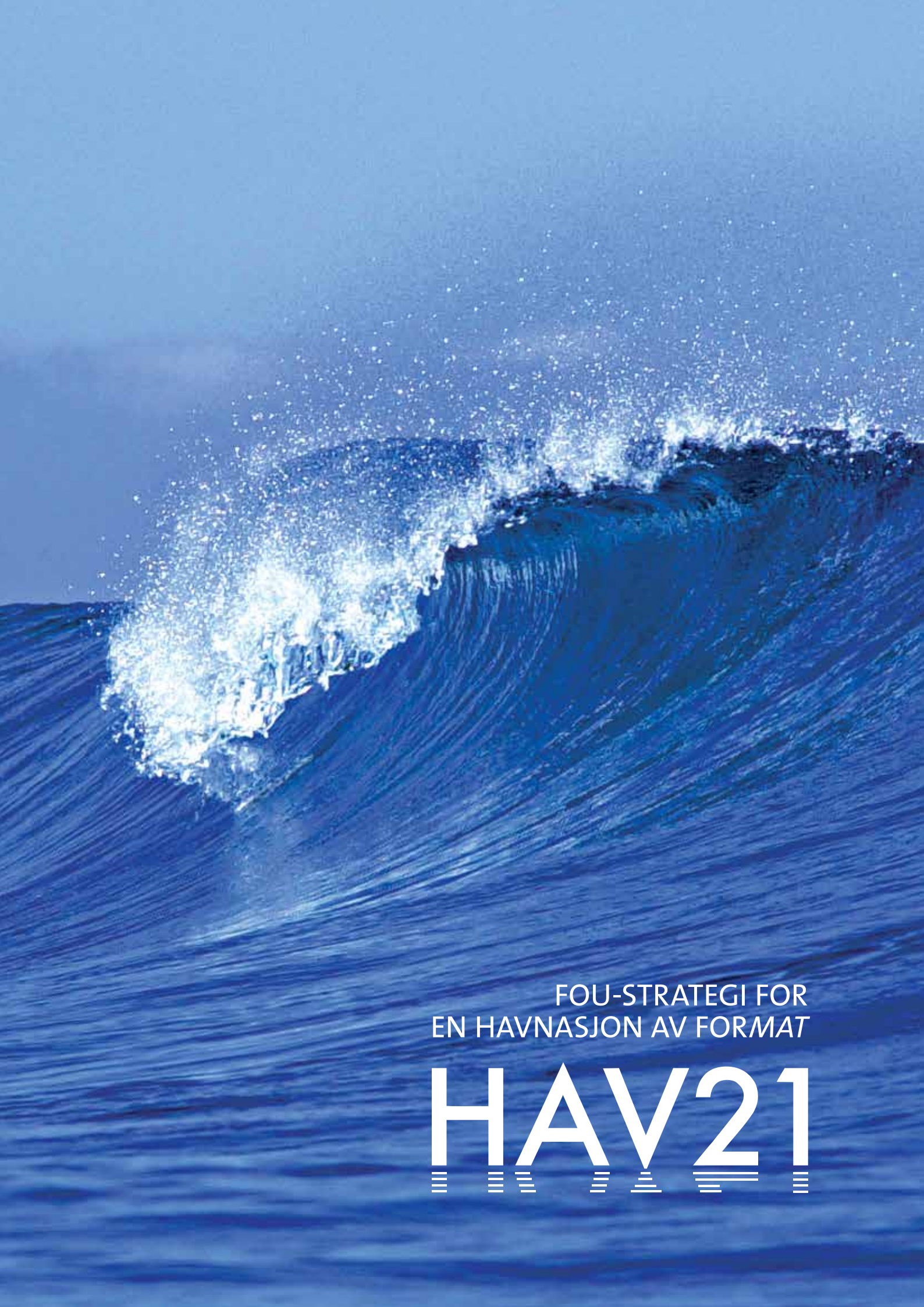




FOU-STRATEGI FOR
EN HAVNASJON AV FORMAT

HAV21

Innhold

DEL 1

Sammendrag og konklusjoner	6
Strategigruppen anbefaler	7
Norge – en havnasjon av format	10
Strategiprojektet HAV21	10
Den marine sektor og verden	13
Verdens behov for mat	14
Potensialet i marin sektor	14
Næringsutvikling og rammebetingelser	17
HAV21 anbefaler – Stø vekst og nye muligheter	18
Finansiering av forskning og utvikling	19
Hovedprioritering – Samfunnsforhold	20
Hovedprioritering – Kunnskap om økosystemet	21
Hovedprioritering – Nordområdene	22
Hovedprioritering – Høsting og kultivering av nye marine råvarer	22
Hovedprioritering – Fiskehelse og bærekraftig, sunn og trygg sjømat	23
Hovedprioritering – Mat og marked	24
Hovedprioritering – Teknologi	24
Tverrfaglig og tverrsektoriell forskning	24
Utdanning	25
Bruk av forskning – kommunikasjon og formidling	25
Oppsummering	27
Mandat for strategigruppen for HAV21	28
Medlemmer i strategigruppen og arbeidsgruppene	30

DEL 2

Arbeidsgruppenes overordnede anbefalinger – sammendrag	34
HAV21 – Rapport fra arbeidsgruppe 1 Forskning for forvaltning	37
HAV21 – Rapport fra arbeidsgruppe 2 Forskning for næringsutvikling – fiskeri	53
HAV21 – Rapport fra arbeidsgruppe 3 Forskning for næringsutvikling – havbruk	65
HAV21 – Rapport fra arbeidsgruppe 4 Forskning for næringsutvikling – mat	79
HAV21 – Kunnskapsgrunnlaget	90

Forord

Strategigruppen for HAV21 legger med dette fram sitt forslag til en nasjonal marin forsknings- og utviklingsstrategi, HAV21.

Havet har en sentral betydning for Norge. Det har til alle tider vært en viktig vei inn og ut av landet, og det har preget vår historie og vår økonomi. Havet gir grunnlag for store deler av verdiskapningen i landet som arena og forutsetning for skipsfart, sjømatproduksjon og offshorenæring. Det gir arbeid for kystbefolkningen og sørger for levende lokalsamfunn. Vår vakre kystlinje gir sjelebot og rekreasjon for det norske folk og tiltrekker turister fra hele verden.

Havet må forvaltes og brukes med respekt, omtanke og langsiktighet. Det er ingen tvil om at marin forskning, forvaltning og næringsutvikling allerede ligger på et høyt nivå i Norge. Dette er en styrke vi må hegne om og videreføre.

Vi må vite nok om hvordan havet fungerer og om hvordan havet påvirkes av menneskelig aktivitet og utviklingstrekk i naturen til å være blant de fremste i verden til å forstå vårt hav. Dette krever en stadig forskningsinnsats også for å respondere på ny kunnskap og se nye sammenhenger. Havet har betydning både for Norges kultur, for vår økonomi og for vår sikkerhet. Det er derfor er det ikke likegyldig hva vi forsker på i Norge og heller ikke likegyldig hvor vi bestemmer oss for å bli best.

HAV21 dekker hele den marine sektoren. Derfor har det vært en glede å arbeide med denne strategien, ikke minst fordi sammensetningen av strategigruppen speiler bredden i vår eksisterende forståelse av marin forskning

Gjennom prosessen har vi sett stor enighet på tvers av næringer og forvaltningsområder om noen fundamentale forutsetninger, som behovet for å videreføre den felles ambisjon om et rent og rikt hav, og betydningen av å samarbeide godt om kunnskapsutviklingen om havet. Vi har også fått bekreftet at de ulike delene av næringen har mange kontaktpunkter og vil nyte av godt av å ta hensyn til hverandre når kursen settes for egen virksomhet.

Strategigruppen har hatt stor nytte av et betydelig engasjement fra omverden i gruppens arbeid, ikke minst i form av sterke faglige innspill mottatt i løpet av prosessen. Representativt sammensatte arbeidsgrupper har utarbeidet sine sektorrapporter. Disse rapportene står på egne ben, men har gitt substansielle bidrag til strategigruppens anbefalinger. Norges forskningsråd har vært sekretariat for HAV21.

Vi vil gjerne benytte anledningen til å takke alle som har bidratt med entusiasme og innspill, slik at vi nå kan legge fram HAV21 som en helhetlig FoU-strategi for hele den marine sektoren. Vi håper den vil bli et relevant bidrag i den videre utviklingen av det marine Norge.

Oslo, 7. november 2012



Liv Monica Stubholt

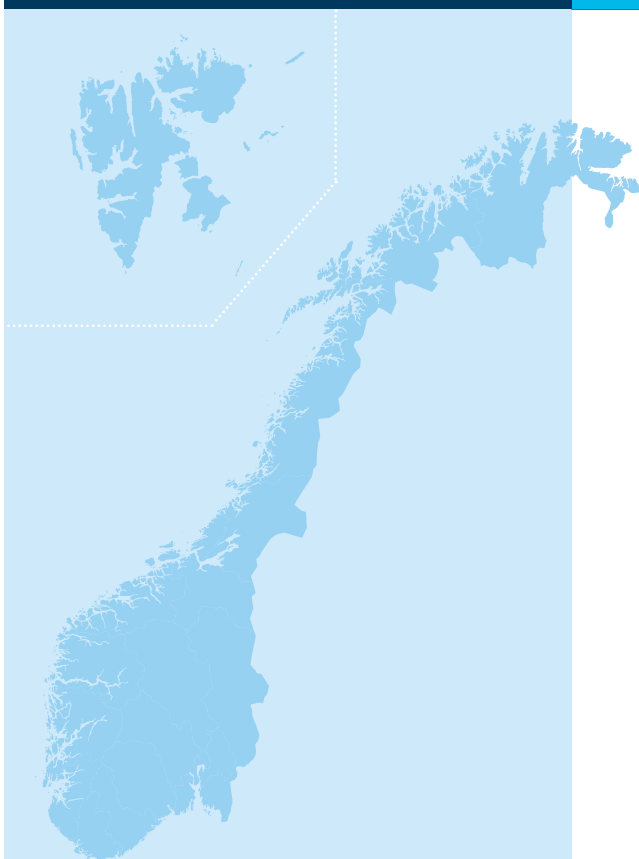




FoU-strategi for en havnasjon av form*at*

Norge har et ansvar som marin kunnskapsnasjon og må satse målrettet på helhetlig forskning om havet. HAV21-strategien anbefaler hvordan vi bør prioritere for å kunne innfri næringsmessige og politiske mål for marin sektor.

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER



DEN NORSKE KYSTEN

KILOMETER

Kystlinje for fastland (med fjorder og bukter) 28.953

Kystlinje for øyer 71.963

Totalt 100 915

Til sammenligning, Lengden rundt ekvator – 40.077 km

279 norske kommuner har kyst

Totalt 239.057 øyer og 81.192 skjær i Norge

Kilde: Statens kartverk

Norge har en betydelig posisjon globalt sett innenfor marin forskning, forvaltning og næringsliv. Det marine næringslivet er blant Norges mest komplette næringer, sammen med maritim virksomhet og offshorevirksomhet. Havet er fellesnevneren for disse næringene. Norge har dessuten et velfungerende forvaltningsregime som regulerer aktivitetene i havet, herunder unike forvaltningsplaner for havområdene. Det er klokt å satse videre på marin sektor som er et område der Norge gjør det godt.

Strategigruppen for HAV21 ble etablert høsten 2011 av Regjeringen ved Fiskeri- og kystdepartementet for å utarbeide et forslag til en helhetlig forskningsstrategi for hele det marine fagfeltet. HAV21s mandat er å belyse hvilken kunnskap det blir behov for, og hvordan den bør utvikles. Imidlertid har kunnskap liten verdi uten å være plassert i en ramme. Dermed berører HAV21 også noen spørsmål om hvordan forskningen og samfunnet bør organiseres for å få best mulig forskning og utvikling igjen for investeringene i marin forskning. Strategien peker på store kunnskapsbehov, og at både næringslivet og det offentlige bør øke sine investeringer i forskning og utvikling for å realisere ambisjoner og muligheter.

Havet har hatt en historisk sentral betydning for utviklingen i Norge. Det vil det ha også i framtiden. Havet og dets ressurser brukes stadig mer intensivt til ulike formål, og politiske, samfunnsmessige, næringsmessige og forvaltningsmessige mål og interesser støter i økende grad mot hverandre. Derfor må bruk og vern av verdiene i havets økosystemer stadig oftere veies mot hverandre. Spørsmålet er hvordan. Grunnlaget for svarene er mer kunnskap.

De forventede klimaendringene framover vil føre til store endringer i de marine økosystemenes virkemåte og produktivitet. Problemstillingene innenfor bruk og vern av kyst- og



Foto: Shutterstock

havområdene øker i kompleksitet i takt med økt bruk. I marin sektor er det allerede kultur for dialog på flere arenaer, på samme tid som det er rom for forbedring. Desto mer effektivt enighet og/eller samarbeid kan oppnås, jo større er gevinsten for samfunnet og den marine sektor. HAV21 tar til orde for å styrke den tverrfaglige og tverrsektorielle tilnærmingen til forskning, forvaltning og næringsutvikling.

HAV21-strategien er lagt opp slik at rapportene fra de fire arbeidsgruppene innenfor *forvaltning, fiskeri, havbruk og mat* tjener som et sentralt kunnskapsgrunnlag for de overordnede anbefalingene. Disse rapportene står på egne ben.

HAV21 forutsetter at den positive utviklingen med vesentlige investeringer i marin forskning som en nasjonal prioritering, vil bli videreført og fulgt opp av alle de berørte departementene: Fiskeri- og kystdepartementet, Kunnskapsdepartementet, Miljøverndepartementet, Utenriksdepartementet, Nærings- og handelsdepartementet, Olje- og energidepartementet, Landbruks- og matdepartementet og Helse- og omsorgsdepartementet.

STRATEGIGRUPPEN ANBEFALER

Finansiering av forskning og utvikling

Norge har i dag en bred tilnærming til og et betydelig omfang av marin forskning og utvikling. Likevel er det kartlagt et stort kunnskapsbehov for å kunne videreutvikle næringsliv og forvaltning på dette området, og både offentlige og private midler til marin forskning og utvikling bør økes markert. Det anbefales å vurdere om privat finansiering kan styrkes ved å øke andelen til forskning og utvikling av den samlede eksportavgiften (som omfatter en markeds- og forskningsavgift), eller om den samlede eksportavgiften bør økes.

Samfunnsforhold

Forskningsbasert kunnskap må ligge til grunn for nasjonale og internasjonale lover og regler om bruk og vern av marine ressurser, næringsvirksomhet og ferdsel i hav- og kystområdene. Mye av lov- og regelverket griper inn i hverandre og har grensesnitt med internasjonal regulering og traktater, og det er behov for kunnskap og harmonisering med sikte på å effektivisere beslutningsprosessene. Det anbefales å styrke rettsvitenskapelig forskning og å etablere en tverrfaglig forskningssatsing på framtidige forvaltningsprinsipper og organisering av hav- og kystforvaltningen.

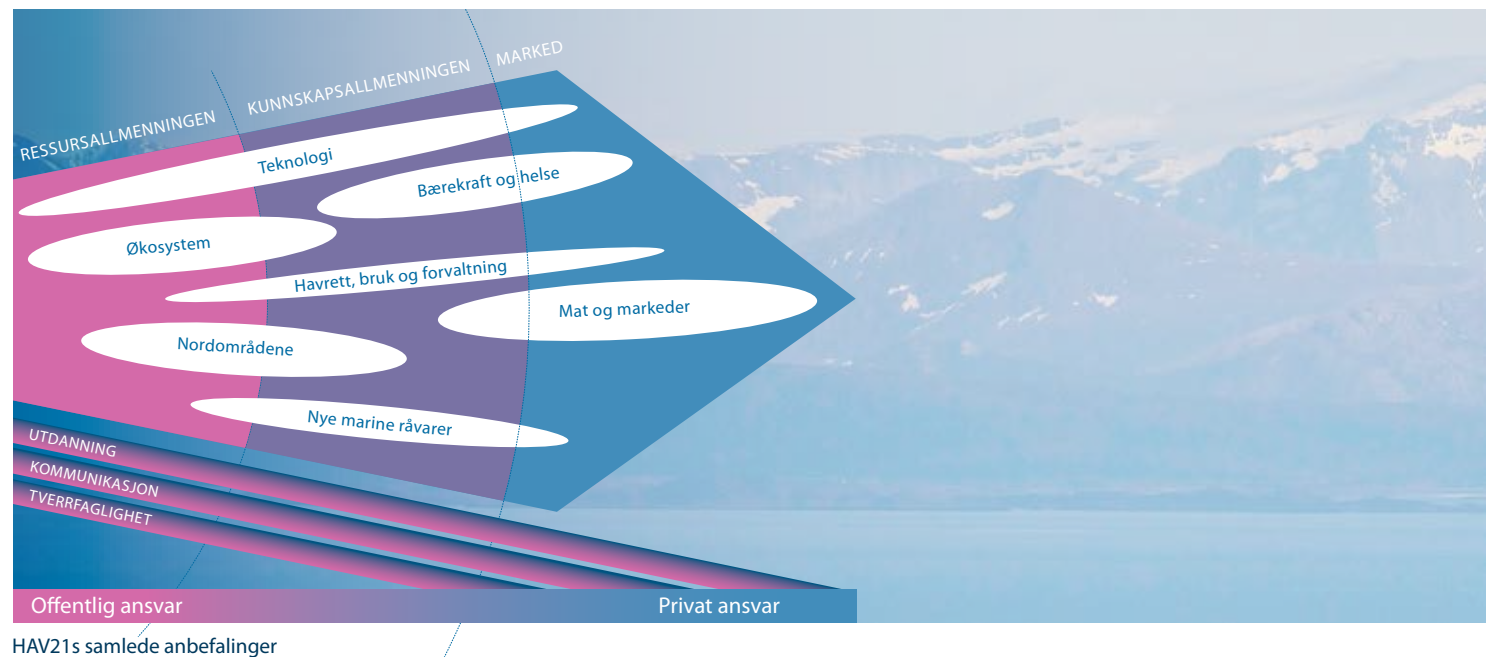
Kunnskap om økosystemet

Et rent og rikt hav er fundamentet for den marine næringen. Det anbefales langsiktig forskning på forståelse av liv og prosesser i havet med fokus på driverne for endring; klimaeffekter, forsuring, høsting av biologiske og andre ressurser, forurensning og annen menneskelig aktivitet.

Norge har lang tradisjon i bruk av avansert marin infrastruktur, forskningsfartøy, forskningsstasjoner, bøyer, satellitter, bunninstallasjoner, fly og modeller for å forstå og overvåke økosystemet. Det anbefales en vedvarende satsing på infrastruktur for å sikre innhenting av data og effektiv overvåking og best mulig varsling på ulike tidsskalaer.

Nordområdene

Den geopolitiske, sikkerhetspolitiske og strategiske betydningen av nordområdene er økende. Forvaltning og utnyttelse av ressursene, hensyn til lokalsamfunn og forståelse av områdets betydning for global klimautvikling, må fundamentes på kunnskap innenfor både naturvitenskap og teknologi, samfunnsvitenskap og humaniora. Marin forskning i nordområdene må styrkes i tråd med Regjeringens nordområdesatsing.



Høsting og kultivering av nye marine råvarer

Kultivering av marine råvarer for anvendelse til fiskefôr, energi og human ernæring, kan bli en ny og betydelig vekstnæring langs kysten, bl.a. fordi mangel på tradisjonelle marine fôrvarer kan bli en begrensning i havbruksnæringen. Det anbefales forskning for å belyse potensialet og kunnskaps- og teknologibehovet, og å utvikle en strategi for satsing på nye marine råvarer.

Fiskehelse og bærekraftig, sunn og trygg sjømat

Reduksjon av fiskesykdommer er en nøkkelfaktor med hensyn til havbruksnæringens lønnsomhet, bærekraft og omdømme. Bevisste kundegrupper krever at sjømat skal være bærekraftig produsert under gode forhold og at kvaliteten kan dokumenteres objektivt og troverdig av offentlige myndigheter ved hjelp av forskningsbaserte systemer og metoder. Effektive soner eller produksjonsområder er sentrale tiltak.

Dokumentasjon av sammenhengen mellom sjømat og human helse er viktig både på det norske markedet, og som et positivt element i markedsføring av sjømat nasjonalt og internasjonalt. Det anbefales at forskning på fiskehelse og bærekraftig produksjon av sjømat videreføres på et høyt nivå. Det må også satses videre på forskning for å dokumentere bærekraft og kvalitet.

Mat og marked

Norsk eksport av sjømat er allerede stor og har samtidig svært gode ekspansjonsmuligheter. Videre utvikling er avhengig av kunnskap om markedene og forbrukerne. Det anbefales å bygge opp et markedsforskningsmiljø i Norge på høyt internasjonalt nivå for å forstå betydningen av endringer i eksisterende markeder, og hvilke utfordringer nye markeder byr på. Målet er å utvikle bedre kunnskap om produktutvikling, konkurranseforhold, markeds- og distribusjonskanaler, merkevarebygging og endret forbrukeratferd.





Teknologi

Ny teknologi er en forutsetning for å videreutvikle levende kystsamfunn og møte eksisterende og nye miljøutfordringer. Samtidig kan ny teknologi gi grunnlag både for å videreutvikle eksisterende marin næringsvirksomhet og sette i gang ny. Det anbefales en satsing på teknologi innenfor fiskeri- og havbrukssektoren som drar nytte av erfaring fra teknologiutvikling i maritim og offshore sektor, og som inkluderer bioteknologi, nano-/materialteknologi og informasjonsteknologi.

Tverrfaglighet

Løsning av problemer og realisering av muligheter blir mer kompliserte og krever i økende grad kombinasjon av kunnskap på mange felter. Det anbefales at forskningsprosjekter organiseres tverrfaglig og tverrsektorielt for å kunne møte nye utfordringer innenfor forvaltning og næringsliv.

Utdanning

Morgendagens utfordringer krever mye av næringslivet og forskerne, og det er konkurranse om de best kvalifiserte. Det må gjøres enda mer attraktivt å satse på marin sektor. Det må sikres faste forskerstillinger i universiteter og høyskoler, spesielt bør det satses på post.doc.-stillinger for å gi bedre forutsigbarhet for unge forskere. Forskningsinstituttene bør trekkes sterkere inn i utdanningen.

Kommunikasjon

Forskningens resultater må kommuniseres aktivt til forvaltning, næringsliv og allmenhet, og til forskningen selv. Det anbefales at det i forskningsprosjektene settes av tid og ressurser til kommunikasjon for å sikre relevans og formidle resultater og bidra til at de blir tatt i bruk.



Foto: Shutterstock

NORGE – EN HAVNASJON AV FORMAT



Foto: Tommy Olsen

Strategiprojektet HAV21

Med HAV21 legges det fram et forslag til en FoU-strategi for den marine sektoren der Norge i dag leder kunnskapsutviklingen på mange felter. Strategien bygger videre på den gode forsknings- og utviklingsinnsatsen som har lange tradisjoner og gjøres på bred basis i Norge, og som forutsettes videreført. Næringen har svært gode framtidsutsikter og et utgangspunkt som er blant de aller beste i Norge.

HAV21 er et bidrag til helhetstenkning og konsentrasjon innenfor marin forskning og utvikling;

- på overordnet nivå gjennom en hovedrapport
- på fagnivå, gjennom fire spesifikke rapporter for forvaltning, fiskeri, havbruk og mat.

Eksport av fisk og fiskeprodukter

Det ble eksportert 2,3 millioner tonn sjømat i 2011	
Eksportverdi Fiskeri	22 mrd. kroner
Eksportverdi Havbruk:	31 mrd. kroner
Totalt	53 mrd. kroner

Kilde: Norsk sjømatråd



Foto: Norges sjømatråd/Johan Wildhagen

De fire arbeidsgrupperapportene identifiserer et stort kunnskapsbehov. Tilgangen på midler til FoU og infrastruktur må antas å være en begrensende faktor framover, og det er nødvendig å prioritere. Prioritering innebærer valg av forskningsområder og valg av infrastrukturer, der noe settes foran annet eller gis en større relativ tyngde. Prioritering innebærer også å identifisere kunnskapsbehov i en logisk sammenheng for å motvirke at innsatsen blir fragmentarisk.

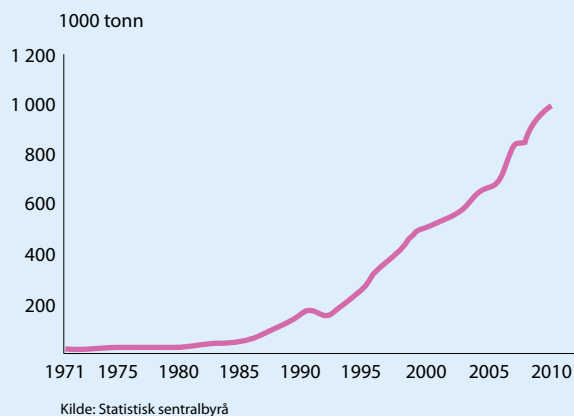
HAV21 peker på forsknings- og kunnskapsbehov som må løses for å utvikle den marine sektoren i retning av Regjeringens visjoner om å være verdens fremste sjømatnasjon, sikre et rent og rikt hav for kommende generasjoner, og å drive helhetlig og økosystembasert forvaltning av havområdene.

Visjonene innebærer ambisiøse mål om at vi i Norge blant annet skal

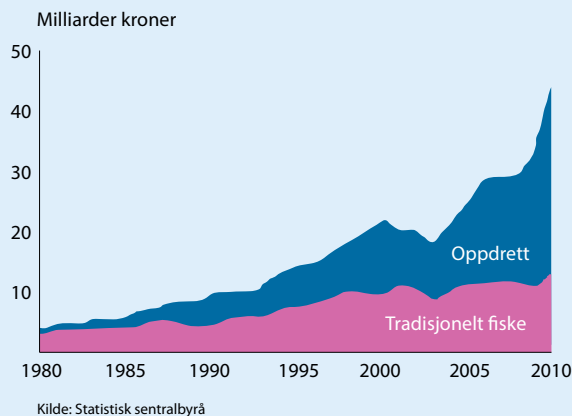
- være fremst på bærekraftig forvaltning, høsting og lønnsom produksjon av sjømat, og på å utnytte hele biomassen
- være fremst på kvalitet på de produktene vi leverer
- være fremst på innovasjon og nytenking i alle ledd, fra fjord til bord
- ha verdiskaping langs hele kysten

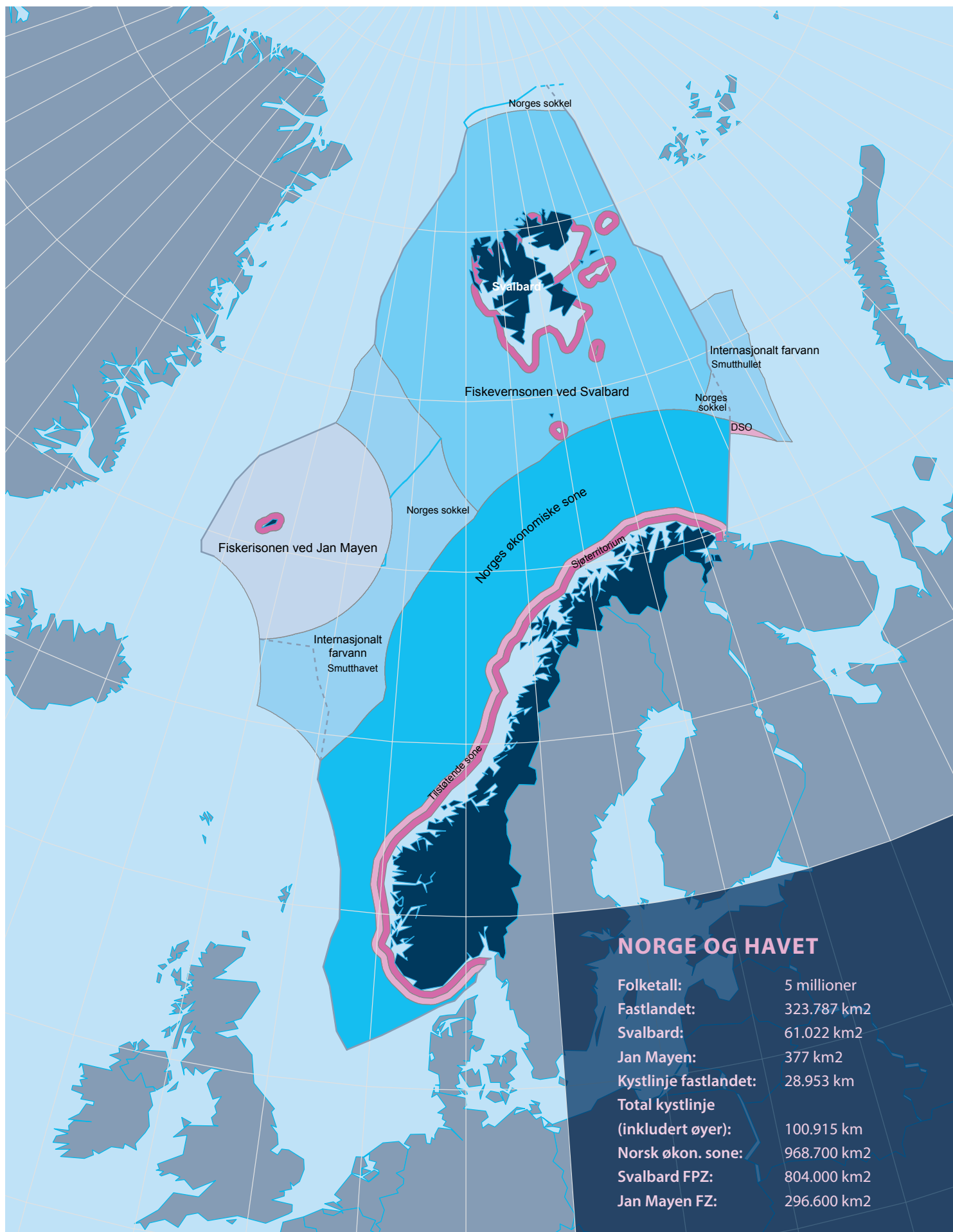
Mer kunnskap er en nøkkel for å kunne realisere Regjeringens visjoner.

Fiskeoppdrett. Solgt mengde laks og ørret



Verdi i oppdrettsnæringen og tradisjonelt fiske





Kilde: Statens kartverk

HAV21 vil bidra til å nå disse målene ved å identifisere kunnskap og teknologi for å utvikle Norges posisjon som en ledende internasjonal leverandør av sjømat, marint utstyr og marine tjenester. HAV21 vil også bidra til å videreutvikle et kunnskapsbasert fiskeri- og havforvaltningssystem med internasjonalt overføringspotensial, og et forsknings- og utviklingssystem som understøtter marin sektors internasjonale posisjon. For å sikre framtidig rekruttering til forskning og næringsliv vil HAV21 også legge vekt på å gjøre marin FoU attraktivt som karrierevalg for unge studenter. Målet er å lede til en kunnskaps- og teknologiutvikling som kan gi grunnlag for livskraftige arbeidsplasser og samfunn langs kysten.

HAV21 legger følgende forutsetninger til grunn for sine anbefalinger:

- Verden må produsere mer mat og ledige arealer langs kysten og i havet må tas i bruk til matproduksjon – både i Norge og globalt.
- Næringen må gis anledning til vekst gjennom hensiktsmessige rammebetingelser
- All virksomhet må drives i tråd med bærekraftprinsippet, dvs. en utvikling som ivaretar dagens behov uten å ødelegge mulighetene for kommende generasjoner til å dekke sine behov, og den må baseres på bred samfunnsaksept.
- Sjømatproduksjon er energieffektiv sammenlignet med annen animalsk matproduksjon, og er samtidig effektiv produksjon av animalsk protein.
- Markedene for sjømat, teknologi/utstyr, tjenester og forvaltningsprinsipper er i sterk endring som resultat av kamp om ressursene, markedsmessige, politiske og samfunnsmessige endringer, ny viten og ny teknologi.
- Lokale og globale markeder har ulik betalingsdyktighet for norske produkter og tjenester. Norge er et høykostland, og strategien må bidra til høy verdiskaping for å sikre aktivitet og arbeidsplasser i Norge.
- Den norske samfunnsstrukturen med etablerte samarbeidsrelasjoner mellom næring, forskning og forvaltning, er et konkurransefortrinn som må bevares.

Det kreves omfattende forskningsinnsats på et vedvarende høyt nivå for å sikre relevant og oppdatert kunnskap om det marine miljøet. Forskningsfeltet er svært komplekst og berører mange disipliner der det er flytende grenser mellom ulike fag,

sektorer og typer av forskning (fra grunnleggende til anvendt forskning og innovasjon). Dette krever helhetstenking som åpner muligheter for samarbeid og effektivisering.

For å beholde en sterk internasjonal posisjon trengs det mer kunnskap på mange områder. Det dreier seg om kunnskap som har stor strategisk betydning for marin sektors konkurranseevne og innovasjonskraft, og temaer som har geopolitisk og/eller sikkerhetspolitisk betydning for Norge. All erfaring tilsier at internasjonalt samarbeid både fremmer kvalitet i forskningen og gir styrket økonomi til å gjennomføre prosjektene. Dette må selvfølgelig videreføres og videreutvikles. Men det er også slik at nasjonale interesser tilsier at Norge bør være ledende på enkelte sentrale forskningstemaer. Samtidig er det viktig å beherske hele forskningsverdikjeden.

HAV21 har grenseflater mot andre strategier, som Maritim21 og Klima21. De tre griper inn i hverandre og kan med fordel leses under ett. Maritim21 er sentral fordi den blant annet omhandler maritim teknologi og kunnskapsbehov med avgjørende betydning for marin sektor. Klima21 dreier seg blant annet om de klimatiske forutsetningene og endringene HAV21 må forholde seg til.

Den marine sektor og verden

Norge er i mange sammenhenger for en stormakt å regne innenfor ulike områder av marin forskning og utvikling. Både innenfor næringsutvikling, forvaltning, forskning og utvikling er Norge best kjent og respektert internasjonalt på områder der havet er fellesnevner; offshore-, marin og maritim sektor. Den globale interessen for nordområdene med sine petroleums- og mineralressurser, fiskeressurser og muligheter for skipsfart i deler av året, tilsier behov for bred og vedvarende overvåking og kunnskapsoppbygging. Nordområdenes rolle i klimautviklingen og deres betydning for utvikling av norsk nærings- og samfunnsliv, forsterker dette behovet.

Norsk havforskning må være internasjonal i tilnærming, kvalitet og ambisjoner. De grunnleggende prosessene som forklarer og regulerer havets økosystemer, er de samme over hele verden, selv om det er store regionale forskjeller i økosystemers karakter, oppbygning og dynamikk. Mange av havets økosystemer favner flere lands territorialfarvann, og/eller internasjonale farvann, og mange av de arter og ressurser som høstes, deles av flere land. En rekke nasjoner høster av ressurser i norske farvann, og Norge har betydelig og økende aktivitet innenfor fiskeri og havbruk i andre deler av verden.

Norge må ha som ambisjon å være en sentral bidragsyter til internasjonal kunnskapsoppbygging og ny forståelse av marine økosystemer, biologisk mangfold og prosesser, og være i den internasjonale forskningsfronten både innenfor grunnleggende og anvendt forskning. Dette oppnås i tett samspill med de fremste internasjonale forskningsmiljøer. Norsk forskning for kartlegging, forståelse og forvaltning av marine ressurser må utvikles i en internasjonal kontekst, og med integrering i EUs forskningssystemer og forskningsfinansiering. I europeisk sammenheng har Norge tatt initiativ til å etablere et felleseuropeisk programsamarbeid om hav: Joint Programming Initiative on Healthy and Productive Seas and Oceans, det såkalte JPI Oceans, for ytterligere å forsterke det europeiske marine forskningssamarbeidet.



Marin forskning er ressurskrevende, og det er nødvendig å samarbeide internasjonalt om infrastruktur og kunnskapsutvikling. I Europa legges det nå ned mye arbeid i å knytte landenes innsamling og forvaltning av marine data sammen slik at de blir åpent tilgjengelige. Likeledes plasseres det gradvis ut nye marine observasjonsposter som knyttes sammen i et europeisk og globalt nettverk. For Norge er marine forskningsstasjoner, observasjonsposter og datainnsamling av miljømessige og vitenskapelige data essensielt blant annet i forbindelse med økt interesse og aktivitet i nordområdene. Norge må ha ambisjoner om å være en sentral aktør i teknologiutvikling og forvaltning av marine data, men effektiv overvåking av havene kan ikke skje uten internasjonalt samarbeid.

Norge har betydelig global påvirkningskraft når det gjelder forvaltningsprinsipper, vern om økosystemer og praktisering av fiskeri og havbruk. Både i EU-sammenheng og globalt har Norge en sterk stemme i utvikling av «policies» og forvaltningsprinsipper, og for å fremme marin forskning og utvikling. Norske næringsaktører innenfor marin sektor er etablert over hele verden. Overføringsverdien av forvaltningsprinsipper og næringsvirksomhet til andre land og havområder er meget stor og kan gi betydelige globale, miljømessige og økonomiske gevinster.

Verdens behov for mat

Verdens befolkning er ventet å øke fram mot 2050 til ni milliarder mennesker, før den vil avta. Det innebærer store utfordringer med hensyn til å ta vare på miljøet, skaffe nok energi og nok mat til alle. Ifølge Verdens matvareorganisasjon bidro fisk i 2009 med drøyt 16 prosent av animalsk protein i kosten for verdens befolkning i gjennomsnitt. Andelen fisk er økende, og sjømat vil spille en større rolle når alle muligheter til matproduksjon må tas i bruk. Samtidig må en unngå å utarme havet eller skade dets evne til å fornye sine ressurser. Det er all grunn til å tro

at utviklingen blir stadig mer kunnskapsintensiv, og at Norge kan spille en betydelig rolle med hensyn til kunnskapsbaserte forvaltningsprinsipper for både bruk og vern av ressursene.

Strategi for forskning og utvikling som ledd i bistand er ikke belyst som eget tema i HAV21. Det er åpenbart at tilgjengelig utstyr og tjenester og forskningsbasert kunnskap kan og bør inngå i utvikling av næringsliv og ressursforvaltning i land med begrensede forskningsressurser. Det er et betydelig potensial for å utvikle norsk innsats på dette området, og det bør utarbeides en egen helhetlig strategi for dette.

Potensialet i marin sektor

Havet er en fellesnevner for Norges tre viktigste næringer; den marine næringen, den maritime næringen og offshorenæringen. De har alle utgangspunkt i Norges lange erfaring med å ferdes på og utnytte ressursene i havet, og de kjennetegnes ved i stor grad å være komplette klynger. Det vil si at de har alle sentrale komponenter (næringsliv, FoU, forvaltning) som trengs for å opprettholde livskraften, utfordre og stimulere hverandre, og til å kunne utvikle seg i en internasjonal sammenheng.

Det er verdt å merke seg at både næringslivet, FoU-miljøene og forvaltningen på disse områdene er internasjonalt ledende. Alle de tre sektorene har stor internasjonal eksponering og eksporterer kunnskap, produkter, utstyr og tjenester til globale markeder.

En forutsetning for de tre næringenes suksess er at de er understøttet av konkurransedyktige forvaltningsregimer, og at det er etablert anerkjente forvaltningsprinsipper for disse sektorene basert på solid kunnskap om de marine økosystemene. Det foregår i noen grad også verdifull utveksling av teknologi og kunnskap mellom de tre næringene. Samlet sett utgjør de tre næringene Norges kraftigste industrielle base.

Nøkkeltall 2011

Fiske, fangst og havbruk. Andel av BNP: 0,7 prosent

FISKERI:

Norske fiskefartøyer leverte **2,3 millioner tonn** fisk og skalldyr

Fangstverdi: 15,9 milliarder kroner

Antall personer med fiske som hovedyrke: 10 235 personer

Antall fiskefartøy: 6 252

HAVBRUK 2010 (SKALLDYR IKKE INKL.):

Norge solgte **1 017 711 tonn** oppdrettsfisk

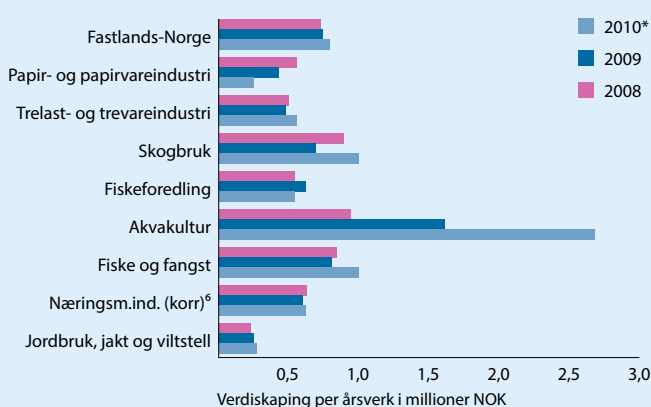
Førstehåndsverdi: 30,7 milliarder kroner

Sysselsetting: 5 333 personer

Antall rømt oppdrettsfisk: 387 000 stk.

Kilde: Statistisk sentralbyrå

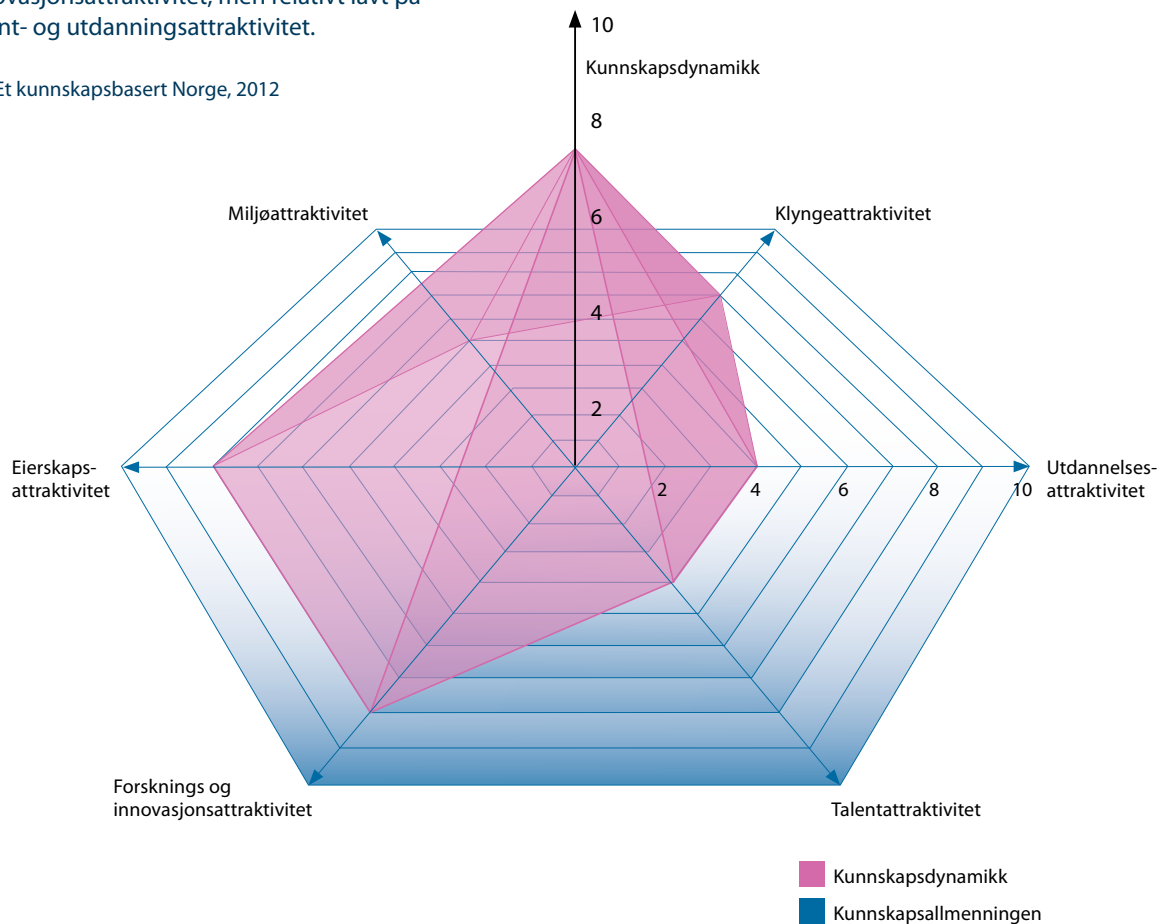
Verdiskaping per årsverk i noen næringer (i mill NOK)*



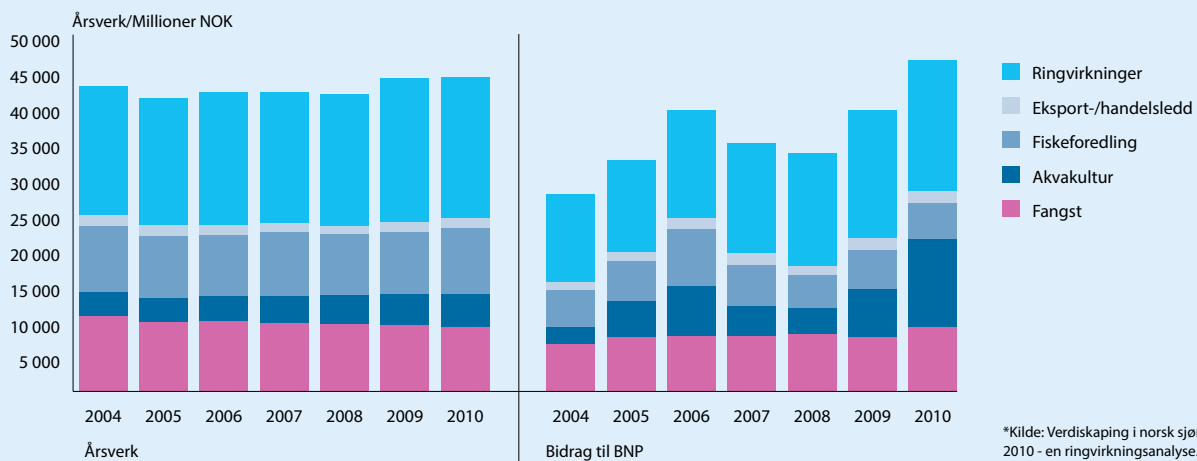
Strategisk analyse av den norske sjømatnæringen.

Næringen scorer høyt på forsknings- og innovasjonsattraktivitet, men relativt lavt på talent- og utdanningsattraktivitet.

Fra: Et kunnskapsbasert Norge, 2012



Marin næring. Årsverk + bidrag til BNP (i mill NOK)*



*Kilde: Verdiskaping i norsk sjømatnæring 2010 - en ringvirkningsanalyse. Sintef Fiskeri og havbruk / Sintef Teknologi og samfunn



Foto: Jostein Fossnes/Fete typer

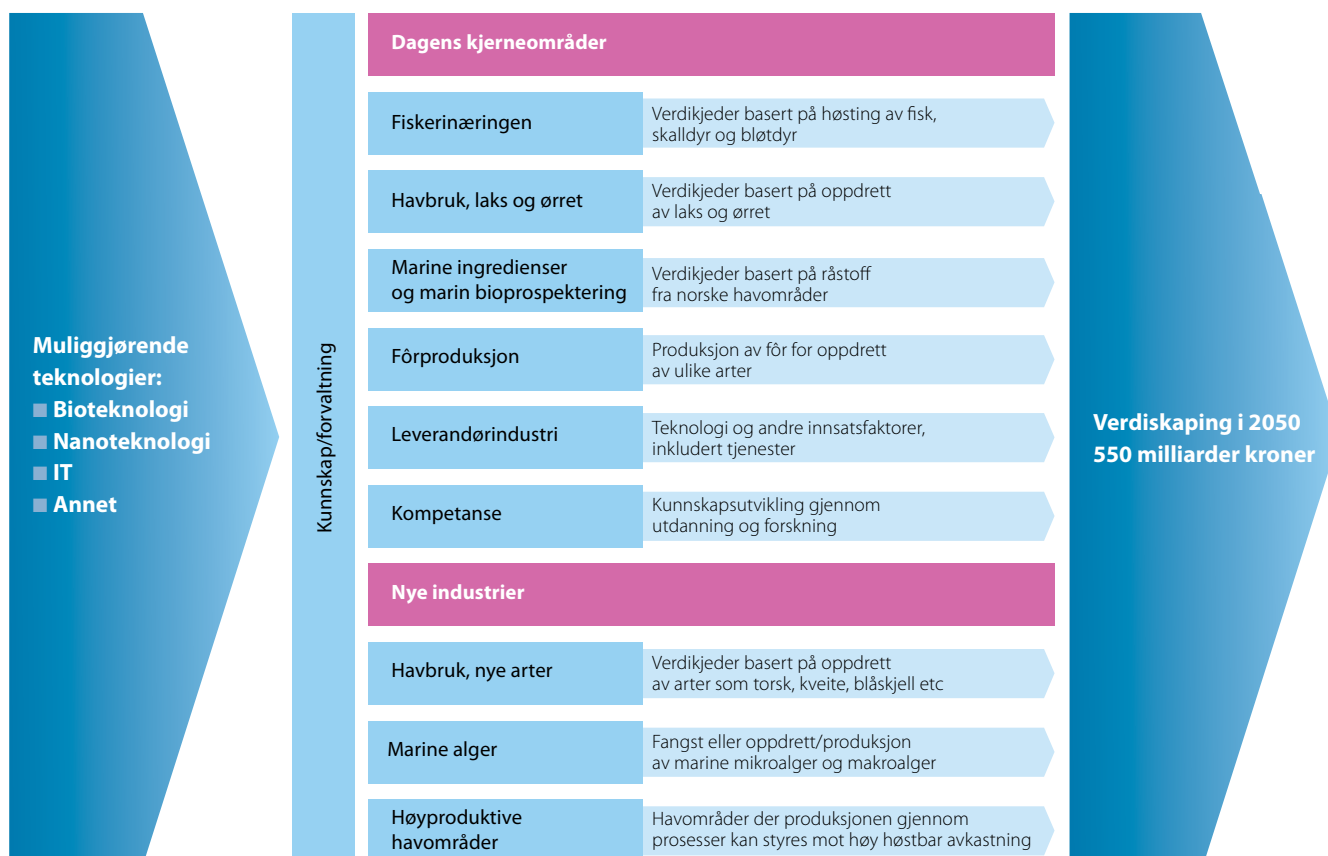
Flere sentrale rapporter og stortingsmeldinger peker på den industrielle styrken og vekstpotensialet i de marine næringene, forutsetningene for dem og innvirkningen deres på samfunnet:

- Torger Reve et. al. påpeker i rapporten «Et kunnskapsbasert Norge» (2012) at den marine næringen er en av Norges tre mest komplette næringer sammen med offshore- og maritim sektor.
- Den nye utgaven av rapporten fra Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab (DKNVS) og Norges tekniske Viten-skapsakademi (NTVA), «Verdiskaping basert på produktive hav i 2050» (2012), peker på utviklingstrekk og et økonomisk omsetningspotensial i de marine næringene som estimeres til 550 mrd. kroner i 2050 mot dagens ca. 90 mrd. kroner.
- Sintef Teknologi og Samfunn /Fiskeri og havbruk har på oppdrag fra Fiskeri- og havbruksnæringens forsknings-fond (FHF) utarbeidet rapporten «Verdiskaping i norsk

sjømatnæring 2010 – en ringvirkningsanalyse» (2012) om fiskeri- og havbruksnæringens ringvirkninger i samfunnet. Den indikerer at den fiskeribaserte verdikjeden, inkludert ringvirkninger, omfatter 24.200 årsverk, mens den hav-bruksbaserte verdikjeden omfatter 21.100 årsverk.

- St.meld. nr. 12 (2001–2002) Rent og rikt hav, som legger vekt på at også framtidige generasjoner skal kunne høste av de rikdommer som havet kan gi.
- Forvaltningsplanene for henholdsvis Barentshavet og Norskehavet, og kommende plan for Nordsjøen og Skagerrak, beskriver havområdenes betydning for næring og samfunn og hvordan det best kan legges til rette for verdiskaping, produksjon og sameksistens innenfor miljømessig sikre rammer i årene som kommer. Forvaltningsplanene peker også på viktige kunnskaps- og forskningsbehov.

MARIN VERDISKAPING I 2050



Potensialet for marin verdiskaping slik det er framstilt i rapporten «Verdiskaping basert på produktive hav i 2050» fra Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab og Norges Tekniske Vitenskapsakademi (2012).

Til sammen dokumenterer disse rapportene framtidsmulighetene for de marine næringene og gir et kraftfullt argument for økt marin satsing.

Næringsutvikling og rammebetingelser

Offentlige reguleringer kan ha ulike formål og både fremme og begrense verdiskaping og innovasjonsevne i næringslivet. God forvaltning av havet og dets ressurser er en forutsetning for god næringsutvikling. De marine næringene har mange fasetter og lever innenfor rammebetingelser med til dels stor politisk oppmerksomhet og betydelig regelutvikling.

Et godt regelverk bygger på kunnskapsbasert økosystemforståelse og fastsettelse av tålegrenser og grenser for uttak av ressurser. Det er bare lovgiver og forvaltning som fullt ut kan ivareta fellesskapets interesser, herunder kravet til bærekraftig

utvikling, og norsk praksis har i all hovedsak vært et konkurransefortrinn for norsk marin næring og kunnskapsutvikling. Markedsmessige, teknologiske og politiske endringer skjer imidlertid raskt og stiller store krav til kunnskapsutvikling i tett samarbeid mellom næring og forvaltning.

Oppfølging av forvaltningssystemene er basert på forskning og systematisk oppbygging av kunnskap. Dette stiller også økte krav til involvering og bidrag til kunnskapsutviklingen fra de mange som bruker havet kommersielt.

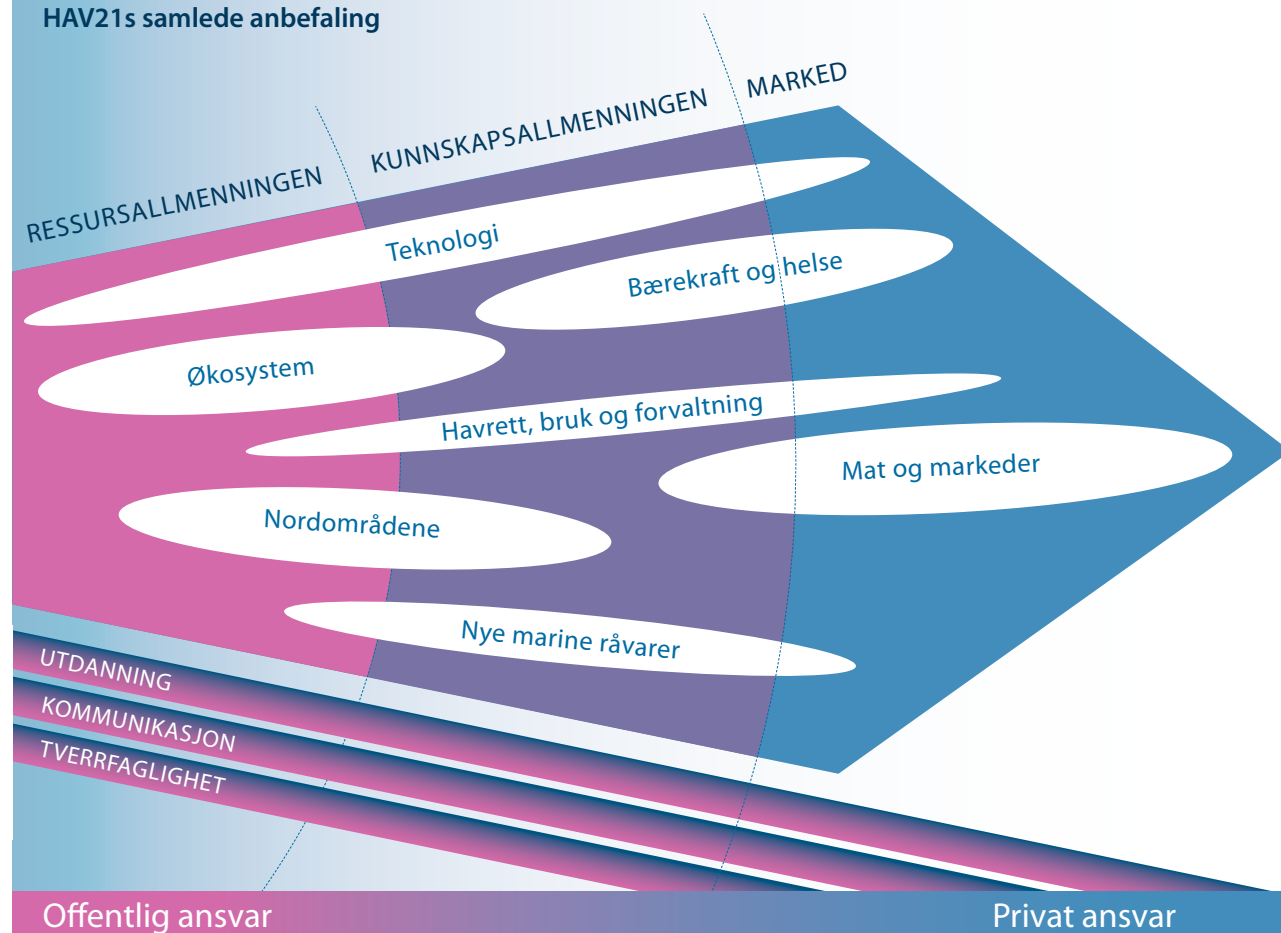
Technopolis påpeker i sin nye evaluering av Norges forskningsråd at samarbeidet mellom forskning og næringsliv bør styrkes. Strategigruppen mener dette potensialet er betydelig innenfor havrelatert næringsvirksomhet.

HAV21 ANBEFALER – STØ VEKST OG NYE MULIGHETER



Foto: Sverre Jarild

HAV21s samlede anbefaling



HAV21 tar utgangspunkt i at Norge i dag har en bred tilnærming til marin forskning og utvikling. Det må fortsette og ligger til grunn for strategigruppens anbefalinger der noen temaer prioriteres foran andre i årene framover. Hovedprioriteringene er ikke innbyrdes rangert.

Anbefalingene bygger på rapportene fra de fire arbeidsgruppene for henholdsvis forvaltning, fiskeri, havbruk og mat. Disse står på egne ben, og forslag, anbefalinger og prioriteringer er uttrykk for deres synspunkter. Strategigruppen finner rapportene vel gjennomtenkte og tjenlige for videre arbeid og prioriteringer på de respektive områdene. De danner et godt grunnlag for strategigruppens overordnede anbefalinger og er integrert i disse. Noen anbefalinger går på tvers av flere grupper, f. eks. prioritering av økosystemforståelse og behov for samarbeid på tvers. For mer detaljert beskrivelse av problemstillinger og faglige prioriteringer, vises til de enkelte rapportene (se del 2).

Finansiering av forskning og utvikling

Norge har i dag et betydelig omfang av marin forskning og utvikling, inkludert forskningsinfrastruktur og overvåkingssystemer. Virksomheten er både offentlig og privat finansiert. Ifølge NIFUs rapport «Ressursinnsatsen til marin FoU og havbruksforskning» fra 2011 ble det i 2009 brukt i overkant av 2,8 mrd. kroner til marin forskning og utvikling. Næringslivet stod for 0,67 mrd. kroner¹ eller 24 prosent av denne innsatsen. 1,32 mrd. kroner gikk til havbruksforskning (46 prosent av total marin forskning), der næringen bidro med 40 prosent (0,53 mrd. kroner).

HAV21 har kartlagt et stort kunnskapsbehov som grunnlag for å videreutvikle næringer og forvaltning. Behovene overskrider klart eksisterende offentlige og private budsjetter. Det offentlige og næringen må ta et felles ansvar ved å finne fram til en hensiktsmessig arbeidsdeling for marin kunnskapsutvikling og infrastruktur.

Ansvar for forskning for forvaltning er i hovedsak offentlig. Mange utfordringer knyttet til bruk av hav- og kystområdene krever imidlertid en samlet og koordinert forskningsinnsats fra både næring og forvaltning. Offentlige budsjetter bør sikre høyere utdanning og forskning på bred front, grunnleggende kunnskap om økosystemet, overvåking av havets tilstand og forvaltning av kyst- og havområdene, og legge grunnlaget for næringsutvikling. Næringen bidrar med å samle inn data og med å stille utstyr til rådighet for forskning og utvikling.

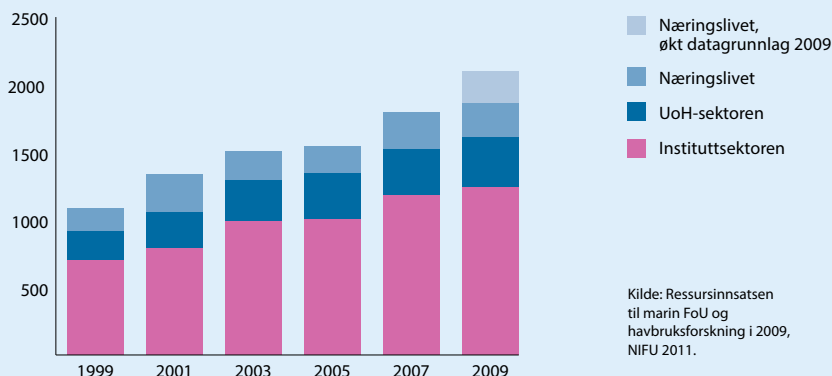
Næringen består av mange virksomheter med svært ulik størrelse og hvor et fåtall har kapasitet til forsknings- og utviklingsarbeid. Næringen har derfor et spesielt behov for å utvikle fellesskapsløsninger som sikrer at alle deltar i finansiering av forskning og utvikling som har karakter av fellesskapsforskning. I dag dekkes dette av en forskningsavgift på eksport av fisk og fiskevarer². Et bredt engasjement må anses å være en viktig forutsetning for videre kunnskapsutvikling og vekst i næringen, og det er viktig å etablere incentiver som kan øke næringens forskningsinnsats.

¹ NIFUs tall kan være for lave for næringslivets innsats på grunn av manglende innrapportering og fordi noen bedrifter faller utenfor. Nye tall kommer i 2013.

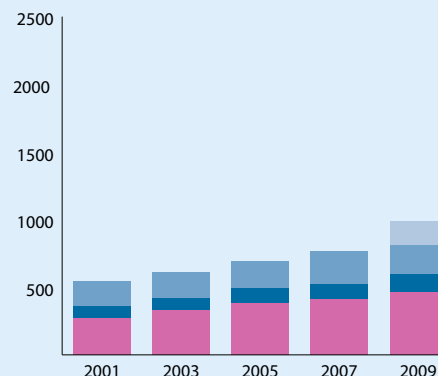
² Det innkreves en avgift på eksport av fisk og fiskevarer på 1,05 %. Eksportavgiften omfatter en markedsavgift på 0,75 %, og en forskningsavgift på 0,3 %.

Ressursinnsats til marin FoU

Utgifter til marin FoU 1999-2009
etter sektor for utførelse.
Millioner kroner, faste 2000-priser



Utgifter til havbruksforskning 2001-2009
etter sektor for utførelse.
Millioner kroner, faste 2000-priser



STRATEGIGRUPPEN ANBEFALER¹:

- Med bakgrunn i de store kunnskapsbehovene bør både offentlige og private midler til marin forskning og utvikling økes markert.
- De private midlene bør vurderes økt, enten ved at
 - midlene til forskning og utvikling får en større andel av den samlede eksportavgiften, eller ved at
 - den samlede eksportavgiften økes.

HOVEDPRIORITERING – SAMFUNNSFORHOLD

Foto: Thomas Wiborg

Havrett

Norge er å regne som en betydelig nasjon i verdenssammenheng innenfor forvaltning av kyst-, hav og polarområdene i sør og nord. Norske forvaltningsprinsipper er respektert og har stor overføringsverdi til andre områder. Både nasjonal og internasjonal interesse for nordområdene er økende, blant annet på grunn av biologiske ressurser, mineral- og petroleumsressurser. Klimaendringene påvirker de biologiske ressursene både i mengde og i vandringsmønstre, og åpner for økt menneskelig aktivitet, økte transportmuligheter og økte forvaltningsutfordringer.

Økende konkurranse om arealer i kystområdene og interessen for nordområdene, forsterker behovet for å se dette i sammenheng. Samtidig er den rettsvitenskapelige forskningen knyttet til marine problemstillinger svakt organisert i Norge. Den preges av lite sammenhengende planlegging og er i mange tilfeller kortsiktig finansiert. Forvaltning og bruk av kyst- og havområdene og våre polare områder må baseres på et solid juridisk grunnlag. Til tross for at Norge har et av verdens mest moderne lovverk på dette området, er det behov for å vurdere, systematisere og modernisere regelverk og praksis for havrett, ressursutnytting og forvaltning av kystområdene og havet.

STRATEGIGRUPPEN ANBEFALER:

- Rettsvitenskapelig forskning relatert til kyst- og havområdene, inkludert de polare områdene, bør systematiseres og organiseres i form av en identifisert satsing for å ivareta norske forvaltnings- og næringsinteresser.

Bruk og forvaltning

Hav- og kystområdene representerer store verdier for fiskeri og havbruk, andre næringsformål som petroleumsvirksomhet og sjøfart, rekreasjon, og må forvaltes riktig. Bruk og forvaltning berører et kompleks av naturvitenskapelige, teknologiske, næringsmessige og samfunnsmessige problemstillinger som må finne løsninger som ivaretar ulike hensyn best mulig. Forvaltningsorganer, fylker og kommuner har ansvar i hav- og kystområdene, og skal ivareta ulike mål. Faglig grunnlag for politiske beslutninger og bedre strukturer for samhandling mellom de involverte aktørene, vil gi betydelige gevinster.

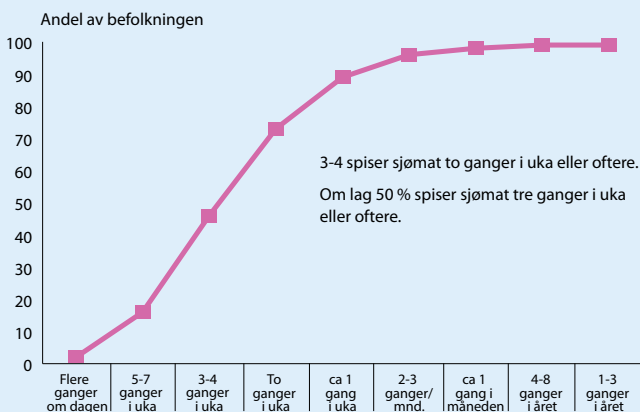
Nye prinsipper for organisering av hav- og kystforvaltningen og koblingen mellom disse vil kunne legge grunnlaget for en mer effektiv og helhetlig forvaltning, med vekt på verdiskaping innenfor sikre biologiske grenser og nytteverdi for kystsamfunnene. Å finne et hensiktsmessig system for avveining av disse interessene,

Norsk husholdningskonsum av sjømat 2011

Kg per person per år

	Rundvekt	Produktvekt
Kjøpt	28,0	16,1
Fisket selv	0,5	0,4
Gave	0,4	0,2

Kilde: Norges sjømatråd AS/GRK-Norge/Sissel Flesland Markedsinformasjoner AS

Konsumfrekvens av sjømat i Norge 2011 (alle måltider)

Kilde: SCI2011-Sjømatrådet/TNS-Gallup

som både tar hensyn til dynamikken (raske endringer både i selve økosystemet og hos næringsaktørene) og til demokratiske prosesser og åpenhet, vil være en vesentlig utfordring de neste 20 årene.

STRATEGIGRUPPEN ANBEFALER:

- Problemstillinger knyttet til arealbruk i hav- og kystområdene bør kartlegges med henblikk på framtidig hensiktsmessig regulering og forvaltning. Det bør etableres et tverrfaglig forskningsprosjekt om forvaltningsprinsipper og framtidig organisering av hav- og kystforvaltningen.

HOVEDPRIORITERING – KUNNSKAP OM ØKOSYSTEMET



Illustrasjon: Glynn Gorick/Havforskningsinstituttet

Kunnskap om økosystemet og de endringene som skjer her, bør være grunnleggende for all aktivitet og utnyttelse av ressurser, innovasjon og næringsutvikling i havet og langs kysten. Det har avgjørende betydning at det er vedvarende innsats på grunnleggende og forvaltningsrettet forskning for å sikre nasjonale interesser og bidra til den internasjonale kunnskapsutviklingen.

Forvaltningsplanene for Barentshavet, Norskehavet og Nordsjøen og Skagerrak (2013) gir solid beskrivelse av økosystemene til havs. Imidlertid mangler det tilsvarende for kystområdene og koblingen mellom dem og havområdene.

Økosystemene er komplekse, og det er mange faktorer som påvirker dem. Økosystembasert forvaltning betyr å tenke helhetlig forvaltning av natur og naturressurser, og det er den menneskelige aktiviteten som må reguleres slik at summen av belastning ikke overskrider økosystemets tålegrense. Begrepet

økosystembasert forvaltning er omtalt i Stortingsmeldingen «Om rent og rikt hav», og målet er å oppnå bærekraftig bruk av ressurser og goder fra økosystemene og opprettholde deres struktur, virkemåte og produktivitet. Det mangler kunnskap om den samlede effekten av ulike faktorer som grunnlag for effektiv implementering av økosystembasert forvaltning i praksis.

Økosystemtjenester er betegnelsen på goder og tjenester vi får fra naturen og som vår velferd og livskvalitet er avhengig av, men som det samtidig er vanskelig å sette en økonomisk verdi på. Disse bør få økt oppmerksomhet etter hvert som menneskelig aktivitet i økende grad griper inn i naturen. Dette er også nødvendig for bærekraftig forvaltning av biodiversitet og økosystemer, og et viktig bidrag til arbeidet i *FNs Klimapanel IPCC*⁴ og det nye *Naturpanelet IBPES*⁵.

Solid grunnforskning innenfor mange disipliner vil danne fundamentet for god anvendt forskning for forvaltning, høsting og næringsutvikling. Samtidig vil spørsmål og kunnskap fra anvendt forskning stimulere nye perspektiver i grunnleggende forskning. Det forutsettes også at Norge kan gi utdanning i verdenstoppen i marine disipliner, på alle nivåer og over et bredt spekter av fag. Videre må det legges til rette for å formidle resultater fra forskningen slik at kunnskapen gjøres kjent og kan tas i bruk.

Marin forskning er avhengig av infrastruktur for datainnsamling og -forvaltning for å forstå og å overvåke økosystemet. Norge har lang tradisjon i bruk av avansert marin infrastruktur som omfatter forskningsstasjoner, laboratorier, testanlegg, dessuten skips-, havbunn-, satellitt- og flybaserte observasjons- og overvåkingssystemer. Disse observasjonen er grunnleggende for modellering og varsling av økosystemenes dynamikk. Det er utstrakt internasjonalt samarbeid på dette området. Marin infrastruktur og innsamling og forvaltning av data er kostbart, og nye og mer effektive løsninger må etterstrebes for å redusere kostnadene og øke kvaliteten. Dette er i hovedsak et offentlig ansvar, men fiskeri- og havbruksnæringen og olje- og gassnæringen bør i større grad bidra med datainnsamling som stilles til rådighet for forskningsformål.

STRATEGIGRUPPEN ANBEFALER:

- Den brede tilnærmingen til havforskning må opprettholdes og implementeres i økosystembasert forvaltning. Det må legges økt vekt å få kunnskap om de sentrale driverne for endringer; klimaeffekter, forurensning, høsting av biologiske og andre ressurser, forurensning, annen menneskelig aktivitet og samlet effekt av ulike typer påvirkning.
- Kontinuerlig investering i og koordinering av marin infrastruktur må opprettholdes og ses i internasjonal sammenheng for å øke kvaliteten og effektivisere datainnsamling og overvåking.

³ Arne E. Karlsen har som administrerende direktør i Fiskeri- og havbruksnæringsens forskningsfond (FHF), avstått fra å delta i diskusjonen eller avveier rundt FoU-avgift og derved FHF's inntektsgrunnlag.

⁴ The Intergovernmental Panel on Climate Change

⁵ Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services

HOVEDPRIORITERING – NORDOMRÅDENE



Foto: Cecilie von Quillfeldt

Kraftig økende nasjonal og internasjonal interesse for næringsvirksomhet i nordområdene, områdets betydning for klimautviklingen og økende geopolitisk interesse, tilsier behov for en koordinert, planlagt og tverrfaglig satsing på forskning og teknologiutvikling i nord. I tillegg til forvaltningsplanene for Barentshavet og Norskehavet foreligger strategier for polarforskning, og det er viktig forskningsinfrastruktur på Svalbard.

Det pågår per i dag betydelig forskningsvirksomhet i nord, men strategigruppen mener det er behov for styrke den marine forskningen i og for nordområdene ytterligere. Mange av strategigruppens anbefalinger på øvrige innsatsområder i strategien, er elementer i en nordområdeprioritering uten at de spesifikt er identifisert som det. Prioritering av nordområdene i denne sammenheng innebærer å løfte den marine forskningen i hele sin bredde.

Det er vesentlig mindre kunnskap og dårligere forståelse av grunnleggende fysiske og biologiske prosesser i Barentshavet og Arktis enn for områder lengre sør. På grunn av isdekke og dårlig tilgjengelighet vinterstid finnes det lite data om de fysiske og biologiske forhold fra denne tiden av året. Pågående klimaendringer og havforsuring, økt interesse for arktisk skipsfart, petroleumsressursene i området samt viktigheten av Barentshavet og Arktis som oppvekstområde for kommersielt viktige fiskebestander, gjør at det haster å forbedre kunnskapsgrunnlaget.

Det er stort behov for å kartlegge hvordan endringer i luft og havstrømmer vil påvirke tilførsel av forurensning, hvordan sammensetningen av miljøgifter som belaster arktiske økosystemer vil endre seg, og hvordan stressfaktorene, inkludert klimaendringer og havforsuring, samlet påvirker arter og økosystemer. Større aktivitet og ressursutnyttelse vil innebære utbygging av næringsliv, infrastruktur, transport og energiforsyning, og det trengs forskning for å belyse hvilke konsekvenser det har for kystbefolkning og urfolk.

Det er en rekke uavklarte havrettslige og geopolitiske forhold i området. Det er stadig økende interesse for området, ikke minst fra framvoksende økonomier i Asia. Bærekraftig forvaltning og framtidig næringsvirksomhet krever nye grunnlagskunnskaper. Dette omfatter både kartlegging av tilstanden før ny virksomhet igangsettes, og forskning og teknologiutvikling i og for virksomhet i de aktuelle områdene. Det er viktig å holde god oversikt over nasjonal og internasjonal forskningsvirksomhet i nordområdene for å sikre et hensiktsmessig grunnlag for framtidig innretning av nordområdeforskningen.

STRATEGIGRUPPEN ANBEFALER:

- Marin forskning i nordområdene bør styrkes som en nasjonal forskningsprioritering. Utviklingen i nordområdene tilsier en bred satsing på forskning og utvikling innenfor naturvitenskap, teknologi, samfunnsvitenskap og humaniora.

HOVEDPRIORITERING – HØSTING OG KULTIVERING AV NYE MARINE RÅVARER



Foto: Janne K. Gitmark, NIVA

Kultivering av marine råvarer med ulike anvendelsesområder kan bli et vekstområde langs kysten, men krever en bred tilnærming for å analysere potensialet og mulig effekter på miljøet.

Det vil bli økende knapphet på førråvarer som inngår i dagens fiskefôr, spesielt til fisk som spiser fisk. Forskning og utvikling har resultert i at alternative vegetabiliske førråvarer er tatt i bruk som erstatning for marine førråvarer. Dette har ikke redusert kvaliteten på fisken, og laksen er fortsatt en viktig kilde for omega-3 i kostholdet. I et globalt perspektiv må en økende del av matproduksjonen komme fra havet. Dermed er det overveiende sannsynlig at akvakultur vil vokse betydelig de neste tiårene. Førråvarer må i økende grad komme fra produksjon av for eksempel marine mikro- og makroalger. Dyrking av blåskjell til industrielle formål kan ha et stort potensial som kilde til både marint protein og fett.

Marine råvarer kan også møte et økende behov for fornybar energi. Dyrking av mikro- og makroalger til energiformål, som for eksempel biodrivstoff, kan gi bærekraftig og konkurransedyktig produksjon i Norge, og tillegg viktige biprodukter som

protein og mineraler/tilskudd til fôrvarer og til jordforbedring. Reetablering av tareskog kan bidra til å forbedre fiske-rekruttering og gi økt bioproduksjon langs kysten. Det vil være essensielt å utvikle ny teknologi for å realisere dette potensialet. Produksjon av mat/medisin/kosttilskudd med utgangspunkt i bioaktive komponenter i mikro- og makroalger kan også ha et potensial, jf. bioprospektering.

STRATEGIGRUPPEN ANBEFALER:

- Virkemiddelapparatet og private interesser bør sammen etablere et FoU-prosjekt for å analysere potensialet og kunnskaps- og teknologibehovet, utvikle rammer for en kunnskapsbase og utarbeide en strategi for bærekraftig høsting, kultivering, teknologiutvikling og bruk av «nye» marine og vegetabiliske fôrvarer til fiskeoppdrett, energi og andre formål.

HOVEDPRIORITERING – FISKEHELSE OG BÆREKRAFTIG, SUNN OG TRYGG SJØMAT



Foto: Marine Harvest

Fiskehelse

En langsiktig og effektiv havbruksproduksjon er avhengig av at virksomheten er bærekraftig i vid forstand. Økende oppmerksomheten om mattrygghet fra store deler av markedet for norsk sjømat, er en utfordring for norsk havbruk og sjømateksport.

God fiskehelse og lav forekomst av sykdommer er et overordnet mål ved oppdrett av fisk, enten begrunnelsen er matsikkerhet, mattrygghet, dyrevelferd eller økonomi. Forebygging av sykdommer er derfor et prioritert område i all akvakulturproduksjon.

Spredning av sykdom (inkludert lus) er en alvorlig utfordring og begrensende faktor for videre vekst i norsk havbruk. Det må legges mye sterkere vekt på forebyggende tiltak og på kunnskap om grunnleggende årsaker til tapsbringende sykdom og faktorer som påvirker spredning av sykdom. Effektive soner eller produksjonsområder er avgjørende tiltak. Teknologi er også en viktig del av dette bildet.

Oppdrettsnæringen ønsker å redusere svinnpersenten. Det er viktig å klarlegge hva drift og produksjonsforhold betyr, og hva som skyldes sykdom.

Uhildet, kunnskapsbasert dokumentasjon av viktige egenskaper ved norsk sjømat, som bærekraftig fangst og produksjon, fiskehelse, mattrygghet og sporbarhet, er grunnleggende for næringens omdømme og markedsaksept. Dokumentasjon er også viktig for å tilfredsstille krav fra eventuelle sertifiseringsordninger og for markedsføring. Norge har så langt hatt en restriktiv holdning til genmodifisert fisk og bruk av genmodifiserte fôringredienser. Det er imidlertid behov for å følge utviklingen på dette området.

Myndighetene må fortsatt ha hovedansvaret for grunnleggende forskning og dokumentasjon, mens næringen må ta ansvar for forskning i forbindelse med markedsarbeid, sporing, emballasje og logistikk.

STRATEGIGRUPPEN ANBEFALER:

- Forskning med sikte på å forebygge fiskesykdommer må videreføres og styrkes. Kunnskap om soneinndeling, arealutnyttelse, driftsformer, spredning av smittestoffer og årsaker til svinn er et viktig beslutningsgrunnlag både i forvaltning og næring. I tillegg trengs det grunnleggende og anvendt forskning om smittestoffer, forsvarsmekanismer og vaksineteknologi.
- Forskning for å dokumentere bærekraft og kvalitet på norsk sjømat gjennom hele verdikjeden må videreføres på et høyt nivå.
- Forskning og kompetansebygging om genmodifisering bør sikres på generelt nivå slik at norske forskningsmiljøer kan følge med både når det gjelder genmodifisert fisk og bruk av GMO i fôrressurser.

Sjømat og helse

Maten vi spiser påvirker helsen vår gjennom hele livet. Utfordringen er å oppnå et balansert kosthold som gir grunnlag for normal vekst og utvikling, og som sikrer god helse. Den positive helseeffekten av å spise sjømat, må dokumenteres bedre. Det trengs mer kunnskap om hvordan sjømat kan motvirke livsstilssykdommer utover den dokumenterte effekten av omega-3-fettsyrer i forbindelse med hjerte-karsykdom. Andre sentrale temaer er hvordan sjømat påvirker fysisk og mental prestasjon og kognitive evner. Forbrukerforståelse og hvordan konsumenter kan påvirkes inngår her.

Pålitelige kostholdsråd forutsetter at de baseres på dokumenterbare effekter. Dette forutsetter videreutvikling og harmonisering av metodikk for å måle helseeffekter, både gjennom spiseforsøk og modellforsøk, inkludert dyreforsøk, og det må avklares på hvilket nivå dokumentasjonen må ligge for å kunne gi grunnlag for kostholdsråd. Positive helseeffekter må også balanseres mot helserisiko ved inntak av sjømat som er forurenset med f.eks. tungmetaller. Det offentlige bør ha et hovedansvar for grunnleggende forskning og dokumentasjon.

STRATEGIGRUPPEN ANBEFALER:

- Forskning for å dokumentere kvalitetsegenskaper ved sjømat er viktig i markedsføring og salg, og må videreføres. Sammenhengen mellom sjømat og helse er sentralt i et folkehelseperspektiv og må dokumenteres bedre.

HOVEDPRIORITERING – MAT OG MARKED



Foto: Sverre Jarild

Norsk sjømatnæring har meget store utviklingsmuligheter og kan, ved riktig tilrettelegging og kunnskapsbygging, levere mange ganger dagens kvanta til det globale matvaremarkedet. En slik markedsvekst vil kreve inngående markedsforståelse, grundig identifikasjon av drivere og trender, dyp innsikt i markeds- og distribusjonssystemer, kjeder og nye omsetningsledd, innsikt i merkevarebygging for sjømat og forståelse av hva som påvirker konsumentenes valg i sluttledet. Kunnskap om markedsadgang, handelspolitikk og handelshindre, og om kulturelle forhold i de ulike markedene, er avgjørende for å utvikle markedene for sjømat videre.

Markeds- og markedsføringsforskningen i Norge i dag er fragmentert og ikke godt nok rustet til å møte framtidige krav fra sjømatnæringen. Fortsatt framgang på eksportmarkedene vil være avhengig av at det bygges opp et solidt internasjonalt forskningsmiljø innenfor markeds- og distribusjonsforskning, merkevarebygging og forbrukeratferd i Norge. Målet er å utdanne personell til innsats i både forskning og næringsliv, slik at norsk sjømatnæring kan utfordre internasjonale handelsledd og merkevarerelskaper.

Skal Norge hevde seg som sjømatleverandør til et stort internasjonalt marked, må det være relevant faglig og forskningsmessig kompetanse som denne næringen trenger. Det meste av Norges øvrige næringsliv er i råvaremarkeder og industrielle markeder, mens sjømatnæringen er ganske alene i de internasjonale forbrukermarkedene.

STRATEGIGRUPPEN ANBEFALER:

- Det bør etableres en satsing på markeds- og distribusjonsforskning, merkevarebygging og forbrukeratferd innenfor sjømat for å bygge opp et forskningsmiljø av høy internasjonal standard.

HOVEDPRIORITERING – TEKNOLOGI



Foto: Sverre Jarild

Målet med norsk fiskeri- og havbrukspolitikk er å ha en så lang og bred verdikjede innenfor marin sektor som mulig. Det innebærer å ta vare på det marine råstoffet fra fangst og produksjon, inkludert restråstoff, fram til konsument eller til industrielle produkter.

Kontinuerlig utvikling av teknologi er nødvendig for å ivareta miljø, sikkerhet og lønnsomhet innenfor havbruk, fiskeri, fiskeforedling, marin ingrediensindustri og virksomhet knyttet til bioprospektering. Marin teknologi supplert med teknologi fra maritim sektor og offshorevirksomhet, bioteknologi, IKT og nano-/materialteknologi, kan understøtte videreutvikling av lønnsom og miljøvennlig næringsvirksomhet i kyst- og havområdene. Det vil også gi mulighet for økt eksport av teknologisk utstyr. Prototyping og pilotering av nye konsepter i samarbeid mellom næringene og det offentlige, som i Demo 2000⁶ for olje- og gasssektoren, inngår i dette bildet.

STRATEGIGRUPPEN ANBEFALER:

- Næringsutøvere, utstyrsleverandører, forskning og virkemiddelapparatet bør etablere en felles satsing/koordinering på forsknings- og teknologiutvikling for fiskeri- og havbrukssektorene som utnytter muliggjørende teknologier og relevant kompetanse fra maritim og offshore sektor.
- Innenfor bioprospektering bør det prioriteres å identifisere mulige anvendelser og koble forskning og næringsinteresser.

TVERRFAGLIG OG TVERRSEKTORIELL FORSKNING

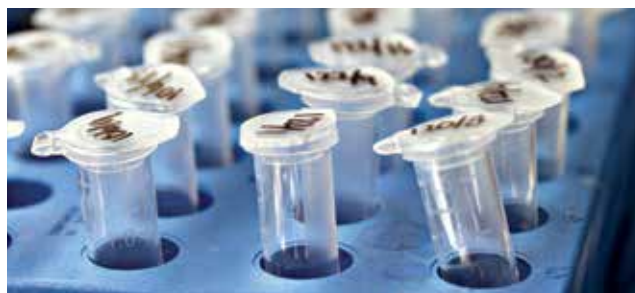


Foto: Shutterstock

Kunnskapsbehovene i marin sektor blir stadig mer kompliserte og tverrfaglige, og dette må gjenspeiles i forskningen. De store utfordringene, og realisering av de store mulighetene, er i

⁶ DEMO2000 er et program for å kvalifisere/pilotere ny teknologi på norsk sokkel. Midlene skal bidra til å forsterke næringslivets egen satsing på ny teknologi og gå til prosjekter med høy samfunnsøkonomisk nytte.

økende grad avhengig av sammensatt og tverrfaglig forskning og utvikling. Det må til enhver tid stilles spørsmål om dagens kunnskapssystem er hensiktsmessig innrettet. Strategigruppen har ikke vurdert selve strukturen i forskningssystemet, men peker på at konsentrasjon i tilstrekkelig store enheter er viktig for å unngå fragmentering av forskningen.

Det er til enhver tid begrenset tilgang på midler til forskning og utvikling, og for å få mest mulig ut av ressursene må forskning og utvikling i større grad innrettes mot å løse sammensatte problemstillinger. Virkemiddelapparatet bør innrette sin virksomhet i retning av å organisere forskningen i større prosjekter, eller plattformer, med flere deltakere. Det samme bør gjelde for institutter og universiteter/høgskoler, internt og mellom miljøene. Tilstøtende strategier, som Maritim21, Klima21 o.a., ligger tett opp til HAV21 og viser behovet for sammensatt forskning og utvikling.

STRATEGIGRUPPEN ANBEFALER:

- Forskningsmiljøene, forvaltningen, næringslivet og virkemiddelapparatet bør søke å løse utfordringene gjennom tverrfaglige og tverrsektorielle prosjekter mellom naturvitenskap, teknologi, samfunnsforskning og humaniora. Teknologitvillingen bør nyttiggjøre seg den brede norske kunnskapsbasen innenfor offshore og maritim sektor.

UTDANNING



Foto: Nicolas Tourrens, BI

For å kunne møte morgendagens utfordringer, må utdanningen av framtidens marine forskere være på høyt internasjonalt nivå. Sterk konkurranse fra utenlandske miljøer understreker behovet for å konsentrere forskning og utdanning i Norge på færre steder for å sikre kvalitet, framfor å etablere nye, fragmenterte FoU-miljøer.

Det er viktig å tiltrekke seg yngre forskere som er nærmere de holdningene og prosessene som vil prege framtiden. Studenter bør involveres i forskning på et tidlig stadium for å skape interesse og styrke rekrutteringen til forskning. Målet må være å utdanne selvstendige, kreative og konstruktive forskere, med god innsikt i grunnleggende disipliner, god kontakt med den internasjonale forskningsfronten, og en sterk vilje til å gjøre en forskjell i framtidens forskning. Det bør stimuleres til teamarbeid, gjerne i flerfaglige/tverrfaglige prosjekter, og det bør stilles krav til opphold ved utenlandske forskningsinstitusjoner under doktorgradsarbeidet.

Dagens og morgendagens studenter skal bringe forskningen videre og løse framtidens utfordringer. Norge har i dag en relativt skjev aldersfordeling i enkelte marine disipliner, mens det utdannes flere kvinner enn menn. Det er viktig for den norske marine forskningens framtid at Norge utdanner og rekrutterer unge forskere på topp internasjonalt nivå. Det innebærer et stort behov for nyrekruttering i et relativt kort tidsperspektiv. Selv om antall studenter både på master- og Ph.D.-nivå har økt kraftig på 1990- og 2000-tallet, er det viktig å rekruttere de beste til en videre forskerkarriere. Mangel på faste forskerstillinger er en utfordring. Forskningsinstituttene bør trekkes sterkere inn for å knytte utdanningen nærmere til forvaltningens og næringsens behov.

STRATEGIGRUPPEN ANBEFALER:

- Norske universiteter bør tilby en solid grunnutdanning i marine disipliner. Det bør etableres en nasjonal arbeidsdeling med basis i institusjonenes styrkeområder, både hva angår grunnleggende marine disipliner, og innenfor anvendte disipliner knyttet til forvaltning, fiskeri, havbruk og mat. Økt satsing på faste forskerstillinger og post.doc.-stillinger vil gjøre en forskerkarriere mer forutsigbar og attraktiv.

BRUK AV FORSKNING – KOMMUNIKASJON OG FORMIDLING



Foto: Jon Solberg

Forskerne må generelt bli flinkere til å formidle kunnskap og resultater og til å kommunisere med forskningens brukere og med allmennheten. Kommunikasjon og formidling er en forutsetning for at kunnskap kan tas i bruk i forvaltning og næringsliv, og grunnlaget for en opplyst samfunnsdebatt. Kommunikasjon og formidling bør være en sentral del av

forskerutdanningen og inngå alle studieretninger, spesielt på doktorgradsnivå. Forskerne trenger ferdigheter og trening i kommunikasjon, og kunnskap om formidlingskanaler og arenaer for dialog om forskning.

For forskningsmiljøene er det viktig å publisere resultatene i vitenskapelige artikler i anerkjente fagtidsskrifter. Det er viktig at norske forskere er av verdensklasse på områder der vi har sterke nasjonale interesser, og at kvalitet kommer foran volum. I tillegg må forskningsresultatene formidles slik at allmenheten kan forstå hvilken betydning forskningen har. Det er også viktig å formidle forskningsbasert kunnskap til allmenheten for å øke den generelle kunnskap om og forståelse av havets betydning.

Evne og kapasitet til å ta i bruk forskningsresultater og forskningsbasert kunnskap må bedres både i forvaltningen og næringslivet. Forskning blir i dag ikke utnyttet godt i næring og forvaltning, blant annet fordi det mangler planer

og systemer for å kommunisere resultatene. Kommunikasjon og næringskontakt må planlegges som en integrert del av prosjektene allerede ved oppstart, og det må settes av tid og ressurser til dette. Det bør legges til rette for dialog mellom forskningsinstitusjoner, utstyrsleverandører, næringsutøvere, forvaltning og samfunnet for øvrig tidlig i prosjektet, ikke minst for å sikre at forskningen er relevant og at næring og forvaltning vil ha praktisk nytte av FoU-resultatene. Involvering av brukerne og planer for kommunikasjon og formidling bør stilles som et krav ved etablering av prosjekter der det er relevant. Enighet om prosjektmålene er et viktig grunnlag for formidlingsprosessen.

STRATEGIGRUPPEN ANBEFALER:

- Opplæring i kommunikasjon og formidling bør inngå som en obligatorisk del av doktorgradsutdanningen. Forskningsprosjekter bør ha en plan for formidling og brukerkommunikasjon ved oppstart, og sluttbrukere bør i størst mulig grad involveres i forskningsprosessen.



Foto: Sverre Jarild

OPPSUMMERING



Foto: Cecilie von Quillfeldt

Norsk økonomi er i vesentlig grad basert på verdiskaping knyttet til havet, til marine ressurser og maritime muligheter. Havet representerer i tillegg viktige forvaltningsutfordringer når det gjelder klima, miljø og ressurser. Både verdiskaping og forvaltning må baseres på kunnskap fra en rekke fagområder og ekspertmiljøer. Dette må reflekteres i forskningen.

God forvaltning av havet og dets ressurser er en forutsetning for god næringsutvikling. De marine næringene har mange fasetter og lever innenfor rammebetingelser med til dels stor politisk oppmerksomhet og betydelig regelutvikling.

Fellesskapets interesser ivaretas av lovgiver og forvaltning, herunder kravet til bærekraftig utvikling. Norsk praksis med god dialog mellom aktørene på dette området er et konkurransefortrinn for norsk marin næring og kunnskapsutvikling som bør videreutvikles. Markedsmessige, teknologiske og politiske endringer skjer imidlertid raskt og stiller store krav til kunnskapsutvikling i tett samarbeid mellom næring og forvaltning.

HAV21 bekrefter at det må legges et forskningsmessig grunnlag for bærekraftig forvaltning av unike økosystemer og biologisk mangfold, og av marine ressurser som høstes eller dyrkes av næringsliv i egne farvann. Norge bør også bidra med kunnskap for forvaltning utenfor norske farvann.

HAV21 foreslår en rekke tiltak for å sikre utvikling av den kunnskapen Norge trenger. Strategigruppen anbefaler at det utarbeides en plan for implementering av strategien.

Selv om HAV21 er en FoU-strategi, kan den ikke fristilles fra den hverdagen næring og forvaltning beveger seg innenfor. Enkelte av strategigruppens anbefalinger om FoU-prioriteringer vil ha direkte relevans for rammebetingelsene for næringsutvikling og kan gi muligheter til helhetstenking, samarbeid og effektivisering.

Marin sektor er et norsk styrkeområde i internasjonal sammenheng, i likhet med den maritime sektoren og offshore-sektoren, som alle har havet som fellesnevner. Selv om det er Fiskeri- og kystdepartementet på vegne av Regjeringen som er oppdragsgiver for HAV21, vil strategigruppen understreke betydningen av alle departementene i referansegruppen (Fiskeri- og kystdepartementet, Kunnskapsdepartementet, Miljøverndepartementet, Utenriksdepartementet, Nærings- og handelsdepartementet, Olje- og energidepartementet, Landbruks- og matdepartementet og Helse- og omsorgsdepartementet) stiller seg bak HAV21-strategien. For å kunne realisere ambisjonene i HAV21, må alle departementene bruke strategien aktivt i sine prioriteringer og sine tilknyttede forsknings- og forvaltningssystemer.

MANDAT FOR STRATEGIGRUPPEN FOR HAV21

Regjeringen ved Fiskeri- og
kystdepartementet nedsatte
11. oktober 2011 en strategigruppe
for å utvikle forslag til en samlet
strategi for all marin forskning
de kommende årene.

Strategigruppen skal utarbeide forslag til en bred og samlet strategi for marin forskning og utvikling (FoU), som bygger på eksisterende kunnskap knyttet til havbruk, fiskeri og bærekraftig utnyttelse og forvaltning av de biologiske ressursene i havet og de marine økosystemene. I tillegg skal strategien peke på nye behov for kunnskaps- og teknologiutvikling. Strategien skal skape en helhetlig tenking rundt satsingen på marin kunnskap og teknologi gjennom å koble myndigheter, næringsliv og forskningsmiljøer nærmere sammen.

Mål

Målet med Hav21 er å skape en mer målrettet, helhetlig og koordinert nasjonal FoU-innsats på det marine området – for å fremme en bærekraftig (miljømessig, økonomisk og samfunnsmessig) forvaltning og utnyttelse av marine biologiske ressurser, og derigjennom bidra til den internasjonale kunnskapsutviklingen om havene.

Fokus(område) for strategien

Hav21 skal peke på kunnskapsbehov for forvaltning og næring langs hele den marine verdikjeden «fra fjord til bord». Hav21 skal foreslå tiltak som kan bidra til at kunnskap tas i bruk og peke på muligheter og koblinger mellom myndigheter, næringsliv, forskningsmiljøer og interessegrupper for kunnskapsutvikling.

Hav21 skal omfatte kunnskapsproduksjon og forskning på konsekvensene andre næringer har for marine næringer og den biologiske produksjonen i havets økosystemer, som for eksempel petroleums- og mineralutvinning, skipsfart, reiseliv og ny energiproduksjon. I tillegg vil Hav21 befatte seg med hvordan de ulike sektorene, inkludert fiskeri- og havbruksnæringen, samlet påvirker den biologiske produksjonen i havets økosystemer.



Foto: Jostein Fossnes/Fete typer

Prosess

Strategiarbeidet skal gjennomføres som en inkluderende prosess der man samler aktører som produserer eller anvender kunnskap om marine tema på tvers av marine næringer, leverandørnæringer, forskning og forvaltning. Gruppen skal gjennomføre en innledende samling av aktører og interessegrupper for å få innspill til sitt arbeid. Undergrupper kan etableres ved behov. I tillegg må kunnskapsutviklingen i norske miljøer må ses i sammenheng med internasjonale forskningsprogrammer som eksempelvis det nye europeiske programmet JPI Oceans som etableres etter norsk initiativ.

Det er etablert tilsvarende strategier og prosesser på andre områder, for eksempel Maritim21, Klima21, OG21 og Energi21. I arbeidet med Hav21 er det viktig med god kontakt med disse og andre relevante aktiviteter.

Sluttprodukt FoU-strategi

Strategirapporten skal være begrenset i omfang og skal dekke:

- Hovedbilde av dagens kunnskapsgrunnlag
- Innenfor den grunnleggende kunnskapsproduksjonen
- Innenfor den næringsretta forskningen
- Innenfor kunnskap som grunnlag for politikkutforming og forvaltning av norske kyst- og havområder og de levende marine ressursene.

Vurderinger

- Vurdere i hvilken grad dagens kunnskapsproduksjon er dekkende (styrker, svakheter, muligheter og trusler) for å nå mål.
- Vurdere om dagens kunnskapssystem er hensiktsmessig innrettet. Det skille som er etablert mellom forskning for næringsutvikling og forskning for forvaltning på FKDs område skal ligge fast.

Anbefalinger og forslag til tiltak skal omfatte følgende områder:

- Prioriterte innsatsområder innenfor grunnforskning og høyere utdanning, næringsrettet forskning og forvaltningsrettet forskning.
- Forskningsinfrastruktur.

Innenfor hvert av de anbefalte forslag til tiltak skal følgende vurderes/ hensynstas:

- Ansvarsdeling mellom offentlig og privat sektor.
- Nasjonalt og internasjonalt samarbeid (samarbeid om marine tema på tvers av næringer, leverandører, forskning og forvaltning).
- Nordområdene.
- Strategigruppen skal kun vurdere innrettingen av den offentlige forskningsinnsatsen innenfor gjeldende budsjettammer.

Tidshorisont

Oppstart høsten 2011, sluttrapport leveres høsten 2012 (senest 1. november). Norges forskningsråd skal være sekretariat for strategigruppen.

Det opprettes en departementsgruppe med representanter fra FKD, KD, MD, NHD, OED, LMD, HOD og UD som følger arbeidet i strategigruppen. Hvordan dette skal foregå, må avklares mellom departementsgruppen og strategigruppen.

Rapportering/milepæler i arbeidet vil konkretiseres nærmere. Sluttrapport skal leveres til Fiskeri- og kystdepartementet. Etter den tid er strategigruppens arbeid avsluttet. Fiskeri- og kystdepartementet vil, i samarbeid med de øvrige departementene, vurdere hvordan arbeidet med Hav21 skal tas videre.

STRATEGIGRUPPEN

Tittel	Navn	Arbeidssted
Strategidirektør	Liv Monica Stubholt (leder)	Kværner ASA
Adm. direktør	Tore Nepstad	Havforskningsinstituttet
Fiskeridirektør	Liv Holmefjord	Fiskeridirektoratet
Professor	Torger Reve	Handelshøyskolen BI
Fisker	August Fjeldskår	
Konsernsjef	Alf Helge Aarskog	Marine Harvest
Konsulent	Åse Aulie Michelet	
Adm. direktør	Harald Gjein	Mattilsynet
Fylkesmann i Nordland	Hill-Marta Solberg	
Konsernsjef	Unni Steinsmo	Sintef
Professor	Olaf Styrvold	Universitetet i Tromsø
Avdelingsdirektør	Christina Abildgaard	Norges forskningsråd
Adm. direktør	Arne Karlsen	Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond
Professor	Helge Drange	Universitetet i Bergen/Bjerknessenteret
Generalsekretær	Nina Jensen	World Wildlife Fund
Seniorrådgiver	Cecilie von Quillfeldt	Norsk Polarinstitutt
Avdelingsdirektør	Yngve Svarte	Direktoratet for naturforvaltning
Avdelingsdirektør	Signe Nåmdal	Klima- og forurensningsdirektorat

ARBEIDSGRUPPE FORVALTNING

Tittel	Navn	Arbeidssted
Forskningsdirektør	Geir Hønneland (leder)	Fridtjof Nansen institutt
Professor	Bjørn Hersoug	Universitetet i Tromsø
Fagsjef	Einar Lystad	Norsk olje og gass
Sjefingeniør	Ingvild Riisberg	Klima- og forurensningsdirektoratet
Forskningsdirektør	Reidar Toresen	Havforskningsinstituttet
Fagdirektør	Peter Gullestad	Fiskeridirektoratet
Seniorrådgiver	Knut Baar	Kystverket
Generalsekretær	Maren Esmark	Naturvernforbundet
Professor	Anders Elverhøi	Universitetet i Oslo
Seniorrådgiver	Lars Johansson	Helsedirektoratet
Seniorrådgiver	Ingrid Bysveen	Direktoratet for naturforvaltning
Professor	Peter M. Haugan	NERSC/Universitetet i Bergen
Professor	Trond Amundsen	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

ARBEIDSGRUPPE FISKERI

Tittel	Navn	Arbeidssted
Rådgiver	Jan Henrik Sandberg (leder)	Norges Fiskarlag
Forskningssjef	Vegar Johansen	Sintef Fiskeri og havbruk
Forsker	Arill Engås	Havforskningsinstituttet
Produktsjef	Kjell Ramberg	SIMRAD
Direktør	Helge Hammersland	Scantrol
Professor	Michaela Aschan	Universitetet i Tromsø
Forsker	Geir Ottersen	Havforskningsinstituttet
Daglig leder	Lars Olav Lie	Liegruppen
FoU-koordinator	Rita N. Maråk	Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond
Seniorrådgiver	Aase-Merethe Remøy	Innovasjon Norge

ARBEIDSGRUPPE HAVBRUK

Tittel

Viseadm. direktør
Fagsjef, havbruk
Forskningssjef
Salgsjef
Direktør
Prosjektleder
Divisjonsdirektør
Fagdirektør
Faggruppeleder
Adm.dir
Leder havmiljøprogram
Technical Manager

Navn

Einar Wathne (leder)
Kjell Maroni
Olav Breck
Torild Lohne
Edel Anne Norderhus
Marianne Waage Fougner
Olai Einen
Roar Gudding
Geir Lasse Taranger
Karls Almås
Karoline Andaur
Harald Sveier

Arbeidssted

Cermaq/EWOS innovasjon
Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond
Marine Harvest
Sævareid fiskeanlegg
Pharmaq
Statoil
Nofima
Veterinærinstituttet
Havforskningsinstituttet
Sintef fiskeri og havbruk
World Wildlife Fund
Lerøy Seafood ASA

ARBEIDSGRUPPE MAT

Tittel

Forskningssjef
Fagsjef
Direktør
Direktør
Salg/kvalitetssjef
Driftssjef
Utviklingsdirektør
Daglig leder
Forskningssjef
Forskningssjef
Professor
Regionsdirektør

Navn

Ragni Ofstad (leder)
Berit A Hanssen
Egil Sundheim
Morten Hyldborg Jensen
Arnt Olav Aarseth
Gunnar Domstein
Anne Hilde Midttveit
Kjartan Sandnes
Marit Aursand
Livar Frøyland
Klara Stensvåg
Bjørn Røthe Knutsen

Arbeidssted

Nofima
Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond
Norges sjømatråd
Aker Seafood
Br. Aarseth AS
Norway Pelagic ASA
Halvard Lerøy AS
Marine Bioproducts
Sintef Fiskeri og havbruk
NIFES
NFH/Universitet i Tromsø
Mattilsynet

Sekretariatet i Norges forskningsråd

Lars Horn (ansvarlig)
Anne Ditlefsen
Nina Hedlund
Svein Hallbjørn Steien
Unni Røst
Elin Vikane



Arbeidsgruppene anbefaler

Arbeidsgrupper innenfor forvaltning, fiskeri, havbruk og mat har utarbeidet egne rapporter med anbefalinger for områdene. Disse er basert på innspillene som kom inn i prosessen.

ARBEIDSGRUPPENES OVERORDNEDE PRIORITERINGER – SAMMENDRAG

Som en toneangivende marin nasjon er Norge avhengig av bred innsats innenfor marin forskning og teknologiutvikling. I erkjennelse av at temane er svært brede og sammensatte, har gruppene diskutert hvilke temaer som bør gis en relativt større tyngde enn andre, uten dermed å undergrave betydningen av dagens brede tilnærming.

Underlaget for arbeidsgruppenes overordnede prioriteringer, anbefalinger og forslag for å styrke FoU-innsatsen på sitt område, finnes i deres vedlagte rapporter. Her følger et sammendrag av arbeidsgruppenes overordnede prioriteringer.

Forvaltning – Prioriterte kunnskapsbehov og temaer for forsterket FoU-innsats

■ Kunnskap om økosystemet

- Kunnskap om økosystemet og endringer i det, er grunnleggende for all aktivitet og utnyttelse av ressursene i havet og langs kysten. Det er av avgjørende betydning at det er vedvarende innsats på grunnleggende forskning for å sikre nasjonale interesser, bidra til den internasjonale kunnskapsutviklingen og til å være en global aktør.
- Norge må gi utdanning i verdenstoppen i marine disipliner, på alle nivå og over et bredt spekter av fag.
- Legge til rette for å formidle resultater fra forskningen slik at kunnskapen kan tas i bruk.

■ Menneskelig påvirkning

- Kunnskap om menneskets påvirkning på økosystemet, det være seg forurensning, arealbeslag, havforsuring, høsting og klimagassutslipp etc., for å kunne regulere menneskelig aktivitet. Spesielt er det et stort behov for å se på samvirke mellom flere av disse påvirkningsfaktorene, og hvilke effekter det har på miljøet.

■ Nordområdene

- Kraftig økende nasjonal og internasjonal næringsvirksomhet, områdets betydning for klimautviklingen og økende geopolitisk interesse, tilsier behov for en koordinert, planlagt og tverrfaglig satsing på forskning og teknologi.

■ Teknologi

- Vedvarende satsing på ny teknologi for operasjonalisering av forskning. Dette er tydeligere på det marine enn på andre områder, siden det marine miljøet ikke «ligger i dagen».
- Vedlikehold av etablerte og utvikling av nye tidsserier og ny overvåkings- og kartleggingsteknologi, er forutsetning for forsvarlig forvaltning og næringsvirksomhet.
- Det må utvikles ny fangstteknologi som ivaretar seleksjon av arter som fiskes, krever mindre energi, reduserer skader på bunnen og ivaretar fiskevelferd.

■ Havrettslig og samfunnsfaglig forskning

- Studere hvordan virksomhetene i kyst- og havområdene reguleres av et stort antall internasjonale avtaler, lover og forordninger som griper inn i hverandre, belyse hvordan de implementeres, hvordan de hemmer planlegging og samarbeid i forvaltningen og hvordan de kompliserer næringsvirksomhet.
- Økende konkurranse om arealer i kystområdene og interessen for nordområdene, forsterker behovet for å se dette i sammenheng.

FISKERI – Prioriterte kunnskapsbehov og temaer for forsterket FoU-innstas

■ Økosystemforståelse

- Grunnleggende kunnskap om økosystemet, inkludert endringer som følge av klimaendringer, havforsuring og forurensning, hvordan variasjon i artene påvirker hverandre gjennom fangst og naturlige mekanismer, og hvordan fiskeriene bør tilpasses et havmiljø i endring.
- Økosystembaserte forvaltningsmodeller basert på både forvaltningens og fiskernes erfaringer.

■ Et rent hav- og fjordmiljø

- Kunnskap om effekter av fremmedstoffer og miljøgifter, sjødeponier for gruvedrift, beskyttelse av områder for matproduksjon.
- Etablere et sanntids overvåkingssystem for fjord- og kystområdene.

■ Sjøsikkerhet og HMS

- Utfordringen er i første rekke å innarbeide gode HMS-rutiner om bord i fartøyene, men også utvikle nytt utstyr etc. som bedrer sikkerheten.

■ Arealbruk og sameksistens

- Økt konkurranse om fjord-, kyst- og havområdene gir behov for kunnskap som legger grunnlag god «sameksistens» mellom ulike interesser, som fiske, havbruk, turisme, skipsfart, etc.
- Samordning av regelverk som griper inn i hverandre og som derved kan gjøre bruk og vern lettere å håndtere.

■ Næringsrettet teknologiprogram

- Etablere et felles, koordinert, næringsrettet teknologiprogram for norsk fiskeri- og havbruksnæring, hvor næringsaktører og utstyrsleverandører deltar, med vekt på bl.a. ressurs- og miljøvennlig produksjon og høstning.

■ Alternative fangstmetoder

- Fangstmetoder som også fokuserer på sluttproduktet og bidrar til økt lønnsomhet.

HAVBRUK – Prioriterte kunnskapsbehov og temaer for forsterket FoU-innsats

■ Internasjonalt perspektiv

- Kunnskap som basis for norsk eksport av fisk, havbruksutstyr og -tjenester.
- Sikre norsk kompetanseutvikling gjennom internasjonalt samarbeid.
- Tilpasse norsk havbrukskompetanse som et viktig bidrag til den framtidige globale matforsyningssituasjonen.

■ Økosystemet – et rent fjord- og kystmiljø

- Kunnskap om fjord- og kystområdenes produksjons- og tåleevne.

■ Flerbruk av fjord- og kystarealene

- Økt bruk av fjord- og kystområdene til ulike formål og virksomheter gjør det nødvendig å tilnærme seg problemstillingene på en helhetlig måte.
- Et klarere og smidigere regelverk for næringsvirksomhet i fjord- og kystområdene.
- Rettslig beskyttelse av fjord- og kystområdene med hensyn til matproduksjon.

■ Teknologi

- For å drive teknologiutviklingen videre bør det etableres en teknologisatsing hvor teknologier og kunnskap fra marin sektor kombineres med tilsvarende innenfor maritim sektor og offshoresektoren, hvor også «de muliggjørende» teknologiene IKT, nanoteknologi og bioteknologi inkluderes.
- Næringen har behov for felles pilotanlegg og infrastruktur av ulike slag. Næringen, FoU-miljøene og det offentlige bør samarbeide om å utrede behov og finansiere anleggene.
- Bioteknologi innenfor genomikk og prosesser vil få økende betydning i framtiden.

■ Dokumentasjon av fiskehelse og sjømat

- Uhildet dokumentasjon av fiskehelse og sjømat med hensyn til bærekraft, matsikkerhet og sporbarhet er grunnleggende for næringens omdømme, markedsaksept og markedsføring.
- Myndighetene må fortsatt ha hovedansvaret, sikre tilstrekkelig finansiering og organisere arbeidet på en måte som står for eventuell kritikk.

■ «Nye» marine råvarer

- Kunnskap om nye førkilder som kan supplere protein og fett fra fisk må finnes. Det er muligheter for fangst på lavere trofiske nivåer av marine organismer, dessuten ligger et potensial i dyrking av mikro- og makroalger.

■ Grunnforskning og utdanning

- Grunnforskningsmiljøene bør kobles enda sterkere til de anvendte forskningsmiljøene og havbruksinfrastrukturen.

■ Organisering og infrastruktur

- Forskningsmiljøene bør stimuleres til å foreslå prosjekter av tverrfaglig og tverrsektoriell karakter framfor enkeltsøknader i sin henvendelse til forskningsfinansierende instanser.
- Det offentlige og næringen bør sammen utarbeide en nasjonal strategi og plan, der oversikt over hvilke infrastrukturer av alle slag havbruksnæringen har behov for som grunnlag for videre utbygging og finansiering.

MAT – Prioriterte kunnskapsbehov og temaer for forsterket FoU-innsats

■ Sjømat og helse

- Dokumentasjon av helseeffekter av sjømat som en del av kostholdet; forbrukerforståelse, livsstilsykdommer, fysisk og mental utvikling, helseeffekter og for mennesker i ulike livsstadier.

■ Teknologi

- Miljøvennlig prosesseteknologi som innebærer utvikling av automatiserte produksjonslinjer for foredling av alt råstoff.
- Etablere en teknologilandsby, Fish factory for the future, for å utvikle prosesseteknologi som kan sikre framtidig foredling i Norge.

■ Totalutnyttelse av råstoffet

- Marint råstoff har mange anvendelsesmuligheter og utnyttelsen er avhengig av teknologi (se over) og logistikk som involverer leverandører og kjøpere av råstoff, deres geografiske plassering, og lønnsomhet i hvert ledd. Det er behov for en analyse som belyser flyt av råstoff, teknologi og lønnsomhet i sammenheng.

■ Globale rammebetingelser

- Handelspolitiske forhold er til enhver tid bestemmende for norske sjømatprodukters adgang på globale markeder. Kunnskap om globale rammebetingelser for sjømatnæringen i sammenheng med merkevaredrevet og omdømmedrevet verdioptimalisering. Kunnskap om betingelser som er avgjørende for markedssituasjonen globalt ut fra WTO, FAO, m.v.

■ Bioprospektering

- Grunnleggende kunnskap og kartlegging av bioaktive komponenter i marine organismer er under oppbygging. Et regelverk for intellektuelle rettigheter (IPR) bør komme på plass. Det er stor variasjon i anvendelsesmuligheter, og uttesting og oppskalering mot spesifikke anvendelser bør identifiseres.
- Tidlig kobling mellom forskningsmiljø og næringsvirksomhet vektlegges.



FORSKNING FOR FORVALTNING

Innledning	38
Temaer som bør være gjennomgående	39
Prioriteringer	39
Tema som er spesifikke for egen sektor	40
Økosystemer	40
Høsting	41
Klima og havforsuring	41
Forurensing og mattrygghet	42
Fiskehelse og fiskevelferd – miljøeffekter av havbruk	43
Kyst	44
Havrettslig og samfunnsfaglig forskning	45
Framkommelighet, logistikk og sjøsikkerhet	46
Spesifikk teknologi/kunnskap som kan virke utløsende	47
Privat – offentlig ansvar	47
Internasjonalt FoU-samarbeid	47
Nordområdene	48
Bruk av forskning – formidling	49
FoU-infrastruktur	49
Grunnforskning/utdanning	50
Grunnforskning	50
Utdanning	51

Rapport fra arbeidsgruppe 1

FORSKNING FOR FORVALTNING



Foto: Kjøttan Mæstad/Havforskningsinstituttet

Grunnleggende forskning og
god forvaltning i hele dens
bredde er grunnlag for god
og bærekraftig næringspolitikk.

INNLEDNING

Forskning for forvaltning i HAV21-sammenheng omhandler kunnskap om mangfoldet i havet og helhetlig havforvaltning. I dag er norsk fiskeri- og havforvaltning i verdensklasse, og våre helhetlige forvaltningsplaner er blitt en reell «eksportartikkel» både bistandspolitisk og i annen internasjonal utveksling av marin forvaltningspraksis. Norge nyter allmenn internasjonal respekt innenfor hele spekteret av den marine sektoren. Havbruk, turisme, skipsfart og energiproduksjon er virksomheter som krever kyst- og havarealer, samt havrom, og som må trekkes inn i helhetsvurderingene. Forvaltning har innflytelse på norsk virksomhet i hele kunnskap- og verdikjeden, dessuten har norsk forvaltningskunnskap og -praksis betydelig overføringsverdi i global sammenheng.

God forvaltning i hele dens bredde er samtidig god næringspolitikk i et bærekraftig perspektiv. Derfor er det så viktig at forvaltning og næring lykkes i et nært samarbeid. Det setter krav til god dialog og vilje til omforente løsninger. Det er godt klima for slike diskusjoner i Norge, men samtidig rom for forbedringer.

God hav-, fiskeri- og havbruksforvaltning er særlig viktig sett i lys av en stadig økende befolkning med hensyn til å produsere nok mat, men også av et stadig mer kresent, godt betalende marked for norsk sjømat som setter krav til dokumentasjon av produksjon og helseeffekter. Forvaltningen og næringen må forholde seg til disse kontrastene. Felles er krav om at sjømaten kommer fra bærekraftig forvaltede økosystemer, som på samme tid er kontinuerlig i endring som følge av klimaeffekter, forurensning og menneskelig høsting og annen bruk.

Havforvaltning er også geopolitikk. Andre lands økende interesse for nordområdene med hensyn til de biologiske ressursene, til mineralressursene og ikke minst de store olje- og gass ressursene i Arktis tilsier at nordområdene har en spesiell aktualitet. Andre lands interesser er også knyttet til Arktis' betydning for den globale klimautviklingen. Dette peker på behovet for en særdeles bred og sammensatt kunnskapsbase som basis for god og respektert forvaltning og næringsutøvelse.

Norge bør ha som siktemål å utvikle marin forskning av fremragende kvalitet, målt mot det beste av internasjonal forskning. Vitenskapelig kvalitet og originalitet skal kjennetegne framtidig marin forskning i Norge. Et sentralt element for å sikre kvalitet og originalitet er stimulering av forskerinitiert, nysgjerrighetsdrevet forskning med vekt på kvalitet og internasjonal vitenskapelig relevans, målrettet forskning innenfor naturvitenskap, teknologi og samfunnsvitenskap, dessuten mekanismer for å ta denne forskningen videre mot anvendelse innenfor forvaltning og næringsvirksomhet.

TEMAER SOM BØR VÆRE GJENNOMGÅENDE

- **Utvikle kunnskapsgrunnlaget for økt marin verdiskaping basert på prinsippet om økologisk, økonomisk og sosial bærekraft.**
- **Utvikle kunnskapsgrunnlaget for bærekraftig forvaltning av marine ressurser, økosystemer og biologisk mangfold.**

Nytenkning og nyvinning

Norsk marin forskning skal kjennetegnes av vitenskapelig nytenkning, nyvinning og dristighet. Vi skal våge å stille de nye viktige spørsmålene, og gjennom vitenskapelige nytenkning svare på disse på en måte som åpner for ny forståelse av våre marine ressurser og for bruk av våre havområder. Det er ikke lett å vite hva vi ikke vet. Det er alltid lettest å definere et kunnskapshull tett inntil et område der mye er kjent, mens store uutforskede områder forblir utenfor radaren.

De uløste mysteriene

Forståelsen av havene, både i Norge og internasjonalt, er fortsatt svært mangelfull i forhold til den kunnskap vi har om landjorden. Havene rommer uløste mysterier som vil gi spennende og viktige utfordringer til vitenskapelig kreativitet, talent og pågangsmot i uoverskuelig framtid. Mysteriene må angripes med et bredt sett av vitenskapelige verktøy, fram mange ulike disipliner. Løsningen av slike mysterier vil gi oss en bedre forståelse av hvordan havene «virker», og dermed et bedre grunnlag for en økologisk, samfunnsmessig og økonomisk bærekraftig utnyttelse av havet og dets ressurser.

Langsiktig bærekraft

Norsk havforskning må ha som siktemål å skape kunnskapsgrunnlag for en langsiktig bærekraftig utnyttelse og forvaltning av hvordan vi utnytter havet og de marine ressurser, ikke bare i Norge men også internasjonalt. Langsiktig bærekraft innebærer ikke bare at bestander som høstes sikres for framtiden, men også at høstingsregimer, havbruk og annen

utnyttelse av marine ressurser ikke har store negative effekter på annet liv i havet. Det innebærer videre at ressursene høstes på en økonomisk effektiv og sosialt legitim måte.

Bevaring av havets biomangfold

Havene har et stort biomangfold som må sikres for ettertiden. Vi har langt igjen før dette mangfoldet er kartlagt og samspillet forstått. Både i Norge og internasjonalt trengs forskning på hvordan ulike menneskelige aktiviteter (fiske, petroleumsvirksomheten, skipstrafikk, gruvevirksomhet og havbruk) og forvaltning av havressurser påvirker havets biomangfold, og hvordan havressursene kan utnyttes på en slik måte at mangfoldet ikke forringes.

Grunnleggende og anvendt forskning i samspill

Norsk marin forskning bør videreutvikles i et tett og dynamisk samspill mellom grunnleggende og anvendt, næringsrelatert forskning. God anvendt forskning hviler på og er avhengig av en solid basis av grunnleggende forståelse av marine systemer og prosesser, innenfor alle relevante fagfelt. Samtidig kan anvendte problemstillinger ofte reise viktige grunnleggende vitenskapelige spørsmål. Norge trenger derfor en sterk innsats og kompetanse både innen grunnleggende marin forskning, og forskning rettet mot kort- og langsiktig utnyttelse og forvaltning av havets ressurser. I den grunnleggende forskningen står forskerinitiert, nysgjerrighetsdrevet forskning med vekt på høy internasjonal kvalitet sentralt.

PRIORITERINGER

Som en toneangivende marin nasjon er Norge avhengig av bred innsats innenfor marin forskning og teknologiutvikling. I rapportens øvrige kapitler har arbeidsgruppen diskutert viktige utfordringer og kunnskapsbehov. I erkjennelse av at temaet er svært bredt og sammensatt, har gruppen diskutert hvilke tema som bør gis en relativt større tyngde enn andre, uten dermed å undergrave betydningen av dagens brede tilnærming. Arbeidsgruppen anbefaler å legge vekt på følgende tema på overordnet nivå. Innholdet i disse er diskutert mer i bredden andre steder i dokumentet. Arbeidsgruppen poengterer videre at operasjonalisering av punktene må skje i kjølvannet av HAV21 og anbefaler at det nedsettes grupper for å utrede disse.

Kunnskap om økosystemet

Kunnskap om økosystemet, og endringer i det, er grunnleggende for all aktivitet på, og utnyttelse av ressursene i, havet og langs kysten. Det er av avgjørende betydning at det er vedvarende innsats på grunnleggende kunnskap for å sikre nasjonale interesser, bidra til den internasjonale kunnskapsutviklingen og til å være en global aktør.

Menneskelig påvirkning

Kunnskap om menneskets påvirkning på økosystemet, det være seg forurensning, arealbeslag, havforsuring, høsting og klima etc., er avgjørende for å kunne regulere menneskelig aktivitet. Spesielt er det et stort behov for å se på samvirke mellom flere av disse påvirkningsfaktorene, og hvilke effekter det har på miljøet. Marin forvaltning er i realiteten regulering

av menneskelig påvirkning av det marine miljø. Vi trenger derfor kunnskap om grenseverdier for når forvaltningen bør gå inn og foreta tiltak for å begrense aktuelle påvirkninger.

Nordområdene

Nasjonal og internasjonal næringsvirksomhet, områdets betydning for klimautviklingen og økende geopolitisk interesse for nordområdene tilsier behov for en koordinert og planlagt satsing på forskning og teknologi som inkluderer en rekke elementer, og som er beskrevet i andre deler av dokumentet, dessuten tverrfaglig forskning mellom disse.

Teknologi

Operasjonalisering av forskning krever vedvarende satsing på ny teknologi. Innenfor det marine området er dette tydeligere enn ellers, siden det marine miljøet ikke «ligger i dagen».

- Vedlikehold av etablerte og utvikling av nye tidsserier og ny overvåkings- og kartleggingsteknologi, i kombinasjon med modeller, er forutsetningen for forsvarlig forvaltning og næringsvirksomhet. Utstyret er kostbart og det trengs nye løsninger for rasjonell og kostnadseffektiv drift av systemene. Dette punktet knytter seg også opp mot punktene «Kunnskap om økosystemet» og «Nordområdene» over.
- I lys av økt fokus på ivaretagelse av fiskeriressursene og den oppmerksomhet som rettes mot dagens høstingsmetoder, er det behov for ny fangstteknologi som reduserer energiforbruket, ivaretar seleksjon av arter som fiskes, reduserer skader på havbunnen og ivaretar fiskevelferden.

Rettsvitenskapelig forskning

Virksomhetene i kyst- og havområdene reguleres av et stort antall nasjonale og internasjonale avtaler, lover og forordninger som griper inn i hverandre. Det er et overordnet behov for å belyse hvordan disse griper inn i hverandre, hvordan de implementeres, hvordan de hemmer planlegging og samarbeid i forvaltningen og hvordan de kompliserer næringsvirksomhet. Økende konkurranse om arealer i kystområdene og interessen for nordområdene, aksentuerer behovet for å se dette i sammenheng.

TEMAER SOM ER SPESIFIKKE FOR EGEN SEKTOR

Utvikle kunnskapsgrunnlaget forvaltningen trenger for å kunne bidra til økt marin verdiskaping basert på prinsippet om bærekraft.

Økosystemer

Norge er et land med enorme biologiske havressurser. Disse spenner fra kystøkosystemer i fjordlandskapet til økosystemer langt til havs, fra tempererte økosystemer langs Syd-Norges kyst til ishavet i nord. De omfatter økosystemer i de frie vannmassene og på bunnen, og på grunt og dypt vann. Økosystemene består av havbunn, vannsøyle, havstrømmer og organismer på alle nivåer, samt deres genetiske struktur, og kjennskap til disse parameterne og samspillet mellom dem er helt avgjørende for å drive en kunnskapsbasert forvaltning.

De rike økosystemene langs norskekysten og til havs har gitt grunnlaget for bosettingsstruktur og samfunnsutvikling langs kysten, og har historisk vært en grunnpilar i norsk økonomi, både lokalt og nasjonalt. Norge har høstet en lang rekke store fiskebestander, med torsk og sild som de økonomisk viktigste. Gjennom mer enn 100 år har Norge bygget opp en omfattende forskningsvirksomhet knyttet til de viktigste artene vi høster. I dag er utbredelse og bestandsutvikling av sentrale fiskearter godt kartlagt, og har dannet grunnlag for et omfattende og godt forvaltningsregime som i internasjonal sammenheng framstår som en stor suksess. Arbeidet med de helhetlige forvaltningsplanene for havområdene er et resultat av dette.

Til tross for god forvaltning ser vi store og ofte uforutsigbare variasjoner i reproduksjon og bestandsstørrelse hos de fleste av våre kommersielle fiskeslag. Forståelsen av hva som forklarer slike variasjoner, og hvordan rekruttering, livshistorie og økologi spiller sammen, er fortsatt begrenset. Hvordan økologisk kunnskap skal kunne brukes i samordnet forvaltning av fiskebestander er fortsatt på begynnerstadiet.

De artene vi høster utgjør en svært liten del av havets biodiversitet, men det aller meste av norsk havforskning har historisk vært rettet mot høstbare arter. Dette betyr at kunnskapen om mangfoldet av organismer i havet i dag er mangelfull: det er enda mye vi ikke vet om hvilke ressurser havet byr på men som kanskje kan utnyttes i framtiden.

I dag er det en hovedutfordring, både nasjonalt og internasjonalt, å kartlegge og forstå havets biodiversitet, og hvordan organismene i havet påvirker hverandre. Slik grunnleggende forståelse av havets organismer og økosystemer er sentralt for å bevare biomangfold og havressurser for framtiden, men også som grunnlag for høsting og utnyttelse av andre marine ressurser enn de vi i dag utnytter, ikke minst lavere ned i næringskjedene.

For å forstå marine ressursers dynamikk trenges forskning om blant annet fysiologi, økologi, atferd, evolusjon og genetikk hos relevante organismer. Vi trenger også en styrket kunnskap om systematikk og bevaringsbiologi. Det trenges videre mer kunnskap om hvordan fysiske og kjemiske prosesser påvirker livsvilkår og produktivitet hos marine organismer.

Norske marine økosystemer er mangfoldige, rike og varierte. Å kartlegge, forstå og forvalte disse for framtiden vil kreve en stor forskningsinnsats i årene som kommer. Her har Norge også et internasjonalt ansvar for økosystemer og ressurser som er unike i verdensmålestokk, og som er viktige ikke bare for oss men også for andre nasjoner.

ANBEFALINGER:

- **Det må settes inn en bred forskningsinnsats for å kartlegge og forstå havets økosystemer, arter og variasjoner innen artene. Dette krever bidrag fra et bredt utvalg av vitenskapelige disipliner. Hele den vitenskapelige verktøykassa må brukes men også videreutvikles: fra observasjonsmetodikk via molekylærbiologi, mikrobiologi og fysiologi, økologi og evolusjon til matematisk modellering av økosysteminteraksjoner.**

- Forskning for å forstå mekanismene bak bestandsdynamikken til arter som i dag høstes kommersielt må styrkes. Her står livshistorie og prosesser knyttet til rekruttering sentralt.
- Forskningen på sentrale byttedyrs biologi og betydning i økologien til kommersielle arter (jf. rauåte) må styrkes.
- Forskning for å forstå hva som påvirker artene og hvordan artene påvirker hverandre som grunnlag for samordnet forvaltning av marine ressurser (flerbestandsforvaltning) må styrkes.
- Vi trenger en styrket forskningsinnsats for å kartlegge og forstå de organismene og prosessene i marine økosystemer som ikke er direkte knyttet til fiske, fangst og oppdrett, men som er av betydning for økologiske prosesser og biodiversitet.
- I dag utnyttes bare et fåtall marine organismer kommersielt, og mange av disse står «høyt oppe i næringskjedene». Det er viktig å legge et forskningsmessig grunnlag for bærekraftig høsting av et bredere spekter av marine organismer, særlig lenger ned i næringskjedene (alger, krepsdyr, plantespisende fisk, etc.).
- Havets økosystemer er i forandring, grunnet naturlige og menneskeskapte endringer. Ikke minst gjelder dette i våre nordlige havområder, men også i Nordsjøen og Norskehavet. Slike endringer må kartlegges og overvåkes og det fremmes forskning for å forstå prosessene bak disse endringene med sikte på hva konsekvensene av slike endringer blir for havmiljøet og livet i havet.
- Øke kunnskapsgrunnlaget for å kople og vurdere samlet belastning av menneskelig påvirkning på effekter i økosystemet.
- Øke kunnskapsgrunnlaget for miljøeffekter og miljøkonsekvenser på økosystemet.

Høsting

Langt på vei er fiskeressursene i norske farvann fullt utnyttet, men det ligger et potensial for økt bærekraftig verdiskaping ved å optimalisere beskatningsnivået ytterligere. Til det trengs det fortsatt løpende overvåking av fiskeressursene i kyst- og havområder som grunnlag for bestandsestimering og rådgivning vedrørende fangst, og det er behov for utvidet kartlegging og overvåking av ressursene i kystsonen. De gjeldende forvaltningsstrategier og høstingsregler (MEY, MSY) bør revideres og videreutvikles. Det må være en ambisjon gradvis å kunne utvide det biologiske kunnskapsgrunnlaget slik at flerbestandssammenhenger kan tas hensyn til ved utforming av høstingsreglene (flerbestands-MEY).

Det ligger også et potensial for økt verdiskaping gjennom ytterligere forbedringer av beskatningsmønstret. Det er gjort beregninger som viser at de tiltakene som allerede er gjennomført for å øke gjennomsnittlig beskatningsalder for norsk arktisk torsk fra 5,0 år på 1970-tallet til nærmere 6 år i dag, innebærer årlig økt avkastning fra bestanden på 11 %. Med dagens kvotenivå innebærer dette en årlig økning i fangstinntektene på hele 875 mill. kr.

ANBEFALINGER:

■ Optimalt beskatningsnivå

- Som ledd i utviklingen av en økosystembasert fiskeriforvaltning er det et særlig behov for utvikling av kostnadseffektive metoder for overvåking og forvaltning av sårbare ressurser med begrenset kunnskapsgrunnlag og begrenset potensial for økonomisk avkastning.
- Behov for anvendt bioøkonomisk forskning for å utforme høstingsreglene. Det trengs kunnskap om potensial for, og ikke minst konsekvenser av høsting på lavere trofisk nivå, for eksempel fangst av raudåte.
- Styrke anvendt forskning innen matematikk og statistikk rettet mot marin ressursforvaltning

■ Optimalt beskatningsmønster

- Det trengs redskaps- og teknologiutvikling både for å øke avkastningen og for å redusere negative effekter av fiske. Stikkord er å forbedre arts- og størrelsesselektivitet samt produktkvalitet, fiskevelferd og å redusere utkast, bidødelighet og bunnpåvirkning. Her er det behov både for forskning for å forbedre eksisterende fangstteknologier og framtidsforskning på helt nye og mer miljøriktige måter å fiske på.

- Genetiske effekter av fiske: Det er behov for å undersøke om måten det fiskes på kan ha negative genetiske bestandseffekter, og i så fall hvilke konsekvenser dette kan ha for forvaltningsstrategier og hva som er et optimalt beskatningsmønster.

- Effekten av overfiske av toppredatorer på framvekst av mindre fisk og kaskadeeffekter videre nedover i økosystemet

- Forbedret ressurskontroll: En streng kontroll med fangstuttak, fangstselektivitet og utkast er av vesentlig betydning for en vellykket ressursforvaltning. I den forbindelse trengs det metode- og teknologiutvikling både for å bedre kunnskapen om artssammensetning og reelt fangstuttak målt i mengde, og for å effektivisere og forbedre en risikobasert ressurskontroll.

Klima og havforsuring

I tillegg til de regionale påvirkningene fra høsting, forurensning og annen menneskelig aktivitet er havmiljøet også påvirket av globale miljøendringer og av mellomårlig variabilitet i atmosfære og hav. Økte konsentrasjoner av klimagasser i atmosfæren vil i et lengre perspektiv føre til endringer i havklima og forsuring av havene. For å forstå effektene av lokale påvirkningsfaktorer på det marine miljø og å utvikle forvaltningsregimer, er det nødvendig å kartlegge de globale faktorene og forstå deres regionale effekter. Lange tidsserier fra det marine miljø koplet med moderne observasjoner av flere biologiske variable er vesentlig for å avdekke effekter av klimavariasjoner. For havforsuring finnes det ikke så gode analogier til dagens påvirkningsregime. Prosesstudier kan gi grunnleggende forståelse av bl.a. fysiologiske og økologiske mekanismer.

ANBEFALINGER:

- Utnytte eksisterende og etablere nye lange tidsserier i norske farvann som grunnlag for å forbedre forståelsen av havklimavariasjoner og deres effekter (se under «Infrastruktur»)
- Innarbeide samvirket mellom klimavariasjoner, forurensning og andre påvirkninger i økosystem-modeller
- Styrke grunnleggende forståelse av hvordan klimaendringer og havforsuring påvirker organismer og økosystemer
- Kunnskap om de sosioøkonomiske konsekvensene for sjømat-sektoren av klimaendringene
- Bidra til reduserte klimagassutslipp gjennom reduserte utslipp av klimagasser fra fiskeflåten, på samme måte som fra skipsfart generelt.
- Økt kunnskap om geografisk variasjon, naturlige svingninger og langsiktige studier i pH og karbonsystem.

Forurensning og mattrygghet

Utfordringer knyttet til forurensning blir mer og mer aktuelle ettersom kyst- og havområdene utsettes for større belastning i form av petroleumsutbygginger, skipstrafikk, fiske, havbruk, land- og kystbaserte aktiviteter og gruvevirksomhet. Tilførsler av en del tradisjonelle miljøgifter er redusert, men «gamle miljøgifter» vil fremdeles representere betydelige problemer i årene fremover. Påvirkning av ytre faktorer vil kunne gi økt nedbør og dermed økt utvasking av tradisjonelle miljøgifter. Tidligere tiders utslipp av miljøgifter ligger også sedimentert i sjøbunnen i flere norske fjorder. Tiltak i sjøbunnen er svært kostbart, og innebærer fare for spredning av miljøgifter i tiltaksfasen.

Overvåking av miljøgifter og kontaminanter (inkludert radioaktive forbindelser) i vann, sediment og biota er nødvendig for å kunne vurdere miljøtilstand, tilførsler, trender og gi råd om tiltak. Gode analyseverktøy må videreutvikles slik at vi får et godt datagrunnlag for vurdering og rådgiving. Dagens overvåking og overvåkningsmetodikk er ikke tilstrekkelig for å avgjøre risikoen denne type forurensning utgjør for det marine økosystemet.

Effekt av blandinger av miljøgifter (cocktail-effekt) er lite kjent. Ulike miljøgifter kan virke sammen og gi andre effekter enn hver for seg, såkalte samvirkende effekter. I tillegg vil andre stressfaktorer som for eksempel klimaendringer, næringsmangel og sykdom eller parasitter kunne forsterke effektene av miljøgifter. Kunnskapen om dette komplekse bildet er mangelfull. Økt kunnskap om slike samvirkende effekter er derfor nødvendig.

Samfunnet tar kontinuerlig i bruk et stort antall nye kjemikalier. Mange av disse er persistente og har potensiale for bioakkumulering og biomagnifisering. Det produseres et stadig økende antall kjemiske stoffer som brukes for mange ulike formål, og flere av disse har egenskaper som kan medføre foru-

rensningsproblemer når de ender opp i marint miljø. Eksisterende systemer for å identifisere, beskrive og kontrollere nye kjemikalier synes ikke fullt ut tilfredsstillende til å forbygge spredning av potensielt skadelige forbindelser.

Dersom en forurensning skal gi påvirkning på et samfunn eller et økosystem, må den ha en molekylær basis. Utviklingen har kommet for kort til å fange opp slike effekter, og til å skjønne hvilken konsekvens de kan ha for et enkeltindivid. Det er derfor viktig å forstå og kunne modellere sammenhenger mellom skade på enkeltindivid til skader på bestander og samfunn/økosystem.

Norge er en stor produsent og eksportør av sjømat og det er derfor viktig å sikre at maten vi omsetter her hjemme og eksporterer er trygg og sunn og i tråd med gjeldende nasjonalt og internasjonalt regelverk. Det er fortsatt behov for kunnskap om effekten av sjømaten vi spiser.

Marint søppel er et stort internasjonalt miljøproblem. Små plastpartikler i havet adsorberer persistente organiske miljøgifter og kan bidra til at miljøgiftene akkumuleres i den marine næringskjeden. Vi har i dag begrenset kunnskap om omfanget, kildene til og effektene av marin forsøpling i Norge.

Økende menneskelig aktivitet og bruk av aktiv lyd på og i havet skaper undervannstøy. Norske forvaltningsmyndigheter har ikke nødvendigvis en felles forståelse av hvordan ulike deler av økosystemet påvirkes av seismiske undersøkelser. Dette skyldes delvis ulike tolkinger av eksisterende kunnskap og delvis mangelfull kunnskap.

Siktemålet med forvaltningsplaner for våre havområder er å legge til rette for verdiskaping gjennom bærekraftig bruk av ressurser og goder og samtidig opprettholde økosystemenes struktur, virkemåte, produktivitet og naturmangfold. Ved forvaltningsplaner innenfor dagens forvaltningsarena er det etablert rammer for forvaltning, hvor miljø- og næringsinteresser skal balanseres. Ett hovedmål er å vurdere samlet belastning av menneskelig aktivitet på økosystemene. Ut fra dagens kunnskapsstatus kan vi si noe om påvirkning på miljøet, men vi har generelt for lite kunnskap til å si noe om konsekvenser av påvirkningen på arter, bestander og økosystem, og derved manglende kunnskap for å danne et godt beslutningsgrunnlag for helhetlig økosystembasert forvaltning.

ANBEFALINGER:

- Økt kunnskap om transport, spredning og konsekvenser av miljøskadelige stoffer med luft- og havstrømmer for det marine økosystemet.
 - Økt kunnskap om ulike kilder til forurensninger og miljøgifter og hvilken betydning de har for forurensningsnivået.
 - Kunnskap om transport av forurensning og miljøgifter fra fjorder og kystnære områder til åpne havområder og videreutvikling av modeller for transport og spredning av forurensning med havstrømmer.
 - Utvikling av nye og mer kostnadseffektive overvåkningsmetoder inkludert biomarkører.

- Økt kunnskap om samvirkende effekter (klima, havforsuring, antropogen påvirkning, miljøgifter) inkludert de lave nivåene i økosystemene og hvordan de responderer.
- Utvikle beslutningsstøtteverktøy, både diagnostiske og prognostiske verktøy (dvs. både for tilstandsovervåking, tidlig varsling og for å vurdere miljørisiko).
- Utvikling av mer kostnadseffektiv tiltaksteknologi for miljøgifts-problematikk i sjøbunn og sedimenter
- Økt kunnskap om mengde, opprinnelse og sammensetning av marint søppel.
- En målrettet forskningsinnsats på effekter av støy på utvalgte fiskerier, sjøpattedyr, pelagiske arter, lavere trofiske nivåer som plankton, konsentrerte gytevandringer og på gytefelt.
- **Sjømattrygghet**
 - Kartlegge konsekvensene av ulike aktivitet i fjorder, langs kysten og i våre havområder slik som bergverksdrift/deponering, olje og gass utvinning, skipsfart i relasjon til sjømattrygghet.
 - Etablere en helhetlig og systematisk overvåking av fremmedstoffer og næringsstoffer i villfanget sjømat.

Fiskehelse og fiskevelferd – miljøeffekter av havbruk

En langsiktig og effektiv havbruksproduksjon er avhengig av at virksomheten er bærekraftig i vid forstand. Forbrukere og politikere er i økende grad opptatt av bærekraft, dyrevelferd og etikk knyttet til matproduksjon og dyrehold. Kunnskapsstatu-sen i dag er ikke tilstrekkelig til å dekke de behov forvaltning-en har i sitt arbeid.

Problemer med svinn og sykdom er i dag en stor begrensning i utviklingen av et miljømessig og økonomisk bærekraftig havbruk. For fiskesykdommen pancreas disease (PD) er det eksempelvis en urovekkende økning både i antall sykdomstil-feller og i geografisk spredning. Dagens kunnskap er ikke god nok til å legges til grunn for forvaltning og driftsplanlegging når det gjelder smitteveier av viruset, og vaksineutvikling går sent.

De siste årene har havbruksnæringen fått økte utfordringer med lakselus. Tidligere driftsmodeller og lokaliseringsstrate-gier har vist seg å være lite effektive og har komplisert ned-kjemping av lus. Behovet for mer robuste driftsmodeller har etter hvert blitt mer og mer synlig. Man må over fra en forvalt-ning av enkeltlokaliteter til områdeforvaltning. Slike modeller kan innebære samordnet utsett av fisk i soner på færre, men større lokaliteter og med synkronisert brakklegging av hele sonen etter utslakting før ny fisk kan settes ut.

I det pågående arbeidet med å finne frem til nye fôrråvarer som kan erstatte marint råstoff i fiskefôr, er det viktig å sørge for tilstrekkelig dokumentasjon og kunnskap om effektene av nye typer fôr, både knyttet til vekst, fiskehelse og -velferd.

Overgjødning i kyst- og fjordområder skyldes utslipp av næringssalter og partikler fra fiskeoppdrett, avrenning fra jordbruksarealer, industri og kommunalt avløp. I tillegg fraktes næringssalter fra Europa til norskekysten med havstrømmer. Det er i dag manglende kunnskap om effekter av akkumu-lering av næringsstoffer og organisk materiale i bunnvann i norske fjordsystemer og interaksjonen mellom de ulike vannsjiktene. Kunnskapsgrunnlaget om utveksling av nærings-stoffer mellom ulike vannlag, resuspensjon og konsekvenser av næringssalttilførsler lokalt, er ikke godt nok til å fastslå norske fjorders bæreevne med hensyn til næringssalttilførsler.

ANBEFALINGER:

- **Fiskesykdommer utgjør den viktigste tapsfaktoren i hav-bruksnæringen, og det er et stort behov for å øke innsatsen for å utvikle ny kunnskap både med hensyn til forebygging og bekjempelse av sykdom, herunder vaksineutvikling. Viktige tiltak vil være:**
 - Økt kunnskap om dødelighet og bestandsvariasjoner i ville fiskepopulasjoner, samt forekomst av sjukdomsagens,
 - Innhente mer kunnskap om virus' evne til å overleve, og til spredningsmekanismer.
 - Utvikling av nye og miljøvennlige metoder både for forebyg-ging av luseinfeksjoner, og for effektive måter å avluse infisert fisk på.
 - Øke kunnskapen om den relative betydningen av risikoen for at lakselus virker som en bestandsregulerende faktor for villaks og å etablere kriterier for hva som er et akseptabelt nivå av lakselus i havbruksnæringen.
- Videreutvikling av strømodeller som nødvendig verktøy både for å identifisere gode lokaliteter og deres optimale innbyrdes lokalisering. Kartlegging av hvor store fiskehelsesoner må være. Finne de mest sannsynlige lusespredningsmønstre i forbindelse med utvandring av vill laksesmolt. Slike modellverktøy for kyst-sonen er også nødvendige for å kunne modellere spredning av forurensing, for eksempel i forbindelse med oljeutslipp.
- Oppdrettsfisk er blitt vårt viktigste husdyr, og det er behov for mer kunnskap om målbare velferds-kriterier som grunnlag for fastsettelse av en rasjonell standard for god fiskevelferd i opp-drettsanlegg.
- Øke kunnskapen om effekten av nye fôrråvarer for fiskens helse og velferd.
- Utvikle metoder med hensiktsmessige måleparametere og må-lepunkter (hva en skal måle, hvor, og etter hvilke metoder), samt anbefalte grenseverdier på kort og lang sikt. Formålet er å styrke det faglige grunnlaget for utvikling av gode forvaltningsregler for næringen hvor virksomheten drives innenfor dokumenter-bare og bærekraftige rammer.
- Forskning for utvikling av oppdrettsfisk som ikke påvirker villfisk-bestandene negativt (steril fisk) samt forskning som kan gi mer kunnskap om den skade rømt oppdrettsfisk påfører miljøet, og på utvikling av effektive avbøtende tiltak.

- **Utvikling av bedre teknologi på nøter/anlegg, øke kunnskapen om hvilken ekstrepåvirkning anlegg kan eksponeres for.**
- **Forvaltningen trenger mer kunnskap om mulige negative effekter av lokalisering av oppdrettsanlegg for eksempel i eller ved gyttefelt, i vandringsruter eller i oppvekstområder for villfisk.**
- **Det er behov for økt forskningsinnsats og teknologiutvikling for å gjøre oppdrettsanleggene, inkludert settefiskanlegg, sikrere og mer robuste mot skader, rømming og havari. Det er også behov for utvikling av utstyr for effektiv gjenfangst av rømt oppdrettsfisk.**
- **Utvikling av arealeffektive systemer for oppankring og fortøyning av oppdrettsanlegg som kan gi reduserte arealbeslag.**
- **Økt kunnskap om fjorders dynamikk med hensyn til utveksling av næringsalter mellom de ulike vannlag, effekter av akkumulering av næringsalter og organisk materiale på bunn og lokale effekter av tilførsel av næringsalter.**

Kyst

Kystsonen er den delen av det marine miljøet som er utsatt for størst menneskelig press. I tillegg til mange av de samme problemstillingene som gjelder for havområdene, utsettes kystsonen for press i form av arealbeslag fra bosetning og industri, med tilhørende miljøskadelig utslipp, som også omfatter landbruket. Videre er den marine del av kystsonen utsatt for stadig sterkere konkurranse om arealene. Mens de kystnære områdene tidligere var preget av sjøtransport og fiske, er det nå krav om arealer til fiskeoppdrett, fornybar energi (vind- og havmøller), ilandføring av olje og gass, turistvirksomhet (inklusive turistfiske) samt bruk av sjøområder til deponi for gruveindustrien.

Til tross for at kysten er svært viktig for befolkningen og alt liv langs kysten, har vi i dag begrenset kunnskap om kystens økosystemer og arter, og hvordan de påvirkes av ulike typer menneskelig aktivitet. Mye av forvaltningens kunnskapsbehov er i sitt daglige og operative arbeid knyttet til kartlegging og overvåking av ulike miljøparametere. Dette gjør at kunnskapen må over på et format som gjøres tilgjengelig slik at dataene kan brukes av de som sitter rundt i fylkeskommuner og kommuner og er ansvarlig for arealplanleggingen. Det er behov for en kunnskapsplattform som gjør tilgjengelig all relevant informasjon for beslutningstakere i kystsonen. Konkurrerende bruk av hav og kystområder bør kartlegges, slik at vi kan forbedre arealplanleggingen i sjø og tilrettelegge for bedre sameksistens mellom ulike næringer. Vi trenger mer kunnskap om hvordan ulike aktiviteter kan drives i samme område, og hvilke som krever eksklusiv bruk. Målsettingen er at ulik bruk må kunne avveies og planlegges innenfor rammene av et bærekraftig økosystem. Konflikter mellom de ulike næringer bør løses gjennom oversiktlige og stabile prosesser og man trenger kunnskap om hvordan det er mulig å etablere helhetlige forvaltningsplaner for våre kystområder hvor alle sektorer og interesseparter kan delta. Ved større utbygginger (betydelige arealbeslag) vil det ofte være hensiktsmessig å organisere følgeforskning, som kan gi grunnlag for kontinuerlig oppdatering og om nødvendig, avbøtende tiltak. Slik forskning vil ha behov for ulike typer kompetanse (økologi, økonomi, jus, teknologi og samfunnsvitenskap), og kan med fordel organiseres gjennom utvikling av kompetanseklyster.

ANBEFALINGER:

■ Detaljert kunnskap om

- det fysiske miljøet; strøm og bunn-/dybdeforhold i kystsonen
- kulturminner

■ Gener, arter, bestander – bruk av genomikk for å forstå bestandene



■ Forvaltning

- Arealbruk og miljøeffekter av fornybar energi (vindmøller, tidevann, osmose, vannkraft, bølgekraft)
- Optimalisering av implementering og oppfølging av vannrammedirektivet
- Effekten av konsekvensanalyser på plan- og tiltaksnivå
- Beregning av verdien av ulike økosystemtjenester

■ Effekter av havbruk

- Rømningssikre oppdrettsanlegg
- Miljøvennlig avlusing av oppdrettsfisk
- Genetisk påvirkning av ville laksestammer (som følge av rømt laks)

■ Kyst-/havmiljøet

- Årsaken til kråkebolleinvasjonen og nedbeiting av stortareskogen, og effekter av dette
- Kunnskap om det fysiske/kjemiske miljøet og dets effekter på arter og organismesamfunn
- Effekter av marine verneområder (biologisk, økonomisk, sosialt)
- Effekten av sjødeponering og tiltak for å minimere denne påvirkningen på de marine økosystemene

- Strømkatalog. Vi trenger en strømkatalog for kystsonen for å kunne modellere spredning av utslipp fra akvakulturanlegg og fra forurensningskilder som for eksempel oljeutslipp. Slike modellverktøy vil være sentrale for å finne regional bæreevne og optimale lokalitetsstrukturer for akvakultur.

- Grenseverdier for menneskelig påvirkning som sier når man bør sette i verk forvaltningstiltak

I tillegg er det svært viktig å skaffe overvåkingsdata på miljøtilstanden i vår kystområder målt på fysiske, biologiske kjemiske parametere og endringer i disse.

Havrettslig og samfunnsfaglig forskning

Havretten legger de folkerettslige rammene for både nasjonal og internasjonal havforvaltning. Havrettskonvensjonen av 1982 ligger i bunn og suppleres av en rekke mer saksspesifikke og regionale avtaler – som FN-avtalen om fiske på det åpne hav – og ulike ikke-bindende retningslinjer, f.eks. FAOs atferdskodeks for ansvarlig fiske. Norge inngår i formaliserte internasjonale forvaltningsregimer med bl.a. EU i vest og Russland i øst. Både havretten og internasjonal havpolitikk er dynamiske. Vi har allerede sett at endringer i vandringsmønsteret til makrellen i Nordøst-Atlanteren stiller statene og deres internasjonale forvaltningsregimer overfor vanskelige fordelingsutfordringer.

Havretten er relativt svak hva angår internasjonale fordelingskriterier for delte og vandrende bestander, ved at Havretts-traktaten og FN-avtalen om fiske på åpent hav nevner mange kriterier uten særlig prioritering. Den pågående oppvarmingen av Arktis, som skjer dobbelt så raskt som det globale gjennomsnittet, gir grunn til å forvente at endringer i kommersielle bestanders vandringsmønstre vil skje i større omfang og hyppighet i framtiden. Slike utfordringer blir enda vanskeligere ved at man ikke kjenner til hvor stabile de nye sonefordelingene vil være.

I Barentshavet vil klimaendringene kunne føre til økt press på fiskebestander som er under norsk og russisk forvaltningsjurisdiksjon. Den etablerte fordelingen mellom Norge og Russland vil også kunne utfordres i den grad fiskebestandene beveger seg østover. Dette kommer i tillegg til eksisterende



Foto: Jostein Fossne/Fete typer

havrettslige og -politiske utfordringer, som manglende internasjonal aksept av Fiskevernsonen rundt Svalbard og uenighet om Svalbardtraktaten skal komme til anvendelse på sokkelen rundt Svalbard eller ikke. Fastsetting av kontinentalsokkelens yttergrense er for Norges vedkommende gjennomført, men de fire øvrige polhavsstatene har ennå ikke levert inn sine krav til FNs sokkelkommisjon. Statusen til Polhavet er heller ikke klar når det gjelder mulig framtidig utnyttelse av marine ressurser der, ettersom FN-avtalen om fiske på det åpne hav kun gir en generell føring om at relevante stater skal samarbeide om slik forvaltning.

Endelig er intern norsk fiskeriforvaltning også dynamisk – i tillegg til tradisjonelle fordelingsutfordringer har spørsmålet om hvordan man best påvirker fiskernes atferd (i lovlydig retning) fått særlig oppmerksomhet de senere år. Forvaltningsregimer på ulike nivåer regulerer aktørene i kyst og hav, fra internasjonale regimer til nasjonale, regionale og lokale organer. Dagens forvaltningsstruktur i Norge antas å ha bidratt til at status for fiskeribestander er bedre i Norge enn f.eks. i EU. Kunnskap om fisker- og forvaltningsatferd er mangelfull og lite dokumentert i forskning. Dette er en svakhet for en nasjon som hevder at norsk havmiljøforvaltning er i verdensklasse – og som benytter egen forvaltningsmodell som «eksportvare» gjennom marked og bistand. Det trengs forskning som viser strukturene fra havrett til forskrift, og hvordan dette er operasjonalisert og faktisk fører til en bærekraftig forvaltning og endret menneskelig adferd.

Det er nødvendig med ny forskning som ser på eksisterende og framtidige forvaltningsregimer, særlig i Nordøst-Atlanteren og Polhavet.

ANBEFALINGER:

- Havretten må rustes opp til å kunne ta hånd om fordelingsutfordringer mellom statene når fiskebestander endrer vandringsmønstre. Konsekvenser for etablerte internasjonale forvaltningsregimer som Norge inngår i, må vurderes.
- Vurdere hvilke nye forvaltningsregimer som er mest hensiktsmessige for å regulere skipsfart, petroleumsutvinning, fiskeri og marin transport i Arktis.
- Vurdere hvilke forvaltningsregimer som trengs for å forvalte nye arter i de arktiske økosystemene.
- Vurdere hvilke særlig forvaltningsutfordringer som finnes i havområdene og sokkelen rundt Svalbard, og hvordan Norge bør gå fram for å sikre internasjonal aksept av norsk forvaltningsmyndighet.
- Vurdere koplingene mellom havretten og nasjonale og subnasjonale forvaltningssystemer og hvilke beslutningsprosedyrer som er best egnet til å sikre hensiktsmessig utforming av regelverk og andre virkemidler.
- Utrede i hvilken grad og på hvilken måte retts- og forvaltningssystemene lykkes i å påvirke menneskelig handling som igjen

påvirker økosystemene, f.eks. fiskeratferd. Hva er suksesskriteriene for at regelverk og politiske beslutninger blir fulgt opp?

- Bedre tilgang til forskningsbasert kunnskap i en form som gjør den anvendbar for fylker og kommuner i utøvelsen av forvaltningsmyndighet, det være seg om miljøeffekter av oppdrett, gruvedrift eller kravene i vanddirektivet.

Framkommelighet, logistikk og sjøsikkerhet

Hav21 fokuserer primært på forskning knyttet til havområdene og framtidig ressursutnyttelse fra havet. Dessuten framheves en intensjon om å skape innovasjoner som kan bidra til bærekraftig næringsutvikling, som skal gjøre Norge til en ledende sjømatnasjon i global sammenheng. For å lykkes med dette, og samtidig oppnå det uttalte målet om en samlet forskningsstrategi, er det avgjørende at det også satses (forskes) på å utvikle maritim infrastruktur og systemer. Dette for at ressursene i havet skal forvaltes og distribueres på en effektiv, sikker og bærekraftig måte, slik at veien til kommersielle markeder skjer så smidig og hensiktsmessig som mulig.

Det har lenge vært et mål for norske myndigheter å kanalisere mer av godstrafikken «fra vei til kjøll», men det har foreløpig ikke lyktes. Med en økende satsning på marin verdiskaping og utnyttelse av havets ressurser, må innsatsen for å etablere en effektiv logistikk og fremkommelighet i kyst- og havområdene trappes kraftig opp. I dag er transportsiden en «missing link» mellom den «blå åkeren» og nasjonale så vel som internasjonale markeder.

Satellittbasert AIS-informasjon gjør det lettere og raskere for maritime myndigheter og redningssentralene å få oversikt over aktivitet og virksomhet i kyst- og havområdene. Satellittbasert AIS forenkler blant annet å finne kilden til oljeutslipp i havområdene. I den sammenheng er det verd å nevne at det i de kommende årene er forventet en strek økning av olje- og gasstransport i Nordområdene, med den miljørisikoen dette representerer.

Norge har i dag en AIS testsatellitt i operasjon. Man ser imidlertid at det er behov for å forbedre teknologien, og det er aktuelt med forskning og teknologiutvikling for å bringe konseptet videre. Med økende aktivitet i de nordlige havområdene blir dette mer og mer aktuelt. I kjølvannet av den forventede is-smeltningen i polare strøk, er det forventet at fiskerivirksomheten vil trekke lengre nordover. Det vil innebære at fiskeriflåten vil bevege seg inn i områder hvor det i dag er svært mangelfull kommunikasjonsinfrastruktur. Dagens systemer for innrapportering og ressursstyring krever tilgang til kommunikasjon.

Barents Watch er et tverrdepartementalt prosjekt som FKD har ansvar for. Dette går ut på å samle kunnskap om bruken av og ressursene i havet på ett sted slik at alle kan ta del i den. Dette er en milepæl i nordområdesatsingen som er til nytte for både næring og forvaltning. Prosjektet er et pionerprosjekt og skal føre til blant annet bedre sikkerhet til sjøs, økt innsikt og

kunnskap om havet og et mer helhetlig bilde av hva som skjer i våre havområder. Barents Watch vil gi både et øyeblikksbilde av aktiviteten i våre områder og historiske data. Man vil for eksempel kunne se værforhold, bølger og skipstrafikk, i tillegg til utviklinga av for eksempel av temperaturer, utbredelse av fiskeslag, fiskefelt og skipstrafikk over tid. For at alle brukere i fremtiden skal kunne ha nytte av dette verktøyet må det tilpasses og videreutvikles.

ANBEFALINGER:

- Det er behov bedre forståelse og analyser av trafikkbildet, for å utvikle mer effektiv multimodale godsterminaler.
- Det må utvikles effektiv «nærskipsfart», for at Stortingets visjon om økt godstrafikk til sjøs, skal oppnås.
- Det er behov for å utvikle bedre overvåkningsteknologi; for å kunne kontrollere den stadig økte olje- og gasstrafikken langs norskekysten.
- BarentsWatch-prosjektet (som et sektorovergripende forvaltningssystem) må videreutvikles.

Spesifikk teknologi/kunnskap som kan virke utløsende

Arbeidsgruppa vil framheve tre områder som på ulike måter kan åpne for nyskapende forskning av spesiell betydning for forvaltningen:

- Mens forvaltningsplanene for havområdene (Barentshavet, Norskehavet og Nordsjøen) langt på vei er økosystembasert og helhetligorienterte, er plansystemet for kystområdene fragmentert og oppdelt i minst tre ulike plansystemer, tilknyttet fylkes- og regionplaner, kommuneplaner og vannregionplaner. Dette bidrar til at også forvaltningen blir fragmentert, og med store forskjeller i hvordan de ulike aktørene behandles fra ett område til et annet. Et større (flerfaglig) forskningsinitiativ på hvordan kystforvaltningen kan organiseres, vil kunne bidra til nødvendige administrative reformer. Dette vil i sin tur vil kunne legge grunnlaget for en mer helhetlig kystsoneforvaltning, med vekt på verdiskaping innen sikre biologiske grenser og hvor konfliktpotensialet reduseres. Som tidligere påpekt representerer de marine kystområdene store verdier, både med hensyn til bruk og vern. Det å finne et hensiktsmessig system for avveining av disse interessene, som både tar hensyn til dynamikken (raske endringer både i selve økosystemet og hos næringsaktørene) og hensynet til demokratiske prosesser og åpenhet, vil være en vesentlig utfordring de neste 20 årene.
- Utfordringene både i hav- og kystområdene er gjennomgående flerfaglige eller tverrfaglige. Det innebærer at både de vitenskapelige og de forvaltningsmessige problemene sjelden kan løses via én vitenskapelig disiplin. Det representerer en stor utfordring, fordi den framherskende retning innen alle forskningsdisipliner går mot spesialisering. Det gjelder både innen utlysning av forskningsprogrammer og med hensyn på belønningsstrukturen i universitets- og forskningsverdenen. Utvalget vil derfor påpeke nødvendig-

heten av å tenke tverrfaglig/flerfaglig både med hensyn til utlysning av nye program og med sikte på organisering av foreliggende kompetanse. Flerfaglige «Centre of excellence» kunne være en vei å gå, mens samarbeid via nasjonale og internasjonale nettverk kan være en annen. Også innenfor flerfaglig forskning vil en viss nasjonal arbeidsdeling være hensiktsmessig.

- På teknologisiden vil utfordringene særlig knyttes til videre utvikling av effektiv innsamling av data, overvåking og ny fangstteknologi. Med utgangspunkt i en økosystembasert forvaltning vil det bli krav om flere typer data, som må samles inn på mest mulig effektiv måte. Det samme gjelder overvåking av de parametere (indikatorer) man har blitt enige om å bruke. På disse områdene har Norge ligget langt fremme teknologisk, og en videre satsing på teknologi og sammenstilling av innsamlede data (jf. BarentsWatch) vil kunne bidra til en bedre forvaltning av norske hav- og kystområder, samtidig som slike systemer har et betydelig eksportpotensial (jf. nasjoner med vesentlig færre ressurser å sette inn på datainnsamling og overvåking).

Når det gjelder fangstteknologi har Norge også tradisjonelt ligget langt fremme, men her står vi overfor nye store utfordringer både med hensyn på en økosystembasert forvaltning (mer skånsomme redskaper), krav om mer balansert uttak og utnyttelse om arter og organismer lenger ned i næringskjeden. Endelig vil målsettingen om Norge som verdens fremste sjømatnasjon, for dre ny utvikling av fangstteknologi og oppdrettsteknologi som i større grad sikrer miljøet, kvalitet, sporbarhet og fiskevelferd.

PRIVAT – OFFENTLIG ANSVAR

Ansvaret for forskning for forvaltning er i hovedsak offentlig, og sektorene må være bevisst sitt eget sektoransvar. Det er imidlertid en tendens internasjonalt at en større del av kostnadene forbundet med å opprettholde en god forvaltning fordeles mellom næring og det offentlige. Vi ser også den samme tendensen innen for andre næringer i Norge. En rekke av utfordringene knyttet til bruk av havet krever en samlet og koordinert forskningsinnsats fra næring og forvaltning. I tillegg til enkeltsektors egne prosjekter går i dag en andel av eksportinntekten fra fisk og fiskevarer til en felles FoU-satsing. En slik ordning gjør det enklere å koordinere og få mer ut av næringens forskningsinnsats. Ordningen bør videreføres, og prosentsatsen bør vurderes økt.

INTERNASJONALT FOU-SAMARBEID

Norsk havforskning må være internasjonal i tilnærming, kvalitet og ambisjoner. De grunnleggende prosessene som forklarer og regulerer havets økosystemer er de samme over hele verden, selv om det er store regionale forskjeller i økosystemers karakter, oppbygning og dynamikk. Mange av havets økosystemer favner flere lands territorialfarvann, og/eller internasjonale farvann, og mange av de arter og ressurser som høstes deles av flere land. En rekke nasjoner høster av ressurser

i norske farvann, og norsk aktivitet i fiskeri og havbruk i andre deler av verden er i dag betydelig og økende.

I store deler av verden foregår det omfattende høsting av havet uten at det foreligger et forskningsgrunnlag for å vurdere konsekvensene av høstingen, og hvordan denne kan forvaltes på en bærekraftig måte. En rekke internasjonale fiskeslag har blitt gjenstand for beskatning utover det som er bærekraftig, med redusert fangstutbytte og svekkelse av bestander som følge. Med en stadig økende befolkning i verden, og økt levestandard, må man forvente et økt press på havressursene internasjonalt i årene som kommer. Internasjonal havforvaltning og havforskning står derfor overfor store utfordringer. Påvirkninger på marine økosystemer er ofte også internasjonale. Dette gjelder ikke minst forurensning, klimaendringer og havforsuring.

Samtidig er marin forskning i vid forstand internasjonal. Forståelsen av hvordan marine økosystemer er bygget opp og utvikles i internasjonalt forskningssamspill. Det er behov for betydelig økt grunnleggende kunnskapsoppbygging i forståelsen av marine økosystemer. Samspillet mellom norsk og internasjonal marin forskning og utdanning må styrkes i årene som kommer. Slik kan norsk forskning bygge på det ypperste i internasjonal forskning. Men Norge har også potensial for å yte viktige bidrag til internasjonal forskning. Norge har kompetanse og ressurser som gir oss en unik mulighet til å gjøre en forskjell internasjonalt, ved å bidra til et forskningsmessig grunnlag for forvaltning av høstbare arter og biologisk mangfold. Ikke minst har Norge potensial i oppbygging av kunnskap og kompetanse i deler av verden som selv ikke har store forskningsressurser, bl.a. i Asia og Afrika. Et vellykket eksempel på et slikt bidrag er Fridtjof Nansen-programmet i regi av FAO.

Norge har også et ansvar for forvaltning av marine ressurser i Antarktis, i samspill med CCMLAR, den internasjonale kommisjonen for bevaring av levende marine ressurser i Antarktis. Norsk og internasjonal utnyttelse av krepsdyr (krill) og fisk i disse havområdene er økende. Norge har et internasjonalt forvaltningsansvar for bærekraftig forvaltning av ressurser som beskattes av norske næringsinteresser. Dette gir utfordringer for forvaltning av havressursene i Sørishavet, som i sin tur krever forskning for å kartlegge og forstå økosystemene i Antarktis, og legge et forskningsgrunnlag for forvaltning og høsting av disse.

ANBEFALINGER:

- Norge har som ambisjon å være en sentral bidragsyter til internasjonal kunnskapsoppbygging og ny forståelse av marine økosystemer og prosesser. Norsk marin forskning skal ha som mål å bidra i den internasjonale forskningsfronten, både innen grunnleggende og anvendt forskning.
- Norsk marin forskning må videreutvikles i tett samspill med de fremste internasjonale forskningsmiljøer. Slik kan norsk forskning belyses av internasjonale nyvinninger, og selv gjøre en forskjell internasjonalt. Norsk marin forskningskompetanse både innenfor økosystemforståelse og forvaltning, kan bli en viktig eksportartikkel.

- Norsk forskning for kartlegging, forståelse og forvaltning av marine ressurser må utvikles i samspill med internasjonale forsknings- og forvaltningsinstitusjoner (ICES, NEAFC, CCMLAR, IASC, FN-organer).
- Norsk marin forskning må sikte mot en omfattende integrering i EUs forskningssystemer og forskningsfinansiering.
- Norge må ta ansvar for å legge et forskningsmessig grunnlag for bærekraftig forvaltning av marine ressurser som høstes eller dyrkes av norsk næringsliv, også utenfor norske farvann.
- Norge har et globalt ansvar for å bidra til internasjonal kompetanseutvikling og forskning for bærekraftig utnyttelse. Norge må ha ambisjon om å bidra til utforskningen av havmiljøer og havressurser i deler av verden som selv har begrensede forskningsressurser, men som har store marine ressurser og forvalter unike økosystemer og biologisk mangfold.

NORDOMRÅDENE

Det er vesentlig mindre kunnskap og dårligere forståelse av grunnleggende fysiske og biologiske prosesser i det nordlige Barentshavet og Arktis enn for områder lengre sør. På grunn av isdekke og dårlig tilgjengelighet vinterstid finnes det lite data om de fysiske og biologiske forhold fra denne tiden av året. Pågående klimaendringer og havforsuring, økt interesse for Arktisk shipping, petroleumsressursene i området samt viktigheten av det nordlige Barentshavet og Arktis som fødeområde for kommersielt viktige fiskebestander gjør at det hastes å forbedre dette kunnskapsgrunnlaget. Det er stort behov for å kartlegge hvordan endringer i luft og havstrømmer vil påvirke tilførsel av forurensning, hvordan sammensetningen av miljøgifter som belaster arktiske økosystemer vil endre seg, og hvordan stressfaktorene inkludert havforsuring samlet påvirker arter og økosystemer. Mange av de problemstillingene og forskningsbehovene som er diskutert i kapittel 3, blir aksentuert i nordområdene på grunn av lite forhåndskunnskaper om økosystemer med spesiell struktur og rask endringstakt.

Det er også en rekke uavklarte havrettslige og geopolitiske forhold. Det er stadig økende interesse for arktisk shipping, ikke minst fra framvoksende økonomier i Asia. Bærekraftig forvaltning og framtidig næringsvirksomhet krever nye grunnlagskunnskaper. Dette omfatter både kartlegging av tilstanden før ny virksomhet igangsettes, og forskning og teknologiutvikling i og for virksomhet i de aktuelle områdene.

ANBEFALINGER:

- Nordområdene bør stå i fokus i forbindelse med
 - Internasjonal havrett og nasjonal havforvaltning i arktiske nasjoner.
 - Produksjonssyklus og hvilke organismer som vil dominere i fiskeri i framtiden.
 - Arktiske dataserier for miljøparametere og oppbygging av grunnlagskunnskap gjennom havobservatorier med systematiske måleprogrammer.

- Effekter av shipping og petroleumsutvinning på det marine miljøet.
- Overvåking og beredskap for akutte utslipp.

BRUK AV FORSKNING – FORMIDLING

Når det framskaffes ny kunnskap for marin forvaltning, er det avgjørende at den faktisk når fram til forvaltningen, andre forskningsmiljøer og gjerne også allmenheten. Det er et behov for bedre systemer som gir bedre dataflyt mellom forskning og forvaltning, mellom sektorene og mellom de forskjellige forvaltningsnivåene. Norge digitalt, MAREANO, BarentsWatch og Naturbase er noen eksempler på slike plattformer hvor ny forskning for forvaltningen burde kunne integreres bedre enn i dag. Dette krever at data gjøres tilgjengelig fra forskningsinstitusjonene på en enkel måte, og at de kan presenteres og benyttes direkte inn i kart og modeller og andre databaser.

Forskerne bør legge større vekt på formidling av kunnskap og resultater, og Forskningsrådet oppfordres til å fokusere på opplæringen av unge forskere til å bli gode formidlere og på verdien av formidling. Det kan gjøres gjennom egne kurs og ved å stille krav i kontrakter om planer for kommunikasjon og formidling, inkl. hvilke forvaltningsinstitusjoner som skal motta resultatene. Formidling bør anerkjennes som en viktig del av studiekompetansen for kommende forskere innen det marine miljø og bør inngå i de fleste studieretninger, spesielt på dr. gradsnivå, for å sikre at ny og verdifull kunnskap blir formidlet og tatt i bruk. Siden politikk foregår på alle plan, fra lokalt nivå til Stortinget, bør ny kunnskap som det er viktig å få formidlet til det politiske nivået, kommuniseres via allmennrettede kanaler/media.

FOU-INFRASTRUKTUR

Norge har lang tradisjon i bruk av avansert marin infrastruktur. På land har vi hatt biologiske forskningsstasjoner siden sent på 1800-tallet og vi har hatt havgående forskningsfartøyer like lenge. Norge har således lang erfaring med innsamling av marine data. Gjennom denne historiske utviklingen har Norge skaffet seg mange lange og verdifulle datatidsserier. Disse tidsseriene har stor verdi som grunnlag for forskning, og gir oss klare fortrinn internasjonalt i forbindelse med økologisk forskning. I denne sammenhengen kan særlig nevnes hydrografiske snitt og kyststasjoner som gir oss særdeles god informasjon om hvordan havets klima har endret seg i våre hav- og kystområder gjennom mer enn 100 år. Det er viktig å ta vare på disse tidsseriene, og å fortsette å videreutvikle denne tradisjonen av målinger, slik at vi får et enda bedre grunnlag for forskning på endringene i økosystemene. Det er også viktig å være aktiv i internasjonalt samarbeid omkring utveksling av data. Andre lands måleprogrammer gir viktige underlag for norsk forskning og forvaltning, og vi trenger internasjonal kvalitetskontroll og prosedyrer for å sikre at datagrunnlaget har faglig aksept.

Innenfor overvåking og datafangst for forskning og forvaltning bør Norge tilstrebe å være operativ på alle trofiske nivå i tillegg til det fysiske og kjemiske havmiljø. Med dette menes at vi bør opprettholde og utvikle en infrastruktur som setter oss i stand til å måle og beregne endringene i havets fysiske, miljøforhold og biologisk produksjon i alle ledd i økosystemene.

Marin infrastruktur omfatter i dag landbaserte forskningsstasjoner, laboratorier og testanlegg. Bruk av modeller og eksperimentelle undersøkelser i slike anlegg er nødvendige redskap for å forstå mulige effekter på økosystemet. Videre omfatter den marine infrastrukturen satellitt og flybaserte observasjoner og overvåking. Overvåking, kartlegging og generell datafangst fra overflate ved bruk av fartøyer (forskningsfartøyer og fiskefartøyer) har vært og vil fortsatt være en sentral del av den marine infrastrukturen. En framtidig økobasert forvaltning forutsetter en mer kontinuerlig datainnsamling fra våre meget store og omfattende havområder og nye overvåkingmetoder og datainnsamlingsplattformer vil derfor være nødvendig. Infrastruktur for FoU og infrastruktur for forvaltningsformål bør sees i nær sammenheng. Dette bidrar til en forskningsbasert utvikling av overvåkningsstrategiene og nærhet mellom forskning og forvaltning. Utvikling av automatisert overvåking fra luft, overflate og ikke minst direkte fra vannmassene selv vil være avgjørende for å kunne ivareta forvaltningsopp-gaver og dens forskningsbehov. Det vil også være aktuelt med større grad av automatisering av metoder for havbunnskart-kartlegging. Forskningsmiljøene vil dessuten være avhengig av gode data systemer med åpen og god tilgang til et bredt spekter av data. Morgendagens forskning og overvåking vil stille store krav til slike systemer i fremtiden da datamengden vil være stor.

Når det gjelder satellittbasert informasjon er det behov for økt vekt på radarbasert informasjon. Bruk av denne type satellittbasert overvåking er av spesiell stor betydning i nordområdene pga. mørketid og isfylte farvann. En slik utvikling må relateres til forvaltningen og sikre at overvåkningsinformasjonen gjøres tilgjengelig for de nivåer og etater som trenger den. Herunder også mattilsyn, politi, kommune- og fylkesplanleggere, beredskapssetater etc. Sentrale utfordringer vil være knyttet til å kombinere flere satellittsensor systemer og utarbeide «validerte» produkter. Det er også behov for å videreutvikle observasjonssystemer ved fly.

Forvaltning krever mer data med større oppløsning i tid og rom. Mer intensiv bruk og høsting fra det marine miljø øker således behovet for metoder som beskriver økosystemet og som er i stand til å kvantifisere effekter av menneskelig påvirkning. Tradisjonelle metoder kommer ofte til kort fordi de er arts- og område -spesifikke og knyttet til faste fiskerelaterte undersøkelser. Akustikk/akustiske metoder representerer i den sammenhengen en underutnyttet ressurs for kvantifisering av biomasse og sammensetning i marine økosystem. Innsats må konsentreres rundt den viktigste byggesteinen, akustisk teknologiutvikling. Videre utvikling av bredbåndsteknologi både for ekkolodd og flerstråle-sonarer vil være banebrytende for metodikken. Gjennom samarbeidet mellom forskere og indus-

tri er Norge i det internasjonale førerretet innenfor marin økosystem-akustikk, og er nå på vei til å etablere neste generasjon maskinvare. Det gjenstår viktig arbeid på signalprosessering og analysesystem for store og komplekse datamengder.

Fiskeflåten er selv en viktig observasjonsplattform som inntil nå er underutnyttet. En sentral utfordring er hvordan observasjoner og datafangst av fiskeflåten kan brukes til forskning og forvaltning. Dette gjelder både hva slags type informasjon som er relevant og videre hvordan dataflyten skal organiseres.

Nye autonome og stasjonære systemer

Lange måleserier fra utvalgte havområder representerer grunnleggende informasjon om endringer over tid og er dermed på å gi avgjørende kunnskap til å forstå fluktasjoner i omfang og fordeling av havets levende ressurser. Vi har i dag hovedsakelig kun enheter som registrerer det fysiske miljøet (temperatur, konduktivitet, tetthet, og strøm etc.). Dette er ikke tilstrekkelig for fremtidig økosystemforskning. For å sikre en god økosystembasert forvaltning er det behov for utvikling av integrerte observasjonsplattformer som evner å registrere fysiske, kjemiske så vel som biologiske data over lang tid. På samme måte vil det være en framtidig utfordring å utvikle autonome enheter som kan foreta den samme type datafangst også fritt i vannmassene. Autonome enheter («droner») som også kan foreta kartlegging av bunnforhold vil også være en meget aktuell teknologi utvikling. På tilsvarende måte som for det marine miljøet og kartleggingen vil automatiserte enheter også kunne utvikles med sikte på akustisk mengdemåling av marine ressurser.

En viktig begrensning for utvikling av denne type teknologier ligger bl.a. i undervanns- navigasjon og kommunikasjon. Spesielt er utfordringene store ved operasjoner i isfylte farvann. Utvikling av denne type teknologiplattformer må derfor også omfatte studier av undersjøisk navigasjon og kommunikasjon. Utviklingen av marin forvaltning globalt, der bruk og vern ofte framstår som motpoler, er et område hvor Norge og norsk styresett kan ha stor internasjonal påvirkningskraft og som samtidig er helt sentralt for ivaretagelse av viktige norske interesser. På denne bakgrunn er det et tankekors at understøttende, grunnleggende rettsvitenskapelig/samfunnsvitenskapelig forskning på slike problemstillinger har et svært begrenset omfang i Norge. Etablering av et akademisk miljø for slik forskning foreslås derfor som et infrastrukturtiltak.

Infrastruktur for anvendelse av molekylære metoder er på plass ved flere miljøer i Norge og miljøutfordringene er mange. En kopling av økologisk/populasjonsbiologisk (klimarelatert) forskning og genomforskning har ikke vært gjort tidligere, og dette har potensial til å bringe Norge et langt steg framover.

ANBEFALINGER:

- Norge tar en internasjonal lederrolle for utvikling av akustisk mengdemåling av marine ressurser.
- Utvikling og drift av infrastruktur for forsknings- og forvaltningsformål.

- Ivareta og videreutvikle innsamling av lange tidsserier.

- Sikre god dataflyt og analyse av marine datasett for FoU og forvaltning.

■ Utvikle nye datainnsamlingsplattformer

- Undersjøisk kommunikasjon og navigasjon
- Sensorutvikling/miniaturisering av marine overvåknings-systemer for fysiske, kjemiske og biologiske parametere og kartlegging.

- Avansert dataanalyse av observasjoner og modeller med sikte på optimalisering av måle- og observasjonsstrategi.

- Samordne av databaser som er relevante for forvaltning i kystsonen.

- Integrert havbruksteknologi.

- Legge til rette for en tverrfaglig kopling av økologisk/populasjonsbiologisk (klimarelatert) forskning og genomforskning – hvor det også legges vekt på statistisk, matematisk og systembiologisk tilnærming.

- Kostnadseffektive kartleggings- og overvåkingsmetoder.

GRUNNFORSKNING/UTDANNING

Grunnforskning

Norge har en rik og lang tradisjon for grunnleggende marin forskning av høy kvalitet innenfor en rekke disipliner, med pionerer som Fridtjof Nansen, Vilhelm Bjerknes, Bjørn Helland-Hansen og Johan Hjort. Arven fra disse fremragende forskerne, som kombinerte nysgjerrighetsdrevet, forskerinitiert forskning for å forstå havmiljøet med et sterkt fokus på relevans og forvaltningsnytte, må bæres videre.

Grunnlaget for all utnyttelse av havressursene er en dyp forståelse av de prosesser og mekanismer som former det marine miljø, organismene i havet, spillet mellom organismene i mellom, og mellom organismene og miljøet (naturlige og menneskeskapte påvirkninger). En slik forståelse er også nødvendig for bærekraftig forvaltning av biodiversitet og økosystemer. Det er ingen motsetning mellom grunnforskning og anvendt forskning. Tvert i mot må god anvendt forskning for næringsutvikling, høsting og forvaltning alltid hvile på et solid fundament av grunnleggende forskning. Samtidig vil spørsmål og kunnskap fra anvendt forskning stimulere nye perspektiver i grunnleggende forskning.

Grunnleggende marin forskning trengs innenfor et bredt spekter av disipliner, fra klimatologi og oseanografi til økologi og forurensningsstudier. Vi trenger grunnleggende forskning som fundament for anvendt forskning knyttet til fiskeri, havbruk og marin matproduksjon. Sentrale moderne verktøyer inkluderer data-assistert matematisk modellering, evolusjon og molekylære metoder. Marin grunnforskning må ta i bruk de siste teoretiske og metodiske nyvinninger og knytte an til

den internasjonale forskningsfronten over hele spekteret av fagfelt, fra biologi, fysikk og kjemi til samfunnsvitenskaper som sosiologi, rettsvitenskap og samfunnsøkonomi. Det vil være behov for flerfaglig og tverrfaglig forskning i samspill mellom ulike fag og disipliner, så vel som grunnleggende studier innenfor enkeltdisiplinene.

Norsk marin forskning skal være en ledende internasjonal aktør i utviklingen av ny kunnskap om havmiljøet. For å oppnå dette må forskningen og de teknologier som benyttes være dristig og nyskapende: man må dyrke de nye idéene, og la forskernes vitenskapelige nysgjerrighet få spillerom. Fokus må være på høy vitenskapelig kvalitet – forskning som kan måle seg med det beste på den internasjonale arenaen. Slik kan norsk marin forskning legge grunnlaget for bærekraftig forvaltning og høsting av marine ressurser i Norge, og samtidig gjøre en forskjell internasjonalt.

ANBEFALINGER:

- *Fremragende:* Norge skal være blant verdens ledende nasjoner i å bringe fram ny kunnskap om havmiljøet og havets organismer.
- *Vitenskapelig relevant:* Norsk marin forskning skal kjennetegnes høy internasjonal kvalitet og internasjonal vitenskapelig relevans.
- *Nytenkende:* Norsk marin forskning skal sikte mot vitenskapelig originalitet og nytenkning – mot å løse de uløste mysteriene, teste de nye idéene og reise de nye spørsmålene.
- *Faglig samspill:* Norsk marin forskning skal utnytte potensialet som ligger i flerfaglige og tverrfaglige tilnærminger, der ulike fag og underdisipliner samspiller i å løse havets gåter.
- *I forskningsfronten:* På denne måten skal norsk marin forskning bidra til å flytte den internasjonale forskningsfronten i forståelsen av havmiljøet og havets økosystemer.

Utdanning

De som utdannes i dag og i morgen er de som skal bringe norsk og internasjonal marin forskning videre, og som skal løse framtidens utfordringer og gåter. Én ting er viktigere enn noe annet for norsk marin forsknings framtid: at Norge utdanner og rekrutterer unge forskere på topp internasjonalt nivå. Norge har i dag en relativt topptung aldersfordeling blant sine innen de ulike disipliner tilknyttet det marine feltet. I tillegg er kjønnsfordelingen fortsatt ganske skjev. Dette innebærer et stort behov for nyrekruttering i et relativt kort tidsperspektiv. Selv om antall studenter både på master- og PhD-nivå har økt kraftig på 1990 og 2000 tallet, har det vist seg vanskelig å få rekruttert de beste til en videre akademisk karriere. Større vekt må derfor legges på å skape mer langsiktige overgangsordninger (post.doc.-stillinger og prosjektstillinger av en viss varighet). I tillegg er det behov for å sikre en god rekruttering til de marine yrkesfagene i skolen.

For at framtidens marine forskere skal kunne møte morgendagens utfordringer må de få et solid fundament på topp

internasjonalt nivå, preget av vitenskapelig bredde og dybde. Utdanningen må være forskningsbasert, og studentene må involveres i forskning på høyt nivå. Morgendagens marine forskere bør utdannes i samspill med fremragende internasjonale utdannings- og forskningsinstitusjoner. Utdanningen må ha som siktemål å utdanne selvstendige, kreative og konstruktive forskere, med god innsikt i grunnleggende disipliner, god kontakt med den internasjonale forskningsfronten, og en sterk vilje til å gjøre en forskjell i framtidens forskning. Ikke minst bør framtidige forskere lære seg til å jobbe i team, gjerne i flerfaglige/tverrfaglige prosjekter

Alle Norges større universiteter bør tilby en bred grunnutdannelse i marine disipliner. På avansert nivå bør det siktes mot nasjonal arbeidsdeling, der ulike utdanningsinstitusjoner spisser sin utdanning mot bestemte styrkeområder. En slik arbeidsdeling bør skje både innenfor utdanning i grunnleggende marine disipliner, og innenfor anvendte disipliner knyttet til forvaltning, fiskeri, havbruk og mat.

ANBEFALINGER:

- *Bredde, dybde og kvalitet:* Norge skal gi utdanning i verdenstoppen i marine disipliner, på alle nivå og over et bredt spekter av fag.
- *Grunnleggende og anvendt:* Norsk marin utdanning skal gi grunnlag både for utvikling av banebrytende nye innsikter om marine systemer og organismer (grunnleggende forskning) og for fremragende innovativ forskning rettet mot forvaltning og utnyttelse av marine ressurser (forvaltningsforskning, næringsrettet forskning).
- *Nasjonal og internasjonal:* Norsk marin utdanning skal sikre en ny generasjon av fremragende unge forskere som de sterke tradisjoner Norge har innen marin forskning, men hvor det også tas sikte på at Norge kan produsere kandidater med toppkompetanse for det internasjonale markedet.
- *Rekruttering og samspill:* Norge skal rekruttere internasjonalt fremragende unge utenlandske forskerrekrutter til norsk marin forskning, i samspill med de beste internasjonale forsknings- og utdanningsmiljøer. Vi skal også utdanne våre egne unge forskere i samspill med de fremste internasjonale fagmiljøer.



Foto: Rolf Vik

HAV21–RAPPORT FRA ARBEIDSGRUPPE 2

FORSKNING FOR NÆRINGSUTVIKLING – FISKERI

Innledning	54
Temaer som bør være gjennomgående	55
Prioriteringer	55
Tema som er spesifikke for egen sektor	55
Økosystemforståelse	55
Rent hav- og fjordmiljø	56
Ressurssituasjon og økosystembasert forvaltning	56
Sjøsikkerhet og HMS	57
Fartøyteknologi	57
Redskapsteknologi og ressurs- og miljøvennlig høsting	57
Kvalitet, verdikjede og marked	58
Optimal ressursutnyttelse	60
Høsting på lavere trofiske nivåer	60
Arealbruk, sameksistens og nøkkelområder for sjømatproduksjon	60
Rammebetingelser, flåtetilpasning og høstingsstrategier	61
Privat – offentlig ansvar	61
Internasjonalt FoU-samarbeid	61
Bruk av forskning – formidling	61
FoU-infrastruktur	62
Nordområdene	63
Rekruttering og opplæring (næring, forvaltning og forskning)	63

Rapport fra arbeidsgruppe 2

FORSKNING FOR NÆRINGSUTVIKLING – FISKERI



Foto: Ketil Dahl

Fiskeriene har vært avgjørende for utvikling og bosetting langs kysten, og er fortsatt en bærebjelke for økonomi og samfunnsutvikling.

INNLEDNING

Norge er først og fremst et «Havland», og vi forvalter et sjøareal som er sju ganger større enn Norges landareal. Våre svært produktive havområder og vår lange og rike kyst har gitt oss særlig gode naturlige forutsetninger for fiskeri. Dette har også gitt oss en fantastisk utgangsposisjon som en ledende internasjonal leverandør av høykvalitets sjømat, med tilhørende kompetanse.

Det er stor politisk oppmerksomhet knyttet til den globale forsynings situasjonen av mat med hensyn til befolkningsvekst, konfliktløsning og klimaspørsmål. Ifølge FNs matvareorganisasjon (FAO) må verden i 2050 ha mat nok til 9 milliarder mennesker. I dette globale makrobildet har «Havlandet Norge» en unik mulighet til å være en betydelig internasjonal forsyningsgarantist av verdens beste sjømat!

Fiskeriene har gjennom hele vår historie vært avgjørende for utvikling og bosetting langs kysten, og norske fiskerier er fortsatt en bærebjelke for vår økonomi og samfunnsutvikling. Fisket i norske farvann har historisk sett variert kraftig. Vi har imidlertid ansvarlige fiskere og et godt forvaltningssystem, og etter et lavmål rundt 1990 har den norske fangsten nå blitt nær doblet. Vi opplever nå at de fleste av våre kommersielt viktige fiskebestander er i en svært god forfatning. I 2009 kåret et internasjonalt panel Norge til den nasjonen som best etterlever FNs regler for et ansvarlig fiske (FAO Code of Conduct). Vi har allikevel fortsatt et betydelig potensial for forbedring. Der som vi forvalter kysten, havene og våre marine ressurser på rett måte vil våre fiskerier og vår marine matproduksjon kunne foregå i et «evighetsperspektiv».

Norske fiskerier utgjør selve «grunnmuren» i den marine verdikjeden. Våre mer enn 10 000 fiskere leverte i 2011 ca. 2,3 millioner tonn fisk og skaldyr, med en fangstverdi på 15,9 milliarder kroner. Den fiskerirelaterte verdikjeden hadde i 2010 ca. 24 000 årsverk, og den totale verdiskapingen av norske fiskerier var samme år beregnet til 20,4 milliarder kroner. I tillegg kommer verdiskaping knyttet til verft og utstyrsløse- randører. Sammen med norsk oppdrettsnæring eksporterer vi hver dag, hele året, ca. 40 millioner sjømatmåltider til 160 forskjellige land.

Regjeringen og sjømatnæringen samarbeider for at Norge skal være «verdens fremste sjømatnasjon». Da må vi også være i front med hensyn til å ha en miljøvennlig og lønnsom fiskeflåte, som leverer sunn mat fra godt forvaltede bestander i noen av verdens reneste havområder. For å kunne oppnå dette må vi være kunnskapsledende innenfor kyst- og havmiljø, bærekraftig ressursutnyttelse og i utviklingen av framtidens moderne fiskeflåte. Skal fiskerinæringen få tilgang til den beste arbeidskraften må næringen også være bærekraftig, lønnsom, innovativ og ha et godt omdømme. En nasjonal satsing på å synliggjøre mulighetene for attraktive og spennende yrkesvalg innenfor en sunn og «evigvarende» næring vil være avgjørende for å tilegne seg dyktige fagfolk i framtiden.

Norge har dyktige fiskere, et godt forvaltningssystem og FoU-institusjoner som langt på vei er internasjonalt ledende innenfor sine felt. Norsk leverandører av fartøYTEKNOLOGI, utstyrsteknologi og instrumentering er også i verdensklasse på mange områder. Skal vi være verdens fremste sjømatnasjon må vi midlertid utnytte det samlede og langsiktige verdiskapingspotensialet i norske fiskerier enda bedre. En koordinert satsing på FoU, slik det er beskrevet i denne rapporten, er selve grunnsteinen i dette arbeidet.

Utviklings- og inntekstpotensialet i Norsk fiskerinæring er fortsatt formidabelt. Det viser blant annet omsetningen innen pelagiske fiskerier, som fra 2010 til 2011 økte med ca. 2 mrd. kroner. For eksempel er sild i dag betalt med litt over 5 kroner per kg til fisker. Kvoten har de siste årene ligget på rundt 500.000 tonn. Dersom en kunne få markedet til å betale to kroner mer per kg, vil bare dette kunne gi en merinntekt på en milliard kroner. Likevel vil sild være svært billig og sunn mat!

TEMAER SOM BØR VÆRE GJENNOMGÅENDE

Økt verdiskaping av norske fiskerier vil bl.a. kunne skje gjennom å:

- Sikre at næringen får gode muligheter for videre effektivisering og fornying.
- Sikre ytterligere optimalisering av beskatningsnivået, der en ser utviklingen i flere arter/bestander i sammenheng.
- Videreutvikle miljøvennlig, energieffektiv og smart fartøy- og fangstteknologi.
- Videreutvikle utstyr og instrumentering for fangst av «rett» mengde, art, størrelse og kvalitet.

- Sikre best mulig kvalitet gjennom hele verdikjeden, og tilby gode markedstilpassede produkter som er fanget på en ansvarlig måte i et rent hav.
- Etablere bedre kunnskap om sammenhengen mellom reguleringer, fangst, mottak, industri, logistikk og marked, også for å kunne maksimere verdien av bærekraftige kvoter.
- Sikre bedre ivaretagelse og utnyttelse av restråstoff.
- Utvikle lønnsomme verdikjeder for arter lavere ned i næringskjeden.
- Ta fiskernes kunnskap i aktiv bruk i forskning og forvaltning.
- Legge til rette for kunnskapsutveksling og positive synergieffekter mellom fiskeri og tilgrensende sektorer (maritime næringer, havbruk, petroleum m.fl.).
- Etablere et koordinert næringsrettet teknologiprogram for norsk fiskeri- og havbruksnæring, med vekt på bl.a. ressurs- og miljøvennlig høstning.

Med en koordinert satsing på FoU, gode rammevilkår og implementering av ny kunnskap innenfor de overnevnte områdene, vil det være realistisk med en fordoblet verdiskaping knyttet til norske fiskerier i løpet av de kommende ti årene. En styrket satsing på marin FoU vil derfor være en svært god langsiktig investering for Norge. Våre anbefalinger for å kunne utløse dette verdiskapingspotensialet er nærmere beskrevet i denne rapporten.

PRIORITERINGER

Fiskerigruppas hovedprioriteringer for framtidig FoU kan sammenfattes i de følgende gjennomgående temaene:

- Grunnleggende kunnskap om havets og kystens økosystemer.
- Et rent hav- og fjordmiljø.
- Bærekraftig og optimal høsting, inkludert videreutvikling av smart, effektiv og miljøvennlig fartøy- og redskapsteknologi.
- Verdimaksimering av råstoff, herunder optimal kvalitet og ressursutnyttelse.
- Sjøsikkerhet og HMS.
- Arealbruk og sameksistens.

TEMAER SOM ER SPESIFIKKE FOR EGEN SEKTOR

Økosystemforståelse

Norge har en lang kyst og store produktive havområder, noe som gir svært gode naturgitte forutsetninger en stor og aktiv fiskerinæring. Endringer i marine økosystem og bestander, f.eks. som følge av klimaendringer og havforsuring, kan få stor innflytelse på framtidige fiskerier, og dermed også på Norge som sjømatnasjon.

Norske fiskerier skal drives og forvaltes i samsvar med internasjonale retningslinjer og avtaler og nasjonale lovverk og forvaltningsplaner. Dette krever samtidig at forskning og ikke minst forvaltning har tilstrekkelig kunnskap om fiskerinæringen, når nytt regelverk utformes. Økt kompetanse innenfor marin økologi og interaksjoner mellom arter er nødvendig for

å utvikle mest mulig optimale framtidige høstingsstrategier. Vi trenger også mer kunnskap om hvordan ulike faktorer virker sammen og påvirker biodiversitet og økosystemer, inkludert deres tålegrenser («resistens») og evne til å restituere seg («resiliens»). Fiskerne har allerede svært mye førstehånds kunnskap om marine arter og økosystemer. Denne verdifulle kunnskapen må i større grad samles inn og tas i bruk av forskning og forvaltning.

ANBEFALINGER:

- Etablere mer eksakt kunnskap om endringer i havmiljø som følge av klimaendringer, havforsuring, forurensning m.m.
- Øke den grunnleggende kunnskapen om marine økosystemer (inkl. «samvirke» mellom arter, fremmede arter, nedbeiting, sjøpattedyr og sjøfugl).
- Øke kunnskapen om hvordan fiskeriene og kystsamfunnene bør tilpasses et havmiljø i endring.

Rent hav- og fjordmiljø

Fisk og sjømat er en betinget fornybar ressurs, og marine arter er til enhver tid prisgitt det marine miljø den lever i. Sjømat fra Norge må være sunn og trygg å spise. Et rent hav- og fjordmiljø, mest mulig fri for forurensninger, er derfor en helt grunnleggende forutsetning for norsk sjømatnæring. Vi erkjenner allikevel at havet er sluttresipient for en del problematiske fremmedstoffer og miljøgifter. Slike utslipp må derfor forebygges i størst mulig grad. Det er særlig viktig at problematiske utslipp fra industri, gruver og annen virksomhet ikke skjer i gyteområder, oppvekstområder eller i andre kjerneområder for høsting og produksjon av sjømat (jfr. dagens juridiske beskyttelse av matjord og drikkevannskilder). Her har norsk forvaltning fortsatt et betydelig forbedringspotensial.

Det er også behov for å utvikle bedre kunnskap om effekter av miljøgifter og deres spredning og samlede virkning i økosystemene. Dette ikke minst for å kunne utvikle gode systemer for å forebygge utslipp av potensielt skadelige stoffer. Norge bør også ha som ambisjon å være i front innenfor integrert miljøovervåking. Dette f.eks. gjennom å etablere et høyteknologisk system for sann tids overvåking av hav- og fjordmiljø, basert på moderne måleteknologi, satellitter, bøyser og målestasjoner på havbunnen. Et slikt system vil gi verdifulle data for en mer kunnskapsbasert forvaltning, samtidig som systemet også kunne vært til stor nytte for både fiskeri, havbruk, sjøtransport og petroleumsnæring.

ANBEFALINGER:

- Etablere bedre kunnskap om forekomst og effekter av fremmedstoffer og miljøgifter i marine økosystem, fisk og sjømat, bl.a. gjennom basisstudier for viktige arter. Slik kunnskap vil også utgjøre et sentralt kunnskapsgrunnlag for bedre forebygging av forurensende utslipp.

- Utvikle kunnskap og kriterier for å identifisere og beskytte viktige kjerneområder for marin matproduksjon, inkl. gyte- og oppvekstområder.

- Utvikle gode modeller for å forutsi effekter av utslipp fra ny gruve- og industrivirksomhet i forhold til hav- og fjordmiljø, gyteområder, råstoffkvalitet og mattrygghet.

- Utvikle et høyteknologisk nettverk for sann tids overvåking av hav- og fjordmiljø, til nytte for forvaltning, forskning, fiskeri og andre næringer som bruker sjøområdene.

- Etablere bedre kunnskap om mulighetene til å forebygge ytterligere forurensning og forsøpling av havet.

Ressurssituasjon og økosystembasert forvaltning

De fleste kommersielt viktige fiskebestandene i Barentshavet og Norskehavet er i en god forfatning, men situasjonen i Nord-sjøen og generelt langs kysten er mindre positiv. Informasjon og god overvåking av økosystem, bestander og fiskerier er nødvendig for å sikre en bærekraftig og lønnsom fiskerinæring. Dårlig forvaltning av fiskebestandene kan medføre tap av betydelige inntekter. Økt satsing på ressursforskning knyttet til de viktigste kommersielle artene er derfor en god investering for Norge.

Som grunnlag for mer optimale kvoteråd og økosystembaserte forvaltningsstrategier er det behov for å øke kunnskapen om utbredelse og forekomst av viktige arter, spillet mellom dem, byttedyr og predatorer. I den forbindelse må en også vurdere om det er hensiktsmessig med økt beskatning av sjøpattedyr og andre predatorer, for å øke produksjon og lønnsomhet i øvrige fiskerier. Videre er det behov for å kartlegge økologiske og evolusjonære (genetiske) konsekvenser av ulike høstingsstrategier.

Havforskningsinstituttets tokt og referanseflåten dekker i stor grad overvåkingen av de viktigste artene som blir høstet i dag. For andre arter, som vi i følge havressursloven og prinsippet om økosystembasert forvaltning også skal forvalte, er overvåkingen og kunnskapsnivået vesentlig svakere og bør forbedres. Metodene som brukes har også et betydelig forbedringspotensial. I tillegg til å optimalisere bruken av forskningsfartøy bør systemer for integrert miljø- og ressursovervåking forbedres gjennom økt vekt på satellittovervåking, målestasjoner på havbunnen, bøyser, bruk av fiskefartøy og samspill med andre næringer.

Fiskerne har førstehånds kunnskap om fiskebestander og fiskerier og teknologien for å samle inn viktige data fra fiskefartøyer er allerede til stede. En må utvikle gode metoder for å ta denne kunnskapen i aktiv bruk i forskning og forvaltning, fortrinnsvis koordinert gjennom en nasjonal databank for innsamling, behandling og distribusjon av fiskernes erfaringsbaserte kunnskap. En må også utvikle kunnskap for en mer effektiv, forutsigbar og samordnet ressurskontroll.

ANBEFALINGER:

- Øke kunnskapen om utbredelse og forekomst av viktige arter/ bestander, og samspillet mellom dem, som grunnlag for mer optimale kvoteråd og forvaltningsstrategier.
- Øke kunnskapen om hvordan ulike faktorer (klima, åte, predatører m.m.) påvirker bestandsstørrelse, utbredelse og gytesuksess for viktige arter/bestander.
- Øke kunnskapen om økologiske og evolusjonære konsekvenser av ulike høstingsstrategier.
- Etablere kunnskap om sammenhengen mellom bunnforhold og utbredelse av marine arter/ressurser, for bruk i økosystembasert forvaltning og et mer effektivt og bærekraftig fiskeri.
- Fiskerne har førstehåndskunnskap om havet, bestander og fiskeriene. En må utvikle kompetanse og metoder som kan bidra til å ta denne kunnskapen i aktiv bruk i forskning og forvaltning.

Sjøsikkerhet og HMS

Framtidens fiskeflåte må være verdensledende når det gjelder arbeidsvilkår, HMS og trivsel, dersom fiskeryrket skal være attraktivt for norsk ungdom og andre. Fiskeri er allikevel fortsatt vårt farligste yrke med hensyn til risiko for skade og dødsfall. Næringen, FoU-institusjoner, utstyrsleverandører og norske myndigheter må samarbeide for å endre dette.

Når det gjelder sjøsikkerhet og HMS, er utfordringene ikke bare knyttet til manglende kunnskap. Det er også en utfordring å ta kjent kunnskap i aktiv bruk. I så måte er det bl.a. avgjørende å opprettholde og videreutvikle godt fungerende modeller for sikkerhetsopplæring.

Krav og regelverk må være best mulig tilpasset den reelle situasjonen i fiskeriene, og kan f.eks. ikke uten videre overføres fra landbasert industri og offshorenæring. Videre FoU-arbeid knyttet til HMS i fiskeflåten må fokusere på de viktigste risikoer knyttet til sjøsikkerhet, arbeidsoperasjoner og andre forhold som kan påvirke fiskernes helse, og fokusere på tiltak som kan forebygge ulykker og øke trivselen. En bør også vurdere om dokumentasjon av god HMS gjennom hele verdikjeden kan være en del av sertifiseringen av de endelige produktene.

ANBEFALINGER:

- Identifisere risiko for liv og helse gjennom aktiv bruk av statistikk/data og vitenskapelige analyser, som grunnlag for å utvikle forebyggende tiltak mot ulykker og helseskade.
- Videreutvikle kunnskapen om de ulike fartøyenes stabilitet og egenskaper i sjøen. Dette gjelder ikke minst for mindre fartøy.
- Utvikle sikre og praktiske løsninger som kan redusere skaderisikoen ved farlige operasjoner i lasterom og på dekk (robotisering m.m.) og forebygge «fall over bord ulykker».
- Øke kunnskapen om trygg håndtering av store krefter (fangstoperasjon og ombordtaking relatert til sjø, vind, is osv.), særlig i kalde farvann.

- Videreutvikle enkle og effektive løsninger for kommunikasjon og overvåking om bord.
- Utvikle realistiske «fiskerisimulatorer» i tilknytning til sentrale fiskeri- og forskningsmiljøer, som hjelpemiddel for økt sikkerhetsnivå og praktisk opplæring innenfor fiskeriene.
- Videreutvikle overvåkingssystemer for økt sikkerhet og beredskap, også gjennom å etablere bedre samvirke med andre næringer og etater.
- Utvikle reguleringssystemer som bedre ivaretar hensynet til sjøsikkerhet og HMS.

Fartøyteknologi

Norske fiskefartøyer har tradisjonelt ligget på et høyt teknologisk nivå sammenlignet med andre store fiskerinasjoner, og norske utstyrsleverandører er verdensledende innenfor mange områder. I tillegg er Norge et høykostland, noe som stiller særlige krav til forsprang innenfor teknologi og automatisering.

Utfordringene innenfor fartøyteknologi varierer mellom flåte-segmentene, og man ser at regelverk og kvotegrunnlag har hatt stor innflytelse på fartøyutformingen. Effektiviseringen av den norske fiskeflåten har skjedd som følge av teknologiutvikling og fornyelsesevne i næringen. I tillegg har norsk fiskerinæring gått gjennom en kontrollert strukturering for å sikre lønnsomhet og unngå overkapasitet. Denne trenden forventes å fortsette, også innenfor kystflåten. Samtidig forventes det en liberalisering av redskapsvalg og driftsform, kanskje også en økende bruk av fiskefartøy til operasjoner i andre sektorer.

Fiskeri bidrar til svært beskjedne utslipp av klimagasser, sammenliknet med landbasert produksjon av kjøtt. Det er imidlertid fortsatt rom for forbedringer, både i forhold til teknologi og høstingsstrategier/reguleringer. Når det gjelder energiøkonomisering, som er et «vinn-vinn-tiltak» med hensyn til både miljø og økonomi, vil det være hensiktsmessig med et tettere samarbeid med den maritime næringen.

ANBEFALINGER:

- Videreutvikle og optimalisere fartøydesign og fartøyteknologi for et mest mulig effektivt, energi-/drivstoffbesparende og sikkert fiskeri.
- Øke kunnskapen om alternativ energiproduksjon/energibærere og energigjenvinning i fiskeflåten og legge til rette for implementering av gode løsninger.
- Videreutvikle og optimalisere løsninger for god og effektiv råstofflogistikk om bord (ombordtaking, slakting/sløyning, pumpe, kjøling, frysing osv.).
- Kartlegge driftsprofiler og bruk av fartøyets maskineri gjennom fullskala logging, for bruk i utvikling av riktig design og strategisk operasjon av fartøy.

Redskapsteknologi og ressurs- og miljøvennlig høsting

Norge er på flere områder verdensledende innenfor redskapsteknologi og instrumentering for fiskeflåten. Samarbeid og

kunnskapsoverføring mellom fiskebåtrederi, verft, utstyrsleverandører og FoU-institusjoner har vært nøkkelen til at Norge har fått en slik ledende posisjon. I skjæringspunktet mellom fiskeri og andre næringer (bl.a. maritim, petroleum og nye marine energiformer) finnes fortsatt mange muligheter til å ta ut teknologiske synergier. Norske utstyrsleverandører har derfor et stort potensiale for økt eksport og verdiskaping.

Utvikling av ny og bedre redskapsteknologi og instrumentering er en kontinuerlig prosess. Viktige pådrivere for dette er behovet for mer energieffektive redskaper, bedre seleksjon, bedre kvalitet på fangst, samt å redusere negativ påvirkning på annen fisk, sjøbunn og fauna. Fiskeren må i størst mulig grad kunne vite hva slags fisk han/hun er i ferd med å fange, kunne overvåke hvordan redskapen fungerer og styre redskapene slik at de oppfører seg slik fiskeren vil. Å øke sikkerheten for fangst av rett art, størrelse og kvalitet har et svært stort verdiskapingspotensial. Da må en legge til rette for å utvikle fangstteknologier og instrumentering som er enda «smartere» enn dagens.

ANBEFALINGER:

- Øke kunnskapen om hvordan fiske påvirker ressurser, sjøbunn og miljø som grunnlag for å videreutvikle mer ressurs-, energi- og miljøvennlige fiskeredskaper.
- Videreutvikle teknologi og instrumenter til i langt større grad enn i dag å kunne identifisere art, mengde og individstørrelse før og under fangst. Dette er en krevende FoU-oppgave hvor alternativ teknologi (undervannsakustikk, kamerateknologi m.m.) kan komme til anvendelse.
- Utvikle og tilpasse elektroniske kart med detaljerte data om sjøbunn og marine habitater for bruk i et mer energiøkonomisk, effektivt og bærekraftig fiskeri (bl.a. ved å kunne unngå hefter, koraller og andre sårbare habitater).
- Øke kunnskapen om individbasert fiskeatferd i fangstfasen, som grunnlag for utvikling av effektive fiskeredskaper med forbedret seleksjon og redusert bifangst.
- Utvikle teknologi og instrumentering for fangstregulering i fiske med not, trål og snurrevad, inkludert metoder for å slippe uønskede fangster før fisken påføres skade.
- Utvikle mer effektivt og skånsomt fiskeri med konvensjonelle redskaper (line, garn, teine osv.), inkludert utvikling av selektive, langtidsvirkende og kostnadseffektive agn.
- Utvikle beslutningsstøtteverktøy for fiskeskipper for et mer effektivt, ressurs- og miljøvennlig fiske. Dette kan bl.a. gjøres gjennom å kombinere data fra fiskeletingsutstyr og fartøyoperasjon som grunnlag for en mer automatisert og målrettet fiskeri.
- Øke kunnskapen om forholdet mellom fiskeri og fiskevelferd, både ut fra et etisk perspektiv, og ut fra hensynet til kvalitet og økonomi.
- Utvikle teknologiske løsninger for fangst og fangstbehandling, som forbedrer råstoffkvalitet og øker markedsverdien på produktene som produseres.
- Kartlegge årsaksforhold knyttet til utilsiktet dødelighet av fisk, sjøpattedyr og sjøfugl, og redusere dette gjennom bl.a. redskapsutvikling og instrumentering.
- Utvikle bedre kunnskap og teknologi for å bekjempe spøkelsesfiske (gjenfinning av redskap, nedbrytbare materialer m.m.).

Kvalitet, verdikjede og marked

Mange av våre viktigste fiskerier foregår på vandrende bestander, hvor tilgjengelighet og kvalitet varierer gjennom året. Økt kunnskap om slike naturlige variasjoner i råstofftil-



gang og kvalitet vil også øke forutsigbarheten på fangstenes volum og kvalitet. I dagens situasjon har Norge langt på vei lyktes med å bygge opp robuste bestander som har gitt rom for en betydelig vekst i kvotene. Økte kvoter vil imidlertid kunne presse ned prisene. Markedskunnskap er viktig for å kunne prioritere mellom ulike høstingsstrategier. Samtidig er det også svært viktig at de naturlige svingningene i bestandenes tilgjengelighet og kvalitet legges til grunn for kommende markedsstrategier/markedsbygging.

Sjømat fra Norge må være sunn, av god kvalitet og være fanget i samsvar med gjeldende nasjonalt og internasjonalt regelverk. Det er nødvendig å dokumentere dette på en tillitvekkende måte for å oppnå riktig pris i markedene. Det er sannsynligvis et stort potensial for å oppnå økt verdi av norsk fangstet råstoff, ikke minst i forhold til å sikre bedre kvalitet på hyse og enkelte andre arter. For eksempel har systematisk kvalitets- og markedsarbeid i pelagisk sektor ført til økt utnyttelse av industrifisk til human konsum, noe som har ført til stor økning i verdiskapingen i denne delen av næringen.

Det skal ikke være grunn til å tvile på at norsk sjømat er trygg å spise. Det er derfor nødvendig å sørge for en helhetlig og systematisk basisovervåking av evt. innhold av fremmedstoffer og miljøgifter. Enda viktigere er det å forebygge utslipp som kan føre til problemer knyttet til kvalitet og sjømattrygghet. Norsk fiskeri- og miljøforvaltning har et stort potensial for et bedre samarbeid angående dette.

Brorparten av norsk sjømat må nå internasjonale markeder i løpet av forholdsvis kort tid. Det er derfor også nødvendig med økt innsats for bedret logistikk og raskere og sikrere framkommelighet. Videre må myndigheter og næring fortsette å jobbe for best mulig markedsadgang for norsk sjømat, og bidra til å styrke forhandlingsmakten i et tøft internasjonalt marked.

ANBEFALINGER:

- Utvikle bedre parametere, metoder og teknologi for kvalitets-sertifisering av fangst.
- Utvikle bedre logistikksystemer for omsetning av fisk og fiskeprodukter, slik at rett råstoff finner rett produsent og marked, og dermed oppnår «riktig» pris.
- Øke kunnskapen om forholdet mellom fiskebestanders tilgjengelighet og kvalitet, forvaltningsmodeller/høstingsstrategier, pris og marked.
- Øke kunnskapen om ulike arters markedspotensial og hvordan fangsten kan bidra til å frambringe et råstoff som utnytter markedspotensialet best mulig.
- Videreutvikle og optimalisere systemer for råstofflogistikk om bord (ombordtaking, pumping, slakting/sløyning, kjøling, rengjøring/hygiene osv.), for å sikre optimal kvalitet og holdbarhet. Herunder også videreutvikling av lønnsomme konsepter for ombordproduksjon, inkl. tilrettelegging for halvfabrikatprodukter og frysing.
- Videreutvikle kunnskapen om håndtering, transport, lagring og marked for levende sjømat, inkl. fangstbasert akvakultur.
- Videreutvikle kostnadseffektive og praktiske metoder for sporbarhet (inkl. verktøy/systemer for kvalitetssikring og evt. tilbakekalling av produkter), gjennom hele verdikjeden.
- Øke den tverrfaglige kunnskapen om markedsmessige og miljømessige effekter av miljøsertifisering, «grønt fartøykonsept» og merkevarebygging.



Optimal ressursutnyttelse

All fangst skal utnyttes best mulig. Å ta vare på biprodukter og restråstoff er nødvendig både ut fra et ressursmessig, økonomisk og etisk synspunkt. Det åpnes nye muligheter for bedre ivaretagelse av restråstoff, når andel som sløyes på land og som fryses om bord nå er økende. Marin ingrediensindustri i Norge har nå nådd et svært betydelig omsetningsnivå. Fortsatt forskning og innovasjon vil gjøre det mulig å utnytte potensialet for å vokse videre.

I et større perspektiv er grunnstoffet fosfor i ferd med å bli en knapphetsfaktor for framtidig matproduksjon (jordbruk). Høsting fra havet, inkludert resirkulering av restråstoff og bedre ivaretagelse av avfall og næringsstoffer fra oppdrett, kan bli en betydelig kilde til fosfor og andre plantenæringsstoffer i framtida. Evt. muligheter som ligger i dette, bør utredes nærmere.

ANBEFALINGER:

- Utvikle teknologi og systemer for å ta vare på, og utnytte verdiskapingspotensialet i restråstoff/biprodukter.
- Utvikle høyverdige produkter av restråstoff/biprodukter.
- Utvikle kunnskap om hvordan teknologi og organisering av råvareflyt påvirker tilgang til – og kvalitet av restråstoff.
- Vurdere hvilke lite utnyttede ressurser («LUR-arter»), herunder polartorsk, lysprikkfisk, snøkrabbe og kråkebolle, som har markedsmessige og økologiske muligheter for kommersialisering i større omfang, og fokusere på disse artene i FoU-sammenheng.
- Utvikle kunnskap om hvordan sjømatnæringen evt. kan bidra til økt tilgjengeliggjøring og gjenvinning av plantenæringsstoff (fosfor).

Høsting på lavere trofiske nivåer

Balansert høsting på lave trofiske nivåer (alger, tare, plankton, krill m.fl.) antas å kunne ha et betydelig framtidig potensial for marin verdiskaping. Per i dag utnyttes bl.a. stortare, krill og til dels raudåte kommersielt. Lønnsomheten for fangst av flere slike arter vil kunne bli akseptabel på sikt dersom en bl.a. finner nye anvendelsesområder og/eller utvikler nye godt betalte produkter. Forskning, kommersialisering og utvikling av egnede forvaltningsmodeller må gå «hånd i hånd», dersom høsting av nye arter på lave trofiske nivåer skal kunne utvikles til å bli en viktigere del av norsk sjømatnæring.

ANBEFALINGER:

- Øke kunnskapen om forekomst, reproduksjonsmuligheter og funksjon i økosystemet for høsting av aktuelle arter på lave trofiske nivåer, som grunnlag for å utvikle gode høstingsstrategier (som f.eks. bidrar til minimal innblanding/bifangst av yngel).
- Utvikle egnet leteteknologi for å finne fram til kommersielt attraktive forekomster.
- Utvikle miljøvennlig og effektiv fangst- og bearbeidingssteknologi for aktuelle arter.

- Vurdere om utnyttelse av ledig flåtekapasitet kan bli et realistisk/lønnsomt konsept for høsting på lavere trofiske nivåer.

Arealbruk, sameksistens og nøkkelområder for sjømatproduksjon

Fiskerne og andre opplever økende konkurranse om arealene, særlig i kystsonen. Det er derfor viktig å utvikle kriterier for reell sameksistens mellom fiskeri og petroleumsvirksomhet, industri- og gruvevirksomhet, oppdrett og vindkraftanlegg til havs. I den forbindelse er det også viktig å etablere gode metoder for «verdsetting» av de viktigste områdene for rekruttering, fiskeri og marin matproduksjon, jfr. kommende NOU om økosystemleveranser. Det er nødvendig å utvikle bedre kunnskap om forholdet mellom marine ressurser, arealbasert vern og fiskeri. Dette også som grunnlag for økt forståelse mellom forskere, fiskere og forvaltere.

De siste årene har det kommet en rekke nye lov- og rammeverk for forvaltning av kyst- og sjøområdene. Det er nå nødvendig å samordne og koordinere disse regelverkene på en bedre måte, til beste for både næringsaktører, andre brukere av hav og kystsonen og ikke minst kommunene som skal drive kystsonoplanlegging. For næringsaktørene er det en utfordring av forvaltningen av kyst- og havområdene har blitt stadig mer komplisert. På den andre siden er det en enda større utfordring at forvaltningen, og til dels forskningen, synes å ha stadig mindre kunnskap om fiskerinæringen. Dette må endres gjennom en mer åpen og positiv dialog.

Ellers er ikke konkurranse om arealer i kystsonen nødvendigvis bare konfliktfylt. Der det er mulig bør en forsøke å legge til rette for positivt samvirke på tvers av sektorer, evt. også gjennom oppstart av felles FoU-prosjekter og samarbeid om utvikling av ny næringsvirksomhet.

ANBEFALINGER:

- Etablere ny kunnskap som kan gi bedre sameksistens mellom aktører som bruker kyst- og havområdene.
- Utvikle kunnskap og egnede kriterier for å identifisere viktige nøkkelområder for marin matproduksjon («matfjorder»). Dette som grunnlag for bedre å kunne beskytte de viktigste områdene for marin matproduksjon mot skadelige utslipp og inngrep.
- Utvikle tverrfaglig og uavhengig kunnskap om effekter av utslipp (inkl. sjødeponier) fra industri og gruvevirksomhet på fjordmiljø, fisk og fiskerier.
- Utrede hvordan en best kan innarbeide hensynet til sjømatnæring, fjordmiljø og mattrygghet i samfunnsøkonomiske analyser, som bl.a. legges til grunn for konsekvensutredninger, planprosesser og utslippstillatelser.
- Utvikle bedre kunnskap om hvordan oppdrett, petroleumsvirksomhet, seismikk m.m. kan påvirke ville marine arter (forekomst, atferd, gyting, kvalitet osv.).

- Fremme kunnskap om hvordan en best kan kombinere bruk (fiskeri) og arealbasert vern.
- Etablere bedre og mer detaljert kunnskap om sjøbunnen og marine habitater. Slik arealbasert informasjon kan utgjøre et felles faglig grunnlag for sameksistens mellom ulike næringer, andre brukere av kystsonen, forvaltning og forskning.

Rammebetingelser, flåteilpasning og høstingsstrategier

God lønnsomhet er avgjørende for at Norge skal ha en ledende fiskeflåte og sjømatnæring i framtiden. Da må rammebetingelsene for norsk fiskeflåte være kunnskapsbaserte, forutsigbare og minst like gode som hos våre konkurrenter. Langsiktig økonomisk bærekraft vil måtte gå «hånd i hånd» med økologisk bærekraft og en god ressursituasjon.

ANBEFALINGER:

- Øke kunnskapen om sammenhengen mellom forvaltning, høstingsstrategier, flåte og mottaksstruktur, bedriftsøkonomi og langsiktig samfunnsnytte.
- Utvikle kunnskap om et friere redskapsvalg i fiskeflåten (dokumentasjon av konsekvenser mht. beskatningsmønster, økosystemeffekter og lønnsomhet).
- Utrede rettsvitenskapelige forhold knyttet til marine ressurser og arealer, bl.a. i forhold til forflytning av fiskebestander, fiske i «nye» havområder og kystbefolkningens (inkludert sjøsamiske) situasjon og rettigheter.
- Dokumentere og analyse resultatene av tidligere internasjonale fiskeriforhandlinger, som faglig grunnlag for kommende forhandlinger.
- Vurdere «balansert høsting,» som et mulig supplement til tradisjonell ressursforvaltning.
- Identifisere suksessfaktorer for etablering av særlig konkurranse-dyktige marine næringsklynger.

PRIVAT – OFFENTLIG ANSVAR

Som hovedregel er finansieringen av forvaltningsrettet forskning et nasjonalt offentlig ansvar, mens finansiering av næringsrettet FoU er næringens ansvar, i samarbeid med virkemiddelapparatet. En rekke av utfordringene knyttet til fiskeri og bruken av havet krever en tverrfaglig og koordinert FoU-innsats fra både næring og forvaltning. Det er helt avgjørende at viktige felles FoU-utfordringer (miljøtilpasning, bærekraft osv.) ikke faller «mellom flere stoler» i virkemiddelapparatet.

Den offisielle statistikken viser at den offentlige finansieringen av fiskerirelatert forskning er betydelig høyere enn næringsas andel. En viktig årsak til dette er at den forvaltningsrettede forskningen på forekomst og utbredelse av viktige bestander er forholdsvis ressurskrevende.

I tillegg gjennomføres det et betydelig utviklingsarbeid i norske fiskerier og marin sektor for øvrig, som ikke fanges opp av offisielle statistikker. Årsaken til at dette FoU-arbeidet i liten grad har blitt fanget opp av offisielle statistikker, er sannsynligvis at næringsaktørene ikke har søkt offentlig støtte. Dette næringsrettede FoU-arbeidet har derfor foregått på «utsiden» av det offentlige virkemiddelapparatet. I tillegg bidrar fiskerier næringen til forskningen gjennom FoU avgiften og gjennom avsetning av betydelige forskningskvoter. En klargjøring av muligheter og tilpassing av innovasjonssyklusen i fiskeriene bør skje ved å tydeliggjøre virkemidler som er tilgjengelige for fiskeflåten. Skattefunn og andre ordninger kan imidlertid lette den private risikoen ved FoU, og det bør legges til rette for bedre utnyttelse av slike virkemidler.

Det er nødvendig å etablere klarere prinsipper for hvordan næringen og det offentlige bør koordinere sin FoU-innsats om oppgaver som er et offentlig ansvar, et privat ansvar, og FoU-oppgaver som ligger i gråsonen i mellom. Når det gjelder behovet for etablering av et eventuelt teknologiprogram for norsk sjømatnæring, vil dette måtte finansieres i et nært samarbeid mellom offentlige og private aktører.

INTERNASJONALT FOU-SAMARBEID

Fiskeri er en internasjonal næring. Norske marine FoU-miljøer har mye å hente fra, og ikke minst tilføre, internasjonal marin forskning og utvikling. Samtidig er det viktig å beholde nøkkelkompetanse og rettigheter (IPR) på norske hender. I tillegg til at økt internasjonal kompetanse styrker norsk fiskerier næring, har vi gode forutsetninger for å bli en betydelig større eksportør av vår kompetanse, teknologi og utstyr (jfr. petroleumsnæringen og maritim sektor). I tillegg er kunnskap fra norske fiskerier, fiskeriforvaltning og forskning viktige bidrag for en positiv utvikling av fiskerier næringen internasjonalt. Denne kunnskapen formidles bl.a. gjennom bistandsarbeid.

Ca. 80 prosent av norsk fiske foregår på bestander vi deler med andre land. Det er derfor hensiktsmessig å gjennomføre felles internasjonal forskning innen teknologi, bestander og felles ressurser, jfr. det gode forskningssamarbeidet som allerede eksisterer mellom norske og internasjonale FoU-institusjoner. Med EUs nye store reform for fiskeriene (Common Fisheries Policy) åpner det seg store muligheter for felles utvikling av fiskeriteknologi. Norge har også et medansvar for internasjonal forvaltning og forskning knyttet til marine ressurser (krill m.m.) i Antarktis. Marin økologi, havmiljø, sjømat og helse er andre fagområder som anses å være særlig egnet for internasjonal forskning. EU-prosjekter kan være en egnet plattform for slik forskning.

BRUK AV FORSKNING – FORMIDLING

God kontakt mellom forskningsinstitusjoner, redskapsleverandører, fiskerne og samfunnet for øvrig er helt avgjørende for å sikre praktisk bruk av FoU-resultater i næring og forvaltning. Mye god forskning blir dessverre allikevel ikke tatt i bruk, og det er fortsatt en utfordring å omsette forskningsresultater

til praktiske formål og produkter. Det må derfor allerede nå FoU-prosjekt igangsettes og settes av nødvendige ressurser til formidling og næringskontakt.

SFI-ordningen er en unik måte å få til et godt og langsiktig samspill mellom næring og forskning i konkrete prosjekter. En SFI vil kunne tilknytte seg flere master- og PhD-studenter, og således bidra til rekruttering av gode fagfolk til både forskning og næring. Denne ordningen må derfor videreutvikles. Det bør også innføres et «DEMO2000-program» for norsk fiskerinæring for å kvalifisere ny teknologi som kan øke effektiviteten og redusere kostnadene (jfr. tilsvarende ordning for petroleumssektoren).

For øvrig bør en evaluere i hvor stor grad FoU-midlene i marin sektor blir kanalisert dit innovasjonspotensialet er størst, som grunnlag for å utvikle mere treffsikre framtidige innsatsområder og virkemidler.

FOU-INFRASTRUKTUR

Norge har over mange år vært en viktig produsent av marine forskningsresultater. Mens norske forskere står for ca. 0,6 prosent av den samlede verdensproduksjonen av vitenskapelige artikler, utgjør andelen 2,2 prosent når det gjelder marin forskning. Dette er høyt, sett i forhold til at Norge har i underkant av en promille av verdens befolkning. Dersom vi skal ha som ambisjon å bli verdens fremste sjømatnasjon, må den marine forskningen styrkes ytterligere.

Sentrale deler av norsk fiskeriforskning, bl.a. den fiskeriteknologiske forskningen, er som regel både forvaltnings- og næringsrettet. Denne viktige forskningen må allikevel ikke «falle mellom flere stoler» i virkemiddelapparatet. Derfor bør en etablere et koordinert fiskeriteknologiprogram, evt. etablere et felles teknologiprogram for hele den marine næringen.

Med all den avanserte teknologien som finnes ombord i mange moderne fiskefartøy, kan store datamengder ang. havmiljø, bestander, sjøbunn og fiskerier samles inn kontinuerlig over tid, tilnærmet kostnadsfritt. Disse dataene vil kunne utgjøre et svært verdifullt og kostnadseffektivt supplement for tradisjonell innsamling av data for havforskning og forvaltning. Dette krever imidlertid at det etableres en nasjonal databank for innsamling, behandling og distribusjon av miljø- og fangstdata fra fiskeriflåten. Dette må skje i et nært samarbeid med de ansvarlige forvaltningsinstitusjoner.

ANBEFALINGER:

- Det må etableres et koordinert næringsrettet teknologiprogram for norsk fiskeri- og havbruksnæring, hvor næringsaktører og utstyrsprodusenter får en sentral plass.
- Kapasiteten på norsk hav- og ressursforskning må stå i forhold til de havområdene og ressursene vi rår over. Fiskerne har førstehånds kunnskap om havet, bestander og fiskeriene, og en må utvikle metoder for å ta denne kunnskapen i aktiv bruk i forskning og forvaltning. Det må derfor etableres en nasjonal databank for innsamling, behandling og distribusjon av miljø- og fangstdata fra fiskeriflåten.
- Samarbeid og kunnskapsoverføring mellom rederi/fisker, verft, utstyrslleverandører og FoU-institusjoner har vært selve nøkkelen til at Norge er verdensledende i sentrale deler av maritim sektor i dag. Virkemiddelapparatet må legge langt bedre til rette for slikt samarbeid.
- Styrke utstyrslleverandørenes rammevilkår for utvikling av fiskeriteknologiske innovasjoner, bl.a. ved å gjøre det enklere å starte opp brukerstyrte FoU-prosjekter i samarbeid mellom leverandørindustri, forskningsinstitusjoner og sluttbrukere/fiskere.



- Legge til rette for bedre utveksling av kunnskap og teknologi mellom sjømatnæringen og tilknyttede næringer (maritime næringer, landbruk m.fl.), bl.a. når det gjelder teknologi og HMS.

NORDOMRÅDENE

Nordområdene utgjør et tyngdepunkt i norske fiskerier, og potensialet for økt verdiskaping i fiskeriene er sannsynligvis særlig stort i denne regionen. Det er derimot vesentlig mindre kunnskap og dårligere forståelse av grunnleggende fysiske og biologiske prosesser for det nordlige Barentshavet og Arktis enn for områder lengre sør. Dette bør endres.

En kan i årene som kommer oppleve forflytning av fiskebestander, ismelting og åpning av nye fiskeområder i nord. Dette reiser spørsmål angående økologi, havmiljø, havrett og urfolksrettigheter, som må utredes. Det er også økende geopolitisk interesse for nordområdene. I den forbindelse bidrar aktive norske fiskerier i nordområdene til en positiv form for suverenitetshevdelse.

Behovet for bedre sikkerhet og beredskap, bl.a. basert på satellittbasert sporing og overvåking av fartøyer, er særlig viktig i nordområdene. Dette fordi mørketid, kalde og isfylte farvann og lange avstander kan føre til reduserte feilmarginer og større konsekvenser av ulykker. Det vil også være viktig å utvikle kunnskap og teknologi for at ledig kapasitet i fiskeflåten kan inngå i et bredt beredskapstilbud i nordområdene.

REKRUTTERING OG OPPLÆRING (NÆRING, FORVALTNING OG FORSKNING)

For å kunne tilby attraktive arbeidsplasser, og dermed få tilgang til den beste arbeidskraften, må fiskerinæringen være

lønnsom, innovativ og inkluderende. Fiskeflåten konkurrerer nå med petroleum/offshore og den øvrige maritime næringen om dyktige sjøfolk. Fiskeflåten må ha minst like gode arbeids- og rammevilkår som disse næringene for å kunne konkurrere om kompetent arbeidskraft.

I tillegg til å legge til rette for attraktive arbeidsplasser, må næringen bli flinkere til å gi ungdom og andre god informasjon om alle de positive mulighetene som ligger i et fiskerirelatert yrkesvalg. Prosjektet «Sett sjøbein» har blitt en viktig bidragsyter i dette. Økt bruk av ungdomsfiskeordningen kan sannsynligvis bidra til å senke terskelen for å få ungdom inn i fiskeryrket. På den andre siden er det også nyttig å få bedre kunnskap om årsaker til frafall fra fiskeryrket, og hvordan dette evt. kan reverseres.

Det er viktig å opprettholde og utvikle en framtidsrettet fagutdanning innenfor fiskeri og marine fag, bl.a. for å sikre at denne utdanningen ivaretar kommende krav til sertifisering og dokumentasjon av kompetanse.

God grunnforskning legger et viktig grunnlag for anvendt forskning og næringsutvikling innenfor marin sektor. Rekruttering og utdanning av framtidens «fiskeforskere» bør i første rekke skje innenfor universitetssektoren, men gjerne med god kontakt med anvendte forskningsmiljøer. «Lykkelige studenter» synes å være svært viktig for rekruttering av kommende forskere og forvaltere. Det er også særdeles viktig at de høyere utdanningsinstitusjonene bidrar til at forskere og forvaltere får god og praktisk kjennskap til næringen. Det kan bl.a. skje gjennom økt satsing på hospiteringsordninger og næringsrettede forskerstipend. Det må også legges bedre til rette for FoU-samarbeid og kunnskapsutveksling med andre sektorer og fagdisipliner (maritim, offshore, havbruk, marin økologi, jus m.m.).



Foto: Norges sjømatråd

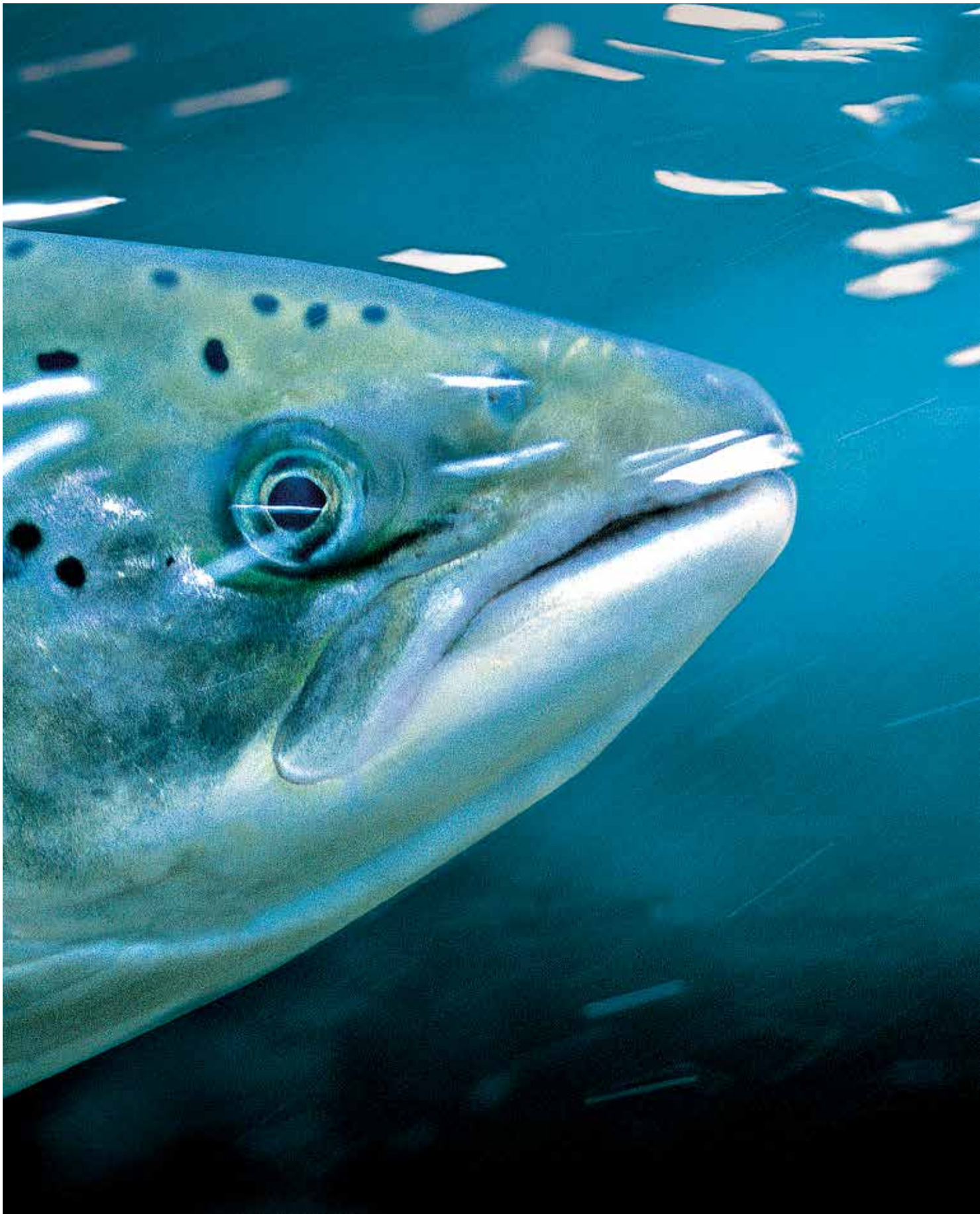


Foto: Sjømatrådet/Per Eide.

HAV21–RAPPORT FRA ARBEIDSGRUPPE 3

FORSKNING FOR NÆRINGSUTVIKLING – HAVBRUK

Innledning	66
Temaer som bør være gjennomgående	67
Forutsetninger	67
Prioritering – Stø vekst	67
Prioritering – Nye muligheter	68
Forskningsmessige grep	68
Temaer som er spesifikke for egen sektor	68
Sjømat og marked	68
Genetikk og avl	69
Frisk fisk	70
Produksjonsbiologi	71
Teknologi og ingeniørvitenskap	72
Fôr og ernæring	72
Nye kultiverte marine råvarer	73
Bærekraft og miljø	73
Arealbruk og interessekonflikter i kystsonen	74
Privat – offentlig ansvar	75
Internasjonalt FoU-samarbeid	75
Nordområdene	75
Bruk av forskning – formidling	76
FoU-infrastruktur	76
Organisering av forskning	76
Grunnforskning/utdanning	76
Utdanning/rekruttering	77

Rapport fra arbeidsgruppe 3

FORSKNING FOR NÆRINGSUTVIKLING – HAVBRUK



Foto: Aqualine

Norge har et godt utgangspunkt for å utnytte de store kommersielle, samfunnsmessige og forskningsmessige mulighetene som finnes innenfor havbruk.

INNLEDNING

Norge er i dag verdens ledende produsent og eksportør av laks og regnbueørret og har også en viktig posisjon som global leverandør av kunnskap, teknologi og utstyr til industriell akvakultur. Havbruk er en del av den såkalte marine klyngen og står sterkt fordi den inneholder alle elementer som innbyrdes forsterker hverandre (Reve 2012).

Det er Regjeringens visjon at Norge skal være verdens fremste sjømatnasjon, og havbruk er sentralt i norsk sjømatpolitikk. Statens og næringens vilje og evne til å satse på forskning har vært avgjørende for dagens norske havbruksvirksomhet. Norske havbruksforskere er blant de fremste i verden, og forskningsmiljøene har en sterk og tydelig internasjonal posisjon.

Den korte avstanden mellom forskning, forvaltning og næring har kjennetegnet havbruksnæringen siden oppstarten på -70 tallet. Dette samarbeidet er unikt i verdensmålestokk.

Havbruksnæringen er gjenstand for mye offentlig oppmerksomhet, både med hensyn til bruk av ressurser til fôr, rømming, utslipp av næringssalter, lakselus, fiskehelse og bruk av arealer, men også som produsent av sunn mat. Selv om på langt nær alle disse utfordringene er løst, har næringens relativt korte historie vist at problemene er blitt løst systematisk og effektivt i samarbeid mellom næringen selv, FoU-miljøene og forvaltningen. Fortsatt godt samarbeid er resepten for videre framgang.

Framtidsutsiktene for havbruksnæringen er meget gode. Dagens produksjonsverdi er større enn for villfanget fisk, og havbruksproduksjonen er flere ganger større enn samlet kjøttproduksjon

i jordbruket. Det sier mye om næringens posisjon. Havbruksnæringen er i dag den viktigste bærebjelken for mange norske kystsamfunn, og den bidrar med betydelige ringvirkninger i andre næringer, som transport, varehandel, mekanisk industri osv.

Salg og eksport av teknologi til akvakultur er betydelig, og norske leverandører er verdensledende på utstyr til marint havbruk. Ledende fiskehelsemiljøer og fôrindustri har sin kunnskapsbase i Norge.

Havbruksforvaltningen utvikles i takt med utviklingen i næringen, og prinsippene for denne har stor overføringsverdi til andre land.

Norge står derfor faglig godt rustet til å utnytte de store kommersielle, samfunnsmessige og forskningsmessige mulighetene som finnes innenfor havbruk.

Formålet med denne rapporten er å gi et bilde av de forsknings- og utviklingsutfordringene havbrukssektoren står overfor, og å gi noen overordnede anbefalinger som kan stimulere til framgang og gi næringen nye bein å stå på. Vi tillater oss å låne Kofi Annans budskap under Aqua Vision-konferansen i Stavanger 12. juni 2012: «*Do what you are doing – but more!*» som ledesnor for hele arbeidet med HAV21. Vi legger til: «*...as sustainable as possible*».

TEMAER SOM BØR VÆRE GJENNOMGÅENDE

Forskningen skal bidra med kunnskap til

1. Økt bærekraft både økonomisk, sosialt og miljømessig
2. Økt samfunnsaksept for næringens betydning, verdiskapning og framtid
3. Økte bidrag til global matforsyning.

Anbefalte tiltak for å oppnå dette er:

- **STØ VEKST:** Fortsette kunnskapsutvikling på bred basis skal gi oppdrett av laksefisk muligheter til fortsatt vekst.
- **NYE MULIGHETER:** Norge som havbruksland skal legge til grunn et utvidet akvakulturbegrep som innbefatter dyrking på lavere trofisk nivå, blant annet mikroalger, makroalger og blåskjell, for anvendelse til mat, fôr og bioenergi, og i økende grad ta i bruk «muliggjørende teknologier» som eksempelvis genomikk, proteomikk, nanoteknologi og IKT.

Forutsetninger

- Videre vekst må baseres på forståelse for at all virksomhet – også matproduksjon – gir fotavtrykk, men veksten må ikke medføre uakseptable miljøkonsekvenser. Politikerne må på basis av kunnskap sette rammer for hva som er akseptabelt fotavtrykk. Matproduksjonen må baseres på solid kunnskap og miljøvennlige biologiske og teknologiske løsninger.
- Forskningen må være rasjonell, næringsrelevant og målrettet, og gjerne organiseres i tverrfaglige- og tverrsektorielle prosjekter for å gi god uttelling for innsatsen og redusere det administrative arbeidet.
- Havbruksnæringen må være synlig med attraktive arbeidsplasser for å sikre god rekruttering med rett kompetanse.

- Norsk marin forskning skal fortsatt kjennetegnes av høy vitenskapelig kvalitet, målt i internasjonale målestokk, og skal ha som mål å skape grunnleggende ny kunnskap om havmiljøet og havets biomangfold.
- Norge skal være en sentral aktør for å skape et kunnskapsgrunnlag for bærekraftig forvaltning av havressursene, ikke bare i norsk territorialfarvann, men med et globalt perspektiv.
- For å oppnå dette må også forskerinitiert, nysgjerrighetsdrevet forskning være et sentralt virkemiddel.

Prioritering – Stø vekst

Videreføring av etablerte forskningssatsninger, «areas of excellence»

Havbruksgruppen vurderer at videreføring av sentrale forskningsområder som har kjennetegnet norsk havbruksforskning de siste tiår, er en forutsetning for å sikre stø vekst i den eksisterende oppdrettsnæringen. På de fleste av disse områdene har Norge oppnådd en ledende forskningsposisjon internasjonalt, samtidig som fagområdene kontinuerlig leverer næringsnyttige resultater. Eksempel på slike «areas of excellence» er: Fiskehelse, mat og marked, avl og genetikk, fôr og ernæring, produksjonsbiologi og havbrukssteknologi.

Flerbruk av kystarealene

Økt bruk av fjord- og kystområdene til ulike formål og virksomheter gjør det nødvendig å tilnærme seg problemstillingene på en helhetlig måte. Havbruksvirksomheten drives i disse områdene og må leve i pakt med andre interesser, f.eks. fiskeri, transport og turisme. Områdene er også aktuelle for dyrking av organismer på lavere trofiske nivåer. Bruk og forvaltning danner et komplisert bilde av naturvitenskapelige, teknologiske og samfunnsmessige problemstillinger.

I dette bildet griper et stort antall lover og regler inn, som ofte er motstridende, skaper usikkerhet og som oppleves som kompliserende og forsinkende for utvikling av næringsvirksomhet. Det er behov for å se lovverket under ett for å utnytte muligheter innenfor havbruk, og for å effektivisere forvaltningen og næringslivet. På dette området kan det åpnes for økt rettsvitenskapelig forskning. Mange rettsspørsmål knytter seg til konsesjonsordningen og hvordan utvikle gode, effektive rettslige systemer som gir forutsigbare næringsvilkår og som samtidig sikrer andre interesser og interesser som miljø, dyrevelferd, helse osv.

Økosystemet – et rent fjord- og kystmiljø – matfjorder

Forutsetningen for havbruksvirksomhet er rene fjord- og kystområder og kunnskap om økosystemet og dets produksjons- og tåleevne. Lakseoppdrett totalt sett er blant de mer bærekraftige formene for «levendemat»-produksjon, men det må brukes midler på forskning som kan måle effekter og utvikle løsninger, der det fortsatt er kunnskapshull eller forbedringer. Økt kunnskap kan bidra til å øke den samfunnsmessige aksepten ytterligere.

Den samfunnsmessige aksepten forutsetter en bred forskningsmessig tilnærming og tolking av resultater. Derfor er forskning på disse områdene spesielt egnet for tverrfaglig og tverrinstitusjonell tilnærming. Lus, rømming, effekter av tilførsel av næringssalter og mulig genetisk påvirkning er eksempler på slike temaområder. Økt kunnskap om den relative betydning

gen av spesielt lus og genetisk påvirkning i forhold til annen påvirkning av laksefisk må prioriteres. For å kunne si noe om mulige innvirkninger av oppdrettsvirksomhet på villaks må en først og fremst ha inngående basiskunnskap om laksens biologi/økologi. Med bakgrunn i slik grunnleggende kunnskap bør en initiere forskning som kan si noe om bl.a. villaksens respons på menneskeskapt påvirkning, som sur nedbør, vannkraftutbygging, effekt-kjøring, ferskvannsregime i våre fjordsystemer, gjentakende og vedvarende utsett/flytting av fisk og andre fysiske/kjemiske inngrep i laksens leveområder.

Arbeidsgruppen legger til grunn at forvaltningsmessige tiltak og reguleringer må være forskningsbasert. Næringen vil selv ta del i denne forskningen, både finansielt og i styringen.

Prioritering – Nye muligheter

Teknologi

Ny teknologi er avgjørende for næringens utvikling. For å drive teknologiutviklingen videre, bør det etableres en helhetlig teknologistrategi for hele fiskeri- og havbruksnæringen hvor teknologier og kunnskap fra den marine sektoren kombineres med tilsvarende innenfor den maritime sektoren og offshore-sektoren. Dette fordrer samarbeid mellom FoU-miljøer og bedrifter og inkludering av «de muliggjørende» teknologiene IKT, nanoteknologi og bioteknologi.

Bioteknologi er allerede i dag sentral innenfor genomikk, proteomikk og prosesser og vil få økt betydning i framtiden.

Med utgangspunkt i næringens behov for felles løsninger, er det behov for pilotanlegg og infrastruktur av ulike slag. Næringen, FoU-miljøene og det offentlige må samarbeide om vurdering av behov og hensiktsmessig plassering, finansiering og drift av anlegg.

Internasjonalisering

Kofi Annan la i sitt innlegg om akvakultur og verdens matvareforsyning på AquaVision i Stavanger 12. juni 2012 vekt på at *kunnskap må deles*. Norge som global kunnskapsledende nasjon innenfor akvakultur har både plikter og muligheter. Fremtidig norsk havbruksforskning bør i sterkere grad enn før, ha fokus på mulig internasjonal anvendelse av den kunnskap vi bygger. Selv om forskningen i første rekke skal dekke de nasjonale behov, ligger det stor muligheter i kunnskapsoverføring til internasjonal akvakultur. Denne vridningen vil kunne øke mulighetene i det det internasjonale markedet for norske varer og tjenester. Vi har unik kompetanse innenfor havbruk, fiske og sjømat, både innenfor næringsutøvelse, forvaltning og forskning. De biologiske, økonomiske og samfunnsmessige prinsippene denne kompetansen er bygget på, lar seg overføre til andre land, regioner og arter. Dette gir oss både mulighet og plikt til også å ta et ansvar for verdens matforsyning. Arbeidsgruppen mener utfordringen for å lykkes bedre internasjonalt ligger i at aktører organiserer seg bedre i fellesskap mot internasjonale markeder, der både næring, forskning og forvaltning bør gjøre felles kunnskapsbaserte framstøt mot utvalgte markeder.

Økt internasjonalisering vil også bidra til å sikre best mulig kompetanseutvikling, rekruttering og internasjonal finansiering

av forskning. Forskning mot internasjonal akvakultur må organiseres bedre slik at bedrifter, FoU-miljøer og forvaltning kan møte internasjonale muligheter med samlet styrke.

Kultivering av arter på lavere trofisk nivå

Dagens kilder til marint protein og fett er begrensende for ønsket vekst havbruksnæringen. Det må derfor finnes fram til bedre anvendelse av dagens kilder og til helt nye forklilder som kan supplere protein og spesielt marine oljer fra fisk. Det er muligheter for fangst på lavere trofiske nivåer av marine organismer. Dessuten ligger det et potensial i dyrking av mikro- og makroalger og av skjell. Kunnskapsnivået i dag er relativt sparsomt, og mulighetene og begrensningene bør utredes.

Forskningsmessige grep

Grunnforskning og utdanning

Det er bygget opp verdensledende forskningsinfrastruktur for havbruksforskning flere steder i Norge, både i instituttsektoren, UoH-sektoren og i næringen selv. Det er gode muligheter til å koble grunnforskningsmiljøene enda sterkere til de anvendte forskningsmiljøene og havbruksinfrastrukturen.

Organisering og infrastruktur

Forskningsmiljøene bør, når dette gir merverdi og økt forskningskvalitet, stimuleres til å foreslå prosjekter av tverrfaglig og tverrsektoriell karakter i sin henvendelse til forskningsfinansierende instanser, framfor å fremme enkelt-søknader. Forslaget om en større teknologisatsing bør ses i sammenheng med dette. Forskningsmiljøene har mye å hente på effektivisering av eget arbeid, og sammen med bedre strukturerte prosjekter og større ressurser, bør dette gi vesentlige gevinster. Det er også ønskelig å få til en mer effektiv søknadsprosess for å redusere antall søknader som ikke når opp etter betydelig arbeidsinnsats fra forskerne.

Det anbefales at det utarbeides en nasjonal strategi og plan som inneholder en oversikt over hva slags forskningsinfrastruktur havbruksnæringen har behov for som grunnlag for videre utbygging og finansiering. Næringen bør være med på utvikling av finansierings- og driftsmodeller for ny infrastruktur og gradvis konvertering av gammel infrastruktur der dette er hensiktsmessig. Arbeidsgruppen antar at forslagene i en slik strategi vil innebære økt behov for piloter og demonstrasjonsanlegg, og at næringen vil ha interesse og vilje til å bidra til å få slike på plass. Næringen har allerede i dag en betydelig innsats i form av slike forskningsfasiliteter, og tidsmessig avgrensede forskningsprosjekter gjennom ordningen med forskningstilatelser gitt av Fiskeridirektoratet.

TEMAER SOM ER SPESIFIKKE FOR EGEN SEKTOR

Sjømat og marked

Sjømat og human helse

En stadig økende befolkning, begrensende landarealer og økt velstand fører til at større andel av føden vil komme fra havet eller være basert på marine råvarer. Forskningsbaserte kostholdsråd er satsingsområde internasjonalt.

Selv om det finnes mye dokumentasjon på at sjømat er sunt, er det fortsatt manglende kunnskap om grunnleggende mekanismer – hvorfor er sjømat sunt. Forskningsresultater på marine flerumettede fettsyrer og human helse viser at sjømat kan bidra til å forebygge flere livsstilssykdommer. Det er behov for kostholdsråd med fokus på hel sjømat og på andre komponenter enn kun n-3-fettsyrer.

Markedsforskning

Sjømatnæringen er en innovativ næring og en næring i stadig endring. Norsk laks har en dominerende markedsposisjon internasjonalt, men det finnes lite kunnskap om hvilke faktorer som påvirker markedet, utvikling i etterspørsel og priser og hvordan endringer forplanter seg i ulike deler av verdikjeden. Forbrukerdrevet innovasjon av sunn sjømat krever høy markedsforståelse og fokus på innovasjon langs hele verdikjeden. Markedskunnskap knyttet til preferanser til sjømat og oppdrett bør vektlegges.

Trygg sjømat

Norge har et unikt utgangspunkt gjennom en god overvåking og dokumentasjon av fremmedstoffer i oppdrettslaks. Stor FoU-innsats er nødvendig i forbindelse med introduksjon av nye fôrvarer; eksempler er etablering av nye metoder for overvåking av fremmedstoffer i fôrvarerne samt dokumentere effekter hos fisk og mennesker.

Det er spesielt behov for å styrke den nasjonale kunnskapsbasen innenfor genteknologi, både koblet til utvikling av nye vaksiner og området genmodifisering knyttet til fôr og mat generelt for at Norge skal ha forskere som kan følge med på, utnytte og videreutvikle kunnskap som frambringes internasjonalt. Dette gjelder både positive muligheter med genteknologi og evaluering av mulige negative forhold ved bruk av genteknologi.

Uhildet dokumentasjon av fiskehelse og sjømat med hensyn til bærekraft, mattrygghet og sporbarhet er grunnleggende for næringens omdømme, markedsaksept og markedsføring. Myndighetene må fortsatt ha hovedansvaret, sikre tilstrekkelig finansiering, og organisere arbeidet på en nøytral måte som står for eventuell kritikk.

Styrt produktkvalitet – Fra matfjord til matbord

Gjennom havbruk er en i stand til å påvirke, styre og dokumentere produktkvaliteten fra «matfjord til matbord». Dette gjør det mulig å bygge merkevarer og øke diversifiseringen av sjømatprodukter.

ANBEFALINGER

- **Styrke internasjonalt samarbeid om forskning på human helse som er kostnads- og kompetansekrevende, og samarbeid med humanmedisinmiljøer (inkludert psykisk helse) for å forske på effekter av sjømat.**
- **Vurdere helseeffekter av hel sjømat og av andre komponenter enn n-3-fettsyrer.**
- **Ta i bruk metoder som modellstudier (celler/sebrafisk/mus) og intervensjonsstudier.**

- **Øke markedskunnskapen om preferanser for sjømat og bidra til høy markedsforståelse langs hele verdikjeden.**

- **Videreutvikle offentlig finansierte programmer og systemer for overvåking og dokumentasjon av fremmedstoffer i sjømat for å sikre troverdighet internasjonalt.**

Genmodifisering og GMO

- Avklare forskningsbehov knyttet til framtidig bruk av GMO-baserte fôrvarer.
- Generell kunnskap om genmodifisering som forskningsmetodikk, og sikre at norske kunnskapsmiljøer kan følge med i internasjonal forskning om GMO-laks, inkludert etiske aspekter.
- Vurdere mattrygghetsaspekter knyttet til transgene teknikker.

Produktkvalitet

- Videreutvikle kvalitetskriterier/krav basert på bedre forståelse av konsumentenes behov.
- Utvikle kunnskap og metodikk for bedre og mer effektiv måling og styring av produktkvalitet i verdikjeden gjennom avl, fôring, miljø og sortering.
- Utvikle mer kunnskap om prosesser og produktutvikling, herunder mikrobiologisk kontroll.
- Redusere kvalitetsavvik som gaping, innfarging, melanin-avleiring.

- **Teknologiutvikling innenfor transport og slakting for god fiskevelferd og god produktkvalitet.**

- **Forskning på forvaltningsmessige forhold knyttet til kvaliteten på sjømat – råvarer og bearbejdede produkter.**

- **Utvikling og fastsettelse av anbefalinger for hva som er sunt inntak av sjømat.**

Genetikk og avl

Norske selskaper og miljøer er i forskningsfront når det gjelder akvatisk genetikk og avl. Gode avlsmål, systematisk arbeid og implementering av resultatene i næringen gjør det mulig stadig å flytte mulighetenes grenser, samtidig som bærekraft og dyrevelferd ivaretas. Ny genomassistert avlsmetodikk med markør eller QTL-assistert familieavl har vist betydelig framgang.

Norsk genetikk og avlsarbeid kan bli et framtidig sentralt bidrag til å løse verdens utfordring med produksjon av nok mat – bærekraftig sjømat – gjennom forbedret internasjonal akvakultur.

God avlsforskning og godt avlsarbeid vil være sentralt også for andre nisjearter i norsk oppdrett, som kveite, røye, skjell og skalldyr. I tillegg vil plante- og dyreforedling av makroalger være viktig for å få etablert kostnadseffektive taredyrkingskonsepter.

ANBEFALINGER

- **Utvikle en genetisk mer ressurseffektiv og robust laks og regnbueørret for økt bærekraft i oppdrett.**

- Ta i bruk hel-sekvenserte genomer til å forbedre helse, velferd og effektivitet hos oppdrettsfisk.
- Utnytte norsk kunnskap om avl og genetikk på fisk i utvikling av akvakultur internasjonalt, spesielt gjennom å bidra til en mer kostnadseffektiv produksjon av fisk og annen sjømat for å øke global matvaresikkerhet.
- Etablere kostnadseffektive avlsprogram for flere arter enn laks – dog basert på et bærekraftig og lønnsomt potensial for kommersiell produksjon. Styrke avlsforskning på nye avlsmål, metodikk og seleksjonsstrategier for viktige egenskaper som fôrutnytting og helse/robusthet.
- Videreføre forskning på genetisk interaksjon mellom vill og oppdrettet fisk og hvordan eventuell uakseptabel negativ interaksjon kan unngås.
- Utvikle kunnskapsgrunnlag for mulig produksjon av steril oppdrettsfisk for å forebygge genetisk blanding mellom oppdrettet fisk og ville naturlige bestander.
- Utvikle kunnskap om epigenetikk for å forstå hvordan miljøeffekter kan påvirke de tidlige livsstadiene hos oppdrettsarter. Epigenetisk verktøy kan brukes for å studere langtidseffekter av miljø for å skreddersy optimale forhold for oppdrettsfisk i anleggene.
- Utvikle kunnskap om genmodifisert fisk for næring og forvaltning og vurdere avlspotensialet i nye kultiverte arter på lavere trofisk nivå.

Frisk fisk

God fiskehelse med lav forekomst av sykdommer er et overordnet mål ved oppdrett av fisk, enten begrunnelsen er matsikkerhet, mattrygghet, dyrevelferd eller økonomi. Forebygging

av sykdommer er derfor et prioritert område i enhver akvakulturproduksjon.

Sykdom er et resultat av et samspill mellom fisken, de patogene mikroorganismene og det miljøet disse lever i. Effektiv forebygging av sykdommer forutsetter at det iverksettes kunnskapsbaserte tiltak som omfatter alle disse tre faktorene. Bærekraftig oppdrett kjennetegnes blant annet ved lav forekomst av sykdom og lavt forbruk av antibiotika og andre kjemiske innsatsfaktorer. En bioproduksjon med god fiskehelse, lave tap i produksjonen og lite bruk av medikamenter til sykdomsbehandling er en forutsetning for godt omdømme i samfunnet. Global matproduksjon forutsetter en frisk fisk, kostnadseffektiv produksjon og god ressursutnyttelse. Dette gjelder uansett hvilken fiskeart som oppdrettes.

Utvikling av vaksiner mot virussykdommer og andre viktige infeksjoner

Vaksinasjon er et av de viktigste forebyggende tiltakene innenfor havbruk. Det er behov for blant annet karakterisering av smittestoffer, beskrivelse av sykdomsutvikling og vertens forsvarsmekanismer, utvikling av ny vaksineteknologi og dokumentasjon av effekt, sikkerhet og bivirkninger.

Reduksjon av svinn

En stor andel av oppdrettsfisken dør før slakteferdig størrelse. Det er stor variasjon mellom anlegg og regioner. Data fra oppdrettsnæringen og bruk av moderne epidemiologiske forskningsmetodikk kan danne grunnlaget for verdifull produksjon av kunnskap som reduserer dette tapet.

Både forvaltning og næring har behov for pålitelige resultater fra dokumentasjonsforskning for å fatte forskningsbaserte beslutninger om tiltak. Epidemiologisk forskning forutsetter pålitelige data fra private og offentlige aktører, og samarbeid mellom ulike fagmiljøer med bakgrunn i blant annet biologi,



medisin og naturvitenskap. Det er også behov for å avklare hvordan ulike produksjonsformer og oppdrettsteknologier påvirker både fiskehelse og velferd, og miljømessig, sosial og økonomisk bærekraft.

Biosikkerhet

Begrepet inkluderer forebygging, bekjempelse og utryddelse. Innenfor fiskeoppdrett er det et spesielt stort behov for kunnskap som bidrar til å forebygge sykdommer, og som bidrar til å redusere spredning av smittestoffer. Det omfatter kunnskap om friske smittebærere, horisontal og vertikal overføring av smitte og spredning via strømmer i vann eller på annen måte. Videre er kunnskap om sonering, arealutnyttelse og smittehygiene også elementer i kunnskapsbasen innenfor biosikkerhet. Forskningen omfatter en rekke fagområder av grunnleggende og anvendt karakter. God organisering og rolledeling er vesentlig.

Grunnforskning og grunnleggende forskning som bidrag til frisk fisk

Grunnleggende kunnskap innenfor biologi, medisin og andre tilgrensende fagområder er en forutsetning for å nå de langsiktige målene innenfor akvakultur. Det er behov for god kunnskap om økologiske og evolusjonære forhold i det marine miljøet for å møte framtidige utfordringer knyttet til klimaendringer, forurensinger og andre menneskeskapte aktiviteter.

Grunnleggende forskning må også omfatte studier av basale mekanismer hos mikroorganismer og patobiologiske og immunologiske mekanismer hos fisk. Forskning på basale mekanismer innenfor biologi og medisin er generelt ressursskrevende og krever sterke fagmiljøer.

ANBEFALINGER

- **Langsiktig og brei satsing på forskning og utvikling som kan bidra til effektive fiskevaksiner med akseptable bieffekter.**

- **Styrke beskrivende og analytisk epidemiologisk forskning om sykdom og svinn i oppdrettsnæringen basert på data fra offentlige og private aktør. Resultater fra dokumentasjonsforskning vil være et viktig grunnlag for tiltak og råd for forvaltning og næring.**

- **Styrke kunnskapsgenerering om forebygging av fiskesykdommer. Økt kunnskap om betydningen av sonering, optimal arealutnyttelse, smittespredning og smittehygiene må gis spesielt høy prioritet i arbeidet med biosikkerhet.**

- **Styrke grunnleggende forskning innen biologi og medisin med betydning for utvikling av bærekraftig oppdrett og livskraftige villfiskpopulasjoner**

Produksjonsbiologi

Norsk havbruk er i hovedsak oppdrett av laks og regnbueørret, og det er en forutsetning at utfordringer rundt disse artene skal ha førsteprioritet. Det er viktig at det ligger en god forståelse av fiskens biologi/fysiologi som basis for å etablere operative velferdsindikatorer, samt å forstå både de positive og negative velferdsfaktorene.

Det bør i tillegg foretas en grundig gjennomgang av ulike oppdrettskandidater, med vekt på arter som ikke ytterligere vil belaste verdens ressurser av fiskeolje og fiskemel. Det er lagt ned mye arbeid og ressurser i å utvikle lønnsomt oppdrett av ulike arter i norske farvann, uten at dette har lyktes. Systematisk gjennomgang av disse erfaringene vil være nyttig grunnlag for framtidig prioritering av nye oppdrettsarter, og for å forstå kunnskapsbehovet i ulike faser av å bringe en vill art over til industrialisert oppdrett.

Sjømat produseres i dag i tre produksjonskonsept – høsting av vill fisk, fangstbasert havbruk (hvor levende vill fisk holdes i fangenskap) og havbruk. Sjømatnasjonen Norge trenger kunn-



Foto: Norges sjømatråd

skap om hvilke arter som egner seg best for de ulike produksjonskonseptene for kunne prioritere innstasen riktig.

ANBEFALINGER

- Grunnleggende biologisk forståelse for å sikre dyrevelferd og -helse, samt effektivitet og fleksibilitet i produksjonen av både settefisk og matfisk.
- Etablere operative velferdsindikatorer basert på forståelse av fiskens biologi og relevant oppdrettsteknologi.
- Effektiv bruk av laksegenomet, og utvikling og bruk av nye forskningsverktøy for løse viktige produksjonsutfordringer og utvikle gode produksjonsforhold.
- Etablere god samhandling med grunnforskningsmiljøer som jobber med modellarter som sebrafisk eller andre forsøksdyr.
- Anvende grunnleggende kunnskap fra oppdrett for å bidra til bedre forvaltning av ulike ville laksefiskstammer.

Teknologi og ingeniørvitenskap

Teknologi har vært et konkurransefortrinn i norsk havbruksnæring og bidratt til en lønnsom og rasjonell utvikling. For å opprettholde dette konkurransefortrinnet må teknologien fortsatt være ledende og utvikles i pakt med økende kunnskap om biologiens muligheter og begrensninger, for oppdrett både i sjø- og ferskvann. Bærekraftig utvikling krever bedre teknologiske løsninger, enten det er for videre ekspansjon av lakseindustrien, andre oppdrettsarter eller utvikling av nye biomarine verdikjeder. For eksempel trengs det teknologi for lønnsom produksjon og høsting på lavere trofisk nivå, herunder multi-trofisk havbruk, dyrking av alger, skjell og plankton.

Sentrale teknologiske forskningsoppgaver innenfor produksjon av settefisk og matfisk i årene framover, vil være knyttet til å utvikle havbruksteknologi for krevende forhold, herunder rømmingssikring og bruk av eksponerte lokaliteter for å realisere nye produksjonsarealer. Utpøving av nye materialer og konstruksjoner vil være sentralt, spesielt med tanke på å utvikle og prøve ut lukkede anlegg (inkl. flytende) med tilhørende systemer for vannbehandling og resirkuleringsteknologi. Det er også viktig å utvikle spesialfartøy for transport og operasjon med tilhørende ombordutstyr for å betjene framtidens havbruksanlegg.

Teknologiutvikling er også viktig for å utvikle logistikk-løsninger og optimalisere energi- og annen ressursbruk gjennom gjenvinningsystemer og lokal energiproduksjon. Krevende overflate- og undervannsoperasjoner, herunder løsninger for sikker, effektiv og skånsom operasjon/drift (f.eks. begroingskontrollerende teknologi, fødings-teknologi, laste- og losseoperasjoner) vil kreve ny teknologi. Det gjør også automatisering og modellering, herunder fjernovervåking, fjernintervensjon og kontroll av marine operasjoner, biomas-sekontroll, modellbaserte tilstandsestimatører. Videre trengs modelleringsverktøy for kystsonekontroll.

Det er også behov for teknologi og metoder for å dokumentere produksjon, produkter og prosess, herunder modellbaserte beslutningsstøtteverktøy, ombordhåndteringssystemer og sporbarhetsløsninger. Utvikling av håndtering og slakteteknologi i sammenheng med kvalitet og fiskevelferd, herunder teknologi for slaktning ombord i brønnbåt, må også ivaretas.

Sist, men ikke minst, vil det også være behov for teknologi og metoder som sikrer bedre HMS-betingelser for ansatte på anleggene, og gjør operatørene i stand til å sikre velferd og gode oppvekstvilkår for fisken og redusere svinn i produksjonen. Utvikling av en havbrukssimulator for trening av operatører vil være et ledd i dette.

ANBEFALINGER

- Styrke eksisterende infrastruktur for objektiv, fullskala uttesting og kvalifisering av nye av teknologier og metoder (prototyping/demonstrasjonsanlegg), herunder utvikling av standarder.
- Styrke tverrfaglig samarbeid gjennom integrerte prosjekter som inneholder flere fagdisipliner, for å løse konkrete problemer (herunder utslipp, energi, reduksjon av svinn etc.). Styrke samarbeidet med andre industrielle sektorer (olje/gass, maritim, material).
- Utvikle en felles teknologistrategi for hele fiskeri- og havbruksnæringen gjennom HAV21, som grunnlag for å etablere et teknologitvillingsprogram som samler næringsaktører (brukere), leverandørindustri og forskningsmiljøer.

Fôr og ernæring

Laks er vår mest effektive proteinprodusent sammenlignet med kylling, gris, storfe og småfe.

Det foregår for tiden stor «kamp» om fôrressursene. Her har lønnsomheten i lakseoppdrett bidratt til å gjøre dem til vinnere. Samtidig er et godt og effektivt fôr en av de viktigste årsakene til effektiviseringen i lakseoppdrett. Både jakten på nye fôrressurser og sammensetningen av et effektivt fôr er avgjørende for videre vekst i norsk oppdrettsnæring.

Samtidig er produksjon av fôr den viktigste driveren for klimagassutslipp knyttet til mat fra fiskeoppdrett. Det blir derfor en viktig utfordring å finne fôr som gir lavere klimagassutslipp. En annen utfordring oppstår for oppdrettsnæringen dersom det er slik at fiskearter som har potensiale som human mat i stedet blir anvendt i oppdrettsfôr. Dette skjer selvsagt når etterspørselen etter fôrkomponenter er så høy at fiskerne oppnår bedre pris for fangsten enn når den går direkte til humant konsum.

En viktig dimensjon knyttet opp mot fôrressurser er hvordan restråstoffet fra fiskeriene kan bringes inn i oppdrettsnæringen gjennom føret.

Sentrale utfordringer for framtidens fôr til havbruksnæringen er tilgangen på marine oljer, mer effektiv utnyttelse av de fôrvarer som brukes i dag, og identifisering og utnyttelse av nye råvarer som primært ikke brukes i direkte humankonsum i dag, for eksempel biprodukter fra tradisjonelt fiske og andre matproduksjoner.

Parallelt med utviklingen av genetisk analyseverktøy og kartleggingen av fiskens genom øker kunnskapen om hvordan enkelt-næringsstoff påvirker uttrykket av gener og derigjennom bl.a. fiskens tilvekst, helsetilstand og forutnyttelse. Det er ett stort kunnskapsbehov rundt tema sjømat og human helse. Sjømat kan betraktes som en pakke av næringsstoffer hvor interaksjonen mellom de ulike næringsstoffene er betydelig. Kunnskap om hvordan dette påvirker den humane helsen er av avgjørende betydning for hvilken sluttkvalitet man ønsker på oppdrettsfisken.

ANBEFALINGER

- Intensivere forskning for å sikre effektiv forutnyttelse hos fisken, med spesielt vekt på utnyttelse av de marine fettsyrene i føret.
- Styrke kunnskapen for å sikre utnyttelse av nye bærekraftige råvarer og av biprodukter og restråstoff.
- Få mer kunnskap om gen-/næringsstoff-integrasjoner for å kunne optimalisere førets sammensetning og utnyttelse, inkludert nytte-risiko-vurdering alternative førmidler med tanke på interaksjon mellom næringsstoffer og fremmedstoffer.
- Øke kunnskapen om nøyaktig næringsbehov hos fisk i ulike livsstadier for å unngå uønskede produksjonslidelser ved bruk av nye førmidler.

Nye kultiverte marine råvarer

Kultivering av arter på lavt trofisk nivå, som makro og mikroalger, skjell og skalldyr, kan gi viktige ressurser til førråvarer, energi, mat og medisin/kosttilskudd.

Økende behov for marine mat- og føringredienser (lipider, proteiner og mineraler)

Det vil bli økende knapphet på råvarer som inngår i dagens fiskefôr, spesielt til karnivor fisk. Dagens norske oppdrettsproduksjon av atlantisk laks kan i utgangspunktet forsvares, da forskning og utvikling har resultert i at alternative vegetabiliske førråvarer er blitt tatt i bruk av næringen uten at sjømatproduktene har fått redusert kvalitet.

I et globalt perspektiv må økt matproduksjon primært komme fra havet – dermed er sannsynligheten overveiende for at akvakultur vil vokse betydelig de neste tiårene. Dette vil sette strengere krav til utvikling av bærekraftige oppdrettsarter, med dreining mer mot omnivore og herbivore arter og produksjon/høsting av arter på lavere trofisk nivå. Utnyttelse av nye marine råvarer fra lavere trofisk nivå til mat/fôr må sees i sammenheng med marin produksjon til andre industrielle formål.

Dyrking av blåskjell til industriell formål kan ha et stort potensial både som kilde til marint protein og fettsyrer, for fjerning av næringssaltutslipp fra menneskelig aktivitet, og for å filtrere uønskede mikroorganismer fra sjøvann, som f.eks. lakseluslarver. Norge har lang tradisjon for produksjon av fiskemel og -olje, og denne teknologien kan enkelt anvendes på industrielt dyrket blåskjell.

Det er et stort potensial for å produsere mat/medisin/kosttilskudd fra mikro- og makroalger. Det er behov for mer kunnskap

og forskning knyttet til bioaktive komponenter i både mikroalger og rød-/grønn-/brunalger.

Økende behov for fornybar energi

Makroalger til energiformål, som for eksempel biodrivstoff, kan gi bærekraftig og konkurransedyktig produksjon i Norge, med viktige biprodukter som protein til førråvarer og mineraler/tilskudd i fôr, og til jordforbedring.

ANBEFALINGER:

- Utvikle kunnskap om produksjon (dyrking/høsting/prosessering) av nye førråvarer og deres egnethet i fôr til fisk og sjødyr, for å kunne ta i bruk nye førkilder og møte en økende knapphet på fiskeolje.
- Sikre god og bærekraftig arealutnyttelse for nye kultiverte råvarer i samspill med eksisterende havbruk, og det trengs mer basiskunnskap om havet som økosystem og samspill med kultivering.
- Styrke forskning knyttet til avl og genetikk for å øke produktivitet, samt virkninger av multitrofisk havbruk og kontrollert «upwelling».
- Utvikle teknologier for å kunne dyrke og høste makroalger i stor skala, oppskalere dem i demonstrasjonsanlegg, og undersøke mulige effekter på økosystemet.
- Utvikle kunnskap om karbon-, nitrogen- og fosforfluks i de ulike systemene.
- Utnytte internasjonal kunnskap om produksjon og produksjonsteknologi for makro- og mikroalger i kombinasjon med norsk kompetanse fra petroleumsvirksomheten for å utvikle bærekraftig og konkurransedyktig produksjon av bioenergi.

Bærekraft og miljø

Solid kunnskap om miljøeffekter av havbruk, samt avklaring av den miljømessige bærekraften er viktig for å sikre videre vekst og utvikling av norsk havbruksnæring. Store deler av havbruksaktiviteten skjer i tett samspill med kystøkosystemene. Elementer som smitteinteraksjon, genetisk påvirkning, næringssaltutslipp, organisk belastning, fremmedstoffer og andre økologiske påvirkninger, er viktige å kartlegge og kvantifisere. Innsatsfaktorene i havbruk må også være bærekraftige. En begynner å få en del data på noen påvirkningsfaktorer, som smittepress av lakselus på vill laksefisk og betydning av rømt laks for den genetiske integriteten av ville laksestammer. Men det er fremdeles store kunnskapshull og behov for økt forsknings- og overvåkningsaktivitet, samt å bygge opp robuste forvaltningssystemer knyttet til miljømessig bærekraft.

Vurderinger

For å sikre miljømessig bærekraft trenger en betydelig økt kunnskapsgrunnlag på en rekke felt. Dette omfatter både generelle studier av kystøkosystemenes struktur og funksjon, og betydningen av ulike havbrukspåvirkninger. Økt kunnskap om – og modeller for – omsetning av næringssalter og organisk materiale på kysten vil være med på å avklare potensialet for

ulike oppdrettsformer i ulike fjorder og kystøkosystemtyper. Det gjelder både intensivt fiskeoppdrett og dyrking på lavere trofiske nivå, mer integrerte tilnærminger til kultivering, og bruk av utvalgte fjorder og kyststrek til ulike havbruksaktiviteter.

Noen av de mest sentrale miljøutfordringene i dagens havbruk er knyttet til smitteinteraksjoner for parasitter og patogener mellom oppdrettslaks og ville bestander, samt betydningen av genetisk påvirkning fra rømt fisk. Gjennom kartlegging av genomet i laksen og hos en rekke viktige patogener har en fått nye verktøy for å kunne studere slike problemer detalj. Detaljert kunnskap om betydningen av genetisk diversitet i villaksen og effekten av innkryssing av oppdrettslaks kan også gi basis for å vurdere tilsvarende effekter av andre oppdrettsorganismer. Det er metodisk krevende å studere smitteinteraksjoner mellom oppdrettede og ville organismer, og her vil både ny teknologi og høyoppløste hydrografiske modeller for smittespredning være viktige verktøy.

En av de sentrale innsatsfaktorene i fiskeoppdrett er fôr. Selv om lakseoppdrett er blant de mer bærekraftige formene for levendematproduksjon, må det brukes midler på forskning som kan måle bærekraftsrelaterte effekter. Nye fôrråvarer reiser problemstillinger knyttet til helse- og velferdseffekter på fisken, og om miljøeffekter av dette fôret og betydning for human helse. På samme måte som det må avklares om ulike marine råvarer er forvaltet og høstet eller dyrket på en bærekraftig måte, vil det fortløpende dukke opp behov for slik kunnskap om alle fôrråvarene som benyttes. Bærekraftig produksjon av vegetabiliske råvarer vil komme som krav også for fiskefôr.

Det finnes en rekke biologiske, driftsmessige og tekniske løsninger for å minimere uønskede miljøvirkninger av havbruk. Det er også avgjørende å skaffe kunnskap og modeller for å vurdere å dokumentere effekten av ulike tiltak som blir satt inn for å begrense negative miljøvirkninger.

ANBEFALINGER:

■ Styrke forskningen om

- spredning av patogener fra kultiverte til ville bestander
- utslipp av næringssalter og kjemikalier fra oppdrett

■ Styrke tverrfaglig forskning om ressursforvaltning, miljøriktig produksjon og bærekraftig bruk av marine og landbaserte råvarer i fiskefor.

■ Framskaffe et omforent kunnskapsgrunnlag for en helhetlig, men lokalt tilpasset, forvaltning av laks i ferskvann og sjø, vill og oppdrett.

■ Framskaffe kunnskap om effektene av havbruk på andre marine organismer som grunnlag for bærekraftig forvaltning av hele det marine miljøet.

Arealbruk og interessekonflikter i kystsonen

Norskekysten har stort potensial for videre utvikling og vekst av bærekraftig havbruk grunnet gunstig vannkvalitet, tempe-

ratur og topografi. Det er imidlertid en rekke interesser knyttet til kystsonen i forbindelse med bl.a. vern, rekreasjon, fiskeri, transport og annen næringsvirksomhet. Økt havbruksaktivitet må forholde seg til disse andre interessene. For avklaring av de miljømessige påvirkningene av havbruk og interaksjoner med annen aktivitet og naturlige miljøforhold trengs en solid kunnskapsbase for å sikre samfunnsmessig aksept og optimale rammebetingelser.

Generelle avklaringsbehov

Det er behov for å etablere datagrunnlag og kunnskap for et forvaltningsmessig rammeverk som stimulerer til innovasjon og mer bærekraftige havbruksformer (strategier, teknologi, drift). I den forbindelse må det foretas flere avklaringer:

- Det er nødvendig å avklare bruk og vern i ulike områder, herunder kunnskap for «matfjorder» vs. verneområder, og hvilke aktiviteter som er forenelig med ulike typer vern.
- Videre bør det avklares hvilket fotavtrykk havbruksaktiviteten kan ha i ulike områder, basert på data fra oppdrettsanlegg og annen overvåkingsaktivitet.
- Det er også nødvendig å avklare om endret lokaliseringsstruktur og størrelse på lokaliteter kan gi mindre risiko for smittespredning og andre uønskede effekter.
- Det bør avklares hvordan ulike produksjonsformer og oppdrettsteknologier påvirker både fiskehelse og -velferd, og deres innflytelse på miljømessig, sosial og økonomisk bærekraft.
- Det bør etableres solid kunnskap for å kunne vekte og velge ulike forvaltningsmessige grep for å sikre bærekraft i vid forstand, og for å kunne vurdere i ettertid den reelle effekten av ulike forvaltningstiltak.

ANBEFALINGER

■ Utvikle kunnskap om hvordan ulike reguleringsgrep rettet mot oppdrett påvirker nivået på interessekonflikter og andre sosio-økonomiske forhold.

■ Øke forståelsen for struktur og funksjon i kystøkosystemer, med fokus på sårbare habitat og arter.

■ Utvikle gode modeller og overvåkingsprogram for å estimere gjensidig påvirkning mellom økosystem og akvakultur, herunder kunnskap for bærekraftindikatorer og grenseverdier for økosystempåvirkning.

■ Utvikle kunnskap for optimalt valg og bruk av lokaliteter, inkludert brakkleggingsperioder og bruk av ny teknologi.

■ Utnytte data fra havbruksanlegg og hydrografiske modeller for kysten for å vurdere bærekraft.

■ Utvikle et kartleggingsprogram for kysten (GIS systemer og naturtypekartlegging) for bedre arealplanlegging.

■ Utvikle kunnskap for bedre integrerte forvaltningssystemer og -beslutninger for å gi forutsigbarhet for næringsutvikling.

■ Styrke samspillet mellom havbruk, fiskeri og annen kystaktivitet.

- Utvikle systemer som utnytter utslipp fra havbruksanlegg (eks tare, skjelldyrking).
- Kunnskap for å vurdere avbøtende tiltak, som steril fisk, lukkede anlegg (i deler av syklus) og ulike former for sykdoms- og smittebekjempelse i et kost/nytte perspektiv.

PRIVAT – OFFENTLIG ANSVAR

Både det offentlige og det private står foran store investeringer i forskning og utvikling og infrastruktur av ulike slag. Det er ønskelig å avklare noen prinsipper for hvordan næringen og det offentlige skal tilnærme seg spørsmålet om hva som primært er et offentlig ansvar, hva som er privat, og hva som ligger gråsonen i mellom. Ifølge NIFUs FoU-statistikk er utgiftene noenlunde jevnt fordelt. Det generelle bildet at det offentlige står for brorparten av den grunnleggende forskningen, mens næringen står for det utviklingsorienterte. Deler av næringen engasjerte seg i finansieringen av laksens genom, noe som må betraktes som en allmenn, grunnleggende infrastruktur for hele næringen. Norsk leverandørindustri har spilt en sentral rolle med å utvikle oppdrettsnæringen til det den er i dag. Dette er en viktig ressurs å trekke på når en nasjonal FoU-strategi for sjømatsektoren skal utformes. Eksportpotensialet for leverandørindustrien er enormt.

Typisk for havbruksnæringens primærproduksjon, selve oppdrettsleddet, er at den baserer seg i betydelig grad på felles kunnskap og metoder. Utviklingen peker i retning av at kunnskapsbehovet innenfor fiskehelse, avl, teknologi, fôr-råstoffer etc., er sterkt økende og ikke fullt ut vil kunne dekkes av offentlige midler. I en situasjon med noen store og mange små bedrifter, kommer spørsmålet opp om finansiering av allmenningens kunnskapsbehov. For å dekke kunnskapsbehovet i primærproduksjonen forutsettes fortsatt medvirkning til forskning gjennom bransjefinansierte ordninger.

Konkurransen mellom bedriftene er større i leverandørleddet og til dels i foredlingsleddet. Her er bransjeløsninger mindre egnet, og enkeltbedrifter vil søke forskningsløsninger til å bedre sin egen konkurransekraft. Her må det tilrettelegges for fellesfinansierte brukerstyrte virkemidler som kan stimulere til innsats i bedrift.

Arbeidsgruppen er enig i at det samlede FoU-omfanget bør økes. Ett innspill til HAV21 foreslår å øke næringens felles forskningsavgift fra dagens nivå på 0,3 promille, ved at eksportavgiften reduseres med 0,2 promille som legges på forskningsavgiften. Arbeidssgruppen er delt i dette innspillet, men støtter forslaget om at det realitetsdrøftes i relevante offentlige og private organer.

INTERNASJONALT FOU-SAMARBEID

Norsk havbruksnæring har nådd et stort produksjonsvolum og er en ledende nasjon innenfor marint oppdrett. Denne posisjonen må vedlikeholdes og styrkes ved at havbrukssektoren

ren gjennom forskning og utvikling, bærekraftig drift og god forvaltning styrker legitimitet og omdømme og sørger for å være i forkant av utviklingen i internasjonal sammenheng. På den måten sikres en god utvikling i Norge med den betydningen det har for næringslivet og samfunnslivet, og det utvikles kunnskap, produkter, miljøkriterier og forvaltningsprinsipper som har stor overføringsverdi til andre deler av verden.

Norske FoU-miljøer bidrar til og trenger impulser fra internasjonal forskning. I framtiden vil den største havbruksutviklingen skje utenfor Norge. Internasjonalt samarbeid må tilstrebes på områder og med miljøer der nytteverdien er stor for norske interesser, og der den byråkratiske kompleksiteten ikke tar overhånd. En for stor spredning av internasjonale forsknings-samarbeid er ikke formålstjenlig, og forpliktende samarbeid gjennom statlige land-til-land avtaler bør vurderes ut fra et kvalitets- og kapasitetsperspektiv. Resultatene fra internasjonalt samarbeid er i prinsippet åpne, mens bedriftene har ansvaret for å beskytte sine egne, spesifikke interesser.

Deltakelse i EU-forskning er spesielt sentralt og vurderes å være god benchmarking. Norske miljøer må holde et høyt investeringsnivå i forskning og utvikling for å holde seg i tetposisjon og være en viktig bidragsyter på et område hvor landet er blant de ledende.

Norge bør ta et sterkt globalt ansvar når det gjelder å bidra til å øke verdens matproduksjon og formidle sunne forvaltningsprinsipper. Selv om mat fra det akvatiske miljøet utgjør kun 2 % av verdensbefolkningens diett, vil sjømat kunne gjøre en forskjell totalt sett, blant annet fordi bruk av vegetabiliske fôr-råstoffer gir et mange ganger høyere energiutbytte ved produksjon av fisk sammenlignet med kjøttproduksjon til lands.

Norske bedrifter, FoU-miljøer og forvaltningsenheter bør stimuleres av regjeringen til å gå sammen om utviklingsprosjekter i andre land som et ledd i norsk utviklingsarbeid. Det vil øke treffsikkerheten på tiltakene, sikre gjennomføring og dessuten styrke norske forskningsmiljøers kompetanse. Det finnes gode eksempler på slike prosjekter innenfor fiskerisektoren, og fra samarbeid med India innenfor havbrukssektoren. Her kan norsk marin sektor gi sterke bidrag, og denne innfallsvinkelen bør benyttes i større omfang. Det anbefales at flere departementer utreder hvordan dette kan gjøres innenfor havbrukssektoren. Forskning mot internasjonal akvakultur må organiseres bedre slik at bedrifter, FoU-miljøer og forvaltning kan møte internasjonale muligheter med samlet styrke.

NORDOMRÅDENE

Næringen drives nordover siden ekspansjon krever ledige arealer på gode lokaliteter. De tre nordlige fylkene har allerede godt utbygget havbruksvirksomhet. Virksomheten baserer seg i hovedsak på kunnskap utviklet for hele landet og vil ventelig fortsette med det. Det kan imidlertid bli behov for å ta spesielle hensyn knyttet til å drive havbruksanlegg i kaldt klima der det er fare for ising. Dette kan angå selve merdsystemene og det tekniske utstyret som skal til for å holde anleggene i gang.

Men i hovedsak gjelder de samme utfordringene for havbruk i nordområdene som ellers i landet. Det er heller ikke andre miljøutfordringer i nordområdene enn ellers i landet, og disse er dekket under de respektive temaene.

ANBEFALINGER:

- Styrke kunnskapen om interaksjoner næring/samfunn der nordområdene kan ha spesielle utfordringer på grunn av sårbare kystsamfunn og urbefolkning. Havbruksforskningen er generelt dominert av naturvitenskapelige problemstillinger, og oppmerksomheten om samfunnsperspektiver og sosiale forhold bør styrkes.

BRUK AV FORSKNING – FORMIDLING

Havbruksnæringens suksess er basert på at den har vært i stand til å implementere forskningsresultater raskt. At næringen allikevel høster kritikk og ikke har det beste omdømmet, skyldes både kunnskapshull og at næringen ikke kommuniserer godt nok med sine omgivelser. Fokus i media er gjerne på problemene og ikke på gevinstene, som sunn og ressurseffektivt. Dette bør komme bedre fram, og næringen har et forbedringspotensial på dette området som også hører hjemme i en forskningsstrategi.

ANBEFALINGER:

- Det bør legges bedre til rette for å ta forskningen i bruk, for eksempel ved å etablere en nøytral havbruksportal med lenker til forskningsresultater. Siden dagens system med mange forskjellige databaser kan gjøre det vanskelig å finne resultatene, bør en slik idé utredes.
- Utrede muligheter for at forskningsformidling i større grad gjøres attraktivt for forskere.

FOU-INFRASTRUKTUR

Den marine forskningsinfrastrukturen skal være et konkurransefortrinn for den norske marine forskningen og utdanningen. Marine forskningsstasjoner skal understøtte behovene innenfor både grunnleggende, forvaltnings- og næringsrettet forskning.

Dagens infrastruktur er en sentral del av havbruksforskningen. Den har karakter av alt fra store pilotanlegg til databanker og avansert laboratoriestyr. Det er offentlig eide, delvis offentlig eide og private forskningsstasjoner – og stasjonene er ulikt finansiert. Nytt og kostnadene ved dem tilsier nye vurderinger av behov og anskaffelser.

Arbeidet med å bygge opp en mer moderne infrastruktur er i gang. Allmenningens behov bør være styrende og den internasjonale dimensjonen bør trekkes inn. Dette vil bedre kapasitetsutnyttelsen og senke behovet for nye investeringer. Virkemiddelet FoU-konsesjoner er bra, sterkere betingelser om åpen tilgang og samarbeid og involvering av forskningsmiljøer bør vurderes. Næringen bør være med på å utvikle

«standard» finansiering og driftsmodeller for ny infrastruktur, og gradvis konvertere gammel infrastruktur. Arbeidsgruppen mener at forslagene vil innebære økt behov for piloter og demoanlegg, og næringen signaliserer interesse og vilje til å bidra til å få slike på plass.

ANBEFALINGER:

- Utarbeide en nasjonal strategi og plan med oversikt over hvilke infrastrukturer av alle slag havbruksnæringen har behov for, som grunnlag for videre utbygging og finansiering.
- Forskningsinfrastruktur bør i større grad frikoples enkeltinstitusjoner og få en rolle med tilgang for alle relevante faginstitutioner.

ORGANISERING AV FORSKNING

Det trer tydeligere og tydeligere fram at aktørene innenfor havbruk har felles kunnskapsbehov, eksempelvis har Mattilsynet og havbruksbedriftene felles behov for kunnskap om lakselus og andre fiskesykdommer. Kunnskapsbehovene blir mer og mer sammensatte og det er nødvendig at forskningsvirksomheten beveger seg mot større fellesarenaer som involverer alle aktørgruppene; næring, FoU-miljøer og forvaltning. De finansierende virkemidlene bør sette rammer og retninger for større samarbeids- og nettverksprosjekter og på den måten stimulere til tverrinstitusjonelle formaliserte nettverk. Forskningsmiljøene bør stimuleres til å foreslå prosjekter av tverrfaglig og tverrsektoriell karakter i sin henvendelse til forskningsfinansierende instanser, framfor enkeltsøknader. Et forslag om en større teknologisatsing (se eget avsnittet) bør føye seg inn i en tankegang som beskrevet over.

Forskningsmiljøene har mer å hente på effektivisering av eget arbeid, som sammen med bedre strukturerte prosjekter og større ressurser, bør gi vesentlige gevinster.

Stadig opprettelse av nye forskningsmiljøer og finansieringsordninger oppfattes som kontraproduktivt, i en tid da det tas til orde for større satsinger og mer slagkraftig forskning. Fragmentering har store kostnader i form av byråkrati, reisevirksomhet og mindre effektiv bruk av forskningsmidlene.

Det bør ikke bygges strukturer og virkemidler for forskning som driver administrative kostnader og skaper økt behov for forskningsadministrasjon.

GRUNNFORSKNING/UTDANNING

Marin sektor er et av områdene der Norge kan hevde seg internasjonalt på kompetanse, forskning og teknologiutvikling, med en sterk næringsklynge og konkurransedyktige FoU-miljøer. For å realisere potensialet som ligger i havbruk, er det viktig å stimulere grunnleggende forskning og undervisning som kan gi grunnlag for videre innovasjon innenfor denne sektoren.

I tillegg til generell bred satsing på grunnforskning og satsing på generisk teknologi, vil det være hensiktsmessig å stimulere grunnforskningsmiljøene og UoH-sektoren til å arbeide strategisk inn mot marin sektor. Dette gjelder også internasjonale forskningsmiljøer, som kan bidra med viktig spisskompetanse inn mot problemstillinger som er viktige innenfor norsk, marin forskning.

En suksessfaktor i utviklingen av norsk havbruksnæring har vært tett samspill mellom forskning, næring, utdanning og forvaltning. Det er bygget opp verdensledende forskningsinfrastruktur for havbruksforskning flere steder i Norge, både i instituttsektor, UoH-sektor og i næringen selv, og det er gode muligheter til å koble grunnforskningsmiljøene enda sterkere til de anvendte forskningsmiljøene og havbruksinfrastrukturen. Det er allerede mange gode eksempler på at det er særdeles kort vei fra god grunnleggende forskning til anvendelse i havbruksnæringen. Kombinasjonen av unik infrastruktur, og en strek næring og forvaltning som etterspør både grunnleggende og anvendt forskning, gir gode muligheter for fremragende forskning både med nasjonale og internasjonale aktører.

Videre utvikling og vekst av havbruksnæringen og en mer aktiv bruk av kysten vil kreve betydelig økt grunnleggende forståelse av kystøkosystemenes struktur og funksjon for å sikre miljømessig bærekraftige løsninger. En trenger kunnskap for ny *teknologi*, blant annet knyttet til genomikk/bioteknologi, materialteknologi og IKT. Dette er viktig både som forskningsverktøy for generell økologisk forståelse, for å kunne forstå og kvantifisere effekter av ulike havbruksaktiviteter, og for å utvikle kunnskap og teknologi for å utvikle ny havbruksvirksomhet. Grunnleggende forskning er også avgjørende for å håndtere viktige problemstillinger knyttet til utfordringer i oppdrett, innenfor bl.a. dyrehelse, smittespredning, dyrevelferd, ernæring, reproduktiv kontroll og yngelproduksjon.

En ser også for seg synergimuligheter med andre sterke sektorer, som maritim industri og olje- og gassindustrien med tilknyttede forsknings- og teknologimiljøer. Det er viktig for å utvikle teknologiløsninger for den framtidige havbruksnæringen – og også for å utvikle havbruk i et videre perspektiv inn mot energiproduksjon, biologisk karbonfangst og produksjon av andre bioprodukter.

Rettsvitenskapelig forskning

Arbeidsgruppen løfter fram en rekke områder der det er behov for forskningsinnsats. For flere av disse områdene er det nødvendig også med rettsvitenskapelig forskning. For å få belyst de mange utfordringene i tilstrekkelig grad, er det nødvendig å se nærmere på regelverket som i dag gjelder og hvordan dette praktiseres, og hvilke endringer i regelverk og forvaltning som er nødvendige. Mange retts spørsmål knytter seg f.eks. til konsesjonsordningen. Andre sentrale temaer er:

- Hvordan utvikle gode, effektive rettslige systemer som gir forutsigbare næringsvilkår og samtidig sikrer andre interesser, som miljø, dyrevelferd, helse osv.?
- Hvordan kan rettslige virkemidler skape riktige incentiver til teknologiutvikling innenfor disse områdene?

- Hvordan skal det reguleres med utgangspunkt i et usikkert kunnskapsgrunnlag (regulering av risiko, føre var-prinsippet)?
- Teknologisk utvikling reiser nye spørsmål – hvordan skal det reguleres; f.eks. fiskeoppdrett til havs?

Utdanning/rekruttering

Havbruksnæringen er en kunnskaps- og teknologiintensiv næring som trenger å rekruttere folk fra mange ulike fagmiljø. I tillegg til næringens eget behov for å rekruttere kompetent personell til produksjons-, prosess- og markedsrelaterte aktiviteter, og til egen FoU-aktivitet, trenger leverandørindustrien, FoU-miljøene og forvaltningen å rekruttere personell fra en rekke fagfelt, som naturvitenskap, samfunnsfag, jus og økonomi.

Den samlede havbrukssektoren er også en viktig bruker av nye teknologier som bioteknologi/genomikk, materialteknologi, nanoteknologi og IKT. Det er derfor viktig både å opprettholde og videreutvikle dedikerte studier innenfor havbruk, samt å legge til rette for at mer generiske studier knyttes opp mot marine problemstillinger. Havbruksnæringen og tilknyttet forskning og utvikling må også sees i et internasjonalt perspektiv.

Den norske havbrukssektoren er attraktiv både som arbeidsplass og som samarbeidspartner i et slikt perspektiv. I tillegg er norsk havbrukskompetanse og -teknologi relevant for å utvikle bærekraftig havbruk internasjonalt. Ulike mobilitets-, hospiterings- og trainee-ordninger vil være sentrale for framtidig rekruttering til havbrukssektoren, og for å videreutvikle internasjonaliseringen av denne sektoren. Det er også viktig å styrke Marin fagskole og TAF- (tekniske allmenne fag) marin, som gir en solid basis for en senere forskerutdanning og -karriere.

ANBEFALINGER:

- Utdanning av master- og PhD-studenter, inkludert nærings-PhD, er viktig for rekruttering til næringen og en sentral kanal for å overføre kompetanse og resultater fra forskning til næring.
- TAF-marin må videreutvikles og gi studiekompetanse for høyere utdanning innenfor alle fagområder.
- Marin fagskole videreutvikles.
- Fiskehelseutdanningen styrkes både for veterinærer og fiskehelsekandidater.
- Generisk akvakulturkurs utvikles som videreutdanning innenfor mange fag (teknisk, økonomi, marked, human helse, forvaltning, jus osv.) i samarbeid med næringen og med inkludert praksis.
- Internasjonalisering bør være gjennomgående i alle kurs og studier, og skje i samarbeid med næring og det offentlige.
- Styrke ingeniørfaglig utdanning innenfor marin teknologi og operasjon, herunder utvikling av simulatorer for å gjøre utdanning spennende og tiltrekke seg gode hoder.



Foto: Colourbox

HAV21–RAPPORT FRA ARBEIDSGRUPPE 4

FORSKNING FOR NÆRINGSUTVIKLING – MAT

Innledning	80
Temaer som bør være gjennomgående	81
Overordnet/innledende betraktning	81
Bioøkonomien – hvilket bidrag kan marin sektor gi?	81
Norge – verdens ledende sjømatnasjon	82
Prioriteringer	82
Temaer som er spesifikke for egen sektor	82
Marked og konsument	83
Produksjon, prosess, kvalitet, teknologi, råvareutnyttelse	83
Sjømat og helse	84
Trygg sjømat	85
Bioprospektering og nye råstoffer	85
Spesifikk teknologi/kunnskap som kan virke utløsende	87
Privat – offentlig ansvar	87
Internasjonalt FoU-samarbeid	88
Nordområdene	88
Bruk av forskning – formidling	88
FoU-infrastruktur	89
Grunnforskning/utdanning	89

1

Rapport fra arbeidsgruppe 4

FORSKNING FOR NÆRINGSUTVIKLING – MAT



Foto: PhotoAlto

Norge er en betydelig aktør på
det globale sjømatmarkedet.
Hver dag.

INNLEDNING

Det serveres 33 millioner måltider norsk sjømat hver dag! Norge er en betydelig global aktør, og i 2011 eksporterte vi sjømat til en verdi av 53 mrd. NOK til over 130 land.

Foredlingsleddet som omfatter slaktning pakking, frysing, tilvirkning og konservering av fisk og fiskevarer sysselsetter i underkant av 10000 årsverk. Produksjonsverdien i 2010 var 38 mrd. kroner, og bidraget til BNP (verdiskapingen) utgjorde 5 mrd. kroner (fra Sintef Fiskeri og havbruks rapport «Verdiskaping i norsk sjømatnæring 2010 – en ringvirkningsanalyse»). Verdiskaping per årsverk er 0,54 mill. kroner, mens den innenfor fiske/fangst og akvakultur er henholdsvis 0,99 mill. og 2,68 mill. kroner. Lønnsomheten innenfor foredlingsleddet er lav.

Foredlingsindustrien er arbeidsintensiv og norske lønnskostnader er høye. Dette sammen med ugunstige handelsbetingelser har medført at det meste av norsk fanget/produsert fisk selges rund og videreforedles i utlandet. Samtidig er importen av utenlandske sjømatprodukter økende. Når det gjelder innenlandsforbruket, vokser markedet for fersk ferdig pakket ren fisk kraftig ifølge Sjømatrådets oppsummering av utviklingstrendene i norsk sjømatkonsum i 2011. For dagligvaresektorene har det resultert i en positiv verdiøkning på 2,5 prosent fra 2010 til 2011.

Verdens befolkningstall er stadig økende, og innen 2050 er det anslått at befolkningen vil ha passert 9 milliarder. Verdenssamfunnet står av denne grunn overfor en stor utfordring knyttet opp mot å dekke verdens matbehov. Mangel på protein og umettet fett både til human føde og til fôr, kan bli kritisk. Produksjon av sjømat har globalt sett et stort potensiale til å

dekke framtidig matbehov. Reastråstoffet er en betydelig kilde til både protein og umettet fett. Andre marine organismer og arter på lavere trofisk nivå kan bli viktige både med hensyn til fôr og til mat. Her er det viktig at Norge posisjonerer seg tidlig for å kunne imøtekomme denne økende etterspørselen.

De naturgitte betingelsene for produksjon av vill og oppdrettet fisk i norske farvann er svært gode. Sammenlignet med mange andre land har norsk fiskeriforvaltning sikret fiskebestanden og sørget for god utnyttelse av oppdrettslokalitetene. Fiskeri og havbruk har direkte markedskanaler utenom foredlingsleddet, og de kan i hovedsak bestemme i hvor stor grad fisken skal bearbeides før den eksporteres.

Forsknings- og utviklingsutfordringene i sjømatnæringen er tverrfaglige og krever et godt samarbeid mellom ulike forskningsgrupper, næring og annen industri både nasjonalt og internasjonalt. Formålet med denne rapporten er å beskrive og diskutere forsknings- og utviklingsutfordringer sjømatnæringen står overfor både på kort og noe lengere sikt, samt å gi noen overordnede anbefalinger til grep som kan gi næringen nye stimulanser til framgang og økt verdiskaping.

Foredling av sjømat må studeres i et bærekraftig¹ helhetsperspektiv med bedriftsøkonomi, samfunnsøkonomi og rammebetingelser, logistikk, sjømat til konsum og ivaretagelse og bruk av reastråtter og andre marine organismer til fôr og ingredienser som tema. En viktig dimensjon ved å øke verdien av biomassen, er å sørge for at markedspotensielt utnyttes ved at biomassen går til de produktene som gir høyest verdi og best lønnsomhet. En annen er å unngå at det sløses med biomassen ved lave produktutbytter og/eller feil kvalitet på råvaren. Det trengs økt kunnskap om ulike produkters markedsmessige potensial, og for å kunne bidra til å effektivisere prosesseringen og øke produktutbyttet av de mest verdifulle produktene.

Lønnsomheten innenfor foredlingsleddet er antatt å kunne bedres gjennom økt automatisering og utnyttelse av reastråstoffet. Reastråstoffet som utgjør 30 prosent av rund fisk, er en betydelig kilde til både protein, umettet fett og biokjemikalier med merverdi. Andre marine organismer og arter på lavere trofisk nivå kan også bli viktige både som ingrediens i fôr og til mat.

Nærhet og tilgang til de arktiske områdene med unike ressurser gjør at Norge ved å satse på marin bioprospektering, har mulighet til å komme helt i front internasjonalt innenfor dette fagområdet. Bioaktive forbindelser fra kaldtvannsorganismer har et stort potensial for verdiskaping. Dette potensialet er også bakgrunnen for at regjeringen har flagget marin bioprospektering som et spesielt satsingsområde. Satsing på marin bioprospektering kan få stor betydning for en rekke ulike forskningsdisipliner, legemiddelutvikling, innovasjon og næringsutvikling innenfor bioteknologisk industri i Norge.

Resultatene fra marin bioprospektering vil kunne utnyttes både av eksisterende bedrifter og som grunnlag for ny virksomhet innenfor ulike sektorer, som for eksempel bioteknologisk industriutvikling, mat, fôr, helse og energi.

Mandatet til Matgruppen omfattet også bioprospektering og nye råstoffer. Dette området beskrives særskilt i eget avsnitt, men inngår også som en del av matområdet i de øvrige kapitlene. I kapittel Prioriteringer er mat og bioprospektering behandlet hver for seg.

TEMAER SOM BØR VÆRE GJENNOMGÅENDE

Overordnet/innledende betraktning

Hovedinntrykket fra arbeidet i Mat-gruppen er en bastant og gjennomgående enighet om behovet for å sikre sammenheng og helhet i kunnskapsbygging og problemløsning gjennom hele den marine verdikjeden. Innenfor alle undertema gruppen har prioritert, ble betydningen av sammenheng og helhet i kunnskapsbyggingen mellom mat-relaterte tema og mellom disse og øvrige deler av verdikjeden sterkt poengtert. All håndtering av marine produkter og rammebetingelsene denne virksomheten er underlagt – fra uttak og produksjon av råvarer og helt fram til forbruker – påvirker tilretteleggingen for næringsvirksomhet knyttet til sjømat. Tematikk på tvers av verdikjede og kretsløp krever tverrfaglig satsing og samfunnsvitenskapelig ankerfeste for å sikre relevans.

Bioøkonomien² – hvilket bidrag kan marin sektor gi?

Økt bevissthet omkring globale samfunnsutfordringer (tilgang på sunn og trygg mat, utslippsreduksjoner og tilpasning til klimaendringer, bærekraftig forvaltning av naturressursene, bioenergi og biobaserte produkter, sysselsetting og konkurransekraft) aktualiserer forskning og innovasjon som underbygger et mer biobasert samfunn. EU, USA, OECD og en rekke toneangivende enkeltland har utarbeidet strategier for bioøkonomien, der forskning har en betydelig plass. Bioøkonomien er også et sentralt rasjonale for EUs nye rammeprogram Horizon 2021. Det er viktig at Norge og norske marine interesser posisjonerer seg for å utløse midler til forskning og delta i forskningssamarbeid i denne sammenheng.

Arbeidsgruppe Mat har knyttet et overordnet perspektiv til *bærekraftig vekst i produksjon av sjømat*. Den globale matsikkerhetsutfordringen krever at bærekraftig produksjon av sjømat må økes. Sentrale årsaker til dette er at marine organismer er effektive produsenter av protein sammenliknet med andre organismer og at sjømat er sunn mat som gir viktige bidrag til helsestøttende kosthold. For å imøtekomme behovet for mer mat og for å fremme verdiskaping, må marin sektor vurderes på alle ledd og med en rekke ulike innfallsvinkler. Nye høstingsstrategier må strekke uttaket av ville bestander der dette er mulig, og de må baseres på markedsmuligheter

¹ Begrepet bærekraft inkluderer økonomiske, sosiale og miljømessige forhold.

² Bioøkonomien innbefatter bærekraftig arealbruk, produksjon og omdannelse av biomasse til mat-, helse- og fiberprodukter, og industrielle produkter og energi. Fornybar biomasse inkluderer ethvert biologisk materiale (landbruksbasert, skogbasert og dyrebaseret, inkludert fisk) som produkt i seg selv eller for anvendelse som råmateriale.

og -krav. Havbrukets bidrag til global matvareforsyning må økes betraktelig gjennom bred kunnskapsbygging, teknologisk utvikling og tilrettelegging for ulike naturgrunnlag. Fangst, oppdrett, levendelagring og foredling må balanseres. Kretsløpet basert på marine ressurser – i et bioøkonomisk perspektiv – må legges til grunn for optimal utvikling, uttak og anvendelse av ressurser på alle ledd, herunder 100 prosent og mest mulig verdiskapende utnyttelse av restråstoff. Se *illustrasjon nederst på siden*.

Norge – verdens ledende sjømatnasjon

Med bakgrunn i de betydelige nasjonale fortrinnene Norge har innenfor marin sektor, skal det gjennom HAV21 utledes en strategi for en større satsing på marin sektor. Regjeringens visjon *Norge – verdens fremste sjømatnasjon*, er peilingsmerket. For at denne visjonen skal kunne nås, legger arbeidsgruppe Mat til grunn at det skal satses i alle deler av den marine verdikjeden/kretsløpet. I denne sammenhengen vil arbeidsgruppen understreke at *økt foredling i Norge* er et svært viktig innsatsområde, og at det må legges opp til forskningsbasert og grundig kunnskapsbygging med dette for øyet.

PRIORITERINGER

Utfordringene i global matforsyning krever en effektiv og bærekraftig utnyttelse av marine ressurser. Forskningsutfordringene er enorme, men at de løses er avgjørende for at havet skal kunne bli en langt større kilde til mat og for å videreutvikle vår sterke sjømatsektor. Det er avgjørende for økt salg av sjømat i årene framover at vi har god dokumentasjon som støtter opp om råvarene og produktene. Dette innebærer å se på sjømaten både i et trykghets-, kostholds-, klima- og omdømmeperspektiv.

- Utvikling av målesystemer og objektive indikatorer for å dokumentere bærekraftig sjømatproduksjon.

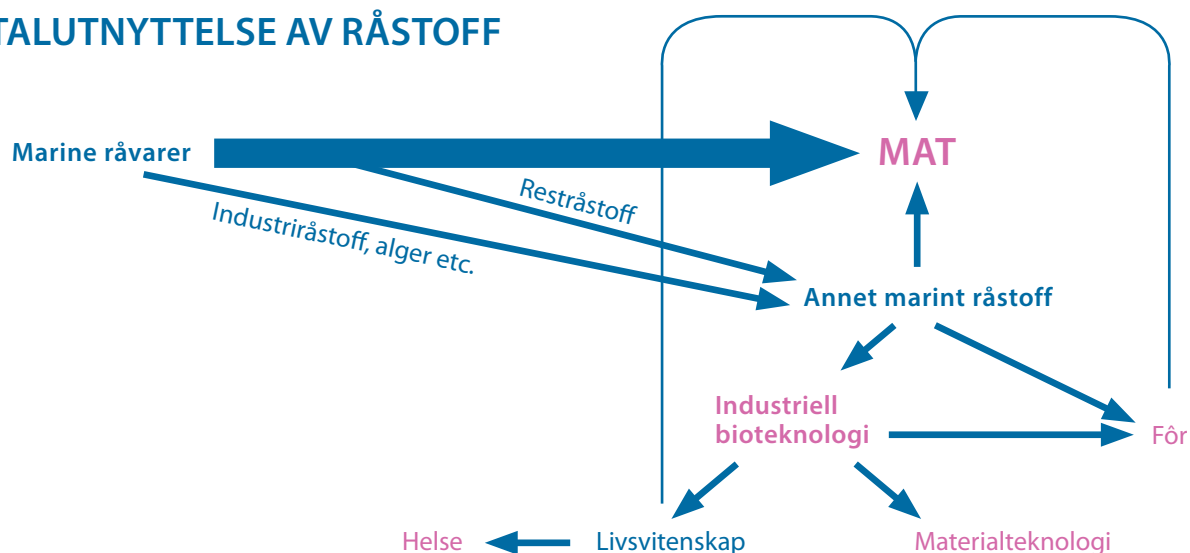
- Dokumentasjon av helseeffekter av sjømat som endel av kostholdet, inkludert risk/benefit-vurderinger.
- Økt teknologiutvikling i sjømatproduksjon med hovedvekt på å utvikle miljøvennlig prosesseteknologi som innebærer utvikling av automatiserte produksjonslinjer for foredling av alt råstoff.
- Pilotanlegg landsby, «Fish factory for the future»: Innenfor norsk sjømat er det behov for en forskningspark, et samlet sted for avansert teknologiutvikling på bred basis. Innenfor en slik teknologilandsby, kan bl.a. uttesting av utstyr gjøres av utstyrsleverandører og produksjonsbedrifter.
- Globale rammebetingelser i sjømatnæringen i sammenheng med merkevaredrevet og omdømmedrevet verdioptimalisering. Kunnskap om betingelser som er avgjørende for markedssituasjonen globalt ut fra WTO, FAO mv.
- Kunnskap for å sikre og utvikle en næring innen marin bioteknologi knyttet til bedre utnyttelse av restråstoff og marin bioprospektering for produksjon av mat, ingredienser, kosttilskudd, kosmetikk, bioaktive forbindelser til diagnostikk og farmasi etc.

TEMAER SOM ER SPESIFIKKE FOR EGEN SEKTOR

Dersom de nasjonale mulighetene knyttet til marin sektor skal innfris, vil kunnskapsbygging, offentlig tilrettelegging og utviklingsarbeid for øvrig kreve fokus på hvordan verdikjeden organiseres – og i hvilke ledd og sammenhenger det vil være mulig å hente ut verdier for Norge («geografien i verdikjeden»). Dette betyr f.eks. at det må satses på kunnskapsbygging som påvirker *hvor* ulike operasjoner i sjømatproduksjonen skjer.

Eksempelvis må en i forbindelse med landing og slakt av fisk differensiere og optimalisere bruken av hver enkelt bestanddel av råstoffet. Bestanddeler må gå direkte til de respektive anvendelser, tid må spares og kvalitet/ferskhet bevares på alle aktuelle bruksområder. Svinn, avfall og unødvendig trans-

TOTALUTNYTTELSE AV RÅSTOFF



portvolum må minimeres. Disse faktorene tilsier behandling nærmest mulig råvarekilden, og underbygger således det norske fortrinnet.

Marked og konsument

Gjennom bærekraftig vekst i uttak og produksjon av ressurser fra havet, kan global matsikkerhet styrkes i årene som kommer. Sjømat er helsemessig meget gunstig, og økt innslag i kostholdet av mat fra havet vil bidra til matsikkerhet og også bidra til bekjempelse av livsstilssykdommer.

Norsk sjømatnæring har meget store utviklingsmuligheter og kan, ved bærekraftig og riktig tilrettelegging og kunnskapsbygging, levere mange ganger dagens kvanta til det globale matvaremarkedet. For at norsk sjømatnæring skal opprettholde og styrke sin konkurranseevne, er det nødvendig med kunnskap om sjømatnæringens rammebetingelser. Som ledd i dette må konsekvenser av nye reguleringer og øvrige nasjonale og internasjonale rammebetingelser løpende forstås i forhold til muligheter og hindre for vekst i sjømatmarkeder. Struktur og lønnsomhet i fiskeri- og havbruksnæringen må problematiseres mot denne bakgrunnen. Samfunnsvitenskap og sosial-økonomisk kunnskap må være underlag for beslutninger om bærekraftig ressursutnyttelse og samlet verdiskaping.

Handelspolitiske forhold er til enhver tid bestemmende for mulighetene for eksport av mat. For en tung sjømatnasjon som Norge, vil adgang til internasjonale markeder være en forutsetning for videre utvikling. Proteksjonistiske tiltak er på frammarsj i verden, knyttet til reguleringer som favoriserer egen industri eller egne råvarer, diskriminerende anvendelse av regelverk etc. WTO-avtalen anses å være god for Norge, særlig var den viktig under laksekonflikten med EU. Likevel er det i flere år etterlyst innskjerping i avtaleverket knyttet til bruken av antidumping- og subsidietiltak. For å legge til rette best mulig for norsk sjømateksport, kreves bred kunnskap om ulike internasjonale avtaler, kunnskapsgrunnlag for myndighetenes utvikling av avtaler med ulike handelspartnere samt dokumentasjon av sjømaten som skal eksporteres.

For å lykkes i markedet er kommunikasjon med forbrukerne i ulike markeder viktig. Sentralt står bedre forståelse av forbrukeratferd, av forhold som er avgjørende for forbrukernes valg og av hva forbrukerne forventer av produkter, produktgenskaper og konsepter. Kommunikasjonen med forbrukerne kompliseres av dagligvarekjedenes tunge premissgivende rolle. Imidlertid kjøpes også stadig mer mat utenom tradisjonelle matbutikker, f.eks. over internett. Det er viktig at forskningsmiljøene har kunnskap som støtter bedriftenes forståelse av ulike trender og tilhørende løsningsmuligheter. Interaksjon og samhandling vil stå sentralt. Bedriftene har ansvar for merkevarebygging og -strategier, men det er behov for god kunnskapsstøtte fra forskningsmiljøer og fra Sjømatrådet.

Sjømat har små klimaspor og høy bærekraft sammenlignet med annen proteinbasert mat, og helsefordelene er betydelige. I dag utnyttes i liten grad det positive omdømmet som kan bygges på vår gode kunnskap og vår gode dokumentasjon. Risk/benefit, risikokommunikasjon og oppfatninger av GMO i sjømatmarke-

dene er sentrale utfordringer. Vitenskapelig basert dokumentasjon, merking/standardisering og sporbarhet må ligge til grunn for kommunikasjon om sjømaten og for tilhørende arbeid i markeder og mot konsumenter. Kunnskap og informasjon kan forankres i merking basert på sertifiseringsordninger med stor legitimitet, kommersielle merker og formater.

ANBEFALINGER:

■ Rammebetingelser i sjømatnæringen

- Kunnskap om rammebetingelsers og regelverks påvirkning på struktur, vekst og lønnsomhet i fiskeri- og havbruksnæringen.
- Markedsadgang, handelspolitikk og handelshindre som generelt fenomen og særlig virkninger i sjømat sammenheng. Forståelse av andre lands reaksjonsmønstre.

■ Markeds- og forbrukertrender, megatrender

- Internasjonal markedsforståelse, systematisk identifikasjon av trender og drivere.
- Kunnskap om konsumenter; hva påvirker deres valg.
- Kommunikasjons- og distribusjonskunnskap

■ Markeds- og omdømmedrevet verdiopptimalisering, merkevarebygging

- Kunnskapsstøtte for markedsorientering av alle sjømatbedrifter.

■ Markedsbasert høsting og tilrettelegging gjennom hele verdikjeden.

■ Markedsmessige forutsetninger for bruk av restråstoff.

- Merkevarestrategier og /merkevarebygging.

Produksjon, prosess, kvalitet, teknologi, råvareutnyttelse

Det må være et mål at mest mulig av råstoffet bearbeides nasjonalt for at ambisjonen om at Norge skal være verdens fremste sjømatnasjon skal oppnås.

Lønnsomheten i industrien som prosesserer sjømat i Norge har vært lav de siste årene og antall arbeidsplasser er synkende. Til tross for god inntjening i fangstleddet, er foredlingsindustrien ulønnsom. Norsk sjømatindustri må konkurrere med andre land som har lavere lønnskostnader. Dette gjelder i særlig grad konkurransen med Kina, men også foredlingsindustri i andre land, f.eks. i Europa. Norge er et høykostland og vil ventelig være det i overskuelig framtid. Det er sentralt å få ned arbeidskostnadene gjennom å erstatte manuelt arbeid med automatiserte prosesser.

Andelen fisk som fileteres er i positiv utvikling, men fortsatt er bearbeidingsgraden lav for våre viktigste sjømatprodukter. Trenden er at konsumentene ønsker sunnhet og lettvinhet ved kjøp og tilberedning av mat, og norsk sjømatnæring bør utnytte denne trenden aktivt.

God råstoffkvalitet forutsetter effektive fangsthåndteringssystemer for villfanget fisk, og fangstprosessen og hele verdikjeden fram til konsument må fokuseres. Også for oppdrettsfisk er skånsomme håndteringssystemer nødvendig for optimal kvalitet. Dette betinger bærekraftige metoder og systemer som ivaretar holdbarhet i hele verdikjeden.

Det haster å sette inn en samlet innsats på teknologiutvikling på alle sektorer; pelagisk-, hvitfisk-, skalldyr- og oppdrettssektoren, inkludert restråstoff på alle ledd. Det er også viktig å videreutvikle prosesserings- og styringsmetoder for bioteknologisk basert ingrediensproduksjon fra marine organismer og restråstoff, ettersom det her kreves dokumenterbare kvaliteter.

Leverandører av utstyr, materiell og informasjonsteknologi er avgjørende samarbeidspartnere i arbeidet for innovasjoner som kan bidra til en lønnsom foredlingsindustri. Industriell prosessering av sjømat i Norge krever fleksible løsninger som ofte må være tilpasset produksjon i liten og mellomstor skala. Dagens norske utstysleverandørindustri er fragmentert og lite robust, og kan ikke dekke alle behovene i sjømatnæringen. Men teknologibehovet kan heller ikke baseres utelukkende på innkjøp fra utenlandske teknologileverandører, fordi behovet for tilpasning er betydelig. Et styrket samspill mellom teknologileverandører, sjømatindustrien og FoU-miljøer er nødvendig.

Norske teknologileverandører har på en del områder markert seg svært positivt internasjonalt. Miljøer i Norge er i forskningsfronten innenfor avansert sensorteknologi for analyse av mat. Denne grunnleggende forskningen har gitt oss viktig kompetanse innenfor hurtige kvalitetsmålinger, modellering av komplekse systemer, automatisering og prosessoptimering. Muligheter for å utnytte slike løsninger i sjømatindustrien bør stimuleres aktivt.

Marin bioteknologi er et verktøy for å videreutvikle den marine næringen og i særlig grad ingrediensindustrien. Industrien har allerede tatt i bruk bioteknologiske metoder, eksempelvis enzymteknologi, og denne utviklingen forventes å fortsette. Marin ingrediensindustri har hatt en betydelig omsetningsvekst de siste årene, og bør være et naturlig satsingsområde for videre vekst. For å sikre krav til dokumentasjon, sikkerhet og kvalitet av produkter til human bruk, er dette områder som vil kreve avansert prosessstyring.

Tung satsing på teknologiutvikling vil være en viktig suksessfaktor for bærekraftig vekst i norsk sjømatproduksjon og ingrediensindustri. Som et bidrag til å møte aktuelle utfordringer, bør det etableres et pilotanlegg av betydelig størrelse, en «teknologi-landsby» («Fish factory for the future»). Et slikt anlegg må fungere på landsbasis og benytte avansert teknologi for å utvikle bærekraftig, effektiv og lønnsom teknologi innenfor sjømatnæringen.

ANBEFALINGER:

■ Miljøvennlig, effektiv og lønnsom prosesseteknologi

- Utvikling av automatiserte produksjonslinjer for foredling av alt råstoff.
- Sensorteknologi, avbildningsteknologi, prosess-styrings-, automatisering- og robotteknologi, teknologi for råstoffkarakterisering, design av prosesslinjer og teknologidemonstrasjonsanlegg.
- Bioteknologibaserte produksjonsprosesser.

■ Prosesstrinnutvikling

- Optimalisering av håndtering og slakteteknologi for både vill og oppdrettet fisk,

- Kontinuitet i leveranser til foredlingsindustrien, optimalisering av logistikksystem som kjøling, frysing, tining, herunder superkjøling, forlenget holdbarhet, integrert produktutvikling og emballasjeutvikling.

■ Design av prosesslinjer og demonstrasjonsanlegg for totalutnyttelse av råstoffet til maksimal verdi

- Miljøvennlige og effektive bio-prosesser for oppgradering av restråstoff til konsum ved industriell prosessering, og i bioteknologisk produksjon, som f.eks. nye og forbedrede enzymer.
- Automatiserte håndteringssystemer for sjømat og integrerte systemer for økt utnyttelse av ferskt restråstoff.

■ Klimaspør

- Objektive indikatorer og målesystemer, LCA-metodikk, opprinnelsesverifisering, sporbarhet og logistikk – marine råstoffer i et markedsorientert og bioøkonomisk perspektiv.

Sjømat og helse

I regjeringens «Handlingsplan for et bedre kosthold i befolkningen» (2007–2011) er visjonen bedre helse gjennom et sunt kosthold. Hovedmålet er å endre kostholdet i tråd med helsemyndighetenes anbefalinger og redusere sosiale forskjeller. Bedre tilgjengelighet av sunne matvarer er en av hovedstrategiene for å nå målet. For norsk sjømatproduksjon er det ønskelig å stimulere til utvikling av et sunnere kosthold som forebygger livsstilssykdommer gjennom kunnskap som danner grunnlag for forbrukerkommunikasjon og økt konsum av sjømat og mulighet for dokumentasjon av relevante helsepårstander. Forbruket av fisk og sjømat har økt de siste ti årene, men er fortsatt lavere enn ønskelig, særlig blant de unge.

Maten vi spiser påvirker helsen vår gjennom hele livet. Utfordringen framover er å oppnå et balansert kosthold som gir grunnlag for normal vekst og utvikling, og som sikrer god helse. Om sjømat har potensial til å motvirke livsstilssykdommer må kunne dokumenteres (Kostråd for å fremme folkehelsen og forebygge kroniske sykdommer, nasjonalt råd for ernæring, 2011). For sjømat er det kun omega-3 fettsyrer i forbindelse med hjerte-kar som er dokumentert. Kostråd forutsetter at man har dokumenterbare effekter, noe som krever videreutvikling og harmonisering av metodikk for å måle helseeffekter både gjennom spiseforsøk og i modellforsøk, inkludert dyreforsøk, og det må avklares på hvilket nivå dokumentasjonen må ligge på for å kunne gi kostholdsrad. For sjømat må helseeffekter sees i sammenheng med mulig helserisiko ved inntak av sjømat. Det er derfor naturlig å tenke risk-benefit-satsingen som en felles satsning mellom «Sjømat og helse» og «Trygg sjømat».

For å øke inntaket av sjømat er det viktig å forstå forbrukernes valg, hvordan helseeffekter skal formidles og dokumenteres via merkeordninger i henhold til nasjonale og internasjonale regler. Det er også ønskelig, og av nasjonal interesse, å øke inntaket av sjømat i befolkningsgrupper som vil ha størst nytte av det. Ikke minst er det ønskelig å øke inntaket av sjømat blant barn og unge. For å få dette til må vi ha mer kunnskap om disse forbrukergruppene og om hvilke virkemidler som trengs for å kommunisere fordelene med sjømat til konsumenter som ikke spiser dette i dag.

Norge bør ha gode forskningsmiljøer på disse feltene, samtidig som det også er behov for internasjonalt samarbeid, for eksempel gjennom EU prosjekter. Aktiviteter knyttet til kostråd og dokumentasjon av helseeffekter må sees på som offentlig ansvar. Når Norge har som mål å være verdens fremste sjømatnasjon, må en også ta ansvar for denne forskningen. Det vurderes som naturlig at virksomhetene må være ansvarlige for kostnader som dokumenterer eventuelle endringer i produktets helse-status under produksjonen og aktiviteter knyttet til forbrukerpreferanser, mens ansvaret når det gjelder merking bør deles med det offentlige.

ANBEFALINGER:

- **Sjømat og måltidssammensetning i relasjon til livsstilssykdommer og kostråd.**
 - Metoder og harmonisering av metoder (spiseforsøk og modellforsøk) til å teste helseeffekter av sjømat som en del av måltidet/kostholdet.
 - Epigenetikk og arvelighet av livsstilssykdommer.
 - Forbrukerpreferanser, regelverksutforming for merking og harmonisering mot internasjonale regler, merking og formidling i forhold til marked og konsument.
- **Dokumentasjon av helseeffekter av sjømat – identifisering av komponenter med helseeffekt.**
 - Metoder og harmonisering av metoder til å teste helseeffekter; både spiseforsøk og modellforsøk.
 - Identifisering av komponenter som har helseeffekter alene eller i samspill med andre komponenter.
 - Betydning av prosessering og/eller lagring, identifisere negative faktorer med hensyn til helse.
 - Kompetanse om bioaktive komponenter i sjømat, som for eksempel umettet fett, proteiner, peptider og antioksidanter.
- **Helseeffekter av sjømat for spesifikke befolkningsgrupper som vil ha stor nytte av økt inntak.**
 - Hvordan sjømat påvirker fysisk og mental prestasjon samt velvære spesielt i forhold til den eldre befolkningen.
 - Betydning i forhold til mental helse og barns kognitive utvikling, forbrukerforståelse og kunnskap om hvilke virkemidler som trengs for å kommunisere fordelene med sjømat til konsumenter om ikke spiser sjømat (junk-food-spisere).

Trygg sjømat

Det er behov for bedre kunnskap om mange forskjellige fremmedstoffer og deres helseeffekter, hver for seg og i kombinasjon. Målet må være at ingen mat skal inneholde uønskede komponenter/agens som overstiger akseptabel risiko. Analysemetoder har blitt vesentlig forbedret i løpet av en del år, men det vil fortsatt være utviklingsbehov. Det er også behov for kunnskap om hvordan klimaendringer kan påvirke nivå og effekter av fremmedstoffer i sjømat. Dessuten kan mulige økte sjøtemperaturer pga. klimaendringer øke risikoen for enkelte patogene mikroorganismer. Trenden med økt bruk av rå sjømat fordrer kunnskap om mattrygghet. Fisk og annen sjømat kan inneholde mikroorganismer som kan gi sykdom hos mennesker når den spises rå, og oppdatert kunnskap om dette er påkrevet. Algetoksiner forekommer i dag i flere former av sjømat som skjell, snegler og krabber. Skjell, som filtrerer

store mengder vann, og som spises rå eller med lite varmebehandling, utgjør en spesiell risiko.

Uavhengig av hvilke uønskede komponenter eller agens som skal vurderes for å sikre trygg sjømat, er vi avhengige av at en risiko kan bedømmes ut fra en mest mulig konkret referanse/standard. I det internasjonale markedet for sjømat fra Norge er det svært mange, ulike og omskiftelige nasjonale bestemmelser. I den omspennende handelen med mat har Verdens handelsorganisasjon (WTO) lagt til grunn og definert at referansen for trygg mat skal være det regelverket som er utviklet og vedtatt innenfor samarbeidet mellom Verdens helseorganisasjon (WHO) og Verdens matvareorganisasjon (FAO) i Codex Alimentarius-systemet.

En strategisk tilnærming for å sikre grunnlaget for Norge som verdens ledende sjømatnasjon må være et nasjonalt regelverk som sikrer forbrukere i alle våre markeder sjømat som tilfredsstillende regelverket som er fastsatt av Codex Alimentarius. Dette regelverket er i løpende utvikling, og det vil være nødvendig at Norge deltar aktivt med både forsknings- og forvaltningskompetanse i samsvar med en slik forpliktende strategi.

ANBEFALINGER:

- Kartlegging av ulike risikofaktorer for sjømat, videreutvikling av miljødatabase-fremmedstoffer, kunnskap om kontaminanter, konsentrering i verdikjeden og overvåking/dokumentasjon.
- Risk/benefit-vurderinger av sjømat.
- Nasjonalt og internasjonalt tilpasset regelverk for sjømat og videre utnyttelse av restråstoff.
- Mattrygghet – fokus på mikrobiologi, biofilm og mikrobiologiske utfordringer i produksjonsmiljø, hygiene.
- Algetoksiner.

Bioprospektering og nye råstoffer

Bioprospektering

Marin bioprospektering er leting etter interessante biomolekyler fra det marine miljø. Den store biologiske og biokjemiske variasjonen som finnes i marine planter, dyr og mikroorganismer gir store muligheter for å finne unike kjemiske stoffer og molekyler med biologiske aktiviteter og applikasjonsmuligheter. Subarktiske og arktiske farvann har et rikt arts mangfold både når det gjelder dyr, planter og mikroorganismer. Unike egenskaper forventes å bli oppdaget i de over 10000 artene som enda ikke er studert nærmere.

Marin bioprospektering har to formål; både å frambringe ny grunnleggende kunnskap om marine organismer, molekyler og gener, og et mål om å utnytte dette kommersielt i prosesser eller til anvendelse innenfor flere områder, som medisin, i prosessindustri for blant annet olje og gass, i bioteknologi som biokjemikalier (enzymer), til mat, fôr, kosmetikk og biobrensel.

Dette potensialet er bakgrunnen for at regjeringen har flagget marin bioprospektering som et spesielt satsingsområde, og i dokumentet «Marin bioprospektering – en kilde til ny og bærekraftig verdiskaping» beskrives dette som: «Potensialet i forhold til kunnskapsutvikling og verdiskaping gjør marin bioprospektering til et viktig satsingsområde innenfor regjeringens nordområdestrategi», og omtales spesielt i «Nye byggesteiner i nord». Norge har lang tradisjon for å høste fra havet, og har utviklet høy kompetanse innenfor marin sektor og bioteknologi. Det gir oss fortrinn når det gjelder å hente inn og beskrive et vidt spekter av marine organismer. Nærheten og tilgangene til de arktiske områdene og ressursene gjør at Norge, ved å satse på marin bioprospektering, har mulighet til å komme helt i front internasjonalt innen dette fagområdet.

Det er allerede igangsatt en betydelig nasjonal satsning på bioprospektering, og en nasjonal marin biobank er i ferd med å bli organisert under Havforskningsinstituttet. Et viktig mål for marin bioprospektering er å bidra til styrket næringsutvikling. Biobanken må derfor organiseres og finansieres på en slik måte at materiale og gener er allment tilgjengelig etter bestemte vilkår.

I Tromsø finnes infrastruktur som kan ivareta alt fra innsamling av marint materiale (Marbank) med toktfartøy, til laboratorier med avansert vitenskapelig utstyr for effektiv søking etter nye bioaktive forbindelser (Marbio), samt isolering, karakterisering, strukturoppklaring og syntese (SmallStruct, NorStruct) og optimalisering av bioaktiviteter, helt til kommersialisering. For å utnytte innsamlet biologisk materiale maksimalt og unngå å bygge opp dobbeltkompetanse innen høyt spesialiserte fagområder, er det viktig å involvere et bredt spekter av forskningsmiljøer både nasjonalt og internasjonalt, ikke minst innenfor farmasøytisk dokumentasjon, samt kommersialisering.

Et viktig mål for marin bioprospektering er å bidra til styrket næringsutvikling. For å lykkes med satsning på bioprospek-

tering er det nødvendig å fokusere på økt kunnskap om og uttesting av mulige anvendelsesområder av både kjente og nye komponenter. Det er også behov for kunnskap knyttet til prosessering og oppskalering til produksjon i pilotskala. Den kommersielle industrien er fortsatt i sin begynnelse og vi må på generelt grunnlag tilrettelegge mulighetene for kommersialisering. Det er knyttet betydelige utfordringer til finansiering av prosjekter etter karakteriseringsfasen, over i utviklingsfasen og videre fram mot et produkt i et marked. Det er derfor særdeles viktig at Norge satser på å være i front innen alle disse trinnene i verdikjeden, for helt ut å kunne utnytte disse ressursene i kommersielle sammenhenger. En større og bredere utnyttelse av eksisterende teknologiplattformer samt en satsning på teknologi som fyller ut hele verdikjeden vil løfte Norges satsning på dette ytterligere.

Internasjonale lover og koordinering av samarbeid innen bioprospektering mellom Norge og andre land er ikke helt klar på alle punkter. Materialoverføring reguleres ved inngåelse av Material Transfere Agreement (MTA). I Norge reguleres bioprospektering gjennom Havressursloven og Naturmangfoldsloven. Kommersialisering krever fokus på disse områdene.

For å sikre anvendelsen av mangfoldet av marine organismer i norske farvann, må kunnskapen om marine organismer styrkes. En betydelig del av dette arbeidet er grunnleggende forskning. Norge bør ha gode forskningsmiljøer på disse feltene, samtidig som det er også behov for et styrket nasjonalt og internasjonalt samarbeid for eksempel gjennom EU prosjekter.

ANBEFALINGER:

- Identifisering/karakterisering av bioaktive komponenter og anvendelsesområder
- Etablering av prosedyrer til ekstrahering/rensing/karakterisering av bioaktive komponenter.



■ Uttesting av anvendelsesområder- som kan være kommersielt interessante

- Uttestingsplattformer – optimalisering av prosesser og pilot-skalatesting.
- Utforming av IPR, kommersialiseringskompetanse og regelverksutforming i henhold til internasjonale regler og lover.

■ Kunnskapsbygging innenfor marin bioprospektering; genetisk, biokjemisk og biologisk karakterisering

- Marine organismer biologi, taksonomi, genetikk, biokjemi, molekyler med spesifikke egenskaper med fokus på arktiske organismer (Biobank).
- Etablering/utvikling av teknologiplattform til high throughput omics-teknologier (sekvensering, genomics, transkriptomics, proteomikk, metabolomikk).

Nye råstoffer

Den globale befolkningsveksten er stor, og det er behov for å se på nye næringskilder både til human føde og til fôr. Internasjonalt er det fokus på dyrking av planter og bruk av ulike mikroorganismer som kilder til umettet fett og til protein. Havbruk med dyrking av mikro- og makroalger som råvare og biomasse til mat og fôr kan være et bidrag til å oppnå balanse i både mat- og energibehovene.

I Norge har det foregått forskning og utvikling innenfor tang og tare som råstoff til alginatproduksjon i mange år. Alginat brukes i dag hovedsakelig til farmasøytiske produkter og som tilsetningsstoff i næringsmidler. I den senere tid er det også rettet oppmerksomhet mot dyrking av alger, som f. eks. sukkertare til biodrivstoff o.a. Tang som mat, er utbredt i Østen, men har liten tradisjon i Norge. Slik anvendelse bør utredes. Norge har også muligheter til å bidra til produksjon av marine oljer og protein gjennom høsting på lavere trofiske nivå, både i egen økonomisk sone, og i fjerne farvann. Gjennom tilpassing

av kjente prosesslinjer for marint råstoff, kan for eksempel protein og olje utvinnes fra krepsdyr i kommersiell skala.

ANBEFALINGER:

■ Nye marine råvarer til mat, fôr og industrielle anvendelser; mikro- og makroalger, skjell, calanus og krill

- Anvendelse til mat; ernæringsverdi, funksjonelle egenskaper, holdbarhet og sensoriske kvaliteter.
- Teknologisk/biologisk kunnskap for dyrking, tørking, separering, «chemical engineering», prosesseteknologi ombordprosessering, bioteknologi, industrialisering, logistikk.

Spesifikk teknologi/kunnskap som kan virke utløsende

Det er et mål for norsk marin industri å øke verdiskapningen. Dette kan skje ved økt bearbeiding av alle typer råvarer og å ivareta og utnytte restråstoff. Med det høye kostnadsnivået i Norge er det nødvendig å satse på nye teknologi og automatisering for å nå dette målet. Et mål må være å styrke nasjonal satsning innenfor forskning og utvikling knyttet til bioteknologi, robotteknologi, sensorteknologi, bildebehandlende teknologi og automatisering.

For å styrke denne satsningen foreslår vi at det etableres en teknologilandsby med mål om å bygge en dynamisk «Fish Factory for the Future» som kan brukes til uttesting og implementering av ny teknologi i hele verdikjeden i samarbeid mellom FoU-miljøer, sjømatnæring og utstyrsleverandører. Målet er å utnytte hele fisken innenfor teknologienheten.

PRIVAT – OFFENTLIG ANSVAR

Lønnsomheten i industrien som prosesserer sjømat er lav og evnen til investeringer begrenset. Noen deler av marin sektor er i dag så svekket (filet, reke mm) at det er lite sannsynlig



Foto: Kjell Merok/Nofima

at næringen selv kan finansiere nødvendig forskningsbasert utvikling alene. Både sjømatindustrien og med tilhørende teknologileverandørindustri består i stor grad av små og mellomstore bedrifter uten egne forskningsavdelinger og med få ressurser til å drive grunnleggende forskning.

I denne sammenhengen vil det være behov for offentlig innsats på flere områder, særlig knyttet til tyngre satsinger for samordnet teknologiutvikling. Innenfor alle deler av sjømatproduksjonen og innenfor kommersialisering basert på bioprospektering vil offentlige bidrag til finansiering av brukerstyrt forskning i planmessig samarbeid med det øvrige offentlige virkemiddelapparatet, kunne avlaste bedriftenes risiko.

Nasjonalt/myndighetsansvar

- a. Kontrollansvar og miljødatabase for trygg mat
- b. Dokumentere helseeffekter for kostråd, folkehelse, omdømme

Kombinasjon av offentlig og privat finansiering

- c. Utvikling av ny produksjons- og prosesseringsteknologi
- d. Analysemetodikk for generisk markeds- og forbrukerkunnskap og kvantitative klimasporanalyser

Fra offentlig til privat finansiering

- i. Produktutvikling innenfor sjømatindustrien finansieres privat
- ii. Teknologi- og prosessimplementering finansieres av næringen og det offentlige i samarbeid.
- iii. Bioprospektering og nye råvarer;
 - Generisk kunnskapsinnhenting finansieres offentlig
 - Privat finansiering står sentralt i utviklingsfasen

INTERNASJONALT FOU-SAMARBEID

Dersom visjonen om Norge som verdens fremste sjømatnasjon skal realiseres, er det nødvendig å ta et lederansvar for utvikling av kunnskap internasjonal på utvalgte områder. Omfang og innretting av slik kunnskapsbygging (forskning, bransjekunnskap og forvaltning) bør samsvare med vår markedsposisjon.

Samtidig fins det en rekke områder der utviklingen av norsk sjømatindustri kan dra stor nytte av internasjonal forskningskompetanse. Dette kan skje både gjennom felles EU-prosjekter, ERA-nett og innenfor flere JPI- (Joint Programming Initiatives) satsninger. På områder der Norge har posisjon som verdensledende innenfor kunnskapsbygging, vil norske aktører være attraktive partnere i både EU-finansierte prosjekter og internasjonale prosjekter generelt. Full utnyttelse av mulighetene vil kreve at Norge har tilstrekkelig sterke forskningsmiljø som kan være attraktive partnere internasjonalt innenfor alle aktuelle områder.

En viktig oppgave består i å bidra til å styrke fokuset mot sjømat innenfor EU-forskningen og å bidra til at utlysninger i EU rettes inn mot FoU-behov sjømatnæringen har. Norske forskningsmiljøer, Forskningsrådet og departementene må delta aktivt og velkoordinert i slike sammenhenger.

Bioøkonomien står i dag sentralt som internasjonalt satsingsfelt, og det legges opp til massiv kunnskapsbygging. For Norge vil det være en svært viktig overordnet strategisk oppgave å synliggjøre sjømatens betydning innenfor bioøkonomien og dens viktige rolle for global matsikkerhet.

- Mat og helse er et internasjonalt satsingsfelt og også en viktig side ved bioøkonomien. Det anbefales at Norge tar et lederansvar internasjonalt for forskning knyttet til sjømat og helse. Sentrale arenaer er det europeiske fellesprogrammet A Healthy Diet for a Healthy Life (JPI HDHL) og ERA-nett.
- Det anbefales at Norge bidrar aktivt til kunnskapsoppbygging som sikrer trygge rammer for verdenshandelen med sjømat. I denne sammenhengen bør det bygges videre på det utstrakte samarbeidet med EU på dette området. Dette innebærer blant annet aktivt arbeid i Codex Alimentarius for å sikre den globale referanserammen for trygg sjømat. Felles internasjonalt aksepterte referanser/ standarder for merking av mat vil være en vesentlig faktor for forbrukerne og vil kunne redusere de vanskene som dagens mange ulike merkingskrav medfører. Også på dette området vil en global regelverkstilnærming gjennom Codex Alimentarius være strategisk viktig.
- I Norge og ellers i Europa er det et stort potensiale for å øke samspillet mellom matforskningsmiljø og utstyrsleverandører som utvikler teknologi. Hovedmarkedet for internasjonale utstyrsleverandører er den landbruksbaserte matindustrien, mens innsatsen for utvikling knyttet til verdikjeden for sjømat er svakere. Det anbefales å satse videre på områder der Norge i dag er verdensledende innenfor utvikling av teknologiske løsninger for sjømatnæringa.

NORDOMRÅDENE

Innenfor temaet Mat er det to områder som er spesielt relevant for Nordområdesatsningen:

- Bioprospektering og utnyttelse av marine organismer i subarktiske og arktiske farvann Organismer som er kuldetilpasset er lite utforsket, noe som gjør det ekstra interessant å lete i nordlige havområder, f. eks mellom Nord-Norge og Svalbard, hvor biodiversiteten er spesiell stor. Arter i Arktis lever under ekstreme og til dels skiftende lys-, salt- og temperaturforhold, og har tilpasset seg gjennom millioner av år ved å utvikle egne overlevelsesstrategier basert på kjemiske forbindelser, såkalte sekundære metabolitter. Sannsynligheten er derfor stor for at bioaktive forbindelser med potensial for unike applikasjoner finnes hos organismer fra disse omgivelsene.
- Sjømatproduksjon
Muligheter og konsekvenser i forhold til økt sjømatproduksjon og økt fiske i nordøstlige farvann som følge av høyere havtemperaturer. Både ombordproduksjon og landproduksjon må vurderes.

BRUK AV FORSKNING – FORMIDLING

En viktig forutsetning for å ta forskning i bruk er at det er færre hindre enn drivere for å ta forskningen i bruk. En viktig driver er økonomisk gevinst i form av økt salg og/eller reduserte produksjonskostnader. Prosjektene må ha stor relevans, og industrien må selv ta aktivt del i å definere forretningsideer og kritiske suksesskriterier.

En annen viktig forutsetning for å utnytte forskningen, er at bedriftene har tilstrekkelig ressurser, kompetanse og økonomi til å ta i bruk forskningsresultater i egen bedrift. Det er som regel lang vei fra det er utviklet en prototype til at konseptet fungerer i en bedrift. Dette er en kostbar del av utviklingen, og innenfor sjømatnæringen finnes det få virkemidler for å stimulere til dette. I denne sammenhengen er det viktig med god sammenheng i og samarbeid innenfor virkemiddelapparatet, med sikte på optimalt samlet tilbud, klar arbeidsdeling og god formidling utad.

ANBEFALINGER:

- **Tiltak for å sikre kompetanseoverføring: Etablering av demonstrasjonsanlegg som foreslått i avsnittet om teknologi.**
- **Vektlegge praktisk utprøving, integrert aktivitet og demonstrasjoner i industrien. Industrien må sørge for å ha mottakerkompetanse gjennom ansettelser av FoU-/innovasjonsansvarlige med relevant kompetanse.**
- **Bruke nærings-Ph.D-ordningen.**
- **Næringsrettede kompetansetiltak for mellomledere**
 - Opplæring og aktive dialoger mellom forsker og mellomledernivå.
 - Bransjeorganiserte nettverk og kurs i samarbeid med virkemiddelapparatet.

FOU-INFRASTRUKTUR

Det må legges til rette for at både eksisterende og ny infrastruktur kan utnyttes på best mulig måte. Det betyr at det må settes av midler til både nyinvesteringer, oppgraderinger og drift av infrastruktur.

- **Driftsmidler og utvikling av eksisterende infrastruktur/teknologi/analyseplattformer** Spesielt er det behov for etablering og oppgradering av utstyr til «high throughput omics»-teknologier
- **Analyseplattform til identifisering av helsekomponenter**
- **Nasjonale databaser (ref. Trygg mat og Bioprospektering)**

GRUNNFORSKNING/UTDANNING

Norsk sjømatforskning skal kjennetegnes av høy vitenskapelig kvalitet, målt med internasjonale målestokker. Norge må befeste sin posisjon som en ledende sjømatnasjon også innenfor marin kunnskapsproduksjon. Både universitetene og instituttene spiller en viktig rolle i framtidens kunnskapsproduksjon og formidling av kunnskap gjennom utdanning av kandidater og forskere med kompetanse på marine næringer, forvaltning og forskning. Det er derfor viktig at en strategi for framtidens marine næringer sikrer rammevilkår for å opprettholde evne til tematisk rettet så vel som nytenkende grunnforskning og forskningsbasert utdanning og kunnskapsformidling til marin næringssektor, samt å videreføre evne og fokus på de marine næringers utfordringer og behov. Dette inkluderer hele spekteret av fagområder innenfor forvaltning, fiskeri, havbruk og mat.

En strategi for å utvikle framtidens marine næringer må inkludere gode vilkår for:

- tematisk rettet grunnforskning innen marine næringsområder
- forskerinitiert, nyskjerighetsdrevet grunnforskning av høy internasjonal kvalitet
- internasjonalt samarbeid
- formidling av forskningsbasert kunnskap gjennom utdanning av kandidater og forskere, møteplasser og insentiver for innovativ kopling og gjensidig læring mellom forskning, utdanning og næringsliv.

Sterke flerfaglige forsknings- og utdanningsmiljø med fokus på marin sektor har gjennom mange år bidratt til problemløsning, innovasjon og kompetanseoverføring til dagens marine næringer. Det er viktig å ivareta disse miljøenes evne og mulighet til fortsatt å kunne bidra til bærekraftig vekst og innovativ utvikling av marin næringssektor. Å sikre et godt tilbud for basisutdanning og å være attraktiv for høyt utdannede, er viktige forutsetninger også for å kunne gjøre seg nytte av investeringer i FoU.

Innenfor flere av de prioriterte områdene er det identifisert betydelig behov for grunnleggende forskning knyttet til

- metodikk innenfor marked og samfunnsanalyser, offentlig regelverk og internasjonal handelspolitikk
- måling og mekanistisk forståelse av helseeffekter og helserisiko
- utvikling av nye avanserte teknologiske løsninger (robot-, avbildings-, sensortechnologi)
- bioteknologiske produksjonsmetoder, samt biologisk/molekylærbiologisk karakterisering av marine råvarer, organismer og komponenter.

Det er også identifisert behov for mer grunnleggende kompetanse innenfor trygg mat-området knyttet til verts-agens, virus, bakterier, parasitter og kjemiske agens.

HAV21 – KUNNSKAPSGRUNNLAGET

Et utvalg sentrale dokumenter for marin forskning og utvikling.

- | | |
|--|---|
| Fiskeri- og kystdepartementet St.mld. nr. 19 (2004-2005) Marin næringsutvikling – den blå åker. | Havforskningsinstituttet. Helhetlig forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerrak. Prioriterte kunnskapsbehov. 2012. |
| Fiskeri- og kystdepartementet OV 2008-06-06 nr. 37: Lov om forvaltning av viltlevande ressursar (havressurslova). | Norges forskningsråd. Revidert strategi for Nordområdene. 2011-2016. |
| Fiskeri- og kystdepartementet 2009. Regjeringas strategi for marin sektor. Bærekraftig sjømat – alfa og omega. | Norges forskningsråd. Innovasjon. Forskningsrådets strategi. 2011-2014. |
| Fiskeri- og kystdepartementet 2009. Strategi for en miljømessig bærekraftig havbruksnæring. | Norges forskningsråd. Klima21. Kunnskap for klima. Strategi for klimaforskning. 2010. |
| Fiskeri- og kystdepartementet, Strategi «Verdier fra havet – Norges framtid 2007-2011». | Maritim21 – En helhetlig maritim forsknings- og innovasjonsstrategi for det 21. århundre. 2010. |
| Fiskeri- og kystdepartementet m.fl. 2009. Marin bioprospektering – en kilde til ny og bærekraftig verdiskaping, nasjonal strategi. | Et kunnskapsbasert Norge. Torger Reve og Amir Sasson. Universitetsforlaget. 2012. |
| Miljøverndepartementet St.mld.nr. 12 (2001-2002) Rent og rikt hav (havmiljømeldingen). | International Council for the Exploration of the Sea (ICES) |
| Miljøverndepartementet 2010. Miljøvernforvaltningens prioriterte forskningsbehov 2010-2015. | Sintef Fiskeri og havbruk/Sintef Teknologi og samfunn. Verdi-skaping i norsk sjømatnæring 2010 – en ringvirkningsanalyse. 2012. |
| Miljøverndepartementet St.mld.nr. 10 (2006). Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten. | Verdiskaping basert på produktive hav i 2050. Rapport fra DKNVS og NTVA. 2012. |
| Miljøverndepartementet. St.mld.nr. 10 (2010-2011). Oppdatering av forvaltningsplanen for det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten. | The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). |
| Miljøverndepartementet St.mld.nr. 37 (2009). Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Norskehavet. | International Panel for Biodiversity and Ecosystems Services (IPBES). 2012. |
| Klima- og forurensningsdirektoratet. Forvaltningsplan Nordsjøen – Skagerrak. Utkast (ferdig 2013). | Joint Programming Initiative «Healthy and Productive Seas and Oceans» (JPI Oceans). |
| Regjeringen. Nye byggesteiner i nord. 2009. | Lloyd's Chatham House. Arctic opening: Opportunity and Risk in the High North. 2012. |
| Utenriksdepartementet. St.mld.nr. 7 (2011-2012) Nordområdene. 2011. | Oslo-Paris-konvensjonen(OSPAR). Konvensjon om bevaring av det marine miljø i Nordøst-Atlanteren. |
| Gullestadutvalget. Effektiv og bærekraftig arealbruk i havbruksnæringen. 2011. | EU Commission. An Integrated Maritime Policy for the European Union. 2007. |
| Fiskeridirektoratet. Nøkkeltall fra norsk havbruksnæring år 2011. | EUs rammedirektiv for vann. Europaparlaments- og rådsdirektiv 2000/60/EF. |
| Havforskningsinstituttet. Risikovurdering – miljøvirkninger av norsk fiskeoppdrett. Fisken og havet. | EU Marine Strategy Framework Directive. 2008/56/ EC |
| Havforskningsinstituttet. Kunnskapsbehov i Barentshavet. En sammenstilling og prioritering av identifiserte overvåkings-, forsknings og kartleggingsbehov i forbindelse med utarbeidelsen av forvaltningsplanen for Barentshavet 2005. | Fiskeridirektoratet. Økonomiske og biologiske nøkkeltall fra dei norske fiskeria år 2011. |
| Havforskningsinstituttet. Helhetlig forvaltningsplan for Norske-havet: Vurdering av kunnskapsbehov. 2008. | Verdensbanken 2012.Global Partnership for Oceans (GPO). |
| | FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture. 2012. |
| | Norges Sjømatråd. Markedsrapport Norsk konsum av sjømat 2011 |

HAV21-sekretariatet
Postboks 2700 St. Hanshaugen
0131 OSLO

Telefon: 22 03 70 00
Telefaks: 22 03 70 01
bibliotek@forskningsradet.no
www.forskningsradet.no/
Publikasjonen kan bestilles via internett:
www.forskningsradet.no/publikasjoner
eller grønt nummer telefaks: 800 83 001

Grafisk design og illustrasjon: Fete typer
Foto omslag: Shutterstock

Trykk: Opplag 1: 100 eks 07 Xpress/Opplag 2: 1 000 eks 07 Gruppen as
Oslo, november 2012
ISBN 978-82-12-03149-4 (Trykk)
ISBN 978-82-12-03150-0 (pdf)
© HAV21