

**RAPPORT NR. 2107** | Helge Bremnes, Svein Erik Gaustad, Bjørn G. Bergem, Rikke Maria Strand Ipsen, Céline Rebours, Pierrick Stévant

# MOT EN STORSTILT SATSING PÅ DYR KING AV MAKROALGER?

Kunnskapsgrunnlag til fylkeskommunen i Møre og Romsdal



---

<b>TITTEL</b>	Mot en storstilt satsing på dyrking av makroalger?
<b>FORFATTERE</b>	Helge Bremnes, Svein Erik Gaustad, Bjørn G. Bergem, Rikke Maria Strand Ipsen, Céline Rebours, Pierrick Stévant
<b>PROSJEKTLEDER</b>	Svein Erik Gaustad
<b>RAPPORT NR.</b>	2107
<b>SIDER</b>	50
<b>PROSJEKTNUMMER</b>	55162
<b>PROSJEKTITTEL</b>	Strategisk vurdering makroalger
<b>OPPDRAKSGIVER</b>	Møre og Romsdal fylkeskommune, Kontaktpersoner: Rebekka Varne, Bengt Endreseth
<b>ANSVARLIG UTGIVER</b>	Møreforskning AS
<b>ISSN</b>	0806-0789
<b>ISBN</b>	978-82-7830-348-1
<b>DISTRIBUSJON</b>	<a href="http://www.moreforskning.no">www.moreforskning.no</a>

---



---

## FORORD

---

Møre og Romsdal Fylkeskommune har ved flere anledninger bidratt til å bygge kompetanse i regionen på dyrking av makroalger. For at dyrking av makroalger skal bli en lønnsom bærekraftig næring er det flere utfordringer som må løses. Møre og Romsdal fylkeskommune ønsker å bidra til et større løft for makroalgenæringen og i så henseende ble Møreforskning kontaktet. Denne rapporten gir en grundig analyse av makroalgenæringen og kommer med konkrete forslag hvordan Møre og Romsdal bør organisere en felles satsning kalt Ocean Seaweed Senter.

Dette er en grundig rapport som adresserer sentrale elementer for å bygge en bærekraftig makroalgenæring. Rapporten er skrevet fra et samfunnsøkonomisk perspektiv i ett dialog med naturvitere innen makroalger. Konkret er det Møreforskning sine avdelinger i Molde og Ålesund som har samarbeidet, og arbeidet med denne rapporten har lagt grobunn for en sterk tverrfaglig FoU kompetanse i regionen innen makroalger.

Prosjektgruppen håper rapporten er et godt beslutningsverktøy for fylkeskommunens videre satsning på makroalger. Møreforskning takker for oppdraget og ser fram til fremtidige samarbeid.



---

## INNHold

---

<b>0. OM OPPDRAGET FRA MØRE OG ROMSDAL FYLKESKOMMUNEN</b> .....	<b>6</b>
NORSK SATSING INNENFOR DYRKING AV MAKROALGER .....	6
GRENSESNITT MOT ANDRE BIDRAG FRA FYLKESKOMMUNEN .....	7
FYLKESKOMMUNENS BESTILLING .....	8
<b>1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER</b> .....	<b>9</b>
RAPPORTENS OPPBYGGING .....	9
VÅR TILNÆRMING .....	10
HOVEDFUNN.....	11
<b>2. DYRKING AV MAKROALGER I NORGE</b> .....	<b>15</b>
HVOR KONKURRANSEDYKTIG ER NÆRINGEN I DAG? .....	20
HVILKE TYPER PRODUKSJON SATSES DET PÅ I DAG?.....	23
<b>3. VEIKART FOR MAKROALGENÆRINGEN – EN HISTORIE OM SAMKONKURRANSE</b> .....	<b>25</b>
SAMKONKURRANSE OG INNOVASJON .....	26
PRODUSENTER AV MAKROALGER SOM VIL VÆRE BRUKERE AV INFRASTRUKTUREN .....	27
KOMPLEMENTØRER .....	29
KUNDER .....	32
LEVERANDØRER .....	34
KONKURRENTER.....	34
<b>4. ORGANISASJONFORM FOR OCEAN SEAWEED CENTRE</b> .....	<b>36</b>
HVA ER FORMÅLET MED OCEAN SEAWEED CENTRE (OSC) .....	36
SELSKAPSFORMER .....	37
VURDERINGER VED VALG AV SELSKAPSFORM.....	39
NASJONAL SATSING PÅ FORSKNINGSINFRASTRUKTUR .....	40
VEIEN VIDERE FOR Å STARTE AKSJESSELSKAP - GRUNNLEGGENDE STEG.....	41
<b>5. FORSKNINGSAKTIVITETER OG MØREFORSKNINGS KOMPETANSE</b> .....	<b>43</b>
KARTLEGGE POTENSIAL FOR GRØNN PLATFORM 2021 (NFR).....	43
MØREFORSKNINGS KOMPETANSE .....	44
<b>REFERANSER</b> .....	<b>47</b>

---

## 0. OM OPPDRAGET FRA MØRE OG ROMSDAL FYLKESKOMMUNEN

---

Interessen for makroalger som råstoff innen biomarin industri vokser raskt både nasjonalt og internasjonalt. Det industrielle potensialet ved bruk av makroalger er stort med mange mulige anvendelsesområder, som for eksempel direkte mat til konsum, matingredienser, førtilsetning, gjødsel, kosmetikk og bioenergi. pr. dags dato er den kommersielle produksjonen i Europa hovedsakelig basert på villfangst (for eksempel til utvinning av alginat). Imidlertid er det for tiden også en voksende interesse for *dyrking* av makroalger. Makroalgebiomasse kan dyrkes i storskala i kystområder ved bruk av tilgjengelige næringsalter uten behov for kunstig gjødsel og ferskvannsressurser. Dyrking av makroalger er i tråd med nasjonale og internasjonale strategier for bærekraftig produksjon av biomasse rettet mot ulike industrielle anvendelser (Barbier et al. 2020). Selv om industriell dyrking av makroalger i Europa foreløpig er på et tidlig stadium, i forhold til produksjonsvolum og antall bedrifter, ser man en stor økning i forsknings- og utviklingsaktiviteter, både fra forskningsmiljøer og næringslivet (van den Burg et al. 2020). Dette tyder på at makroalger vil være et viktig råstoff i tiden fremover.

### NORSK SATSING INNENFOR DYRKING AV MAKROALGER

Også i Norge er det en økt satsing på makroalger som ressurs. Ifølge FAO (2021) er Norge det landet i Europa med størst industri innen høsting av makroalgebiomasse, ca. 150 000 tonn våtvekt (Araújo et al., 2021). Hovedsakelig er dette villfangst av stortare til bruk i alginatproduksjon. Norge er også det landet i Europa med flest bedrifter innen dyrking av makroalger (Araújo et al., 2021).

Regjeringen har gjennom to strategimeldinger, Bioøkonomistrategien og Havstrategien (Nærings- og fiskeridepartementet; 2016, 2017), samt gjennom Meld. St. 22 (2016-17) pekt på det store potensialet som ligger i dyrking av makroalger. Det er her uttrykt politisk vilje til å «*videreutvikle regelverk og forvaltningsregime for dyrking og utnyttelse av makroalger*» (Nærings- og fiskeridepartementet, 2016). Dette har ført til at forskningsinstitusjoner, offentlige myndigheter og industrien har begynt å vie denne næringen større oppmerksomhet.

Den nye næringen, basert på dyrking av makroalgebiomasse, består hovedsakelig av små bedrifter med forholdsvis beskjeden produksjon. Gjennom forskning og utviklingsprosjekter bygges det imidlertid gradvis opp ny kunnskap om dyrking, prosessering og produktutvikling, med en målsetting om å få opp produksjonsnivået i storskala langs norskekysten. Det er spesielt i havområdene utenfor Nordland, Trøndelag og Møre og Romsdal som har vist seg å være mest velegnede når det gjelder dyrking av makroalger (Norderhaug et al., 2020).

Før en kan få til en lønnsom storskalaproduksjon innenfor makroalgedyrking kreves det imidlertid svar på tekniske og logistiske utfordringer som eksisterer i dag, samt at man må løse opp de flaskehalsene som oppleves som hindringer. Dette omfatter særlig prosesser knyttet til håndtering, bearbeiding og lagring. En av hovedutfordringene for industrielle aktører er å ivareta kvaliteten etter høsting på grunn av det høye vanninnholdet i makroalger (70 til 90 % av våtvekt) og rask

forringelse. Optimaliserte og lønnsomme prosesseringsstrategier for å levere produkter av høy kvalitet mangler fortsatt. Dette har blitt påpekt som en stor utfordring for fremtidig industriell utvikling (Stévant et al., 2017c; Emblemsvåg et al., 2020). Det er derfor et behov for å utvikle kostnads- og energieffektive prosesseringsstrategier for å opprettholde eller øke produktkvalitet og maksimere biomasseutnyttelse.

Tekniske og logistiske løsninger som muliggjør dyrking i storskala lenger ut i havet, samt effektive konserveringsmetoder som opprettholder kvalitet, er avgjørende for lønnsomhet og etablering av en sterk makroalgenæring i årene som kommer. Dette medfører relativt store investerings- og driftskostnader som mange private makroalgedyrkere ikke kan finansiere selv. I denne sammenheng ønsker fylkeskommunen i Møre og Romsdal å tilrettelegge for næringsutvikling basert på dyrking av makroalger ved å etablere en forskningsinfrastruktur og kunnskapscenter med fokus på industriell dyrking og prosessering av makroalgeråstoff.

### **GRENSESITT MOT ANDRE BIDRAG FRA FYLKESKOMMUNEN**

Siden 2015 har fylkeskommunen i Møre og Romsdal bidratt med finansiering av en rekke FoU-prosjekter innenfor makroalger. Eksempler på dette er blant annet:

- Kartlegging av kunnskap for tørking av makroalger (Stévant et al., 2015).
- Utrede potensialet for storskaldyrking av makroalger i Møre og Romsdal og behov for fagutdanning på videregående skoler og på fagskolenivå (Broch et al., 2016).
- Dyrkingsforsøk for å verifisere simuleringene på to konsesjoner eid av Møre og Romsdal fylkeskommune; en inne i fjordsystemet (Orstranda) og en på eksponert lokalitet (Klovningen) (Skjermo et al., 2020).
- Utprøvningsarena for dyrkingsteknologi av makroalger på værutsatt lokasjon (Lona et al., 2020).
- Kunnskapsinnhenting om konserveringsmetoder, primærprosessering, tørking og andre stabiliseringsprosesser (Stévant & Rebours, 2020).
- Ny offshore lokalitet i området utenfor Grip Kristiansund – Kartlegge egnet lokalitet for prøvedyrking av ulike arter makroalger – grunnlag for søknad om en tredje konsesjon.

Basert på resultater fra de overnevnte prosjektene, samt uttalelser fra næringen, er det avdekket behov for videre tilrettelegging for å utvikle en fremtidsnæring innenfor makroalger. Her ønsker fylkeskommunen i Møre og Romsdal å bidra. Mer spesifikt ønsker fylkeskommunen i fellesskap med ulike aktører å få etablert en forskningsinfrastruktur bestående av et anlegg til havs for dyrking av makroalger, samt et landanlegg for mottak og testprosessering av dyrkede makroalger. Med en slik infrastruktur er målet å gi næringslivsaktører muligheten til å gjennomføre forsøk og testing knyttet til dyrking, samt prosessering av makroalger, uten at bedriftene selv må ut med større investeringer i anlegg i en testfase.

## **FYLKESKOMMUNENS BESTILLING**

I dette forprosjektet, som har resultert i denne rapporten, er målet å utføre analyser for å danne grunnlag for videre strategisk arbeid knyttet til utvikling av denne infrastrukturen. Et av formålene fra fylkeskommunens side er at denne rapporten skal gi et kunnskapsgrunnlag som kan brukes til å legge frem en sak for politisk behandling. Bestillingen fra fylkeskommunen består av tre delleveranser:

1. Utrede mulighetsbildet og flaskehalsen for kommersialisering, herunder beskrive et veikart med oversikt over eksisterende forskning regionalt og nasjonalt, partnere og interessenter.
2. Utredning av en organisasjonsform som er formålstjenlig for å løfte satsingen av en felles infrastruktur.
3. Kartlegge potensial for søknad for Grønn plattform våren 2021, samt beskrive Møreforskning sin rolle.



---

## 1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

---

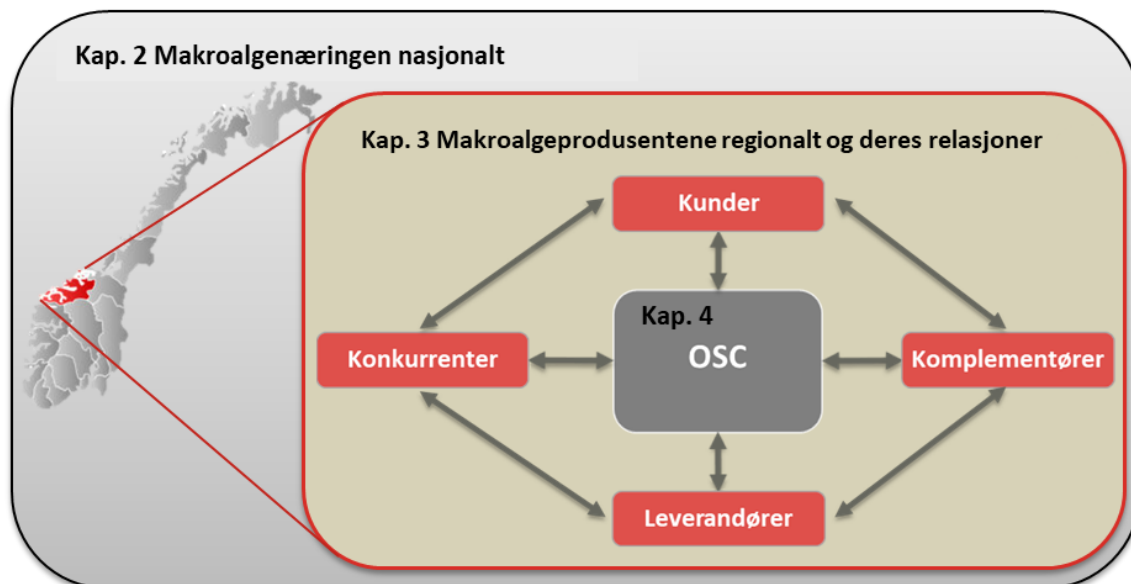
Fylkeskommunen i Møre og Romsdal vurderer å bidra økonomisk for å få bygget en infrastruktur for produksjon av makroalger. Denne satsingen skal bestå av to installasjoner, et havbruksanlegg for dyrking av makroalger til havs og et mottaksanlegg.

I denne sammenheng ønsker fylkeskommunen et kunnskapsgrunnlag som beslutningstakerne kan ta med seg inn i den politiske prosessen frem mot et eventuelt vedtak for en slik satsing. I bestillingen fra fylkeskommunen heter det:

*Prosjektets mål er å gjøre analyser som grunnlag for videre strategisk arbeid knyttet til makroalgesatsing og organisering av dette, samt kartlegge faglig retning basert på etablering av et veikart som viser andre aktørers aktivitet og kompetanse.*

### RAPPORTENS OPPBYGGING

Rapporten er bygd opp i fire deler. I kapittel 2 beskriver vi noen karakteristiske trekk som kjennetegner næringen fra et nasjonalt ståsted. Her beskriver vi kort utviklingen de siste seks årene og hva status er i dag når det gjelder aktiviteten hos de aktørene som dyrker makroalger. Kapittelet avsluttes med en kort beskrivelse av det fremtidige potensialet som kan ligge i dyrking av makroalger.



Figur 1: Oversikt over rapportens struktur.

I Kapittel 3 snevrer vi inn og ser på makroalgeprodusentene fra et regionalt ståsted. Vi tar for oss de mest sentrale aktørene i forhold til utvikling av en industri rettet mot produksjon av

makroalger. Vi vil her ta starte med de bedrifter som vil være primærbrukere av infrastrukturen som fylkeskommunen ønsker å realisere, heretter kalt *Ocean Seaweed Centre* (OSC). Disse bedriftene vil være *Hovedaktøren* i vår analyse. I all hovedsak befinner hovedaktørene seg på Nordmøre og i sydlige deler av Trøndelag. Dette definerer den regionale dimensjonen. I tillegg vil vi beskrive hovedaktørens viktigste relasjoner, det vil si de aktørene som vil kunne ha innvirkning på makroalgeprodusentenes verdiskapning; *Leverandører, Kunder, Konkurrenter* og *Komplementører*. Hver av disse er kategorisert i forhold til hvordan de kan påvirke verdiskapingen til hovedaktøren. De to førstnevnte tilfører merverdi til hovedaktøren gjennom salg (leverandøren) og kjøp (kunden) av varer og tjenester, mens de to sistnevnte kan påvirke verdiskapingen negativt ved at man kjemper om de samme kundene/leverandørene (konkurrenter) eller positivt ved at man inngår samarbeid som kan være fordelaktig for begge parter (komplementøren).

I kapittel 4 vil vi snevre ytterligere inn og drøfte ulike organisasjonsformer som kan være aktuelle ved en eventuell opprettelse av OSC. Dette kapittelet vil være basert på funnene i kapittel 2 og 3.

I det siste kapittelet vil vi sette søkelys på forsknings- og innovasjonsbehovet for denne næringen. Spesifikt vil vi kartlegge potensialet for søknad til FoU-løp til *Grønn plattform* som utlyses våren 2021. Til slutt vil vi drøfte hvilken rolle Møreforskning vil kunne ha, dersom en slik satsing blir realisert. Her vil kunnskapen og kompetansen til Møreforskning sammenstilles med næringens behov for FoU.

## VÅR TILNÆRMING

Vi har valgt å legge til grunn en tolkning som på mange måter ligner en privat investors verddivurdering av et selskap. Selv om målfunksjonen til det private er å maksimere profitt, mens fylkeskommunens innsats er mer rettet mot å gjennomføre en næringspolitikk som gir høy verdiskapning i regionen så mener vi at det er tre spørsmål som er felles i begge tilfeller:

- Hvordan ser inntekts- og kostnadssiden<sup>1</sup> ut?
- Hva er risikoen?
- Hva er vekstpotensialet?

I kapittel 2 ser vi makroalgenæringen i Norge under ett og forsøker å svare ut disse tre spørsmålene ved å gi en oppsummering av status i dag, trekke frem de markeder de opererer i, se på lønnsomheten for næringen samlet og presentere noen mulige fremtidige scenarier.

I kapittel 3 er det makroalgedyrkerne i Møre og Romsdal og Trøndelag som er analyseobjektet. Pr. dags dato er det svært få aktører som opererer aktivt i denne regionen så analyseobjektet inkluderer også fremtidige makroalgedyrkere. I dette kapittelet inntar vi en mer strategisk vinkling og stiller to vesentlige spørsmål:

---

<sup>1</sup> I verdissetingsanalyser benyttes kontantstrømmene til et selskap i stedet for inntekter og kostnader. En analyse av kontantstrømmene er imidlertid ikke mulig i dette tilfelle, med de data vi har tilgjengelig.

- Hvilke aktører har naturlige relasjonene til makroalgedyrkerne?
- På hvilken måte vil disse aktørene virke inn på verdiskapningen?

Disse spørsmålene vil hjelpe oss til å kunne si noe om hvilke incentiver som er fremtredende hos de ulike aktørene. Målet her er å se om det finnes incentiver hos andre aktører som er sammenfallende med incentivene til dem som vil satse på dyrking av makroalger. Med andre ord: finnes det noen synergier, positive eksterne effekter, o.l.?

I kapittel 4 vil vi drøfte hvordan OSC bør organiseres som selskap og driftes. Organisasjonsformen vil drøftes i lys av våre funn i kapittel 2 og 3. Vår påstand er at spørsmålet knyttet til hvilke aktører som har incentiver som sammenfaller med fylkeskommunens er vel så viktig som spørsmålet om hvordan selve organisasjonsformen skal se ut.

## HOVEDFUNN

Makroalgeindustrien i Norge består stort sett av få og små aktører der det er lite kapital. Tall fra Fiskeridirektoratets siste statistikkundersøkelse viser at det ved utgangen av 2019 var 51 bedrifter i Norge med tillatelser for dyrking av makroalger. Imidlertid var det kun 17 bedrifter som oppgav at deres tillatelser for dyrking av makroalger var i drift. Om man kun ser på de bedrifter der dyrking av makroalger er hovedaktivitet (i all hovedsak det samme som å fjerne bedrifter som lever av oppdrett av laks og ørret) så har gjennomsnittsbedriften en omsetning på om lag 500.000 NOK, og sysselsetter i underkant av ett årsverk. Lønnsomheten til disse bedriftene har i årene 2014 – 2019 stort sett vært negativ (Proff Forvalt).

Makroalgeindustrien i Norge (og for så vidt i Europa) har åpenbare FoU-utfordringer. Det er spesielt på to områder der næringen har behov for å utvikle ny kunnskap og kompetanse.

Det ene området er i forhold til utvikling av mer effektive produksjonsprosesser slik at man i større grad kan oppnå storskalaproduksjon og dermed senke enhetskostnadene. Delvis er FoU-aktivitet knyttet til mer effektive produksjonsprosesser viktig for å kunne konkurrere med land som Frankrike, Irland og Skottland, men det mest avgjørende er å få senket kostnadene til et nivå der man kan bli konkurransedyktig i forhold til de substitutter som makroalgedyrkerne vil konkurrere mot. Selv om dyrking av makroalger gir et langt lavere klimaavtrykk sammenlignet med soyabønner, vil man ikke med dagens produksjonsprosesser for dyrking, høsting og prosessering av makroalger kunne konkurrere med soyaproteiner som råstoff til fiske- og dyrefôr. Det samme gjelder også i forhold til å benytte makroalger som råstoff for produksjon av bioenergi.

Det andre området der mer FoU er nødvendig er i forhold til produktutvikling. Makroalger kan inngå som råstoff til både farmasi-, helsekost- og matnæringen. Man vet at makroalger har egenskaper og komponenter som disse markedssegmentene etterspør. Imidlertid må det mer forskning til for å verifisere at bruk av makroalger tilfredsstillende de dokumentasjonskrav som myndigheter og næringene selv har satt.

Verdiene i makroalgedyrking ligger altså ikke i dagens produksjon, men i fremtidens potensial. Slik sett vil en investering inn i denne næringen kunne betraktes som en form for en (real)opsjon – i

forkant betaler man en (liten) opsjonspremie i form av nødvendig FoU, for å avdekke de usikkerhetslementer som finnes i dag, i håp om at dette vil kunne føre til en suksessfull næring en gang i fremtiden.

Når det gjelder risikoen knyttet til hvorvidt dette potensialet vil bli realisert så er det to drivere som trekker i hver sin retning. På den ene siden er det svært sannsynlig at makroalgeindustrien vil tvinge seg frem i en eller annen retning. Eksakt hvilken retning kan være uklart, og dette vil avhenge av både utfallet av fremtidige FoU-aktiviteter, så vel som hvilke goder det vil bli knapphet på i fremtiden. Det som imidlertid er sikkert er at de aller beste dyrkingsområdene på landjorda allerede er kultivert, og at ytterligere kultivering høyst sannsynlig vil ha en høyere alternativkostnad i fremtiden. Om en setter av 0.003 prosent av havet til dyrking av makroalger vil man kunne oppnå samme mengde råvare som dyrking av 6 prosent av landjorda. Sett i et slikt perspektiv mener vi at satsing på makroalger er et lavrisikoprojekt. På den andre siden vil man sannsynligvis se et FoU-kappløp, med både vinnere og tapere. Det er svært tvilsomt at man i fremtiden vil se at samtlige land i verden med kystlinje vil ende opp som storprodusenter. Synkende gjennomsnittskostnader vil innebære at de landene som har størst konkurransefortrinn vil bli vinnerne. Med konkurransefortrinn i denne sammenheng menes både naturgitte forhold, så vel som kompetanse, kapital og teknologi. Vi mener at Norge har flere slike komparative fortrinn for produksjon av makroalger, blant annet velegnet havareal med strømminger og stabile temperaturforhold, en lang tradisjon i forhold til marine næringer og høy kompetanse innen teknologi som kan bidra til effektive produksjonsprosesser.

En utbygging av en infrastruktur slik fylkeskommunen ser for seg, med et havanlegg utenfor Grip og et landanlegg for prosessering av makroalger, må betraktes som en tidlig investering, rettet mot en næring som på det nåværende stadiet må betraktes mer som et frø enn en fullvokst plante. Nedslagsfeltet for en slik investering vil primært være i Møre og Romsdal og i sørlige deler av Trøndelag, og denne regionen har i dag 8-10 aktører som driver aktivt med dyrking av makroalger. Imidlertid anser vi at denne mangelen på antall aktører gir et samfunnsøkonomisk rasjonale som tilsier at en offentlig aktør skal være med i en slik investering.<sup>2</sup> Med det mener vi at dersom utbygging av en infrastruktur, slik den er beskrevet over, bidrar til at flere bedrifter benytter denne infrastrukturen og det utløses flere nye FoU-aktiviteter som muligens kan resultere i mer effektive produksjonsprosesser eller nye produkter fra makroalger, så er dette i tråd med den rolle som offentlige virkemidler for FoU er tiltenkt; dvs. de offentlige virkemidlene for FoU skal bidra til å initiere aktivitet som ellers ikke ville blitt gjennomført dersom virkemiddelet ikke eksisterte, og samtidig skal virkemiddelet ikke ha noen konkurransevridende effekter.

Et springende spørsmål knyttet til den ovennevnte infrastrukturen er om det vil tiltrekke seg flere aktører som vil se på mulighetene for dyrking av makroalger. Det enkle svaret her er at det vet vi ikke. Det vi imidlertid kan si er at det eksisterende næringslivet i regionen kan tilføre flere ulike muligheter for potensielle makroalgedyrkere.

---

<sup>2</sup> Om den offentlige aktøren skal være Staten, fylkeskommune eller det offentlige virkemiddelapparat er utenfor vårt mandat å ta stilling til.

For det første har man en stor oppdrettsnæring som på 1970-tallet stod overfor lignende utfordringer som makroalgenæringen har i dag. I tillegg synes det som at makroalgedyrkerne kan påføre en positiv eksternalitet for oppdretterne i og med at det som er avfallsprodukter fra oppdrettsanlegg fungerer som næringsstoffer for makroalger. Denne synergien vil kunne gjøre seg gjeldene for dem som vil dyrke alger i nærheten av kystsonen. Denne synergien eksisterer nok ikke lengre ut til havs, der potensialet for storskalaproduksjon er størst. Her kan en fremtidig makroalgenæring imidlertid spille på lag med både offshorenæringen og fremtidige aktører innen havvind, for eksempel ved reduserte kostnader knyttet til overvåkning av anlegg eller felles forankringsopplegg. Næringen i Møre og Romsdal og Trøndelag besitter også meget høy kompetanse knyttet til marine operasjoner og subsea som makroalgenæringen kan dra nytte av, og der FoU innsats i fremtiden kan være til felles nytte. Vi vil også trekke frem at det ligger et potensiale for makroalgedyrkerne i form av forskningssamarbeid med de regionale forskningsinstitusjonene, utvikling av nettverk i samarbeid med organisasjoner som NCE Blue Legasea og NCE IKuben, så vel som tilgjengelighet av komplementær forskningsinfrastruktur hos Sealab, Norsk senter for planktonteknologi, NorBioLab og NBioC.

Som nevnt ønsker fylkeskommunen i Møre og Romsdal å se på muligheten for etablering av et selskap som skal stå ansvarlig for driften av en felles infrastruktur, (Ocean Seaweed Center, OSC). Formålet til fylkeskommunen er at et slikt selskap skal kunne generere økt koordinert satsing på FoU-aktivitet innen dyrking av makroalger, og at dette skal bidra til en ny næring som i fremtiden gir økt verdiskapning i regionen. Med andre ord, fylkeskommunens eventuelle satsing handler ikke først og fremst om å etablere OSC som et forretningsforetak der målet er å maksimere profitt.

OSC som selskap vil ha en del fellestrekk med ulike forskningsinstitusjoner, som for eksempel tidligere IFE og MARINTEK. Om man går tilbake i historien vil man se at mange av forskningsinstitusjonene ble etablert som en stiftelse. En del av de tidligere stiftelsene har i de senere år imidlertid endret selskapsform til aksjeform. Dersom fylkeskommunen oppretter OSC som et selskap som har ansvar for drift av infrastruktur så er vår anbefaling at det etableres som et aksjeselskap.

For å sikre drift over en lengre periode vil selskapet ha behov for kapital utover det fylkeskommunen kan stille opp med. I praksis mener vi det vil være lettere å skaffe til veie egenkapital dersom investorer får eiendel i selskapet. Dette vil ikke være tilfelle med en stiftelse. Videre ligger det i kortene at infrastrukturen vil bli tett knyttet opp mot det private næringslivet, både dyrkerne av makroalger, men også i tilstøtende næringer der en kan finne samarbeidspartnere. Ved å kunne sitte som eier i OSC har disse aktørene større muligheter til å styre selskapet i tråd med næringslivets interesser. Vi vil påpeke at det her er en balansegang mellom eiernes egne interesser i OSC og formålet til fylkeskommunen. Fylkeskommunen må i så henseende gjøre en jobb med å invitere inn investorer som først og fremst vil ha en nytteverdi av at makroalgenæringen blir bærekraftig og ikke kun fokuserer på kortsiktig gevinst gjennom OSC. Dette kan for eksempel være landbruk og oppdrettsnæring som vil kunne se seg tjent med makroalger som dyrefôr, matvareprodusenter som ønsker benytte makroalger som

tilsetningsstoff i matprodukter, potensielle leverandører til makroalgenæringen som har interesse av at denne næringen vokser, eller andre aktører som det vil være naturlig å samarbeide med. Det er selvsagt en styrke om dette er aktører som er robust økonomiske. Andre potensielle aktører kan for eksempel være banker som har mange kunder innenfor de relevante markedssegmentene, så vel som aktører innen offshorenæringen.

Møreforskning som hoved FoU-aktør i Møre & Romsdal vil kunne ha en sentral rolle som FoU-partner i OSC. Instituttet har ekspertise innen dyrking og prosessering av makroalger samt andre relevante fagområder for å løse næringens utfordringer (for eksempel bærekrafts- og livsløpsanalyser, transport og logistikk, samfunnsøkonomi og forbrukeradferd). I tillegg vil Møreforskning kunne bidra med laboratorieinfrastruktur tilrettelagt for dyrking av makroalger samt kvalitetsanalyser inkludert kjemiske forbindelser, fysisk- og sensoriske egenskaper. Gitt politisk gjennomslag for opprettelse av OSC vil Møreforskning kunne tilby nødvendig kompetanse i videre utforming og opprettelse av OSC.

---

## 2. DYRKING AV MAKROALGER I NORGE

---

Dyrking av makroalger har en kort historie i Norge, og den første offisielle kommersielle konsesjonen for makroalgedyrking i sjøen ble tildelt i 2014.<sup>3</sup> I de senere år har man gjennom ulike forum hørt om mange eksempler på hvilke muligheter som kan ligge i utnyttelse av makroalger, fra tradisjonelle bruksområder som dyrefor og matproduksjon, til innovative anvendelser innen kosmetikk, kosttilskudd og substitutter til plastprodukter.

Det er ingen tvil om at dette vil kunne være en spennende næring å følge i årene som kommer. Vi ser at myndighetene også deler dette synet, noe som kommer til uttrykk gjennom økte bevilgninger til forskning og utvikling, vekst i antall konsesjoner og en tydeligere stemme i strategidokumenter. Dette vil i sin tur sive ned til forskningsmiljøene gjennom økt forskning til nytte for næringen.

I dette kapittelet vil vi forsøke å gi et bilde av hvor næringen står i dag. Denne beskrivelsen vil belyse spørsmål som:

- Hvordan har utviklingen i næringen vært fra 2014 og frem til i dag?
- Hvor konkurransedyktig er næringen i dag?
- Hvilke typer produksjon satses det på i dag?

Dette er alle svært utfordrende spørsmål. Formålet vårt i dette kapittelet er ikke å gi en detaljert analyse, men å beskrive de elementer vi mener er mest relevant for å svare ut et av hovedspørsmålene i denne rapporten: Hvordan bør en organisere og drifte fylkeskommunens potensielle satsing på en forskningsinfrastruktur, bestående av et havanlegg for dyrking samt et landanlegg for mottak.

### **HVORDAN HAR UTVIKLINGEN I NÆRINGEN VÆRT FRA 2014 OG FREM TIL I DAG?**

For å drive med produksjon og dyrking av vannlevende planter som makroalger kreves det en tillatelse fra myndighetene. Den første tillatelsen i Norge ble gitt i 2014 og siden den gang er det i alt blitt tildelt 513 tillatelser i perioden 2014-2020. Ved utgangen av 2020 er det totalt 57 bedrifter som besitter disse tillatelsene, fordelt på 106 lokaliteter langs norskekysten, hvorav 93 i sjøen og 13 på land (Fiskeridirektoratet, 2021).

Det har vært et forholdsvis jevnt tilsig av nye lokaliteter tildelt for dyrking av flere makroalgerarter, med en topp på 23 nye lokaliteter i 2018. Videre finner vi at Vestland er det fylket som har kommet lengst, både i antall bedrifter med dyrkingstillatelse (20), areal med tillatelse for dyrking (453 hektar) og i antall lokaliteter (51).

---

<sup>3</sup> Eksperimentell dyrking av makroalger i Norge startet imidlertid noe tidligere, rundt 2005 som følge av vellykkede forsøker i Frankrike, Tyskland, Irland, Skottland.

Tabell 1: Areal for dyrking av makroalger og årstall tillatelsen ble gitt, fordelt på fylker. Kilde: [Fiskeridirektoratet](#).

Fylke	Antall bedrifter	Areal ha <sup>1)</sup>	År for tildeling av første konsesjon							Sum lokaliteter
			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Agder	3	13				1		1	3	5
Møre og Romsdal	8	101	1			2	4	1	2	10
Nordland	15	206		4	4	3	1	5	4	21
Rogaland	3	6		1			1		1	3
Troms og Finnmark	4	29				1	1		1	3
Vestland	20	453	6	9	7	6	13	8	2	51
Trøndelag	4	117	4	3	2	1	3			13
<b>Sum</b>	<b>57</b>	<b>925</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>23</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>106</b>

1 ha = 0.01 km<sup>2</sup> = 10.000 m<sup>2</sup>

Det samlede arealet på 925 hektar kan gi grunnlag for en maksimal produksjon på om lag 130.000 tonn (våtvekt) makroalger.<sup>4</sup> En produksjon i denne størrelsesorden ville i så fall representert 0,5 prosent av den samlede produksjonen globalt i 2019. Imidlertid er det slik at den faktiske produksjonen i Norge er langt lavere, kun beskjedne 117 tonn. Med andre ord, pr. dags dato er Norge en svært liten aktør i verden.

Tallene over kan kanskje føre frem til følgende spørsmål: *Er dette noen næring å satse på?* Svaret på dette er komplisert. Forhold som matproblematikk i en verden med voksende befolkning, miljø, bærekraft, fremtidig forskning og utvikling er noen nøkkelord som kan gi deler av svaret. Noe av dette vil vi kort berøre senere i rapporten. Et nært beslektet spørsmål som kanskje er vel så interessant er: *Tror næringen selv at makroalger er noe å satse på?* Det er tross alt næringen selv som setter inn arbeidskraft og kapital i håp om at de på et eller annet tidspunkt vil kunne drive en lønnsom forretning.

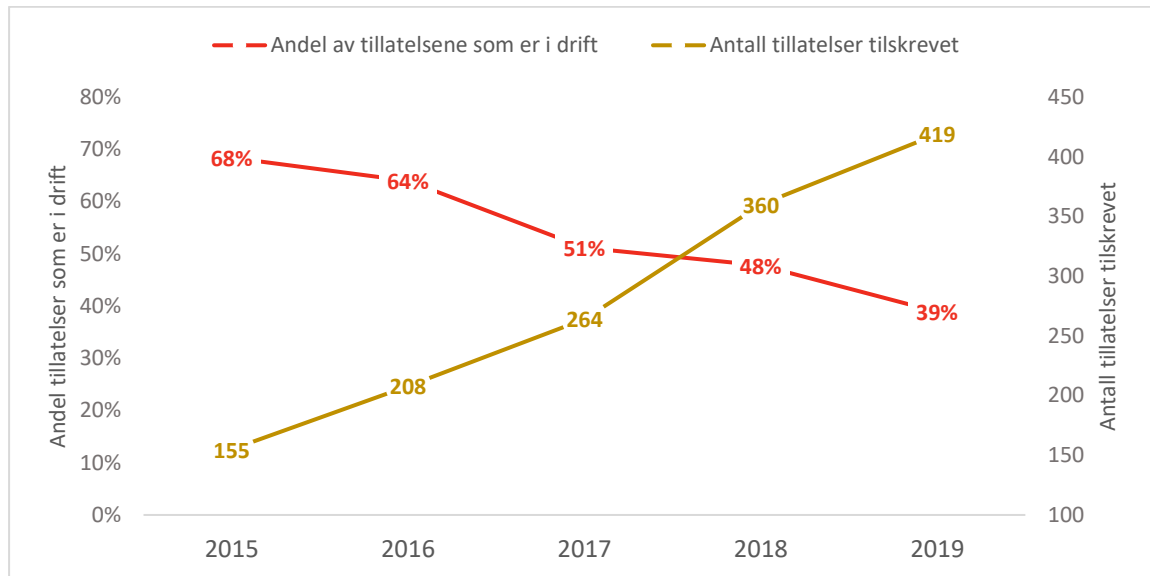
En liten flik av svaret på dette spørsmålet kan kanskje ligge i næringens etterspørsel etter tillatelser for å kunne drive med kommersiell makroalgedyrking. Om man ser på antall konsesjoner som har blitt tildelt så har dette vokst betydelig i perioden 2014-2020. Figur 2 viser at antall tillatelser som er tilskrevet har økt med 270 prosent i perioden 2015-2019. Samtidig viser det seg at bruken av tillatelsene ikke har vokst tilsvarende. Riktignok har veksten i *antall* tillatelser i drift økt med 54 prosent, men om man ser på *andelen* av tillatelser i drift viser den en reduksjon fra 68 til 39 prosent i løpet av denne fireårsperioden (Fiskeridirektoratet, 2020b).<sup>5</sup> Dette illustrerer at veksten i konsesjoner fra 2014 og frem til i dag ikke nødvendigvis reflekterer utviklingen i den kommersielle aktiviteten hos makroalgedyrkerne, men det kan muligens reflektere en tiltro til at dette kan bli en lønnsom næring på sikt. I tillegg til det faktum at næringen ønsker langt større konsesjoner enn det som dagens produksjon skulle tilsi, ser vi at næringen ønsker konsesjoner på langt flere ulike

<sup>4</sup> Det er her lagt til grunn at et areal på 1 hektar kan 140 tonn våtvekt makroalger.

<sup>5</sup> Fiskeridirektoratet gjennomfører årlige undersøkelser for å anslå hvor mange bedrifter som aktivt bruker tillatelsene. Fiskeridirektoratets definisjon av en virksomhet i drift er: *Et selskap eller tillatelse regnes som i drift dersom det i løpet av undersøkelsesåret har hatt alger i produksjon på en av lokalitetene.*



arter av makroalger enn de to artene som er i produksjon i dag, nemlig sukkertare og butare. Man skal være varsom med å overtolke denne utviklingen og det kan eksistere ulike plausible grunner hos næringslivets som er av mer pragmatisk karakter. Imidlertid kan man heller ikke utelukke at noe av forklaringen ligger nettopp i det som var substansen i spørsmålet: en tro på fremtiden innen dyrking av makroalger.

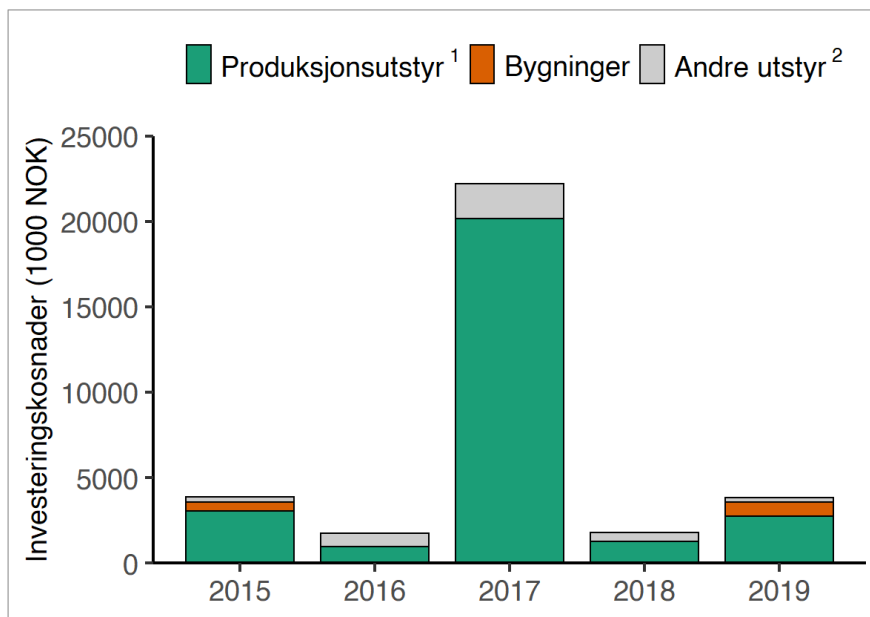


Figur 2: Utvikling i antall tillatelser tilskrevet til bedrifter og andelen av disse som er i drift for perioden 2015-2019. En dyrkingslokalitet er ofte tilknyttet flere tillatelser for dyrking av ulike arter. Kilde: [Fiskeridirektoratet](#).

En annen indikator som reflekterer næringens tro på fremtiden når det gjelder dyrking av makroalger, er å se hvor mye som investeres i realkapital. Fiskeridirektoratet (2020) rapporterer investeringskostnadene fra makroalgeprodusenter fra og med 2015. Samlet er det investert om lag 35 MNOK for perioden 2015-2019.<sup>6</sup> Vi ser at mesteparten av denne investeringen er relatert til produksjonsutstyr hvor hovedvekten av investeringer var gjort i 2017.

Vi vil være forsiktig med å legge mye i hva disse tallene sier. Grunnen til det er at vi ikke vet hvilke bedrifter som står bak investeringene. For alt vi vet kan alle investeringene ha blitt gjennomført av en stor aktør (for eksempel Lerøy), men det kan like gjerne være gjennomført av flere små aktører. Så lenge vi ikke har denne informasjonen vil det være vanskelig å si om dette er flere små aktører som putter «store penger» inn i sine handlinger, eller om det er en stor aktør som står for mesteparten av investeringen.

<sup>6</sup> Det har imidlertid vært antydning at investeringene i årene før de kommersielle tillatelser ble delt ut (2011-2014) så lå investeringsnivået på om lag det dobbelte (71 MNOK).



Figur 3: Investeringskostnader fra innehavere av akvakulturtillatelser for makroalger. <sup>1</sup>Utstyr tilknyttet biomasseproduksjon (dyrking, prosessering), <sup>2</sup>ikke direkte tilknyttet biomasseproduksjon som f.eks. transportmidler. Kilde: [Fiskeridirektoratet](#).

### ØKONOMISKE NØKKELINDIKATORER FOR MAKROALGEDYRKERNE

I akvakulturregisteret til Fiskeridirektoratet finner vi bedriftsnavnene på alle de 57 virksomhetene som har konsesjoner. Syv av disse er av typen forskningsinstitusjoner, læresteder og offentlig forvaltning. Da dette er aktører som ikke driver med kommersiell makroalgedyrking utelates disse fra datasettet, noe som betyr at det ved utgangen av 2020 eksisterte 50 private virksomheter som har en eller flere konsesjoner for kommersiell dyrking av makroalger. Med utgangspunkt i disse bedriftene har vi hentet ut tilgjengelig kreditt- og regnskapsinformasjon fra Proff Forvalt for perioden 2010 - 2019. I de neste avsnittene vil vi presentere de mest sentrale funnene fra vår analyse av denne databasen.

Tabell 2 oppsummerer noen kjennetegn for aktørene som har tillatelse til dyrking av makroalger. I delen til venstre har vi inkludert alle 50 bedriftene som innehar konsesjon i 2019. For en markant andel (15) av bedriftene er ikke bedriftens kjerneaktivitet knyttet til makroalger, men til aktiviteter som utleievirksomhet av arbeidskraft og lokaler, kyst- og havfiske, laks- og ørretoppdrett eller som kunder eller leverandører til makroalgedyrkerne. Disse har konsesjon for makroalgedyrking, mens det er grunn til å tro at inntektene i all hovedsak kommer fra andre aktiviteter. Eksempler på slike aktører er Seafood Group (Lerøy), Nova Sea, Algea, Gildeskål forskningsstasjon, Osland havbruk,

Engesund fiskeoppdrett og Sulefisk.<sup>7</sup> Høyre del av Tabell 2 oppsummerer makroalgenæringen slik den ser ut når vi ekskluderer de aktørene som ikke har makroalger som kjerneaktivitet. Vi mener at dette gir en mer korrekt fremstilling av makroalgenæringen slik den ser ut i dag.

Tabell 2, høyre del, forteller om en relativt skjør makroalgenæring. Den gjennomsnittlige bedriften ble stiftet i 2014, der om lag 78 prosent er innen makroalgeproduksjon, mens de resterende 22 prosent har sin aktivitet innenfor tjenesteyting. I 2019 hadde gjennomsnittsbedriften en omsetning på om lag 0.5 MNOK, med et underskudd på ca. 0.1 MNOK.

Med utgangspunkt i de 13 bedriftene som har oppgitt antall ansatte betyr det at i snitt har bedriftene fire ansatte. Ifølge Fiskeridirektoratet (2020) er det utført arbeidsmengde tilsvarende 32.589 timer, noe som utgjør om lag 18 årsverk. Arbeidstimene er imidlertid fordelt på 57 personer, det vil si at hver person har i snitt et 1/3 årsverk. Disse har årslønn på 161 tusen kroner pr. år.

Et enkeltstående firma hadde i 2019 en negativ egenkapital på 15 MNOK, noe som dro ned gjennomsnittet til -0.1 MNOK. I snitt har bedriftene en gjeld på 1.6 MNOK i 2019. Om en ser

#### FAKTABOKS

$$\text{Lønnsomhet} = \frac{(\text{Ordinært overskudd før skatt} + \text{Finanskostnader}) \cdot 100}{(\text{Sum gjeld og egenkapital de to siste år})/2}$$

$$\text{Likviditet} = \frac{\text{Omløpsmidler}}{\text{kortsiktig gjeld}}$$

på lønnsomheten så er den på minus 31 prosent, og tolv av 17 bedriftene har negativ lønnsomhet. Likviditeten, som indikerer evnen til å betale ned kortsiktig gjeld, kan imidlertid sies å være meget god. For hver krone en har i kortsiktig gjeld har man omløpsmidler tilsvarende 2.85 kroner.

Tabell 2: Deskriptiv statistikk. Til venstre: Alle 50 bedriftene som innehar konsesjon for dyrking av makroalger. Til høyre: 35 bedrifter med konsesjon, der produksjon av makroalger er hovedaktivitet. År = 2019. Kilde: Proff Forvalt

Variabel	Inkluderer alle kommersielle aktører					Kun aktører der produksjon av makroalger hovedaktivitet				
	N	Gj.sn.	St.av.	Min	Max	N	Gj.sn.	St.av.	Min	Max
Oppstartsår	47	2009	14	1937	2019	33	2014	5	1997	2019
Andel bedrifter med produksjon	50	0.76	0.43	0	1	35	0.78	0.42	0.00	1.00
Antall ansatte	27	35	76	0	305	13	4	8	0	29
Salgsinntekter (MNOK)	33	197	597	0	2 931	20	0.5	0.7	0.0	3
Årsresultat (MNOK)	47	29	131	-12	879	33	-0.1	1.3	-2.6	6
Lønn pr ansatt (t NOK)	20	352	225	4	831	7	161	155	48	490
Egenkapital (MNOK)	47	102	399	-15	2 579	33	-0.1	3.4	-15	10
Gjeld (MNOK)	47	77	241	0	1 425	33	1.6	3.9	0.0	21
Lønnsomhet (i %)	30	-17	47	-133	64	17	-31	44	-133	64
Likviditet	39	2.91	2.94	0	11.19	25	2.85	3.52	0	11.19

<sup>7</sup> Lerøy eier en del av Ocean Forest som har en del konsesjoner også. Noen konsesjoner står under Ocean Forest mens andre står under Lerøy sitt navn. Dette hører til samme produksjon. Osland havbruk, Engesund fiskeoppdrett og Sulefisk har tarekonsesjon tilknyttet FoU konsesjoner for laks. Dette er en del av Tarelaks-prosjektet om IMTA der Møreforskning står ansvarlig for FoU-delen.

Det samlede bildet viser med tydelighet at dette er en næring som fortsatt befinner seg i en tidlig fase, med liten aktivitet, uten store produksjonsvolum og med manglende lønnsomhet.

Oppsummeringen i Tabell 2 beskriver et øyeblikksbilde på hvordan status var ved utgangen av 2019. Negativ lønnsomhet for bedrifter i de første årene er imidlertid mer normen enn unntaket når nye produkter skal inn i nye markeder og der det ofte er høye FoU-kostnader tidlig i livssyklusen.

Det essensielle spørsmålet er om næringen på et tidspunkt vil kunne snu de negative tallene til pluss og om næringen på sikt vil bli lønnsom. For å svare dette fullt ut må det gjennomføres en verdsettingsstudie av næringen. Dette er en svært krevende øvelse om den skal kunne gjøres med troverdighet, og er langt utenfor det omfang som er tiltenkt denne rapporten. Det vi imidlertid vil gjøre i neste delkapittel er å presentere noe forskningslitteratur som analyserer konkurransevnen til makroalgenæringen.

### HVOR KONKURRANSEDYKTIG ER NÆRINGEN I DAG?

I de siste årene har det kommet frem en del faglitteratur som tar for seg kostnadsbildet hos makroalgedyrkere. Imidlertid er mye av denne litteraturen knyttet opp til bestemte forhold som for eksempel spesifikke bruksområder, potensielle synergier med annen produksjon eller knyttet til konkrete produksjonsprosesser. Et annet kompliserende element er at ulike studier kun fokuserer på enkelte konkrete prosesser i verdikjeden. Dette innebærer at det kan være store sprik mellom de ulike studiene (jfr. Tabell 3). Et trekk som imidlertid går igjen i litteraturen er at tradisjonell småskalaproduksjon sjeldent gir god lønnsomhet.

Tabell 3: Drifts- og kapitalkostnad fra et utvalg studier. Tallene er i NOK pr. kg tørrvekt og korrigert for inflasjon. Kilde: Møreforskning.

Anleggsstørrelse/kapasitet		Produksjon av kimplanter (NOK pr kg)	Dyrking i sjø + Høsting (NOK pr kg)	Kapital-kostnad (NOK pr kg)	Total-kostnad (NOK pr kg)	Kilde
Størrelse (ha)	Masse pr ha (tonn tørrvekt)					
20	15	16.96	19.96	5.85	42.77	Chapmann et al (2014)
600	20	2.09	6.18	3.51	11.78	Chapmann et al (2014)
4,000			8.76	7.81	16.57	van den Burg et al. (2016)
	30			10.37	10.37	Florentinus et al. (2008)
100	20		5.88	4.29	10.16	Lenstra et al. (2011)
1,000	30		4.28	3.09	7.36	Lenstra et al. (2011)
10,000	30		3.58	2.31	5.89	Lenstra et al. (2011)
		0.54	3.06	6.06	9.65	Greene et al. (2021)

Når det kommer til investerings- og driftskostnader, ser man et tydelig skille mellom Asia og Europa. I store deler av Asia er lønnskostnader relativt billig sammenlignet med kapitalkostnader,

noe som gjør produksjonen mer arbeidsintensiv.<sup>8</sup> I vår fremstilling har vi kun sett på studier som er gjort i europeiske land. Fra denne litteraturen vil vi trekke frem tre forhold som går igjen når man drøfter kostnader. Disse er i) stordriftsfordeler, ii) samdriftsfordeler og iii) samfunnsøkonomiske eksternaliteter.

### **STORDRIFTSFORDELER**

I en artikkel presenterer Chapmann et al. (2014) estimerte produksjonskostnader ut ifra Hortimare AS sin modell basert på fire års erfaring med integrert multitrofisk akvakultur, såkalte IMTA-anlegg i Solund kommune. Data fra et testanlegg på 20 hektar ble benyttet som grunnlag for å estimere kostnadene ved oppskalering. Man fant ut at et anlegg på om lag 1000 hektar (100 ha dyrkingsareal delt på ca. 10 oppdrettslokaliteter) var et nødvendig minimum for å oppnå økonomisk lønnsomhet. Datamaterialet som ble brukt i disse studiene viser en nedgang i de samlede kostnadene på 78 prosent ved oppskalering av anlegg fra 20 til 600 ha. Selv om man kan se markant fall i investeringskostnaden pr enhet som følge av oppskalering så er det de variable kostnadene som faller mest. Det samme datamateriale ble også benyttet i Emblemsvåg et al. (2020) for en tilsvarende beregning, men der man så på makroalger som en erstatning til konsentrat fra soyaproteiner. Man kom her frem til at størrelsen på makroalgeproduksjon måtte minst være på 65,000 tonn frossen vekt for at produksjonen skulle bli lønnsom.

Lenstra et al. (2011) formulerte tre scenarier for å beregne produksjonskostnadene for anlegg som varierte i størrelser på i) 100 hektar, ii) 1000 hektar og iii) 10.000 hektar. Om man skiftet skala fra det minste til det største anlegget fikk man en reduksjon i investeringskostnadene på 46 prosent og et fall i variable kostnader på 38 prosent pr. kilo tørrvekt produsert. Om man ser på endringen fra 1000 til 10.000 hektar er de tilsvarende tallene 16 og 25 prosent. Dette illustrerer et svært vanlig fenomen, den såkalte «loven» om avtagende avkastning i en økonomi, som sier at gevinsten vil minke dersom man øker produksjonen fra et allerede høyt nivå.

### **SAMDRIFTSFORDELER**

#### *IMTA*

En form for samdrift er å utvikle integrert havbruk, også kalt IMTA – Integrert MultiTrofisk Akvakultur (se blant annet Troell et al., 2009; Abreu et al., 2011). I første rekke er dette motivert ut fra mulighetene som ligger i at oppløste næringsalter og partikler som kommer fra merdbasert lakseoppdrett vil kunne inngå som næringsstoffer i andre lavtrofiske arter som for eksempel makroalger. Så langt har det i Norge vært gitt tillatelser i sjø for en rekke av artene i regi av flere aktører, de fleste i kombinasjon med eller i nærheten av merdbasert lakseoppdrett. Eksempler på slike tillatelser Seafood Group's (Lerøy) samarbeid med Ocean Forest AS, Scalpro, Engesund fiskeoppdrett og Sulefisk/Hortimare.

---

<sup>8</sup> Unntak her er land som Japan, Singapore, Taiwan og Sør-Korea, og til dels Malaysia, Thailand og Kina. For de tre sistnevnte ser det imidlertid store lønnsforskjeller på arbeidskraft i de store byene og på landsbygda.

Enkelte asiatiske land har lengre tradisjoner med både flerartskultur og integrert havbruk enn det vi har i Norge. Den vitenskapelige dokumentasjonen herfra av drift og biologisk omsetning og utbytte er varierende, og det som foreligger er ikke nødvendigvis like relevant for norske forhold.

I media, blant enkelte forskningsmiljø og investorer er det tidvis uttrykt stor optimisme knyttet til mulighetene forbundet med IMTA. Både Nærings- og Fiskeridepartementet og flere fylkeskommuner har laget egne utredninger på temaet integrert havbruk (Karlsson-Drangsholt og Torp, 2017; Karlsson et al., 2017; Chapman et al., 2014; Broch et al. 2017).

### *Sambruk*

Det finnes flere analyser som ser på mulighetene for sambruksmuligheter der makroalgeprodusenter kan bruke installasjoner til havs, som for eksempel vindmølleparker til havs eller oljeplattformer og annen petroleumsvirksomhet. For eksempel kreves det at rotorbladene på vindmøllene plasseres et godt stykke fra hverandre, noe som betyr at det vil være et stort ubrukt areal mellom vindmøllene, samtidig som arealet til vindmølleparken likevel må avsettes. Deler av arealet mellom vindmøllene bør kunne utnyttes til dyrking av makroalger. Makroalgekulturene vil også til dels kunne fungere som "bølgebrytere".

### **POSITIVE SAMFUNNSØKONOMISKE EKSTERNALITETER**

Et argument som ofte nevnes i faglitteraturen når man beregner lønnsomheten ved dyrking av makroalger er at denne type produksjon tilfører ekstra verdier som kommer samfunnet til gode, men som ikke tilfaller bedriftene som produserer godet. Denne type verdier, som ofte går under benevnelsen samfunnsøkonomiske positive eksternaliteter, vil kunne være et argument for å dyrke makroalger selv om den privatøkonomiske avkastningen er negativ. Kriteriet er da at de samfunnsøkonomiske positive eksternalitetene oppveier for bedriftens negative profitt. I et slikt tilfelle kunne man sett for seg at myndighetene betaler bedriften for å produsere godet slik at denne for dekkes inn for sine tap. Med andre ord, bedriften får en subsidie av staten, på samme måte som landbruket i Norge får i dag.

De positive samfunnsøkonomiske effektene er ofte knyttet til miljøperspektivet, der det argumenteres med at alger:

- ikke konkurrerer om plassen til å dyrke menneskemat
- dyrkes i sjøvann uten behov for ferskvann eller mineralgjødsel
- dyrkes uten bruk av sprøytemidler
- binder og resirkulerer næringsstoffer fra lakseoppdrettsnæringen
- fanger CO<sub>2</sub> i sjøen.

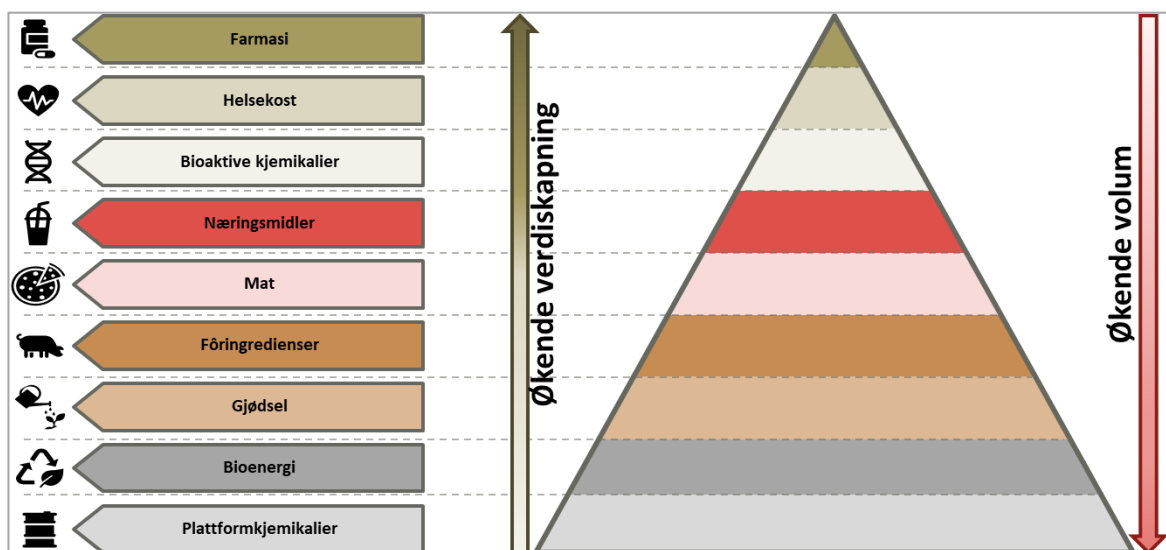
Disse argumentene er utvilsom reelle. Litteraturen spriker imidlertid når det kommer til kvantifisering av disse effektene. Dette gjelder både i forhold til omfanget, så vel som om effektene har betydning. Det er også studier som peker på at det også eksisterer negative eksternaliteter som langt på vei kansellerer ut de positive effektene, og at nettoeffekten fra de samfunnsøkonomiske effektene er marginale (Hasselström, 2020).

## HVILKE TYPER PRODUKSJON SATSES DET PÅ I DAG?

Totalt er det delt ut konsesjoner for 37 ulike makroalgearter. I praksis dyrkes det kun sukkertare og butare siden begge disse artene kan oppnå høye biomasseutbytte på kort tid og kan brukes til ulike kommersielle anvendelser. For de andre makroalger (f.eks. havsalat, søl, fjærhinne) så er det kun rapportert en ubetydelig produksjon mellom 2017 og 2019 (0 til 2 tonn, Fiskeridirektoratet). Aktiviteten er hovedsakelig knyttet opp mot FoU-aktiviteter (blant annet hos Møreforskning) fordi det ikke enda er utviklet kosteffektive protokoller for kommersiell dyrking. Noen få aktører (f.eks. AlgaPlus i Portugal) i Europa produserer andre arter enn sukkertare og butare for kommersielt bruk, men dette handler om relativt lave volumer og høy markedsverdi (matprodukter).

## BRUKSOMRÅDER FOR MAKROALGER

Figur 4 illustrerer sammenhengen mellom verdi og volum av makroalger på den ene siden, opp mot ulike muligheter eller anvendelsesområder. Figuren kan benyttes til å belyse en helt essensiell problemstilling rundt behovet for FoU som møter makroalgedyrkerne.



Figur 4: Illustrasjon av sammenhengen bruksområder, verdiskapning og mengde makroalger. Kilde: Bergslien og Helland (2011).

Om man sikter seg inn mot anvendelser som er lengst ned i verdikjeden så innebærer det svært stor produksjon av makroalger. Dette er gjerne produkter i globale markeder med høy grad av konkurranse, der man ofte finner flere gode substitutter til lave priser. For bruksområdene gjødsel, bioenergi og plattformkjemikalier snakker vi om en global omsetning på over 1.000 milliarder kroner, samtidig som at prisen man kan få for et kilo tørket makroalge ligger på under 10 kr. Dette betyr at produsentene av makroalger må klare å hente ut store mengder til lave kostnader. På grunn av høye lønnskostnader i Norge må makroalgedyrkere innovere for å utvikle effektive prosesser i forhold til robotisering og autonome løsninger for dyrking, innhøsting og prosessering av makroalger. Denne type teknologi er ikke ferdigutviklet til dags dato

Om man derimot sikter seg inn mot bruksområder som er høyt opp i verdikjeden, så må man utføre omfattende FoU-aktivitet inn mot selvet sluttproduktet. Eksempler på dette vil være FoU for å få godkjent produktet som legemiddel/helsekost eller dokumentasjon i forhold til mattrygghet. I Europa og USA er kravene til dokumentasjons svært strenge. Med andre ord: skal man lykkes med dyrking av makroalger er man avhengig av at det blir utført vesentlig forskning og utvikling i årene som kommer. Markedet for bruksområder som farmasi, helsekost og bioaktive kjemikalier globalt er på om lag 50 milliarder NOK. Makroalgeprodusenter som klarer å levere inn mot disse segmentene oppnår priser på over 100 kr. pr kilo tørrvekt.

Analysen viser at man i Norge bør etterstrebe å utvikle produkter mot segmentene som ligger imellom, de to som er nevnt over, med andre ord, mat og kosttilskudd (Barbier, 2020). Her er det omsetningen på om lag 100 milliarder NOK globalt med kilopris på 10-100 kr for tørrvekt. Stévant og Rebours (2020) konkludere med at følgende markeder bør satses på i den nærmeste tiden fremover for å kunne opparbeide en levedyktig næring:

- Mat fremstår som hovedmarkedet for norskdyrkede makroalger med gode muligheter for fremtidig verdiskaping. Samtidig er makroalger til mat ofte tilknyttet nisjeprodukter med begrenset distribusjon. Store industrielle aktører innen matbransjen viser økende interesse for denne bærekraftige ressursen med ønske om å inkludere makroalger som en del av hverdagskosten. Produksjonen må oppskaleres betraktelig for å nå dette målet. I tillegg etterspørres det mer kunnskap om hvordan ulike prosesser påvirker kvaliteten av makroalgeingredienser med spesielt fokus på mattrygghet og produktenes sensoriske egenskaper (smak, lukt og tekstur). Dette vil bidra til utvikling av målrettede prosesser for å levere produkter av høy kvalitet.
- Det er et stort potensial for verdiskaping i andre markeder/bruksområder som kosttilskudd, ingrediens til dyrefôr eller kosmetikkprodukter. Optimale prosesser må utvikles for hver makroalgeart og -produkt basert på kvalitetskrav, prosesskostnader og innkjøpspris fra kommersielle aktører.



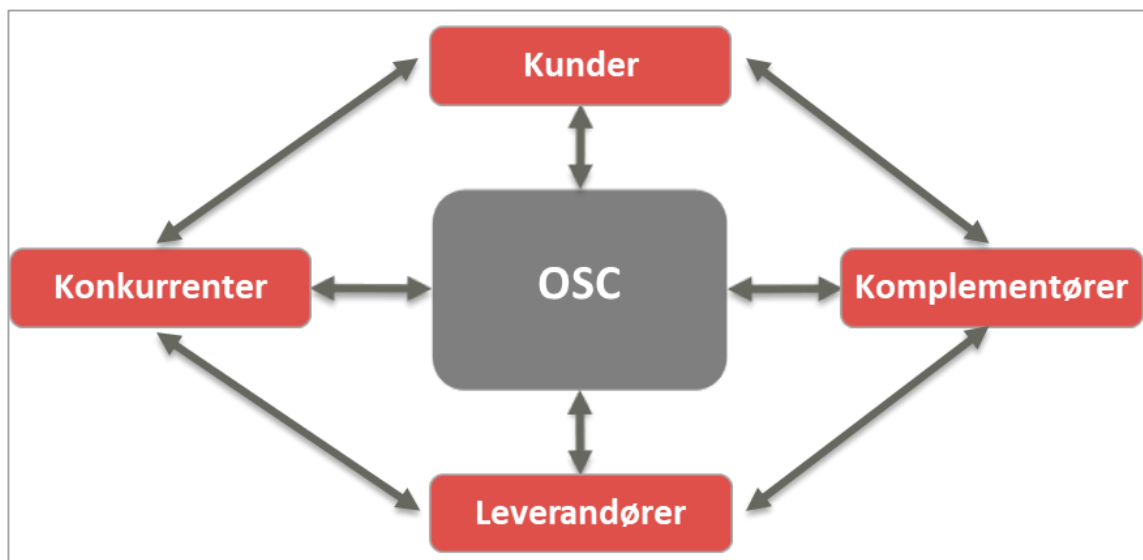
---

### 3. VEIKART FOR MAKROALGENÆRINGEN – EN HISTORIE OM SAMKONKURRANSE

---

Som nevnt tidligere skal rapporten gi fylkeskommunen i Møre og Romsdal et beslutningsgrunnlag i forhold til investering i en felles infrastruktur, bestående av et dyrkningsanlegg utenfor Grip samt et pilot-mottaksanlegg. I denne sammenheng vil det være av interesse å gjennomføre en kartlegging av de aktørene som vil kunne bli berørt av denne investeringen.

Kartleggingen her vil være tuftet på en metodisk tilnærming foreslått av Brandenburger og Nalebuff (1996). I denne tilnærmingen er interessentene inndelt i fem ulike typer aktører. Først og fremst har vi selve analyseobjektet, eller hovedaktøren, som i dette tilfelle utgjør alle direkte brukere av den infrastrukturen som fylkeskommunen ønsker å bygge. Med andre ord produsenter av makroalger som er lokalisert slik at de vil ha nytte av infrastrukturen.



Figur 5: Verdinet.

I tillegg er det fire andre typer aktører, som på en eller annen måte vil kunne ha en innvirkning på den mulige verdiskapingen hos makroalgeprodusentene. Disse fire aktørene er plassert i en horisontal og en vertikal akse i forhold til hovedaktøren. I den vertikale akse har vi leverandører og kunder. Leverandørene tilfører en merverdi til makroalgeprodusentene i og med at de tilbyr produkt er eller tjenester som hovedaktøren gjør seg nytte av i sin produksjonsprosess. Tilsvarende tilfører kunden en merverdi til hovedaktøren ved at de er villig til å kjøpe varen, noe som gir makroalgeprodusenten inntekter. Langs den horisontale akse har vi konkurrenter og komplementører.<sup>9</sup> Konkurrenten er velkjent. Det er aktøren, hvis strategiske handlinger kan ha

---

<sup>9</sup> Fra engelsk: Complementors. Vi velger å bruke den noe uklare oversettelsen «komplementører» i mangel av et godt norske ord. Bedrift A er en komplementør til bedrift B dersom A's virksomhet vil ha en positiv

negative konsekvenser overfor hovedaktørens verdiskapning, enten ved at konkurrerer om kundene eller leverandørene, eller på andre måter har en negativ effekt på hovedaktøren. Komplementøren inntar nærmest en motsatt rolle. I sameksistens med hovedaktøren tilfører komplementøren en positiv merverdi. Det kan være seg at komplementøren tilbyr tilleggsprodukter eller tjenester til hovedaktørens kunder eller leverandører, som i sin tur innebærer en positiv merverdi for hovedaktøren, eller at komplementør og hovedaktør simpelthen går sammen om prosjekter, FoU eller annen aktivitet.

Figur 5 illustrerer relasjonen mellom de fem aktørene. Brandenburger og Nalebuff (1996) titulerer disse relasjonene som *verdinettet* til hovedaktøren, i og med at dette er sentrale kanaler i forhold til hovedaktørens verdiskapning.<sup>10</sup> Med utgangspunkt i vår hovedaktør, det vil si dyrkere av makroalger som vil dra nytte av infrastrukturen, vil vi belyse de ulike kanalene, eller verdinettet, for verdiskapning. Hvilke kanaler er de viktigste? Hvor er begrensingene? Hvor er mulighetene? Hvilke kanaler kan påvirkes gjennom strategiske handlinger? Kan konkurrenter overtales til å bli komplementører? På hvilke områder er man mest tjent med samarbeid og når skal man heller konkurrere? Dette er den type spørsmål som vil være hovedfokus i dette kapittelet.

Vårt håp er at gjennomgangen i dette kapittelet vil kunne fungere som et kunnskapsgrunnlag for de neste to kapitlene som i tur og orden tar for seg problemstillingene; i) hvordan bør man organisere et selskap som har ansvar for den infrastruktur som fylkeskommunene ønsker å bygge opp, og ii) hvilke forsknings og innovasjonsløp vil det være mest naturlig å gjennomføre, gitt at infrastrukturen blir realisert og gitt Møreforskings kompetanse

## **SAMKONKURRANSE OG INNOVASJON**

Med begrepet samkonkurranse introduseres en dualitet i forholdene mellom hovedaktøren og de fire andre. Langs den horisontale akse vil vurderingene hos aktørene gå på om man er best tjent med å samarbeide om å gjøre kaken større, dvs. øke verdiskapningen i fellesskap, eller om man ser seg best tjent med å kapre kunder/leverandører fra konkurrentene, dvs. kjempe om å få mest fra den samme kaken. Et av de mest kjente teoretiske rammeverkene for samkonkurranse er Brandenburger og Nalebuff (1996) sitt spillteoretiske perspektiv. Mens bedrifter er komplementører i å bygge opp markeder, er de konkurrenter når markeder skal fordeles (Brandenburger & Nalebuff, 1996). Samkonkurranse, eller "Co-opetition" på engelsk, innebærer at det finnes elementer av både vinn-vinn og vinn-tap i forhold med kunder, leverandører, komplementører og konkurrenter.

---

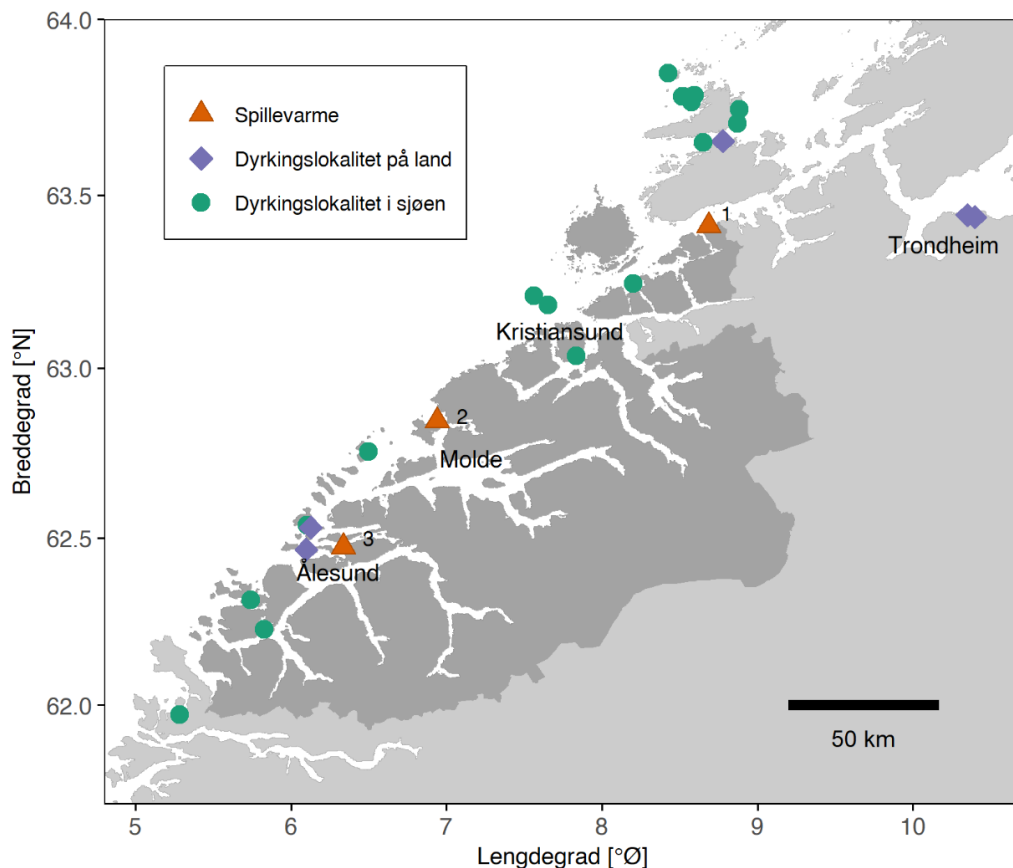
verdi for bedrift B. Et trivielt eksempel (og som kanskje også kan tjene som eksempel på at dette er et dynamisk begrep) kan være bilprodusenter og bensinstasjoner.

<sup>10</sup> Det er verdt å merke seg at det er en distinkt forskjell mellom en verdinett- og en verdikjedeanalyse. I sistnevnte tilfelle er fokuset, kort fortalt, å kartlegge hva som er konkurransefortrinnene i de ulike leddene i en organisasjon eller for en næring. I en verdinettanalyse er fokuset rettet mot hvordan andre aktørers *handling*er vil påvirke verdiskapningen i en organisasjon eller næring, og hvordan denne organisasjonen skal respondere på disse handlingene.

## PRODUSENTER AV MAKROALGER SOM VIL VÆRE BRUKERE AV INFRASTRUKTUREN

Vi vil betrakte alle bedrifter som ønsker å benytte den forskningsinfrastrukturen som fylkeskommunen ønsker å realisere som *Hovedaktøren* i vår analyse. Disse bedriftene vil i all hovedsak befinne seg på Nordmøre og i sydlige deler av Trøndelag. I Figur 6 ser man hvor eksisterende bedrifter med konsesjoner har sine anlegg lokalisert. Basert på dyrkingslokalitetene synes det som at området rundt Kristiansund/Grip vil være et naturlig sentrum for forskningsinfrastrukturen.

Valg av lokalisering må sees i sammenheng med det faktum at makroalger forringes markant i kvalitet kun ett par timer etter høsting, jfr. Enriquez et al. (1993). Forskning har imidlertid vist at oppbevaring under kontrollerte forhold, for eksempel bruk av nedkjølt sjøvann i tanker utsetter denne forringelsesprosessen, og at kvaliteten på for eksempel sukkertare da kan holde seg uendret i opptil 22 timer (Stévant et al. 2017b). Med en slik oppbevaring vil alle aktører som er markert i Figur 6 befinne seg innenfor de vi definerer som den regionale dimensjonen i vår analyse.



Figur 6: Geografisk lokasjon for produsenter av makroalger i Møre og Romsdal

Ved utgangen av 2020 var det seks private foretak som har konsesjon for kommersiell dyrking av makroalger i Møre og Romsdal. I tillegg har også Fylkeskommunen og Møreforskning konsesjon for dyrking av makroalger i forskningsøyemed. Disse selskapene har til sammen konsesjoner i til å

dyrke makroalger over et havareal på 0.905 km<sup>2</sup> (eller 90.5 hektar) noe som er i størrelsesorden med 100 fotballbaner. I tillegg kommer konsesjoner på høsting av 1.151 tonn. Samlet sett tilsvarer dette et produksjonspotensial som er i underkant av 15 000 tonn våt biomasse pr. år (basert på et produksjonsutbytte av 150 tonn pr hektar år pr, Broch et al. 2019). Dersom man også inkluderer arealet fra dyrkingslokalitet ved Frøya og Hitra i Trøndelag vil man kunne doble produksjonspotensialet. Men pr. i dag utnytter ingen makroalgeprodusent fullt arealet fra sin(e) dyrkingslokaliteter.

Tabell 4: Konsesjonstillatelse for dyrking av makroalger blant bedrifter i Møre og Romsdal. Kilde rådata: [Fiskeridirektoratet](#).

Navn	Tillatelsesnummer	Km <sup>2</sup>	Tonn
ALGEA AS	M K 0901	0.045	
LAMINARIA AS	M K 0902	0.080	
MØRE OG ROMSDAL FYLKESKOMMUNE	M K 0903	0.070	
MØREFORSKING AS	M A 0015		151
NORDI OCEAN AS	M G 0901	0.080	
	M G 0902		1,000
SEAFORST AS	M SØ0901	0.100	
SØYSETH, BJØRN ARILD	M AE0901	0.200	
TANGO SEAWEEED AS	M HØ0901		
	M HØ0902	0.330	
<b>Totalt</b>		<b>0.905</b>	<b>1,151</b>

Som nevnt ved flere anledninger så har ikke Norge en industriell makroalgenæring basert på dyrket biomasse. Dette er noe som må utvikles over tid. Dyrking av tare kan utvikles med flere typer næringsaktører avhengig av hvor i verdikjeden en vurderer problemstillingen. I Norge har vi allerede etablert en sterk og globalt ledende næringsklynge av råstoffprodusenter og underleverandører av teknologi for akvakulturproduksjon av fisk. Et scenario vil åpenbart være å satse på integrert havbruk sammen med oppdrettsprodusenter. En slik modell kan være gunstig økonomisk i de tilfeller en vil satse på en differensiert produktutnyttelse. I dette tilfelle vil produksjonen ikke være så avhengig av skala (volum) i produksjonen, som en ren ressursutnyttelse vil være.

Et annet konsept kan være en industrimodell der man tar sikte på storskala drift med ren energiproduksjon som primær anvendelse av råvarene. I en slik modell vil aktører som allerede er etablert innen energiproduksjon være de mest aktuelle for å utvikle dette til industriell skala. Konkret kan det være et interessant scenario å kombinere havbaserte vindmøller eller andre store offshore strukturer med tare dyrking. Vindmøller til havs vil naturlig måtte disponere en del areal med ankerfester og lignende. Mellom vindmøllene, dvs. integrert i vindmølleparken strekkes hengekulturer for dyrking av tare, som dermed sparer betydelige kostnader med «gratis» forankring, samtidig som arealutnyttelsen blir maksimal. En slik modell er allerede utredet av ECN (Energy Research Centre of the Netherlands) med tanke på utplassering i Nordsjøen (Reith et al. 2005).

I Broch et al. (2016) har man sett på hvilke hvilken utdanning og kompetanse som det vil være behov for i en fremtidig satsing på dyrking av makroalger. Under “utdanning” indikeres et behov og muligheter for personell med utdanning fra videregående skole (VGS) eller høyskole opp til lavere grad (bachelor). I kolonnen “kompetanseoverføring” markeres (“X”) de områdene der overføring fra olje-, gass- og subseindustriene vil være relevant og/eller nødvendig.

Tabell 5: Oversikt over verdikjeden for makroalgedyrking og noen sentrale arbeidsoppgaver og aktiviteter.

Ledd i verdikjeden	Aktivitet	Utdanning	Kompetanseoverføring
Planlegging	Utarbeide konsesjonssøknader	Bachelor	
	Finne egnede lokaliteter		
	Etablering og oppankring av anlegg	VGS, bachelor	X
Kimplante-produksjon	Vedlikehold av kulturer	Bachelor	
	Produksjon av materiale for utsett	Bachelor	
Dyrking i sjø	Utsett av planter i anlegg	Bachelor	
	Røkting	VGS, bachelor	
	Drift og overvåkning av installasjoner	VGS, bachelor	X
	Operasjoner i krevende miljø	Bachelor	X
Høsting	Høsting	VGS, bachelor	X
	Operasjoner i krevende miljø		X
	Transport av store volumer til sjøs		X
	Logistikk	Bachelor	X
Forbehandling og lagring		VGS, bachelor	
Prosessering		VGS, bachelor	X

## KOMPLEMENTØRER

Komplementører i verdinettverket er aktører med egen kjernevirksomhet, men som likevel kan virke positivt inn på verdiskapningen til makroalgeprodusentene. For næringer i tidlig fase der det handler om å utvikle nye markeder og tjenester/produkter er incentivene til sterke samarbeid.

## SPILLVARME

Både Tjeldbergodden, Nyhamna og Tafjord er av flere pekt på som en mulig samarbeidspartner der kommersiell utnyttelse av spillvarme vil kunne tjene begge parter (Broch et al., 2016). På Tjeldbergodden er det i dag flere oppdrettsanlegg som benytter seg av denne muligheten. Disse industriparkene gir muligheter til ikke bare å dyrke, men også å prosessere og foredle biomasse fra makroalger i fylket. I Broch et al. (2016) foreslås det at:

- Tjeldbergodden biopark på Tjeldbergodden (Aure) kan ha spillvarme til prosessering av biomasse inkluderer tørking.
- Fra Nyhamna prosessanlegg på Aukra kan spillvarme brukes til prosessering av biomasse inkluderer tørking.
- Fra Tafjord fjernvarme/forbrenningsanlegg i Spjelkavik kan spillvarme til prosessering av biomasse inkluderer tørking

Det er høy regularitet på tilførselen av spillvarmen fra industrianleggene.

Vi ønsker å påpeke at analysen til Broch et al. (2016) ikke konkretiserer hvordan gevinstene vil oppstå, ei heller beregner hvor stort potensiale i henhold til kostnadsreduksjoner som vil komme fra spillvarme. En slik analyse bør gjennomføres i samarbeid mellom forskningsmiljø og næringen før en slik samlokalisering etableres.

### **OFFSHORE OG SUBSEAINDUSTRIVEN**

Det er ikke bare kunnskap om dyrkingsbiologi som er viktig for å utvikle makroalgeindustrien. En effektiv dyrkingsteknologi, som tåler krevende forhold som sterke havstrømmer og store bølger, er også viktig. Det samme gjelder teknologi som gjør det mulig å overvåke framtidige anlegg.

Dyrking i dype havområder kan innebære teknologiske utfordringer, som oppankring av anlegg og utsett- og innhøsting av biomassen. Dette illustrerer muligheter og behov for kompetanseoverføring fra offshore- og subseaindustrien til akvakultur. En ny industri basert på dyrking av makroalger vil også gi nye arbeidsplasser og muligheter og behov for utdanning på alle nivåer.

### **OPPDRETSNÆRINGEN**

Integrert multitrofisk akvakultur (IMTA, eller bare integrert havbruk) innebærer samdyrking av flere arter fra ulike nivå i næringskjeden, som for eksempel lakseoppdrett og makroalgeprodusenter. Et balansert integrert system fungerer mer som et økosystem der overskuddsnæring fra for eksempel fôret laks fungerer som gjødsel eller mat for artene lenger ned i næringskjeden, som for eksempel makroalger. Kompleksiteten i IMTA-anlegget vil avhenge av hvor mange forskjellige arter som dyrkes.

De potensielle miljøgevinstene ved å dyrke lavtrofiske arter i sammenheng med produksjon av fôret fisk i integrerte havbrukssystem er mange. For norsk akvakulturnæring vil innføring av IMTA kunne innebære redusert miljøpåvirkning og samtidig økt ressurseffektivitet og økt biomasseproduksjon uten tilsetning av mer energi i form av fôr. I et større perspektiv vil økt dyrking av marin biomasse i form av makroalger kunne ha en positiv klimaeffekt. Makroalger fanger karbon når de vokser og økt produksjon vil kunne gi mer klimavennlig biomasse til mat, fôrråvarer og fornybar energi.

Det er fortsatt knyttet stor grad av usikkerhet til noen av miljøeffektene ved IMTA sammenlignet med konvensjonelt fiskeoppdrett. Mye av dette er knyttet til mangel på kunnskap fra reelle anlegg i kommersiell skala, siden det ikke er gitt at pilotskala kan skaleres direkte opp og ha tilsvarende

resultater. Opptak av en stor del av næringsutslippet fra fiskeoppdrett vil kreve store arealer på grunn av de store biomassene som er nødvendig. Her vil det antagelig skje teknologiutvikling og intensivering av produksjonen, men biomassene og da arealet som kreves for opptak av betydelige mengder avfall vil uansett bli store.

### **LOKALE FORSKNINGSMILJØER**

Nettopp nærheten til næringene og lokal kunnskap vil være viktig i fremtidens forskningsarbeid. Møre og Romsdal har fire regionalt eide aktører innen forskning og utvikling: Møreforskning, Norsk senter for økologisk landbruk (NORSØK), Nofima og Runde Miljøsenters (MNR). Disse fire representerer en spennende kobling mellom blå og grønn sektor som er fremtidsrettet og som svarer på nasjonale og internasjonale satsinger og strategier. Gjennom tettere samarbeid har aktørene som mål å ta ut synergier som vil posisjonere og styrke regionen. Forsterket samarbeid mellom disse forskningsmiljøene vil gi nye muligheter som enkeltaktørene ikke har hver for seg.

Sammen vil de fire forskningsinstitusjonene bidra til at enda mer forskning og utvikling kommer til nytte for regionens næringsliv og offentlig forvaltning. Gjennom tett samarbeid er målet å integrere kompetanse fra blå og grønn sektor i felles, sektorovergripende forskningsprosjekter. Dette vil skape grunnlag for innovasjon, nye næringsmuligheter og verdiskapning. Resultater fra denne type samarbeide vil kunne øke makroalgeproducentenes konkurransekraft nasjonalt og internasjonalt.

### **SYNERGI MED HAVVINDENERGI**

Den marine offshoreproduksjonen av tang studeres ofte i kombinasjon med andre aktiviteter, særlig havvindenergi (se f.eks. Lagerveld et al., 2014 og FP7 MERMAID-prosjektet<sup>7</sup>). Forventet synergi mellom offshore makroalgeproduksjon og vindkraftproduksjon er forutsett i arbeid og transport (se Griffin et al., 2015 for synergi mellom vindparker og blåskjelldyrking). Synergi er ikke foretatt i delingsfasiliteter eller stiftelser. Hvis vedlikeholdsfartøy må besøke havvindparken, kan de også betjene produksjonsanlegget med makroalger og omvendt.

Hvis personell er på stedet og ikke i stand til å jobbe på vindturbinene, kan de jobbe litt av tiden på makroalgeanleggene og omvendt. Kontrollrommet og overvåkingsanleggene (f.eks. for værforhold) kan deles. Forventet synergi er imidlertid relativt lav, med rundt 3 % av de totale drifts- og forvaltningskostnadene (O&M) for havvind. Basert på Griffin et al. (2015) og eksperter konsultert i Blauwdruk-prosjektet, kan synergi redusere delbare O & M kostnader for arbeidskraft og transport med 10%. Med gjennomsnittlige O & M kostnader satt til US \$ 41 / MWh, er den forventede kostnadsreduksjonen av offshore vindparkoperatører satt til US \$ 1445 / hektar for faste kostnader og US \$ 817 / hektar for transport (Lagerveld et al., 2014).

### **HAVROMSOPERASJONER**

Nordmøre har en leverandørindustri med lange tradisjoner og verdensledende kompetanse. Industrien har vist høy innovativ kraft og hurtig omstillingsevne, og det vil være et naturlig konkurasetrinn for Nordmøre å iverksette denne kunnskapen inn i makroalgeindustrien. Det er

flere aktører som har båter og undervannsfarkoster og andre som kan utvikle spesialtilpassede verktøy for makroalgeindustrien med det formål at prosesser rundt utsetting og innhøsting effektiviseres.

Makroalgeindustrien er i Norge en ung industri og regelverket rundt mattrygghet (Mattilsynet) er fortsatt under utarbeiding. Basert på den betydelig marine ingrediensindustrien i Møre og Romsdal er det store muligheter for kunnskapsoverføring og betydelig kutte kostnader og redusere «time to market» for makroalgeprodusenter. På Nordmøre vil havbruksbedrifter som f.eks. Lerøy og Pure Norwegian Seafood kunne bistå med kunnskap om dokumentasjonskrav og regelverk samt markedskanaler til alle verdensdeler.

### **BIORAFFINERING OG PROSESSERING**

Omega-3 produsenter har lang erfaring og stor kompetanse, både i prosessering og raffinering av marine oljer og dybdekunnskap om dokumentasjonskrav for ulike produktsegmenter. Her vil det være stor overføringsverdi av kunnskap til makroalgeindustrien, spesielt med tanke på kosttilskudd. Møre og Romsdal har en verdensledende industri innen marine ingredienser med helsefremmende effekter - så langt har industrien fokusert på fisk som råvare, men vil kunne gi uvurderlig starthjelp til kosttilskudd fra makroalger da man møter mye av de samme regulatoriske og dokumentasjonsmessige utfordringer.

### **NCE NÆRINGSKLYNGENE BLUE LEGASEA OG IKUBEN SAMT INKUBATORER**

OSC vil til dels fungere som en nettverksarena og kunnskapssenter og vil kunne få mye erfaringsbasert kunnskap fra de 2 nasjonale klyngene i fylket, NCE Blue Legasea, GCE Blue Maritime Cluster og IKuben samt Protomore, Vindel og ÅKP. Kunnskapsdeling og tillit er nøkkelord for vedvarende godt samarbeid og her finnes det mye «taus» erfaringsbasert kunnskap i næringsklyngene. Videre vil NCE Blue Legasea kunne gi OSC relevant kunnskap om bla. utvikling og kommersialisering av «produkter med høyere verdi» (kosttilskudd) og IKuben og inkubatorer som Protomore, Vindel og ÅKP kunnskap om omstillingsevne, forretningsmodeller og metoder for å raskere bringe produkter til markedet.

### **KUNDER**

Stévant og Rebours (2020) konkluderte med at makroalgeprodusenter ser på mat som et viktig marked. De bruker enten eller deler av sin produksjon mot matapplikasjoner. Dette inkluderer salg av store volum (bulk) til andre bedrifter som produserer matvarer med makroalgeingrediens, samt spesifikke produkter direkte rettet mot konsum (f.eks. tørket tarekrydder) ofte utviklet internt i bedriften. Selv om volumene som brukes i matapplikasjoner kan være begrenset hos enkelte makroalgedyrkere, er dette bruksområdet utpekt gjentatte ganger for sitt potensiale for verdiskaping.

Dyrefôr er også et viktig marked som over 50 % av dyrkerne er tilknyttet i større eller mindre grad. Tarebiomasse både til mat- og fôrapplikasjoner selges som ingrediens i tørket, fermentert eller frosset form. Respondentene i gruppen bestående av kommersielle brukere av makroalger nevnte



tørket materiale som en lett form å jobbe med, med lang holdbarhet. Aktøren fra matbransjen har foreløpig kun testet tørket materiale under produktutvikling, men utelukker ikke andre former som fersk, fermentert eller frosset i fremtiden dersom de utfyller deres krav til produktkvalitet. Respondenten fra fôrindustrien har mer spesifikke krav til makroalgeingredienser, som må leveres «enten flytende eller i pulverform med en viss tørrstoffgrad» for å kunne brukes videre i fôrproduksjon.

Bruk av dyrkede makroalger i matapplikasjoner innebærer strenge krav til kvaliteten av råstoffet som skal brukes i sluttproduktene. Primært må makroalgeprodusentene dokumentere mattrygghet og forholde seg til grenseverdier for tungmetaller, jod og mikrobiologiske kriterier. Industriell utnyttelse av makroalger som fôringrediens innebærer samme krav om mattrygghet som hos de som er pålagt matapplikasjoner.

I 2020 laget Havforskningsinstituttet en rapport om kunnskapsoppdatering på mattrygghet ved bruk av makroalger. Rapporten tok for seg makroalger til bruk i næringsmidler, matvarer og fôrvarer. Her ble det konkludert med at makroalger kan ha et problematisk høyt nivå av metaller og jod, og at dette kan sette begrensninger for bruk av tang og tare som mat og i fôr. Rapporten pekte også til metoder som kan redusere jod-innholdet og til forskning på mikrobiologi og biotilgjengelighet. I kunnskapsoppdateringen ble det vist at brunalgene sukkertare og butare, som er de mest anvendte artene i akvakulturproduksjon i Norge, har lite uorganisk arsen og middels mengde kadmium og relativt høyt nivå av jod. Rapporten viste også til forskning som tilsier at jod-innholdet kan reduseres vesentlig i tare ved metoder som tørking, koking og steking. Dette kan ha betydning for utvidet bruk av arter som har høyt innhold av jod.

Det er pr. i dag ingen øvre grenseverdier i Norge eller EU for arsen, kadmium, bly og jod i makroalger til bruk i mat, bortsett fra noen på kosttilskudd. Det er derfor pr. i dag vanskelig å definere hva som kan anses som lavt, middels, høyt eller akseptabelt nivå. På fôrvarer er det imidlertid flere grenseverdier i regelverket. Dette er i dag et hinder for både makroalgeprodusentene og dens kunder. Et viktig skritt mot en økt satsing mot fôr- og matprodukter vil være å få etablert et regelverk for bruk av makroalger som mat og fôr.

Utfordringen med å sikre mattrygghet er et av de viktige områdene der makroalgeprodusenter sammen med store kunder innen matbransjen vil ha sammenfallende interesser og vil være en arena for fremtidig forskning og utvikling. Etablering av samarbeidsflater med fôr- og matprodusentene ansees som en viktig handling for å sikre høy verdiskapning i fremtiden.

Makroalgedyrkerne og matprodusenter vil også ha felles interesse av å gjøre makroalger mer attraktivt som matprodukt. En slik adferdsendring hos konsumentene er imidlertid en prosess som tar tid, og der en må tenke langsiktig. Fra andre land i Europa ser man imidlertid eksempler på at makroalgeprodusenter og matindustri må gå sammen om å utarbeide felles strategier.

## LEVERANDØRER

I dag finnes det så å si kun små anlegg på relativt skjermede lokaliteter der produksjonen er ganske manuell. Dette betyr at det ikke finnes noen leverandørnæring i dag som retter seg spesifikt mot makroalgedyrkerne. Dette vil med all sannsynlighet endre seg dersom man får realisert de store mulighetene som kan komme med storskalaanlegg lenger ut til havs. Slike anlegg vil stille store krav til blant annet anleggsutforming og -forankring, operasjoner for storskala kimplanteproduksjon og -utsett, og fjernovervåking av vekst og kvalitet. For å få ned produksjonskostnader i dyrking av makroalger må prosesser rundt utsetting og høsting av makroalger effektiviseres. Det må bygges videre på næringsnært FoU arbeid hvor den marine leverandørindustrien må utfordres og nyttiggjøres i større omfang.

Deling av kunnskap og samarbeid på tvers er viktig for å utvikle det utstyret som trengs for å lykkes med industriell makroalgedyrking Norge. I 2017 startet Møre Maritime AS i samarbeid med teknologibedrifter innenfor fiskeri, havbruk, landbruk og offshorenæring arbeidet med å utvikle fartøy, teknologi og utrustning for å håndtere produksjon, høsting og lagring av tare i industriell skala.<sup>11</sup> Målet er å etablere verdens første rendyrkede fartøykonsept for industriell tare dyrking. I prosjektet «Utvikling av konseptfartøy med dekksutrustning og kvalitetsbevarende teknologi for industriell tare dyrking» samarbeider Møre Maritime AS med bedriftene MacGregor Norway AS, Mustad Autoline AS, Orkel AS, Stranda Prolog SA, Abyss Aqua AS og Polyform AS. Som forskningspartnere har de med seg både SINTEF Ocean og NTNU. Prosjektet er støttet av Forskningsrådets havteknologisatsing.

## KONKURRENTER

Produkter fra dyrket makroalger til mat, fôr, biodrivstoff, osv., konkurrer mot andre produkter. For å være relevant som råstoff i ulike anvendelser så må produktene være prismessig konkurransedyktige sammenlignet med lignende produkter fra andre råstoff, og/eller må gi en viss merverdi til industrielle brukere (f.eks. mat, fôrindustri) som skal bruke makroalger i sin produksjon og produkter.

For eksempel vil bioetanol fra tare konkurrere mot lignende produkt fra sukkerrør. Eller rettere sagt, pr dags dato taper tareprodusentene denne konkurransen fordi kostnadene tilknyttet tare dyrking er langt høyere enn de tilknyttet sukkerrør. Det strategiske arbeidet kan i denne sammenheng muligens være at flere tareprodusenter går sammen i felles FoU løp for å se på muligheter for kostnadsreducerende tiltak for å kunne bli konkurransedyktig overfor sukkerrør. Vi ser allerede at aktører i Europa gjennomfører pilotering og testing mot storskala produksjon for å utforske slike muligheter.

Makroalgeindustrien konkurrerer også mot den etablerte landbaserte grønnsaksindustrien. Innen matsegmentet jobbes det aktivt i makroalgeindustrien med sensoriske egenskaper (smak/lukt) og bevisstgjøring og opplysning til forbruker om anvendelsesmuligheter. Naturlige kosttilskudd

---

<sup>11</sup> Dette prosjektet ble avsluttet i 2020.

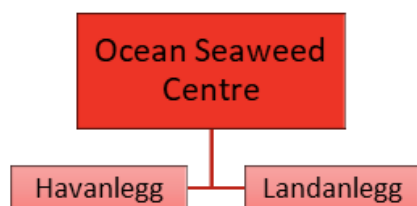
produseres i betydelige mengder bruk av råstoffer fra landbaserte grønnsaker – skal makroalgeindustrien kunne konkurrere på pris må råvareprisen på makroalger reduserer betydelig. Landbruksnæringen er imidlertid et eksempel på at det relasjonene i verdinettet kan være dynamisk. For samtidig som at man kan se for seg konkurranse mellom landbruksprodukter og produkter fra makroalger, så har disse to også en relasjon som kunde-leverandør i den forstand at landbruket kan være sluttbruker i forhold til produksjon av råstoff til dyrefôr fra makroalger. Satt litt på spissen kunne man kanskje sett for seg en slags vinn-vinn situasjon ved at makroalgeprodusenter spesialiserte seg mot fôrproduksjon i stedet for å kjempe om de samme kundene i matsegmentet.

---

## 4. ORGANISASJONFORM FOR OCEAN SEAWEED CENTRE

---

Fylkeskommunen ønsker å etablere en forskningsinfrastruktur bestående av et anlegg til havs for dyrking av makroalger, samt et landanlegg for mottak og testprosessering av dyrkede makroalger<sup>12</sup>. Med en slik infrastruktur er målet å gi næringslivsaktører muligheten til å



gjennomføre forsøk og testing knyttet til dyrking, samt prosessering av makroalger, uten at bedriftene selv må ut med større investeringer i anlegg i en testfase.

Med utgangspunkt i de tidligere kapitlene vil vi nå gå nærmere inn på hvordan et slikt selskap bør organiseres. Kort oppsummert er de mest sentrale elementene som

følger:

- Makroalgeindustrien i Norge består stort sett av få og små aktører der det er lite kapital.
- Makroalgeindustrien i Norge (og for så vidt i Europa) har åpenbare FoU-utfordringer, både i forhold til utvikling av mer effektive prosesser og storskalaproduksjon, men også i forhold til produktutvikling.
- Selv om det ikke fremkommer eksplisitt så er det helt klart at verdiene fra makroalgedyrking i Norge i dag ikke ligger i dagens produksjon, men i fremtidens potensial. Slik sett vil en investering inn i denne næringen kunne betraktes som en form for en (real)opsjon.
- Norsk makroalgeproduksjon har flere komparative fortrinn som velegnet havareal med strømninger og stabile temperaturforhold, en lang tradisjon i forhold til marine næringer og høy kompetanse innen teknologi som kan bidra til effektive produksjonsprosesser.
- Det eksisterer mange aktører og miljøer som kan ha egen nytte av en stor makroalgeindustri i Norge og som man kan spille på lag med i denne fasen.

Dette er noe av bakteppe man må se den planlagte infrastrukturen opp mot.

### HVA ER FORMÅLET MED OCEAN SEAWEED CENTRE (OSC)

Fylkeskommunen har uttalt at hovedformålet er å skaffe til veie den nødvendige infrastrukturen som gjør det mulig for den enkelte aktør å dyrke frem og prosessere makroalger i småskala. Dette betyr at små aktører kan gjennomføre piloter, tester og utviklingsløp uten at de først må investere i denne type anlegg.

---

<sup>12</sup> Den 20. april 2020 vedtok Fylkestinget følgende: «For å utvikle nye næringsområde vil fylkeskommunen forsterke arbeidet med utvikling av industriell dyrking av makroalger. Fylkeskommunen vil legge til rette for etablering av forsøksfelt for dyrking av ulike arter av makroalger i skjerna og eksponert miljø, og tilrår ekstra 2 millioner kroner til dette i 2020. I neste omgang vil fylkeskommune også legge til rette for etablering av senter for mottak, lab og testprosessering av makroalger».

Det at det offentlige påtar seg investeringskostnaden i forskningsinfrastruktur er ikke noe nytt, men har snarere vært et bærende element i forskningspolitikken helt fra starten. Eksempler som IFE Halden og MARINTEK kan tjene som gode eksempler. Ved IFE Halden har forskningsreaktoren vært helt sentral for den nukleære forskningen i Norge, der forskningsmiljøer og private aktører har kunne benytte reaktoren for testing og utprøving. MARINTEK, som er tilknyttet Sintef i Trondheim, har vært helt sentral i utviklingen av både marin, maritim og petroleumsindustri, ved at disse næringene har hatt et havromslaboratorium og et sjøbasseng hvor en har kunne testet ut konstruksjoner av oppdrettsanlegg, skip og oljeplattformer under kontrollerte forhold før man startet bygging i full skala.

Vi mener at OSC må sees med samme briller som man har gjort med IFE Halden og MARINTEK. OSC skal ha en tilretteleggerrolle for kompetansebygging gjennom forskning, innovasjon og utvikling til nytte for næringslivet. En slik tolkning av fylkeskommunens involvering samsvarer godt med det samfunnsoppdraget som virkemiddelapparatet, ved Forskningsrådet, Innovasjon Norge og SIVA regjeringen, blir tildelt fra departementene.

Tolkningen av OSC's rolle har direkte innvirkning på målfunksjonen til selskapet og hvordan selskapet bør utformes. Med den tolkning som er lagt til grunn ovenfor anser vi det som naturlig at OSC's målfunksjon vil være:

*... å øke næringslivets samlede verdiskaping gjennom å stimulere til flere gode gründere og bidra til at regioner får stadig flere vekstkraftige bedrifter og sterkere innovative næringsmiljøer innenfor makroalgedyrking.*

I dette ligger det at OSC ikke skal operere som en profittmaksimerende bedrift. Fra et samfunnsøkonomisk ståsted kan det argumenteres at OSC's i stedet skal være et null profitt foretak, slik at kostnadene som påføres næringslivet blir så lave som mulig. Dette vil bidra til gründer og andre aktører innen makroalgedyrking kan bringe inn sine idéer til torgs til lavest mulig kostnad. Sagt på en annen måte, jo lavere FoU-kostnadene er hos bedriftene, jo flere bedrifter blir stimulert til å satse på forskning, innovasjon og utvikling. Det er også verdt å merke seg at i målfunksjonen er det lagt til grunn at det er næringslivets verdiskapning som er hovedfokus, og ikke OSC's profitt.<sup>13</sup>

## **SELSKAPSFORMER**

Vi vil her kort skissere noen de vanligste selskapsformene som benyttes i Norge i dag.<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> Med begrepet verdiskapning menes summen av alle lønnskostnader pluss bedriftenes EBITDA (dvs. overskudd før rentekostnader, skatter, samt avskrivning av fysiske eiendeler og immaterielle eiendeler). I motsetning til bedriftsøkonomiske resultatmål så inkluderer verdiskapning den innsats som gjennomføres av arbeidskraft (og som honoreres med lønn) da dette er arbeidskraftens «profitt».

<sup>14</sup> Enkeltforetak er også en vanlig selskapsform, men utelukket fra listen vår i og med at vi ikke ser det som en realistisk løsning.

## **STIFTELSE**

Dette er en selskapsform der en person eller et styre forvalter en formuesverdi. Stiftelser er selveiende institusjoner. Det vil si at de ikke har eiere. Dette skiller stiftelser fra selskaper, hvor selskapsdeltakerne eier en andel av selskapets formue, har rett til en andel av selskapets overskudd og styrer selskapet i kraft av sine eierposisjoner. Stiftelse kan både være opprettet for å fremme ideelle formål eller for å drive næringsvirksomhet.

Mange av forskningsinstitusjonene i Norge var opprinnelig opprettet som stiftelse, men flere av dem har endret selskapsform til AS. Endring fra stiftelse til AS er langt lettere enn motsatt. Kapitalen som skytes inn i selskapet vil være stiftelsens kapital, dvs. kapitalen har ingen personlige eiere. Dette vil nok innebære større problemer dersom stiftelsen har behov ved et tidspunkt å stille til veie med betydelig ekstra kapital utover det som kommer fra fylkeskommunen.

## **INTERKOMMUNALT SELSKAP**

Et interkommunalt selskap kan bare eies av kommuner, fylkeskommuner eller andre interkommunale selskaper. Eierne har et ubegrenset ansvar for selskapets forpliktelser. Det er eierne som er ansvarlig for å sette inn nødvendig kapital og for forvaltningen av denne.

I den nye kommuneloven fra 01. januar 2020. kom det inn to nye modeller for interkommunalt samarbeid. De nye modellene er *interkommunalt politisk råd* og *kommunalt oppgavefellesskap*. Overordnet vil KO være en mer regulert samarbeidsform enn § 27-samarbeid, og dermed også mer lik IKS-modellen. IKS er en organisasjonsform som mange kommuner allerede har valgt for sin oppgaveløsning innenfor ulike områder, f.eks., revisjon og kontrollutvalgsekretariat.

## **SAMVIRKEFORETAK**

Hovedformålet med et samvirkeforetak er å fremme medlemmenes interesser. I et samvirkeforetak er medlemmenes behov for samarbeid viktigere enn å tjene penger. Alle medlemmer behandles likt og hovedregelen er at alle medlemmer har én stemme på årsmøtet. Overskuddet til selskapet deles likt mellom medlemmene etter deres samhandel med selskapet.

Samvirkeforetak er tenkt som en passende selskapsform dersom allerede etablerte bedrifter ønsker å samarbeide om å løse felles oppgaver. Et samvirkeforetak er lite investorvennlig.

## **AKSJESELSKAP**

Aksjeselskap (forkortet AS) er et selskap hvor eierne har betalt inn en aksjekapital fordelt på antall aksjer i selskapet. Aksjeselskaper er som skapt for risikokapital og har en innebygd lovfestet ansvarsbegrensning. Dette betyr at det er selskapet som er ansvarlig for dets forpliktelser, ikke eierne av selskapet, og i utgangspunktet heller ikke styremedlemmer eller daglig leder. Selskapet kan gå konkurs, men eierne kan ikke tape mer enn det de har puttet inn i selskapet. Ansvarsbegrensningen er noe av det første en gründer bør legge vekt på. Aksjeselskapet har også en rekke andre fordeler. Eierandelene – aksjene – kan fordeles blant flere eiere. Fordeling av aksjer kan også brukes som insentiver til ansatte og andre som hjelper selskapet, for eksempel viktige

leverandører. I Norge kan aksjer ikke gis ut fra selskapet uten vederlag, men vederlaget kan i praksis avtales fritt (dersom alle eiere er enige).

Aksjeselskapet er også den selskapsformen de fleste investorer er best kjent med, og som regel også den mest hensiktsmessige og forutsigbare selskapsformen å hente penger gjennom utstedelse og/eller salg av aksjer.

Et aksjeselskap kan utdele opsjoner, tegningsretter og andre finansielle instrumenter som gjerne forbindes med startups og tidligfaseselskaper. Opsjoner kan i prinsippet benyttes som vederlag til ansatte og andre. I Norge beskattes ikke opsjoner ved utstedelsen, men ved utøvelse.

Aksjeselskaper har den fordel at det er et oversiktlig rammeverk i aksjelovgivningen, men for øvrig kan selskapene i stor grad skreddersys. Dette gir en god kombinasjon av forutsigbarhet og fleksibilitet. Aksjeselskaper i sin enkleste form er i praksis relativt standardisert og rimelig enkle å stifte. Selskapet kan nå stiftes elektronisk gjennom [www.altinn.no](http://www.altinn.no).

## **VURDERINGER VED VALG AV SELSKAPSFORM**

Hvilken organisasjonsform du velger har stor innvirkning på både ansvar, risiko, skatt, rettigheter og plikter for deg som bedriftseier. En av de viktigste faktorene her er hvilken risiko som er forbundet med det man skal drive med. En annen faktor er hvordan en skal skaffe til veie kapital til å sikre drift av selskapet over lengre tid. Et tredje spørsmål som nå besvares er knyttet til eiersiden av selskapet. Valg av eiere vil ha svært mye å si i forhold til hvilke interesser som blir ivaretatt og hvordan selskapet driftes.

## **KAPITALINNHENTING OG EIERSIDEN**

Det er ikke gjort en vurdering av hvor mye kapital som må inn i dette selskapet, men anslår at det er behov for en kapitalinnhenting utover fylkeskommunens bidrag. Vi mener at valget av eiere må sees i sammenheng med målsettingen til selskapet. I det ligger det at eventuelle eiere ikke først og fremst har fokus på å maksimere OSC sitt overskudd, men har egeninteresse i at OSC fungerer best mulig ut mot primærbrukerne, det vil si at flest mulig får muligheten til å benytte anlegget. I et aksjeselskap vil eierne kunne ha en sentral rolle i den strategiske utviklingen av selskapet. Dersom målsettingen til OSC er at dyrkere av makroalger skal bruke infrastrukturen i størst mulig grad til å få teste ut ideer så bør prisingen av leie av hav- og landanlegg helst ikke overstige kostnaden som er forbundet med denne leien. En pris for leie som er over marginalkostnad betyr at færre vil benytte anlegget, og selv om en slik prisstrategi kan bety høyere overskudd i OSC, så vil det begrense FOU-aktiviteten ved anlegget. Det vil i så måte være ønskelig med eiere som ser verdien av høy aktivitet ved OSC. Konkret ser vi for oss eiere som representerer sluttbruker som for eksempel oppdrettere, landbruk og matprodusenter.

I tillegg mener vi det vil være formålstjenlig å få inn en aktør fra forskningsmiljøene så vel som fylkeskommunen. Eiere som representerer makroalgedyrkerne, er også en gruppe som vil kan ha en rolle på eiersiden. Dette mangfoldet kan sikre en bedre styring av selskapet som er i tråd med selskapets målfunksjon. På den annen side er det selvsagt et faremoment at for mange ulike eiere

vil kunne føre til et impotent styre, med manglede styrke til å sikre gjennomføringsevne. Dette er en balansegang som det er vanskelig å si noe konkret om i denne fasen.

## RISIKO

Når det gjelder risikoen forbundet med hvorvidt dette potensialet vil bli realisert så er det to drivere som trekker i hver sin retning. På den ene siden er det sannsynlig at det FoU-kappløp som vil finne sted i de nærmeste årene vil generere mange tapere, men også noen vinnere. På den annen side er det veldig sannsynlig at makroalgeindustrien vil tvinge seg frem i en eller annen retning. Eksakt hvilken retning kan være uklart, og dette vil avhenge av både hvor FoU trekke næringen, så vel som hvilke goder som det vil bli knapphet på i fremtiden. Det som imidlertid er sikkert er at de aller beste plassene på landjorda allerede er kultivert, og at ytterligere kultivering høyst sannsynlig vil bli relativt mer kostbart. En utnyttelse av 0.003 prosent av havet for kultivering av makroalger vil kunne gi samme råstoffer som 6 prosent av landjorda.

## NASJONAL SATSING PÅ FORSKNINGSFRASTRUKTUR

Regjeringens og Forskningsrådets «Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur» (INFRASTRUKTUR) har siden 2009 bevilget om lag 6 milliarder NOK og bidratt til om lag 100 forskningsinfrastrukturer. Målet med denne satsingen er å bygge opp relevant og oppdatert infrastruktur som norske forskningsmiljøer og næringsliv har tilgang til. Denne forskningsinfrastrukturen er både bygget opp i Norge, samt gjennom deltakelse i andre land. «Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur» skal primært fornye norsk forskningsinfrastruktur, og ikke benyttes til å finansiere selve *driften* av forskningsinfrastruktur. Utgifter til drift av forskningsinfrastruktur skal i stedet, og så langt som mulig, dekkes av de prosjekter som anvender infrastrukturen.

Et av områdesatsingene er innenfor bioressurser. Fra Norsk veikart for forskningsinfrastruktur sakser vi ut følgende beskrivelse av denne satsingen:

*Kjerneområdene i denne områdestrategien er produksjon og foredling av bioressurser fra hav, land og råstoff fra skog, eksklusive bioenergiformål. Strategien omfatter forskning som skal legge til rette for best mulig utvikling av biobaserte produkter. Matproduksjon er sentralt, men strategien inkluderer alle biobaserte produkter som for eksempel dyre- og fiskefôr, biokjemikalier og biomaterialer som kan erstatte oljebaserte materialer og/eller fylle andre behov i bioøkonomien.*

Det er spesielt fire nasjonale forskningsinfrastrukturer som kan være relevant i forbindelse med dyrking, høsting og prosessering. Dette er:

- To nasjonale forskningsinfrastrukturer for utnyttelse av marint råstoff:
  - **Sealab** inneholder en liten, men komplett fabrikk for å utvinne olje, proteinrike fraksjoner og andre næringsstoffer av restråstoffene fra fiskeindustrien.
  - **Norsk senter for planktonteknologi** er en nasjonal infrastruktur som vil utvikle nye dyrkingsmetoder og ny teknologi, for å kunne høste, dyrke og prosessere organismer fra lavere trofisk nivå i havet.



- To nasjonale forskningsinfrastrukturer for utvikling av prosesser for biomasse:
  - **NorBioLab**, et bioraffineri for å omdanne norsk land- og sjøbasert biomasse til nye, miljøvennlige biokjemikalier, biomaterialer og bioenergiprodukter. Infrastrukturen kan brukes til å forske på mange forskjellige biologiske ressurser, som lignocellulose, marine ressurser og avfall.
  - **NBioC** er en moderne nasjonal infrastruktur for fermenteringsprosesser. I disse prosessene omdanner alger, gjær og bakterier bioressurser til forskjellige nyttige formål som f.eks. mat, fôr, kjemikalier og biodrivstoff

Det finnes imidlertid ingen norsk forskningsinfrastruktur for testing av produksjonsteknikker, eller som fullt ut inkluderer fullt ut de mulige prosesseringsteknikker av makroalger. En potensiell løsning for å få etablert fylkeskommunens visjon om en forskningsinfrastruktur bestående av et havanlegg og et taremottak er derfor å gå sammen med de relevante forskningsmiljøene i Møre og Romsdal i en satsing mot «Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur» (INFRATRUKTUR). Dette er imidlertid en forholdvis krevende prosess som krever mye innsats og koordinering. Det er også godt mulig at dette er langt mer ambisiøst i omfang enn det som er planlagt fra fylkeskommunens side.

## VEIEN VIDERE FOR Å STARTE AKSJESELSKAP - GRUNNLEGGENDE STEG

### 1. STIFTELSESDOKUMENTER OG VEDTEKTER

En må utarbeide stiftelsesdokumenter og vedtekter. Dokumentene har faste formkrav og signeres av de som skal stifte selskapet. Stiftelsesdokumentene forteller hvem som har stiftet selskapet, åpningsbalansen til selskapet, hvem som eier hvilke aksjer og hvor mye de er verdt. Vedtektene beskriver hvordan selskapet skal drive og hvilke kjøreregler aksjonærene er enige om. Se eksempel på stiftelsesdokument [her](#).

### 2. ÅPNINGSBALANSE

En revisor må bekrefte åpningsbalanse med et eget skriv dersom aksjeinnskudd skal skje med annet enn penger, selskapet skal bli part i en avtale eller noen skal gis enkelte typer særskilte rettigheter.

### 3. ÅPNING AV KONTO

Det må åpnes en konto for innbetaling av aksjekapital. Før selskapet kan registreres i Altinn så må aksjekapitalen være innbetalt på en konto i en bank. Kontoen vil være sperret til selskapet er registrert i Brønnøysundregistrene med organisasjonsnummer og avtaler for konto, kort og nettbank er signert og returnert banken.

#### **4. REGISTRERINGEN I ALTINN.NO**

Gjør du registreringen av firmaet ditt elektronisk via [www.altinn.no](http://www.altinn.no), skal alle dokumentene legges inn her. Dette er: stiftelsesdokument, vedtekter, åpningsbalanse (se punkt 2) og bekreftelse av aksjekapital.

#### **5. ERKLÆRING FRA FINANSINSTITUSJON ELLER REVISOR**

På [www.altinn.no](http://www.altinn.no) får du beskjed om å laste opp vedlegget «Erklæring fra finansinstitusjon eller revisor», for deretter å oppgi organisasjonsnummeret til den som skal signere dette vedlegget digitalt.

#### **6. PROSESS HOS BRØNNØYSUNDREGISTERET**

Når alle korrekte dokumenter er levert Brønnøysundregisteret (eventuelt via [www.altinn.no](http://www.altinn.no)), tar det normalt to-fem dager før selskapet er registrert og organisasjonsnummer er klart.

#### **7. SELSKAPET ER REGISTRERT**

Når du mottar organisasjonsnummer fra Brønnøysundregistrene og dette er søkbart via [www.brreg.no](http://www.brreg.no), sender du firmaattest og oppdatert aksjeeierbok til bank.

---

## 5. FORSKNINGSAKTIVITETER OG MØREFORSKNINGS KOMPETANSE

---

### KARTLEGGE POTENSIAL FOR GRØNN PLATTFORM 2021 (NFR)

Grønn plattform er en ny satsing som gir næringslivet og forskningsinstitutter midler til forsknings- og innovasjonsdrevet grønn omstilling. Målet med satsingen er å skape samfunnsøkonomisk lønnsomt og bærekraftig næringsliv som bidrar til grønn omstilling. Prosjektene skal ha et behov for et samlet offentlig tilskudd på over 50 millioner. De skal inkludere målrettet forskning, teknologiutvikling, forretningsutvikling, og de skal koble hele løpet fra kunnskapsproduksjon til implementering, kommersialisering og skalering av grønne teknologier, prosesser, produkter og tjenester. Regjeringen har gitt en samlet bevilgning på 1 milliard kroner til Forskningsrådet, Innovasjon Norge og Siva til denne utlysningen. Søknadsfrist for hovedprosjekt er 12. mai 2021.

Utlysningen har følgende budsjett:

Søkere	Virkemiddelaktør	Budsjett
Bedrifter	Forskningsrådet	170 MNOK
<a href="#">Forskningsinstitutter og andre godkjente forskningsorganisasjoner</a>	Forskningsrådet	380 MNOK
Bedrifter	Innovasjon Norge	307,5 MNOK
Eksisterende katapult-sentre	Siva	115,5 MNOK

Det er tidligere lyst ut midler til forprosjekter i Grønn plattform, men det er ikke krav om gjennomført forprosjekt for å søke denne utlysningen. 93 bedrifter og forskningsinstitutter fikk innvilget forprosjekt fra [Grønn plattform](#) for omstilling i næringslivet.

Utlysningen er rettet mot store, ambisiøse grønne prosjekter hvor en bedrift eller et offentlig foretak som driver virksomhet av industriell eller forretningsmessig karakter er prosjektansvarlig. Prosjektansvarlig må også sikre finansiering av prosjektet (utover tilskudd fra Grønn plattform) og andre nødvendige tiltak for å utnytte prosjektresultatene. I tillegg kan problemstillinger som har behov for en vesentlig forskningsinnsats for å bygge kompetanse og forskningskapasitet søke et kompetanseprosjekt for disse aktivitetene. Kompetanseprosjektet skal ledes av et forskningsmiljø og være en del av et Grønn Plattform hovedprosjekt.

I lys av at de fleste bedriftsaktørene som er tilknyttet makroalgeindustrien er relativt små og bestående av mange nyetablerte selskap anser vi ikke Grønn plattform som et relevant virkemiddel på nåværende tidspunkt. I denne sammenheng vil det være mer relevant å benytte seg av ulike virkemiddel for ulike faser av prosjektet og avhengig av hvilke partnere som er involvert. Det vil være nødvendig å bygge en prosjektportefølje tilknyttet OSC i samarbeid med ulike aktører og virkemiddel. I regi av Forskningsrådet vil «[Kompetanse og samarbeidsprosjekt](#)» og «[Innovasjonsprosjekt i næringslivet](#)» være mest aktuelle, i tillegg til finansiering gjennom europeiske nettverk som Forskningsrådet deltar i som f.eks. [BlueBio Cofund](#). Innovasjon Norge har

også en rekke ulike virkemiddel rettet mot bedrifter som kan bidra til å finansiere prosjekter; f.eks. «Tilskudd til innovasjonskontrakter», «Tilskudd til bioøkonomiprojekter» og «Tilskudd til miljøteknologi».

### **MØREFORSKINGS KOMPETANSE**

Forskningsinfrastrukturen (Ocean Seaweed Center) vil være en plattform for samarbeid og innovasjon innenfor kommersiell produksjon av makroalger. Dette vil bidra til

- Øke nasjonale kapasitet for produksjon og prosessering av makroalger og støtte utvikling av den norske bioøkonomien basert på dyrket makroalger,
- Utnytte den regionale kompetanse relevant inn mot storskala dyrking til havs og prosessering av makroalgebiomasse,
- Styrke FoU kompetanse regionalt med fokus på internasjonalisering ved f.eks. publisering og nettverksbygging.

Det er identifisert flere barrierer og kunnskapshull langs verdikjeden for å oppskalere makroalgeproduksjon og etablere en bærekraftig industri basert på dyrking av makroalger. Dette inkluderer særlig aspekter relatert i) storskala dyrking inkl. teknologi for dyrking til havs, ii) effektive prosessering og produktkvalitet mot aktuelle sluttprodukter, iii) markedsperspektiver for makroalgebiomasse, iv) regelverket rundt produksjon (dyrking) og industrielle anvendelser (f.eks. mat og fôr) av makroalger og v) bærekraftige forretningsmodeller.

Møreforskning er hoved FoU-aktøren i regionen og har kompetanse innen makroalger med flere deltakelse og ledelse av flere FoU-prosjekter nasjonalt og internasjonalt (Tabell 9) og vil være en naturlig FoU-aktør med sentral rolle i en slik forskningsinfrastruktur. I tillegg er instituttet til stede og har pågående aktiviteter på Nordmøre og er engasjert i utvikling av Campus Kristiansund. Møreforskning har ekspertise direkte relatert til overnevnte FoU-utfordringene, et omfattende nettverk av relevante internasjonale forskningsmiljøer, næringsaktører og myndigheter samt egen forskningsinfrastruktur (MØRELAB) bestående av 3 marine laboratorier (analyse-, prosess- og dyrkingslaboratorie). Mer spesifikk, vil Møreforskning kunne bidra med følgende til en felles FoU-infrastruktur:

- Kunnskap om og laboratorieinfrastruktur for dyrking av både tare og andre makroalgearter basert på livssyklus. Møreforskning har tillatelse for dyrking av ca. 30 arter i sin fasilitet ved Atlanterhavsparken (Tueneset). Denne kompetansen og infrastruktur vil være viktig i sammenheng med utføring av dyrkingstester utenfor Grip som en del av Ocean Seaweed Center. I denne sammenheng vil det være viktig å bruke lokale plantemateriale for å unngå genetisk forurensing av stedegne populasjoner. Instituttet har også omfattende erfaring med FoU-arbeid og prøvetaking tilknyttet makroalgedyrking i sjøen,
- Ekspertise innen relevante prosesseringsmetoder inkl. frysing, tørking, fermentering og evaluering av produktkvalitet samt energiutnyttelse,

- Kvalitetsanalyse av makroalgeprodukter inkl. kjemiske forbindelser og fysiske egenskaper (analyselab.). Møreforskning har ekspertise innen sensorisk egenskaper av marint råstoff ved bruk av standard metoder og et trent panel og har bakgrunn med arbeid inne sensorisk evaluering av makroalger,
- Evaluering av bioaktivitet fra makroalgeprodukter og ekstrakter ved bruk av standard lab metoder og/eller utvikling av nye metoder,
- Bærekrafts- og livssyklusanalyser for nye prosess og produkter fra makroalger samt verdikjede analyser,
- Forbrukeradferd og -preferanse for sjømat anvendt mot makroalgeprodukter,
- Kompetanse innen logistikk, transport og samfunnsøkonomi for bærekraftig næringsutvikling,
- Samarbeid med offentlige instanser for etablering av regelverk for bærekraftig utvikling av makroalgenæring.

Tabell 6 Makroalgerelaterte FoU-prosjekter som Møreforskning er involvert i

Prosjekt		Beskrivelse	Partnere
Markedsvurdering for bærekraftig algedyrking i IMTA	2014 Hordaland fylkeskommune	Utrede muligheter, utfordringer og videre forskningsbehov tilknyttet makroalgedyrking i integrert multi-trofisk akvakultur (IMTA)-anlegg fra pilotskala til bærekraftig industri	Norges Vel (PL), Hortimare, Salmon Group, Smart Farm
Tarelaks	2015 – 2021 Finansiert av laksoppdrettere	Evaluere miljøeffekter av IMTA samt økonomisk bærekraft for makroalgeproduksjon i industriell skala	Aquahub (PL), Osland Havbruk, Engesund Fiskeoppdrett, Sulefisk
Multi-Frame	2020 – 2023 Belmont Forum, Future Earth and JPI Oceans Collaborative Research Action	Etablering av rammeverk for effektiv og bærekraftig flerbruk av havområder og -ressurser	s.Pro-sustainable GmbH, Uni. of Rhode Island, Royal Inst. of Technology in Stockholm, Eduardo Mondlane Uni., Uni. of Nantes, Federal Uni. of Santa Catarina, SUBMARINER Network for Blue Growth EEIG
Alsmak	2014 – 2015 RFF-Midt	Evaluering av potensialet for makroalger som mat i nordisk sammenheng	Klippfiskakademiet, Atlanterhavsparken
Kartlegging av kunnskap for tørking av makroalger	2015 Møre og Romsdal fylkeskommune	Kartlegging av ulike tørkemetode for makroalger og deres effekter på produktkvalitet	Høyskolen i Ålesund, R-container
PROMAC	2015 – 2019 NFR (Bionær/havbruk)	PROMAC fokuserer på energieffektiv prosessering og raffinering av makroalger til mat og fôr, og inkluderer en logistisk og økonomisk analyse av verdikjeden, samt en livssyklusanalyse (LCA).	Møreforskning, Sintef, Nibio, NTNU, NMBU, Matis, Ceva, SLU, Tafjord Tafjord Kraftvarme AS, Felleskjøpet, Firmenich, Hortimare, Legasea, Orkla, Marinox, The Northern Company.
PhD Pierrick Stévant	2015 – 2019 Sparebanken Møre, NTNU	Bruk av makroalger i matapplikasjoner: effekt av ulike prosesseringsmetoder på produktkvalitet	
ISBIT	2017 – 2018 RFF-Midt	Optimalisering av preservering av sukkertare ved kjøle- og fryseteknikker	Sintef Ocean, Tango Seaweed, Seaweed Solutions, Tafjord Kraftvarme AS, FrigoCare, Teknoterm

Prosjekt		Beskrivelse	Partnere
ISBIT2.0	2018 – 2021 RFF-Midt	Optimalisering av kjøle- og fryseprosess til industriell produksjon av sukkertare	SINTEF Ocean, FrigoCare, Tafjord Kraftvarme AS, Seaweed Energy Solutions AS, Ocean Forest AS, Tango Seaweed AS, Algetun AS, RContainer AS og Teknotherm Marine AS
Makroterm	2018 RFF-Midt	Optimalisering av råstoff behandling og produktkvalitet fra sukkertare ved bruk av damp og overhett damp tørking	SINTEF Ocean, Seaweed Solutions, Teknoterm, Tafjord Kraftvarme, Waister
The Norwegian Seaweed Biorefinery Platform (SBP-N)	2019 – 2024 NFR (Havbruk2)	Målet med prosjektet er å være en plattform for forskning, kunnskap, metodikk og ulike interessenter innen utvikling av en økonomisk og miljøvennlig bioraffineri av makroalger.	NTNU (PL), NOFIMA, SINTEF Ocean, SINTEF Industry, NMBU
TareMottak	2020 Møre og Romsdal fylkeskommune	Kartlegge behov for prosessering av tang- & tarebiomasse og lage et grunnlagsdokument for etablering av et lønnsomt, effektivt og skalerbart mottaksanlegg for tang og tare på Nordmøre	
SensAlgae	2020 – 2021 RFF-Møre og Romsdal	Testing av metoder for jodreduksjon i sukkertare og se på effekt på bl.a. sensorisk verdi samt evaluering av mattrygghet fra sukkertare som ingrediens i matindustri	Havforskningsinst., Orkla Foods Norge, Tango Seaweed, Ocean Forest, Mattilsynet
Oceans4Biotech	2019 – 2023 EU COST action	Nettverk av eksperter innen marine bioteknologi for å dele erfaring, kunnskap og teknologi for effektiv utvikling bioteknologiforskning i Europa og utenfor.	Mange
Greens	2020 MobPro Møre og Romsdal	Utvikle protokoll for dyrking av havsalat basert på lokal høstet materiale og analysere kvalitet (kjemiske, sensoriske)	Nordi Ocean AS
Seagreen	2020 – 2021 RFF-Møre og Romsdal	Undersøke om fryselagring kan være en effektiv og økonomisk lønnsom konserveringsmetode som ivaretar kvalitet og produkttegenskaper for havsalat	Nordi Ocean AS, KIND AS
SAFER-IMTA	2021-2024 NFR (Bilateral project)	Integrated Multitrophic Aquaculture for Sustainable and Safe Food Production	Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, China Shenzhen University, (China)
Grisetangdokke	2020 – 2021 MobPro Møre og Romsdal	Studere reproduksjonssyklus hos <i>Vertebrata lanosa</i> høstet i strandsonen i Ålesund, Møre og Romsdal.	Kvitsøy Edelskjell AS

---

## REFERANSER

---

- Araújo, R., Sanchez Lopez, J., Landa, L., and Lusser, M. (2019). Report on the community of practice workshop: algae production in europe: status, challenges and future developments. ARES 2019:3524950.
- Araújo R, Vázquez Calderón F, Sánchez López J, Azevedo IC, Bruhn A, Fluch S, Garcia Tasende M, Ghaderiardakani F, Ilmjärv T, Laurans M, Mac Monagail M, Mangini S, Peteiro C, Rebours C, Stefansson T, Ullmann J (2021). Current Status of the Algae Production Industry in Europe: An Emerging Sector of the Blue Bioeconomy. *Frontiers in Marine Science* 7 (1247). doi:10.3389/fmars.2020.626389
- Bergslien, M., E. Helland (2011) Faglig evaluering av makroalger som marin havbruksart på Vestlandet. Blue Planet.
- Barbier M, Araújo R, Rebours C, Jacquemin B, Holdt SL, Charrier B (2020) Development and objectives of the PHYCOMORPH European Guidelines for the Sustainable Aquaculture of Seaweeds (PEGASUS). *Botanica Marina*, 63(1):5.
- BMSG (2020) Bright Moon Seaweed Group. World-wide electronic publication. <http://www.bmsg.com/en>
- Brandenburger, A. M. og B. J. Nalebuff (1996). Co-opetition. New York: Doubleday.
- Broch OJ, Skjermo J, Handå A (2016) Potensialet for storskala dyrking av makroalger i Møre og Romsdal. SINTEF. <https://www.sintef.no/en/publications/publication/?pubid=CRISStin+1426005>
- Buschmann, A. H., C. Camus, J. Infante, A. Neori, Á Israel, M. C. Hernández-González, S. V. Pereda, et al., 2017. Seaweed Production: Overview of the Global State of Exploitation, Farming and Emerging Research Activity. *European Journal of Phycology* 52 (4). Taylor & Francis: 391–406. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09670262.2017.1365175>
- Castanheira ÉG, F. Freire (2013). Greenhouse gas assessment of soybean production: implications of land use change and different cultivation systems. *J Clean Prod* 54:49–60.
- Chapman AS (2014)
- Chapman AS, Stévant P, Larssen WE (2015) Food or fad? Challenges and opportunities for including seaweeds in a Nordic diet. *Bot Mar* 58 (6):423-433. doi:10.1515/bot-2015-0044
- Elizondo-González, Regina, Eduardo Quiroz-Guzmán, Cristina Escobedo-Fregoso, Paola Magallón Servín, and Alberto Peña-Rodríguez, (2018). Use of Seaweed *Ulva Lactuca* for Water Bioremediation and as Feed Additive for White Shrimp *Litopenaeus* Vannamei. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09670262.2017.1365175>
- Enriquez S, Duarte CM, Sand-Jensen K (1993) Patterns in decomposition rates among photosynthetic organisms: the importance of detritus C:N :P content. *Oecologia* 94:457–471
- FAO (2018). The global status of seaweed production, trade and utilization. Globefish Research Programme, VOL. 124, Rome, 120 pp.
- FAO (2021). Global Capture Production. Online query. <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-capture-production/en>.
- Fiskeridirektoratet (2020a) Akvakulturstatistikk (tidsserier)-Alger. <http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Statistikk-akvakultur/Akvakulturstatistikk-tidsserier/Alger>
- Fiskeridirektoratet (2020b). Nøkkeltall fra norsk havbruksnæring 2019. <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tall-og-analyse/Statistiske-publikasjoner/Noekkel-tall-for-norsk-havbruksnaering>

- Foldal, S. (2018). Morfologiske relasjonar til dyrka *Saccharina latissima* ved tre stasjonar langs Norskekysten. Masteroppgave ved NTNU, Institutt for biologi.
- Gereffi G, Fernandez-Stark K (2016) Global value chains analysis: a primer, 2nd edn. Center on Globalization, Governance & Competitiveness, Duke University, Durham, NC
- Gevaert, F., Davoult, D., Creach, A., Kling, R., Janquin, M. A., Seuront, L., & Lemoine, Y. (2001). Carbon and nitrogen content of *Laminaria saccharina* in the eastern English Channel: biometrics and seasonal variations. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 81(5), 727-734.
- Hasselström, L. W. Visch, F. Gröndahl, G. M. Nylund, H. Pavia (2018). The Impact of Seaweed Cultivation on Ecosystem Services – a Case Study from the West Coast of Sweden. *Marine Pollution Bulletin* 133 (October 2017).
- Hasselström, L., Thomas, JB., Nordström, J. et al. Socioeconomic prospects of a seaweed bioeconomy in Sweden. *Sci Rep* 10, 1610 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58389-6>
- Lona E, Endresen PC, Skjermo J, Tsarau A, Stefanakos C, Broch OJ (2020) Evaluation of seaweed cultivation technology for weather exposed locations - AkvaLab – Project Summary Report. SINTEF Ocean, 2020:00593.
- Meld. St. 22 (2016-17). Hav i utenriks- og utviklingspolitikken.
- Mouritsen OG, Williams L, Bjerregaard R, Duelund L (2012) Seaweeds for umami flavour in the New Nordic Cuisine. *Flavour* 1 (1):4. doi:10.1186/2044-7248-1-4
- Nayar, S., K. Bott, (2014). Current Status of Global Cultivated Seaweed Production and Markets. *World Aquaculture* 45 (June 2014): 32–37.
- Nesse, S. (2018). Hvordan sikre innovasjon ved å samarbeide med en konkurrent? *Magma*, Vol. 5, side 61-70.
- Norderhaug K. M., J. Skjermo, K. Kolstad, O. J. Broch, Å. Ergon, A. Handå, S. J. Horn, E.-J. Lock og Margareth Øverland (2020). Mot en ny havnæring for tare? *Fisken og havet* nr. 2020-5.
- Nærings- og fiskeridepartementet (2016). Kjente ressurser – uante muligheter, Regjeringens bioøkonomistrategi.
- Nærings- og fiskeridepartementet og Olje- og energidepartementet (2017). Hav i utenriks- og utviklingspolitikken. Ny vekst, stolt historie, Regjeringens havstrategi.
- Olafsen, T., Winther, U., Olsen, Y., Skjermo, J. (2012). Verdiskaping basert på produktive hav i 2050, Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab (DKNVS) og Norges Tekniske Vitenskapsakademi (NTVA).
- Raucci GS, Moreira CS, Alves PA, Mello FFC, Frazão LD, Cerri CEP, Cerri CC (2015) Greenhouse gas assessment of Brazilian soybean production: a case study of Mato Grosso State. *J Clean Prod* 96:418-425.
- Skjermo J, Aasen IM, Arff J, Broch OJ, Carvajal A, Christie H, Forbord S, Olsen Y, Reitan KI, Rustad T, Sandquist J, Solbakken R, Steinhovden K, Wittgens B, Wolff R, Handå A (2014) A new Norwegian bioeconomy based on cultivation and processing of seaweeds: opportunities and R&D needs. *SINTEF Fisheries and Aquaculture - Report A25981*,
- Skjermo J, Broch OJ, Endresen PC, Forbord S, Lona E (2020) Utgreiing av vekst hos dyrkede makroalger på en eksponert og en skjermet lokalitet i Møre og Romsdal - TAREAL 2 prosjekt. *SINTEF Ocean*, 2020:01053. <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/2687913/Sluttrapport%2BTAREAL2.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Stévant P, Rebours C, Chapman A (2017a) Seaweed aquaculture in Norway: recent industrial developments and future perspectives. *Aquaculture International* 25 (4):1373–1390. doi:10.1007/s10499-017-0120-7
- Stévant P, Marfaing H, Rustad T, Sandbakken I, Fleurence J, Chapman A (2017b). Nutritional value of the kelps *Alaria esculenta* and *Saccharina latissima* and effects of short-term storage on biomass quality. *J Appl Phycol* 29:2417–2426



- Stévant P., C Rebours (2020). Taremottak - Grunnlag for etablering av et felles mottaksanlegg for makroalger på Nordmøre. Rapport nr. 20-10, Møreforskning.
- Torres MD, Kraan S, Domínguez H (2019) Seaweed biorefinery. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 18(2):335-388.
- van den Burg, Arie P. van Duijn, H. Bartelings, M. M. van Krimpen, M Poelman (2016). The economic feasibility of seaweed production in the North Sea, *Aquaculture Economics & Management*, 20:3, 235-252, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13657305.2016.1177859>
- van den Burg, S. W. K. (2019). Economic prospects for large-scale seaweed cultivation in the North Sea. Wageningen, Wageningen Economic Research, Memorandum 2019-012. <https://doi.org/10.18174/470257>
- van den Burg, S. W. K., T. Selnes, L. Alves, E. Giesbers, A. Daniel (2020). Prospects for upgrading by the European kelp sector. *J Appl Phycol* 33, 557–566 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10811-020-02320-z>



MØREFORSKING AS  
Postboks 5075  
6021 Ålesund  
TEL +47 70 11 16 00  
[www.moreforskning.no](http://www.moreforskning.no)  
NO 991 436 502