



Copyright: Norges sjømatråd / Foto: Edvard Kristiansen

## RESULTATER FRA AVSLUTTEDE FHF- PROSJEKTER: 4. KVARTAL 2017

### HAVBRUK

FHF har i snitt mer enn 150 pågående FoU-prosjekter i året og i denne oversikten vil man finne en kortfattet beskrivelse av hva som er hovedresultatene fra prosjektene innen *havbruk*.

Hensikten med denne oversikten er å lette tilgjengelighet til prosjektene og ikke minst resultatene, og derved bidra til økt konkret nytte av dem for næringen. Overskriftene har klikkbare lenker til prosjektsidene for ytterligere informasjon. Rapportene finnes på <http://www.fhf.no/prosjekter/resultater-fra-avsluttede-prosjekter>

FHF-prosjekter totalt i 2017					
	1. kvartal	2. kvartal	3. kvartal	4. kvartal	
<b>Pågående</b>	199	190	168	191	Snitt: 187
<b>Oppstartet</b>	35	24	23	34	Totalt: 116
<b>Avsluttet</b>	30	26	20	12	Totalt: 88

## Innhold

### Havbruk og miljø

- 901155 Miljøkonsekvensanalyse av integrert multitrofisk havbruk i Norge..... 2
- 901264 Program rensefisk: Forsøk med dypp- og stikkvaksinering av rognkjeks i smittecelle og feltforsøk med oppfølging av vaksinert fisk i sjø ..... 4

### Fiskehelse og fiskevelferd

- 900896 *Parvicapsula pseudobranchicola*: Øke kunnskapen og redusere tap ..... 6
- 901147 Er laksefamiliers genetiske motstandskraft mot AGD i en kontrollert smittetest et godt mål for deres motstandskraft mot AGD i en felttest? ..... 9
- 901393 Arbeidsmøte: Behandling mot AGD ..... 12

### Marine fettsyrer

- 900963 Nasjonalt pilotanlegg for mikroalgeproduksjon på Mongstad (NAM) for utvikling av EPA- og DHA-rik algebiomasse optimalisert for bruk i fôr til laksefisk ..... 13

### Kvalitet

- 901263 Identifikasjon av lakseindivider: Biometri fase 1 ..... 16
- 901406 Fagmøte om melanin i laksefilet ..... 18

### Fellesområder

- 901197 Analyse av tilgang og anvendelse for marint restråstoff i Norge 2015 og 2016 ..... 19

## 901155 Miljøkonsekvensanalyse av integrert multitrofisk havbruk i Norge

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	01.09.2015
Prosjektleder	Anders Karlsson-Drags Holt	Slutt	01.03.2017
Ansv. organisasjon	Miljøstiftelsen Bellona		

### Resultatmål

1. Å analysere miljøeffekten av integrert multitrofisk akvakultur (IMTA) ved en miljøkonsekvensanalyse (environmental impact assessment (EIA)), samt påpeke viktige miljøhensyn og sammenfatte oppdatert kunnskap om den teoretiske miljøkonsekvensen av IMTA som er relevant for Norge.
2. Å utarbeide en livssyklusanalyse (life cycle assessment (LCA)) som evaluerer netto miljøeffekt (gevinsten og påvirkningen på miljø og naturressurser) i de ulike delene av verdikjeden av IMTA, og økonomisk effekt.
3. Å synliggjøre flaskehals og begrensninger for utvikling av integrert havbruk på den ene siden, samt synergier og muligheter på den andre siden.

### Forventet nytteverdi

Et slikt faglig grunnlag vil både bidra til en mer kunnskapsbasert forvaltning og en enklere (raskere) saksgang, samt tilrettelegge for utvikling av kommersiell skala IMTA i Norge innenfor miljømessig bærekraftige rammer.

### Oppnådde resultater

#### **Sammendrag av resultater fra prosjektets faglige sluttrapport**

##### *Anbefalinger*

- Arter som benyttes i IMTA må redusere miljøpåvirkningen fra fiskeoppdrett mer enn de selv påvirker miljøet negativt.
- Funksjonen til naturlige økosystemer må opprettholdes, spesielt med tanke på fremtidig økning i produksjonsvolum.
- Det er viktig å ha en forebyggende holdning til helse, sykdom og velferd.
- Lokal produksjon av naturlig hjemmehørende arter og stammer.
- Arealbruk og regelverk for IMTA må prioriteres som en del av en helhetlig kystsoneforvaltning som også tar hensyn til andre brukere av kystsonen.

##### *Kunnskapsbehov*

- Produksjonsbetingelser, dyrkingsteknologi og opptakseffektivitet i IMTA til lavtrofiske arter for norske forhold.
- Kartlegging av smittespredning mellom arter under reelle forhold.
- Mattrygghet i IMTA.
- Sirkulering av næringsstoffer kan skape utfordringer med opphopning av miljøgifter.
- Effekter av legemidler og kjemikalier på IMTA-arter utenfor behandlingsmålgruppen.
- Egnethet av lokalitetstyper til driftsformer og artskombinasjoner.

- Effekter av forskjellige IMTA-systemer på fysisk/kjemisk vannkvalitet, strømforhold, ville arter og naturlige økosystem.

### **FHFs vurdering av resultater og næringsnytte**

Rapportene fra prosjektet gir en god oversikt over muligheter og utfordringer ved integrert akvakultur, og er et nyttig bakgrunnsarbeide for de som vurderer varianter over slik produksjon. Rapportene vil også være nyttige for forvaltningen med tanke på utforming av fremtidig regelverk for slik produksjon.

### **Formidlingsplan**

Det er planlagt å holde 2 lanseringskonferanser i løpet av prosjektperioden for å presentere hovedfunnene i rapportene for myndigheter, fagmiljø, industri, interesseorganisasjoner og media. Bellona mener dette er en viktig arena for å sikre at fagrapportene anses som et viktig verktøy i beslutningsprosesser.

Rapportene vil oversettes til engelsk, og vil således også kunne utgjøre et viktig kunnskapsgrunnlag internasjonalt.

## 901264 Program rensefisk: Forsøk med dypp- og stikkvaksinering av rognkjeks i smittecelle og feltforsøk med oppfølging av vaksinert fisk i sjø

FHF-ansvarlig	Eirik Sigstadstø	Start	01.10.2016
Prosjektleder	Duncan John Colquhoun	Slutt	30.10.2017
Ansv. organisasjon	Universitetet i Bergen (UiB)		

### Resultatmål

- Å utvikle vaksineringsregime for rognkjeks (arbeidspakke 1: Utvikling av vaksineringsregime).
- Å undersøke effekt av vaksineringsregime av oppdrettet rognkjeks (arbeidspakke 2: Feltstudie av vaksinert rognkjeks).

### Delmål

- Å opparbeide kunnskap om når det oppstår en spesifikk beskyttende immunrespons i rognkjeks etter immunisering mot *Aeromonas salmonicida* (arbeidspakke 1).
- Å undersøke virkning av ulike kombinasjoner av dypp- og stikkvaksinering mot *A. salmonicida* i rognkjeks (arbeidspakke 1).
- Å undersøke vaksinerelatert overlevelse (arbeidspakke 2).
- Å kartlegge agens (arbeidspakke 2).
- Å kartlegge eventuelle vaksinebivirkninger (arbeidspakke 2).

### Forventet nytteverdi

Forventet nytteverdi er bedre vaksineindusert sykdomsbeskyttelse for rognkjeks og dermed forbedret dyrevelferd og lønnsomhet ved bruk av rognkjeks som rensefisk.

### Oppnådde resultater

#### Sammendrag fra prosjektets faglige sluttrapport

Mål for prosjektet var å dokumentere vaksinebeskyttelse mot atypisk *Aeromonas salmonicida*-infeksjon i oppdrettsrognkjeks og undersøke om dypp/badevaksinering i forkant av stikkvaksinering kunne øke immunresponsen slik at rognkjeks kunne sjøsettes før 500 døgngrader etter stikkvaksinering.

Prosjektet var delt i to underprosjekter, ett som undersøkte vaksinebeskyttelse under kontrollerte laboratorieforhold (vanntemperatur 15 grader) og ett som fulgte opp vaksinert og ikke-vaksinert rognkjeks i feltet (vanntemperatur ca. 16 grader). Det kunne ikke påvises en økt grad av beskyttelse i vaksinert fisk sammenlignet med ikke-vaksinerte fisk i forsøket, hverken i laboratorieforsøk eller i feltforsøk. Grunnen til manglende beskyttelse er ukjent men kan muligens knyttes til en ikke-optimal vaksinekomposisjon eller at rognkjeksene ikke var i stand til å forsvare seg mot infeksjon ved de forholdsvis høye vanntemperaturene som ble benyttet/opplevd.

## **FHF's vurdering av resultater og næringsnytte**

Vaksinen har ikke gitt en god nok beskyttelse. Det må arbeides videre med å teste ut og forbedre vaksiner til rognkjeks.

Samtidig er det trolig at den produserte rognkjeks ikke har fått optimalt fôr i produksjonen. Det arbeides med å forbedre fôr og ernæring i et annet FHF-prosjekt.

Prosjektet gir indikasjoner på at man må ta hensyn til strøm og temperatur når man planlegger utsett av rognkjeks. Utsett av rognkjeks bør heller ikke skje under pågående sykdomsutbrudd.

## **Formidlingsplan**

Resultater vil bli presentert på FHF's Rensefiskkonferanse i 2017 og som populærvitenskapelig artikkel i et aktuelt tidsskrift. Resultater vil også inngå i FHF's nyhetsbrev om rensefisk og på dialogmøter.

## 900896 *Parvicapsula pseudobranchicola*: Øke kunnskapen og redusere tap

FHF-ansvarlig	Sven Martin Jørgensen	Start	01.09.2013
Prosjektleder	Øyvind Jakobsen Brevik	Slutt	01.05.2017
Ansv. organisasjon	Cermaq Norway AS		

### **Resultatmål**

Å øke kunnskap om parasitten og se på tiltak for å redusere tap knyttet til sykdomsutbrudd av *P. pseudobranchicola*.

### **Delmål**

- Å identifisere hovedverten for *P. pseudobranchicola* (Aktivitet A1).
- Å avdekke risikofaktorer i forbindelse med utbrudd av parvicapsulose, og bruke dette for å forbedre produksjonsstrategien (Aktivitet A2).
- Å dokumentere dødelighet hos Parvicapsulose-svimere (Aktivitet A3).
- Å beskrive vevs-tropisme og karakterisere utviklingen til *P. pseudobranchicola* i laks (Aktivitet A4).
- Å måle effekten av smoltstørrelse og sjøvannstilvenning på utvikling av parvicapsulose (Aktivitet A5).
- Å utvikle en filtreringsmetode for deteksjon av *P. pseudobranchicola*-sporer i sjøvann (Aktivitet A6).
- Å foreta feltforsøk med skjørt som tiltak mot infeksjon med *P. pseudobranchicola* (Aktivitet A7).

### **Forventet nytteverdi**

Identifisering av hovedvert for *P. pseudobranchicola* vil være nøkkelen til profylaktiske tiltak mot parasitten samt utvikling og uttesting av farmasøytiske midler.

Bedre kunnskap om parasittens livssyklus i laks vil på kort sikt gi bedre diagnostikk, på lang sikt vil det gi basalkunnskap som videre forskning kan bruke på *P. pseudobranchicola*.

Feltforsøk med parasitten kan gi resultater som kan implementeres i produksjonsstrategien innen kort tid.

### **Oppnådde resultater**

#### **Sammendrag av resultater fra prosjektets faglige sluttrapport**

Sykdommen parvicapsulose ble først beskrevet i 2002 hos oppdrettslaks i Troms og Finnmark. Parvicapsulose forårsakes av den mikroskopiske parasitten *P. pseudobranchicola*. Sykdommen fører til tap av fisk, redusert velferd, tilvekst og kvalitet. Oppdrettsnæringen i Troms og Finnmark anser sykdommen som en av de mest tapsbringende i sjøfasen og det eksisterer ingen behandling eller profylaktiske tiltak mot den.

Målet med prosjektet var å frembringe ny kunnskap om livssyklusen til parasitten, samt å prøve ut profylaktiske tiltak. Parasitten har en kompleks livssyklus med to verter, laks og børstemark, hvor børstemarken antas å være hovedvert.

I dette prosjektet klarte en ikke å identifisere hovedverten til *P. pseudobranchicola*, men under arbeidet ble hovedverten til to beslektede myxosporidier identifisert (*Gadimyxa atlantica* og *Parvicapsulidae* gen. sp genotype 'S' hvor henholdsvis *Spirorbis spirorbis* og *Hydroides norvegica* er sluttverte).

I prosjektet ble det vist at miljøprøver gir mye inhibisjon ved bruk av RT-PCR (sanntids polymerasekjedereaksjon) målt med qPCR (kvantitativ måleteknikk). Det ble derfor utviklet en metode for å unngå falske negative resultater når en analyser for fiskepatogene-agens i miljøprøver. Metoden går ut på å bruke en egenutviklet DNA-ekstraksjons-protokoll sammen med en ekstern kontroll (saltbakterien *Halobacterium salinarum*). Dette gir optimal rensing av DNA og kontrollerer graden av inhibisjon ved analyser av miljøprøver. Smittevinduet for parasitten ble funnet å være fra juni til desember i Finnmark og resultatene indikerer en topp i august–september. Høstsmolt som settes ut i Troms/Finnmark i denne perioden kan antas å være smittet med *P. pseudobranchicola* innen 3 uker etter dato for utsett. Dersom fisken utvikler parvicapsulose vil dette skje 3–4 måneder etter dato for utsett. Parvicapsulose-dødeligheten er knyttet til ferdigmodning og frigjøring av parasittsporene fra pseudobranchen. Pseudobranch er det klart viktigste målorganet for *P. pseudobranchicola* og organet hvor sporene utvikles.

Resultater fra prosjektet viser at parasitten kan være ulikt fordelt i pseudobranch-vevet, noe som det bør tas hensyn til ved diagnostikk. Det ser ut som man kan redusere tap knyttet til smitte med *P. pseudobranchicola* ved å sette ut smolt som er negativ for andre patogener (f.eks. ISAV, IPNV, PRV, PMCV, SGPV). Et annet interessant funn var at laks som har gjennomgått en infeksjon med *P. pseudobranchicola* ser ut til å utvikle immunitet og vil ikke gjensmittes andre høst i sjø. Det ble utviklet en metode for å påvise parasitten i sjøvann som muliggjør vurdering av parvicapsulose-risiko ved nye lokaliteter.

Utprøving i felt viste at bruk av calanus-luseskjørt eller en 6 m dyp tett presenning ikke har noen effekt som tiltak for å redusere prevalens eller parasittbelastning. Smoltstørrelse, hvor den store smolten var 125 g i snitt og den mindre smolt gruppen veide 34 % mindre, hadde heller ingen effekt som tiltak mot parvicapsulose.

Prosjektet har hatt følgende avvik i planlagte aktiviteter:

*Aktivitet A2:* "Avdekke risikofaktorer i forbindelse med utbrudd av parvicapsulose" ble ikke gjennomført grunnet manglende datagrunnlag/utilstrekkelig datakvalitet.

*Aktivitet A3:* "Dokumentere dødelighet hos parvicapsulose-svimere" ble ikke gjennomført grunnet avslag fra forsøksdyrutvalget.

### **FHFs vurdering av resultater og næringsnytte**

Prosjektet har gitt ny kunnskap om parvicapsulose og parasittens livssyklus, samt evaluering av utvalgte mulige profylaktiske tiltak som viste seg å kunne avskrives. Det er også utviklet metodikk som vil ha stor betydning for å forbedre overvåking av sykdommen.

Aktivitetene A2 og A3 ble ikke gjennomført i henhold til opprinnelige plan. Disse bør vurderes gjentatt i et eventuelt nytt prosjekt senere.



## **Formidlingsplan**

- Resultater vil bli formidlet på et arbeidsmøte (workshop) hvor målgruppen er oppdrettere og fiskehelsetjenester som driver i Nord-Norge.
- Resultater fra prosjektet vil også bli presentert i en vitenskapelig publikasjon hvor målgruppen er fiskehelseforskningsmiljøer.
- Om aktuelt vil også deler av resultatene fra prosjektet bli presentert i en populærvitenskapelig artikkel i Norsk Fiskeoppdrett.

## 901147 Er laksefamiliers genetiske motstandskraft mot AGD i en kontrollert smittetest et godt mål for deres motstandskraft mot AGD i en felttest?

FHF-ansvarlig	Eirik Sigstadstø	Start	01.10.2015
Prosjektleder	Bjarne Gjerde	Slutt	30.09.2017
Ansv. organisasjon	Nofima AS		

### Resultatmål

- Å avklare om laksefamiliers genetisk motstandskraft mot AGD i en kontrollert smittetest et godt mål for deres motstandskraft mot AGD i en felttest.
- Å finne og validere genetiske markører for motstandskraft mot AGD.

### Prosjektutvidelse i 2017

Å undersøke om konsentrasjonen av amøber på gjeller hos laks målt med qPCR (kvantitativ måleteknikk) kan erstatte gjellescore.

#### Delmål

1. Å estimere størrelsen på den genetiske variasjonen i konsentrasjonen av amøber på gjeller.
2. Å estimere størrelsen på den genetiske korrelasjonen mellom konsentrasjon av amøber på gjeller og gjellescore.
3. Å undersøke om konsentrasjonen av amøber på gjeller hos laks kan brukes til å predikere gjellescore.

### Forventet nytteverdi

Prosjektet er viktig for å kunne gjøre et effektivt utvalg for bedre motstandskraft mot AGD hos laks. På kort sikt er dette av stor verdi for avlselskapene, men på litt lenger sikt også for næringen som kan få tilgang på laks med bedre motstandskraft mot AGD.

Over tid vil dette kunne redusere antall behandlinger mot AGD per utsatt fiskegruppe.

### Prosjektutvidelse i 2017

Resultatene fra prosjektet vil gi oss økt forståelse av verdien av konsentrasjonen av amøber på gjeller hos laks for avlsarbeidet og for diagnostikk av gjellehelse.

### Oppnådde resultater

#### Sammendrag av resultater fra prosjektets faglige sluttrapport

I badesmitte-testen var fordelinga av gjellepoeng smal (ein stor del av fisken med poeng 2 og 3A, og ingen med poeng 4 og 5), og lik fordelinga av gjelle-poeng i delprosjektet "Genetics of amoebic gill disease resistance in Atlantic salmon" innenfor det Forskningsrådsfinansierte prosjektet "Improving the resistance of Atlantic salmon to amoebic gill disease through quantitative genetics and genomics" (Forskningsrådets prosjektnr. [235783/E40](#)) som blei avslutta hausten 2017, trass i ein lågare amøbekonsentrasjon (500 mot 2500 amøbar per liter vatn) i dette prosjektet. Det same smale fordelinga av gjellepoeng vart funne i felttesten. I felttesten var gjennomsnittleg kroppsvekt for fisk

med gjellepoeng 1, 2, 3A og 3B høvesvis 17,6, 9,4, 17,9 og 22,2 % lågare enn for fisk med gjellepoeng 0. Den reduserte vekta kan ha sin årsak i eit redusert oksygen opptak.

I badesmitte-testen var arvegrada for gjellepoeng (0,20 for 1. og 0,06 for 2. infeksjon) av same storleik som i dei to badesmitte-testane i det nemnde prosjektet med stønad frå Forskningsrådet. Den genetiske korrelasjonen mellom gjellepoeng registrert ved 1. og 2. infeksjon var negativ ( $r_g = -0,25 \pm 0,26$ ), men ikkje signifikant ulik frå null. I felt testen var arvegrada  $0,19 \pm 0,05$  for gjellepoeng,  $0,11 \pm 0,04$  for CT-qPCR og høvesvis  $0,50 \pm 0,08$  og  $0,57 \pm 0,05$  for kroppsvekt registrert i november 2016 og juni 2017. Låg genetisk korrelasjon mellom gjelle-poeng i felt testen og gjelle-poeng både i 1. ( $r_g = -0,06 \pm 0,22$ ) og 2. ( $r_g = 0,16 \pm 0,28$ ) infeksjonsrunde i badesmitte-testen vart også funnet i prosjektet med stønad frå Forskningsrådet, og viser at gjellepoeng frå ein badesmitte-test er eit dårleg mål for motstandskraft mot AGD i ein felttest. I eit avlsprogram kan ein difor ikkje erstatte ein felttest for AGD med ein badesmitte-test. Men ettersom ein felt test mot AGD er avhengig av meir regelmessige AGD utbrot enn det ein har i Norge i dag, bør ein gjere forsøk på å utvikle ein smittetest som liknar på ein felttest, f.eks. ein kohabitant-test.

I den AGD-påverka lokaliteten tyder storleiken på den genetiske korrelasjonen mellom gjellepoeng og konsentrasjonen av *P. perurans* (CT-qPCR) på gjellene ( $r_g = 0,81 \pm 0,16$ ) og kroppsvekt ( $r_g = -0,88 \pm 0,09$ ) at CT-qPCR og vekst kan brukast som indirekte mål for motstandskraft mot AGD. Den genetiske korrelasjonen mellom vekt på Mjånes i november 2016 og vekt i eit AGD-fritt miljø (LetSea, Dønna) var høg ( $r_g = 0,86 \pm 0,05$ ), men lågare enn den genetiske korrelasjonen mellom vekt på Mjånes i juni 2017 og LetSea ( $r_g = 0,97 \pm 0,05$ ). Den genetiske korrelasjonen mellom gjellepoeng og vekt på LetSea var negativ ( $r_g = -0,55 \pm 0,14$ ).

Desse resultatene tyder på ein sann gunstig genetisk korrelasjon mellom motstandskrafta mot AGD og vekst hos laks. Difor vil utval for auka tilvekst resultere i ein korrelert genetisk framgang i motstandskraft mot AGD, og at ein kan oppnå ein ytterlegare korrelert genetisk framgang ved å gjere utval for tilvekst i eit AGD-miljø. Desse genetiske korrelasjonane må etterprøvast i eit liknande forsøk.

Sikkerheita på avlsverdiane auka med 28,9 % ved bruk av genomisk informasjon samanlikna med stamtavleinformasjon. Vi kan difor konkludere med at bruk av genomisk informasjon vil auke den genetisk framgangen for motstandskraft mot AGD vesentlig, både gjennom høgare sikkerheit på avlsverdiane og høgare seleksjonsintensitet ettersom bruk av genomiske avlsverdiar gjer det mogleg å gjere utval av dei beste avlskandidatane i kvar familie utan å registrere gjellepoeng på desse. For f.eks. tidleg påvising av AGD kan ein bruke CT-qPCR verdiar for *P. perurans* frå ein vevsprøve av gjellene. Men for å få eit rimeleg sikkert og nøyaktig estimat av det sanne gjennomsnittlege gjellepoeng for fisk i f.eks. ein merd må ein ta ein slik prøve av minst 30 fisk i merden.

### **FHF's vurdering av resultater og næringsnytte**

Det er genetisk variasjon i resistens mot AGD, som gjer det interessant å jobbe vidare med. Bruken av genetisk informasjon kan føre til en økt motstandskraft mot AGD som vil gi færre behandlingar og mindre alvorlege utbrudd.

Laksefamiliers genetisk motstandskraft mot AGD i en kontrollert smittetest er ikke et godt nok mål for deres motstandskraft mot AGD i en felttest.

## **Formidlingsplan**

Resultater fra prosjektet vil bli presentert på nasjonale møter for forskere og næring.

Resultatene vil også bli publisert i Norsk fiskeoppdrett og som vitenskapelig publikasjon med tentativ tittel "Estimates of the genetic correlation between resistance of Atlantic salmon to AGD in a challenge and field test".

## **901393 Arbeidsmøte: Behandling mot AGD**

FHF-ansvarlig	Sven Martin Jørgensen	Start	01.06.2017
Prosjektleder	Sven Martin Jørgensen	Slutt	08.06.2017
Ansv. organisasjon	FHF		

### **Resultatmål**

Å avholde et møte med sikte på å avklare kunnskapsstatus samt behovene og prioriteringene fremover.

### **Forventet nytteverdi**

Møtet tar sikte på å få konkretisert kunnskapsstatus i arbeidet mot AGD, avdekke kunnskapsbehovene en ser og videre prioriteringer fremover.

### **Oppnådde resultater**

Arbeidsmøte ble avholdt med 45 deltakere fra FoU-institusjoner og næring.

Det ble holdt 17 presentasjoner på ulike tema etterfulgt av korte spørsmål fra deltakerne, samt to bolker med fagpaneldiskusjoner rundt forhåndsdefinerte problemstillinger.

Presentasjoner er tilgjengelige på prosjektets nettside (enkelte er utelatt etter ønske fra foredragsholdere).

Arbeidsmøtet gav en grundig oversikt på AGD-situasjonen og behandlinger i felt, kunnskapsstatus rundt amøben og behandlingsmetoder, utveksling av erfaringer og diskusjoner rundt videre prioriteringer.

Arbeidsmøtet inkluderte presentasjoner av pågående FHF-prosjekter på AGD, som "AGD: Behandlingsstrategier/dose-respons-studier hos oppdrettslaks" ([FHF-901036](#)), "Standardisering av AGD-gjellescore: Unison gjellescore basert på data fra eksperimentelle forsøk og felt" ([FHF-901333](#)) og "Isolering og karakterisering av *Paramoeba perurans* med vekt på fenotypisk og genetisk karakterisering av utvalgte kloner fra laks og andre verter" ([FHF-901053](#)).

### **FHFs vurdering av resultater og næringsnytte**

Arbeidsmøtet gav en grundig oversikt på AGD-situasjonen og behandlinger i felt, kunnskapsstatus rundt amøben og behandlingsmetoder, utveksling av erfaringer og diskusjoner rundt videre prioriteringer.

### **Formidlingsplan**

Foredragene vil legges ut på FHF sine nettsider.

## 900963 Nasjonalt pilotanlegg for mikroalgeproduksjon på Mongstad (NAM) for utvikling av EPA- og DHA-rik algebiomasse optimalisert for bruk i fôr til laksefisk

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	01.08.2014
Prosjektleder	Hans Torstein Kleivdal	Slutt	31.12.2017
Ansv. organisasjon	Universitetet i Bergen (UiB)		

### **Resultatmål**

Å etablere en funksjonell pilotfasilitet for produksjon av optimaliserte fototrofe mikroalger med høyt innhold av DHA/EPA fettsyrer, og i stor nok skala til at algebiomassen kan utvikles til bruk som fôrkomponent til laksefisk.

### **Delmål**

1. Å utarbeide spesifikasjon og prosjekteringsplan av pilotanlegget.
2. Å foreta oppsetting av bygg og installasjon av prosess- og reaktorsystem.
3. Å gjennomføre innkjøring og validering av produksjonsanlegg
4. Å tilrettelegge for forskningsaktivitet på mikroalger som bidrar til utvikling og demonstrasjon av mikroalger som fôrkomponent.

### **Forventet nytteverdi**

Etablering av en pilotanlegg for oppskalering av fototrofe mikroalger vil være en helt avgjørende steg videre som muliggjør en forskningsbasert utvikling av industrielt produserte mikroalger som en fôrkomponent til laksefisk. Det vil kunne bidra til å omsette kunnskapen og laboratoriebaseret forskning fra grunnforskningsmiljø, til konkret produksjon i relevant skala for uttesting. Den algebiomassen som hittil er testet ut i laksefôr har i format av tørket mel, noe som ikke er optimalt utgangspunkt for videre prosessering og utnyttelse. Tilgang på fersk og optimalisert algebiomasse vil gjøre det mulig på en helt annen måte å utvikle gode prosedyrer for prosessering og inkludering i fôrproduksjon. Samtidig vil norske aktører ha tilgang til alle ledd i verdikjeden som gir bedre samhandling, muligheter for innovative utviklingsløp og førstehåndskunnskap om mikroalger som en EPA- og DHA-kilde i fôr. På kort sikt vil dette bety bedre muligheter for reell studier og evaluering av mikroalger, samt at det vil tilkomme norske næringsaktører resultat og analyser som kan danne grunnlag for strategivalg fremover.

Prosjektets sluttrapport skal omhandle etablering av anlegget, fremdrift, beskrivelse av driftsmodell, oversikt over prosjektaktivitet, samt oppsummering av oppnådde produktivetsdata og resultat av tekno-økonomiske analyser. Samlet skal dette kunne danne et beslutningsgrunnlag for norske aktører om en videre utvikling av oppskalert produksjon av mikroalger.

Dersom mikroalger med høyt innhold av EPA og DHA samt høy næringsverdi kan erstatte deler av fiskeoljen som brukes i fiskefôr, kan det ha både økonomiske og miljømessige gevinster. Som følge av økt etterspørsel og knapphet på EPA og DHA globalt, kan en stadig synkende andel i fiskefôr også påvirke oppdrettslaks som produkt. Oppdrettsnæringen har nedlagt betydelige ressurser i å utvikle en positiv markedsoppfatning av laks som helsefremmende blant annet basert på fettsyreprofilen, noe som igjen har ført til økt etterspørsel og vekst. Dersom næringen må ty til en gradvis erstatning av fiskeolje med planteolje som fettkilde i fiskefôret, kan dette endre

markedsoppfatningen og etterspørselen til det negative. Kostnadene som er lagt til grunn for dette strategiske prosjektet er således en rimelig investering dersom det kan føre til utvikling av nye og mer bærekraftige fôrressurser – som både fôr- og oppdrettsnæringen vil nyte godt av på sikt. Samtidig er dette en proaktivt tilnærming til den økende underdekning av fiskeoljer, samtidig som det konkret kan bidra til en forbedring av oppdrettsnæringens klimaregnskap.

## **Oppnådde resultater**

Pilotanlegget er bygget, og ble offisielt åpnet i november 2016. En nærmere presentasjon av anlegget kan ses her: <http://www.co2bio.no/nasjonal-algepilot-mongstad>.

### ***Sammendrag av resultater fra prosjektets faglige rapportering***

Oppdrettsnæringen står overfor en fremtidig underdekning av fiskeolje som kilde til omega-3-fettsyrene EPA og DHA i laksefôr, noe som er begrensende for næringens videre vekst. Fototrofe marine mikroalger er primærprodusenter av disse verdifulle omega-3-fettsyrene, og er derfor en mulig EPA- og DHA-kilde som alternativ til fiskeolje i fôret.

Det tidligere prosjektet “Industriell produksjon av marine mikroalger som råvare for EPA og DHA i fôr til laksefisk: Grunnlag, kunnskapsstatus og muligheter” ([FHF-900771](#)), som pågikk i perioden 2012–2013, sannsynliggjorde at fototrofe mikroalger kan utvikles til en økonomisk drivverdig EPA- og DHA-kilde for oppdrettsnæringen, men pekte på en del utfordringer når det gjaldt volum og dagens produksjonskostnad. Det ble anbefalt å etablere koordinert forskningsinnsats langs en integrert verdikjede for å utvikle det fulle potensialet av mikroalger til fôr til laks.

Mens forskningsmiljøenes fokusområder representerer en solid kunnskapsbase innen algebiologi, økologi og algefysiologi, besitter fôrnæringen kunnskap om råstoffbehandling og definerte spesifikasjoner til et fremtidig fôrråstoff. Det har imidlertid manglet en kobling mellom den basale forskningen (oppstrøms) og ønsket om industriell anvendelse (nedstrøms), fordi det er langt fra reagensglass til den mengden (tonn) råstoff som kreves for å kunne industrielt evaluere, teste og verdisettede mikroalger som fôrkomponent.

Formålet med dette prosjektet har derfor vært å etablere et pilotanlegg for oppskalert dyrking og produksjon, slik at kunnskapen oppstrøms kan kobles til kompetansen nedstrøms i verdikjeden – og man produsere store nok volum for en industriell evaluering og dokumentasjon av mikroalger som fôrkomponent.

Prosjektet har omfattet design/spesifikasjon, prosjektering, bygging og installasjon av prosess- og reaktorsystem, innkjøring og validering av Nasjonal Algepilot Mongstad (NAM) som ble åpnet den 22. november 2016. NAM-anlegget er fullt operativt med en samlet produksjonskapasitet på 3 500 L. Det er videre demonstrert volumproduksjon og komparative studier av ulike mikroalger under varierende betingelser med god ytelse og kapasitet i forhold til forventninger.

Den andre delen av prosjektet har vært å etablere forskningsaktivitet ved NAM-anlegget gjennom deltakelse i forskningsprosjekt sammen med fôr- og oppdrettsnæringen. De to forskningsprosjektene CO2Food og Algae2Future pågår ved NAM-anlegget, og resultatene fra prosjektene skal bidra til tekno-økonomiske analyser som skal gi et godt beslutningsgrunnlag for norske industrielle aktører om en mulig kommersiell produksjon. Det skal legges vekt på å beskrive muligheten til å produsere et råstoff med tilstrekkelig innhold av EPA og DHA til en økonomisk forsvarlig kostnad – som

forventes å kunne fungere i et marked til fôrindustrien. De tekno-økonomiske resultatene vil foreligge i 2019 i tråd med prosjektplanen.

Den siste tidens utvikling av heterotrofe (fermenterende) mikroalger som DHA-kilde gjennom kommersielle initiativ kan bidra til å lette trykket på fiskeolje på kort sikt. Men disse produksjonsmetodene er basert bruk av sukker som karbon- og energikilde, og har dermed en del uavklarte forhold rundt den reelle, økologiske og miljømessige bærekraftseffekten. Det er derfor viktig at norske interesser tar en aktiv rolle i evaluering av flere alternativ til fiskeolje for å sikre at løsningene for fremtiden er grunnleggende bærekraftig i flere betydninger.

NAM-anlegget vil øke kunnskapen om hvordan fotoautotrofe (fotosyntetiske) mikroalger kan produseres kostnadseffektivt og samtidig skånsomt for miljøet ved bruk av lys og avfallsstrømmen. Den algebiomassen som hittil er testet ut i laksefôr er i form av tørket mel, noe som ikke er optimalt utgangspunkt for videre prosessering, stabilisering og utnyttelse. Tilgang på fersk og optimalisert algebiomasse vil gjøre det mulig på en helt annen måte å utvikle gode prosedyrer for prosessering og inkludering i fôrproduksjon. Samtidig vil norske aktører ha tilgang til alle ledd i verdikjeden som gir bedre samhandling, muligheter for innovative utviklingsløp og førstehåndskunnskap om mikroalger som en EPA- og DHA-kilde i fôr.

På kort sikt vil dette bety bedre muligheter å evaluere mikroalger som fôrkomponent, samt at det vil tilkomme norske næringsaktører resultat og analyser som kan danne grunnlag for strategivalg fremover. Dersom fototrofe mikroalger med høyt innhold av EPA og DHA og høy næringsverdi kan erstatte deler av fiskeoljen som brukes i fiskefôr, kan det ha både økonomiske og miljømessige gevinster.

### **FHFs vurdering av resultater og næringsnytte**

Pilotanlegg for forskning og utvikling angående dyrking av mikroalger for produksjon av EPA og DHA er bygget og i drift med relevante forskningsprosjekter.

### **Formidlingsplan**

Prosjektets sluttrapport skal omhandle etablering av anlegget, fremdrift, beskrivelse av driftsmodell, oversikt over prosjektaktivitet, samt oppsummering av oppnådde produktivetsdata og resultat av tekno-økonomiske analyser. Samlet skal dette kunne danne et beslutningsgrunnlag for en videre utvikling av oppskalert produksjon av mikroalger. Sluttrapporten skal skrives på engelsk med et norsk sammendrag. Det er også en målsetning i samråd med oppdragsgivere og andre samarbeidspartnere å publisere forskningsbaserte data i internasjonale vitenskapelige tidsskrift.

Resultater fra pilotanlegget og tilhørende prosjekt skal formidles i nasjonale og internasjonale fagforum som Havbrukskonferansen, BIOPROSP, Aquaculture, Aquafeed Horizon, EABA conference, International Algae Congress, og Algal Biomass Organization Summit. Prosjektet skal også bidra til fagfelle-vurderte publikasjoner med samarbeidspartnere i forskningsprosjekt i tidsskrifter som *Algae, Biomass & Bioenergy*, *Aquaculture*, eller *Journal of Applied Aquaculture*. Det skal også formidles resultater direkte til næringen gjennom CO2Bio sine eiere og i andre relevante industrisammenhenger. Videre skal prosjektet bidra til formidling og omtale av mikroalger som en mulig fôrressurs i aviser som *Bergens Tidende*, *Aftenposten*, *FiskeribladetFiskaren* og *Dagens næringsliv*.



## 901263 Identifikasjon av lakseindivider: Biometri fase 1

FHF-ansvarlig	Kristian Prytz	Start	02.05.2016
Prosjektleder	Aleksander Eilertsen	Slutt	30.06.2017
Ansv. organisasjon	SINTEF Ocean AS		

### Resultatmål

Å utvikle et maskinsynssystem som digitalt kan identifisere og gjenkjenne laks individuelt basert på utseende.

En slik løsning skal brukes til sporbarhet internt i lakseslakterier og åpner for å benytte individuelle forskjeller for optimal utnyttelsen av råstoffet.

Fase 1 av FoU-prosjektet skal se på de prinsipielle aspektene knyttet til biometrisk skanning av laks. Med det som bakgrunn har prosjektet følgende resultatmål for fase 1:

1. Å avgjøre hvorvidt biometrisk skanning av laks er mulig ved bruk av maskinsyn.
2. Å skissere en eventuell anbefaling for fase 2 basert på resultatene fra fase 1.

### Forventet nytteverdi

Identifikasjon av lakseindivider ved hjelp av biometrisk skanning skal gi bedre sporbarhet og dokumentasjon av enkeltindivider internt i et lakseslakteri med mulighet for bedre logistikk og mer fleksibel layout av produksjonslinjer og -utstyr uten bruk av fysiske merker. Det vil si at det skal være mulig å knytte informasjon elektronisk til hver enkelt laks gjennom hele prosessen fra slakting til pakking.

### Oppnådde resultater

#### **Sammendrag av resultater fra prosjektets faglige sluttrapport**

##### *Hovedfunn*

Det er utviklet en metode for biometrisk identifikasjon av laks ved hjelp av en unik markør som følger fisken uten fysisk inngripen. Fiskens prikkemønster benyttes til gjenkjenning av enkeltindividet ved hjelp av maskinsyn.

##### *Anbefalinger*

Det er sannsynlig at metoden som er utviklet kan benyttes til å identifisere enkeltfisk og på den måten knytte informasjon om egenskaper til hvert individ. Foreløpig er dette testet ut i slakteri, i et mindre omfang, og tenkt benyttet til sporing internt i produksjonsprosessen.

##### *Videre forskningsbehov*

Metoden har potensiale til å kunne brukes for sporing av laks på individnivå i hele verdikjeden. En videreføring av arbeidet vil innebære et oppsett av en automatisk datainnsamlingsrigg som kan samle en store mengder bilde data. Dette vil muliggjøre testing, validering og eventuell forbedring av den presenterte algoritmen.

## **FHF's vurdering av resultater og næringsnytte**

Metoden som er utviklet har potensiale til å brukes utover sporing av enkeltfisk i slakteri. Man vet ikke når prikkmønster på fisk er etablert og om det kan benyttes på et tidlig stadium for å følge fisk under produksjon. Sporing av enkeltfisk uten at man må benytte fysiske merker og som kan leses på en rask og enkel måte, kan ha stor nytte for næringen og kan brukes i mange sammenhenger.

## **Formidlingsplan**

Følgende formidling er planlagt:

- foredrag i en av FHF's samlinger
- populærvitenskapelig artikkel, dersom det blir grunnlag for det

## 901406 Fagmøte om melanin i laksefilet

FHF-ansvarlig	Kristian Prytz	Start	15.05.2017
Prosjektleder	Turid Mørkøre	Slutt	31.10.2017
Ansv. organisasjon	Nofima AS		

### **Resultatmål**

Å gjennomføre et fagmøte med deltakere fra næring og forskning med følgende formål:

- o Å belyse mulige årsaker til dannelse av mørke flekker.
- o Å få frem forslag til videre forskning på området, hvor målet er å legge frem anbefalinger for å begrense eller hindre dannelse av mørke flekker.
- o Å utarbeide en enkel skriftlig kartlegging av etablert kunnskap.

### **Forventet nytteverdi**

Nytten av et fagmøte er å samle fagkompetanse på området for å diskutere og presentere ideer til løsning. På sikt vil tiltak for å begrense melanin i laks har stor økonomisk betydning for næringen.

### **Oppnådde resultater**

#### ***Sammendrag av resultater fra prosjektets faglige rapportering***

På arbeidsmøtet som FHF arrangerte 26. og 27. september 2017, pekte deltakerne på viktigheten av å finne disponerende årsak(er) til at flekkene oppstår og utvikling av modeller der mørke flekker kan fremprovoseres.

Deltakerne ønsket seg også mer kunnskap om betydningen av forhold i tidlige livsfaser og videre oppfølging av føreffekter, betydningen av infeksjose tilstander, laksens genetikk, vaksine og innhenting av industridata for å overvåke omfanget og sporing av årsaksforhold i kommersiell oppdrett.

I den senere tid er det observert avvikende utseende av ribbeina i oppdrettslaks. Deltakerne på møtet mente at det er viktig å konsentrere seg om ribbeinsområdet, og å avdekke om det er en kobling mellom avvikende utseende av ribbein og mørke flekker.

### **FHFs vurdering av resultater og næringsnytte**

Fagmøtet har gitt en bred gjennomgang av mulige årsaker til dannelse av mørke flekker i laksefilet. På møtet ble det for første gang vist observasjoner av skadde ribbein i tilknytning til melanin. Dette er interessant og vil bli fulgt opp.

### **Formidlingsplan**

Formidlingen skjer gjennom å arrangere fagmøte hvor næring og forskning møtes og utveksler synspunkter. Prosjektet vil utarbeide program for fagmøte samt liste over deltakere som inviteres og et notat med oversikt over kunnskapsstatus.

## 901197 Analyse av tilgang og anvendelse for marint restråstoff i Norge 2015 og 2016

FHF-ansvarlig	Frank Jakobsen	Start	01.01.2016
Prosjektleder	Roger Richardsen	Slutt	31.12.2017
Ansv. organisasjon	SINTEF Ocean AS		

### **Resultatmål**

Å analysere tilgang og anvendelse av marint restråstoff fra norsk fiskeri- og havbruksnæring. Analysen skal gi næringsaktører og andre god oversikt over varestrømmer og muligheter for aktivitet som kan bidra til økt lønnsomhet i næringen.

### **Forventet nytteverdi**

Både som grunnlag for bedriftsøkonomiske beslutninger og som oversiktsgrunnlag for nasjonale prioriteringer av FoU-oppgaver er korrekte datagrunnlag av råvareflyt og anvendelse av marint restråstoff viktige forutsetninger.

### **Oppnådde resultater**

#### ***Sammendrag av resultater fra prosjektets faglige rapportering***

Rapportene gir en oversikt over mengder av restråstoff som oppstod fra norsk fiskeri- og havbruksnæring i 2015 og 2016, hvor mye som ble utnyttet og hvordan restråstoffet ble anvendt til ulike produktgrupper og formål.

I 2015 oppsto det ca. 890.000 tonn restråstoff fra en råstoffbase på 3,44 millioner tonn fisk og skalldyr. Omtrent 76 % ble utnyttet (680.000 tonn) og anvendt som ingredienser (oljer, proteiner, tilskudd/premikser) inn i fôr til fisk, husdyr, pelsdyr og kjæledyr eller som produkter til humant konsum (sjømatprodukter, tran, ekstrakter). I størrelsesorden 210–220.000 tonn, hovedsakelig fra hvitfisksektoren, ble ikke utnyttet ved at fisken ble sløyd eller prosessert om bord uten at biproduktene ble bragt på land. Mengden tilgjengelig restråstoff var stabil fra 2014 til 2015.

I 2016 oppsto det ca. 914.000 tonn restråstoff fra en råstoffbase på 3,3 millioner tonn fisk og skalldyr. Omtrent 75 % ble utnyttet (689.000 tonn) og anvendt som ingredienser (oljer, proteiner, tilskudd/premikser) inn i fôr til fisk, husdyr, pelsdyr og kjæledyr eller som produkter til humant konsum (sjømatprodukter, tran, ekstrakter). I størrelsesorden 210–230.000 tonn, hovedsakelig fra hvitfisksektoren, ble ikke utnyttet ved at fisken ble sløyd eller prosessert om bord uten av biproduktene ble bragt på land. Mengden tilgjengelig restråstoff gikk litt opp fra 2015 til 2016.

### **FHF's vurdering av resultater og næringsnytte**

Marint restråstoff bidrar til en betydelig verdiskaping i norsk sjømatnæring, og det meste blir utnyttet på en tilfredsstillende måte. Det er en voksende marin ingrediensindustri i Norge som ønsker økt anvendelse av norsk restråstoff i sin produksjon, og man anslår at industrien genererer en omsetning på om lag 3 milliarder kroner basert på norsk restråstoff.

Det er fortsatt et potensiale for å øke utnyttelsesgraden, og da særlig innen hvitfisksektoren.

Rapportene gir gode data over mengder med restråstoff, hvor det oppstår og anvendelse. Disse dataene er viktige i arbeidet med å ta hånd om og utnytte restråstoffet, og FHF vil videreføre satsingen gjennom prosjektet “Verdiskapings- og restråstoffanalyser i norsk sjømatnæring 2017–2019” ([FHF-901336](#)), delprosjekt 4: Analyse av tilgang og anvendelse for marint restråstoff i Norge, tall fra 2017 og 2018.

### **Formidlingsplan**

Prosjektet formidles gjennom en årlig rapport over tilgang og anvendelse av marint restråstoff. Rapporten publiseres som en åpen rapport i SINTEFs rapportserie. Det lages et sammendrag/faktaark til publisering på FHF hjemmesider. I tillegg publiseres en nyhetsartikkel fra arbeidet i norsk fiskeri-/fagpresse. Formidling for øvrig gjøres gjennom presentasjon av materialet på relevante seminarer i regi av FHF eller andre næringsorganisasjoner.