifikt nevnes er Carbon Trust (UK basert program) som er en mer brukerstyrt og involverende modell [18]. En annen finansieringsform som ble foreslått for små forskningsprosjekter er en "klippekort-modell" der man får et gitt antall timer til forskning, enten hos seg selv eller hos andre og hvor 20 prosent av "klippene" er avsatt for rapportering [7].

Til tross for at virkemiddelapparatet har innsats på hele skalaen fra grunnforskning til demo, så kan det se ut som våre informanter ikke opplever dette som en helhetlig og gjennomgående satsing. Igjen, vi poengterer at dette ikke nødvendigvis er slik virkemiddelapparatet *faktisk er*, men slik enkelte sentrale aktører i næringene *opplever det*.

Noe som ofte etterspørres er større og mer langsiktige virkemidler som tar for seg hele utviklingskjeden, fra basal kunnskap til demo anlegg. Spesielt pekes det på at man må få flere program som tilsvarer DEMO 2000 inn i alle havromsnæringer [4, 25]. Dette støttes av Winther et al. [53:5] som også fant at ressursbruken knyttet til FoU i sjømatindustrien i mindre grad er rettet "mot piloter og kommersialisering av løsninger".

Ingen forskningsmiljøer i Norge er selvforsynt med kunnskap og teknologi. Informantene etterlyser mer tverr- eller flerfaglig forskning, men de økonomiske rammene oppleves som for små til å ivareta flerfaglighet i særlig grad [4, 7, 8]. Her mener flere informanter at virkemiddelapparatet kan bidra på en god og viktig måte gjennom å stimulere til samarbeid innad i FoU miljøene, men også mellom FoU-institusjoner og industrien [4, 8, 15, 22]. For å sikre samhandling mellom ulike fagmiljø og fostre tverr- og flerfaglighet som overskrider institusjonelle grenser, må vi ha forskningsinfrastruktur som stimulerer til samarbeid på tvers av institusjonelle grenser. Vi må våge å integrere personell, også utenfor de kjente miljøene [8]. Samlokalisering av grupperinger (FoU, industri, underleverandører) som har en felles teknologiinteresse i f.eks. en teknologipark, er konkret nevnt som et eksempel som kan bidra i så måte

[19]. I denne sammenheng er også leverandørindustrien nevnt som en viktig bidragsyter [15, 18, 25]. Innen sjømatnæringen har leverandørene i havbruksnæringen gjennomført det meste av FoU i egen regi [53] og er følgelig en viktig og naturlig del av et slikt felleskap. Et eksempel på målrettet bruk av rammevilkår er NOx-fondet som har gitt Norge og næringen mulighet for å kvalifisere ny og grønn teknologi til bruk i det maritime markedet [16].

Også relatert til størrelsen på rammene uttrykkes det et behov for i sterkere grad å prioritere enkelte prosjekter eller områder. En sentral industriaktør sa følgende [14]:

Det kan virke som om NFR prøver å støtte så mange prosjekter som mulig med de budsjettene de har. Alle skal få. Resultatet er at det kuttes i bevilgningen, samtidig som de faglige kravene i prosjektet opprettholdes. Dette blir feil, en ender opp med 10 halvgode prosjekter i stedet for 5 gode, og resultatene blir middelmådige rett og slett fordi man ikke har anledning til å fordype seg slik prosjektet egentlig krever.

Dette støttes av en annen sentral industriaktør som også mente at prosjekter må finansieres fullt ut og at man må gå bort fra praksisen om at alle skal få. "Mer penger til færre initiativ. Skjære kaken i færre og større biter" er oppfordringen [17]. Virkemiddelapparatet oppleves også som unødvendig komplisert med for mange programmer og for mye fokus på detaljer (eller kanskje fokus på feil detaljer) [14, 17].

Noen informanter opplever også forskningsresultater som lite omsettelige ute i industrien [7, 14, 17, 18]. Kunnskap fra vitenskapelige publiseringer er ikke alltid enkelt for industrien å tilegne seg og implementere. Hva som anses som god forskning må være mer dynamisk, med fokus på resultater som kan implementeres og anvendes og ikke bare antall publikasjoner. Vi må vektlegge den industrielle nytteverdien [18]. Som en informant fra industrien uttrykte det:

Det er for vanskelig for industrien å kapitalisere på det som kommer ut av forskningsprosjektene, det er for mye detaljstyring fra Norges forskningsråd og Innovasjon Norge. Det er for lite frie midler tilgjengelig. Resultatet er lineær innovasjon, og man får dessverre ikke til å realisere disruptive innovasjoner, noe som er sårt tiltrengt i dagens situasjon [14].

Noen informanter mener også at virkemiddelapparatet har for lite kunnskap og kontekstuell forståelse om industrien [18]. Som en sentral industriaktør sa: "Det virker heller ikke som om Forskningsrådet og Innovasjon Norge er tett nok koblet på de virkelige behovene til industrien" [14]. Bl.a. derfor mener flere informanter fra både industri og FoU at teknologiutvikling må være mer brukerstyrt og at den teknologiske utviklingen må skje der teknologien produseres og anvendes – ute i industrien, med bistand fra FoU miljøene [4, 6, 7, 17].

8 Konklusjon

Denne rapporten omhandler hvilke teknologier og løsninger som havromsnæringene mener har et overføringspotensial på tvers av de blå næringene, hva de ulike aktørgruppene ser av utviklingsbehov for de kommende 10 årene, samt potensielle barrierer og muliggjørere for at de identifiserte synergiene skal kunne realiseres.

Resultatene indikerer overordnede anbefalinger til Forskningsrådet og Innovasjon Norge som kan benyttes for å identifisere behovet for forskning og utvikling og prioriteringer mellom disse. Dette er anbefalinger til fremtidig forskning og utvikling som vi mener vil bidra til at Norge som nasjon også i fremtiden vil være internasjonalt ledende på å utnytte og forvalte havområdene, og på å utnytte naturressursene i havrommet på en bærekraftig måte. Et godt samspill mellom industrien, forskningen, forvaltningen og virkemiddelapparatet er derfor nødvendig for å sikre suksess. Viktigheten av dette understrekes av at det ofte ikke er mangelen på teknologi og kunnskap som er selve hinderet for videre utvikling, men mer hvordan vi evner å ta de i bruk og introdusere de i nye anvendelser og markeder.

Hva gjelder eksisterende muligheter for overføring av teknologi og kompetanse på tvers av de blå næringene avdekker arbeidet at Norge som nasjon har en svært bred og kunnskaps- og teknologitung plattform. De ulike næringene representerer hver for seg nasjonalt og internasjonalt ledende aktører, og det er betydelige muligheter for overføringer på tvers av samtlige havromsnæringer. Mulighetene er så mange at det ikke er forsvarlig å rangere, men snarere indikere områder for videre satsing.

Totalt sett er det et betydelig overføringspotensial fra offshore inn mot andre næringer, og spesielt inn mot havbruk. Samtidig synes det klart at denne overføringen ikke må foregå ukritisk, og at teknologier og løsninger må skaleres på riktig måte inn mot de respektive næringene. Konkrete eksempler på teknologi- og kompetanseoverføring på tvers av havromsnæringene er innenfor områdene riktig dimensjonering av havromskonstruksjoner gitt eksterne miljølaster, reduksjon av miljøfotavtrykket fra aktiviteter i havrommet, krevende operasjoner på eksponerte lokaliteter, standardisering av prosesser, mer optimal energiutnyttelse, verdikjedestyring og produksjonsteknologi generelt.

Utvikling av mer miljøvennlig teknologi for redusert utslipp til luft og vann er i alle næringene ansett som den viktigste fellesnevneren de neste 10 årene. Det er i tråd med behovet for mer bærekraftige næringer hvor økonomiske, miljømessige og samfunnsmessige sider av utviklingen må ses under ett, og hvor havromsnæringene kan gi viktige bidrag.

Energieffektivitet for reduserte karbonfotavtrykk er en utfordring som spenner på tvers av alle havromsnæringene og som er interessant både for miljø og økonomi. Dette inkluderer propulsjon, framdrift og skrogdesign, men også hybrid- og batteriteknologier. I tillegg vil økt industriell aktivitet i Arktis kreve strengere krav til løsninger med hensyn til både miljø og sikkerhet, som samtidig må være akseptable i et økonomisk perspektiv. Myndighetene kan bidra til utviklingen av mer miljøvennlig teknologi i havrommet gjennom virkemiddelapparatet og rammevilkår, bl.a. ved strengere miljøkrav og ved å støtte kvalifisering av ny og grønn teknologi (ref. NOx fondet). Dette er spesielt viktig med tanke på Norges bidrag inn mot det ansvar som den nylige aksepterte klimaavtalen fra Paris beskriver, og her kan koblingen teknologi og løsninger for energieffektivisering (styring og sparing) bidra til redusert miljøfotavtrykk. Spesielt relevant er også tiltak som kan realisere en faktisk reduksjon av CO₂-avtrykket til

næringen. I så måte er det relevant å se mot fornybar energi, inkludert havvind, for (del-)elektrifisering av installasjoner og produksjonssystemer.

Teknologi er avhengig av kompetanse for å kunne utvikles og brukes. Forbedring av egen organisasjonsstruktur og kompetanse er sammen med miljøvennlig teknologi rangert som et av de viktigste områdene for utvikling av alle havromsnæringene. Dette kan være et uttrykk for et omstillingsbehov som er blitt tydelig i deler av havromsnæringene, men også som et behov for å øke konkurransekraften. Kompetansen som trekkes fram som spesielt viktig på tvers av næringer er relatert til områder som design, konstruksjon, forankring, IKT, beslutningsstøtte, nye energikilder, fornybar energi og maritim kompetanse generelt.

Videre er viktige teknologier eller teknologiske løsninger for de neste 10 årene innenfor områdene: nye fartøystyper, bedre logistikk-løsninger, utvikling av nye og bedre løsninger innen vedlikehold og vedlikeholdsrutiner, utvikling av nye og bedre løsninger innen produksjonsteknologi, utvikling av nye og mer energieffektive fremdriftssystemer, og utvikling av ny og bedre automatiseringsteknologi.

Rapporten belyser også et sett med barrierer og muliggjørere som på mange måter er avgjørende med hensyn til hvor effektivt en evner å realisere de eksisterende synergier og framtidige felles utviklingsløp. Disse relaterer seg til så vel "myke" forhold som til faktorer av mer teknisk og økonomisk karakter. Av barrierer nevnes særlig behovet for endring i rammevilkår og regelverk, ulike kostnadsnivå, kunnskap og vilje til endring og kulturforskjeller. Samtidig avdekker arbeidet at regelverk også kan være en viktig muliggjørere med tanke på implementering av ny teknologi og teknologiske løsninger. Som eksempel har NOx-fondet gitt Norge en unik mulighet til å introdusere mer miljøvennlige løsninger inn i den maritime næringen. Videre trekkes samhandling og samarbeid frem som viktige faktorer. I tillegg nevnes kompetanseoverføring som effektiv katalysator for økt tverrfaglighet, og som på mange måter er nødvendig for å løse de komplekse og sammensatte utfordringene vi går i møte. Da særlig med tanke på det uttalte behovet for omstilling og nødvendigheten av å utvikle løsninger og kompetanse for en mer bærekraftig utnyttelse av havrommet. Det er derfor svært viktig at det legges til rette for effektiv overføring og implementering av de teknologier og løsninger som allerede eksisterer, både i og mellom havromsnæringene. Således har virkemiddelapparatet en sentral rolle i å sikre at de utviklingsløp som legges får de riktige rammevilkårene, og derigjennom bidrar til å maksimere nytteverdien for industri, forvaltning og FoU.

Totalt sett viser rapporten at havromsnæringene har mye å hente på å utvikle teknologier og løsninger på tvers, og at de ulike næringsaktørene har et viktig ansvar med tanke på initiering og effektivisering av nettopp dette. Samtidig spiller som nevnt virkemiddelapparatet en viktig rolle som kan, og bør, være med å legge til rette for dette.

Tabell 19 gir avslutningsvis en oppsummering og prioritert liste over utviklingsbehov som havromsnæringene anser som viktig eller svært viktig for de neste 10 årene. Hvordan de ulike næringene har vurdert viktigheten av de respektive utviklingsbehovene er visualisert med en fargekode:

- Grønn er teknologier som minst 60 % av informantene i næringen mener er viktig eller svært viktig for de kommende 10 årene.
- Oransje indikerer behovene som 40-60 % av informantene mener er viktig eller svært viktig.
- Gul indikerer behovene som mindre enn 40 % av informantene mener er viktig eller svært viktig.

Det er viktig at alle aktørgruppene; politiske myndigheter, næringslivet, forskningen og forvaltningen raskt tar fatt i de identifiserte mulighetene slik at verdifull kunnskap og erfaring ikke forvitrer, men danner basis for videre utvikling.

Tabell 19: Prioriterte framtidige teknologiske utviklingsbehov per næring (n=105)

Prioriterte utviklingsbehov	Fiskeri	Havbruk	Maritim	Offshore	Fornybar
Utvikling av mer miljøvennlig teknologi for reduserte utslipp til luft og vann	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn
Forbedring av egen organisasjonsstruktur og kompetanse	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Oransje
Utvikling av nye fartøystyper/ flytere	Grønn	Grønn	Grønn	Oransje	Grønn
Utvikling av nye og bedre logistikk-løsninger	Grønn	Grønn	Grønn	Grønn	Gul
Utvikling av nye og bedre løsninger innen vedlikehold og vedlikeholdsrutiner	Oransje	Grønn	Oransje	Grønn	Grønn
Utvikling av nye og bedre løsninger innen produksjonsteknologi	Grønn	Grønn	Gul	Oransje	Gul
Utvikling av nye og mer energieffektive fremdriftssystem	Oransje	Oransje	Grønn	Grønn	Gul
Utvikling av ny og bedre automatiseringsteknologi	Oransje	Grønn	Oransje	Grønn	Oransje
Utvikling av nye og bedre byggestrategier	Oransje	Oransje	Gul	Oransje	Grønn
Utvikling av nye løsninger for økt integritetskontroll med tanke på sikkerhet, pålitelighet, effektiv drift	Oransje	Oransje	Grønn	Oransje	Gul
Utvikling av nye og bedre løsninger innen sikkerhetsstyring	Oransje	Oransje	Oransje	Oransje	Oransje
Utvikling av nye og bedre løsninger innen informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT)	Oransje	Oransje	Oransje	Oransje	Gul
Utvikling av teknologi for nye og bedre styrings- og beslutningsstøttesystem	Oransje	Oransje	Oransje	Oransje	Oransje
Utvikling av ny og bedre kommunikasjonsteknologi	Oransje	Oransje	Oransje	Oransje	Gul
Utvikling av gjenkjennelsesteknologi	Oransje	Oransje	Oransje	Gul	Gul
Utvikling av nye typer forankringssystemer	Gul	Gul	Gul	Gul	Oransje
Utvikling av ny og bedre navigasjonsteknologi	Gul	Gul	Gul	Gul	Gul
Teknologiske framskritt innen nanoteknologi	Gul	Gul	Gul	Gul	Gul

9 Referanseliste

- [1] Meld. St. 7 (2014-2015). Langtidsplan for forskning og høyere utdanning 2015–2024 In: Kunnskapsdepartementet, editor. Oslo.
- [2] Nærings- og fiskeridepartementet. Masterplan for marin forskning In: Regjeringen.no, editor. Oslo2015.
- [3] St.meld. 22 (2012-2013). Verdens fremste sjømatnasjon. In: Affairs MoFaC, editor. Oslo: MFCA.
- [4] Informant 18. Havteknologi. In: Sønvisen SA, editor. Tromsø2015.
- [5] Informant 1. Havteknologi. In: Sønvisen SA, Holte EA, editors. Tromsø/Trondheim2015.
- [6] Informant 3. Havteknologi. In: Sønvisen SA, Holte EA, editors. Tromsø/Trondheim2015.
- [7] Informant 13. Havteknologi. In: Sønvisen SA, editor. Tromsø2015.
- [8] Informant 14. Havteknologi. In: Sønvisen SA, editor. Tromsø2015.
- [9] Informant 39N. Havteknologi. In: Norfakta, editor. Trondheim2015.
- [10] Informant 118N. Havteknologi. In: Norfakta, editor. Trondheim2015.
- [11] Informant 16. Havteknologi. In: Sønvisen SA, editor. Tromsø2015.
- [12] Informant 20. Havteknologi. In: Sønvisen SA, editor. Tromsø2015.
- [13] Informant 34N. Havteknologi. In: Norfakta, editor. Trondheim2015.
- [14] Informant 8. Havteknologi. In: Holte EA, editor. Trondheim2015.
- [15] Informant 10 og 11. Havteknologi. In: Sønvisen SA, Holte EA, editors. Tromsø/Trondheim2015.
- [16] Informant 19. Havteknologi. In: Sønvisen SA, Holte EA, editors. Tromsø/Trondheim2015.
- [17] Informant 6. Havteknologi. In: Holte EA, editor. Trondheim2015.
- [18] Informant 7. Havteknologi. In: Holte EA, editor. Trondheim2015.
- [19] Informant 2. Havteknologi. In: Sønvisen SA, Holte EA, editors. Tromsø/Trondheim2015.
- [20] Informant 4. Havteknologi. In: Holte EA, editor. Trondheim2015.
- [21] Informant 5. Havteknologi. In: Holte EA, editor. Trondheim2015.
- [22] Informant 15. Havteknologi. In: Sønvisen SA, editor. Tromsø2015.
- [23] Informant 17. Havteknologi. In: Sønvisen SA, editor. Tromsø2015.
- [24] Informant 9. Havteknologi. In: Holte EA, editor. Trondheim2015.
- [25] Informant 12. Havteknologi. In: Holte EA, editor. Trondheim2015.
- [26] Siegel DS, Waldman DA, Atwater LE, Link AN. Commercial knowledge transfers from universities to firms: improving the effectiveness of university–industry collaboration. *The Journal of High Technology Management Research*. 2003;14:111-33.
- [27] Hall BH, Link AN, Scott JT. Barriers inhibiting industry from partnering with universities: evidence from the advanced technology program. *The Journal of Technology Transfer*. 2001;26:87-98.
- [28] Gilsing V, Bekkers R, Bodas Freitas IM, van der Steen M. Differences in technology transfer between science-based and development-based industries: Transfer mechanisms and barriers. *Technovation*. 2011;31:638-47.
- [29] OECD. *Turning Science into Business*: OECD Publishing.
- [30] Worrell E, Van Berkel R, Fengqi Z, Menke C, Schaeffer R, Williams RO. Technology transfer of energy efficient technologies in industry: a review of trends and policy issues. *Energy Policy*. 2001;29:29-43.
- [31] Informant 133N. Havteknologi. In: Norfakta, editor. Trondheim2015.
- [32] Øgrim T. Slik skal de kutte 20 prosent. Bergen: Offshore.no; 2014.
- [33] Bergenstidene. - Kan ikke leve med oljekonsulenter på advokatlønn. *Bergenstidene*. Bergen2015.
- [34] Informant 120N. Havteknologi. In: Norfakta, editor. Trondheim2015.
- [35] Doz Y. *International Industries: Fragmentation versus Globalization*. In: Guile BR, Brooks H, editors. *Technology and Global Industry: Companies and Nations in the World Economy* Washington D.C.: National Academy Press; 1987.
- [36] Informant 10N. Havteknologi. In: Norfakta, editor. Trondheim2015.
- [37] Informant 16N. Havteknologi. In: Norfakta, editor. Trondheim2015.

- [38] Informant 21N. Havteknologi. In: Norfakta, editor. Trondheim2015.
- [39] Informant 144N. Havteknologi. In: Norfakta, editor. Trondheim2015.
- [40] Informant 42N. Havteknologi. In: Norfakta, editor. Trondheim2015.
- [41] Informant 49N. Havteknologi. In: Norfakta, editor. Trondheim2015.
- [42] Kuhn TS. The Copernican revolution: Planetary astronomy in the development of western thought: Harvard University Press; 1957.
- [43] Feenberg A. Questioning Technology. London: Routledge; 1999.
- [44] Foucault M. Discipline and punish: the birth of the prison. London: Allen Lane; 1977.
- [45] Ashford NA. Understanding Technological Responses of Industrial Firms to Environmental Problems: Implications for Government Policy. Environmental Strategies for Industry. 1993:277-307.
- [46] Gerard D, Lave LB. Implementing technology-forcing policies: The 1970 Clean Air Act Amendments and the introduction of advanced automotive emissions controls in the United States. Technological Forecasting and Social Change. 2005;72:761-78.
- [47] Ellingsen B. Tverrfaglig jakt på liv i rommet. In: Aasen C, editor. Romsenteret på nett. Oslo: Norsk romsenter; 2015.
- [48] Sarpebakken B, Røsdal T. Ressursinnsatsen til marin FoU og havbruksforskning i 2013 Oslo: NIFU; 2015.
- [49] Hagen Ø. Forutsetninger for radikal innovasjon i etablert virksomhet - Hvordan møte faktor 10-utfordringen? In: NTNU, editor. Program for industriell økologi. Trondheim: NTNU; 2004.
- [50] March JG. Exploration and Exploitation in Organizational Learning. Organization Science. 1991;2:71-87.
- [51] Asche F, Roll KH, Tveterås R. FoU, innovasjon og produktivitetsvekst i havbruk Magma. 2012;1/2012:23-31.
- [52] Iversen A, Brustad T, Jahnsen S. Innovasjon i sjømatnæringen. Tromsø: Nofima; 2010.
- [53] Winther U, Olafsen T, Henriksen K, Asheim B. Innovasjon og kompetanse i sjømatindustrien. Trondheim: SINTEF Fiskeri og havbruk; 2014.
- [54] Vik J, Johnsen JP, Sønvisen SA. Kysten i endring: Om fiskeripolitikken som distrikts og lokalsamfunnspolitikk. In: Haugen MS, Stråte EP, editors. Rurale brytninger Trondheim: Tapir akademisk forlag; 2011.
- [55] Persen AE, Steinseide AK. Bedre lønnsomhet for torsketralere og konvensjonelle fartøy. Bergen: Fiskeridirektoratet; 2014.

Vedlegg 1 – Funksjonsmatrise

		BLÅ NÆRINGER			
		Marin		Maritim	Olje og Gass
Funksjon/ Tema		Havbruk	Fiskeri	Maritim (Commodity og Offshore)	Offshore (installasjon)
Design (også for eksponerte miljø - Arktis)	Flyter/ Innretning (har vi et anna ord her?)	Anleggs- og fartøykonsept (f.eks. lukka/åpen merd, havmerd, brønnbåt og servicefartøy)	Fartøykonsept (f.eks. skrogløsninger, materialer, framdrift)	Fartøy, skrogløsning og material teknologi	Flyter (plattform/installasjon)
	Energi	Energiforsyning og systemer (f.eks. batteri, Hybrid, LNG, fornybar energi på lokalitet)	Energiforsyning og systemer (f.eks. batteri, hybrid, LNG, fornybarenergi)	Energisyst/ framdrift (motorsystem, energikilder, DP, etc.)	Energi/ framdriftssystemer (motorsystem, energikilder, DP, etc.)
	Forankring (Posisjonering)	Fortøyning (kjetting/tau, andre typer som i offshore), DP	DP, (låssetting av fisk)	Forankring - løsninger og systemer	Forankring - løsninger og systemer DRAGE (framdrift og redusere drivstoff) og brenselcelle
	Navigasjonstekn.(inkl Bro tekn.)	Satellitt, radar, DP, AIS	Satellitt, radar, DP, Bro, AIS	Bro/ Navigasjonsteknologi (Satellitt, radar, DP, etc.)	Bro/ Navigasjonsteknologi (Satellitt, radar, DP, etc.)
	Kommunikasjon	Intern Kommunikasjonsteknologi (f.eks. VHF)	Intern Kommunikasjonsteknologi (f.eks. intercom, nacre - intelligente ørepropper til offshore)	Intern Kommunikasjonsteknologi (f.eks. radio VHF)	Intern Kommunikasjonsteknologi
		Ekstern Kommunikasjonsteknologi (f.eks. fjernstyring, satellitt)	Ekstern Kommunikasjonsteknologi (f.eks. satellitt, MF, HF, Iridium osv.)	Ekstern Kommunikasjonsteknologi	Ekstern Kommunikasjonsteknologi
	Utrustning (for gjennomføring av operasjoner)	Ikke relevant	Redskapsteknologi (Trålposer, fiskeletingsyst., etc.)	Ikke relevant	Ikke relevant
		Dekksutrustning (f.eks. kraner, laste lossesystemer, foring, dødfisksyst., oksygenering, avlusing)	Dekksutrustning (lasting og lossing, frysing, behandling, etc.)	Ikke relevant	Ikke relevant
	Logistikk	Avfallshåndtering (lagring og transport?)	Provantering, bunkring, service funksjoner (Tromsø bedre service havn enn f.eks. Hammerfest)	Dekksutrustning (lasting, lossing, lasterom, etc.)	Dekksutrustning (lasting, lossing, etc.)
		Støttefartøy (service, brønnbåter, foringsbåter, etc.)	Avfallshåndtering (lagring og transport?)	Avfallshåndtering (lagring og transport?)	Avfallshåndtering (lagring og transport?)
Automatisering	Systemer for sporing (RFID, sensor tekn., kamera for biomasse estimering og lusetelling, operasjoner generelt, foring fra land fjernstyring)	Systemer for sporing (RFID, sensor tekn., trålsensorer, vinsjkontroll, kamerateknologi)	Systemer for sporing (RFID, sensor tekn., etc.)	Systemer for sporing (RFID, sensor tekn., etc.)	
	Automatisering og teknologiske løsninger, arbeidsoperasjoner, fjernstyring, overvåking, etc.	Automatisering og teknologiske løsninger, arbeidsoperasjoner, fjernstyring, etc.	Automatisering og teknologiske løsninger, arbeidsoperasjoner, fjernstyring, etc.	Automatisering og teknologiske løsninger, arbeidsoperasjoner, fjernstyring, etc.	
Miljø	Utslipp luft (tiltak for reduksjon av utslipp av GHG)	Utslipp luft (tiltak for reduksjon av utslipp av GHG, NOX)	Utslipp luft reduserende tiltak mtp. GHG)	Utslipp luft reduserende tiltak mtp. GHG)	
	Utslipp sjø (tiltak for reduksjon av utslipp, lokale utslipp, lukka merder, havmerder)	Utslipp sjø (tiltak for reduksjon av utslipp)	Utslipp sjø (reduserende tiltak)	Utslipp sjø (reduserende tiltak)	
Bygging og installasjon (herunder inkl. flere av de generiske)	Byggestrategi	Metoder for bygging/ konstruksjons-strategier (når det er tegnet)	Metoder for bygging/ konstruksjons-strategier (når det er tegnet)	Metoder for bygging/ konstruksjons-strategier	
	Produksjonsteknologier (produksjon av båt/teiner??)	Automatisering (robot teknologi, etc.)	Automatisering (robot teknologi, etc.)	Automatisering (robot teknologi, etc.)	
		Installasjon	Marine operasjoner som løft og undervannsoperasjoner (fortøyning, forankring)	Ikke relevant	Marine operasjoner som løft og undervannsoperasjoner
Drift og Operasjon	Styrings- og beslutningsstøttesystem	Overvåking (foring, strømværsling, lus), vedlikehold av anlegg, nødprosedyrer,	Ruteoptimering, radar og værmelding, værruting, fiskeleting, vedlikehold	Ruteoptimering, simulering, værmelding, værruting, lastekalkulator	Styringssystem, brønnstyring, lastekalkulatorer,
	Logistikk	Lasting og lossing, transport, forsyning, lagerstyring, etc., folk, fisk, avfall, Bemanningssystemer	Lasting (styring av lasterom - automatisering) og lossing, transport, forsyning, Bemanningssystemer	Lasting og lossing, transport, bemanningssyst., etc.	Lasting og lossing, transport, lagerstyring, bemanningssys., forsyning, etc.
	Organisasjon/ Kompetanse	Integrerte operasjoner	Integrerte operasjoner	Integrerte operasjoner	Integrerte operasjoner
	Sikkerhet	HMS - internkontroll (ISM, sikkerhetsstyring)	HMS - internkontroll (ISM hav, sikkerhetsstyring)	HMS - integritetskontroll	HMS - integritetskontroll
	Automatisering og fjernstyring	Sensorer, automatisering tekn., e.g. overvåking, etc.	Sensorer, automatisering, e.g. autotral, trålsensor, etc.	Sensorer, automatisering	Fjernstyring (sensorer, automatisering)
	Vedlikehold og Intervensjon	Vedlikeholdstekn. - og strategier (ROV/AUV, avlusing, not-vask, sortering, prøvetaking, etc.)	Vedlikeholdstekn. - og strategier (ROV/AUV, sensorer, datastrøm, analysemetoder, etc.)	Vedlikeholdstekn. - og strategier (ROV/AUV, sensorer, datastrøm, analysemetoder, etc.)	Vedlikeholdstekn. - og strategier (ROV/AUV, sensorer, datastrøm, analysemetoder, etc.)
Generiske Teknologier: IKT/Kjemi/material tekn./	Batteri/brenselcelle (hybride løsninger for energikonsum)				
	Sveiseteknologier				
	Produksjonsteknologi (CNC - automatisert)				
	Robotteknologi (manipulatorer)				
	Nanoteknologi				
	Informasjons og Kommunikasjonsteknologi				
Life Cycle Assessment					
Vedlikehold- og sikkerhetsstyring					

Nedenfor vises funksjonsmatrisen oppdelt for økt lesbarhet i følgende rekkefølge:

- Marin: Havbruk og fiskeri
- Maritim og offshore (flyter/ installasjon)

		BLÅ NÆRINGER	
		Marin	
Funksjon/ Tema		Havbruk	Fiskeri
Design (også for eksponerte miljø - Arktis)	Flyter/ Innretning (har vi et anna ord her?)	Anleggs- og fartøykonsept (f.eks. lukka/åpen merd, havmerd, brønnbåt og servicefartøy)	Fartøykonsept (f.eks. skrogløsninger, materialer, framdrift)
	Energi	Energiforsyning og systemer (f.eks. batteri, Hybrid, LNG, fornybar energi på lokalitet)	Energiforsyning og systemer (f.eks. batteri, hybrid, LNG, fornybarenergi)
	Forankring (Posisjonering)	Fortøyning (kjetting/tau, andre typer som i offshore), DP	DP, (låssetting av fisk)
	Navigasjonstekn.(inkl Bro tekn.)	Satellitt, radar, DP, AIS	Satellitt, radar, DP, Bro, AIS
	Kommunikasjon	Intern Kommunikasjonsteknologi (f.eks. VHF)	Intern Kommunikasjonsteknologi (f.eks. intercom, nacre - intelligente ørepropper til offshore)
		Ekstern Kommunikasjonsteknologi (f.eks. fjernstyring, satellitt)	Ekstern Kommunikasjonsteknologi (f.eks. satellitt, MF, HF, Iridium osv).
		Ikke relevant	Redskapsteknologi (Trålposer, fiskeletingsyst., etc.)
	Utrustning (for gjennomføring av operasjoner)	Dekksutrustning (f.eks. kraner, laste lossesystemer, foring, dødfisksyst., oksygenering, avlusing)	Dekksutrustning (lasting og lossing, frysing, behandling, etc.)
	Logistikk	Avfallshåndtering (lagring og transport?) Støttefartøy (service, brønnbåter, foringsbåter, etc.)	Provantering, bunkring, service funksjoner (Tromsø bedre service havn enn f.eks Hammerfest) Avfallshåndtering (lagring og transport?)
Automatisering	Systemer for sporing (RFID, sensor tekn., kamera for biomasse estimering og lusetelling, operasjoner generelt, foring fra land fjernstyring)	Systemer for sporing (RFID, sensor tekn., trålsensorer, vinsjkontroll, kamerateknologi)	
	Automatisering og teknologiske løsninger, arbeidsoperasjoner, fjernstyring, overvåkning, etc.	Automatisering og teknologiske løsninger, arbeidsoperasjoner, fjernstyring, etc.	
Miljø	Utslipp luft (tiltak for reduksjon av utslipp av GHG)	Utslipp luft (tiltak for reduksjon av utslipp av GHG, NOX)	
	Utslipp sjø (tiltak for reduksjon av utslipp, lokale utslipp, lukka merder, havmerder)	Utslipp sjø (tiltak for reduksjon av utslipp)	
Bygging og Installasjon (herunder inkl. flere av de generiske)	Byggestrategi	Metoder for bygging/ konstruksjons-strategier (når det er tegnet)	Metoder for bygging/ konstruksjons-strategier (når det er tegnet)
	Produksjonsteknologier (produksjon av båt/teiner??)	Automatisering (robot teknologi, etc.)	Automatisering (robot teknologi, etc.)
	Installasjon	Marine operasjoner som løft og undervannsoperasjoner (fortøyning, forankring)	Ikke relevant
Drift og Operasjon	Styrings- og beslutningsstøttesystem	Overvåkning (foring, strømværsling, lus), vedlikehold av anlegg, nødprosedyrer,	Ruteoptimering, radar og værmelding, værrutting, fiskeleting, vedlikehold
	Logistikk	Lasting og lossing, transport, forsyning, lagerstyring, etc., folk, fisk, avfall, Bemanningssystemer	Lasting (styring av lasterom - automatisering) og lossing, transport, forsyning, Bemanningssystemer
	Organisasjon/ Kompetanse	Integrerte operasjoner	Integrerte operasjoner
	Sikkerhet	HMS - internkontroll (ISM, sikkerhetsstyring)	HMS - internkontroll (ISM hav, sikkerhetsstyring)
	Automatisering og fjernstyring	Sensorer, automatisering tekn., e.g. overvåkning, etc.	Sensorer, automatisering, e.g. autotrål, trålsensor, etc.
	Vedlikehold og Intervensjon	Vedlikeholdstekn. - og strategier (ROV/AUV, avlusing, not-vask, sortering, prøvetaking, etc.)	Vedlikeholdstekn.- og strategier (ROV/AUV, sensorer, datastrøm, analysemetoder, etc.)
Generiske Teknologier: IKT/Kjemi/material tekn./		Batteri/brenselcelle (hybride løsninger for energikonsum)	
		Sveiseteknologier	
		Produksjonsteknologi (CNC - automatisert)	
		Robotteknologi (manipulatorer)	
		Nanoteknologi	
		Informasjons og Kommunikasjonsteknologi	
		Life Cycle Assessment	
	Vedlikehold- og sikkerhetsstyring		

		BLÅ NÆRINGER	
		Maritim	Olje og Gass
Funksjon/ Tema		Maritim (Commodity og Offshore)	Offshore (installasjon)
Design (også for eksponerte miljø - Arktis)	Flyter/ Innretning (har vi et anna ord her?)	Fartøy, skrogløsning og material teknologi	Flyter (platform/installasjon)
	Energi	Energisyst/framdrift (motorsystem, energikilder, DP, etc.)	Energi/framdriftssystemer (motorsystem, energikilder, DP, etc.)
	Forankring (Posisjonering)	Forankring - løsninger og systemer	Forankring - løsninger og systemer DRAGE (framdrift og redusere drivstoff) og brenselcelle
	Navigasjonstekn.(inkl Bro tekn.)	Bro/ Navigasjonsteknologi (Satellitt, radar, DP, etc.)	Bro/ Navigasjonsteknologi (Satellitt, radar, DP, etc.)
	Kommunikasjon	Intern Kommunikasjonsteknologi (f.eks. radio VHF)	Intern Kommunikasjonsteknologi
		Ekstern Kommunikasjonsteknologi	Ekstern Kommunikasjonsteknologi
	Utrustning (for gjennomføring av operasjoner)	Ikke relevant	Ikke relevant
		Ikke relevant	Ikke relevant
	Logistikk	Dekksutrustning (lasting, lossing, lasterom, etc.)	Dekksutrustning (lasting, lossing, etc.)
		Avfallshåndtering (lagring og transport?)	Avfallshåndtering (lagring og transport?)
Automatisering	Systemer for sporing (RFID, sensor tekn., etc.)	Systemer for sporing (RFID, sensor tekn., etc.)	
	Automatisering og teknologiske løsninger, arbeidsoperasjoner, fjernstyring, etc.	Automatisering og teknologiske løsninger, arbeidsoperasjoner, fjernstyring, etc.	
Miljø	Utslipp luft reduserende tiltak mtp. GHG	Utslipp luft reduserende tiltak mtp. GHG	
	Utslipp sjø (reduserende tiltak)	Utslipp sjø (reduserende tiltak)	
Bygging og Installasjon (herunder inkl. flere av de generiske)	Byggestrategi	Metoder for bygging/ konstruksjons-strategier	Metoder for bygging/ konstruksjons-strategier
	Produksjonsteknologier (produksjon av båt/teiner??)	Automatisering (robot teknologi, etc.)	Automatisering (robot teknologi, etc.)
	Installasjon	Marine operasjoner som løft og undervannsoperasjoner	Marine operasjoner som løft og undervannsoperasjoner
Drift og Operasjon	Styrings- og beslutningsstøttesystem	Ruteoptimering, simulering, værmelding, værruting, lastekalkulator	Styringssystem, brønnstyring, lastekalkulatorer,
	Logistikk	Lasting og lossing, transport, bemanningssyst., etc.	Lasting og lossing, transport, lagerstyring, bemanningssys., forsyning, etc.
	Organisasjon/ Kompetanse	Integrerte operasjoner	Integrerte operasjoner
	Sikkerhet	HMS - integritetskontroll	HMS - integritetskontroll
	Automatisering og fjernstyring	Sensorer, automatisering	Fjernstyring (sensorer, automatisering)
	Vedlikehold og Intervensjon	Vedlikeholdstekn.- og strategier (ROV/AUV, sensorer, datastrøm, analysemetoder, etc.)	Vedlikeholdstekn.- og strategier (ROV/AUV, sensorer, datastrøm, analysemetoder, etc.)
Generiske Teknologier: IKT/Kjemi/material tekn./		Batteri/brenselcelle (hybride løsninger for energikonsum)	
		Sveiseteknologier	
		Produksjonsteknologi (CNC - automatisert)	
		Robotteknologi (manipulatorer)	
		Nanoteknologi	
		Informasjons og KommunikasjonsTeknologi	
		Life Cycle Assessment	
	Vedlikehold- og sikkerhetsstyring		

Vedlegg 2 – Komplette oversikt over teknologier med overføringspotensial

Ser du teknologi eller teknologiske løsninger som har et overføringspotensial (synergier) på tvers av havromsnæringene

Fartøy	<ul style="list-style-type: none"> • Skipsbygging • Byggeteknisk • Fartøyteknologi • Konstruksjonsteknologi
Fremdrift	<ul style="list-style-type: none"> • Nye typer drivstoff • Batteriteknologi • Utnytting av vind og bølgekraft (til fartøy/oppdrettsanlegg) • Strømproduksjon ... • Propeller • Energiproduksjonen i båten
Forankringssystemer	<ul style="list-style-type: none"> • Havbruk og havvind har tilsvarende behov som plattformer i offshore • Dynamisk posisjonering(DP) • Akustisk posisjonering • Oppankring av havbruksanlegg
Navigasjonsteknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Dynamisk posisjonering(DP) • Akustisk posisjonering • E-navigasjon • GPS • Undervannsnavigasjon • Radarteknologi
Kommunikasjonsteknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Sikker kommunikasjon • Felles standarder • Satellitteknologi • Overføring av data • Kommunikasjonsinfrastruktur
Miljøvennlig teknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Nye typer drivstoff • Batteriteknologi • Utnytting av vind og bølgekraft (til fartøy) • Solcelle og vindmølle på oppdrettsanlegg
Beslutningsstøttesystem	<ul style="list-style-type: none"> • Overvåkningsteknologi • Utslippsovervåkning • Automatiseringsteknologi • Værdata • Strømkartlegging • Havbunnskartlegging • Sensorteknologi • Integrerte målere fra offshore
Undervannsteknologi og	<ul style="list-style-type: none"> • Undervannskamera

Ser du teknologi eller teknologiske løsninger som har et overføringspotensial (synergier) på tvers av havromsnæringene

operasjoner	<ul style="list-style-type: none"> • Undervannskraftforsyning • Kraft fra land til sjø • Dypvannsteknologi • Undervannsteknologi • Infrastruktur på havbunnen • Kabelteknologi – overføring strøm/data via kabel land-offshore
Sikkerhetsstyring	<ul style="list-style-type: none"> • Systematisk HMS-arbeid, risiko – og barrierestyring, menneskelige faktor, resilience
Automatiseringsteknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Robotisering • Overvåkningsteknologi • Utslippsovervåkning • Automatiseringsteknologi • Automasjon • Autonome plattformer og fjernstyrte plattformer
Prosess-/produksjonsteknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Bearbeiding av fisk (også fersk) • Pumpeteknologi for skånsom forflytting av biomasse • Prosesskompetanse
Skipsteknologi/-operasjoner	<ul style="list-style-type: none"> • All teknologi på båt (maritim) har overføringspotensial • Operasjon med skip i dårlig vær • Brønnbåtteknologi • Drift av båter • Konstruksjonsteknologi
Fiskeletingssystem	<ul style="list-style-type: none"> • Sonar • Ekkolodd
Vedlikehold	<ul style="list-style-type: none"> • Robotteknologi (ROV, AUV) • Tilstandsbasert vedlikehold fra olje og gass • Sensorteknologi
Beregningsmetodikk/modellering	<ul style="list-style-type: none"> • Fjordmodellering
Data teknologi (IKT)	<ul style="list-style-type: none"> • Dataoverføring • Signaloverføring
Logistikk-løsninger	<ul style="list-style-type: none"> • Pakkeløsninger
Konstruksjonsteknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Eksponerte lokaliteter fra offshore til havbruk • Flytesystemer/flytende konstruksjoner • Plattformteknologi kan brukes innen havbruk og fornybar energi • Oljeinstallasjoner versus havbruksinstallasjoner • Flytere fra offshore
Gjenkjennelsesteknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Optiske systemer
Nanoteknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Korrosjon • Overflatebehandling

Ser du teknologi eller teknologiske løsninger som har et overføringspotensial (synergier) på tvers av havromsnæringene

	<ul style="list-style-type: none">• Nye materialer• Materialteknologi
Fiskeriteknologi	<ul style="list-style-type: none">• Redskapsteknologi• Fangst og trålteknologi• Fangstbasert akvakultur• Akustiske systemer
Andre teknologier	<ul style="list-style-type: none">• Ballastteknologi• Telemedisin• Installasjonsservice• Dekksteknologi (kraner, vinsjer, luker, tau)• Styremaskiner• Stigerørsteknologi (fra offshore til undervanns gruvedrift)• Kostnadsreduksjon og konkurransedyktighet• Restråstoff• Hydrolyse• Geofysikk og kartlegging• Akustiske systemer• Kabelteknologi• Kraftforsyning• Tilkomstløsninger• Undervannsteknologi

Vedlegg 3 – Komplette oversikt over barrierer for teknologiske synergier

Barrierer som begrenser mulighetene for teknologiske synergier	Prosent
Regelverk/rammevilkår	22 %
Kostnads-/prisnivå	21 %
Proteksjonisme	12 %
Vilje/forståelse/kunnskap	10 %
Kulturforskjeller/tradisjoner	8 %
Konservativ (holdninger)	6 %
Møteplasser/arena/klynger	4 %
Politikk	4 %
Personell går ikke mellom næringer	3 %
Silotenking/handling	2 %
Store aktører /monopol/kartell	2 %
Interessekonflikter	2 %
Finansiering	1 %
Lønner seg ikke å være tidlig ute med nye teknologier	1 %
Nasjonale holdninger	1 %
Strukturelle forskjeller	1 %
Konkurranse mellom bedrifter/næringer	1 %
Geografiske forskjeller	1 %
Økonomi	1 %
Logistikk	1 %
Ledelse	1 %
Kapasitet og ressurser	1 %
Dimensjonene i offshore	1 %