



Copyright: Nofima / Illustratør: Martin Losvik, LOSOL AS ([FHF-901391](#))

## RESULTATER FRA AVSLUTTEDE FHF- PROSJEKTER: 1. KVARTAL 2021

### HAVBRUK

#### Introduksjon

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 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.

Oversiktene finnes samlet på <https://www.fhf.no/resultater/prosjektresultater>

## Innhold

### Havbruk

#### Havbruk og miljø

- 901603 Lusekonferansen 2020 ..... 4  
*Den årlige nasjonale konferansen om lakselus, en viktig arena for kunnskapsdeling og alle presentasjonene er tilgjengelige her*
- 901572 Kunnskaps- og erfaringskartlegging om effekter av og muligheter for utnyttelse av utslipp av organisk materiale og næringsalter fra havbruk..... 5  
*Kunnskapssammenstilling om mengder, effekter og mulig utnyttelse av næringsalter og organisk materiale fra norsk oppdrett av laks og regnbueørret*
- 901243 Lakselus: Medikamentfri kontroll ved kombinerte tiltak ..... 7  
*Dokumentasjon som kan bidra til reduksjon i omfang av behandlingstiltak mot lakselus*
- 901241 Mekanismer for smittespredning av lakselus innen oppdrett og mellom ville og oppdrettede bestander av laksefisk (SMILA)..... 9  
*Ny kunnskap som kan redusere spredning av lakselus, mellom anlegg og mellom oppdrett og villaks*

#### Fiskehelse og fiskevelferd

- 901529 Sekvensering av Piscine orthoreovirus (PRV)-stammer..... 11  
*En ny modell og ny kunnskap er utviklet som vil bidra til å redusere omfang av hjerte- og skjelettmuskelbetennelse (HSMB)*
- 901305 Karakterisering av PRV: Inaktivering og virulens ..... 12  
*Det er utviklet en ny modell og verktøy som kan bidra til reduksjon i sykdomsutbrudd av betennelsen HSMB*

#### Marine fettsyrer

- 901484 Trenger laks fettsyren EPA for optimal immunrespons? (EPA-laks)..... 13  
*Ny kunnskap om fettsyren EPAs effekt på laks som vil bidra til bedret fiskehelse gjennom fremtidig fôrutvikling*

#### Rammebetingelser

- 901391 Havbruksforvaltning 2030 ..... 15  
*Forskningbasert kunnskap om fremtidig forvaltning av norsk havbruksnæring som vil være grunnlag for utvikling og forslag til forbedringer av fremtidig forvaltning av næringen*

### Fellesområder

#### Marked og samfunn

- 901550 Konsekvenser for norsk sjømatnæring av bortfall av EØS-avtalen..... 17  
*Viktig analyse av EØS-avtalens betydning for sjømatnæringen og konsekvenser ved mulige endringer i denne*

#### Marint mel og oljer

- 901346 Sensorisk bransjestandard for marine oljer (Qomega-3)..... 19  
*Et klassifiseringssystem for fiskeoljer er utviklet, som kan bidra til økt verdi på definert kvalitet og derved økt verdiskaping*

## Prosjekter innen alle fagområder i 2021 (2020-tall i parentes)

	1. kvartal	2. kvartal	3. kvartal	4. kvartal	
Avsluttede	15 (15)	(20)	(9)	(12)	Totalt: 15 (56)
Oppstartede	23 (24)	(15)	(11)	(4)	Totalt: 23 (54)
Pågående	126 (140)	(153)	(152)	(142)	Snitt: 126 (147)

## 901603 Lusekonferansen 2020

FHF-ansvarlig	Eirik Ruud Sigstadstø	Start	01.12.2019
Prosjektleder	Eirik Ruud Sigstadstø	Slutt	15.03.2020
Ansv. organisasjon	FHF AS (Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering AS)		

### Resultatmål

Å gjennomføre en konferanse der resultater fra FoU og erfaringer fra praktisk arbeid innen forebygging og kontroll av lakselus blir presentert.

### Forventet nytteverdi

Næringens nytteverdi av konferansen blir å iverksette det man lærer med suksess i sine bedrifter. Med hovedvekt på forebygging og kontroll vil man unngå bruk av kjemisk og andre ikke-medikamentelle metoder som krever behandling av fisk. Dette vil være lønnsomt i tillegg til å gi bedre helse og velferd for laksen.

### Hovedfunn

- Lusekonferansen ble gjennomført i Trondheim 21.–22. januar 2020.
- Det var over 500 deltakere til stede på konferansen.
- Tema som ble presentert var grunnleggende

kunnskap om lusa, ulike behandlinger og forebyggende arbeid.

- Det ble satt søkelys på en proaktiv lusestrategi.

Presentasjonene er tilgjengelig [her](#).

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Konferansen var en god arena for kunnskapsformidling og erfaringsutveksling.

Flere prosjekter finansiert av FHF ble formidlet.

### Formidlingsplan

Dette er et formidlingsprosjekt per se. Formidling om temaet er vesentlig for å få spredt kunnskap om mulige tiltak knyttet til forebygging og kontroll av lakselus. Nyhetssaker og foredrag fra konferansen vil derfor bli lagt ut på FHFs nettside.

## 901572 Kunnskaps- og erfaringskartlegging om effekter av og muligheter for utnyttelse av utslipp av organisk materiale og næringsalter fra havbruk

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	23.09.2019
Prosjektleder	Øyvind Hilmarsen	Slutt	15.01.2021
Ansv. organisasjon	SINTEF Nord AS		

### Resultatmål

Å utarbeide en samlet og godt oppdatert kunnskaps- og erfaringskartlegging om effekter av og muligheter for utnyttelse av utslipp av organisk materiale og næringsalter fra havbruk.

### Forventet nytteverdi

Oppsummert kunnskap om dokumenterte miljøeffekter fra havbruk vil legge et godt faglig grunnlag for diskusjon omkring miljøpåvirkning og rammebetingelser for oppdrett i Norge.

Utnyttelse av organisk materiale og næringsalter kan danne grunnlag for ny biologisk produksjon i Norge.

Resultatet for teknologisk og biologisk utnyttelse av organisk materiale og næringsalter kan danne grunnlag for utvikling av ny teknologi blant leverandørindustrien.

Organisk materiale og næringsalter kan på sikt utgjøre en verdi for oppdrettere for produksjon av nye produkter. F.eks. dersom tørket slam får en salgsverdi på kr 1 per kg, vil slam fra all norsk oppdrettsproduksjon utgjøre en teoretisk verdi på om lag 230 millioner kroner for oppdretter.

### Hovedfunn

- De totale utslippene fra matfiskanlegg til norsk kystvann i 2019 er beregnet til 224 000 tonn karbon, 66 000 tonn nitrogen og 14 000

tonn fosfor. I tillegg bidro settefiskanlegg med 3 219 tonn karbon, 925 tonn nitrogen og 149 tonn fosfor.

- Utslipp av løst organisk og uorganisk materiale fra havbruk er antatt å være den største menneskeskapte utslippskilden for løste næringsalter i Norge, men utslippet er beskjedent i forhold til den naturlige tilførselen.
- Organiske utslipp fra lakseoppdrett påvirker mange arter og ulike naturtyper på en rekke måter i likhet med andre naturbaserte næringer. For mange av artene eller naturtypene som påvirkes vil den totale effekten være begrenset, og det er på bakgrunn av det som finnes av kunnskap liten grunn til å tro at effektene vil være så store at mange arter påvirkes på bestandsnivå eller at truede eller sårbare naturtyper påvirkes i så stort omfang at det er en risiko for at naturtypen går tapt i Norge. Lokale negative effekter på arter og naturtyper vil imidlertid forekomme.
- Det oppsamlede slammet fra norsk oppdrett gikk i 2019 hovedsakelig til biogass, gjødselproduksjon samt kompostering og jordforbedring. Dette utgjør fortsatt en stor kostnad for oppdretter, som må betale for å få avhendet slam. Det eksporteres organisk gjødsel som inneholder tørket oppdrettslam (inkludert fosfor) til Vietnam.
- Det er mulig og tillatt å utnytte organisk materiale og næringsalter som næringssubstrat for nye biologiske produksjoner av alger, bakterier, grønnsaker og sopp. Slam fra oppdrett er et godt egnet førs substrat for produksjon av børstemark, men

regelverk må endres dersom slik produksjon skal la seg gjennomføre.

- Innsamlet fosfor i fiskeslam og annet avfall bør i en sirkulær økonomi og erstatte råfosfat fra gruver som i dag brukes som fosforgjødsel for mat- og fôrproduksjon, men dagens kostnadsbilde gjør det ikke bedriftsøkonomisk lønnsomt å gjenvinne fosfor alene. Pyrolyse er per tiden ikke en aktuell anvendelse for slam, da det ikke er marked for biokoks.
- Havet blir direkte påvirket av atmosfæriske klimaendringer ved at sjøtemperaturen øker, vannet blir surere, den globale oksygenkonsentrasjonen har sunket og mengde ferskvann som tilføres kystfarvannene fra elver og land endres. Dette har betydning for algeoppblomstringer og planktonodynamikk langs kysten, herunder skadelige algeoppblomstringer og lysforholdene i kystvannet.
- Studier antyder at den norske havbruksnæringen er sensitiv og lite tilpassingsdyktig til klimaendringer, mye på grunn av liten diversitet i produksjonen. Det er behov for detaljerte modellsimuleringer for hvordan klimaet i havet langs norskekysten vil endre seg.

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

Prosjektet har resultert i et omfattende datamateriale og kunnskapssammenstilling om mengder, effekter og mulig utnyttelse av næringssalter og organisk materiale fra norsk oppdrett av laks og regnbueørret. Dette vil kunne være et nyttig "oppslagsverk" og referansemateriale for bedrifter i næringen som ønsker å se på behov for og muligheter for videre utnyttelse.

## **Formidlingsplan**

Resultatene fra prosjektet foreslås spredd så vidt som mulig. Generiske resultat vil distribueres gjennom presentasjoner i arbeidsmøter og workshop. Resultatene vil også presenteres i fagtidsskrift og populærvitenskap fora (Fiskeribladet, Gemini etc). Det vil bli utarbeidet faktaark fra prosjektet som distribueres bredt.

Video og presentasjoner fra arbeidsmøte 12. mai 2020 ligger her: [Arbeidsmøte om utslipp og anvendelse](#).

## 901243 Lakselus: Medikamentfri kontroll ved kombinerte tiltak

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	01.09.2016
Prosjektleder	Henrik Trengereid	Slutt	04.01.2021
Ansv. organisasjon	Centre for Aquaculture Competence (CAC)		

### Resultatmål

Å beskrive effekt av ulike kombinasjoner av forebyggende tiltak målt gjennom lusetall og behandlingsfrekvens i de ulike eksperimentelle gruppene.

### Forventet nytteverdi

Resultatene som skapes gjennom dette forsøket, er av stor verdi for næringen som helhet. Lus er endemisk langs kysten, og bare et fåtall oppdrettslokaliteter makter å drive en hel produksjonssyklus uten avlusing. I den forbindelse oppleves en problemstilling med stadig redusert sensitivitet hos lakselus overfor dagens tilgjengelige kjemiske avlusingsmidler. Næringen jobber kontinuerlig mot en overgang til mer effektive ikke-medikamentelle metoder, men hovedmengden av disse krever håndtering som potensielt kan resultere i økt behandlingsdødelighet.

Det er hevet over tvil at det mest optimale er fravær av behandling, hvor eneste løsning er å implementere flere forebyggende tiltak samtidig. Vi vet at suksessfull bruk av forebyggende tiltak har potensiale til å redusere lusemengden og antall behandlinger, og gjennom dette forsøket undersøkes det om man med dagens tilgjengelige metoder kan oppnå en vesentlig reduksjon eller eliminere behov for behandling fullstendig. Dette vil være av enorm verdi for oppdretter som får sparte kostnader gjennom mindre avlusing, bedre tilvekst, lavere behandlingsdødelighet og mulighet for fremtidig vekst gjennom kontroll på lakselus. Det representerer også fremskritt for fiskevelferden da håndtering og

medfølgende stress og behandlingsdødelighet kan reduseres vesentlig.

Gitt kostnaden lakselusen representerer for oppdretteren og for laksens velferdsregnskap står ressursbruken i dette forsøket uten tvil i forhold til den potensielle nytten resultatene vil ha for laksenæringen.

### Hovedfunn

- Forsøksgruppen med alle forebyggende tiltak (D) akkumulerte signifikant lavere påslag av lus over tid sammenlignet med kontrollgruppen (A), dog med betydelig sesongmessig variasjon.
- Til tross for signifikant lavere påslag kunne ikke redusert behandlingsfrekvens påvises sammenlignet med kontrollgruppen. Mulige forklaringer for dette kan være internsmitte ved anlegget og miljøfaktorer (for eksempel langvarig tilstedeværelse av et dypt brakkvannslag) ved lokaliteten.
- Forebyggende tiltak medførte ikke svekket fiskevelferd sammenlignet med kontrollgruppen.
- Bruk av forebyggende tiltak kan påvirke fiskens svømmedyp, og grupper med tiltak som dypføring og dype lys svømte i snitt >6m dypere enn kontrollgruppen.
- Avstand fra lokalitetens haloklin kan være like viktig som fiskens svømmedyp per se, siden lakselus har evne til å tilpasse sin adferd etter salinitet.
- Det finnes indikasjoner på at forebyggende tiltak, og spesielt for gruppen som benyttet alle forebyggende tiltak i kombinasjon (D), kan forstyrre rensefiskens beiteeffekt. Dette følges opp i videre studier ved HI, finansiert av CAC.



- Funksjonelle fôr (gruppe B) brukt over lengre perioder hadde i denne studien ikke påviselig effekt som forebyggende tiltak mot lakselus alene, sammenlignet med kontrollgruppen (gruppe A). Resultatet kan ha blitt påvirket av merdenes plassering internt i anlegget. De funksjonelle fôrene resulterte ikke i biologisk signifikante forskjeller i fiskens barrierevev sammenlignet med kontrollgruppe fôret med standard høyenergi vekstfôr.
- Operasjoner ved anlegg, slik som notskift og avlusinger, spesielt med hydrogen peroksid, resulterte i svekkelse av fiskens ytre barrierer over tid, spesielt synlig for de ytre barrierer (hud og gjeller).
- Gjellens barrierestatus trekkes frem som mulig prediktiv indikator for fiskens tilvekst, eller potensiale for tilvekst.

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

Prosjektet dokumenterer at forebygging og kontroll av lakselus er krevende, og at ulike faktorer kan samspille både positivt og negativt. Resultatene viser likevel at det

synes mulig å redusere behov for behandlingstiltak mot lakselus ved å kombinere flere metoder for forebygging, men at det for å få god effekt er svært viktig å ta hensyn til miljøforhold ved lokaliteten og hvilke tiltak som kombineres. Dette er svært nyttig kunnskap for næringen, og bør bidra til økt fokus på at alle tiltak, benyttet alene eller i kombinasjon, har sine forutsetninger for om de virker godt eller ikke.

### **Formidlingsplan**

Prosjektet gjennomføres ved CAC i Rogaland. Alle forsøk ved lokaliteten godkjennes av Fiskeridirektoratet og kan gjennomføres under den forutsetning at resultatene offentliggjøres og kommuniseres til næringen som helhet. I tillegg skal faglig hovedansvarlig for lus (IMR) publisere resultatene i tidsskrift med fagfelleevaluering. De vil oppfordres gjennom sin deltagelse til også å kommunisere resultatene gjennom media. UiB/QuantiDoc, som har fagansvar ytre barrierer, vil også publisere resultatene i denne studien i tidsskrifter med fagfelleevaluering.



## 901241 Mekanismer for smittespredning av lakselus innen oppdrett og mellom ville og oppdrettede bestander av laksefisk (SMILA)

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	01.07.2016
Prosjektleder	Yngvar Olsen	Slutt	15.01.2021
Ansv. organisasjon	NTNU – Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet		

### Resultatmål

Å etablere fundamental kunnskap om hvordan lakselus kan spres innen oppdrettede bestander, mellom oppdrettede og ville bestander, og innen ville bestander av laksefisk.

### Forventet nytteverdi

Kunnskap om de grunnleggende mekanismene vil være avgjørende for utformingen av forebyggende og beskyttende tiltak mot påslag av lakselus og for mer langsiktige tiltak med avl som kan redusere effektiviteten av den/disse egenskapene. Resultatene vil ha umiddelbar nytte for forståelsen av hvordan smitte kan oppformeres og spres i oppdrettsanlegg gjennom normale driftsprosedyrer som fjerning av begroing, avlusing, notskifte, bruk av luseskjørt og uttak til slakting. Kunnskap om smitteveiene mellom vill laksefisk og oppdrett kan på kort og lang sikt bidra til å redusere denne miljømessige problematikken. Norske oppdrettere bruker store økonomiske ressurser på bekjempelse av lakselus, prosjektets rammer utgjør en ubetydelig del sammenlignet med dette. En grunnleggende forståelse av mekanismene for smittespredning mangler og er nødvendig. Slik kunnskap vil ganske sikkert gi grunnlag for etablering av bedre rutiner og mer treffsikre tiltak, reduserte kostnader og bedring av omdømmet til lakseoppdrettet.

### Hovedfunn

- Det ble ikke funnet noen indikasjoner på at lakselus bruker begroing som mikrohabitat, og vasking av nøter forandret ikke tetthetene av planktoniske lus inne i merden.
- På ett av to anlegg med luseskjørt ble det funnet høyere tetthet av planktoniske lus på innsiden enn på utsiden av merden. Denne forskjellen ble ikke funnet for noen av anleggene uten luseskjørt. I løpet av brakkeleggingsperioden ble det ikke funnet planktoniske stadier av verken lakselus eller skottelus.
- Ved ferskvannsavlusing ble det funnet gjennomsnittlig effekt på 86,3 % for lakselus og 99,6 % for skottelus. Den største nedgangen i lusetall kom i starten av avlusingen, og utover 5 timers behandlingstid var videre effekt liten.
- Studier av lakseluslarver viste at de tiltrekkes av lys, både dagslys fra havoverflaten og kunstig lys både over og under overflaten. Undervannslys i merder kan tiltrekke luselarver, men på grunn av deres begrensede svømmekapasitet vil effekten av dette være avhengig av vannstrøm. Gjennomsnittlig svømmehastighet for kopepoditter ble målt til 2,5–3,5 mm/s, og maksimal svømmehastighet var opptil 454 mm/s.
- Analyser av energiinnhold og energiforbruk hos luselarver viste at laboratorielinjen LsGulen forbrakte energien raskere enn lakselus fra et oppdrettsanlegg (LsFrøya). Ved dag 14 etter klekking hadde LsGulen kun halvparten av energiinnholdet i LsFrøya, og

denne forskjellen kan reflektere en lengre infektiv periode for "vill" lakselus. Dette er viktig for smittespredningsmodeller, og forskjeller mellom lus av ulikt opphav bør tas hensyn til i planlegging og gjennomføring av forskning.

- Ved å slå ut fenylalanin-hydroksylasegenet (PAH) med RNAi-knockdown fikk luselarvene utviklingsdefekter, skallskifteproblemer og redusert svømmeevne. Dette viser at PAH-genet antakelig er viktig i lakselusas vekst og utvikling.
- En spørreundersøkelse blant fiskere som drev fangst av villaks før lakseoppdrett økte i omfang (fra 60- og 70-tallet og framover), viste at det var vanlig med 4–10 voksne hunnlus per fisk (opptil 30 lus per fisk). Lakselusa satt rundt gattåpningen og bakover mot sporen.

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

Taskforce lakselus ble initiert av og i hovedsak finansiert direkte av lakseoppdrettsbedrifter som ser behov for økt kunnskap om lakselus

(og etter hvert skottelus) sin biologi, og hvordan dette kan bidra til bedre tiltak i kampen mot lusa. Kombinasjonen av forskning for å finne svar, utdanning av mange personer med god kompetanse om lakselus, og tett kobling til næringen både praktisk og faglig, har vært og er svært nyttig. Mange av forsøkene som er gjennomført har vært rettet mot helt praktiske spørsmål næringen har stilt, noe som har gjort kunnskapen svært anvendelig.

### **Formidlingsplan**

Prosjektet skal som integrert del av prosjekt "Taskforce Lakselus" etablere nettside for intern og ekstern kommunikasjon. Publisering og presentasjoner i regi av 6 doktorgradsstudenter vil utgjøre en viktig del av formidlingen, men det tas i tillegg sikte på å gjennomføre en vedvarende populærvitenskapelig formidling fra forskningen som har stor allmenn interesse. Det skal etableres en kommunikasjonsplan når de fleste doktorgradsstudentene er tilsatt.

## 901529 Sekvensering av Piscine orthoreovirus (PRV)-stammer

FHF-ansvarlig	Sven Martin Jørgensen	Start	01.01.2019
Prosjektleder	Øystein Wessel	Slutt	30.06.2020
Ansv. organisasjon	NMBU – Norges miljø- og biovitenskapelige universitet		

### Resultatmål

Å sekvensere ulike PRV-varianter for å kartlegge virulensforskjeller og potensielle virulensmarkører.

### Forventet nytteverdi

PRV er vidt utbredt i norsk lakseproduksjon. Resultatene fra dette prosjektet kan gi informasjon om det vil være nyttig å differensiere mellom sykdomsfremkallende og mindre sykdomsfremkallende varianter av PRV. Dette vil gjøre at man kan sette inn målrettede tiltak mot de mest sykdomsfremkallende variantene.

### Hovedfunn

- Det er utviklet en ny modell for å studere effekt av PRV-inaktivering.
- Inaktivering av PRV oppnås ved følgende behandlinger/doser: UV på minst 50 mJ/ cm<sup>2</sup>, Jod – 100 ppm/10 min, Virocid – 1 %.
- Bekreftelse på at det er virulensforskjeller mellom PRV-1-isolater.

- Høyvirulente varianter viser høyere plasma-viremi og gir kraftigere hjerteforandringer (patologi).
- Det er funnet sekvensforskjeller i PRV-segmentene L1, L2, M2, S1, S4 som kan forklare forskjellene i virulens.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektets resultater på behandlinger som inaktiverer PRV vil ha meget stor nytteverdi og benyttes av næringen for iverksetting av desinfeksjonsprosedyrer som et viktig biosikkerhetstiltak. Resultatene på virulensforskjellene danner grunnlaget for forbedret diagnostikk og verktøy for overvåkning av viruset slik at nødvendige tiltak kan iverksettes for å redusere/eliminere sykdomsutbrudd av HSMB.

### Formidlingsplan

Formidling vil koordineres med prosjektet "Karakterisering av PRV: Inaktivering og virulens" ([FHF-901305](#)).

## 901305 Karakterisering av PRV: Inaktivering og virulens

FHF-ansvarlig	Sven Martin Jørgensen	Start	01.01.2017
Prosjektleder	Øystein Wessel	Slutt	04.11.2020
Ansv. organisasjon	NMBU – Norges miljø- og biovitenskapelige universitet		

### Resultatmål

Å frembringe kunnskap som kan brukes for å redusere mengden PRV i oppdrettsnæringen.

### Forventet nytteverdi

I første del undersøkes hvilke desinfeksjonsmetoder som er egnet for å inaktivere PRV. Resultatene vil danne grunnlag for hvilken desinfeksjon som er effektiv mot PRV. Resultatene vil også kunne gi svar på om dagens desinfeksjon av rogn er tilstrekkelig for å inaktivere PRV.

Andre del vil svare på om det finnes forskjeller i stammer av PRV i evnen til å gi HSMB og om det kan være nyttig å differensiere mellom mer eller mindre sykdomsfremkallende varianter av PRV.

Sammen vil disse studiene kunne bidra til kunnskap og dermed basis for tiltak som kan redusere mengden PRV i oppdrettslaks.

### Hovedfunn

- Det er utviklet en ny modell for å studere effekt av PRV-inaktivering.
- Inaktivering av PRV oppnås ved følgende behandlinger/doser: UV på minst 50 mJ/ cm<sup>2</sup>, Jod – 100 ppm/10 min, Virocid – 1 %.
- Bekreftelse på at det er virulensforskjeller mellom PRV-1-isolater.
- Høyvirulente varianter viser høyere plasma-viremi og gir kraftigere hjerteforandringer (patologi).

- Det er funnet sekvensforskjeller i PRV-segmentene L1, L2, M2, S1, S4 som kan forklare forskjellene i virulens.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektets resultater på behandlinger som inaktiverer PRV vil ha meget stor nytteverdi og benyttes av næringen for iverksetting av desinfeksjonsprosedyrer som et viktig biosikkerhetstiltak. Resultatene på virulensforskjellene danner grunnlaget for forbedret diagnostikk og verktøy for overvåkning av viruset slik at nødvendige tiltak kan iverksettes for å redusere/eliminere sykdomsutbrudd av HSMB.

### Formidlingsplan

Følgende formidling planlegges:

- populærvitenskapelig formidling i Norsk Fiskeoppdrett eller tilsvarende, høsten 2018 og våren 2020.
- vitenskapelige artikler, høsten 2019.
- presentasjoner, våren 2018 (Norges forskningsråd sin havbrukskonferanse) og våren 2019 (Tekna sin Frisk Fisk-konferanse).

Ellers vil formidling koordineres med prosjektet "Sekvensering av Piscine orthoreovirus (PRV)-stammer" ([FHF-901529](#)), "Effekter av PRV-infeksjon på robusthet hos laks: Mer enn HSMB?" ([FHF-901001](#)).

## 901484 Trenger laks fettsyren EPA for optimal immunrespons? (EPA-laks)

FHF-ansvarlig	Sven Martin Jørgensen	Start	01.03.2018
Prosjektleder	Nina Liland	Slutt	31.12.2020
Ansv. organisasjon	Havforskningsinstituttet		

### Resultatmål

Å avklare betydningen av EPA i fôr for inflammasjons- og immunrespons i laks ved hjelp av cellemodeller.

### Forventet nytteverdi

Prosjektet vil gi nødvendig kunnskap for å benytte seg av fremtidens alternative kilder til EPA og DHA, samtidig som man ivaretar fiskens helse og robusthet. Økt kunnskap på dette området vil kunne bidra til økt fleksibilitet i valg av fôrråvarer og/eller redusert tap av fisk i sjøvannsfasen.

### Hovedfunn

- EPA har gjennomgående effekter på inflammasjons- og immunrespons, men effektene er som forventet ikke like sterke som respons på immunstimuli.
- I leverceller ble det sett indikasjoner på en høyere inflammasjonsrespons ved økt EPA (økt cox2-uttrykk og prostaglandin-produksjon).
- EPA gav tydelige immunresponser i både hjerte- og fettceller. Effekten av EPA på virusrespons i hjerteceller kan være knyttet til endring i energimobilisering ved virusinfeksjon, mens effekten i fettceller var direkte relatert til immunrespons og tyder på en sterkere antiviral respons med EPA enn med oljesyre. Resultatene viser at celler fra begge disse vev kan benyttes som modeller for å studere interaksjonseffekter mellom fettsyrer og immunrespons.
- I ASK-cellelinjen fra laks gav økende nivåer av EPA i dyrkingsmediet en signifikant

immunmodulerende rolle på respons ved virusinfeksjoner med ISAV og SAV3. Høyere nivåer av EPA reduserte responsen på de aller fleste gener som endret uttrykk ved infeksjonen. Dette indikerer en immundempende effekt av EPA. Det var lignende mønster i respons på levende virus og Polyl:C. Mange av de samme metabolske veiene ble påvirket i cellelinjen som i primærcellene, men retningen på responsen var en annen enn den sett i primærcellene. Hvorvidt dette er på grunn av metodikk (RNAseq vs qPCR) eller forskjeller i cellenes egenskaper er ikke klart.

- Respons på virus-mimikk (Polyl:C) var lignende den til SAV og ILAV i ASK-cellelinjen og vil derfor være et nyttig verktøy ved studier om generelle viruseffekter. Det virker også som om Polyl:C kan avdekke flere samspillseffekter mellom EPA og inflammasjon enn levende virus, muligens grunnet mer støy i resultatene ved bruk av levende virus.
- Prosjektet har gitt viktig kunnskap om forskjeller og likheter mellom bruk av ulike cellemodeller i analyse av immunrespons når ulike nivåer av EPA benyttes. Resultatene viser at både primærceller samt cellelinjer kan dyrkes i cellemedier med EPA og oppnå tilsvarende nivåer av EPA som i celler høstet direkte fra laks fôret med EPA. Med gode data fra fettsyresammensetning i ulike vev og fettfraksjoner fra fôringsforsøk vil det derfor være mulig å gjøre forsøk i fremtiden med celler tilsatt EPA og kunne diskutere dette opp mot gitte nivåer EPA i fôret.

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

Prosjektet har gitt ny kunnskap om rollen til den viktige fettsyren EPA i oppdrettslaksens immunkompetanse, samt bidratt med viktige erfaringer knyttet til bruk av ulike cellemodeller som erstatning for ernæringsforsøk med bruk av levende laks.

## **Formidlingsplan**

Resultater formidles etter hvert som de foreligger i forbindelse med FHF dialogmøter (1–2 ganger per år) innenfor tematikken "Fett for fiskehelse". Resultater vil også bli presentert ved relevante møter og konferanser, på samarbeidspartneres nettsider, i form av populærvitenskapelig publikasjon og vitenskapelige publikasjoner i relevante tidsskrifter. Sluttrapporten vil publiseres på FHF's nettsider.

## 901391 Havbruksforvaltning 2030

FHF-ansvarlig	Berit Anna Hanssen	Start	15.11.2017
Prosjektleder	Roy Robertsen	Slutt	18.12.2020
Ansv. organisasjon	Nofima AS		

### Resultatmål

- Å utrede og analysere relevante alternative forvaltningsmodeller for havbruk, slik at man får en kunnskapsbasert diskusjon om fordeler og ulemper med de ulike modellene.
- Å utarbeide et kunnskapsgrunnlag for ulike realistiske scenarier for forvaltningen av havbruksnæringen og arealer i sjø og analysere konsekvensene av de ulike scenariene for utviklingen av næringen.
- Å vurdere både økonomiske, politiske og juridiske aspekt ved ulike forvaltningsmodeller.

### Forventet nytteverdi

Dette prosjektet vil foreslå alternativer for fremtidig forvaltning som kan øke verdiskapingen til næringen og samfunnet, og tar hensyn til andre interessenter.

### Hovedfunn

- I 2030 bør samfunnet ha etablert andre reguleringsmekanismer på lokalitets- og områdenivå som regulerer mer direkte når det gjelder biosikkerhet og miljøeffekter. Slike mekanismer kan blant annet omfatte en ny konsesjonsordning (tillatelse) for lukkede eller semi-lukkede anlegg.
- Det er for tiden ikke behov for produksjonsregulerende tiltak ut fra markedshensyn. Produksjonstillatelser med angitt maksimal tillatt biomasse brukes derfor primært ut fra ønsket om miljøregulering, det vil si minimalisere effekten av ett oppdrettsanlegg i forhold til andre oppdrettere og for å redusere effekten av lakselus på villfisk.
- Enkelte kommuner har ønsket å stille særskilte miljøkrav til havbruksnæringen med

hensyn på utslipp og bruk av teknologi. Slike krav vil kunne bidra til større sosial bærekraft på lokalt plan (økt aksept for havbruk), men vil kunne gi høyst ulike reguleringer fra en kommune til en annen. Et slikt regime anbefales derfor ikke.

- Uansett regime vil det kunne innføres tidsavgrensning på tillatelsene. Dette vil gi større fleksibilitet i planleggingen, men innføre større usikkerhet for havbruksnæringen. Effektene vil avhenge av hva som blir tidshorisonten, og hvilke kriterier som blir satt for å avslå fornyelse. Tidsavgrensning anbefales ikke, da en allerede i dagens regelverk har muligheten av å stoppe virksomheten på en lokalitet ut fra miljømessige forhold.

- Ingen av de undersøkte alternativene til dagens planlegging anses som realistiske, grunnet manglende institusjonalisering (industriparker, produksjonsområder, vannregioner, fylkesplaner). Det bør i stedet satses på interkommunale kystsonerplaner som rulleres hvert fjerde år. Om nødvendig kan statlige retningslinjer brukes i større utstrekning enn i dag.

- Økt områdesamarbeid vil kunne løse flere av havbruksnæringens utfordringer. Omfanget av slikt samarbeid vil avhenge av framtidig konsentrasjon, teknologiutvikling og administrasjon, noe som er ytterligere illustrert i de fire scenarioene som er utviklet i tilknytning til prosjektet. Oppdretterne selv ser ut til å foretrekke frivillig samarbeid, vel vitende om at dersom man ikke oppnår tilfredsstillende løsninger vil statlig myndigheter gripe inn med lovpålegg. På



områder som sykdom og lakselus anbefales en større grad av lovpålagt samarbeid.

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

Prosjektet har hatt en bred tverrfaglig tilnærming og har fremskaffet viktig forskningsbasert kunnskap om fremtidig forvaltning av norsk havbruksnæring. Hovedfokus har vært på regulering av produksjonen, arealforvaltning og områdesamarbeid, og det er utarbeidet flere scenarier for fremtidig forvaltning av næringen.

Resultater og publiseringer fra prosjektet er

formidlet bredt til næringen, forvaltningen og samfunnet for øvrig. En digital sluttkonferanse ble avholdt høsten 2020, med flere hundre deltakere.

### **Formidlingsplan**

Resultatene fra prosjektet skal formidles gjennom faktaark, kronikker, artikler i relevante bransjetidsskrifter, vitenskapelige artikler, informasjonsfolder, presentasjoner på åpent sluttseminar, i tillegg til en åpen sluttrapport.

Formidlingen vil også inkludere bruk av sosiale media som Facebook® og Twitter®.

## 901550 Konsekvenser for norsk sjømatnæring av bortfall av EØS-avtalen

FHF-ansvarlig	Berit Anna Hanssen	Start	03.06.2019
Prosjektleder	Arne Melchior	Slutt	31.12.2020
Ansv. organisasjon	Norsk utenrikspolitisk institutt (NUPI)		

### Resultatmål

- Å fremskaffe forskningsbasert dokumentasjon på mulige konsekvenser for sjømatnæringen ved bortfall av EØS-avtalen gjennom å analysere EØS-avtalen og alternativene fra ulike perspektiver.
- Å produsere en forskningsbasert bok på rundt 10 kapitler, skrevet av eksperter på ulike felter.

### Forventet nytteverdi

Dersom EØS-avtalen bortfaller, vil dette kunne bli dramatisk for Norges handel med EU. Det er derfor svært viktig at en slik diskusjon kan føres på premisser som er objektive og helhetlige. Arbeidet med å systematisere og dokumentere hva de ulike alternativene bringer for norsk sjømatnæring, skal derfor kunne fungere som en plattform for et videre arbeide med å utvikle alternative strategier, dersom Norge trer ut av EØS eller EØS-avtalen bortfaller av andre grunner. Slike strategier vil måtte romme planer for hvordan man kan utvikle nye markeder eller segmenter gitt at markedsadgangen til EU vil forandre seg som en følge av NOREXIT. En annen dimensjon ved strategiarbeidet vil være å planlegge for fremtiden slik at næringen strukturelt og kompetansemessig vil være i stand til å utnytte ressursene og den nye situasjonen på en god måte.

### Hovedfunn

- EØS-avtalen er av stor direkte betydning for sjømatnæringen både for toll, veterinærkontroll og arbeidsmigrasjon, og

gjennom reguleringer av konkurranseforhold, investeringer og (gjennom tilleggsavtaler) ressursforvaltning.

- For toll er det stor forskjell mellom havbruk og annen sjømat: Førstnevnte har lav toll for fersk og rund laks uansett avtale, mens annen sjømat er avhengig av fritak fra høye EU-tollsats. EØS-avtalen står for 2/3 av Norges tollreduksjoner, mens "fiskebrevet" fra 1973 står for 1/10. Dersom Norge mister tollpreferansene i EU, vil det være svært negativt for fangstnæringen.
- Flere kapitler peker i retning av at det for sjømatnæringen er økonomisk potensielt mer å tape på bortfall av EØS-avtalen enn det er å tjene på EU-medlemskap.
- Bortfall av EØS-avtalen uten EU-medlemskap vil føre til nye forhandlinger med EU der det vil være betydelig usikkerhet om hva slags avtaler Norge kan oppnå.
- Sjømatindustrien har nå halvparten migrantarbeidere, og EØS-avtalen tilrettelegger for dette.
- Brexit betyr at forvaltningssamarbeidet i Nordsjøen blir mellom tre istedenfor to parter, og dette kan bety vanskelige forhandlinger.

### Åpen tilgang-utgave

Boken er tilgjengelig på [ldunn](#).

### FHF's vurdering av resultater og næringsnytte

Formålet med prosjektet var å fremskaffe ny forskningsbasert kunnskap om virkninger for sjømatnæringen av bortfall av EØS-avtalen, gjennom en tverrfaglig bok med bidrag fra flere fagfelt.

Gjennom betydelig oppmerksomhet på dette arbeidet i media, er FHF av den oppfatning at arbeidet har bidratt til økt oppmerksomhet om konsekvenser ved eventuelt bortfall av EØS-avtalen og dermed bidratt til å skape et bedre grunnlag for beslutninger, noe som videre kan gi muligheter for økt markedsadgang for sjømatnæringen i framtidige handelspolitiske forhandlinger for Norge.

Rett etter utgivelsen kom boken på pensumlisten ved Universitetet i Tromsø – Norges arktiske universitet og ved Universitetet i Oslo.

## **Formidlingsplan**

Det vil bli utarbeidet en egen kommunikasjonsplan for hvordan prosjektets funn og resultater formidles. Hovedleveransen er en bok som skal dekke problemfeltet som er fokus for arbeidet. Mens boken vil publiseres i 2020, vil deler av arbeidet (om toll med mer) foreligge høsten 2019 som delrapporter.

Ved siden av dette kommer det en betydelig innsats med muntlig og skriftlig informasjon fra arbeidets resultater. Konferanse og seminarer, egne møter med politikere, forvaltningen og sjømatsektoren, samt kronikker og redaksjonelle oppslag i media.

## 901346 Sensorisk bransjestandard for marine oljer (Qomega-3)

FHF-ansvarlig	Frank Jakobsen	Start	27.01.2017
Prosjektleder	Wenche Emblem Larssen	Slutt	01.10.2020
Ansv. organisasjon	Møreforsking Ålesund AS (historisk)		

### Resultatmål

Å utvikle en felles norsk sensorisk bransjestandard ("gullstandard") for marine oljer. Standarden skal samsvare med allerede etablert internasjonal kjemisk kvalitetsstandard.

### Forventet nytteverdi

God sensorisk kvalitetskontroll vil bidra til økt sikkerhet i tilknytning til næringsaktørens produktportefølje, mer standardisert, forutsigbar og stabil kvalitet og dermed redusert andel reklamasjoner.

Økt fokus på kvalitet vil kunne bidra til at den norske omega-3-industrien styrker forspranget og posisjonen som ledende leverandør av omega-3-produkt i verden. Dette er spesielt viktig nå som land som Chile, Peru, Kina med flere har startet produksjon og salg av egenproduserte raffinerte produkt.

Omega-3-produkter kan utvikles fra mange ulike råstoff og i ulike konsentrasjoner. Industrien ser i økende grad også etter nye råstoffkilder. Råstoffkilde, råstoffkvalitet og fettsyresammensetning påvirker smaksbildet. Økt kunnskap om sensoriske egenskaper til marine oljer vil gjøre det mulig å kartlegge om nye råstoffkilder gir prosesserte oljer med akseptabel sensorisk kvalitet. Økt sensorisk kontroll og produktdokumentasjon vil gi industrien en reell mulighet til å videreutvikle sitt konkurransefortrinn globalt.

Innen olivenoljeindustrien har en knyttet ulike sensoriske egenskaper på oljer til de ulike raffineringssprosessene. På den måten kan

produsentene vite hvor i raffineringssprosessen de må gjøre endringer når spesifikke avvik i deres oljer oppstår. Bruk av tilsvarende metodikk i produksjon av marine oljer vil gi grunnlag for forbedringer i bedriftenes produksjonsprosedyrer.

Økt produktinformasjon kan også gi bedriftene mulighet til å utvide kravspesifikasjonen ovenfor sine råstoff- og teknologileverandører. Eksempelvis vil sluttkvaliteten på et produkt være avhengig av at råoljen som raffineres har god kvalitet. Utvidet produktinformasjon vil gi bedriftene bedre mulighet til å velge leverandører basert på kvalitet og fettsyresammensetning.

I et vanlig norsk kosthold konsumeres rundt 0,3 gram omega-3-fettsyrer hver dag mot anbefalte 1–2 gram. Spiser man for lite fet fisk kan det være vanskelig å dekke behovet for disse essensielle fettsyrene gjennom kostholdet. Det anbefales derfor å ta et omega-3-tilskudd (Frøyland, Bentsen et al. 2011). Til tross for slike anbefalinger velger mange å ikke ta tilskudd fordi de har dårlig erfaring med smaken av fiskeolje.

Økt vektlegging av smak og sensorisk kvalitet kan bidra til at konsumenten får en bedre og mer nyansert forståelse av kvaliteten på produktene. Dette kan også bidra til at skepsis til fiskeoljer reduseres. På den måten kan en sensorisk bransjestandard for fiskeoljer føre til at flere vil benytte omega-3-tilskudd. Dette vil gi gevinst både til forbruker (helse) og produsent (omsetning).

## Hovedfunn

- De sensoriske egenskapene til fiskeoljer gir en nøyaktig og representativ beskrivelse av oljens kvalitet, og at en felles sensorisk standard kan være et verdifullt verktøy i bransjens kvalitetskontroll og markedsføring.
- Et klassifiseringssystem for fiskeoljene er definert. Dette gir industrien et enkelt og praktisk verktøy for kommunikasjon ut mot kundeledet.
- Prøver med lav primær og sekundær oksidasjon var forbundet med de sensoriske egenskapene syrlig og gress. Disse egenskapene er, sammen med nøtt, frø og smør, godkjente lukter og smaker i fiskeoljene. Oljer med høyere oksidasjonsverdier var assosiert med de sensoriske egenskapene harsk, fermentert og prosess.
- Standarden er publisert gjennom Standard Norge og er tilgjengelige på [www.standard.no](http://www.standard.no). Det er utviklet et sertifiseringskurs for panelledere over 2 moduler, og per primo 2020 har 8 bedrifter sertifiserte panelledere og kan bruke standarden i sin produktspesifikasjon.

## FHF's vurdering av resultater og næringsnytte

Gjennom prosjektet er det definert et klassifiseringssystem for fiskeoljene, og det er

utarbeidet en sensorisk bransjestandard som kan være et nyttig verktøy i kvalitetskontroll og markedsarbeid.

Bransjen har nå ansvar for å implementere standarden. Per primo 2020 har 8 bedrifter sertifiserte panelledere og kan bruke standarden i sin produktspesifikasjon. FHF støtter den planlagte viderføringen der en styringsgruppe under NCE Blue Legasea tar ansvar for videre drift og oppfølging av standarden.

## Formidlingsplan

Formidling av bransjestandard vil skje gjennom Global Organization for EPA and DHA Omega-3s ([GOED](http://GOED)), [www.fhf.no](http://www.fhf.no), [www.bluelegasea.no](http://www.bluelegasea.no), [www.biotechnorth.no](http://www.biotechnorth.no) og [www.moreforsk.no](http://www.moreforsk.no). I tillegg vil en produsere minimum én vitenskapelig publikasjon der samsvar mellom kjemiske og sensoriske egenskaper presenteres. Populærvitenskapelige artikler vil distribueres ut til dagspressen. Resultat fra prosjektet vil også presenteres på [EuroSense](http://EuroSense) og nasjonale og internasjonale konferanser.