

OCEAN FOREST ANNO 2016

Ved Solveig van Nes, Leder Havbruk, Bellona



I takt med en eksplosiv befolkningsvekst øker det globale behovet for mat og ren og fornybar energi.

I Ocean Forest ser vi på de unike mulighetene i havet og jobber vi med å utvikle fremtidens havbruk som kombinerer produksjon av sunn sjømat og ren energi med redusert miljøavtrykk og CO₂-fangst.

Så langt har vi både startet opp storstilt dyrking av tare som fanger CO₂ og utnytter næringssaltene fra laks óg vist at blåskjellmel kan være fremtidens bærekraftige fôrråvare i havbruk.

HISTORIEN BAK OCEAN FOREST: ET HAV AV MULIGHETER

Vi lever i en tid med store globale utfordringer. Verdens fremtidige konflikter vil handle om kampen om tilgang til ren energi, ren mat og rent drikkevann. Alvoret i klimaendringer som følge av CO₂ utslipp på den ene siden og begrensningene i dyrkbart landareal og ferskvann på den andre siden ble understreket av FNs klimapanel sin rapport fra 2007.

Bellona fulgte opp med en egen rapport i 2008 «How to combat global Warming» der vi i likhet med klimapanelet viser til det umiddelbare behovet for å erstatte fossile energikilder med rene og fornybare energikilder og å møte det globale behovet for sunn mat uten å legge ytterligere press på knapphetsressursene. En av de store flaskehalsene er tilgang på tilstrekkelige mengder med fornybar biomasse til å erstatte de fossile kildene. Siden lanseringen av vår rapport i 2008 har Bellona derfor jobbet med bærekraftige løsninger basert på å benytte det vi har i overflod (CO₂, sjøvann og sollys) til å produsere det vi trenger mer av (ren luft, sunn mat og biomasse som råvare til ren, fornybar energi).

Vi lever på en blå planet. Mer enn 70 % av jordas overflate er dekket av hav. Likevel kommer bare 2 % av energien vi mennesker spiser globalt sett fra havet. Biomasseproduksjon i havet konkurrerer ikke med dyrkbart landareal, og kan foregå med lite eller ingen bruk av knapphetsressursen ferskvann.

Bellona mener derfor at fremtidens løsninger for å imøtekomme behovene for ren mat og fornybar energi ligger i havet!

Ocean Forest, som Bellona lanserte sammen med sjømatprodusenten Lerøy Seafood Group i august 2013, er ett eksempel på en løsning som kan adressere behovet for ren mat og ren energi - fra havet.

INTEGRERT HAVBRUK: DEN ENES AVFALL BLIR DEN ANDRES RESSURS

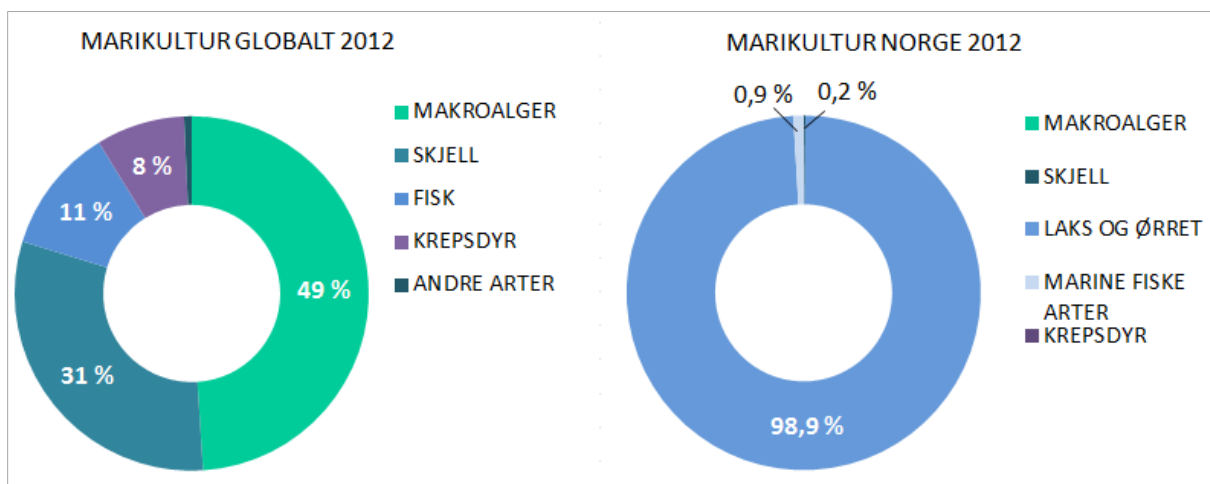
I motsetning til dagens monokultur praksis (én-arts kultur som krever tilsetning av fôr) innebærer integrert multi-trofisk akvakultur (IMTA, eller bare integrert havbruk) samkultivering av flere arter fra ulike nivå i næringskjeden.

I likhet som i naturlige økosystem vil overskuddsnæring fra for eksempel laks (fôrspill og fiskeavføring) i slike integrerte system kunne bli resirkulert og fungere som naturlig gjødsel eller mat for arter lenger ned i næringskjeden som for eksempel blåskjell, alger og ulike bunndyr.

Blåskjell, alger og bunndyr kan i sin tur benyttes som mat eller råvarer til produksjon av fôr eller biodrivstoff – og dette uten å tilsette mer fôr, uten bruk av ferskvann og uten å bruke dyrkbart landareal.

Løsningene vi jobber med i Ocean Forest er derfor basert på et enkelt prinsipp om at avfall i noen sammenhenger er ressurser på avveie; slik at den enes avfall kan bli den andres ressurs.

I den «vestlige verden» utgjør monokultur av fôret fisk hoveddelen av den marine produksjonen. Men globalt utgjør marin fisk bare 11 % av den totale marine sjømatproduksjonen, mens lavtrofiske arter som alger og skjell utgjør hele 80 % av den globale marine akvakulturproduksjonen (FAO 2014)



FIGUR: Relativ fordeling av grupper oppdrettsorganismer i 2012 globalt sammenlignet med Norge. Makroalger og skjell er ekstraktive arter, i motsetning til fisk og krepsdyr som er avhengige av tilsatt fôr. * Marine fiske arter = torsk, røye og kveite, og inkludert fangstbasert akvakultur.

MILJØPOTENSIALET ER ENORMT – BÅDE I ET MAT- OG ET KLIMAPERSPEKTIV

MER MAT, MINDRE RESSURSBRUK & RENERE MILJØ

Det globale matbehovet vil øke med 70 % innen 2050, og det er avgjørende å møte dette behovet med minst mulig miljøbelastning og med minst mulig bruk av våre knapphetsressurser.

Arter som blåskjell og alger er såkalte *ekstraktive* arter. Det innebærer at de tar til seg (ekstraherer) overskuddsnæring fra vannmassene for egen vekst. I et integrert system med overskuddsnæring fra den fôrede fisken vil det i praksis innebære reduserte nivå av næringsstoffer (økt vannkvalitet), gjenutnyttelse av viktige ressurser samt omsetning av «avfall» til høstbar biomasse. Altså kan en

høste betydelig mer mat fra havet uten bruk av ferskvann og uten å tilsette mer ressurser i form av fôr eller gjødsel samtidig som havmassene lokalt rundt anlegget får bedret vannkvalitet (blir renere). Det vil også være en viktig ressurseffektivisering i seg selv å høste og spise lenger ned i næringskjeden ettersom det er et naturlig energitap fra et nivå i næringskjeden og opp til neste. Bunndyr, skjell og alger inneholder de sunne omega-3 fettsyrene. I tillegg til å utgjøre sunn mat, vil de derfor også kunne utnyttes som bærekraftige fôrråvarer til fiskefôr. Dette innebærer også en ressurseffektivisering, slik at havbruk kan bli mer selvforsynt og mindre avhengig av langreiste og/eller begrensede fôrråvarer.

MARIN BIOMASSE REDUSERER CO₂ OG KAN ERSTATTE FOSSILE RÅVARER

Biomassen dyrket i integrert havbruk fanger CO₂. Samtidig som dette reduserer atmosfærisk karbon bidrar dette til redusert forsurening av havet – en av de store utfordringene som følge av økte CO₂-utslipp. Tarer inneholder mye karbohydrater og utgjøre derfor i sin tur en skikket og fornybar biomasse til produksjon av biodrivstoff som vil kunne erstatte fossile råvarer.

Sammenlignet med for eksempel soya, som også benyttes til produksjon av biodrivstoff, vokser alger raskere, er mer arealeffektive og krever ikke bruk av ferskvann eller tilsetning av gjødsel. Videre konkurrerer ikke alger om dyrkbart landareal. Tvert i mot kan alger dyrkes i nettopp i det arealet vi har mest av; Havet.

Et tankeeksperiment som forutsetter at hele det antatte nitrogenutslippet fra oppdrettet laks i Norge kan utnyttes til dyrking av tare, vil tilsvare biomasse til produksjon av 950 millioner liter etanol pr år (SINTEF 2009, Akvaplan Niva 2016), eller tilsvarende ¼ av volumet av det totale drivstofforbruket i norsk veitrafikk (ca 4 000 mill liter, SSB).

Til dette ville en trenge mindre enn 1 % av sjøarealet innenfor norsk grunnlinje.

Tare som fullgod erstatter for fossile råstoff byr fremdeles på teknologiske utfordringer slik at biodrivstoff fra tare ikke er et alternativ *på kort sikt*. Men med tanke på det enorme potensialet på den ene siden og utfordringene som blir skissert i FN's klimapanel's siste rapport på den andre siden, har ressurssterke Norge en forpliktelse til å vurdere biomassepotensialet fra produksjon i havet.

De ville bestandene av tareskog er ikke tilstrekkelig for å kunne fylle behovet for biodrivstoff. Samlokalisering av tare dyrking med lakseproduksjon har derfor et stort og viktig potensiale i Norge.

VERDISKAPNINGSPOTENSIAL & FREMTIDENS GRØNNE ARBEIDSPASSER

Innen 2050 vil verdens befolkning sannsynligvis være på mellom ni og elleve milliarder mennesker. Fordi mer enn én milliard mennesker allerede er underernært, må verden produsere dobbelt så mye mat i 2050 som i 2010 for å dekke behovene.

Om lag 70 prosent av jordens overflate er dekket av hav. Samtidig kommer bare om lag 2 % av energien vi spiser fra havet. Potensialet for å dyrke havet i mye større grad er enormt. Bellona er ikke tvil om at løsningene ligger i havet. Dessuten er Norge et land med både ressursene og kunnskapen til å være med på å skape fremtidens miljøteknologi for å øke dyrkingen av havet. Det gir oss en forpliktelse til å bidra med fremtidens løsninger.

Tall fra SINTEF estimerer at hvert årsverk i dagens norske havbruksnæring i tillegg skaper nesten to årsverk i andre deler av det norske næringslivet i form av tjenester til næringen og hver krone i verdiskapning i kjerneaktivitet i den norske havbruksnæringen skaper 1,48 kroner i verdiskapning i annet norsk næringsliv.

I følge rapporten *Verdiskaping basert på produktive hav i 2050* kan Norges inntekter fra havet øke fra 90 milliarder i 2012 til 550 milliarder kroner i 2050. I dette estimatet ligger det også en betydelig økning i produksjon av marine alger.

Alger er dessuten svært arealeffektive sammenlignet med våre landbaserte planter, og estimat viser at tare produserer rundt 5 – 6 ganger mer biomasse per hektar enn for eksempel hvete, ris og mais. Og dette uten bruk av ferskvann og dyrkbart landareal.

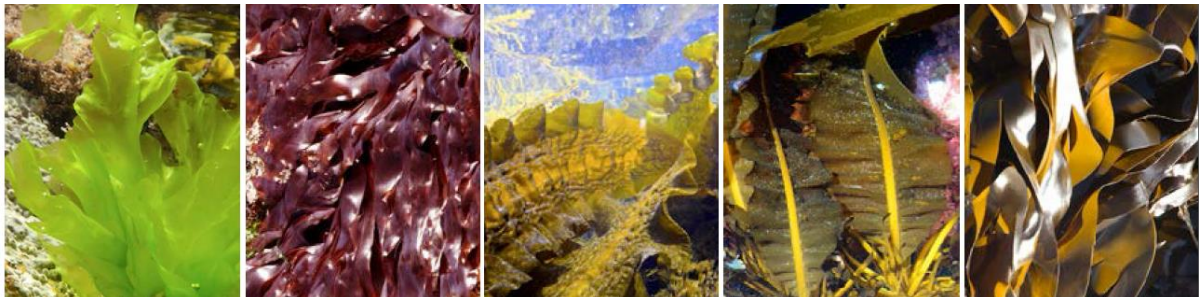
HVOR LANGT HAR OCEAN FOREST KOMMET (HVA HAR SKJEDD SÅ LANGT)

OVER 1500 METER DYRKET TARE TAR OPP CO₂ OG NÆRINGSSALTER PÅ OCEAN FOREST LOKALITETEN

Hovedfokuset i Ocean Forest er sjøfasen. Delmålene rundt alger omfatter derfor i hovedsak uttesting av dyrkings- og høstemetoder som gir størst biomasse, mest effektivt opptak av næringsalter og mest økonomisk gevinst. Videre er det viktig å kartlegge hvilke naturlige forekommende arter som er skikket for å dyrkes i integrerte system.

Vi jobber derfor sammen med dyktige fagmiljø som kan dyrke såkalte kimplanter («sette-alger») basert på lokale/stedegne morplanter og som ser på ulike system for dyrking av alger.

Ocean Forest lokaliteten Rongøy utenfor Bergen har per september 2015 konsesjoner (tillatelser) til å dyrke blåskjell samt 5 ulike alger som har noe ulike bruksområder. Mens havsalat og søl er smakfulle og kan tilberedes som mat, utgjør tarer egnet råstoff til for eksempel husdyrfôr eller produksjon av biodrivstoff.



*ILLUSTRASJON: Algartene som Ocean Forest lokaliteten har konsesjoner for å dyrke; fra venstre til høyre: Havsalat (*Ulva lactuca*), søl (*Palmaria palmata*), sukkertare (*Saccharina latissima*), butare (*Alaria esculenta*) og fingertare (*Laminaria digitata*).*

Alger er avhengige av et festepunkt for å vokse, såkalt substrat. Vi tester både ulike «substrat» (matter, tau etc.) samt ulike tidspunkt for sjøsetting og høsting av algene. Dette for å teste ut hvilket substrat som gir best resultat, både med tanke på tilvekst (økning i biomasse) men også hvilken metode som er enklest å håndtere mtp utsett i sjø og høsting av algene.

Ettersom algenes kjemiske sammensetning (mtp andel karbohydrater og protein) påvirker hvilket bruksområde algene er mest skikket til (eks. fôr eller biodrivstoff), og dette endrer med årstid, ser vi også på hvilket høstetidspunkt på året som gir best sluttresultat både med tanke på biomasse og algenes kjemiske sammensetning.

Per april 2016 er det til sammen mer enn 1 500 meter lengdemeter med butare og sukkertare som dyrkes på matter (duk), filtgjerdar og tau og nyttiggjør seg av næringssaltene fra laksen som dyrkes på samme lokalitet.

Vi sammenligner også ulike metoder for å feste de små kimplantene på selve substratet. Herunder illustrasjon av små kimplanter av sukkertare som er «limt» på en tråd som i sin tur er tvinnnet rundt et tau. Ved sjøsetting festes de ulike substratene til flyte-enheter som sikrer at algene holder seg flytende i øvre vannsjikt der det er tilstrekkelig lys for algenes fotosyntese. Taren ble sjøsatt 30. september 2015, og i midten av desember kunne en allerede registrere god vekst (se illustrasjon)



Illustrasjon av kimplanter av sukkertare ved utsetting i sjø i september (venstre). Ved registrering i midten av desember var det allerede en betydelig biomasse (høyre). Foto ved Lerøy Seafood Group.

BLÅSKJELLMEL I FÔR TIL FISK: EN KLIMAVENNLIG FÔRRÅVARE MED DE RETTE EGENSKAPENE

Mange forbinder blåskjell med en dampende delikatesse på menyen. Men blåskjell kan også bli en avgjørende del av økt bærekraft i havbruk. En viktig del av det helhetlige miljøbildet i havbruk er bruk av bærekraftige fôrråvarer. Forskningsaktiviteten i Ocean Forest omfatter derfor også produksjon og utnyttelse av blåskjellmel som klimavennlig og fornybar råvare til bruk i fiskefôr.

Blåskjellmel inneholder både de sunne omega-3 fettsyrene samt mye marint protein og passer derfor godt i fiskefôr. I motsetning til planteprotein kan blåskjell dyrkes uten bruk av store landareal, ferskvann, kunstgjødsel og sprøytemidler, og inneholder dessuten alle de aminosyrene som laksen trenger.



Illustrasjoner av skallfraksjon (lyst, med skallbiter) og melfraksjon (mørkere mel).

Melet som utgjøres av skallfraksjonen kan brukes til for eksempel jordforbedring og gjødsling i landbruket.

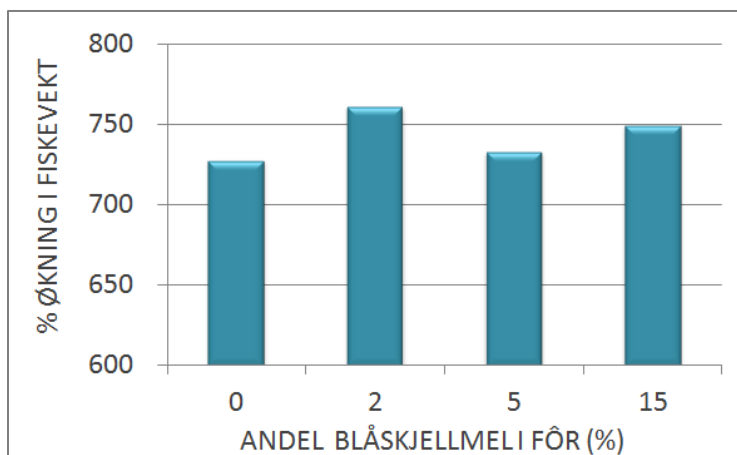
Melet som er laget av selve bløtdelen/innmaten av blåskjellet har høyt protein innhold og kan erstatte fiskemelet i fiskefôr

Foto: Bellona

I 2015 kunne vi rapportere om at Ocean Forest hadde produsert flere tonn med blåskjellmel ved Pelagia Karmsund Fiskemel.

Med dette blåskjellmelet som råvare har EWOS produsert pellets (fiskefôr) der ulike andeler av fiskemelet i fôret er erstattet med blåskjellmel. Dette for å kunne teste om blåskjellmel kan erstatte deler av dagens proteinråvare (som langreiste planteråvarer som krever dyrkbar jord og/eller fiskemel).

Innledende vekstforsøk der en sammenlignet fisk som hadde fått fôr med blåskjellmel med fisk som hadde fått «vanlig» fôr, viste spennende resultater: Foreløpige resultater viste at fisken vokste like bra eller litt bedre på fôr innblandet blåskjellmel. Dette antyder at blåskjellmel har potensialet til å bli en viktig fremtidig bærekraftig fôrråvare til fisk.



Figuren viser fiskens tilvekst (som % økning i fiskevekt) i grupper gitt vanlig fôr (0% blåskjellmel) og grupper gitt fôr med henholdsvis 2, 5 og 15% innblandet blåskjellmel. Gruppene gitt fôr med blåskjellmel vokste like godt eller noe bedre enn gruppene gitt vanlig fiskefôr.

NY KUNNSKAP OM OG KARTLEGGING AV MILJØEFFEKTENE

Innføring av integrert havbruk i kommersiell skala kan virkeliggjøre visjonen om at fremtidens havbruk imøtekommer et økt behov for mat og ren, fornybar energi. Men for å sikre at en slik utvikling i Norge foregår innenfor miljømessig bærekraftige rammer, er det avgjørende med ny kunnskap.

Selv om de teoretiske miljøgevinstene ved å dyrke såkalte lavtrofiske arter i sammenheng med produksjon av fisk er mange, er kunnskapsbasen og regelverket mangelfult.

I Ocean Forest regi har vi derfor innledet et samarbeid med relevante fagmiljø for å kartlegge positive, men også om det er målbare negative miljøeffekter av integrert havbruk på *lokalitetsnivå*.

For å utarbeide en mer generell og faglig dyptgående miljøkonsekvensanalyse av integrert havbruk i Norge har vi i tillegg initiert et tverrfaglig samarbeid ved å samle kunnskapsmiljø i hele Norge for å delta i arbeidet med å beskrive den positive miljøgevinsten samt risiko for eventuelle negative effekter som må i varetas i et regelverk. Videre er det avgjørende å kartlegge arealbehovet for integrerte systemer.

Med det tverrfaglige samarbeidet ønsker vi å utforme et kunnskapsgrunnlag som kan danne et faglig grunnlag for beslutningstagere for å sikre en bærekraftig utvikling av integrert havbruk i Norge. Videre vil en slik kartlegging av positive og eventuelt negative miljøeffektene kunne ha avgjørende betydning for å stimulere til mer bærekraftig havbruk internasjonalt

BIOSIKKERHET

Et viktig fokusområde i Ocean Forest er produksjonsformer og teknologi for å begrense bruk av medikamenter, med tanke på miljøet men også med hensyn til fiskevelferd.

Forskningsresultater fra laboratorieforsøk har vist at blåskjell filtrerer ut svømmende stadier av lakselus. Betydningen av blåskjell som et bidrag til ikke-medikamentell lusekontroll er ikke testet ut i storskala. Når vi tester ut «blåskjellgardin» i stor skala vil vi forsøke å vurdere om det er målbare effekter på lusenivå av blåskjellgardin utover fangst av næringspartikler fra fôring av fisk.

Hvorvidt blåskjell kan bidra til et lavere nivå av lakselus i kommersiell lakseproduksjon er fortsatt på forskningsstadiet, og påvirkes av mange forhold som for eksempel vannstrøm, smittepress, mengde og størrelse på blåskjellene og lus osv.

Det er ikke et mål i seg selv at blåskjell skal *erstatte* andre former for ikke-kjemisk lusekontroll. Men det er interessant om det kan *bidra* til noe redusert forekomst av luselarver sammen med andre ikke-kjemiske metoder.

Indirekte vil samlokalisering av tare også kunne bidra til et lavere lusepress; ettersom ville bestander av rensefisk vil oppholde seg i algene og som naturlig beiter på lus. Fra den annen side spriker forskningen noe i hvorvidt arter som samdyrkes kan fungere som et reservoar for sykdomsfremkallende smittestoffer. Det vil derfor være overvåking av nettopp dette på Ocean Forest lokalitetene.

Videre vil det fortløpende vurderes å følge produksjonssyklusen for fisken, slik at ved utslakt av fisk vil også øvrige arter (som alger og blåskjell) i sin helhet fjernes, slik at lokaliteten ligger helt brakk for all form for biologisk produksjon.

Dette er svært nyttig lærdom der testlokaliteten til Ocean Forest vil ha stor betydning for kunnskapsutviklingen.

