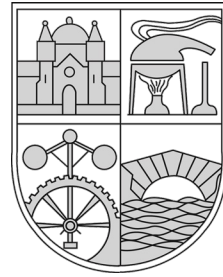


# Verdiskaping basert på produktive hav i 2050



2012

Rapport fra en arbeidsgruppe oppnevnt av  
Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab (DKNVS)  
og Norges Tekniske Vitenskapsakademi (NTVA)



# Verdiskaping basert på produktive hav i 2050

Rapport fra en arbeidsgruppe oppnevnt av  
Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab (DKNVS) og  
Norges Tekniske Vitenskapsakademi (NTVA)

## Forord

I 1999 utga NTVA og DKNVS rapporten "Norges muligheter for verdiskapning innen havbruk" og i 2006 rapporten " Utnyttelse av biomarine ressurser - globale muligheter for norsk ekspertise". Rapportene fokuserte på og beskrev de nasjonale muligheter for å utvikle og utnytte biomarine ressurser. De må kunne betegnes som modige arbeider med formål om å skape samfunnsdebatt. Denne rapporten er en oppfølger av de to foregående arbeidene, og trekker opp perspektiver og muligheter Norge, som en av verdens største havnasjoner, har innen høsting og dyrking av havets biologiske ressurser.

Bak anbefalingene i rapporten står en arbeidsgruppe. Arbeidsgruppen har hatt 4 møter, SINTEF Fiskeri og havbruk AS har hatt ansvaret for sekretariatet.

NTVA og DKNVS takker forfatterne, arbeidsgruppen, sekretariatet og sponsorene:

### Forfattere

Hovedforfatter er Trude Olafsen, og medforfattere er Ulf Winther, Yngvar Olsen og Jorunn Skjeramo

### Arbeidsgruppen

- Karl A. Almås, adm.dir. SINTEF Fiskeri og havbruk (leder)
- Christina Abildgaard, avdelingsdirektør Norges Forskningsråd
- Edel Elvevoll, dekan Fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi ved Universitetet i Tromsø
- Jørn Krog, Fylkesmann i Sør-Trøndelag
- Leif Inge Nordhammer, tidligere konsernsjef SalMar ASA
- Yngvar Olsen, professor, Institutt for biologi, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
- Asgeir J. Sørensen, professor, Institutt for marin teknikk, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
- Kristian Overskaug, generalsekretær DKNVS

### Sekretariat

SINTEF Fiskeri og havbruk

### Sponsorer

- SINTEF Fiskeri og havbruk
- Fiskeri- og kystdepartementet
- Norges forskningsråd

På vegne av utgiveren

Kristian Fossheim  
Preses DKNVS

Roy Helge Gabrielsen  
President NTVA

## Innhold

1	Sammendrag og anbefalinger .....	4
2	Innledning .....	10
3	Mandat .....	12
4	Metode .....	13
5	Tidligere analyser fra NTVA/DKNVS– hvordan har det gått? .....	15
5.1	Norges muligheter for verdiskapning innen havbruk.....	15
5.2	Utnyttelse av biomarine ressurser: Globale muligheter for norsk ekspertise .....	16
5.3	Hvordan har utviklingen vært siden 1999? .....	19
6	Utviklingstrekk av betydning for marin sektor .....	25
6.1	Globale utviklingstrekk .....	25
6.2	Nasjonale og regionale utviklingstrekk.....	30
6.3	Mulige trusler for framtidig utvikling .....	32
7	Marin verdiskapning i 2050 .....	34
7.1	Videre utvikling av sjømatnæringens kjerneområder slik vi kjenner dem i dag .....	36
7.1.1	Fiskerinæringen .....	36
7.1.2	Havbruk, laks og ørret .....	40
7.1.3	Marine ingredienser og marin bioprospektering .....	44
7.1.4	Fôrproduksjon .....	49
7.1.5	Leverandørindustri .....	52
7.1.6	Kompetanse.....	56
7.2	Utvikling av nye marine industrier .....	62
7.2.1	Havbruk, nye arter.....	62
7.2.2	Marine alger .....	65
7.2.3	Høyproduktive havområder .....	70
7.3	Globale muligheter .....	72
7.4	Oppsummering.....	73
8	Kilder.....	74
Vedlegg	Tabeller.....	76

# 1 Sammendrag og anbefalinger

## ***Bakgrunn for arbeidet***

De tidligere rapportene fra DKNVS/NTVA (1999, 2006) peker på potensialet i det å utnytte Norges fortrinn knyttet til økt verdiskaping basert på biomarine ressurser. Tolv år etter at den første rapporten kom, er temaet ytterligere aktualisert gjennom denne rapporten og andre strategiarbeid (HAV21, ny Stortingsmelding) som er igangsatt om hva Norge skal leve av i fremtiden – ut over olje- og gassutvinning.

Torger Reve fastslår i sitt nylig publiserte arbeid "Et kunnskapsbasert Norge" at sjømatnæringen er en av tre næringer som er det vi kan betegne som et globalt kunnskapsnav. De andre næringene er et offshorebasert næringsliv (leverandør- og servicetjenester) og maritim sektor.

## ***Hva har skjedd siden forrige analyse i 1999?***

I 1999 ble det spådd at den biomarine industrien (eller havbruket som det den gang ble kalt) ville representerer en total omsetningsverdi på ca 75 milliarder kroner i 2010. Den reelle verdien ble ca 80 milliarder kroner. Sterkere vekst enn forventet har kommet innen oppdrett av laksefisk og innen fremvekst av den marine ingrediensindustrien.

## ***Sentrale begreper i analysen***

**Marin næring, sektor og/eller industri** er begreper som brukes synonymt i analysen og må her forstås som alle virksomheter som utnytter produksjonsmaterialet av marine levende ressurser på en bærekraftig måte. Dette inkluderer eksempelvis bedrifter innen havbruk, fiskeri, (fiske)foredling, eksport/grossistvirksomhet, leverandører av varer og tjenester, forskningsinstitusjoner og offentlige institusjoner (brukt i forrige analyse). Det omfatter også nyere og mer ufødte industrier som marin ingrediensindustri, tareproduksjon, mikroalgeproduksjon med mer.

## ***Globale og nasjonale utviklingstrekk av betydning for marin sektor***

Marin sektor har de siste årene fått en større betydning i norsk økonomi enn tidligere, oppdrettsnæringen blir stadig mer synlig på kysten og mange flere enn tidligere har en mening om næringen. Marin sektor i Norge er i stadig større grad avhengig av utviklingstrekk i resten av samfunnet – både globalt og nasjonalt. I dette arbeidet har arbeidsgruppen valgt ut de globale og nasjonale utviklingstrekkene som man mener er viktigst for marin sektor i årene som kommer (se Figur 1-1).



15

Figur 1-1 Globale og nasjonale utviklingstrekk som vil ha betydning for utviklingen av norsk marin sektor.

De aller viktigste globale utviklingstrekene av betydning for marin sektor er det økte behovet for mat som følge av økt befolkningsvekst generelt, og økt kjøpekraft innen middelklassen spesielt. Etterspørselen etter sjømat og andre produkter fra det marine miljøet vil øke, og Norge er et av de landene som med sine naturlige fortrinn og opparbeidet industri og kunnskap vil kunne møte dette behovet. Det andre viktige utviklingstrekket, der marine produkter kan gjøre en forskjell, er i forhold til å møte verdens helseutfordringer knyttet til usunt kosthold, overvekt, behovet for marine oljer og andre marine produkter.

Utviklingstrekene som er presentert foran representerer delvis muligheter og er delvis potensielle trusler for en fremtidig utvikling av den marine verdiskapingen. Alle kan representere trusler dersom utviklingen går i en retning som ikke favoriserer de marine næringene.

Enkelte trusler vil det være vanskelig å påvirke:

- Klimaendringer som tar en mer dramatisk vending enn hittil antatt
- Global økonomisk resesjon som får langvarige virkninger
- Økte handelsbarrierer som følge av global økonomisk resesjon
- Reduksjon av kvaliteten på havmiljøet, for eksempel i form av forurensing

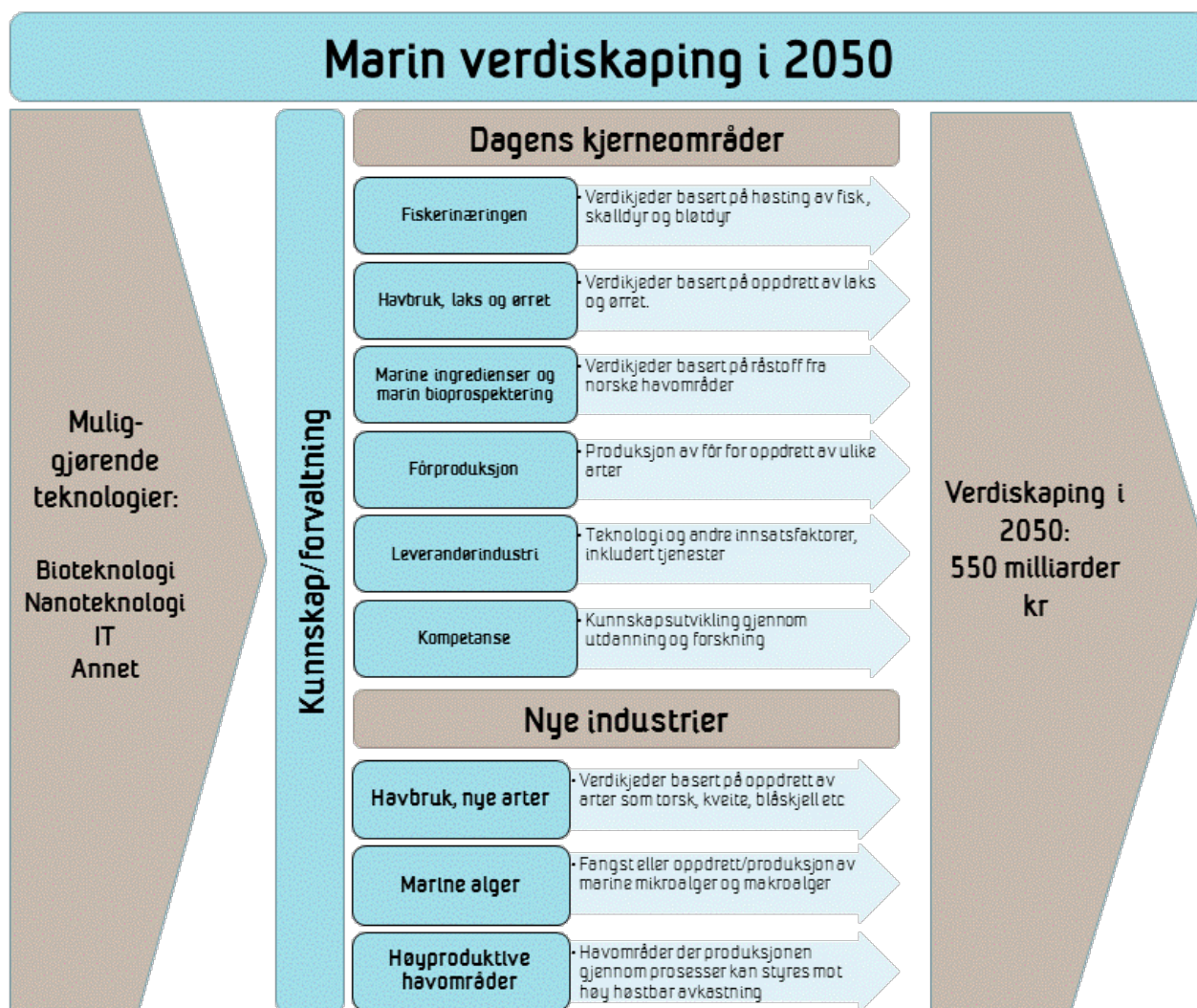


## Konklusjoner og anbefalinger

Arbeidsgruppen har vurdert potensialet for verdiskaping i 2050 og verdiskapingen er representert ved to hovedområder:

- 1) Videre utvikling av sjømatnæringens kjerneområder slik vi kjenner dem i dag
- 2) Utvikling av gryende og nye industrier

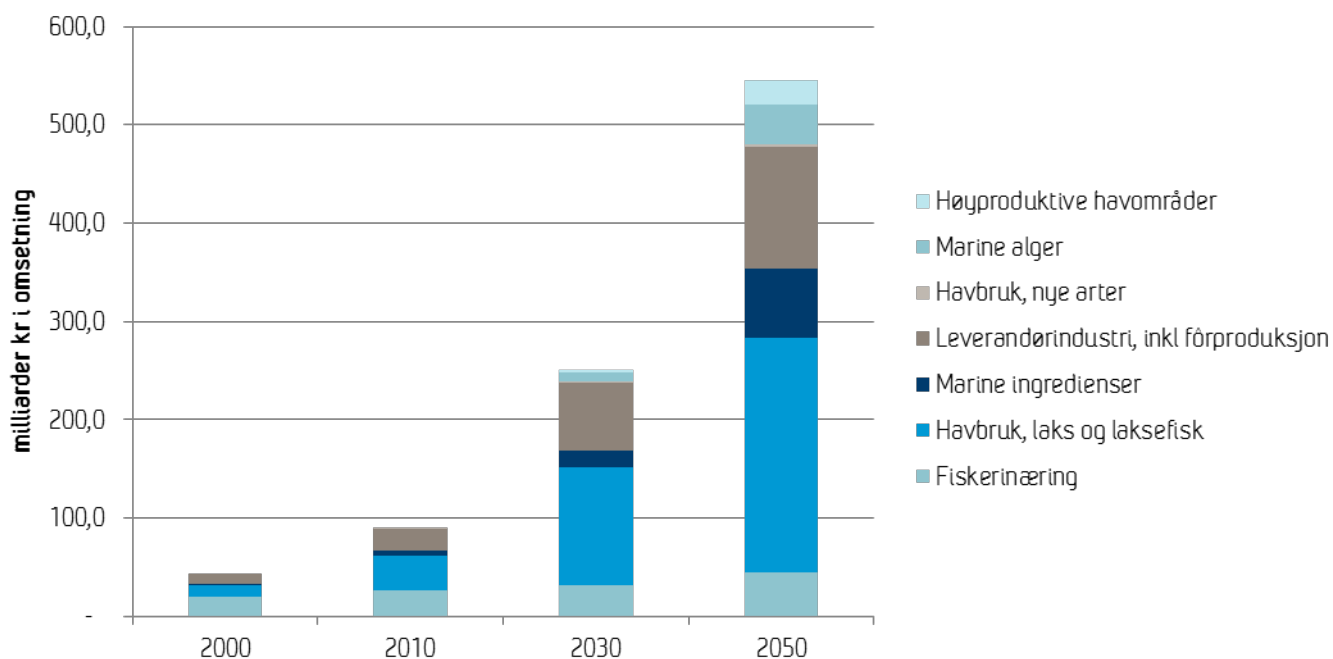
Innen hvert av hovedområdene er det definert egne verdikjeder/områder som er sentrale for å utløse verdiskapingspotensialet (se Figur 1-2). Noen av disse områdene egner seg for tallfesting, andre ikke.



Figur 1-2 Marin verdiskaping i 2050

I Figur 1-3 er potensialet for marin verdiskaping innen de ulike områdene estimert. Estimatenes er gjort med utgangspunkt i hvordan man tror utviklingen blir innen de ulike områdene. Det er også knyttet en del premisser til hva som bør skje hvis et slikt potensial skal bli utløst. Den marine verdiskapingen er i 2050 estimert til å kunne være i overkant av 500 milliarder kroner. I 1999 spådde man en marin verdiskaping på litt under 250 milliarder i 2030, noe som betyr at denne analysen justerer potensialet noe ned fram til 2030. Etter 2030 og fram til 2050 forventer arbeidsgruppen at globale trender som økt behov for matproduksjon generelt, og økt etterspørsel etter sjømat spesielt, vil være med å drive fram en kraftig økning i verdiskaping innen marin sektor i Norge og hos norske interesser i utlandet. Andre globale trender som klimaendringer og økonomisk ustabilitet vil være med å skape usikkerhet knyttet til om man vil kunne realisere et slikt potensial, og en utvikling som her er skissert vil også fordre at eksempelvis havbruksnæringen lykkes i å håndtere de miljømessige utfordringene og derved åpne for økt vekst. En av de aller største utfordringene vil være knyttet til å fremskaffe de nødvendige fôrråvarene.

## Scenário 2050: Potensial for marin verdiskaping



Figur 1-3 Potensial for marin verdiskaping



## Anbefalinger

Fiskeri- og kystministeren har en klar og uttalt målsetting om at Norge skal bli verdens fremste sjømatnasjon. Arbeidsgruppen støtter opp om en slik ambisjon, men vil påpeke viktigheten av at man favner bredt nok ved at en nasjonal satsing også bør omfatte tilgrensende industrier som for eksempel leverandørindustri og marin ingrediensindustri, samt det som kan betegnes som mer ufødte næringer basert på marine biologiske ressurser herunder også tjenestebasert industri.

Med utgangspunkt i de perspektiver som er trukket opp i denne rapporten, vil gruppen gi sine anbefalinger – "10 gode råd":

- 1) Prioritere næringer. Næringer med komparative fortrinn må i større grad satses på enn det som er tilfelle i dag. De marine næringene må få høy prioritet i det politiske Norge.
- 2) Naturgitte fortrinn. Med sine hav- og kystområder har Norge særlige naturgitte fortrinn sammenlignet med andre nasjoner. De naturgitte fortrinnene gir Norge et spesielt ansvar for å produsere mat, fôr til oppdrett og andre viktige innsatsfaktorer basert på marine biologiske ressurser. I tillegg har Norge med sin sterke posisjon innen alle de store havnæringene, marine ressurser, maritim, olje & gass og fornybar energi fra havet, en helt unik posisjon og mulighet til å være verdensledende innen teknologi, kompetanse og verdiskaping fra havet. Norge skal ha ambisjonen om å være verdensledende havnasjon, og gjøre nødvendige tiltak for å sikre dette.
- 3) Hav- og kystforvaltning. Videre utvikling av, og satsing på, en kunnskapsbasert kyst- og havforvaltning vil være viktig for å kunne realisere et verdiskapingspotensial, og ikke minst bidra til en positiv utvikling i nordområdene. Forvaltningskunnskap er også etterspurt av andre land som ønsker å styrke seg innen dette feltet. Norge bør ta mål av seg til å være verdensledende innen kyst- og havforvaltning ved å investere i systematisk kunnskapsoppbygging.
- 4) Rammebetingelser for næringsvirksomhet. Fremtidig verdiskaping basert på marine biologiske ressurser vil være avhengig av fortsatt å ha sterke verdikjeder innen havbruk og fiskeri som produserer/fangster store volum (og skaper store verdier). De tradisjonelle verdikjedene må være konkurransedyktige på den internasjonale arena, sammen med nye marine næringer som kommer opp. Et viktig ledd i dette er stabile rammebetingelser.
  - a. Rammebetingelsene bør gjennomgås med tanke på å skape et rammeverk som møter behovet for forutsigbarhet for næringsutøvere og som tillater en viss fleksibilitet.
  - b. Sjømatnæringen konkurrerer med petroleumsnæringen og maritim næring om arbeidskraft, kapital og offentlig oppmerksomhet, og alle tre næringene er globale kunnskapsnav. Det er viktig at sjømatnæringen har tilnærmet like konkurransevilkår som sine konkurrenter.
  - c. Arbeidet med å sikre markedsadgang for norske produkter bør prioriteres høyt.
- 5) Ufødte og nye næringer. Gryende og nye industrier basert på marine biologiske ressurser har et stort potensial, men vil ha behov for andre og kraftigere virkemidler enn dagens kjerneområder slik de er beskrevet i rapporten. Forslag til tiltak:
  - a. Bruk av utviklingsrefusjonsordninger på samme måte som eksempelvis oljenæringen
  - b. Tilgang til såkorn- og venturekapital

- c. Tydelige satsinger innen virkemiddelapparatet som kan avlaste risiko
  - d. Forenkling av virkemiddelapparatet
  - e. Styrke og utvikle fasiliteter for uttesting (småskala, storskala)
- 6) Supercluster. Etablere et supercluster i verdensklasse - "Global Centre of Expertise" – som utnytter kompetansen i krysningspunktene mellom de tre næringene som er globale kunnskapsnav: maritim industri, fornybar energi/petroleum og sjømatnæringen.
- 7) Investering i FoU. Virksomhetene i næringen må selv investere i FoU ved å ansette folk med FoU-kompetanse, gjennomføre egenfinansierte FoU-prosjekter og bli en krevende bestiller av forskning hos nasjonale og internasjonale forskningsmiljø. Norge som nasjon bør bruke mer offentlige midler på forskning og utvikling rettet mot marin sektor.
- 8) Tiltrekke seg talenter. For å kunne realisere det store verdiskapingspotensialet, som er pekt på i rapporten, må næringen i større grad fremstå som attraktiv for talenter. En utvikling mot større forretningsenheter vil bidra i riktig retning da større bedrifter oftere etterspør mer personell med høyere utdanning og skaper reelle karrierestiger for de ansatte.
- 9) Behovsrettet utdanningssystem. Utdanningssystemet rettet mot marin sektor må gjennomgå kontinuerlig og tilpasses behovene i sektoren. Utdanningsstrukturen må bli evaluert med tanke på å utvikle verdens beste marine utdanningssystem. Utdanningsstedene og bedriftene har en utfordring i å møte urbaniseringstrendene, og bør ha en strategi for dette.
- 10) Teknologistrategi. I dag er det ingen samlet teknologistrategi når det gjelder utnyttelse av marine ressurser. Dette bør etableres. Eksport av marin teknologi og kompetanse er et område med stort potensial. Norsk bistandsarbeid bør kunne kombineres med tiltak for å åpne muligheter for norsk sjømatnæring (leverandørindustri, kompetanse).

## 2 Innledning

De tidligere rapportene fra DKNVS/NTVA peker på potensialet i det å utnytte Norges fortrinn knyttet til økt verdiskaping basert på havets biomarine ressurser. Tolv år etter at den første rapporten kom, er temaet ytterligere aktualisert. Både globale og nasjonale utviklingstrekk og prosesser bidrar til å sette temaet på dagsorden.

Av viktige norske politiske prosesser som er i gang, og som også omhandler Norges muligheter for fremtidig verdiskaping basert på biologiske ressurser i havet, vil vi særlig trekke fram:

- HAV21: Et forsknings-strategisk prosjekt initiert av Regjeringen for å fremme bærekraftig næringsutvikling og god forvaltning av det marine miljøet.
- En ny Stortingsmelding om sjømat som Fiskeri- og kystdepartementet er i ferd med å utarbeide, og som skal fremmes for Stortinget i 2012/2013.

I bunn og grunn handler både denne rapporten og andre strategiarbeid som er igangsatt om hva Norge skal leve av i fremtiden – ut over olje- og gassutvinning.

Torger Reve fastslår i sitt nylig publiserte arbeid "Et kunnskapsbasert Norge" at:

Norge har tre, og kun tre, næringer med potensial til å være «globale kunnskapsnav» – som er Reves kriterium for å kunne være en eksportrettet suksessnæring over tid. Dette er næringene som kan være en kunnskapsmessig drivkraft, har tilgang på kapital og har et internasjonalt marked. Den første er offshorebasert næringsliv, hovedsakelig leverandør- og serviceindustrien. Den andre er maritim sektor, også den i større grad offshorebasert enn tidligere. Den tredje næringen er sjømat – vel å merke ikke lenger tradisjonelle fiskerier, men oppdrett. Arbeidsgruppen er av den oppfatning at Reves metodikk egner seg for å analysere etablerte næringer, men at den ikke er like godt egnet til å analysere nye, ukjente næringer.

Olje- og gass-eventyret startet på 60-tallet med funn i Nordsjøen og besluttsomme politikere, industriledere og universitetsfolk bidro til å trekke opp Norge som en av de viktigste olje- og gassnasjonene i verden. Dette var en villet og strategisk prosess preget av viktige enkeltpersoners engasjement og vilje. Det er nok å nevne personligheter som Jens Evensen, Jens Kristian Hauge og Arve Johnsen.

Maritim industri er den andre viktige fremtidsnæringen som Reve peker på. Den maritime industrien har lange tradisjoner i Norge og har vokst fram sakte, men sikkert. Norske skip, norsk maritim leverandørindustri og norsk sjømannskap er, og har vært, internasjonalt anerkjent og ikke så rent lite knyttet til nasjonal æresfølelse og stolthet - visualisert gjennom en strofe fra Bjørnstjerne Bjørnsons Norsk Sjømandsang fra 1868 "... og vor ære og vor magt har hvide seil os bragt." Maritim industri har alltid vært dyktig til å tiltrekke seg politisk oppmerksomhet og til å skaffe seg rammebetingelser som gjør næringen konkurransedyktig på den internasjonale arena.

Sjømatnæringen har med sine fiskerier "alltid" vært der og dagens fiskerier har vokst fram gjennom flere hundre års tradisjoner. I global sammenheng er Norge en anerkjent fiskerinasjon, kjent for god forvaltning og effektive fiskerier. Men fiskeriene har ikke i samme grad som olje- og gassnæringen hatt behov for, eller etterspurt, samme politiske "beslutningsbilde". Akvakultur har vokst fram i samme

tidsfase som oljenæringen, men heller ikke utviklingen av akvakulturnæringen har vært preget av de samme kraftfulle politiske prosessene som olje- og gassnæringen. Nå har oppdrett vokst seg stor langs kysten og i dag er det etterhvert mange grupper i samfunnet som helt legitimt mener noe om utviklingen. Norge har etterhvert opparbeidet seg en meget sterk posisjon i nordområdene – mye takket være norsk tilstedeværelsen gjennom fiskeriene. Også i resten av Europa er Norge anerkjent som en stormakt innen utnyttelse av marine ressurser.

For å ta de neste stegene med ytterlige investeringer i utdanning, forskning, storskala infrastruktur og logistikk-kjeder er det på tide at det politiske Norge i sterkere grad, som når det gjaldt olje- og gassnæringen, engasjerer seg i å utvikle fremtidens marine næringer slik at vi får større verdiskaping ut av de ressursene vi allerede har tilgang på. Vi ser bare begynnelsen av hva som faktisk kan utnyttes fra havet til verdiskapende aktivitet, og det trengs politisk vilje og beslutsomhet for å realisere mulighetene.

Denne rapporten omhandler i korte trekk følgende:

- 1) Hva har skjedd de siste 10-12 årene innen utnyttelse av biomarine ressurser (inkl. sjømat)
- 2) Viktige globale og nasjonale utviklingstrekk er drivere for videre utvikling innen biomarine næringer
- 3) Perspektiver for videre utvikling fram mot 2050 innen utvalgte områder
- 4) Anbefalinger for å kunne realisere potensialet

Analysen har et langt tidsperspektiv og en må kunne anta at mye av det som i 2050 vil være mulig å ta ut av havet av ressurser er ukjent i dag. Ved å sikre en god utviklingskultur og kapasitet for å tilegne seg ny kunnskap vil man i større grad kunne hente ut et fremtidig potensial.

### 3 Mandat

Arbeidsgruppen oppnevnt av DKNVS/NTVA fikk følgende mandat:

*Norsk fiskeri- og havbruksnæring har hatt en jevn vekst gjennom de siste 10 år. Nye biomarine næringer vokser frem og vår leverandørindustri er verdens mest avanserte på mange områder. Når havet i sterkere grad må utnyttes til produksjon av mat og energi vil den norske verdiskapningen knyttet til kunnskapsbasert utnyttelse av marine ressurser i videste forstand frem mot 2050 ha et betydelig utviklingspotensial.*

*Verdens befolkning har passert 7 milliarder og den økende kjøpekraften til befolkningen gir store utfordringer knyttet til produksjon av mat og energi framover. Hvordan skal vi produsere nok mat og energi, hvordan fordele ressursene og hvordan gjøre dette på en måte som ikke overbelaster miljøet? Sammenlignet med landjorda er havet så vidt tatt i bruk, og tidligere analyser har pekt på potensialet i havet – både gjennom høsting og dyrking.*

*Arbeidsgruppen skal ta utgangspunkt i tidligere arbeider og trekke opp de viktigste driverne i utviklingen av de samlede biomarine næringene frem mot 2050, skissere viktige scenarier og påpeke hvilke muligheter og utfordringer dette gir for Norge som nasjon – både nasjonalt og internasjonalt. Arbeidet skal munne ut i anbefalinger.*

## 4 Metode

Følgende metodiske elementer er benyttet:

- 1) Innsamling og gjennomgang av relevant statistikk og litteratur.
- 2) Prosess med arbeidsgruppe: Det ble gjennomført 4 møter med arbeidsgruppen, og i møtene var det vektlagt å få frem gode diskusjoner og innspill fra deltagerne. Deltagerne holdt også presentasjoner innen sine fagfelt og områder som igjen ble brukt ved skriving av rapport. I møtene med arbeidsgruppen ble det også leid inn eksterne foredragsholdere.

### **Anslag av verdier og volum**

I hvert kapittel er det gjort anslag på fremtidig volum og verdi innenfor de områdene som omtales, og det gis en begrunnelse for hvorfor man har valgt de volum/verdier som fremkommer.

### **Begreper**

**Verdiskaping** er et begrep som i dagligtale blir brukt på mange forskjellige måter. I denne analysen har vi valgt å bruke begrepet synonymt med omsetning eller salgsinntekter som den marine sektor genererer. Unntaket er når vi omtaler ringvirkningene næringen skaper i annen type industri i Kapittel 7.1.5.

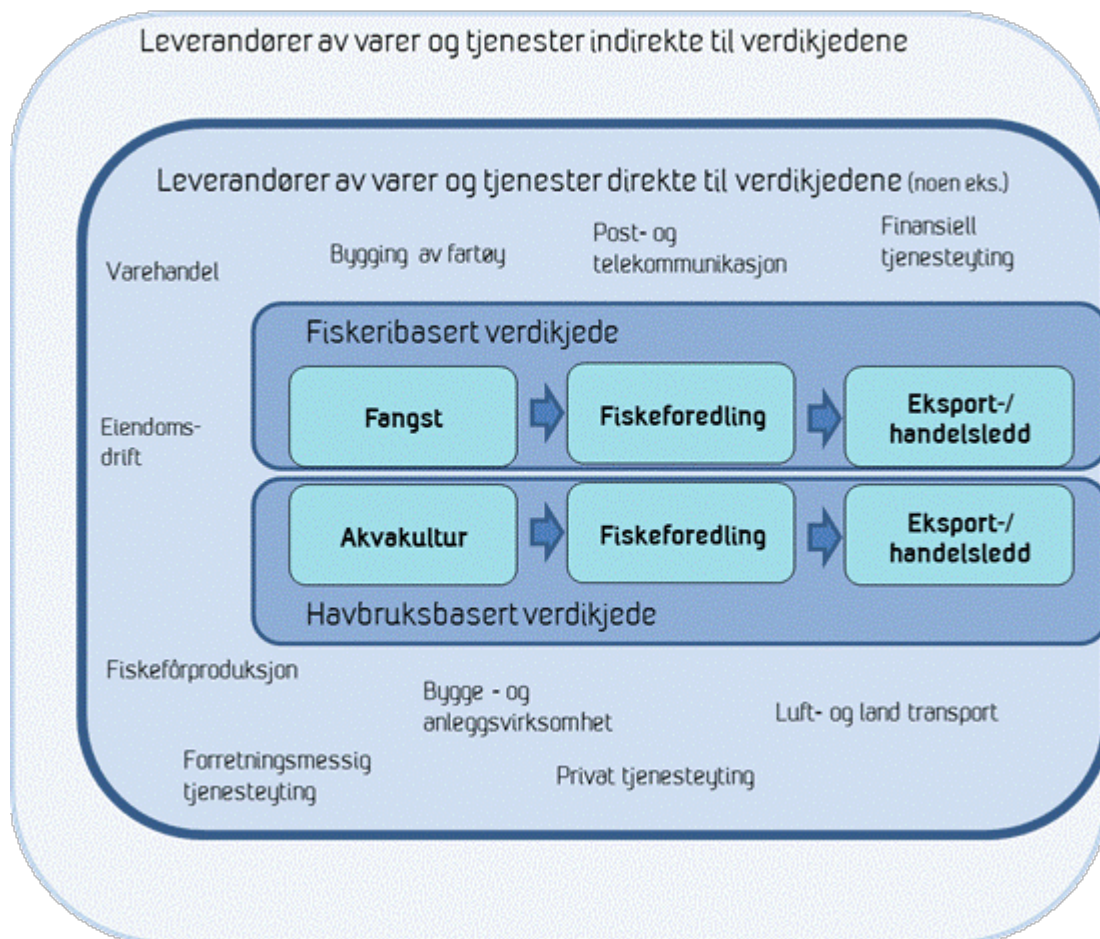
Det er viktig å være klar over at verdiskaping i sammenheng med Nasjonalregnskapet har en helt entydig definisjon i form av bidrag til BNP. I Tabell 4-1 under har vi valgt å gjengi de korrekte definisjonene av de to begrepene.

**Tabell 4-1**      **Definisjon av sentrale begrep i Nasjonalregnskapet (SSB)**

<b>Bruttonasjonalprodukt (BNP)</b> <b>(nasjonalregnskapet)</b>	BNP er en indikator for samlet verdiskaping i et land, og gir samtidig uttrykk for opptjent bruttoinntekt fra innenlandsk produksjonsaktivitet. BNP tilsvarer den engelske forkortelsen GDP (Gross Domestic Product). BNP er målt i markedsverdi, og kan defineres og bestemmes ut fra tre ulike hovedmetoder: henholdsvis produksjonsmetoden (I), utgiftsmetoden (II) og inntektsmetoden (III).
<b>Omsetning</b> <b>(nasjonalregnskapet)</b>	Omsetning eller salgsinntekter er definert som summen av godtgjørelse for tjenesteytende virksomhet utført for kunder, salg av handelsvarer og bruttoinntekt av annen næringsvirksomhet. Omsetning inkluderer leieinntekter og provisjonsinntekter, men ikke offentlige tilskudd eller gevinst ved salg av anleggsmidler. Merverdiavgift er ikke med i tallene.



**Sjømatnæringen.** I de årlige ringvirkingsanalysene<sup>1</sup> har SINTEF definert sjømatnæringen til å omfatte den havbruksbaserte verdikjeden, den fiskeribaserte verdikjeden, og direkte og indirekte leveranser av varer og tjenester (se Figur 4-1).



Figur 4-1 Illustrasjon av norsk sjømatnæring

**Marin næring, sektor og/eller industri** er begreper som brukes synonymt i analysen og forstås her som alle virksomheter som utnytter produksjonsmaterialet av marine levende ressurser på en bærekraftig måte. Dette inkluderer eksempelvis bedrifter innen havbruk, fiskeri, (fiske)foredling, eksport/grossistvirksomhet, leverandører av varer og tjenester, forskningsinstitusjoner og offentlige institusjoner (brukt i forrige analyse). Det omfatter også nyere og mer ufødte industrier som marin ingrediensindustri, tareproduksjon, mikroalgeproduksjon med mer. Marin næring er et bredere begrep enn sjømatnæringen.

**Marin bioprospektering** omfatter leting etter interessante biomolekyler fra det marine miljø. Det dreier seg om å oppdage gener og biologisk aktive forbindelser i levende organismer som kan benyttes til ulike formål enten det er innenfor medisin, mat eller prosessindustrien. Ellers vises det til definisjoner i enkeltkapitler.

<sup>1</sup> Henriksen m. fl. 2012. Verdiskaping og sysselsetting i norsk sjømatnæring 2010 – en ringvirkingsanalyse. SINTEF Rapport A23089

## 5 Tidligere analyser fra NTVA/DKNVS– hvordan har det gått?

I dette kapitlet presenteres sammendrag og konklusjoner fra de to tidligere analysene fra NTVA/DKNVS:

- 1999: Norges muligheter for verdiskapning innen havbruk
- 2006: Utnyttelse av biomarine ressurser: Globale muligheter for norsk ekspertise

### 5.1 Norges muligheter for verdiskapning innen havbruk

Sammendraget i rapporten:

*Vi ønsker å opprettholde vår høye levestandard, de sosiale goder vi nyter, den lave arbeidsledigheten og den romslige nasjonaløkonomien som utnyttelsen av olje- og gassforekomstene i Nordsjøen har gitt oss, også når oljeressursene skrumper inn. De goder vi bevilger oss må hovedsakelig finansieres gjennom overskudd fra vår eksport av varer og tjenester til utlandet. Men: Internasjonale brukere kjøper bare norsk når norsk er best.*

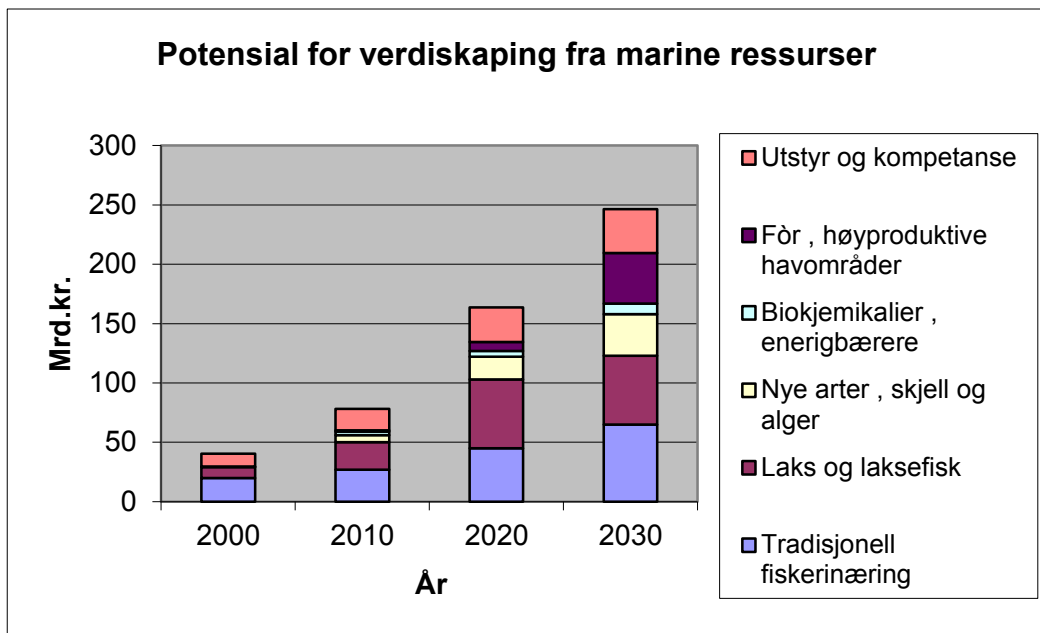
*Vi kan bli best bare dersom vi konsentrerer våre ressurser, menneskelige så vel som materielle, på noen få felter der vi har varige, komparative fortrinn. Innen havbruk<sup>2</sup> har Norge en rekke naturgitte fortrinn, som et stort, uforurenset og passe beskyttet kystfarvann, et sunt klima for produksjon av høyverdig sjømat og store arealer for dyrking av marin plantebiomasse. Havbruket utnytter videre selvfornyende prosesser i naturen.*

*Med den befolkningsutvikling vi må vente, vil behovet for høyverdig protein fremstilt på bærekraftig vis øke kraftig. Vann og dyrkbare arealer kan imidlertid bli begrensende faktorer for tilstrekkelig produksjon på land. Produksjonen av sunn mat fra havet vil derfor være et viktig supplement, særlig på noe lengre sikt. Norsk havbruksnæring har følgelig gode forutsetninger for å være internasjonalt konkurransedyktig når det gjelder leveranse av mat, energi og råstoffer på bærekraftig vis, også i en sterkt globalisert verden.*

*Den foreliggende utredningen gjennomgår potensialene for verdiskapning innen hovedområdene av norsk havbruk, som er: tradisjonelle fiskerier; laks og laksefisk; nye arter inkl. skalldyr og marine alger; biokjemikalier og energibærere; fôr og høyproduktive havområder samt utstyr, oppdrett i utlandet og kompetanse.*

---

<sup>2</sup> Med havbruk mente man i 1999 "bruk av havet" på samme måte som "bruk av landjorda", det vil si begrepet omfattet all bruk av havet langt ut over akvakultur.



Figur 5-1 Potensial for verdiskaping fra marine ressurser slik det ble fremstilt i 1999

En nøktern vurdering av verdiskapingspotensialet til et omfattende norsk havbruk viser at dette er av samme størrelsesorden som oljenæringens. Selv om produksjon av luksuspreget sjømat vil prege norsk havbruk på kort sikt, er det et mulig behov for å forsørge dobbelt så mange mennesker som i dag, uten å skade miljøet vårt alvorlig, som blir den sterkeste drivkraften for å utnytte havets produksjonspotensial til avlastning for landarealene på lengre sikt. Omfattende utnyttelse av verdiskapingspotensialet til norsk havbruk krever nasjonal innsats av samme omfang som ved utbyggingen av landets petroleumsindustri.

Staten må også denne gang ta ledelsen og gjennom stor satsing på alle ledd signalisere at landet ønsker solide eierstrukturer, fortrinnsvis norske konserner, i rollen som internasjonale storaktører innen utvalgte områder av sunn sjømat og avanserte, marine havbrukstjenester. Forutsatt at innsatsen fra norsk side kommer opp på nivå med den landet la i utbyggingen av oljeindustrien, vil verdiskapningen i havbruk fullt ut kompensere for nedgangen i oljeinntektene.

Forskning og utvikling blir helt avgjørende for å lykkes, og det foreslås at landet legger en Rammepplan for utvikling av norsk havbruksnæring etter mønster fra EU's rammeplaner. Derved trekkes høyt kompetent forskerkompetanse fra mange kystnasjoner verden over inn i arbeidet med å løse våre oppgaver. Vi bør være forberedt på å bruke inntil 1 milliard NOK pr år i flere 5-årsperioder for å finansiere norsk og utenlandsk forskning av toppklasse i dette programmet.

## 5.2 Utnyttelse av biomarine ressurser: Globale muligheter for norsk ekspertise

Rapporten fra 2006 peker på områder av spesiell interesse med tanke på å øke verdiskapning basert på eksport av norsk ekspertise innen biomarin industri. Sammendraget sier følgende:

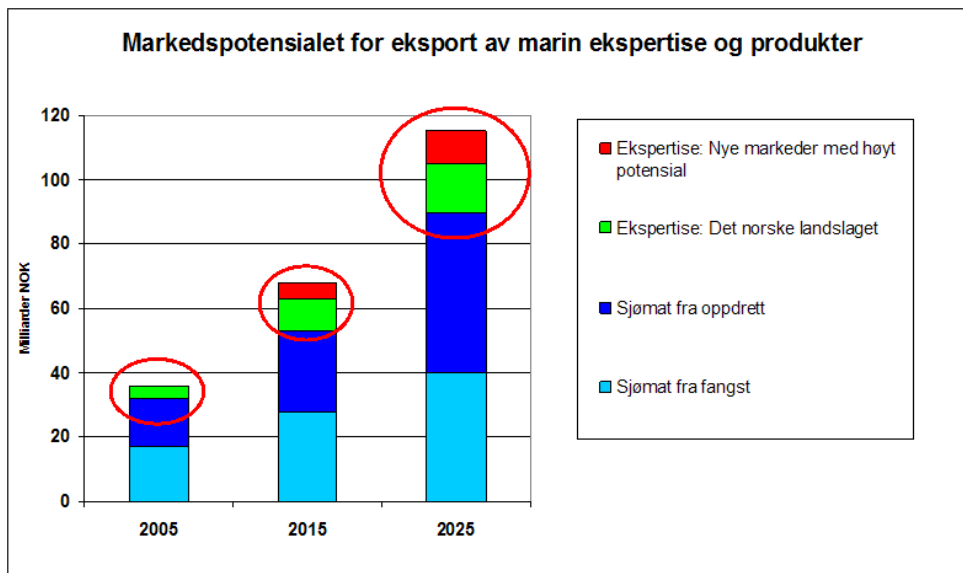
Arbeidsgruppen baserte sitt valg av områder på 2 hovedprinsipper;

- 1) **Det norske landslaget.** På utvalgte områder er Norge allerede etablert som en sentral og ledende leverandør av teknologi og kompetanse globalt.
- 2) **Nye markeder med stort potensial.** Innen en del fagområder er norsk marin industri velutviklet nasjonalt, men man har så langt ikke lyktes/prøvd seg i det internasjonale markedet. Globale trender gjør at enkelte av disse områdene har et særlig potensial internasjonalt.

Figuren nedenfor viser mulig potensial for eksport av biomarin ekspertise og produkter. Det må understrekes at fra arbeidsgruppens synspunkt er dette de mest interessante områdene. Valg av områder tar ikke mål av seg å være utfyllende.

Dagens eksportverdi av marin ekspertise utgjør 10 % av den totale havbruks-eksportverdien. Potensialet for å øke denne verdien til 25 % innen 2025 er til stede, slik at "eksportisen" blir en viktig bidragsyter til verdiskapningen sammen med den tradisjonelle eksporten av sjømatprodukter.

Figuren viser at mulig eksportpotensial for norsk biomarin ekspertise er estimert til 25 milliarder kroner i 2025; 10 milliarder fra ekspertise innen nye markeder og 15 milliarder fra ekspertise i det som i dag kan betegnes som "Det norske landslaget". Arbeidsgruppen anser dette til å være et konservativt estimat.



Figur 5-2 Eksportpotensialet for marin ekspertise og produkter 2005-2025 slik det ble fremstilt i 2006

### Anbefalinger

For å nå eksportpotensialet av marin ekspertise på 25 milliarder kroner er det avgjørende at Norge fortsetter å være teknologisk ledende når det gjelder vår egen produksjon (kjernevirksomhet), siden det er dette som gjør vår ekspertise interessant og etterspurt. FAO spår en to til tredobling av den globale produksjonen innen 2030. Storparten av denne økningen er ventet å komme fra industrielt havbruk, og det er der Norge har sin største ekspertise. Disse fremtidsperspektivene utgjør et stort markedspotensial for norsk marin ekspertise.

Arbeidsgruppen anbefaler at Regjeringen, biomarin industri (som inkluderer forskningsinstitusjoner) og det offentlige virkemiddelapparat etablerer en nasjonal strategi hvor hovedmålet er å øke eksporten av norsk biomarin ekspertise. Regjeringen må ta en ledende rolle i å utarbeide denne strategien.

*En viktig del av strategiarbeidet er å få til en aksept for at eksport av ekspertise er like viktig som eksport av fisk og fiskeprodukter. Eksport av ekspertise må betraktes som en likeverdig eksportartikkel.*

*I korthet bør de viktigste elementene i strategien være:*

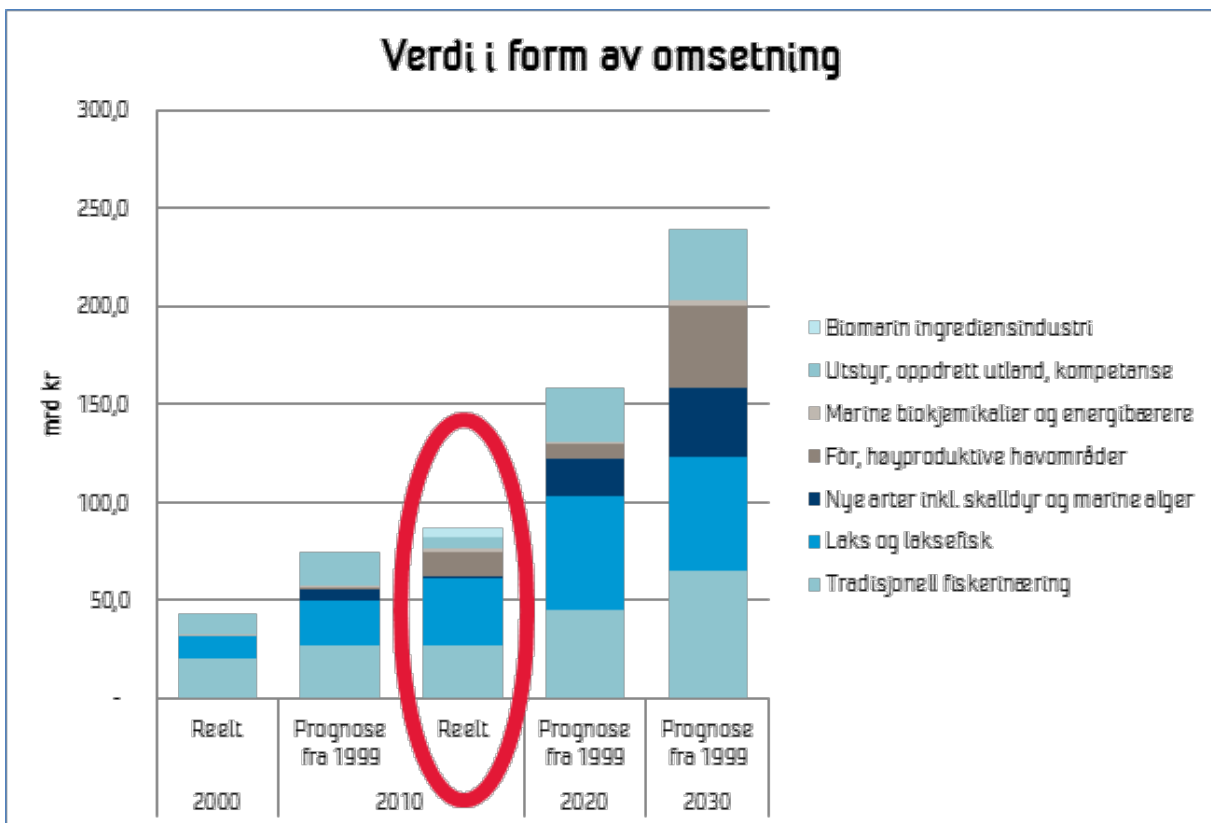
- *Utvikle strategier for å beskytte immaterielle rettigheter*
- *Gjøre investeringer i menneskelig kapital*
- *Opprette strategiske allianser på nasjonalt og internasjonalt nivå*
- *Bli attraktiv for industriell- og langsiktig kapital*
- *Et offentlig virkemiddelapparat som er skreddersydd for å støtte eksport av marin ekspertise*

*En slik nasjonal strategi må utvikles og forankres, og den må være i tråd med behovene og ønskene fra industrien.*

Arbeidsgruppen som står bak denne nye rapporten kan fastslå at få av anbefalingene fra disse to rapportene (1999 og 2006) ble fulgt.

### 5.3 Hvordan har utviklingen vært siden 1999?

I dette kapitlet har vi sett på hva som reelt sett har skjedd siden 1999 og fram til 2010. Til tross for at få av de anbefalingene som ble gitt i de to rapportene fra 1999 og 2006 ble fulgt - hvordan stemmer spådommene i 1999 med hva som faktisk har skjedd innen marin sektor? Figuren under gir en skjematisk fremstilling av hvert enkelt område som ble beskrevet i rapporten fra 1999 (for detaljerte tall, se Vedlegg A)



Figur 5-3 Prognoser fra 1999 sammenlignet med reelle tall fra 2010 - verdi

#### **Tradisjonell fiskerinæring**

I 1999 ble det spådd et volum i 2010 innen tradisjonell fiskerinæring på 2,7 millioner tonn (det samme som i 1999) til en verdi av 27,0 milliarder kroner. De forventet en verdiøkning fra 1999 til 2010 på 7 milliarder kroner.

Dette viser seg å stemme svært bra - både når det gjelder kvantum og verdi treffer prognosene godt. Det er imidlertid store variasjoner fra art til art. Når det gjelder de pelagiske fiskeriene ble det i 1999 fisket mye kolmule og tobis – disse artene har gått sterkt tilbake i 2010. Men fiskeriene etter sild, makrell og lodde har tatt seg kraftig opp de siste årene. Innen torskefiskeriene har det også vært en positiv utvikling de siste årene og det landes noe mer torskefisk enn i 1999. Totalt sett er fangstvolumet omtrent det samme. Verdiøkningen er først og fremst knyttet til en kraftig verdiøkning innen fiske av pelagiske fiskeslag. Det har vært noe verdiøkning også for torskefisk, men ikke på langt nær så stor som for den pelagiske delen av fiskerinæringen.



## Laks og laksefisk

I 1999 ble det spådd en produksjon av laks og laksefisk i 2010 på ca 1,0 million tonn, og den reelle produksjonen ble rett i underkant av dette. Når det gjelder verdien på fisken var den prognostisert til ca 23,0 milliarder kroner, og ble i virkeligheten 34,8 milliarder – det vil si at verdien ble kraftig underestimert. Det er verdt å minne om at mange var meget skeptiske til de prognosene som ble presentert i 1999 og mente at tallene var helt urealistiske. Viktige suksesskriterier har vært en stadig voksende etterspørsel i markedene, og et reguleringsregime som har gitt mulighet for å ta ut en vekst. Dette stagnerer nå som mange selskap har begynt å nå "taket" på maksimal tillatt biomasse (MTB). Den økte verdien i 2010 kan tilskrives en meget høy gjennomsnittspris. I 2000 var gjennomsnittsprisen kr 21,65 pr kg solgt fisk, mens den i 2010 var kr 31,43 (fra oppdretter). Det er verdt å merke seg at produksjonskostnadene har steget – fra kr 15,10 pr kg i 2000 til kr 20,00 i 2010 (Tabell 5-1). Fôrkostnaden og generelle driftskostnader (kostnader knyttet til lusebehandling med mer) bidrar mest til økte produksjonskostnader. Dette tyder på at man ikke har blitt mer effektiv i produksjonen, og at den høye verdien som laksefisk generer i 2010 i stor grad skyldes markedsmessige forhold.

Tabell 5-1 Gjennomsnittlig produksjonskostnad pr kilo produsert laks i 2000 og 2010 (rundvekt)

		2000	2010	% vis endring
Smoltkostnad pr kilo	kr	2,33	2,45	5 %
Fôrkostnad pr kilo	kr	7,61	10,97	31 %
Forsikringskostnad pr kilo	kr	0,25	0,15	-40 %
Lønnskostnad pr kilo	kr	1,50	1,69	11 %
Historiske avskrivninger pr kilo	kr	0,73	1,16	37 %
Annen driftskostnad pr kilo	kr	2,19	3,30	34 %
Netto finanskostnad pr kilo	kr	0,49	0,29	-41 %
<b>Produksjonskostnad pr kilo</b>	<b>kr</b>	<b>15,10</b>	<b>20,00</b>	<b>37 %</b>
Slaktekostnad pr kilo	kr	2,33	2,84	18 %
<b>Sum kostnader pr kilo</b>	<b>kr</b>	<b>17,42</b>	<b>22,84</b>	<b>24 %</b>

Kilde: Fiskeridirektoratet

## Nye arter inkludert skalldyr og alger

I vår GAP-analyse har vi sett bort fra makroalgene i denne gruppen. I prognosen fra 1999 var det spådd en produksjon av nye arter på ca 300 000 tonn til en verdi av 6 milliarder kroner. Dette har man ikke klart å realisere og produksjonen i 2010 var 25 600 tonn til en verdi av 528 millioner kroner. Det er særlig torsk, kveite og blåskjell som ikke har prestert slik man trodde. Årsakene er mange og sammensatte. Til tross for at det offentlige virkemiddelapparatet har støttet tungt opp om ulike satsinger, har man ikke lyktes i å etablere dette som "volumarter" på samme måte som laks. Både de markedsmessige og produksjonsmessige utfordringene har vært store.

## Fôr, høyproduktive områder

I rapporten fra 1999 ble dette definert som følgende:

- Fiskefôrproduksjon
- Høyproduktive havområder

- "Upwellingsområder" – det vil si havområder med særlig høy produksjon (plankton, fisk, mm) som følge av stor og naturlig næringssalttilførsel fra dyphavet
- Havbeite – det vil si utsett av yngel for gjenfangst i voksen alder

I 1999 var spådommene at man i 2010 enda ikke var kommet i gang med "dyrking" av høyproduktive områder, men man estimerte fôrproduksjonen til å representere ca 0,2 millioner tonn til en verdi av 1 milliard kroner. Fiskefôrproduksjonen ble den gang regnet inn som en innsatsfaktor i verdikjede "laks og laksefisk" og fikk ingen egen "omsetningsverdi". Norsk fiskefôrproduksjon var i 2010 på ca 1,3 milliarder tonn til en verdi av 12,3 milliarder kroner og det aller meste av fiskefôret som produseres i Norge utnyttes inn i norsk akvakulturproduksjon. Prognosene bommet på volum, men traff ganske bra på verdi.

Når det gjelder fiskefôrproduksjon kjennetegnes denne produksjonen nå ved at innholdet av de marine ingrediensene i fôret, først og fremst representert ved fiskemel og fiskeolje, det siste 10 året har blitt kraftig redusert og erstattet av vegetabilier. Fôrbransjen har gjennom intensivt forskning og utvikling erstattet marine med terrestriske fôrkilder. Utfordringen er nå at det innen få år vil være global mangel på fiskeolje, og fiskefôrprodusentene må finne alternativer.

### ***Biokjemikalier og energibærere fra havet***

Med biokjemikalier og energibærere fra havet mente man i 1999 følgende:

- Organiske forbindelser og produkter som utvinnes fra marin biomasse – enten av vegetabilisk eller animalsk natur. Typiske eksempler er alginat, agar og carrageenan fra diverse makroalger eller kitin/kitosan fra skallet på krepsdyr.
- Energibærere som biogass og etanol fremkommet ved mikrobiologisk omforming av tang og tare, og en rekke råstoffer for kjemisk industri, som lavere alkoholer, fettsyrer og aldehyder (bl.a. som erstatning for stoffer fra fossilt karbon).
- Vaksiner ble også regnet inn i denne gruppen.

Disse gruppene er det ikke hensiktsmessig å sette volumtall på, men i 1999 ble verdien de totalt representerte estimert til ca 0,5 milliarder kroner. I 2010 var prognosen ca 0,82 milliarder kroner (biokjemikalier, vaksiner). Det er utfordrende å sette verdier på denne produksjonen i 2010, men vi har trukket ut selskapstall fra de viktigste produsentene av alginat og vaksiner (og andre fiskehelseprodukter).

FMC Biopolymer er den desidert største produsenten av alginat og alginatlignende stoffer. I Norge har de en slik produksjon på Karmøy basert på høstet tare. De importerer noe av råstoffet, og høstet i 2010 ca 150.000 tonn av en total estimert produksjon av tare langs norskekysten på ca 50 millioner tonn. Omsetningen i selskapet var 1,12 milliarder kroner i 2010.

Fiskevaksineprodusentene i Norge representerte i 2010 en omsetning på ca 7-800 millioner kroner. Det er et par selskaper i Norge som produserer kitin/kitosan, men produksjonen er foreløpig liten. Chitinor hadde eksempelvis en omsetning på 5 millioner kroner.

Når det gjelder mikrobiologisk omforming av tang og tare til utnyttelse inn i biogass og etanol er det en sterkt stigende interesse for dette i Norge nå – både forskningsmessig og industrielt. Foreløpig er det ikke etablert noen kommersiell virksomhet på dette området, men man har lyktes med å dyrke kimplanter av tare.

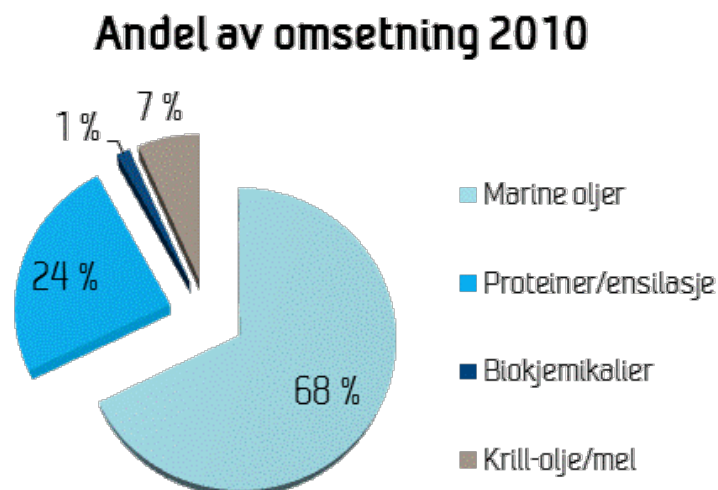
### **Eksport av utstyr og kompetanse**

I 1999 ble norsk utstørsindustri definert til å omfatte grupper som fartøyproduksjon, redskapsproduksjon inklusive oppdrett, prosessutstyr og elektronisk utstyr/software. Man estimerte omsetningen til å være ca 20 milliarder kroner hvorav 10 milliarder til eksport. Dette kapitlet omfattet også omsetningen innen kunnskapsproduksjonen som skjedde i FoU-institusjonene og næringslivet (forskning, konsulenttjenester etc).

I 2006 gjennomførte NTVA/DKNVS analysen "Exploitation of marine living resources – global opportunities for Norwegian expertise". Etter en nærmere gjennomgang i denne analysen ble eksportpotensialet kraftig nedjustert. I 2006 ble den totale verdien estimert til 3,8 milliarder kroner der leverandørene representerte det aller meste. Det antas at denne verdien i 2010 kan være i størrelsesorden 6 milliarder kroner. Det må presiseres at disse leverandørene utgjør en begrenset del av de totale leveransene av varer og tjenester til sjømatnæringen. Senere i rapporten har man valgt en annen tilnærming og definert leverandørindustrien bredere (se Kapittel 7.1.5).

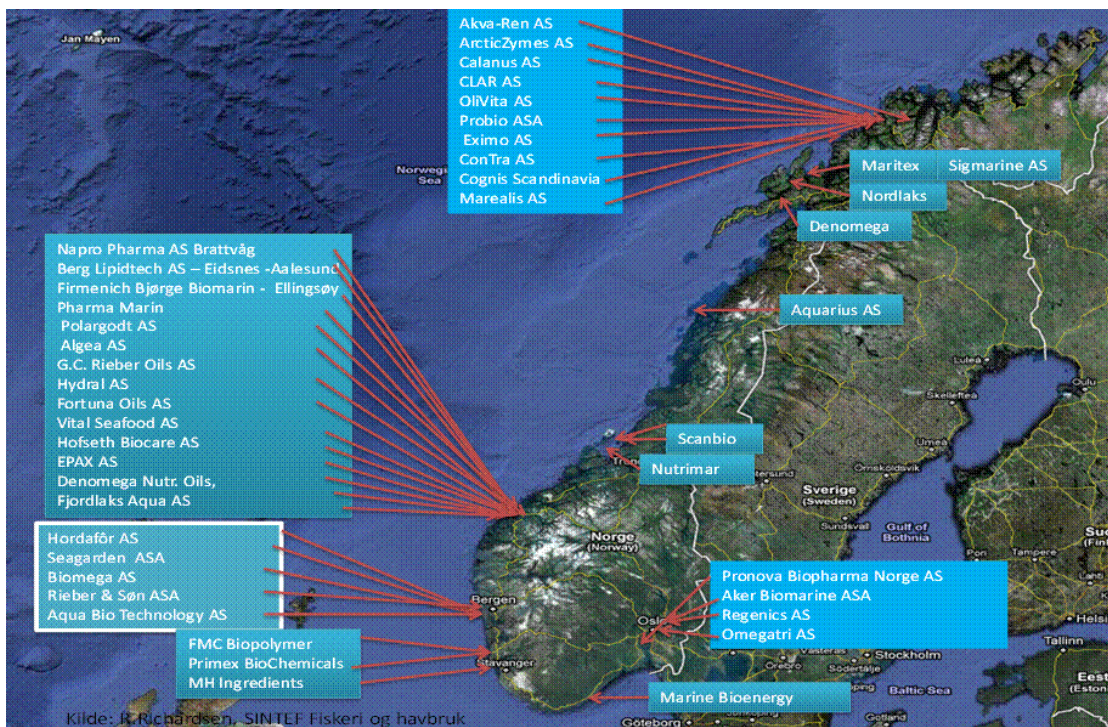
### **Biomarin ingrediensindustri**

I analysen fra 1999 ble ikke biomarin ingrediensindustri omtalt spesielt. Restråstoff i form av konsumprodukter gikk inn i eksportverdien av fiskeri- og havbruk, men verdien av marine ingredienser gjenspeiles ikke i denne statistikken. Med marine ingredienser menes i hovedsak produkter fra marine oljer, proteiner/ensilasje, biokjemikalier og krillolje/krillmel. I 1999 var den marine ingrediensindustrien marginal, men i dag har den blitt betydelig. I 2010 omsatte ca 50 bedrifter for 4,8 milliarder kroner (Figur 5-5). Flere av bedriftene importerer råstoff til sin produksjon (bl.a. olje fra Sør-Amerika). Av en omsetning på 4,8 milliarder er 2 milliarder basert på norsk råstoff<sup>3</sup>.



Figur 5-4 Omsetning fordelt på produktgrupper i marin ingrediensindustri 2010

<sup>3</sup> Richardsen, R. & Olafsen, T. Marin ingrediensindustri 2007-2010. SINTEF Rapport A 178320

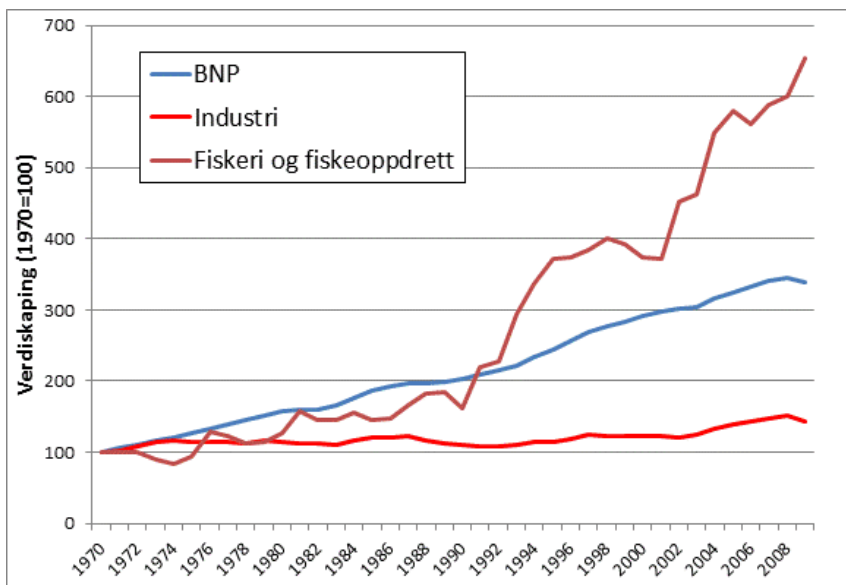


Figur 5-5 Bedrifter innen marin ingrediensindustri

### Sjømatnæringen – en av tre kunnskapsnav i Norge

I den nylig publiserte boken "Et kunnskapsbasert Norge" pekes det på at sjømatnæringen er ett av tre globale kunnskapsnav i Norge. Det vises til at sjømatnæringen de senere årene har hatt en overlegen vekstrate, målt i verdiskaping (bidrag til BNP).

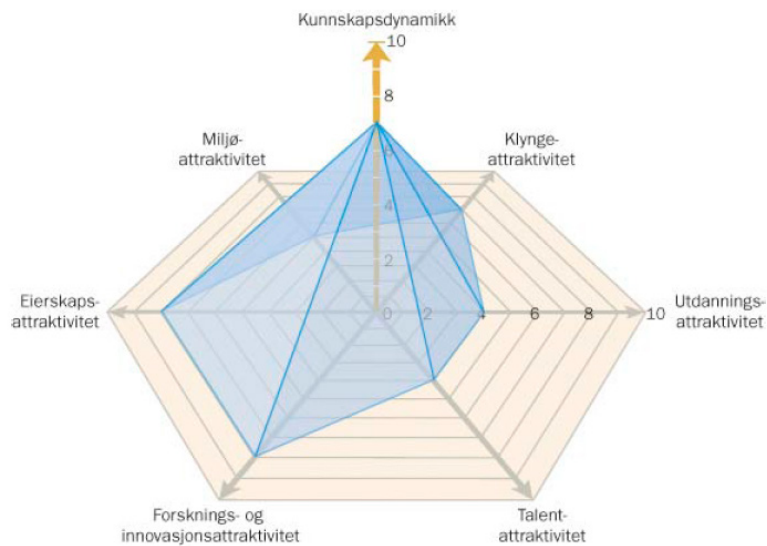
Figur 5-6 viser at årlig vekstrate i BNP i Norge er 1,9 %, mens fiskeri- og fiskeoppdrett vokste med 5,5 % pr år og resten av industrien 1,5 %.



Kilde: SSB

Figur 5-6 Vekst i verdiskaping totalt i Norge, i industrien generelt og i fiskeri/fiskeoppdrett (fra Reve og Sasson 2012)

I Reves arbeid er det utviklet en kunnskapsnavmodell der ulike næringer er gitt karakter i forhold til hvordan man skårer på attraktivitets parametere. Figur 5-7 viser hvordan sjømatnæringen skårer bra på eierskapsattraktivitet, FoU attraktivitet og klyngeattraktivitet, mens man skårer dårligere på miljøattraktivitet, talent- og utdanningsattraktivitet.



Kilde: Reve og Sasson (2012). Et kunnskapsbasert Norge

Figur 5-7 Den globale kunnskapsnavmodellen



## 6 Utviklingstrekk av betydning for marin sektor

### 6.1 Globale utviklingstrekk

Siden den norske marine næringen er, og vil være, en eksportnæring som er avhengig av det globale markedet, vil globale utviklingstrekk og internasjonale trender spille en stor rolle for hvilket potensial som lar seg realisere. Noen utviklingstrekk vil være av en art som vil kunne påvirke alle aktiviteter globalt. Klimaendringer og behovet for mat vil være slike sentrale premissgivere. Det pågår mange aktiviteter for å identifisere de viktigste samfunnsutfordringene, trendene og driverne som vil påvirke den framtidige utviklingen. Noen eksempler er FNs klimapanel (IPCC)<sup>4</sup>; The Millennium Project<sup>5</sup>, som er et initiativ fra blant annet FN og ulike internasjonale institusjoner; EUs arbeid med Grand Societal Challenges; Horizon 2020 som er EUs nye rammeprogram for forskning og innovasjon<sup>6</sup>. I slutterklæringen fra FN-toppmøtet om bærekraftig utvikling, Rio +20, er havet for første gang pekt på som en viktig ressurs for framtidig matproduksjon. I erklæringen pekes det på at fiskeri og akvakultur er viktig for å sikre nok og ernæringsmessig riktig mat til en voksende befolkning.

Figur 6.1 gir en oversikt over de viktigste utviklingstrekkene globalt og nasjonalt som er vurdert å være relevante for utviklingen av marin sektor i Norge, og som vil bli omtalt i det følgende.



15

Figur 6-1 Globale og nasjonale utviklingstrekk som vil ha betydning for utviklingen av norsk marin sektor.

<sup>4</sup> <http://www.ipcc.ch/>

<sup>5</sup> <http://www.millennium-project.org/>

<sup>6</sup> <http://ec.europa.eu/research/horizon2020/>



## Klimaendringer

Norske havområder strekker seg over flere klimaregimer og økosystemer. Det er ventet at økosystemene kan endre karakter med kommende temperaturøkning som følge av klimaendringer<sup>7</sup>. Naturlige svingninger i sjøtemperaturen vil kunne overskygge menneskeskapte endringer i en periode framover, men sjøtemperaturen antas å ville øke i norske havområder på lenger sikt. Klimaendringer vil med stor sannsynlighet påvirke eksisterende og nye marine næringer, men det er uvisst i hvilken retning, form og i hvilken grad.

Havforskningsinstituttets vurdering er at totalproduksjonen vil kunne øke som følge av økt temperatur i Norskehavet, Barentshavet og Polhavet, mens det er mer usikkert om totalproduksjonen vil øke i Nordsjøen. Dersom dette blir en realitet vil effekten av en temperaturøkning kunne være positiv for de kommersielle fiskeartene som Norge utnytter. Det hefter imidlertid betydelig usikkerhet rundt konklusjonene, spesielt i et perspektiv fram mot 2050. Blant annet er det behov for mer kunnskap om hvordan endringer i sjøtemperaturen og ismelting i Arktis vil påvirke organismer i de lavere trofiske nivåene som danner grunnlaget for de kommersielle fiskebestandene.

Med økt sjøtemperatur langs norskekysten vil optimale områder for produksjon av laks i utgangspunktet bli flyttet nordover. Dette gjelder både på grunn av forhold knyttet til optimal vekst hos laksen selv, men også fordi økt temperatur kan øke problemer knyttet til parasitter (inkludert lakselus) og sykdomsframkallende organismer. Det vil imidlertid kunne være mulig å gjøre tilpasninger til en endret situasjon som skjer over tid, både operasjonelle tilpasninger og for eksempel ved avl. Dette vil kunne redusere effektene av en økning i sjøtemperaturen. Økt sjøtemperatur kan gjøre det mulig å utnytte flere mer varmekjære arter i akvakultur.

Kunnskapsbehovet om klimaendringer i det marine miljøet og virkningene av dem er stort. Det er i dag ikke mulig å trekke klare konklusjoner om effektene for marine næringer i Norge. Vurderinger av effektene er i stor grad basert på modellberegninger og det er behov for mer feltdata for å øke kvaliteten på beregningene. En eventuell økt forsuring av havet, som kan ha svært alvorlige konsekvenser for en rekke organismer som danner grunnlaget for den marine produksjonen, kan også medføre betydelige endringer som man i dag ikke ser konsekvensene av.

## Behovet for mat

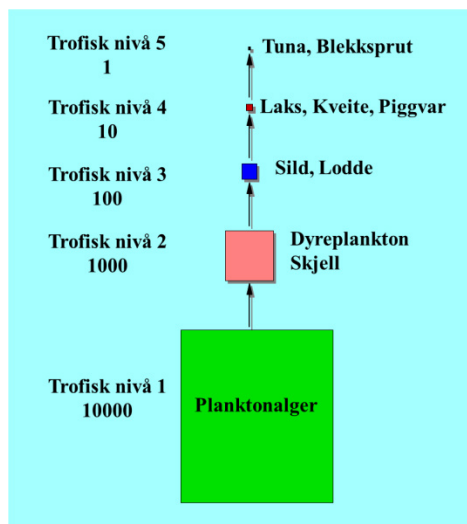
Jordens befolkning passerte 7 mrd. mennesker i 2012 og forventes å være over 9 mrd. i 2050. Nesten hele den videre befolkningsøkningen antas å komme i byer i utviklingsland, der antall mennesker som bor i slum øker kraftig<sup>8</sup>. I 2010 var nesten 1 mrd. mennesker underernært og 30-40 % av landbruksproduksjonen gikk tapt i mange land. For å holde tritt med befolkningsøkningen og den økonomiske veksten som øker etterspørselen etter mat, bør matproduksjonen øke med 70 % innen 2050. Mat fra landbruket vil sannsynligvis ikke kunne dekke dette behovet. Mangel på ferskvann og effekter av klimaendringer vil kunne redusere kapasiteten for matproduksjon i flere områder.

---

<sup>7</sup> Avsnittet baserer seg blant annet på presentasjon fra Svein Sundby, Havforskningsinstituttet

<sup>8</sup> [http://www.millennium-project.org/millennium/Global\\_Challenges/chall-03.html](http://www.millennium-project.org/millennium/Global_Challenges/chall-03.html)

Norge forvalter store høyproduktive havområder og har en kyst som egner seg meget godt til akvakultur. Vi bør derfor ha en etisk forpliktelse til å øke utnyttelsen av disse til å produsere mat eller produkter som kan utnyttes til å produsere mat. I tillegg til tradisjonell sjømat, kan det produseres nye produkter til mat fra lavere trofiske nivåer forutsatt bærekraftig høsting. Det kan produseres fôr til akvakultur og det kan produseres organismer som fanger fosfat som snart vil representere en alvorlig knapphetsfaktor i den globale matproduksjonen. Høstingen av den marine næringskjeden skjer på svært høyt trofisk nivå, mellom trofisk nivå 3 og 4 der det meste av primærproduksjonene er tapt (Figur 6-2). Det ligger et stort potensial i det å høste på et lavere trofisk nivå.



Figur 6-2 Skematisk oversikt over produksjonspotensialet på ulike trofiske nivå i den marine næringskjeden.

Tradisjonell norsk sjømat vil i liten grad være et alternativ for fattige mennesker i den tredje verden, men vil likevel være et svært viktig bidrag i den totale globale matproduksjonen. Særlig vil norsk sjømat kunne være et bidrag til å dekke den økede etterspørselen etter sjømat i den framvoksende middelklassen i mange land, blant annet i de såkalte BRIC-landene (Brasil, Russland, India og Kina).

### Urbanisering

Det har lenge vært en trend at en større del av befolkningen bor i urbane strøk og at størsteparten av den framtidige globale befolkningsveksten vil skje i byer. Dette medfører at en stadig større andel av befolkningen flytter vekk fra områder der naturen utnyttes til produksjon av mat og andre nødvendige varer. Den urbane kulturen ser ut til å ha en redusert forståelse for nødvendigheten av å utnytte naturressursene, noe som vil kunne skape utfordringer når det gjelder å få forståelse for og legitimitet til å øke den marine produksjonen kraftig, selv om den skjer innenfor bærekraftige rammer.

### Helse

Sjømat er meget sunn mat med gunstige forebyggende virkninger på en rekke områder og det anbefales å øke inntaket av sjømat til fordel for annen mat. Livsstilssykdommer, som blant annet omfatter hjerte- og karsykdommer og fedme, er i følge WHO den viktigste årsaken til for tidlig død og redusert livskvalitet i den industrialiserte delen av verden, og antas å øke. FAO/WHO anbefaler å øke inntaket av fisk for å redusere risikoen for hjerte- og karsykdommer og fremhever fordelene ved å spise fisk for gravide kvinner av hensyn

til fosterets utvikling<sup>9</sup>. Nyere forskning tyder på at det gir økt positiv helseeffekt å spise hele fisken sammenlignet med kun å spise oljer, og at det kan utgjøre en helseisriko å unnlate å spise sjømat.

Tilgangen på marine oljer (spesielt fettsyrene EPA og DHA) vil kunne være en utfordring når det gjelder innholdet av sunne marine oljer i oppdrettsfisk på grunn av begrenset produksjon og stor konkurranse om råstoffet. Utvikling av nye produksjonsformer for marine oljer vil være avgjørende for tilstrekkelig tilgang. Her kan makro- og mikroalger, samt krepsdyr som raudåte og krill, være interessante nye kilder til marine oljer.

Marine organismer kan også ha interessante anvendelser til legemidler og medisiner, kosttilskudd, kosmetikk og til forskning og industriell bruk. Det kreves et betydelig arbeid for å kartlegge interessante stoffer (gjennom bioprospektering) og det er meget krevende prosesser (kompetansemessig, finansielt og tidsmessig) som skal til for å utvikle et ferdig produkt.

I forskning innen medisin, helse og ernæring tas nå nytt kraftfullt bioteknologisk verktøy i bruk (genomikk, proteomikk, metabolomikk) som genererer ny forståelse og anvendelse av gener, proteiner og metabolitter. En slik tilnærming åpner opp for at en i fremtiden ser for seg individuelt tilpasset kosthold/ernæring og diagnostikk/behandling (såkalt "personalized medicine and health").

#### Miljømessig bærekraft

Høsting av naturlige bestander og havbruksproduksjon vil måtte foregå på en miljømessig forsvarlig måte og kravene til dokumentasjon og sertifisering øker. Dette kravet øker i styrke og kommer fra myndigheter, overnasjonale organisasjoner, NGOer og markedet representert ved de store matvarekjedene. Dokumentasjon av klimaspør og sertifisering av miljømessig forsvarlig høsting og havbruksproduksjon (for eksempel Marine Stewardship Council, MSC og Aquaculture Stewardship Council, ASC) vil være blant de viktigste kravene.

Kravet om strengere miljømessige standarder vil i noen tilfelle kunne brytes mot en etisk forpliktelse til å produsere mer mat. I hovedsak vil en bedre miljømessig praksis bidra til å øke uttaket på sikt og til at det utvikles en sterkt økende bevissthet globalt i forhold til at en bedre forvaltning av de marine ressursene kan gi økt produksjon av mat og andre viktige produkter, i tillegg til økt verdiskaping. Bedre, eller i større grad økosystembasert global forvaltning, kan gi betydelig økt uttak fra fiskebestander som er viktige for norsk fiskerinæring og for bruken av fisk som råstoff for havbruksnæringen. Det vil bli satt strengere krav til å utnytte alle deler av fisken som tas opp. Nye forvaltningsregimer kan bli utviklet slik at det vil bli påbudt å ta vare på all fangst som tas om bord, slik en forskergruppe har tatt til orde for<sup>10</sup>.

Havbruksnæringen vil måtte finne nye fôrråvarer, blant annet fordi deler av fisken som benyttes til fôr vil bli benyttet direkte til mat for mennesker. De marine råvarene som brukes må komme fra miljøsertifiserte fiskerier. Høsting på lavere trofisk nivå av planktoniske krepsdyr som krill og raudåte vil kunne gi store nye muligheter for havbruksnæringen og for nye, hittil uutviklede næringer. Det vil bli satt strenge krav til dokumentasjon av at en slik høsting ikke påvirker andre ressurser i havet negativt.

---

<sup>9</sup> FAO/WHO Expert Consultation on the Risks and Benefits of Fish Consumption, September 2011

<sup>10</sup> Garcia, S.M. et.al. 2012. Reconsidering the consequences of selective fisheries, Science, vol 335, s 1045-1047.

Kravet om at ville laksebestander ikke skal påvirkes negativt vil bli skjerpet ytterligere. Utslipp av næringsalter (nitrogen- og fosfatforbindelser) og organisk materiale vil kanskje ikke være en begrensende faktor for økning i lakseproduksjonen i Norge på grunn av negative miljøkonsekvenser i seg selv, men gir muligheter for dyrking av makroalger og skjell til anvendelse som mat, ingredienser, drivstoff og gjødsel. Produksjon av makroalger kan også benyttes til CO<sub>2</sub>-fangst.

### Behovet for energi<sup>11</sup>

Behovet for energi globalt vil fortsatt øke. Katastrofen ved atomanlegget i Japan, den store oljeutblåsing i Mexicogolfen og den økende bevisstheten om klimaendringer øker satsingen på fornybare energikilder. Investeringene i alternative energikilder øker. Uten radikale gjennombrudd i teknologi vil imidlertid hovedmengden av verdens energi fortsatt komme fra fossile brennstoff i 2050. FNs klimapanel (IPCC) "best case scenario" estimerer at fornybare kilder kan stå for 77 % av det globale energibehovet i 2050, og at andelen som kommer fra biobrensel kan øke fra 3 % i dag til 27% i 2050.

Behovet for fornybar energi, som også utnytter næringsalter fra havbruk og CO<sub>2</sub>, vil kunne gi betydelige muligheter for produksjon av makroalger langs norskekysten. Dette kan skje som frittstående produksjonsanlegg for alger eller i så kalte "Integrerte multitrofiske anlegg (IMTA)" der algeproduksjonen skjer i nær tilknytning til havbruksanlegg.

### Økonomi og handel

I dag går 72 % av fiskeeksporten til Europa - målt i verdi - og av dette står EU for 57 %<sup>12</sup>. På kort sikt vil den økonomiske resesjonen prege økonomien i Europa og EU spesielt. USA og Japan vil ha en beskeden vekst, mens land utenom OECD vil bidra med den overveiende økonomiske veksten. Så langt har norsk sjømat kommet godt ut av den økonomiske krisen i viktige land og markeder for norsk sjømat. På lengre sikt vil imidlertid en økonomisk resesjon kunne redusere kjøpelysten og –evnen for norske produkter. Dette kan igjen redusere evnen og viljen til norske aktører til å investere i utvikling av marin sektor.

Norsk sjømat har fått redusert handelshindringer mot viktige markeder som EU og USA, men finanskrisen kan føre til mer proteksjonisme. Politiske og administrative justeringer i viktige markeder for norske sjømatprodukter, kan få betydning for mulighetene for eksport på kort sikt.

### Forskning og teknologisk utvikling

Hastigheten innen forskning og utvikling øker kraftig globalt og tilgangen til kunnskap er i stor grad blitt universell. Dette gir muligheter for å utvikle norsk marin næring langt raskere enn tidligere. Det betyr også at norske forskningsmiljøer innen marin sektor i stadig større grad må arbeide internasjonalt og utvikle strategiske samarbeidsrelasjoner. I takt med økt internasjonal konkurranse i utvikling av ny og innovativ teknologi og løsninger, blir det viktig å ha et bevist forhold til å beskytte immaterielle verdier (IPR). For en næring som blir mer teknologi- og kunnskapsintensiv, vil også markedet for disse øke betydelig internasjonalt. Lignende utviklingstrekk har det vært innen maritim og olje & gass der en leverandør- og tjenesteindustri utviklet i et sterkt hjemmemarked globaliseres. Internasjonal lansering av leverandørene kan skje med produsentene som også søker internasjonale markeder.

<sup>11</sup> [http://www.millennium-project.org/millennium/Global\\_Challenges/chall-13.html](http://www.millennium-project.org/millennium/Global_Challenges/chall-13.html)

<sup>12</sup> Presentasjon fra sjefsøkonom Øystein Dørum, DNB under FHLs generalforsamling i mars 2012

Forskningen blir mer tverrfaglig og sektorovergrepene. Bioteknologi, informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) og nanoteknologi regnes som "muliggjørende teknologier" som vil kunne bidra med kunnskap for å løfte andre forskningsområder. Bioteknologi har vært svært viktig for norsk havbruk innen utvikling av vaksiner, avlsmetoder og fôr. Det forventes at bioteknologi også vil spille en viktig rolle i den videre utviklingen av de marine næringene i Norge innen områder som for eksempel miljøovervåking og utnytting av restråstoff og alger. Nye materialer kan komme til anvendelse for å løse en miljøutfordring som rømming.

## 6.2 Nasjonale og regionale utviklingstrekk

### Den norske sjømatklyngen

Den norske sjømatnæringen er i en studie karakterisert som Norges tredje sterkeste næringsklynge etter olje- og gassnæringen og den maritime næringen. Disse tre næringene utgjør såkalte globale kunnskapsnav som blant annet tiltrekker seg kunnskapsbedrifter, kunnskapstjenester og kunnskapsarbeidere fra hele verden<sup>13,14</sup>. Sjømatklyngen er attraktiv innen områder som forskning og utvikling, og for å trekke til seg kapitalsterke eiere. Imidlertid er den mindre attraktiv på områder som miljø, utdanning og evnen til å trekke til seg talenter. I hovedsak har de norske marine næringene et godt utgangspunkt for å kunne realisere fremtidig vekst og utvikling.

### Kunnskap

Norge har en befolkning med et svært høyt utdanningsnivå, men sjømatnæringen har en lavere andel av folk med høyere utdanning (ca 10 %) enn befolkningen ellers (ca 35 %)<sup>15</sup>. Svært få i sjømatnæringen har en mastergrad eller doktorgrad. En voksende andel av studentene som tar høyere utdanning har utenlandsk opprinnelse og en betydelig andel av arbeidskraften i fiskeindustrien er utenlandsk. Det har imidlertid vært en positiv utvikling i søkning til utdanning innen marine næring i videregående skoler og til høyere utdanning de senere årene.

For de marine næringene er konkurranse om talentene med blant annet olje- og gassnæringen en av de største utfordringene for framtidig utvikling fordi kompetanse i alle ledd i verdikjeden vil bli en avgjørende faktor for å lykkes med å utvikle den marine næringen videre. Spesielt gjelder dette for nye marine næring. Interessante jobber og et høyt lønnsnivå trekker ungdom til olje- og gassnæringen.

Generelt skjer det en utflytting fra distriktene, spesielt av unge høyt utdannede personer. Det skjer også en urbanisering inn til oljesentra, i mange tilfeller vekk fra steder der den marine produksjonen foregår. Mange bedrifter er små og ligger langt fra attraktive sentra, noe som utgjør en spesiell utfordring når det gjelder å opprettholde eller øke kunnskapen i bedriften.

---

<sup>13</sup> Torger Reve og Amir Sasson. 2012, Et kunnskapsbasert Norge. Universitetsforlaget.

<sup>14</sup> Sjømatnæringen er i Reve definert som verdikjeden fiskeri, fiskeoppdrett, bearbeiding og eksport av sjømat, samt leverandører av utsyr og tjenester til de ulike delene av denne verdikjeden.

<sup>15</sup> Reve og Sasson (2012)

### Forskning og innovasjon

Forskning og innovasjon vil være avgjørende for å lykkes med å utvikle den norske marine næringen. Om lag 1,3 mrd. kroner, eller om 3,1 % av de totale FoU-utgiftene i Norge, brukes til FOU på havbruk som i dag er den mest FoU-intensive delen av sjømatnæringen<sup>16</sup>.

Bedrifter i sjømatnæringen er mer innovative enn bedrifter i andre næringer i Norge når det gjelder produktinnovasjoner, men ligger en del bak andre næringer når det gjelder tjenesteinnovasjoner<sup>17</sup>. I framtiden vil det være viktig å ha forskerkompetanse internt i bedriftene for å kunne gjennomføre den nødvendige og ønskelige forskningsbaserte innovasjonen.

Skal potensialet for verdiskaping som beskrives i denne rapporten kunne realiseres, må det legges til rette for nødvendig forskning og utvikling, samt økt grad av innovasjon i marin sektor.

### Miljø og bærekraft

Det vil bli satt strenge krav til fiskeri- og havbruksnæringen, men også til nye marine næringer, om å drive innenfor miljømessig akseptable rammer. Dette vil bli satt som forutsetning for å få tillatelse til videre vekst. Opinionsen, politikere, de store matvarekjedene og myndighetene vil måtte overbevises om at næringen driver miljømessig bærekraftig. Dokumentasjon og sertifisering blir viktigere, samt at næringen selv må vise en offensiv holdning for å redusere det miljømessige fotavtrykket. I dag er det særlig havbruksnæringen som har søkelyset på seg i form av mulig påvirkning på ville laksebestander (rømming, lakselus) og bruk av marint råstoff i fôret. Man kan også forvente sterke krav til vurdering av konsekvenser og dokumentasjon dersom man skal høste på lavere trofiske nivåer som for eksempel krill og raudåte. For å få gjennomslag for høsting på lavere trofiske nivåer i større skala, kan det også være nødvendig å endre gjeldende syn på hvordan økosystemene skal brukes og forvaltes.

### Tilgang til kapital

En utvikling av mulighetene som ligger i de marine næringene, vil kreve betydelig med kapital. Havbruksnæringen, deler av fiskerinæringen (pelagisk) og biomarine næringer erfarer i dag at det er relativt lett å finansiere utvidet produksjon og kapasitet, mens andre deler av næringen har vanskeligere for å reise nødvendig kapital. Spesielt vil det være viktig å kunne reise kapital til utvikling av nye næringer som har en høyere risiko og et mer langsiktig perspektiv på inntjening.

### Kysten som en ressurs

Den norske kystsonen representerer den grunnleggende ressursen som er nødvendig for å realisere en kraftig vekst i de marine næringene. Adgang til å benytte de best egnede arealene og beholde disse i en stand som ikke forringer egnetheten, vil være avgjørende for å kunne realisere potensialet. Samtidig er det sannsynlig at en kraftig vekst i verdiskapingen i kystsonen vil kreve mer areal enn det som brukes i dag. Det er svært mange interessenter som benytter kysten og konkurransen om de beste arealene øker, blant annet er den kystbaserte reiselivsnæringen i sterk utvikling.

---

<sup>16</sup> Reve og Sasson (2012)

<sup>17</sup> Reve og Sasson (2012)

Tabell 6-1 Eksempler på bruk av kystsonen

Bruk av kystsonen	
Fiskeri	Transport
Havbruk	Olje-/gassvirksomhet
Fisketurisme/rekreasjon /jakt	Mineralutvinning
Fritidsboliger	Annen næringsvirksomhet
Villaks, annen vill laksefisk	Militær aktivitet
Vern / naturmangfold	

Havbruksnæringen ser delvis ut over de tradisjonelle arealene som benyttes og undersøker mulighetene for å drive lenger ut på kysten. Samtidig utvikles teknologi for eksempel for lukkede anlegg for oppdrett, som kan ligge lenger ut på kysten. Dette kan gi havbruksnæringen muligheter for å utvikle produksjonsstrategier som gir mindre konkurranse i kystnære områder, og som gir mulighet for økt produksjon uten økt miljøbelastning.

På deler av kysten, som i Nord-Norge der petroleumsvirksomheten er i vekst, foregår det en prosess for å avklare forholdet mellom de marine næringene og petroleumsvirksomheten. Utfallet vil kunne påvirke muligheten for framtidig verdiskaping i de aktuelle områdene. For å realisere muligheten til å øke verdiskapingen i kystsonen er det avgjørende at kvaliteten ikke forringes.

#### Rammebetingelser

En viktig premiss for å kunne realisere verdiskapingspotensialet er stabile og godt tilpassede offentlige rammebetingelser. De marine næringene er generelt meget sterkt styrt av offentlige rammebetingelser. Spesielt gjelder det den tradisjonelle fiskerinæringen og havbruksnæringen.

I enda større grad enn i dag er det behov for målrettede stimuleringstiltak for å oppnå en ønsket utvikling. Slik det for eksempel er innen olje- og gassnæringen der det er gode offentlige finansieringsordninger for investeringer på sokkelen, blant annet egne finansielle stimuleringsordninger for leverandørindustrien.

Forslag som innebærer at de marine næringene i framtiden kan bli nødt til å betale for bruken av areal, slik det er foreslått for havbruksnæringen, må vurderes i lys av konsekvensene for framtidig virksomhet og verdiskaping i kystsonen.

### 6.3 Mulige trusler for framtidig utvikling

Utviklingstrekkene som er presentert foran representerer delvis muligheter og er delvis potensielle trusler for en framtidig utvikling av den marine verdiskapingen. Alle kan representere trusler dersom utviklingen går i en retning som ikke favoriserer de marine næringene.

Enkelte trusler vil det være vanskelig å påvirke:

- Klimaendringer som tar en mer dramatisk vending enn hittil antatt
- Global økonomisk resesjon som får langvarige virkninger
- Økte handelsbarrierer som følge av global økonomisk resesjon
- Reduksjon av kvaliteten på havmiljøet, for eksempel i form av forurensing

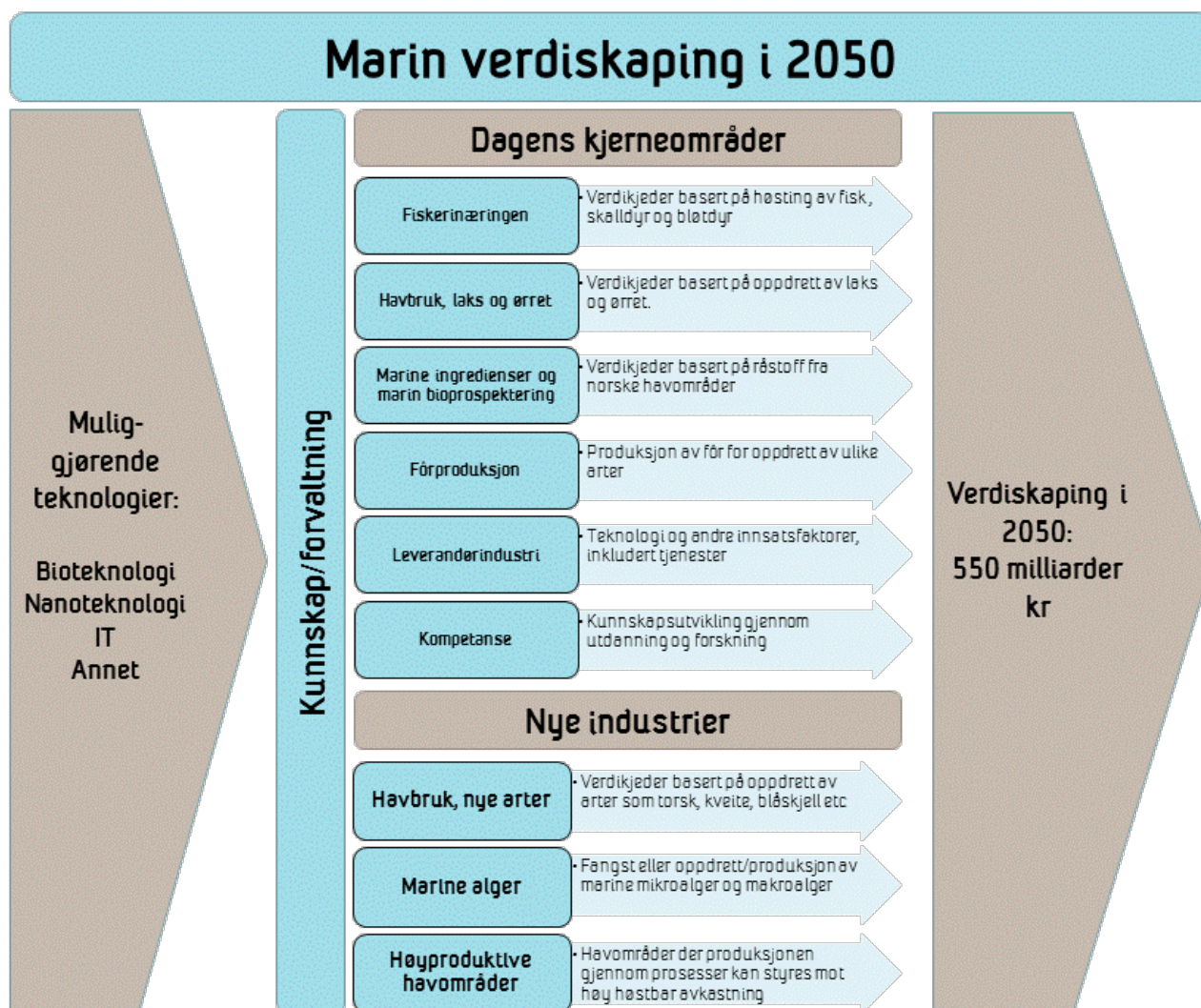


## 7 Marin verdiskaping i 2050

I dette kapitlet vil vi beskrive hva den marine verdiskapingen kan representere i 2050 – innenfor utvalgte områder. Verdiskapingen er representert ved to hovedområder:

- 1) Videre utvikling av sjømatnæringens kjerneområder slik vi kjenner dem i dag
- 2) Utvikling av nye industrier

For å kunne realisere et mulig potensial innen både kjente (pkt 1) og mer ukjente (pkt 2) områder er man avhengig av å ta i bruk det som betegnes som muliggjørende teknologier som bioteknologi, nanoteknologi, informasjonsteknologi (IT) og andre teknologier (materialteknologi med mer). Dette kan visualiseres gjennom følgende figur:



Figur 7-1 Marin verdiskaping i 2050

## 1) Videre utvikling av kjerneområder slik vi kjenner dem i dag

- Fiskerinæringen: Verdikjeder basert på høsting av pelagiske arter, torskefisk og andre arter som flatfisk/bunnfisk, skalldyr og bløtdyr.
- Havbruk, laks og ørret: Verdikjeder basert på oppdrett av laks og ørret.
- Marine ingredienser: Verdikjeder basert på råstoff fra norske havområder og som handler om å produsere oljer, proteiner og biokjemikalier.
- Fôrproduksjon: Produksjon av fôr for oppdrett av ulike arter
- Leverandørindustri: Teknologi og andre innsatsfaktorer som må til for enten å høste eller produsere marine produkter. Eksempelvis fiskefartøy, utstyr for oppdrettsvirksomhet, fiskehelseprodukter mm.
- Kompetanse i form av den samlede erfaring og kunnskap i industrien, forvaltningen og i forskningsmiljøene.

## 2) Utvikling av nye industrier

- Havbruk, nye arter (fisk, skalldyr): Verdikjeder basert på oppdrett av andre arter som torsk, kveite, røye, blåskjell, etc.
- Marine alger (makro/mikroalger, fangst, produksjon): Fangst eller oppdrett/produksjon av marine alger, mikroalger eller makroalger (tang/tare). Anvendelse både til energi, fôr og mat.
- Høyproduktive havområder.

## 7.1 Videre utvikling av sjømatnæringens kjerneområder slik vi kjenner dem i dag

Hvert underkapittel er bygd opp på samme måte:

- 1) Beskrivelse av viktige utviklingstrekk som ligger til grunn for valg av volum og verdi i 2050, inkludert definisjoner.
- 2) Peke på områder med særlig potensial
- 3) Gjøre volum- og verdianslag basert på valgte premisser

### 7.1.1 Fiskerinæringen

#### 7.1.1.1 Beskrivelse av viktige utviklingstrekk

Med fiskerinæringen mener vi her verdikjeder basert på høsting av torskefisk, pelagiske arter, flatfisk/bunnfisk, skalldyr og bløtdyr. Verdikjedene omfatter fangstledd, prosessering og salg/eksport. Det er slik vi kjenner fiskerinæringen i dag og i 2050 vil også disse artene og disse verdikjedene fortsatt være kjernevirksomheten i den tradisjonelle fiskerinæringen. I tillegg forventes det at man i 2050 har begynt å høste også på et lavere trofisk nivå i næringskjeden – slik vi i dag ser konturene av med krillfisket (*Euphausia superba*) i Sørishavet og forsøkene på høsting av raudåte (*Calanus finmarchicus*) i våre egne farvann. Et slikt fiske må også skje på en bærekraftig måte, og det vil kreve betydelig oppbygging av kunnskap, både i forskningsmiljøene, næringen og forvaltningen. Også andre arter som i dag ikke er kommersielt interessante, inkludert sjøpattedyr, vil bli fangstet og foredlet.

Fiskeriverdikjeden er meget sammensatt og kompleks. Den pelagiske verdikjeden karakteriseres av få aktører i flåteleddet, sterkt strukturert industriledd og enkle produkter/store volum gjennom systemet. Hvitfisksektoren har en komplisert flåtestruktur med mange flåtegrupper, en filetindustri der andelen bearbeiding går ned og en konvensjonell sektor (tørrfisk, saltfisk, klippfisk) som øker sine markedsandeler. Fangst av reker har de senere årene blitt redusert og det er noen få rekepillefabrikker igjen.

#### **Ressursgrunlaget**

Det er en viss sannsynlighet for at de kyst- og havområdene som Norge forvalter også i 2050 vil være høyproduktive havområder. Det er store usikkerheter knyttet til disse prediksjonene (se Kapittel 6.1), men blant klimaforskere er det en viss konsensus om at våre havområder vil være positivt påvirket av klimaendringer sammenlignet med mange andre<sup>18</sup>. Havforsuring vil være med å komplisere dette bildet, og det vil fremover være behov for ytterligere økt forskning på tema som klima og forsuring knyttet til havrommet.

Norge er allerede i verdenstoppen når det gjelder å forvalte våre fiskeressurser og det jobbes intenst med å bygge kunnskap for å utvikle forvaltningssystemer som er mest mulig økosystembaserte. Prinsippene knyttet til økosystembasert forvaltning er under stadig utvikling, og det er nettopp publisert et arbeid<sup>19</sup> som peker på at det er mulig å forvalte våre havområder basert på noen andre prinsipper enn i dag –

<sup>18</sup> Presentasjon av Svein Sundby, Havforskningsinstituttet 2012

<sup>19</sup> Garcia et.al. (2012). Reconsidering the consequences of selective fisheries

eksempelvis "Prinsippene om balansert høsting". Det vil si at fangsttinningsraten spres over flere arter og størrelser enn i dag – i forhold til deres innbyrdes vekst i økosystemet. I 2050 er Norge fortsatt i verdenstoppen i å utvikle gode forvaltningssystemer og stadig større deler av det totale økosystemet tas hensyn til ved fastsettelse av kvoter og andre styringsmekanismer. Det er derfor stadig behov for mer kunnskap om og bedre modeller for ressursforvaltning, populasjonsdynamikk og funksjon, og struktur til det marine økosystemet. I 2050 er fiskernes kunnskap tatt i bruk på en helt ny måte enn i dag og fiskere og forskere bidrar like mye til systematisk kunnskapsoppbygging. Mye av dagens toktaktiviteter er erstattet av teknologi for kontinuerlig overvåking som kommuniserer mot land – i sann tid. Mer optimal forvaltning gjør at man vil kunne høste mer enn i dag.

### ***Fangstleddet på stø kurs***

Utfordringene for fangstleddet vil være knyttet til å regulere uttaket og kvalitet av fisk og skalldyr slik at bestandene ikke overbeskattes. Det er en krevende og kontinuerlig oppgave å regulere uttaket, noe som også i fremtiden vil skje i et samarbeid mellom forskningsmiljøene, næringen og forvaltningen. Med ny metodikk og teknologi vil estimer og beregninger bli stadig bedre, gitt at Norge som havnasjon prioriterer offentlige ressurser for å opprettholde og videreutvikle kvaliteten på forskningen knyttet til fiskebestandene og havmiljøet som sådan. Vi vil også i fremtiden kunne oppleve svingninger i bestandene, men i sum vil fangstet volum være som i dag eller noe høyere.

Omsetningsverdien av den totale fangsten av våre kjente fiskeressurser antas å stige fram mot 2050. Begrunnelsen er hovedsakelig knyttet til den økte etterspørselen som forventes å komme fra ulike markeder. Gitt at Norge klarer å forvalte fiskebestandene godt, samt kontrollere oljeutvinningen i nordområdene slik at man unngår uheldige hendelser, vil sjømat fra norske havområder kunne beholde sitt gode rykte ute i verden som ren og sunn mat. Næringen oppnår gode priser på sine produkter i 2050, og har således et godt utgangspunkt for å øke verdiskapingen i hele verdikjeden. Økt verdiskaping handler også om å utvikle en lønnsom flåte og i 2050 kan det forventes at flåten har økt sin lønnsomhet, samtidig som den er mer energieffektiv og skånsom i sine fiskemetoder. Norge har en meget sterk kunnskapsbase både i næringen og i forskningsmiljøene når det gjelder fiskeri- og fartøyteknologi. Flere av de mest suksessrike leverandørene operer innen alle markeder knyttet til havet – de er en del av superclusteret.

### ***Prosessering – innenlands, utenlands eller ombord?***

De siste årene har mye av lønnsomheten i "fangstverdikjeden" vært knyttet til deler av flåteleddet, mens prosesseringsleddet på land har slitt med vedvarende lav lønnsomhet. Det er legitimt å stille spørsmålet om Norge i 2050 vil ha en landbasert prosesseringsindustri eller om dette foregår i lavkostland eller ombord i store fabrikkskip som fangster i våre farvann og går direkte til markedene de skal betjene. Eller ser vi en tendens til at skip går i skytteltrafikk mellom fiskefeltene og markedene, mens en del fartøy ligger på feltet hele tiden (japansk modell)? I et overordnet perspektiv kan vi slå fast at det ligger verdiskapingsmuligheter i å prosessere fisken i Norge, men at det vil kreve en rekke endringer både fra industrielt og forvaltningsmessig hold slik at industrien blir mer lønnsom. Verdien i restråstoffet må realiseres, og det må skje en teknologi- og kompetanseutvikling både i prosesseringsleddet og hos leverandørene. Logistikk- og sporbarhetssystemer må videreutvikles.

### ***Restråstoff som grunnlag for direkte konsum og en ny ingrediensindustri***

Omsetningsverdien vil også stige fordi man i 2050 tar hånd om alt restråstoff fra fisken. Det har da lenge vært et påbud om å ta vare på alt restråstoff, og det er etablert effektive håndterings- og logistikk-løsninger, selv for de minste fartøyene. Det betyr at man etter all sannsynlighet også har en landbasert industri i Norge. Hoder, lever, rogn, melke og mager utnyttes direkte til konsum eller til produksjon av ingredienser, og markedene er veletablerte. I dag dumpes 170.000 tonn restråstoff fra kyst- og havgående flåte, og med en gjennomsnittsverdi på beskjedne kr 5,00 pr kg vil dette tilsvare en verdi på i underkant av 1 milliard kroner. Likevel vil den største verdiøkningen være knyttet til viljen til å betale for marine proteiner og oljer. Norge kan få en ledende posisjon innen den internasjonale marine ingrediensindustrien i 2050 – under forutsetning av at norske myndigheter støtter opp om den industri- og kunnskapsutvikling som vi i dag ser en begynnelse på.

### ***Forbrukeren som premissgiver***

I 2050 vil kunnskapen om den enkelte forbrukers preferanser og ønsker gjennomsyre hele verdikjeden – inkludert fisker. Fisk blir sett på som et helsefremmende produkt og etterspørres av en stadig voksende, betalingsvillig og bevisst middelklasse. Kvaliteten på både ferske og frysede produkter er høynet betraktelig og hylletiden økt. Produktspekteret har økt og det er flere "kombinasjonsprodukter" både mellom ulike sjømatgrupper og andre matvarer. Prisspekteret er også mye bredere enn i dag og det betales svært gode priser for produkter av høy kvalitet. Forbrukeren er enda mer opptatt av den dokumentasjonen som følger produktet og denne formidles via avanserte sporbarhets- og IT systemer.

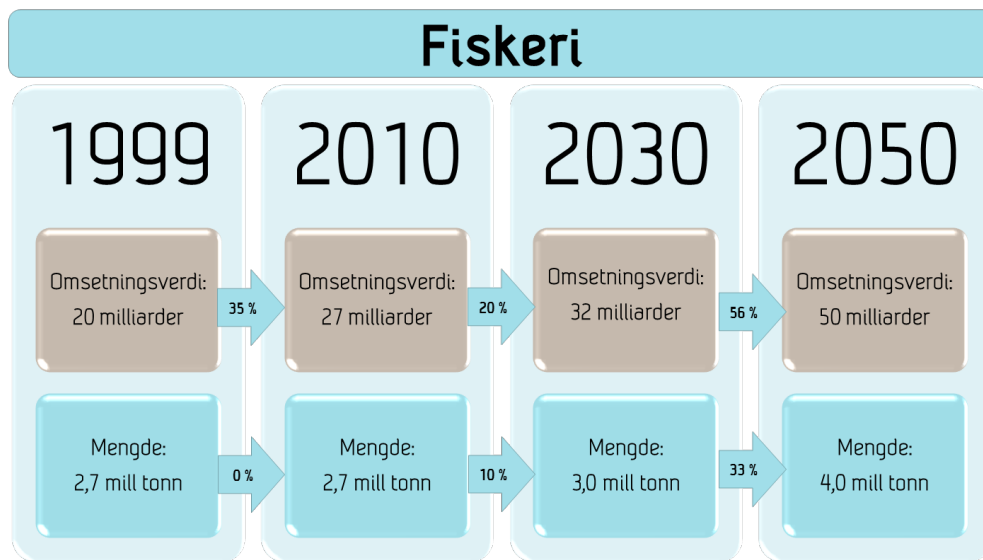
#### **7.1.1.2 Volum- og verdianslag fiskeri**

Premisser for økt høstingsmengde i 2050 er knyttet til:

- Økt høsting på lavere trofisk nivå, noe som vil stille strenge krav til dokumentasjon av forsvarlighet
- Flere arter og størrelser av fisk og skalldyr høstes enn i dag og alt bringes til land.
- Optimal forvaltning av dagens bestander (økosystembasert forvaltning)

Premisser for den økte verdien i 2050 – en økning utover volumøkning - er knyttet til:

- Økende knapphet på mat, økte ønsker og krav til å spise sunne produkter
- Mer kunnskap bygd inn i produktene
- Økt kjøpekraft i middelklassen
- Økt lønnsomhet i landbasert industri (økt bearbeiding, mer automasjon, mm)
- Økt utnyttelse og verdiøkning på restråstoff



Figur 7-2 Omsetningsverdi og volum innen fiskerinæringen

## 7.1.2 Havbruk, laks og ørret

### 7.1.2.1 Beskrivelse av viktige utviklingstrekk

Med havbruksverdikjeden for laks og ørretoppdrett mener vi her avl/stamfisk, settefiskproduksjon, matfiskproduksjon, slakting/foredling og eksport/salgsvirksomhet. I dette kapitlet vil vi ha fokus på selve hovedverdikjeden da leverandører av ulike varer og tjenester vil bli omtalt i et eget kapittel.

Laks vil fortsatt være den dominerende oppdrettsarten i 2050. De siste årene har produksjonen av ørret stagnert noe, og det er mer usikkert hva slags rolle ørreten vil spille i den fremtidige oppdrettsnæringen.

#### **Løsning av miljømessige utfordringer - en forutsetning for videre vekst**

En forutsetning for at laksen også i 2050 er den dominerende oppdrettsarten i Norge er at næringen og forskningsmiljøene klarer å løse de miljømessige utfordringene som er pekt på i Regjeringens bærekraftstrategi knyttet til genetisk påvirkning og rømming, sykdom (medregnet parasitter), forurensning og utslipp, arealbruk og fôrressurser. Næringen og forskningsmiljøene jobber med å løse problemstillinger på alle disse områdene og dette arbeidet vil bare bli forsterket i årene som kommer. Teknologirådet har nettopp foreslått at Regjeringens kriterier for en bærekraftig havbruksnæring må operasjonaliseres så fort som mulig da det vil være det viktigste virkemiddelet for en fokusert og forutsigbar FoU-satsning fremover<sup>20</sup>. Det vil være svært viktig for å tydeliggjøre hvilke krav som vil bli stilt til næringen, samtidig som det vil gi klare signaler om hvordan innovasjonsarbeidet bør innrettes. Arbeidet pågår, men Teknologirådet anbefaler at det bør ferdigstilles raskest mulig og gi klare og mest mulig kvantifiserbare mål.

I 2050 er det gjennom bioteknologiske/genetiske metoder utviklet en steril laks med god tilvekst og sterkt immunforsvar. Ny not-teknologi er utviklet og rømming av oppdrettsfisk er eliminert. I 2050 har man, som også er tilfelle mange områder i dag, god kontroll på lusesituasjonen. I tillegg til en vaksine mot lakselus, jobbes det fortsatt med biologiske og teknologiske løsninger. Færre og større oppdrettsselskaper gjør det enklere å få til felles tiltak og strategier i enkeltområder.

Selv om man har løst en rekke sykdomsutfordringer gjennom stadig bedre vaksiner, ernæring og andre forebyggende tiltak (mindre stress, skånsom behandling med mer), er det fortsatt sykdomsutfordringer innen oppdrett – på samme måte som innen annen husdyrproduksjon.

Den største ressursmessige utfordringen vil i 2050 være knyttet til tilgang på fôrressurser av høy kvalitet og da særlig de marine ressursene. Høsting på lavere trofisk nivå i næringskjeden i havet har gjort tilgangen på marine fôrressurser bedre, men også her er det begrensinger på uttak. Når det gjelder landbaserte fôrmidler er fôrkilder produsert ved hjelp av GMO tillatt, men det er utfordringer knyttet til kvalitet og tilgang. Konkurransen om fôrressurser har blitt tøffere.

#### **Strukturendringer, og strategisk bruk av FoU**

Løsningene på de miljømessige utfordringene har ligget i et sterkere og mer forpliktende samarbeid mellom oppdrettsselskaper, leverandørindustri og forskningsmiljøer. Oppdrettsselskapene har blitt færre

---

<sup>20</sup> Fremtidens lakseoppdrett. Teknologirådet, nr 1. 2012

og større og er i 2050 krevende bestillere av løsninger både fra leverandører og FoU-miljøer. De opererer på mange måter slik Statoil gjør i dag – det vil si at de har rettighetene til å drive med oppdrettsvirksomhet, har ansvaret for selve fisken, produktutvikling, salg, markedsføring og kundekontakt (de har også kjøpt seg inn på eiersiden hos store kunder i utlandet), mens leverandørindustrien leverer varer og tjenester knyttet til teknologi, fôr, fiskehelseprodukter, avlsprodukter og etablering og drift av anleggene. Mange operasjoner er meget spesialiserte og krever en egen kompetanse som det ikke er fornuftig at oppdrettsselskapene selv har. Oppdrettsselskapenes kjernekompetanse er knyttet til fôring og stell av selve fisken.

I tillegg har oppdrettsselskapene bygd seg opp med sterk kompetanse innen forskning og de er tydelige og gode bestillere av forskning.

### ***Diversifisering i ulike produksjonsformer/produksjonsområder***

De neste årene vil det skje en diversifisering av produksjonsformer innen oppdrett, som eksempelvis produksjon av en større fisk enn i dag i settefiskanlegg, lukkede systemer i sjø og det å ta i bruk nye og mer eksponert områder til oppdrett. Utviklingen vil skje mye på grunn av de etablerte miljøbetingede vekstbegrensningene som ser ut til å stimulere "oppfinnsomheten" knyttet til å kunne produsere et større volum.

Selv om vi forventer at oppdrettsnæringen etterhvert vil bli regulert etter andre prinsipper enn å sette spesifikke krav til et bestemt produksjonsvolum, vil teknologiutviklingen og diversifiseringen av næringen fortsette. Årsaken er at enkelte av disse produksjonsformene viser seg å være lønnsomme. I tillegg opplever norsk leverandørindustri en sterk interesse fra andre deler av verden der man i enda større grad enn i Norge er nødt til å tenke produksjon i mer lukkede anlegg og ta i bruk mer eksponerte farvann for oppdrett.

Det store volumet med laksefisk vil også i fremtiden bli produsert i de nære kystområdene da det her er svært gunstige betingelser for lønnsom produksjon.

### ***Økt foredling og utnyttelse av restråstoff***

I 2050 blir sannsynligvis all oppdrettsfisk filetert i Norge. Det vil også produseres en større mengde med mer videreforedlede produkter. Transport er betydelig dyrere enn i dag, og i tillegg har restråstoffet blitt verdifullt som innsats i den marine ingrediensindustrien. Restråstoff som går til konsum, som f.eks. buklist og hoder har også en større verdi og gir et viktig bidrag til foredlingsindustriens bunnlinje. Olje fra oppdrettsfisk blir benyttet både inn i oppdrettsfôr og til andre produkter. Automatiseringsgraden er høy og det meste av produksjonen styres av prosessoperatører og roboter.

#### **7.1.2.2 Volum- og verdianslag**

De viktigste premissene for økt produksjon i 2050 er knyttet til:

- Løsning av de miljømessige utfordringene pekt på i Regjeringens bærekraftstrategi.
- Den politiske viljen må være til stede.
- Endringer i reguleringsregime slik at næringsutøvere opplever forutsigbarhet for sine investeringer og at regelverket ikke begrenser mulighetene for å utvikle konkurransedyktige bedrifter.
- Fortsatt økende etterspørsel etter laks i markedene
- Nye og viktige innovasjoner innen fôr, fiskehelse, avl og teknologi



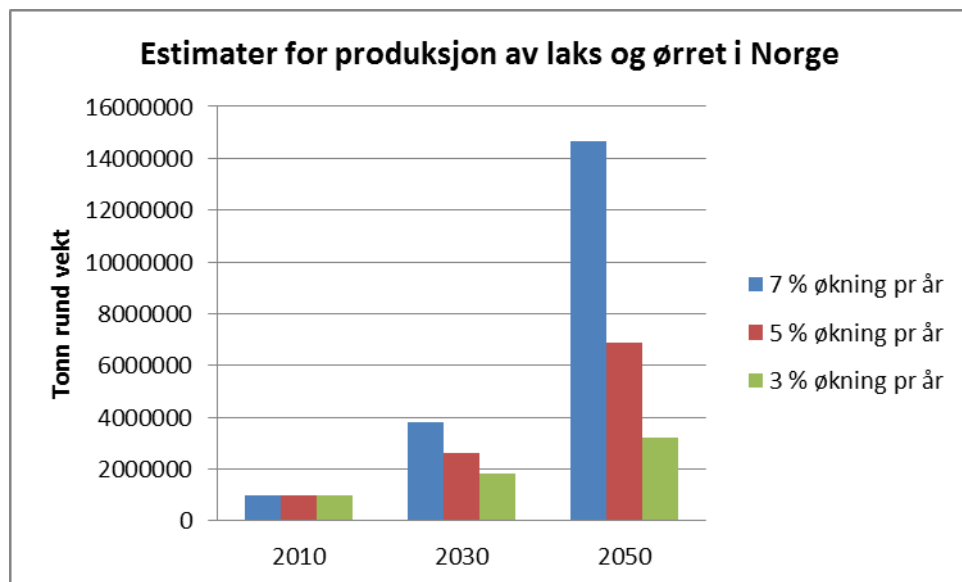
Premisser for den økte verdien (omsetning) i 2050 er på mange måter de samme som for fiskeriverdikjeden, og er knyttet til:

- Økende knapphet på mat, økte ønsker og krav til å spise sunne produkter
- Mer kunnskap bygd inn i produktene
- Økt kjøpekraft i middelklassen
- Økt verdi knyttet til restråstoff
- Økt bearbeiding til filet og andre halvfabrikata

De siste 20 årene har den gjennomsnittlige økningen innen produksjon av laks og ørret vært rett i underkant av 10 % pr år. Det er ikke sannsynlig at man får den samme veksten pr år fram til 2050, og Figur 7-3 visualiserer hva produksjonen kan være i 2050 gitt ulike vekstalternativ. Ved 3 % økning pr år vil produksjonen være ca 3,2 millioner tonn i 2050, ved 5 % økning pr år ca 7 millioner tonn og ved 7 % økning pr år vil den være over 14 millioner tonn.

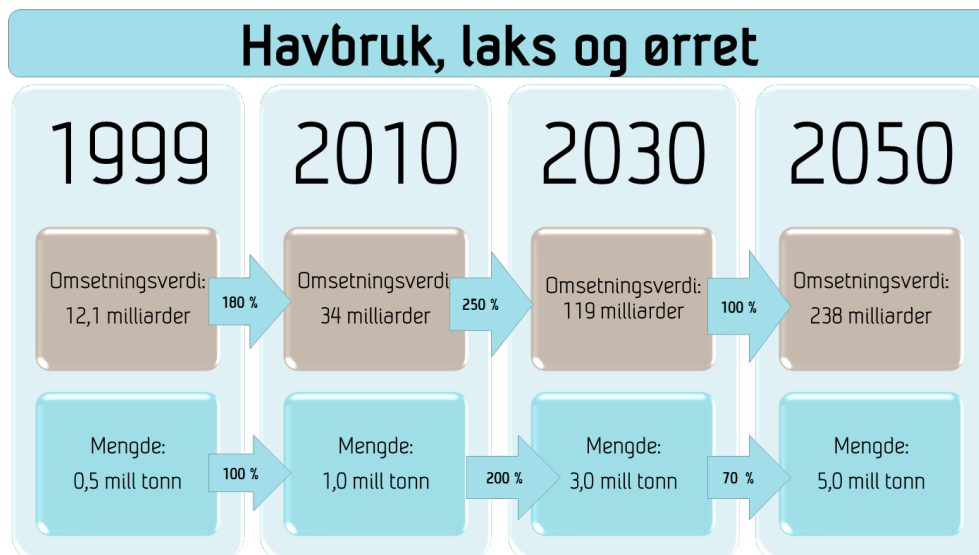
Innen global akvakultur har veksten de senere årene vært i gjennomsnitt 4 % pr år, og FAO viser til at det reelle behovet framover vil være ca 5,6 % pr år<sup>21</sup>.

Arbeidsgruppen er av den oppfatning at det kan være mulig å oppnå en produksjon av laks og ørret på 5 millioner tonn i Norge i 2050 – gitt forutsetningene over. Dette tallet er utgangspunktet når verdien av oppdrett av laks og ørret er estimert til 240 milliarder kroner i 2050.



Figur 7-3 Prognoser for produksjonen av laks ørret i Norge 2010-2050

<sup>21</sup> Foredrag av Arni Mathiesen, FAO, AquaVision 2012



Figur 7-4 Omsetningsverdi og volum innen havbruk<sup>22</sup>

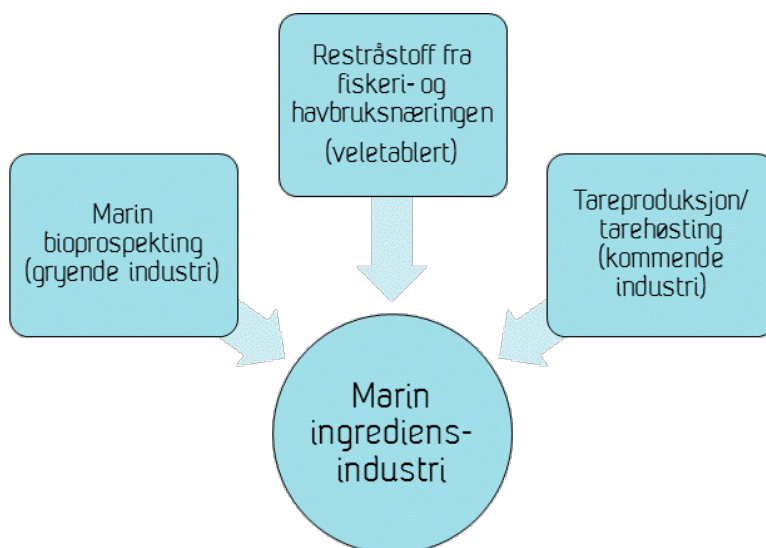
<sup>22</sup> Med omsetningsverdi menes her det samme som eksportverdi + innenlandsomsending (pris \* volum av ulike produkter). Med mengde menes produksjon av laks og ørret målt i rundvekt.

### 7.1.3 Marine ingredienser og marin bioprospektering

#### 7.1.3.1 Beskrivelse av viktige utviklingstrekk

Med marine ingredienser menes verdikjeder basert på råstoff fra norske havområder som handler om å produsere oljer, proteiner og biokjemikalier. I prinsippet finnes det tre aktuelle råstoffkilder som kan deles inn i to kategorier:

- 1) Ingredienser basert på høsting og foredling av en viss biomasse:
  - Restråstoff fra sjømatnæringen
  - Tareproduksjon/tarehøsting (se Kapittel 7.2.2)
- 2) Ingredienser produsert av bestemte organismer basert på marin bioprospektering



Figur 7-5 Mulige råstoffkilder for marin ingrediensindustri

I prosessene benyttes både kjente prosessteknologiske prosesser av mer næringsmiddelteknisk karakter og mer bioteknologiske prosesser (inkludert marin bioprospektering).

#### **Restråstoff fra sjømatnæringen**

Den viktigste kilden til marine ingredienser i Norge i dag er restråstoff fra de tradisjonelle fiskeriene og akvakultur. I 2011 utgjorde restråstoff i Norge 820 000 tonn, hvorav 624 000 tonn ble utnyttet<sup>23</sup>.

Ca 170 000 tonn ble utnyttet til konsum- og spesialprodukter, mens resten ble utnyttet til fôr i form av mel, ensilasjekonsentrat og pelsdyrfôr. Ca 180 000 tonn restråstoff fra fiskeflåten utnyttet ikke.

<sup>23</sup> Kilde: Varestrømanalysen 2011, Stiftelsen RUBIN

### Mengdene restråstoff øker

Hvis fangstmengder og akvakulturproduksjonen øker, samt at fileteringsgraden øker fremover (se Kapittel 7.1.2), vil også restråstoffmengdene øke formidabelt. I 2050 forventes det at restråstoffet som i dag dumpes blir tatt vare på. Dette vil kreve både regelverksendringer og nye innovasjoner i den tradisjonelle fiskerinæringen.

### Utnyttelse til fôr og konsum

Mesteparten av restråstoffet vil også i fremtiden gå inn i velkjente fôrmarkeder og direkte til konsum. I 2050 vil produkter som eksempelvis hoder, buklist, lever, rogn og melke regnes som en del av selve hovedproduktet, og ikke omtales som restråstoff, biprodukter eller lignende. Begrepsbruken vil være annerledes og bidra til å oppgradere status til og betalingsvilje for disse produktene.

I 2050 er det et enda større fokus på å skaffe råvarer til fôrproduksjon enn i dag, og restråstoff blir sett på som en enda mer verdifull kilde for marine råvarer (proteiner, oljer, spesialingredienser) for fôrproduksjon til ulike fisk- og husdyrarter. Forskning og innovasjon har bidratt til å klargjøre smittemessige utfordringer slik at regelverket legger til rette for å utnytte restråstoffet inn i nye "kretsløp" uten at det oppstår risiko for spredning av smittestoffer.

### **Marin bioprospektering**

Marin bioprospektering omfatter 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 unikt genetisk materiale og kjemiske stoffer eller molekyler med biologiske aktiviteter og mange applikasjonsmuligheter. 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 tildels skiftende lys-, salt- og temperaturforhold, og har tilpasset seg gjennom millioner av år ved å utvikle egne overlevelsestrategier basert på kjemiske forbindelser, såkalte sekundære metabolitter.

Dette potensialet var bakgrunnen for at Regjeringen flagget marin bioprospektering som et spesielt satsingsområde. I strategidokumentet "Marin bioprospektering – en kilde til ny og bærekraftig verdiskaping"<sup>24</sup> 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 innen marin sektor og marin 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 videre på marin bioprospektering, har mulighet til å komme helt i front internasjonalt innen dette fagområdet. I strategidokumentet sies det:

*"Regjeringen ser på marin bioprospektering som en kilde til ny og bærekraftig verdiskaping. Verdiskapingspotensialet er stort og Norge har gode muligheter til å hevde seg i en internasjonal konkurranse. Regjeringen mener at Norges lange kystlinje og våre havområder gir store muligheter med hensyn til ressurstilgang og artsmangfold. Norge har infrastruktur og forskningsmiljøer som gjør at vi kan hente inn og karakterisere et vidt spekter av marine organismer. I kombinasjon med den nasjonale kompetansen som allerede er bygget opp innen marin sektor og bioteknologi, gir dette Norge et godt*

<sup>24</sup> Fiskeri- og kystdepartementet m.fl. (2009)

*utgangspunkt for en satsing på marin bioprospektering. Regjeringen la frem en egen nasjonal strategi høsten 2009 som presenterer ulike tiltak med formål om å tilrettelegge for forskning og næringsutvikling relatert til marin bioprospektering. Ambisjonen er å utløse bredden i verdiskapingspotensialet gjennom en målrettet og koordinert nasjonal satsing. Nordområdene står sentralt i strategien og det gis prioritet til innsamling av marine organismer fra nordlige havområder.*

*Norge forvalter store havområder som er lite undersøkt. Noen av de marine organismene lever i ekstreme miljøer, i arktiske havområder med lave temperaturer og skiftende lysforhold eller i oljereservoar under høyt trykk og høye temperaturer, mens andre lever langs kyst og fjord med høy konsentrasjon av arter. Det er god grunn til å anta at flere av disse marine organismene har egenskaper som kan utnyttes og danne grunnlag for ulike produkter og prosesser innenfor en rekke næringsområder."*

### **Fremvekst av marin ingrediensindustri**

Norge har i 2050 en sterk posisjon innen verdens marine ingrediensindustri og produserer produkter inn mot næringsmiddel-, functional food-, helsekost- og farmasimarkedet. Dette er globale markeder i sterk vekst, blant annet for å møte de helsemessige utfordringene knyttet til overvekt og feil livsstil. Globale trender og folks fokus på helse har gjort det mulig å utvikle en ledende og levende industri med utgangspunkt i marine oljer. Denne trenden muliggjør fremveksten av industri som bruker marine proteiner eller stykker av proteiner (peptider og aminosyrer) til produkter som kan virke som antioksidanter, blodtrykksregulerende eller vektregulerende. Genetikens utvikling har for eksempel gitt nye markeder for spesialiserte enzymer fra marin biomasse. Parallelt med den spede begynnelsen av marin bioprospektering har det over tid også utviklet seg en betydelig industriell kompetanse. Omsetningen av marine ingredienser globalt har de siste ti årene hatt en jevn vekst fra 1 milliard kroner i 2001 til nesten 5 milliarder i 2010<sup>25</sup>. Lønnsomheten varierer mye, men mange aktører gjør god butikk på det som en gang var avfall.

Globale estimater setter markedsverdi av marine ingredienser til 22 -23 milliarder kroner med tilhørende årlig vekst på 4-5 %<sup>26</sup>. Dette er et konservativt estimat av veksten da mindre konservative anslag ligger på 10-12 % årlig vekst. Norske bedrifter omsetter altså rundt 20 % av verdensmarkedet da omsetningen i norsk marin ingrediensindustri ble stipulert til 4,8 milliarder kroner i 2010<sup>27</sup>.

Hvor stor den marine ingrediensindustrien vil være i Norge, er selvsagt vanskelig å forutsi da den ikke på samme måte som den tradisjonelle sjømatnæringen er direkte knyttet til fangst- og oppdrettsleddet. En av årsakene til at industrien blir lokalisert i Norge er nærheten til de marine ressursene, det vil si råvarene. Det er også vanskelig å forutsi om Norge vil være en primærprodusent av eksempelvis oljer og proteiner, og om "videreforedling" til mer avanserte og bedre betalte produkter vil skje i utlandet eller ikke. Om Norge skal ta en sterk posisjon innen hele "verdikjeden" til den marine ingrediensindustrien, slik muligheten ligger til rette for, vil dette kreve satsing på en rekke områder, inkludert blant annet en tilrettelegging fra myndighetshold og en satsing på FoU.

---

<sup>25</sup> Marine Board & European Science Foundation Position paper 15 «Marine Biotechnology; A New vision and strategy for Europe» September 2010

<sup>26</sup> UNU- IAS Rapport «Bioprospecting in the Arctic» 2008 United Nations University – Institute of Advanced Studies

<sup>27</sup> Richardsen, R. 2011. Norsk marin ingrediensindustri. Struktur og lønnsomhet 2007 -2010. SINTEF Rapport A21511

I 2050 er restråstoff fra de norske fiskeriene og den norske oppdrettsproduksjonen viktige råstoff for den marine ingrediensindustrien i Norge. Denne industrien er i større grad enn i dag basert også på andre råstoffkilder som eksempelvis tang og tare eller kjemikalier/stoffer utvunnet av det marine miljø ved hjelp av bioprospektering og andre bioteknologiske metoder.

### ***Eierskap – en blanding av norsk og utenlandske interesser***

I dag består den marine ingrediensindustrien av små bedrifter med begrensede ressurser. Flere av bedriftene har de siste årene blitt kjøpt opp av utenlandske interesser og større norske selskap som bidrar med kapital og kompetanse. Det forventes en ytterligere strukturering mot færre og større selskap, og det forventes også en økt interesse fra utenlandske investorer. Målet må være at det er såpass attraktivt å drive disse virksomhetene fra Norge at de utenlandske selskap velger å ha base her.

Hvorvidt den tradisjonelle sjømatnæringen vil utøve et aktivt eierskap innen den marine ingrediensindustrien gjenstår å se. Foreløpig er de i hovedsak engasjert i produksjon av fersk olje, proteinhydrolysat og andre produkter som igjen går videre inn i produksjon av mer "ferdigprodukter".

### ***Forskning og utdanning – en nøkkelfaktor***

Det vil være en utfordring å beholde de mer verdiskapende aktivitetene i Norge slik at man ikke bare blir en råvareleverandør. Tilgang på høyt utdannet personell og dyktige forsknings- og utdanningsmiljøer vil være noen av nøkkelfaktorene som bidrar til å beholde viktig verdiskapende aktivitet i Norge. Også på dette område vil talent- og utdanningsattraktivitet være viktig.

#### **7.1.3.2 Volum- og verdianslag**

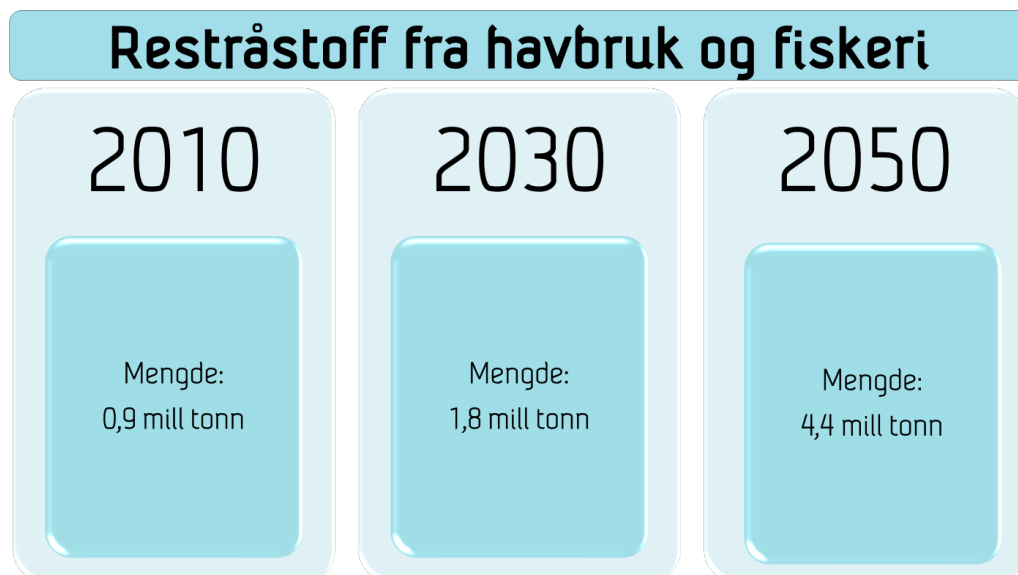
De viktigste premissene for å ha en sterk marin ingrediensindustri i Norge i 2050 er knyttet til:

- Økt status og verdi for restråstoffet både inn mot fôrmarkedet og konsummarkedet
- Sterk vekst i godt betalende markeder som fôr-, næringsmiddel-, functional food-, helsekost- og farmasimarkedet
- Tung satsing på forskning og innovasjon både fra private og offentlige aktører
- En sterk råstoffbase i den tradisjonelle sjømatnæringen
- Nye råstoffbaser som marine bakterier, mikro- og makroalger

Det vil være mulig å knytte noen volumanslag til råstoffkilder som restråstoff fra fiskeri- og havbruksnæringen og muligens også fremtidig tareproduksjon (se Kapittel 7.2.2 ). Hvilke muligheter som ligger innen det vi betegner som mikrobiell produksjon er svært vanskelig å estimere da dette er lite volumrelatert. Vi har valgt å gi noen estimater av hva som oppstår av volumer av restråstoff - gitt den vekst som er estimert innen sjømatnæringen (Kapittel 7.1.1 og 7.1.2).

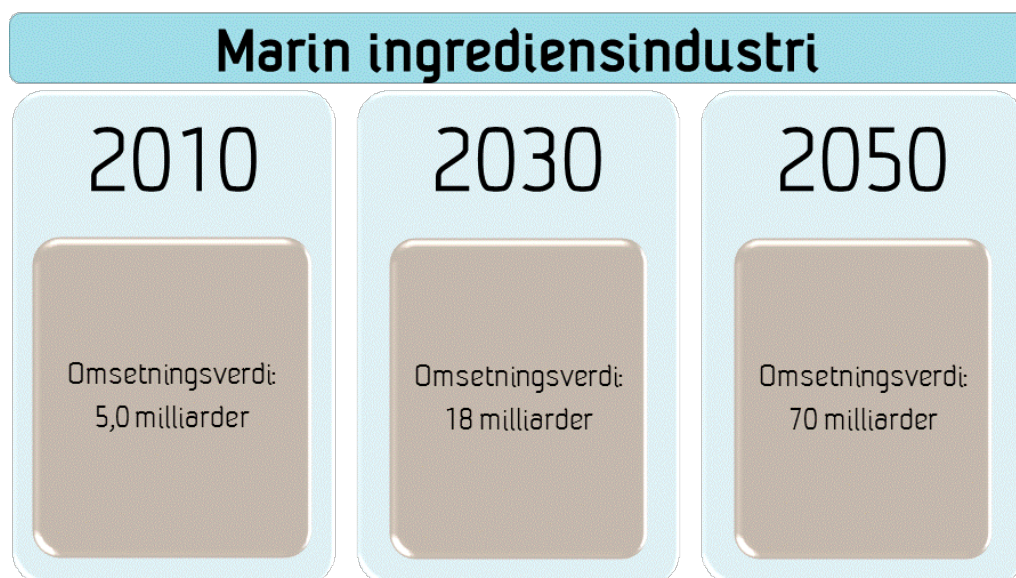
Forutsetninger for beregninger i Figur 7-6:

- Ca 4 % vekst innen havbruksnæringen pr år.
- Filetering av 50 % av råstoffet fra havbruksnæringen i 2030 og 100 % i 2050.
- I grove trekk samme produktsammensetning innen fiskerinæringen som i dag.



Figur 7-6 Estimer av mengde restråstoff fra havbruk og fiskeri

Verdianslagene som den norske marine ingrediensindustrien representerer fremover er gitt ved at dagens industri oppnår samme konservative vekst som den globale marine ingrediensindustrien, det vil si 7 % økning pr år fram til 2050. Det må presiseres at volumet av restråstoff i Figur 7-6 er et mål for en av flere mulige råstoffbaser for marin ingrediensindustri ("innverdi" i volum), mens Figur 7-7 måler omsetningsverdien i industrien basert på dette råstoffet ("ut-verdi").



Figur 7-7 Estimer av omsetningsverdi i marin ingrediensindustri

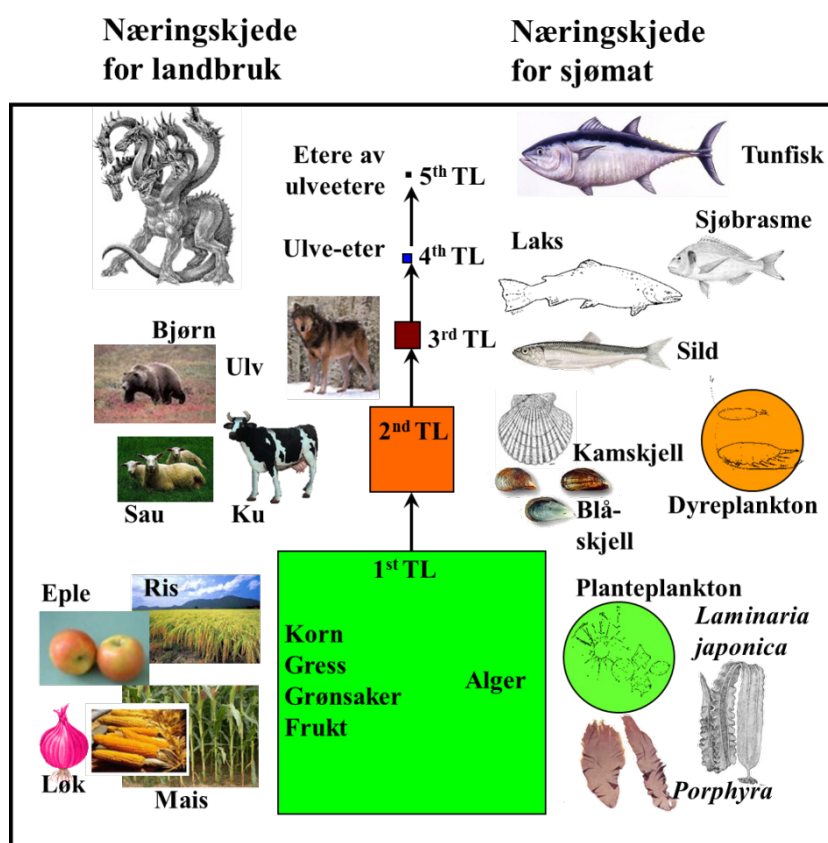


## 7.1.4 Fôrproduksjon

### 7.1.4.1 Beskrivelse av viktige utviklingstrekk

Med fôrproduksjon menes å framskaffe biologiske ressurser fra nasjonale og internasjonale markeder og formulere effektivt utnyttbart fôr til laksefisk og andre arter.

Basert på en lignende global primærproduksjon på land og i hav, henter menneskeheten i dag omlag to prosent av sin mat fra fiskeri og akvakultur. For protein er bidraget høyere, om lag 15 %, fordi det meste av den marine produksjonen er animalsk. Primærproduksjonen i havet (planktonalger) er gjennomgående mer tilgjengelig som mat for fisk og andre akvatiske organismer enn på landjorden, men potensialet i produksjonen tapes i lange næringskjeder. Menneskets næringskjede for sjømat er om lag to trinn lenger enn den for mat fra landbruket (Figur 7-8), noe som i teorien gir et ekstra tap på inntil 99 % i sjømatkjeden som er om lag to trinn lengre. Potensialene til den klassiske næringskjeden i oppdrett, med bruk av fiskemel og olje fra høstede ressurser, vil alltid begrenses av denne naturloven.



Figur 7-8

Næringskjedene for landbruk og sjømat (Modifisert fra Duarte et al 2009. *Will the Oceans Help Feed Humanity?* *BioScience*, 59(11): 967-976)

De marine fôrressursene inneholder langkjedede n-3 fettsyrer som DHA og nye kilder av denne fettsyren er særlig utfordrende å framskaffe. I motsetning til for landbruket, blir en vesentlig del av fôrressursene til dyr i akvakultur fortsatt høstet fra naturen. Om alt utkast fra fiskeriene (anslått til 20 mill. tonn per år) og avfall fra ulik bearbeiding (anslått til maksimalt 30 mill. tonn per år) kunne anvendes til fôr i

akvakultur, ville dette kunne bidra til en dobling av tilgjengelige marine fôrressurser og en potensiell dobling av produksjonen. Dersom det er en ambisjon å øke proteinproduksjonen fra akvakultur til nivået i landbruket, krever dette >5 ganger økning i proteinproduksjonen i havet. Om matproduksjonen skal bli den samme må den økes >50 ganger i havet. Utviklingen i laksenæringen de siste ti-årene har i stor grad berodd på en økt anvendelse av planteressurser, og laksen er flyttet ett trinn ned i næringskjeden, fra nivå 4 til nivå 3.

Om framtiden mot 2050 gir en økende kamp om klodens matressurser, kan en økt anvendelse av landbruksprodukter i fôr bli satt under kritisk diskusjon i mange land. Det må derfor være et langsiktig mål å etablere nye fôrressurser for akvakultur som i vesentlig grad har en marin fettkvalitet, og som ikke utelukkende tas fra den menneskelige næringskjeden. Dette er en formidabel utfordring for forskning, industri og samfunn.

#### 7.1.4.2 Fôrressurser for framtiden

Det er viktig at nesten alle fisk- og rekearter som drettes opp i intensiv kultur med formulert, pelletert fôr, både i ferskvann og i sjø, tilføres fiskemel i fôret, om enn i ulike mengder (1 – 35 % fiskemel av tørrstoff<sup>1</sup>). Laksefisk, marin fisk og reker, men ikke karpefisk, tilføres også fiskeolje (1 – 20 % olje av tørrstoff<sup>28</sup>). Nåværende og mulige framtidige fôrressurser er som følger:

Anvendte:

- *Høstede ressurser fra fiskerier* (industrifisk 30-35 mill. tonn pr år)
- *Utkast fra fiskeriene og tap fra foredling* (maksimalt 50 mill. tonn pr år)
- *Landbruksprodukter og landbruksavfall* (store kvanta)

Mulige framtidige kilder:

- *Dyreplankton* (store herbivore arter som krill og raudåte)
- *Makroalger*
- *Encellebiomasse*
  - *Mikroalger* (ingen bulkressurs, mulig DHA kilde)
  - *Bakterier/gjær/ genetisk modifiserte organismer*
  - *Thraustochytrider* (encellet organisme, mulig DHA kilde)
- *Landbruksavfall* fra planter og dyr
- *Genetisk modifiserte høyere landplanter* (med DHA og EPA)

Dagens kostnader til utvikling og produksjon er relativt høye for de mulige framtidige fôrressursene, men mye kan endres på noen ti-år.

#### 7.1.4.3 Scenario for fôrbehov 2050

Norge har i 2050 fortsatt en verdensledende posisjon innen lakseoppdrett og produksjonen har økt vedvarende med om lag samme hastighet som før 2010. Det er behov for 6,0 millioner tonn fôrpellets, en økning på 4,8 millioner tonn fra 2010. Innpå 1,2 mill. tonn nytt fôr vil kunne produseres basert på marine

---

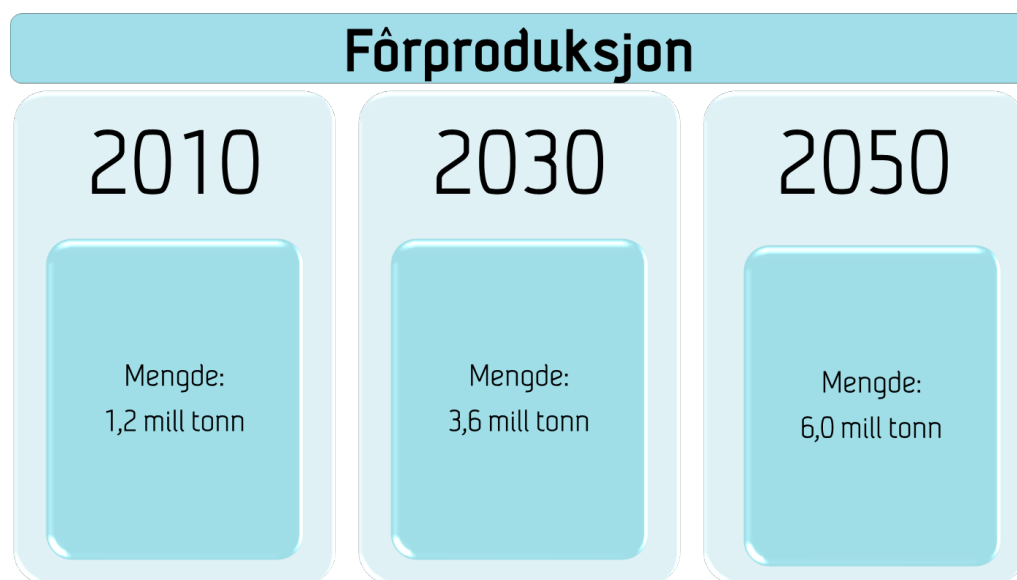
<sup>28</sup> Tacon and Metian (2008), sammenstilling av Olsen (2011)

ressurser som frigjøres ved opphør av utkast fra fiskeriene, og ved full bruk av avfall fra prosessering. Fra 2030 må en videre økning også baseres på nye ressurser og på en videre optimalisering av ressursutnyttelsen. Nye behov fra 2030 til 2050 er 2,4 mill. tonn, og det kan forventes at i alle fall innpå halvdelen av dette må representere nye ressurser (1,2 mill. tonn). En slik økning i produksjon representerer en 5-dobling av produksjonen fra 2010, og tilgangen på høyverdig protein fra fiskeri og havbruk nærmer seg den fra landbruket. En videre økning i produksjonen må sannsynligvis baseres på nye ressurser, og de mulighetene som skapes vil være svært avgjørende fra 2030-40, og helt avgjørende etter 2050. Om det blir vanskelig å realisere nye fôrkilder, inkludert fra fiskeriene og prosesseringsindustrien, vil grupper av organismer i akvakultur som ikke trenger fôring etter hvert bli enda mer globalt ledende (eks. mollusker, tare), mens utviklingen i oppdrett av fisk og reker kan reduseres. Det er viktig at laksefisk virker å være metabolsk fleksibel med mer moderate krav til marint fett enn mange andre fiskearter.

Norge er også en stor aktør i fiskefôrindustrien i 2050. En omfattende europeisk forskning på fôrressurser fram til 2050 har utvidet virksomhetsområdene til fôrbedriftene som nå er langt mer involvert i å framskaffe/produsere selve ressursene til fôrproduksjonen. En fermenteringsindustri er sterkt utviklet, drevet blant annet av behovene for fôrressurser, og har etter hvert blitt en del av kjernevirksomheten til noen fôrgrupper. Norge hadde sterke bedrifter innen fôrområdet i 2010, men ingen sterk gruppe av bedrifter innen bioteknologi/fermentering. Forskning og utviklingen av nye fôrressurser fram til 2040 vil skje mest i Asia og Europa. Norsk matindustri sammen med noen av de store bedriftsgruppene innen fôr lykkes, gjennom samarbeid og oppkjøp, i å bli en stor dominerende total-aktører innen fôrproduksjon. Norge opplever en vedvarende vekst i eksport av fôr til fisk, og denne posisjonen styrkes fra 2040 gjennom tilgang på nye ressurser som kan gjøre akvakultur mer uavhengig av fangst.

I våre volumanslag har vi ikke tatt hensyn til volum og verdianslag knyttet til eksport av fiskefôr da vi forventer at det aller meste vil bli benyttet inn i egen oppdrettsproduksjon. Et annet element som ikke vil bli vurdert nærmere her, er den aktiviteten som norske førselskaper har i andre deler av verden og som, gitt at selskapene er norske, fører verdier tilbake til Norge. Denne aktiviteten er i dag betydelig og vil sannsynligvis bli enda større i fremtiden.

I våre verdianslag har vi benyttet en fôrpris på kr 10 pr kg. Denne verdien er inkludert i tallene knyttet til kapittel 7.1.5 om Leverandørindustrien.



Figur 7-9

Estimater for mengde fôr produsert i Norge som benyttes inn i norsk oppdrettsproduksjon

## 7.1.5 Leverandørindustri

### 7.1.5.1 Beskrivelse av viktige utviklingstrekk

Med leverandørindustri menes de innsatsfaktorer i form av varer og tjenester som må til for enten å høste eller produsere marine produkter. Disse varene og tjenestene er en viktig del av sjømatnæringen i Norge. De viktigste innsatsfaktorene i selve fisket er knyttet til fartøy og fartøyteknologi, teknologi for overvåking og styring, fiskeredskap, drivstoff, juridiske/forretningsmessige tjenester osv. De viktigste innsatsfaktorene innen oppdrett av fisk er fôr, fiskehelseprodukter/tjenester, transporttjenester, teknologi i form av utstyr og bygninger (merder, flåter, landanlegg etc.), juridiske/forretningsmessige tjenester med mer. Prosessering av fisk – enten det er laksefisk, torskefisk eller pelagiske arter, krever de samme innsatsfaktorene. Særlig viktig er prosessteknologi (slakte- fileterings- og videreforedlingslinjer), emballasje og transport.

#### ***Viktig verdiskaping – også i leverandørleddet***

I dette kapitlet vil vi benytte tallmateriale fra de årlige ringvirkningsanalysene<sup>29</sup> som dokumenterer virkningene av sjømatnæringen i form av sysselsetting, verdiskaping i form av bidrag til BNP og produksjonsverdi. Analysen viser verdiskapingen hos leverandørene og underleverandørene til kjernebedriftene i sjømatnæringen (se Figur 4-1) – såkalte ringvirkninger.

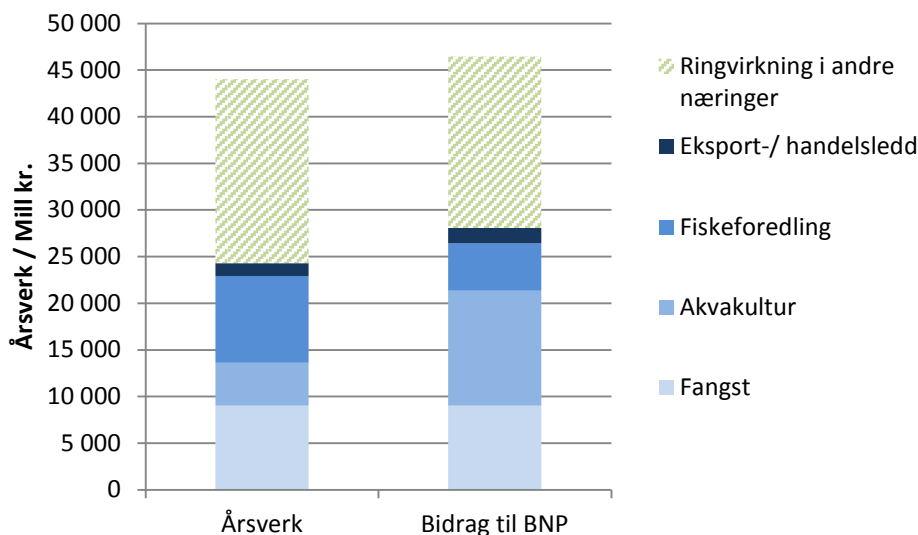
Ringvirkningene utgjorde over 18 milliarder kroner i bidrag til BNP i 2010 (se Figur 7-10)<sup>30</sup> mot ca 28 milliarder i selve kjerneaktivitetene. Sysselsettingen hos leverandører og underleverandører representerte nesten 20 000 årsverk, og produksjonsverdien var på ca 46 milliarder kroner. Ringvirkningene dekker alt som kjøpes inn av varer og tjenester, og spenner fra finansielle tjenester, varehandel, post og teletjenester til fiskefôrproduksjon, transport og bygge- og anleggsvirksomhet. Noen av disse leverandørene kan betegnes som klassiske leverandører til sjømatnæringen, mens andre er leverandører som trengs i enhver forretningsvirksomhet.

---

<sup>29</sup> Henriksen m. fl. 2012. Verdiskaping i norsk sjømatnæring 2010 – en ringvirkningsanalyse. SINTEF-rapport A23089

<sup>30</sup> Henriksen m. fl. 2012. Verdiskaping i norsk sjømatnæring 2010 – en ringvirkningsanalyse. SINTEF-rapport A23089.

### Virkninger av norsk sjømatnæring i 2010



Kilde: SINTEF

**Figur 7-10** Verdiskaping og sysselsetting i norsk sjømatnæring 2010

Totalt ble det foretatt investeringer for 3,8 milliarder kroner i fiskeri- og havbruksnæringen i 2009<sup>31</sup>. Disse investeringene gjenspeiler kun en del av leveransene fra leverandørene til næringen da eksempelvis kjøp av fôr ikke kommer inn i regnskapene i form av investering.

I Kapittel 7.1.1 og 7.1.2 argumenterer vi for økning både i volum og verdi fra kjerneaktivitetene i sjømatnæringen. En forutsetning for å få til en slik økning vil være innovasjonskraften som leverandørleddet representerer og leverer. Samtidig vil økt aktivitet i kjernevirksomheten også være en driver i retning av videre utvikling av leverandørleddet. Gitt en økning i kjerneaktivitetene til næringen forventer vi en betydelig vekst i leverandørindustrien.

#### **Verdiskaping gjennom eksportvirksomhet**

I tillegg til å levere innsatsfaktorer til sjømatnæringen i Norge, eksporteres også teknologi og andre innsatsfaktorer til en rekke land – både fiskeri- og havbruksteknologi. På samme måte som oljenæringens leverandørindustri eksporterer utstyr og ekspertise til resten av verden, forventes det en økt eksportvirksomhet fra sjømatnæringens leverandører. Norsk teknologi og kompetanse har generelt et godt rykte i utlandet<sup>32</sup>, men blir ansett som kostbar og tilpasset industrielt fiske eller oppdrett. Norske aktører har også en vei å gå når det gjelder kulturforståelse og språkferdigheter. Strukturen på leverandørleddet gjør også at man har begrenset med kapital og andre ressurser til å utvikle markeder i andre land.

<sup>31</sup> Olafsen, m. fl., 2011. Betydningen av fiskeri- og havbruksnæringen for Norge, SINTEF-rapport A 23089

<sup>32</sup> Burson & Marsteller, 2010. Omdømmeanalyse av norske leverandører til akvakultursektoren. Utført for akvARENA

### ***Økt profesjonalisering og standardisering***

En næring som bruker allmenningen som produksjonslokale/fangstområde, og som etterhvert har fått et stort omfang langs kysten, må forvente at det stilles økte krav til virksomheten. For at oppdrettselskapene skal få tillatelse til ytterligere utvikling og vekst, må det skje en stadig profesjonalisering i alle ledd i næringen – både i kjernevirksomheten og i avledet virksomhet. Økte krav fra marked og myndigheter vil bli møtt med større grad av profesjonalisering og standardisering – på lik linje med alle andre næringer. På samme måte som i oljeindustrien forventes det at leverandørleddet i fremtiden i større grad tar ansvar også for selve driften av eksempelvis oppdrettsanleggene.

### ***Nye samarbeidsformer***

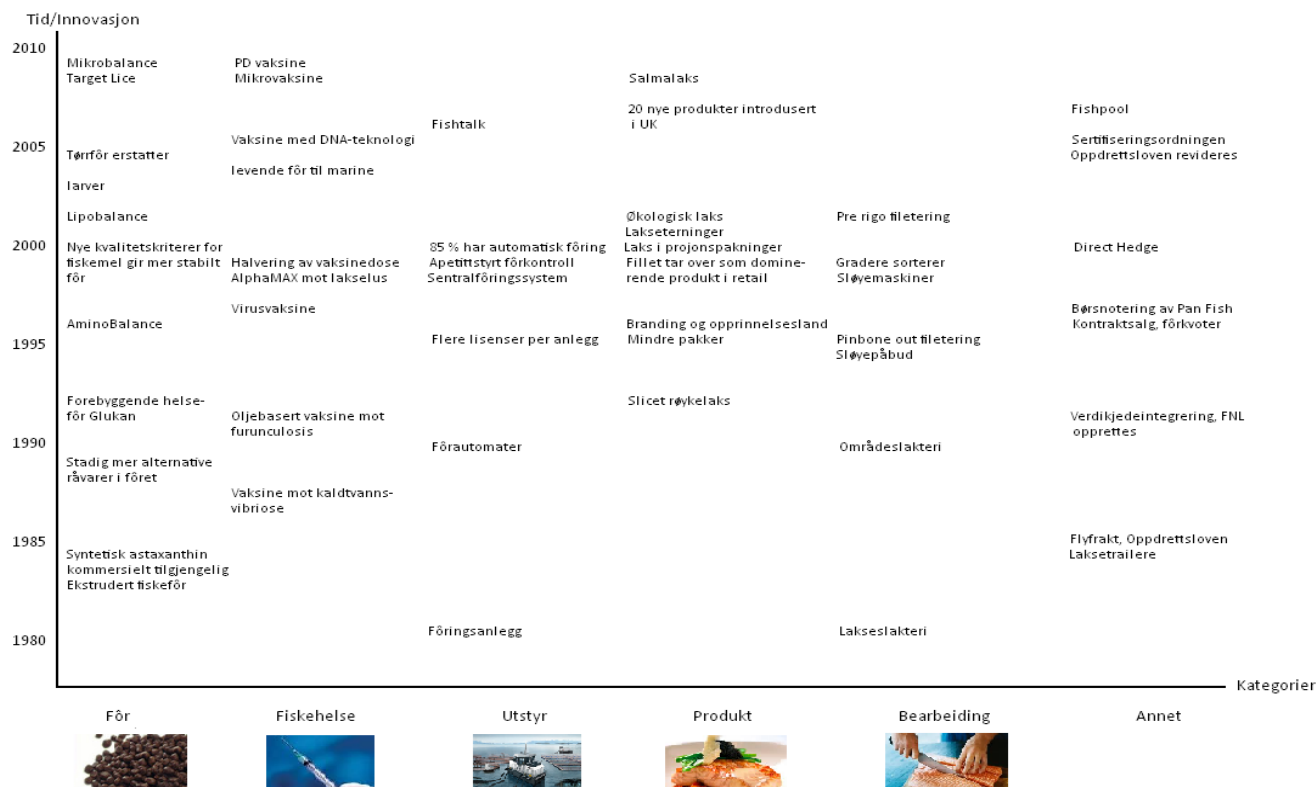
Leverandørindustrien består i hovedsak av små selskap<sup>33</sup> (med unntak av fôrselskapene og enkelte utstyrsleverandører) som skal selge sine produkter og tjenester mot til dels store kunder (særlig innen oppdrett). Det er ulike utfordringer knyttet til en slik "mismatch" i størrelse mellom kunder og leverandører. For å kunne møte kundenes økte krav forventes det at små leverandører vil organisere seg og samarbeide på nye måter, samt at det vil skje en strukturering også innenfor leverandørleddet. For å være konkurransedyktig internasjonalt, må leverandørene samarbeide på nye måter ute i markedene.

### ***Leverandørene representerer mye av innovasjonskraften***

På samme måte som fram til i dag (se Figur 7.11), representerer leverandørene også i fremtiden tyngdepunktet i næringens innovasjonskraft – det gjelder også den tradisjonelle fiskerinæringen. Særlig drivende for innovasjonen er samspillet mellom produsent og leverandør. Det er viktig at virkemiddelapparatet etterhvert trekker opp tydelige og kraftige satsinger direkte rettet mot leverandørleddet – på samme måte som man har gjort innen oljeindustrien. I dag er imidlertid virkemiddelapparatet lite innrettet på å styrke og avlaste risiko for leverandørleddet. Leverandørindustrien til marin næring vil i enda sterkere grad enn i dag samhandle med beslektede leverandørindustrier rettet mot maritim industri og offshorenæringen.

---

<sup>33</sup> Olsen, m fl., 2011. Vekst, lønnsomhet og organisering av leverandørene til havbruksnæringen. Utfordringsnotat til akvARENA utarbeidet av INAQ Management



Kilde: Reve og Sasson 2012

Figur 7-11 Innovasjoner i laksenæringen

Leverandørindustrien vil fremover, på samme måte som kjernebedriftene i næringen, i større grad bruke FoU systematisk i sitt utviklingsarbeid. Enkelte deler av leverandørindustrien er allerede kunnskapsbasert med egen FoU-virksomhet, for eksempel fôrindustrien, fiskehelseprodusenter, avlsselskap og fartøyprodusenter. Også andre deler av leverandørindustrien vil etablere egen FoU-virksomhet og derigjennom bli mer profesjonelle i sin virksomhet og mer krevende kunder for FoU institusjonene.

### Leverandørindustrien og nye næringer

I 2050 forventes det at nye industrier basert på marine ressurser har etablert seg i Norge (se Kapittel 7.2). Det betyr nye markeder for leverandørindustrien og samtidig nye innovasjonsutfordringer. Hvis Norge som nasjon gjennom virkemiddelapparatet skal tilrettelegge for nye marine næringer, som eksempelvis dyrking av tang og tare, må leverandørindustrien inkluderes. Verdiskapingen som leverandørleddet da kan skape er like verdifull som selve kjerneaktivitetene, som omfatter dyrking, høsting, prosessering og salg.

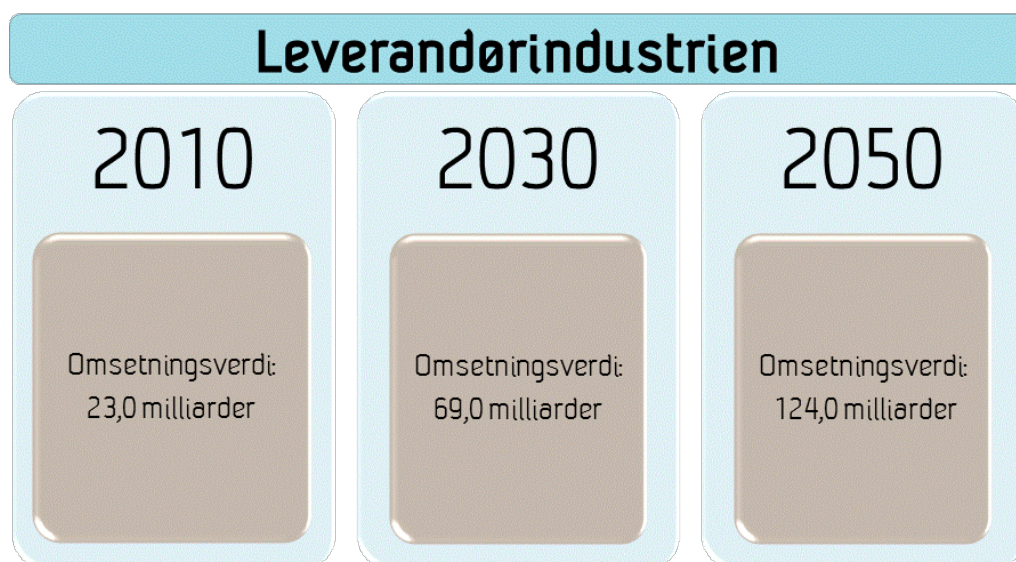
#### 7.1.5.2 Verdianslag

De viktigste premisser for å ha en sterk leverandørindustri i Norge i 2050 er knyttet til:

- Økt aktivitet og produksjon i selve kjernevirksomheten (fiskeri, havbruk mm)
- Økt etterspørsel etter norsk teknologi og kompetanse fra oppdrettsvirksomhet i andre deler av verden
- At det skjer en viss strukturering i leverandørleddet
- At aktørene samarbeider på nye måter og i større grad leverer helhetlige løsninger

- At virkemiddelapparatet prioriterer satsinger rettet mot leverandørindustrien, slik at man avlaster risiko ved satsing på ny teknologi
- At leverandørnæringen i større grad henter impulser og kunnskap fra tilgrensende industrier

Utgangspunktet for verdianslagene (det har liten hensikt å lage volumanslag) for omsetning innen leverandørleddet (direkte og indirekte) er hentet fra ringvirkningsanalysene. Det betyr blant annet at verdisetting av fôrproduksjonen er inkludert i disse tallene. Vi har benyttet produksjonsverdien ringvirkningene representerer (46 millioner kr i 2010) som litt forenklet er tilnærmet lik omsetningsverdien for en virksomhet. Av de totale ringvirkningene ønsker vi å trekke fra leveranser som ikke er knyttet til det vi kan betegne som klassiske leverandører til næringen. Vi har derfor valgt å halvere produksjonsverdien for 2010.



Figur 7-12 Omsetningsverdi innen leverandørleddet

### **Eksportvirksomhet**

I rapporten fra 2006<sup>34</sup> ble eksport av ekspertise i form av kunnskap og varer/tjenester stipulert til 25 milliarder i 2025. Vi legger til grunn at verdien i 2030 har steget til 30 milliarder og at den er fordoblet i 2050, det vil si 60 milliarder. I denne rapporten vil resultatene av eksportvirksomheten hos leverandørbedriftene være inkludert i tallene for omsetningsverdi for leverandørindustrien som illustreres i Figur 7-12.

## **7.1.6 Kompetanse**

### **7.1.6.1 Beskrivelse av viktige utviklingstrekk**

Med kompetanse menes her den samlede erfaring og kunnskap i industrien, forvaltningen og i forskningsmiljøene. I dette kapitlet vil vi fokusere på den kunnskapsoppbyggingen som foregår gjennom utdanningssystemet og i forskningsmiljøene.

<sup>34</sup> Olafsen m fl., 2006. Utnyttelse av biomarine ressurser: Globale muligheter for norsk ekspertise. NTVA/DKNVS rapport



Norge har som et av få land i verden et godt utbygd utdanningssystem rettet mot den marine sektor. Det er mulig å ta fagbrev i videregående skole innen ulike marine fag og det er mulig å ta høyere utdanning fra bachelor til doktorgrad. Kandidater som utdannes går inn i jobber i næringen, forvaltningen og forskningen.

### ***Marin sektor må øke utdannings- og talentattraktiviteten***

I følge Reves analyse skårer sjømatnæringen lavt på utdannings- og talentattraktivitet, men nå viser søkningen til en del marine utdanninger en positiv trend. Hvis Norge skal kunne oppnå den vekst som er skissert i 7.1.1 og 7.1.2 og være et globalt kunnskapsnav, må utdanningssystemet innen fag rettet mot marin sektor kontinuerlig tilpasses virkeligheten og være attraktiv for "de kloke hodene og de flinke hendene".

Den viktigste drivkraften er likevel knyttet til næringens evne til å etterspørre personer med utdanning. Høyere grad av spesialisering av arbeidsoppgaver i bedriftene vil øke behovet for å ansette utdannet personell og det samme vil en økt satsing i bedriftene på FoU bidra til. Vi forventer at selskapene både innen kjernevirksomheten og i avledet virksomhet vil bli større, noe som vil bidra til ansettelse av flere personer med høyere utdanning.

### ***Stor konkurranse med andre næringer***

Generelt er søkningen til realfagsbaserte utdanninger dårlig og det er stor konkurranse om de som blir utdannet. Mange tilbys jobb innen oljesektoren med dertil høye lønninger og gode betingelser. Det vil bli en stor utfordring for sjømatnæringen å konkurrere med andre industrier om kandidatene i fremtiden. Denne kampen blir tøffere i årene som kommer, og det vil bli viktig å utvikle strategier for hvordan man skal posisjonere seg i denne kampen.

### ***Ressurser til forskning***

Norge er anerkjent for forskning innen en rekke marine fagområder. FoU-ressurser til marin FoU utgjorde vel 2,8 milliarder kroner i 2009<sup>35</sup>. Målt i faste priser har ressursene til marin FoU økt i gjennomsnitt 7 % de siste 10 årene. Nærmere tre femtedeler av norsk marin forskning ble utført i instituttsektoren, 23 % av FoU-aktiviteten fant sted i næringslivet og 18 % i universitets- og høyskolesektoren (UoH-sektoren).

Nesten 1,8 milliarder kroner eller 63 % av ressursene til marin FoU ble finansiert gjennom offentlige kilder. Om lag halvparten kom direkte fra departementer i form av grunnbudsjett og -bevilgninger, mens vel en tredjedel av den offentlige finansieringen ble i 2009 kanalisert gjennom Norges forskningsråd.

---

<sup>35</sup> Sarpebakken, B., 2011. Ressursinnsatsen til marin FoU og havbruksforskning i 2009. NIFU-rapport nr 10.

Næringslivet finansierte noe under 800 millioner kroner, som utgjorde en drøy fjerdedel av de samlede ressursene til forskning innen marin sektor. Når det gjelder havbruk var andelen finansiering fra næringslivet 40 %. Utenlandske kilder sto for 5 % av finansieringen. I fremtiden forventes det at en større andel av forskningen både utføres og finansieres av næringen selv. Det forventes også at det prioriteres mer offentlige midler inn mot marin forskning.

### ***Marin forskning skaper også mange arbeidsplasser***

I 2009 deltok om lag 2250 forskere i marin FoU og havbruksforskning i Norge. En tredjedel av forskerne var kvinner. Vel 1100 forskere var ansatt i instituttsektoren, om lag 650 arbeidet ved lærestedene og nærmere 500 var sysselsatt i næringslivet. Mer enn 2/3 av forskerne innen instituttsektoren hadde naturvitenskapelig utdanning. Mer enn 1000 forskere i UoH- og instituttsektoren, eller tre fjerdedeler av alle som deltok i marin FoU og havbruksforskning, forskerrekutter holdt utenfor, hadde doktorgrad.

Det vil bli en hardere kamp om de som velger å satse på en akademisk karriere i årene fremover, og særlig innen naturvitenskapelige fag. Det er allerede registrert en tendens til redusert søkning på forskerrekutteringsstillinger innen marine fag. Også søkningen til mer erfarne forskerstillinger vurderes som dårligere enn tidligere. Også forskningsmiljøene må i større grad ha fokus på å skape attraktive arbeidsplasser med tydelige karrieremuligheter.

### ***Multikulturell sektor***

Sjømatnæringen har lange tradisjoner for å benytte utenlandsk arbeidskraft i jobber som krever lite utdanning og som etterhvert har fått et dårlig rykte blant norske arbeidstakere. Nordmenn generelt er i dag lite villig til å ta jobber som er fysisk slitsomme og med dette lite attraktive. Innen høyere utdanning, særlig innen realfag, opplever marine fag en stor interesse fra utenlandske studenter som ønsker å utdanne seg og jobbe i Norge. Det forventes at denne trenden vil fortsette og i fremtiden vil marin sektor, kanskje i enda større grad enn andre sektorer i Norge, være multikulturell – med de muligheter og utfordringer som dette skaper.

### ***Utdanningssystemet – nøkkelen til en tettere kobling mellom industri og forskning***

Reve (2011) konkluderer med at innenfor sjømatnæringen er koblingene mellom næringen og offentlige universitets- og forskningsmiljøer ofte mangelfullt utviklet, noe som forklares med manglende kompetanse i næringen og stor grad av offentlig finansiering. En styrking av utdanningssystemet vil kunne bidra til å løse denne utfordringen, men samtidig må utdanningssystemet i større grad være innrettet på næringens behov enn det det er i dag.

De marine næringene kjemper om de gode hodene med andre næringer. Det er nødvendig å legge vekt på å gjøre marine studier attraktive på de ulike lærestedene, og næringen selv har en betydelig oppgave på dette feltet. Næringens egenkompetanse er utilfredsstillende og den må ansette egne folk med høy utdanning og kompetanse for å kunne dra nytte av en rask kunnskapsutvikling i sine omgivelser, FoU-miljøer og leverandørindustri, for å kunne omsette disse for egen verdiskaping. Næringen bør derfor kobles sterkere til lærestedene gjennom ulike mekanismer, for eksempel ved å være mer involvert i master- og doktorgradsutdanning.

### ***Forskningssystemet – behov for helhetlige tilnærminger***

Utfordringene innenfor marint næringsliv og forvaltning er blitt mer komplekse hvilket gjør det nødvendig å se disse i sammenheng. Det er behov for en mer tverrfaglig og sektorovergrepene innfallsvinkel hvor den grunnleggende, forvaltnings- og næringsrettet forskningen er tettere koblet. Behovet for betydelig ressursinnsats både ved bruk av kostbar infrastruktur og forskningskapasitet vil gi utvikling av større og mer integrerte prosjekter.

### ***Nasjonalt og internasjonalt forskningssamarbeid er nødvendig***

Norge er et lite land med begrensede ressurser og må tilstrebe en bedre strukturering og samarbeid mellom de norske forskningsmiljøene samtidig som det internasjonale samarbeidet styrkes. Kunnskap utviklet på de internasjonale arenaene vil få økende betydning for utvikling av den marine sektoren. Norge har derfor tatt initiativ til å etablere et felles europeisk forskningsprogram på hav; JPI-Oceans. Forskningssamarbeidet skal gi ny kunnskap både om miljøforhold, marine ressurser, verdiskaping og næringsveier i havene Europa forvalter.

Utviklingen innenfor det europeiske og det internasjonale forskningssamarbeidet for øvrig, krever at de nasjonale satsingene er godt koordinerte og samspiller med de internasjonale satsingene. Norge er en anerkjent global aktør innenfor marin forskning og en attraktiv partner med gjennomslag i EUs forskningsprosjekter. Samtidig må man vurdere om det er enkelte områder som er mer egnet for internasjonalt samarbeid enn andre.

### ***Økt internasjonalt fokus på bærekraftig utnyttelse av marine ressurser for verdiskaping – Norges bidrag***

Veien mot økt verdiskaping fra produktive hav må bygge på ansvarlig utnyttelse av de biologiske ressursene basert på en inngående forståelse av økosystemene. Fundamentet for næringsutvikling må være bærekraft og ha kretsløpstankegang med total utnyttelse av råvarer og restråstoff. Dette skjer gjennom høsting og produksjon av tradisjonelle og nye produkter der teknologiutvikling står sentralt. Dette er også de viktigste elementene for framtidens bio-økonomi, et begrep som vokser fram globalt for å møte de store utfordringene for menneskeheten (Grand Challenges). EU og OECD definerer bio-økonomi som bærekraftig produksjon og omdannelse av biomasse til mat-, helse- og fiberprodukter, industrielle prosesser og produkter, og energi. Dette er også tankegodt innenfor begreper som «blue growth» og «blue economy» som vokser fram internasjonalt.

Forventning om betydelig verdiskaping med bedre strategier for bærekraftig og miljøvennlig utnyttelse av marine ressurser får økende fokus i internasjonale fora som for eksempel Verdensbanken. Det er innenfor disse områdene det norske bidraget er størst i verdenssammenheng. Norge er en stor aktør for overføring av kunnskap som bidrar til global matsikkerhet. Norge er ansett blant verdens beste forvaltere av fiskeri og marine ressurser. Dette er ettertraktet kompetanse og Norge eksporterer allerede i dag slik kunnskap til flere land i ulike deler av verden.

### ***Forskningsutfordringer - noen eksempler***

Grunnlaget for forskningsutfordringene er ambisjonen om god forvaltning av havområdene og en miljømessig bærekraftig sjømatnæring og nye marine næringer som ikke påvirker omgivelsene på en uakseptabel måte. Dette skaper forskningsbehov av ulik karakter innen en rekke områder.

Det er behov for forskning om miljø og forurensningsproblemer, inkludert rømming av oppdrettslaks, råvareproduksjon/fangst, genetikk og avl, sykdom og fiskehelse, fôrråvarer, produkt- og prosess- utvikling, forbrukerkunnskap, trygg og helse riktig mat, dokumentasjon og sporbarhet, utstyrsteknologi, distribusjon og marked. Forskningsinnsatsen på marin foredlingsindustri/automasjon må intensiveres for å konkurrere med lavkostland. Prosesser for utnyttelse av råstoff og restråstoff må være fullautomatiserte. Det er viktig at marine råstoffer utnyttes maksimalt for å bidra til matsikkerhet og bærekraft. Restråstoff kan ha ulike anvendelsesområder; til mat, fôr, helsekost og til annen industri.

En blågrønn tilnærming basert på marin og landbasert forskning kan gi spennende nye produkter og økt verdiskaping. Et velkjent eksempel er kunnskapsoverføring fra landbruket som var viktig for utvikling av lakseoppdrett. Kompetansen som nå er bygget opp gjennom havbruksvirksomheten kan kombineres med andre områder som offshore og maritim virksomheter, og lede til nye innovasjoner gjennom en styrket forskningsinnsats. Oppdrett av flere arter og dyrking av havet på nye måter kan være viktig for fremtidens matsikkerhet og helse, klimaproblematikk og energiproduksjon (alger som bioenergi- og CO<sub>2</sub>-fangstkilde). Kompetanse innenfor andre områder som marin bioteknologi og bioprospektering kan danne grunnlag for en helt ny industri basert på ressurser. En langsiktig forsknings- og investeringsinnsats er nødvendig for å løse de mange utfordringene knyttet til identifisering, isolering, fremstilling og kommersialisering av interessante egenskaper til ukjente arter i norske farvann med tanke på fremtidig verdiskaping.

Det er også behov for kunnskap om klimaendringenes effekter på livet i havet. Hvordan havforsuring, endret temperatur og strømninger vil påvirke fiskebestandenes utbredelsesområder, fiskefysiologi og fiskehelse er aktuelle problemstillinger. Bedre forståelse av konsekvenser av mer ekstremvær er nødvendig for å kunne tilpasse de marine næringene til slike værforhold. Dette fører til utvikling av nye teknologier og fangstmetoder som også gir verdiskapingsmuligheter.

En trussel mot fremtidig verdiskaping er hvis våre havområder blir mindre produktive. Havområdene er under betydelig press gjennom økt konkurranse om arealene og ressursutnyttelse. Dette kommer i tillegg til mulige negative effekter av klimaendringene. Alvorlige marine miljøproblemer, som tap av biologisk mangfold, økt spredning av fremmede arter, og utslipp av miljøgifter og biogene stoffer (organisk stoff og næringssalter), krever forskningsinnsats som kan bidra til problemløsning nasjonalt og internasjonalt. Denne forskningen må blant annet omfatte bruken av kyst- og havområder, inkludert arealkonflikter, ny metodikk og teknologi for estimering av bestander og biologiske prosesser, taksonomi, metodikk og kunnskap om bruk av fjernmåling, og biologiske effekter av høsting på lavere trofiske nivåer. Ny europeisk miljølovgivning vil være retningsgivende for forskningsbehovene omkring miljøproblemer.

### ***Utfordringene må løses gjennom bedre samarbeid og økt forskningsinnsats***

Marin forskning finansieres gjennom Forskningsrådet, Innovasjon Norge, Regionale forskningsfond, ved direkte bevilgninger til institusjonene og gjennom Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond og næringslivet ellers. Det er viktig å utvikle gode samarbeidsformer mellom virkemiddelaktørene og næringslivet og å videreutvikle disse med tanke på bedre «Samarbeid, Arbeidsdeling og Konsentrasjon

(SAK)» Aktørene må trekke i samme retning. Det er store forventninger til at Hav21, et strategiprojekt Regjeringen har initiert, viser vei gjennom en bred og samlet strategi for marin forskning og utvikling. Strategien må følges opp om vi skal lykkes med å være en betydelig havnasjon og oppnå økt verdiskaping fra produktive hav.

## 7.2 Utvikling av nye marine industrier

Vi har valgt å dele opp omtalen av nye arter slik at dyrking av alger er behandlet i et eget kapittel. Integriert Multitrofisk Akvakultur (IMTA), der makroalger og blåskjell dyrkes nært oppdrettsanlegg for laks og regnbueørret, representerer et bindeledd mellom dyrking av alger og den øvrige havbruksaktiviteten. IMTA er omtalt både under nye arter og under marine alger.

### 7.2.1 Havbruk, nye arter

I dette kapittelet vurderes potensialet i oppdrett og dyrking av fiske- og skalldyrarter utenom laks og regnbueørret, produksjon av skjell i IMTA og produksjon av rensefisk for laksenæringen.

#### 7.2.1.1 Beskrivelse av viktige utviklingstrekk

##### ***Oppdrett av torsk og kveite – mye kunnskap, men skjær i sjøen***

Det er lagt ned store ressurser i oppdrett av torsk og kveite i Norge og det er bygget opp en betydelig kunnskapsbase. På tross av dette er oppdrett av torsk i tilbakegang (15 000 tonn i 2011), mens oppdrett av kveite ligger på et stabilt lavt nivå (3 000 tonn i 2011). En av årsakene er at man i for liten grad har lyktes med å løse viktige produksjonsproblemer som tidlig kjønnsmodning, forutsigbar produksjon av høykvalitetsyngel og stort svinn. Norge har gode naturgitte forutsetninger for oppdrett av torsk og kveite og er verdensledende når det gjelder kunnskap om oppdrett av disse artene. Kunnskapen sitter både i næringen og i FoU-miljøene. Norge har det eneste eksisterende avlsprogrammet for torsk. Produksjonen av konkurrerende hvitfiskarter som Tilapia og Pangasius har økt betydelig og er i enkelte markeder en viktig konkurrent til norsk hvitfisk. I tillegg er de naturlige bestandene av hvitfisk svært store i våre havområder, noe som representerer en betydelig konkurranse til oppdrettet torsk.

##### ***Oppdrett av andre fiskearter og dyrking av skalldyr – en marginal aktivitet i Norge***

Oppdrett av røye, steinbit og piggvar har et svært lite omfang i Norge. I 2011 ble det høstet samlet ca 500 tonn av disse artene. Utfordringene ligger blant annet innen produksjon og i relativt små markeder.

Dyrking av blåskjell, kamskjell og østers ligger også på et svært lavt nivå. Markedet er potensielt stort, men forhold rundt kvalitet på skjellene (blåskjell), gift som hindrer høsting (blåskjell) og høye produksjonskostnader er viktige utfordringer. Det oppdrettes også små mengder hummer, og oppføres noe villfanget kongekrabbe og kråkeboller i Norge.

##### ***Integriert Multitrofisk Akvakultur (IMTA) – gir nye muligheter***

Utslipp av næringssalter og organisk materiale fra oppdrett av laks og regnbueørret kan representere et miljøproblem, men kan også sees som en ressurs og danne grunnlaget for dyrking av makroalger, blåskjell og muligens også andre arter som kamskjell. Man kan tenke seg konsept der fisk, blåskjell og tare er integriert i samme anlegg, eller man kan legge blåskjell og tareproduksjonen lenger unna oppdrettsanlegget, da etter forutgående modellering av hvor den mest gunstige plasseringen vil være. Både tare- og blåskjellanlegg kan legges på arealer som ikke er i direkte konkurranse med plassering av oppdrettsanleggene for laks.

Dyrking av blåskjell basert på det organiske materialet som slippes ut fra oppdrettsanleggene, og vekst av mikroalger som benytter næringssalter fra oppdrettsanleggene, kan representere en betydelig mulighet.

Studier fra pilotanlegg i Canada og en doktorgrad fra Norge viste høyere fyllingsgrad i skjell som var dyrket nært opp til oppdrettsanlegg, og det ble påvist at skjellene tok opp partikler fra lakseanleggene. Blåskjellanleggene i Chile, som har en betydelig blåskjellproduksjon, er i stor grad lagt tett opp til lakseanleggene for å optimalisere vekstforholdene. Det kan imidlertid være utfordringer i forhold til spredning av fisesykdommer ved tett samlokalisering av anlegg med ulike arter. Produksjon av blåskjell på denne måten, og i stor skala, kan generere biprodukter som kan få andre anvendelser, for eksempel til fôrråstoff.

### ***Rensefisk – en naturlig metode for bekjempelse av lakselus***

Lakselus er en viktig utfordring innen moderne oppdrett av laks. Rensefisk som bergnebb og beggylte har vært brukt til å redusere lusnivået i oppdrett i en årrekke, og rognkjeks er nå også tatt i bruk til samme formål. Bruken av rensefisk er økende og det er et behov for å oppdrette rensefisk for å dekke behovet og for å unngå overbeskatning av de naturlige bestandene. Hvis lakseproduksjonen øker fram mot 2050 slik det antydes i denne rapporten, og lakselus forblir et problem for oppdretterne, vil behovet for rensefisk kunne øke kraftig.

#### **7.2.1.2 Volum- og verdianslag**

Viktige forutsetninger for å få vekst innen nye arter beregnet til konsum er:

- Man må løse viktige utfordringer innen produksjon av torsk slik at produksjonskostnadene reduseres til et nivå der det går an å få lønnsomhet. Samtidig må oppdrettstorsk kunne høstes på tider av året der den supplerer og ikke konkurrerer med vill torsk
- Det må settes av betydelige offentlige midler til FoU og til kommersialisering av eksisterende kompetanse, til oppbygging av biomasse og til markedsføring, dersom andre fiskearter og skjell skal kunne få en vekst. I tillegg må betydelige mengder privat kapital innhentes

På bakgrunn av dagens status, tidligere erfaringer og vurdering av framtidige muligheter, har vi lagt opp til en forsiktig vekst i volumet av oppdrett av fisk og skalldyr til konsum fram mot 2050.

Viktige forutsetninger for å få vekst innen blåskjell dyrket i IMTA:

- Det må finnes et behov og et marked for norske blåskjell, enten et eksportmarked for konsumskjell eller et marked for bi-produkter av blåskjell til for eksempel fôr eller andre produkter
- Det må finnes dyrkere med riktig kompetanse og kapital til å bygge opp anlegg og biomasse
- Kunnskap må bygges opp på en rekke områder som for eksempel vekstpotensial
- Veterinære restriksjoner for avstand mellom blåskjellanlegg og lakseanlegg må liberaliseres

Vi legger opp til en moderat vekst innen blåskjell dyrket i IMTA fram mot 2050.

Viktige forutsetninger for å få vekst innen oppdrett av rensefisk:

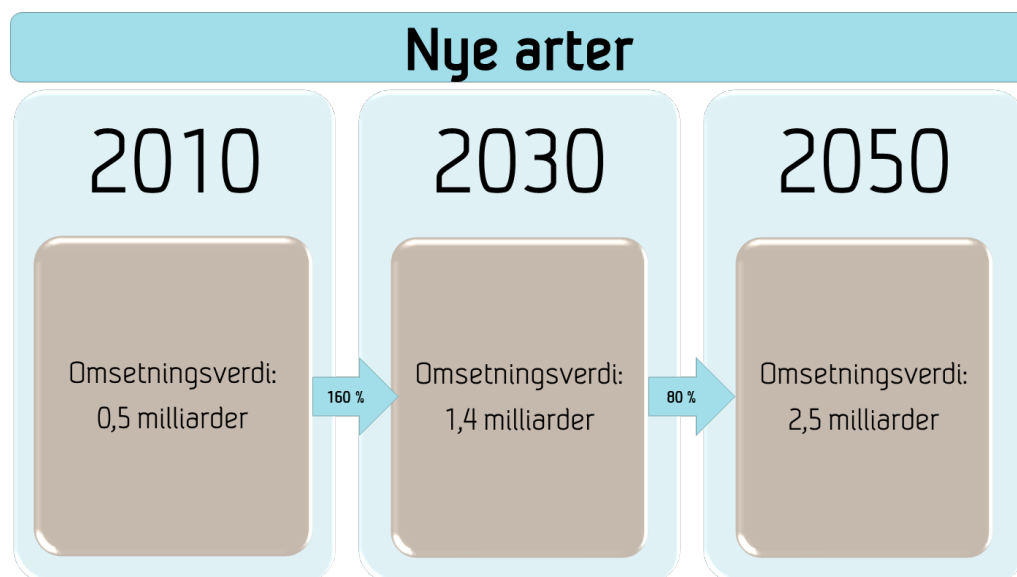
- Rensefisk fortsetter å bli betraktet som en viktig metode for bekjempelse av lakselus
- Man lykkes med å oppdrette rensefisk på en kostnadseffektiv måte og klarer å benytte rensefisk på en måte som ivaretar hensynet til god fiskevelferd

Vi legger opp til at det vil være en betydelig økning i behovet for rensefisk innen oppdrett av laks og ørret fram mot 2025.

Volumenslagene som legges til grunn for anslag av verdi:

Tabell 7-1 Anslag av verdi fordelt på arter

	2010	2030	2050
Torsk og kveite	22 600 tonn	30 000 tonn	50 000 tonn
Andre fiskearter til konsum	500 tonn	2 000 tonn	5 000 tonn
Skalldyr, inkl. blåskjell til konsum	2 000 tonn	3 000 tonn	5 000 tonn
Blåskjell fra IMTA	0 tonn	2 000 tonn	20 000 tonn
Rensefisk	12 mill stk	36 mill stk	60 mill stk



Figur 7-13 Omsetningsverdi for nye arter



## 7.2.2 Marine alger

Marine alger omfatter mikro- og makroalger. De høster energi fra sollys, fikserer karbon fra CO<sub>2</sub> løst i sjøvann og tar opp næringsalter. Algene utgjør selve grunnlaget for den marine næringskjeden.

- Mikroalgene er encellede organismer som vokser overalt i den fotiske sonen i havet
- Makroalgene er de flercellede planter som vi kjenner som tang og tare

Siden mikro- og makroalgene er så forskjellige er prinsippene for dyrking og utnyttelse av algebiomasse grunnleggende forskjellig og blir behandlet hver for seg i dette kapitlet.

### 7.2.2.1 Mikroalger

#### ***Et stort produksjonspotensial og et stort mangfold***

Mikroalgene er de mest produktive organismene på jorda og biomassen kan fordobles en gang per døgn. Man antar det finnes mellom 200 000 og 800 000 ulike arter av mikroalger, der bare 35 000 er beskrevet, med et svært stort spenn av egenskaper som gjør dem attraktive å utnytte. På grunn av størrelsen er det vanskelig å høste dem fra ville populasjoner, men mange kan dyrkes i kultur på land. Dersom mikroalgebiomasse skal brukes industrielt er det avgjørende å velge arter med rask vekst og høyt innhold av de interessante komponentene. Det er mulig å stimulere veksthastighet og biomasseproduksjon samt innhold av bioaktive molekyler ved å regulere dyrkingsbetingelsene.

#### ***Mikroalger gir mange muligheter***

Omega-3 og -6 fettsyrene fra fisk er i utgangspunktet produsert av mikroalger. Industrielt kan alger anvendes til produksjon av biomasse, bioaktive molekyler og spesielt marine lipider til humant konsum og fisk- og dyrefôr. Proteinfraksjonene inneholder (kuldeaktive) enzymer og bioaktive peptider (blodtrykk/immunmodulering) til industrielle og medisinske anvendelser. Fraksjonen av metabolitter kan finne viktige medisinske anvendelser. Pigmenter kan brukes som fargestoff og solbeskyttelse. Det ligger derfor store muligheter i å ekstrahere ut verdifulle komponenter fra algene. I Europa er kosmetikk- og farmasiindustrien blant de fremste til å drive bioprospektering og forskning på mikroalger. Etterspørselen etter naturlige komponenter som kan erstatte kjemisk framstilte stoffer øker.

Det er også mulig å anvende hel algebiomassen i mat, "functional food" og fôr. Til humant konsum finnes mange produkter som er tilsatt mikroalger og som dermed markedsføres som sunne. Kanskje særlig interessant i norsk sammenheng er studier som viser at opp til 9 % innblanding av mikroalger i laksefôr har positiv effekt på vekst og helse. Dyrkede mikroalger kan dermed være et viktig bidrag i bærekraftig produksjon av fiskefôr.

#### ***Den verdifulle oljen i mikroalger***

Det høye oljeinnholdet i noen arter av mikroalger gjør dem interessante som råstoff for produksjon av bioenergi, særlig biodiesel. I framtida vil biodiesel fra mikroalger kunne erstatte fossilt drivstoff, men det vil kreve mye innsats på optimalisering av arter og avl, utvikling av teknologiske løsninger for dyrking av biomassen og skreddersøm av algens sammensetning. Det er vanskelig å anslå når produksjonsteknologien blir god nok og biodiesel-etterspørselen stor nok til at mikroalger blir en aktuell råvare for kommersiell produksjon av biodiesel. Men det er sannsynlig at det vil ta lang tid før omega-3 olje fylles på tanken. Markedsverdien for energiprodukter fra mikroalger ligger fortsatt på 1 000 kroner

per tonn, mens markedsverdien på høykostprodukter fra mikroalger kan være 10 000 kroner per gram. Innen 2050 har slik produksjon sannsynligvis ikke rukket å bli lønnsom i Norge. I mellomtiden skreddersys det arter og utvikles dyrkingssystemer for produksjon av høykvalitets oljer som har store anvendelsesmuligheter i mat og fôr.

### ***Dyrking av mikroalger i Norge***

Det finnes svært mange ulike typer dyrkingsanlegg for mikroalger. Åpne damanlegg og kanaler for dyrking av mikroalger er billige i drift, men vanskelige å kontrollere både med hensyn på vekst og kontaminering. Lukkede alge-bioreaktorer der algekulturen pumpes rundt i rør gir mulighet for økt kontroll og muliggjør en effektiv utnyttelse av sollyset. Her til lands vil mikroalgedyrking bare kunne foregå innendørs, helst i drivhus med en kombinasjon av sol og kunstig lys. Spesielt gunstig er det om produksjonen kan etableres i tilknytning til eksisterende industri med overskudd på CO<sub>2</sub> og varme.

Som et resultat av langsiktig grunnforskning og satsingen på "Marin bioprospektering" kan algeproduksjon gi tilgang på biomasse med stort potensial innen helserelaterte disipliner, mat, kosmetikk og spesielle ingredienser til fôr som den viktige omega-3 fettsyren DHA. Norge har kompetanse og infrastruktur til en satsing innen mikroalger, men foreløpig svært få norske industriaktører til å dra et utviklingsløp. Uten en kombinasjon av sterke og drivende industribedrifter sammen med offentlig bidrag vil oppbyggingen av en lønnsom industri basert på dyrking av mikroalger i Norge ta mange år.

### **7.2.2.2 Makroalger**

#### ***Norge har gode forutsetninger for produksjon av makroalger***

Langs Norges lange kyst vokser mange ulike tang- og tarearter, og mange av disse har vært utnyttet som mat til folk og fe oppgjennom århundrene. Vi har en lang tradisjon for forskning og utnyttelse av disse ressursene, alginat- og tangmelindustrien baseres på en årlig høsting av rundt 200 000 tonn stortare og grisetang.

På verdensbasis dyrkes det 15,8 millioner tonn makroalger mens det høstes 1,1 millioner tonn (2011) som anvendes til mat, fôr, kjemikalier, medisin, helsekost, kosmetikk og gjødsel. Kina sammen med Filippinene, Korea og Japan står for 90 % av produksjonen. I Norge har vi både naturgitte og teknologiske forutsetninger for en langt større aktivitet enn den vi har i dag. Norge har sterk biologisk kompetanse på makroalger og er verdensledende på å utvikle og drifte havbrukskonstruksjoner. Sammen med europeiske kompetansemiljøer på makroalger kan vi utvikle effektiv dyrkingsteknologi som gir oss biomasse med skreddersydde egenskaper for en lang rekke produkter, både til eget bruk og eksport. Vår bioteknologisk kompetanse gir oss mulighet til å utvikle prosesseringsteknologi som ivaretar alle de viktige komponentene i råstoffet.

#### ***Råvare med mange anvendelser***

##### ***Mat***

I Asia brukes størstedelen av de dyrkede makroalgene til mat. I Norge og i Europa ellers har vi hatt svært liten tradisjon for å spise tang og tare, men den raskt økende populariteten til sushi tyder på at vi er i ferd med å endre matvanene og i dagligvarebutikkene kan man nå kjøpe importerte makroalge-produkter.

Noen restauranter begynner også å eksperimentere med norsk tang og tare, og interessen for tang og tare som en selvstendig ingrediens i maten vår vil nok øke betraktelig mot 2050.

Tang og tare har høyt innhold av karbohydrater, vitaminer (B og C), antioksydanter og mineraler, og noen arter har proteininnhold på opp mot 40 %. I tillegg er det stor variasjon i form, farge, tykkelse, tekstur og smak. Dette kan gjøre makroalger svært attraktive til mat.

De mest aktuelle artene til mat i Norge er sukkertare (*Saccharina latissima*), butare (*Alaria esculenta*), fjærehinne (*Porphyra spp.*) og søl (*Palmaria palmata*). Disse ligner på arter som dyrkes i stor skala i Øst-Asia og som dermed har en vel etablert anvendelse og muligheter for eksport. Arter som havsalat (*Ulva lactuca*) og *Chondrus crispus* er også aktuelle i Norge.

#### Fôr

Noen makroalger har et relativt høyt proteininnhold og dette kan gjøre dem aktuelle som råstoff til fôrproduksjon. For eksempel kan butare, fjærehinne og havsalat ha henholdsvis 20 %, 37 % og 25 % proteiner og en rekke vitaminer og mineraler. Brunalgene er kilde for flere immunstimulerende komponenter, som laminaran ( $\beta$ -1,3-glukan) og høy-M alginat (mannuronsyre), og innblanding av makroalger og makroalgeekstrakter i fiskefôr har gunstige helseeffekter som bedre tarmhelse og økt resistens mot lakselus og infeksjonssykdommer. Videre er den høye karbohydratfraksjonen i tang og tare interessant for bruk som substrat for mikrobiell produksjon av encelleprotein, som i neste omgang kan anvendes i fôr. Makroalger er altså et svært interessant råstoff for fôr til oppdrettsfisk og landdyr, både som proteinkilde, "functional food" og som basis for encelleprotein. De kan representere et betydelig bidrag til framtidig bærekraftig fôrproduksjon basert på biomasse produsert av primærprodusenter. Høyt jod-innhold kan være en utfordring i forhold til å bruke hel tang og tare til fôr og biomassen må prosesseres for å redusere innholdet.

#### Kjemikalier og bioaktive forbindelser

Hydrokolloidene alginat, carrageenan og agar brukes som stabilisatorer, fortyknings- og bindemidler og er de viktigste kjemikaliene som utvinnes av tang og tare. Alginat ekstraheres fra innhøstet biomasse av noen utvalgte brunalger, mens carrageenan og agar kommer fra rødalger som dyrkes i tropiske strøk. Dette er en veletablert industri med store aktører og store volumer. En bærekraftig økning i denne industrien i Norge må baseres på dyrket biomasse.

Makroalger innehar mange dokumenterte og en del mindre dokumenterte helsefremmende elementer som er aktuelle for anvendelse i plantevern, medisin, helsekost og kosmetikk. Norge har god kompetanse innen bioteknologi og bioprospektering og en stor mulighet til å utvikle produkter og nye verdikjeder basert på norske tang- og tarearter. I en industribasert produksjon av spesielle forbindelser vil dyrking kunne være en forutsetning for forutsigbar tilgjengelighet og kvalitet på råstoffet. Den høye prisen på slike produkter er en viktig faktor for å gjøre dyrking av biomasse lønnsomt, og gir mulighet for restfraksjoner som kan anvendes til prosessering til lavkostprodukter som for eksempel ulike typer bioenergi og gjødselprodukter.

## Energi

Til tross for at biodrivstoff trolig er blant de dårligst betalte produktene som kan lages fra tang og tare, er det nettopp denne anvendelsen av makroalger det nå knyttes størst interesse til i den vestlige delen av verden, og som det bevilges mest forskningspenger til internasjonalt. Dette drives av etterspørselen etter biomasse til bærekraftig framstilling av biodrivstoff, spesielt til transportsektoren. Det ligger virkelig store potensialer i de store tareartene til bioenergi. Tare kan ha opp til 60 % karbohydrater hvorav 80 % kan fermenteres til etanol<sup>36</sup>. Andre biodrivstoff som butanol og metangass er også aktuelle produkter.

Sukkertare er blant verdens hurtigst voksende og mest effektive planter til å fiksere CO<sub>2</sub>. De kan dyrkes uten bruk av matjord, ferskvann, sprøytemidler og gjødsel. At tare kan dyrkes uten bruk av kunstig gjødsling kan vise seg å bli en avgjørende faktor for etablering av tare som et svært viktig råstoff til bioenergiformål, da landbaserte biomassevekster er avhengig av tilførsel av fosfor for optimal vekst og jordas kjente fosforforekomster begynner å tømmes. I denne sammenhengen kan det også være interessant å se på dyrking av makroalger som en mulighet for å fange fosfat fra sjøvannet som kan brukes til andre anvendelser, blant annet i gjødsel til matproduksjon på land.

Det finnes store arealer som egner seg for industriell dyrking. Norge har 90 000 km<sup>2</sup> økonomisk sone, med mange næringsrike, høyproduktive "upwelling"-områder og elveutløp, og utpeker seg som en naturlig aktør i en biomasseproduksjon basert på makroalger. Norge har også spesielt gode muligheter for å dyrke tare i IMTA i nærheten av oppdrettsanlegg for laks (Integrert Multitrofisk Akvakultur). Det er vist at taren kan utnytte og vokser raskere med gjødslingen av nærings saltene fra oppdrettsanlegg<sup>37</sup>.

Verdikjeden basert på tare til biodrivstoff omfatter både dyrking av biomasse og nedstrøms prosessering til biodrivstoff. Per i dag eksisterer ingen kommersiell verdikjede, men mange aktører innen industri og forskning jobber med å løse utfordringer knyttet til biologi, dyrkingsanlegg og prosessering, og forventer kommersiell aktivitet innen 2020. Nøkkelen til lønnsomhet ligger i dyrking i industriell skala med høy grad av mekaniserte og automatiserte løsninger, og en dyrkingsstrategi som utnytter det genetiske potensialet i taren til hurtig biomasseproduksjon og høyt innhold av karbohydrater. Fullstendig utnyttelse av hele biomassen er også en forutsetning.

### **Norge som teknologileverandør**

Selv om andre land ligger langt foran Norge i kompetanse på dyrking av tang og tare kan vår havbrukskompetanse gjøre oss til en viktig leverandør av teknologi til industriell dyrking internasjonalt. Det er utført flere vellykkede dyrkingsforsøk med sukkertare og butare her til lands de siste 4 årene og livssyklusen til sukkertare beherskes. Tare dyrking er en kommende næring med foreløpig noen få aktører. Muligheten til suksess i makroalgenæringa kan ligge i differensiering i arter og produkter. Anvendelser til energi, fôr og mat vil sannsynligvis være de største driverne for teknologit utviklingen i nærmeste framtid. Potensialet som ligger i ulike arter må derfor utnyttes og dyrkingsteknologi for disse utvikles og tilpasses for å utnytte de naturgitte betingelsene.

---

<sup>36</sup> Wargacki, A. J.; Leonard, E.; Win, M. N.; Regitsky, D. D.; Santos, C. N.; Kim, P. B.; Cooper, S. R.; Raisner, R. M.; Herman, A.; Sivitz, A. B.; Lakshmanaswamy, A.; Kashiyama, Y.; Baker, D. & Yoshikuni, Y. (2012). An Engineered Microbial Platform for Direct Biofuel Production from Brown Macroalgae, *Science* 335/6066, pp. 308-313

<sup>37</sup> Handå A, Forbord S, Wang X, Broch OJ, Dahle SW, Størseth TR, Reitan KI, Olsen Y and Skjeremo J (2012). Seasonal- and depth-dependent growth of cultivated kelp (*Saccharina latissima*) in close proximity to salmon (*Salmo salar*) aquaculture: Implications for macroalgae cultivation in Norwegian coastal waters. Submitted to *Aquaculture*.

### 7.2.2.3 Volum- og verdianslag

Viktige forutsetninger for vekst innen dyrking av mikroalger er:

- Mikroalgedyrking vil ikke nødvendigvis foregå i Norge i fremtiden, men i land som har bedre naturgitte fordeler for å få til dette (sol, fornybare energikilder, næringsalter). Dyrkingsselskap(ene) kan gjerne være norskeide om kompetansen og teknologien utviklet for å få kostnadseffektiv produksjon har foregått i Norge eller med norske bidrag.
- Kunnskapsgenerering innen produksjonsteknologi og –effektivisering og kommersialisering av denne.

Viktige forutsetninger for å få vekst innen dyrking av makroalger er:

- Anvendelse av makroalger til formål som krever store volumer utvikles fullt ut, blant annet til bioenergi og fôr.
- At en ytterligere utnyttelse av kystsonen til flytende installasjoner aksepteres, og at det utvikles arealeffektiv dyrkingsteknologi.
- Kunnskap og teknologi utvikles slik at hele biomassen utnyttes (bioraffineri).

Volumanslagene som legges til grunn for anslag av verdi:

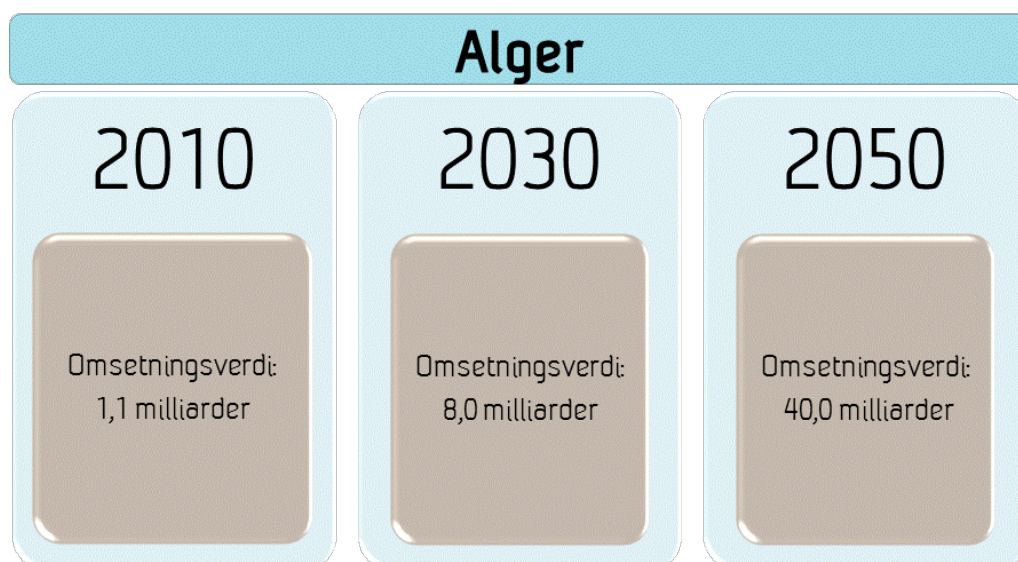
Tabell 7-2 Volumanslag for makro- og mikroalger

	2010	2030	2050
Mikroalger	0 tonn	10 000 tonn	500 000 tonn
Makroalger	0,2 mill tonn*	4 mill tonn	20 mill tonn

\*Høsting av ville bestander

Prisanslag:

- Makroalger 2030: kr 2 pr kg gir 8 mrd. kr
- Makroalger 2050: kr 2 pr kg gir 40 mrd. kr
- Kr 2 pr kg forutsetter at en stor andel av produksjonen blir brukt til biobrensel/bioetanol, men ikke alt (som er bedre betalt)



Figur 7-14 Omsetningsverdi for makro- og mikroalger

### 7.2.3 Høyproduktive havområder

Med høyproduktive havområder menes havområder der produksjonen gjennom naturlige prosesser eller ulike inngrep kan styres mot høy, høstbar avkastning av ønskede og attraktive arter av dyr og planter.

Havområdene på kloden har svært ulikt potensiale for høstbar produksjon. De åpne havområdene er ofte for marine ørkenner å regne, mens kystområder kan være langt mer produktive. Spesielt er den høstbare produksjon stor i klodens oppstrømningsområder («upwellingsområder») som er en del av kystområdene der dypvann med plantegjødselstoffer som nitrat og fosfat bringes opp i store mengder og legger grunnen for en stor produksjon i hele næringskjeden. I det klassiske arbeidet til John Ryther<sup>38</sup> har han anslått at innpå 50 % av den marine høstbare produksjonen skjer i oppstrømningsområder og at den resterende i hovedsak skjer i kystfarvann (<200 meter dyp). Årsaken er grad av naturlig gjødsling, men primært skyldes dette at næringskjedene er langt kortere i oppstrømningsområder (2-3 trinn) og kystområder (3-4 trinn) enn i åpent hav (5-6 trinn) (se Figur 6-2). Dette viser et potensial for å kunne øke produksjonen i kystnære havområder gjennom kulturbetinget marin produksjon, fordi ett trinn ned i næringskjeden kan representere en 8-10-dobling av høstbar produksjon.

Japan, Kina og andre asiatiske land har utnyttet havets potensiale i flere ti-år, spesielt Japan der kysten dyrkes systematiske av lokalsamfunn med rettigheter til høsting. I Kina har store bedrifter fått tidsbegrensede lisenser til kultivering av havområder. Bedriften Zhangzidao Group i Kina dyrker et grunt havområde øst for Dalian, tilsvarende arealet til Oppdal kommune, gjennom massiv utsetting av yngel av kamskjell, sjøpølser og kråkeboller. Høstingen gjøres av dykkere når organismene når markedsstørrelse, og gjenfangsten er god (<30 %).

Norge har store grunne havområder som kan utnyttes på samme måte for eksempel for hummer, kamskjell og andre høyprisede stedbundne organismer som er egnet for havbeite. Vi har etablert et lovverk som i prinsippet tillater havbeite, men vi har egentlig ikke utforsket de biologiske og lovmessige egnethetene gjennom konkrete prosjekter. Kulturbetinget marin høsting kan bli svært viktig om det ikke lykkes å generere nye fôrressurser til akvakultur, fordi produksjonen ikke krever fôring. Aktiviteten vil kunne drives i arealer allokert til akvakultur og taredyrkning eller til annen næringsvirksomhet i kystsonen.

Tiltak som kan bidra til økt høstbar produksjon av ønskede arter er for eksempel:

- Kunstig skapt oppstrømming av dypvann, eventuelt i kombinasjon med energiproduksjon
- Kunstige rev, som habitatsforbedring, øker produksjonen generelt
- Yngelteknologi av aktuelle arter; for eksempel hummer og stort kamskjell
- Metoder for utsetting, forsterkning av ønskede arter og predator kontroll
- Økt kunnskap om marine produksjonsforhold med tanke på styring av produksjon i grunne havområder
- ROV teknologi (Remotely Operated Vehicle) for overvåking og høsting av dyrkede organismer i grunne havområder

---

<sup>38</sup> Ryther 1966. Photosynthesis and fish production in the sea. *Science* **166**, 72-76

Forsknings- og utviklingsarbeidet og en senere oppstart av kommersielt kulturbetinget høsting må utvikles i et internasjonalt samarbeid, der vi kan lære av asiatiske land. Det er vanskelig å anslå verdiskapingspotensialene som ligger i å utvide de høyproduktive havområdene, men det er sannsynlig at det vil være en vesentlig og økende aktivitet i 2050. Dette fordi vi har egnede kystforhold, noen egnede organismer med høy pris i markedet og store interesser i å utvikle sjømatnæringen videre. Kanskje blir dette den viktigste metoden for sjømatproduksjon etter 2050? Produktene som kan høstes antas å ha en verdi på kr 50 pr kg (hummer, kamskjell).



Figur 7-15 Omsetningsverdi for høyproduktive havområder

### 7.3 Globale muligheter

Denne analysen har hovedfokus på marin verdiskaping i Norge, men i og med at næringen alltid har vært og kommer til å fortsette å være internasjonalt orientert, vil vi i dette kapitlet kort kommentere ulike muligheter knyttet til internasjonale aktiviteter generelt og investeringer i utlandet spesielt.

De viktigste eksportrettede aktivitetene er i dag knyttet til:

- Eksport av sjømat. 90 % av produktene selges i andre markeder enn Norge. Norske sjømataktører har sterke relasjoner til de mange sjømatmarkedene man opererer i.
- Eksport av fiskeri- og havbruksteknologi. Norge er anerkjent for sine teknologiske løsninger innen fiskeri- og havbruksteknologi, og eksporterer fiskeri- og oppdrettsteknologi til en rekke land. Med teknologi må her forstås et utvidet teknologibegrep slik at det omfatter også fôrproduksjon, vaksiner og avlsprodukter.
- Eksport av forvaltningskompetanse. Norge er anerkjent for sin forvaltningskompetanse, og bistår flere land med å etablere nye forvaltningssystemer. Norges forvaltningskompetanse har også en avgjørende rolle når det gjelder forvaltning av nordområdene.
- Eksport av kunnskap. Forskning er i sin natur internasjonal og norske forskningsmiljøer har et utstrakt samarbeid med forskere fra andre land. I tillegg til forskningsmiljøene, er det også eksport av kunnskap knyttet til blant annet konsulentselskap der U-hjelpsprosjekter/bi-standsarbeid er en del av virksomheten, om enn i et beskjedent omfang.
- Etablering av næringsvirksomhet i andre land. Norske aktører gjør investeringer i andre land ved etablering/oppkjøp av oppdretts- og fiskeriaktivitet, og dette kan generere verdier i norske selskap.

Etablering av næringsvirksomhet i andre land har tidligere blitt lite omtalt. Det er en aktivitet som har foregått i mange år, men med ulik intensitet. Norske fiskeriinteresser har vært engasjert både i flåte- og landbasert virksomhet i andre deler av verden en årrekke. Norsk havbruksselskapers investeringer i andre lakseproduserende land de senere årene har aktualisert problemstillingen. Havbruksselskapene har investert i bl.a. Skottland, Canada, USA og Chile. Overskuddet i disse selskapene, gitt at de er organisert som et datterselskap, pløyes tilbake i det norske morselskapet, mens skatter og avgifter betales til myndighetene i de landene de er etablert. Således bidrar aktiviteten til økt verdiskaping i Norge.

Kanskje viktigere enn den direkte verdien som pløyes tilbake er den kunnskapstilførsel som et internasjonalt engasjement gir til den bedriften som engasjerer seg i utlandet, og som igjen er med på å styrke bedriftens innovasjonsevne. Dette gjelder selvsagt også for andre kompetansemiljøer som har kontakter internasjonalt. Internasjonal aktivitet åpner også for å utvikle norske talenter, samt øke attraktiviteten til bedriftene ved at man kan tilby internasjonale engasjement.



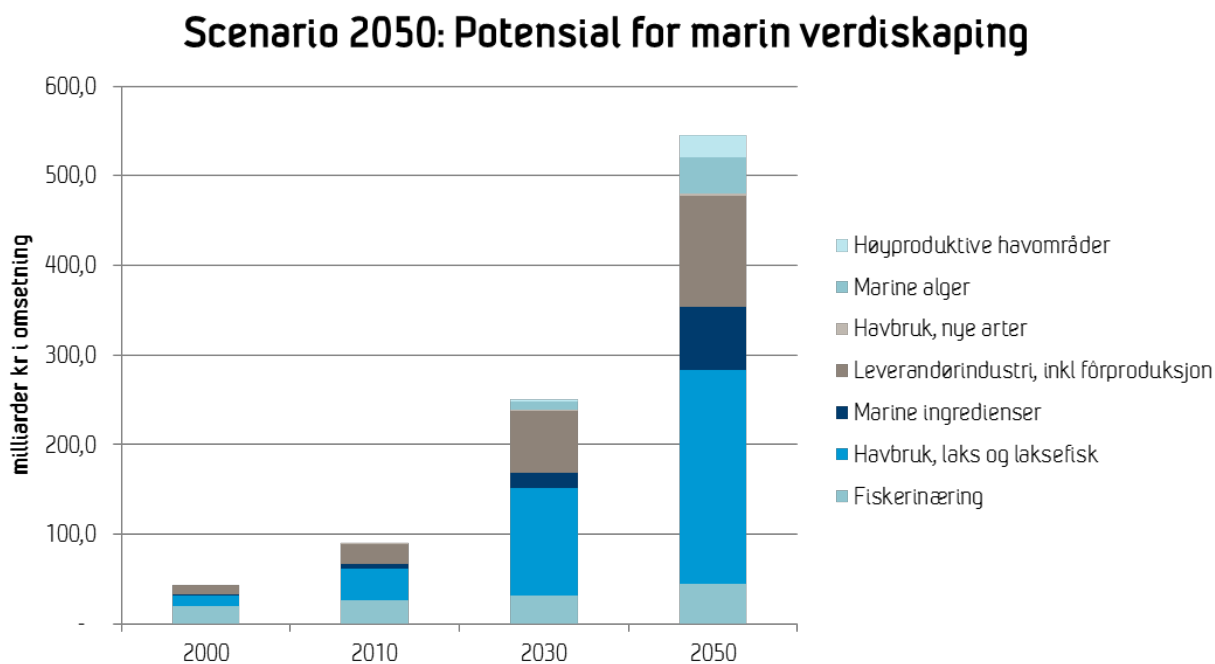
## Fremtidsperspektiver

Hvordan vil situasjonen utvikle seg frem mot 2050? Sannsynligheten for at norske aktører øker sitt internasjonale engasjement de neste 40 årene er stor. Graden av etablering av næringsaktivitet i andre land, vil fra havbruksnæringens side være mye styrt av rammebetingelsene som "tilbys" i det enkelte land. De store selskapene vil etablere virksomheten i de landene som i tillegg til naturgitte forhold og en viss kompetansebase, kan tilby gunstige rammebetingelser – sett fra selskapenes side.

Leverandørindustrien vil nok i stor grad følge de store havbruksselskapene, men de vil i tillegg satse på eksport til en del land som har oppdrett av andre arter enn laks og ørret. Det ligger et stort mulighetsrom her, men vil kreve tunge satsinger både fra det offentlige og det private, samt at det må skje en strukturering innen leverandørleddet.

## 7.4 Oppsummering

I Figur 7-16 under er potensialet for marin verdiskaping innen de ulike områdene oppsummert. Den marine verdiskapingen er i 2050 estimert til å kunne være i størrelsesorden 550 milliarder kroner.



Figur 7-16 Potensial for marin verdiskaping i 2050

## 8 Kilder

Burson & Marsteller. (2010). Omdømmeanalyse av norske leverandører til akvakultursektoren. Utført for Teknologi akvARENA

FAO/WHO Expert Consultation on the Risks and Benefits of Fish Consumption, September 2011

Fiskeri- og kystdepartementet m.fl. (2009). Marin bioprospektering – en kilde til ny og bærekraftig verdiskaping. Nasjonal strategi 2009.

Fiskeridirektoratet 2012, Offentlig tilgjengelig statistikk

Fremtidens lakseoppdrett. Teknologirådet, nr 1. 2012

Garcia, S.M. et.al. (2012). Reconsidering the consequences of selective fisheries, Science, vol 335, s 1045-1047.

Handå A, Forbord S, Wang X, Broch OJ, Dahle SW, Størseth TR, Reitan KI, Olsen Y and Skjeremo J. (2012). Seasonal- and depth-dependent growth of cultivated kelp (*Saccharina latissima*) in close proximity to salmon (*Salmo salar*) aquaculture: Implications for macroalgae cultivation in Norwegian coastal waters. Submitted to Aquaculture.

Henriksen, K., Sandberg M.G., Olafsen, T. Bull-Berg, H., Johansen, U., Stokka, A. (2012). Verdiskaping og sysselsetting i norsk sjømatnæring 2010 – en ringvirkningsanalyse, SINTEF Rapport A23089

<http://ec.europa.eu/research/horizon2020/>

<http://www.ipcc.ch/>

<http://www.millennium-project.org/>

[http://www.millennium-project.org/millennium/Global\\_Challenges/chall-03.html](http://www.millennium-project.org/millennium/Global_Challenges/chall-03.html)

[http://www.millennium-project.org/millennium/Global\\_Challenges/chall-13.html](http://www.millennium-project.org/millennium/Global_Challenges/chall-13.html)

<http://www.purehelp.no>

Marine Board & European Science Foundation Position paper 15 «Marine Biotechnology; A New vision and strategy for Europe» September 2010

Mathiesen, A.M. (2012). Aquaculture towards 2030: Policies for sustainable development. FAO. Presentation AquaVision 2012.

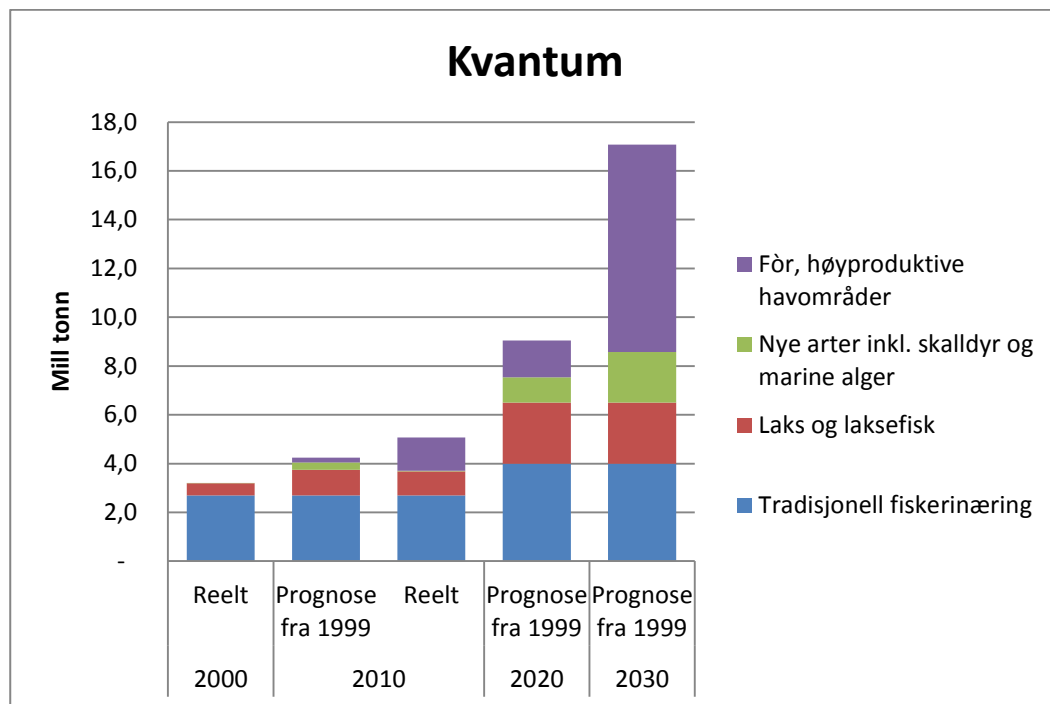
Olafsen m fl. (2006). Utnyttelse av biomarine ressurser: Globale muligheter for norsk ekspertise. NTVA/DKNVS rapport

Olafsen, T., Sandberg, M.G., Henriksen, K., Bull-Berg, H., Johansen, U., Stokka, A. (2010). Betydningen av fiskeri og havbruksnæringen for Norge - en ringvirkningsanalyse. SINTEF Rapport A19673

Olsen, O.C, Krogstad, N.O., Blakstad, F. og Pedersen, J. (2011). Vekst, lønnsomhet og organisering av leverandørene til havbruksnæringen. Utfordringsnotat til Teknologi akvARENA, utarbeidet av INAQ Management

- Presentasjon fra sjefsøkonom Øystein Dørum, DNB under FHLs generalforsamling i mars 2012
- Richardsen, R. & Olafsen, T. (2011). Marin ingrediensindustri 2007-2010. SINTEF Rapport A 178320
- Richardsen, R. (2011). Norsk marin ingrediensindustri. Struktur og lønnsomhet 2007 -2010. SINTEF-Rapport A21511
- Ryther 1966. Photosynthesis and fish production in the sea. Science 166, 72-76
- Sarpebakken, B. (2011). Ressursinnsatsen til marin FoU og havbruksforskning i 2009. NIFU-rapport nr 10.
- Sundby, S. (2012). Effekter av klimaendringer på norske kyst- og havområder. Havforskningsinstituttet. Presentasjon februar 2012.
- Tacon and Metian. (2008). sammenstilling av Olsen (2011)
- Reve, T og Sasson, A. (2012). Et kunnskapsbasert Norge. Universitetsforlaget.
- UNU- IAS Rapport «Bioprospecting in the Arctic» 2008 United Nations University – Institute of Advanced Studies
- Varestrømanalysen 2011, Stiftelsen RUBIN
- Wargacki, A. J.; Leonard, E.; Win, M. N.; Regitsky, D. D.; Santos, C. N.; Kim, P. B.; Cooper, S. R.; Raisner, R. M.; Herman, A.; Sivitz, A. B.; Lakshmanaswamy, A.; Kashiyaama, Y.; Baker, D. & Yoshikuni, Y. (2012). An Engineered Microbial Platform for Direct Biofuel Production from Brown Macroalgae, Science 335/6066, pp. 308-313

## Vedlegg Tabeller



Figur Prognoser fra 1999 sammenlignet med reelle tall fra 2010 - kvantum

Tabell Prognoser fra 1999 sammenlignet med reelle tall fra 2010 – kvantum

	2000	2010		2020	2030	Kilde/kommentar
	Reelt	Prognose fra 1999	Reelt	Prognose fra 1999	Prognose fra 1999	
<b>Tall i millioner tonn</b>						
Tradisjonell fiskerinæring	2,7	2,7	2,7	4,0	4,0	Kvantum landet på første hånd. Kilde: Fiskeridirektoratet
Laks og laksefisk	0,5	1,1	1,0	2,5	2,5	Solgt mengde laks, rundvekt etter sulting og bløgging. Kilde: Fiskeridirektoratet
Nye arter inkl. skalldyr og marine alger	0,0052	0,3000	0,0256	1,0400	2,0800	Solgt mengde marin fisk etter sulting og bløgging. Kilde: Fiskeridirektoratet
Før, høyproduktive havområder	-	0,2	1,4	1,5	8,5	Fiskefôrproduksjon i Norge. Kilde: Fiskeridirektoratet
Marine biokjemikalier og energibærere			0,15			Tall her blir irrelevant, unntatt på høsting av tare der høstingen er ca 150 000 t pr år
Utstyr, oppdrett utland, kompetanse						Tall her blir irrelevant

Tabell Prognoser fra 1999 sammenlignet med reelle tall fra 2010 – verdi

Tall i mrd kr	2000	2010		2020	2030	Kilde/kommentarer
	Reelt	Prognose fra 1999	Reelt	Prognose fra 1999	Prognose fra 1999	
Tradisjonell fiskerinæring	20,0	27,0	26,7	45,0	65,0	Eksportverdi + innenlandsverdi produkter. Kilde: Eksportutvalget for fisk
Laks og laksefisk	12,1	23,0	34,8	58,0	58,0	Eksportverdi + innenlandsverdi produkter. Kilde: Eksportutvalget for fisk
Nye arter inkl. skalldyr og marine alger	-	6,0	0,5	19,0	35,0	Eksportverdi + estimat av innenlandsverdi produkter. Kilde: Eksportutvalget for fisk
Fôr, høyproduktive havområder	-	1,0	12,3	7,5	42,5	Anslått gjennomsnittspris på fiskefôr
Marine biokjemikalier og energibærere	0,5	0,8	1,8	1,7	2,4	Høsting av tare og alginatproduksjon. Kilde: "Norsk marin ingrediensindustri. Struktur og lønnsomhet. SINTEF rapport nr A21 511. <a href="http://www.purehelp.no">www.purehelp.no</a>
Utstyr, oppdrett utland, kompetanse	11,0	17,0	6,0	27,0	36,0	Kilde: Tidligere NTVA rapport + estimat (usikkert)
Biomarin ingrediensindustri			4,8			Kilde: "Norsk marin ingrediensindustri. Struktur og lønnsomhet. SINTEF rapport nr A 21511

