



Copyright: SINTEF AS /  
Biometrisk identifikasjon av lakseindivider, "Ett unikt mønster for hvert individ" ([FHF-901474](#))

## RESULTATER FRA AVSLUTTEDE PROSJEKTER 2019

### HAVBRUK

FHF har i snitt mer enn 150 pågående FoU-prosjekter i året. I denne oversikten vil man finne en kortfattet beskrivelse av hva som er hovedresultatene fra prosjekter som ble faglig avsluttet i 2018 innen området **havbruk**.

Hensikten er å lette tilgjengelighet til prosjektene og ikke minst resultatene, og

derved bidra til økt konkret nytte av dem for næringen. Elektronisk versjon av oversikten er tilgjengelig på:

<https://www.fhf.no/resultater/prosjektresultater/>

Overskriftene har klikkbare lenker til prosjektsidene på fhf.no (prosjektarkiv) for ytterligere informasjon.

#### Prosjekter i 2019 fordelt på områder (2018-tall i parentes)

	Havbruk	Hvitfisk	Pelagisk	Fellesområder	Totalt
Avsluttede prosjekter	35 (29)	17 (36)	12 (5)	6 (12)	70 (82)
Oppstartede prosjekter	25 (28)	13 (14)	8 (5)	10 (14)	56 (61)
Pågående 31.12.2019	68 (80)	31 (46)	15 (27)	30 (28)	144 (181)

## Innhold

### Havbruk

#### Havbruk og miljø

- 901539 Kunnskaps- og erfaringskartlegging om *Caligus elongatus* (skottelus) (KEKS)..... 6  
*Bidrag til bedre forebygging og kontroll med skottelus i næringen gjennom kunnskaps- og erfaringsgjennomgang*
- 901530 Lusekonferansen 2019 ..... 7  
*FHF's lusekonferanse er årets viktigste arena for deling av erfaringer og kunnskap om forebygging og kontroll med lakselus*
- 901488 Kaldt vann som avlusingsmiddel? Effekt på lakselus og laksens velferd og dødelighet ... 8  
*Utviklet ny kunnskap om avlusning med kaldt vann som vil være viktig for vurdering av mulig anvendelse av metoden*
- 901469 Mixing skirt and freshwater lens concepts with smart-lighting and -feeding to enhance lice prevention and safeguard fish welfare: The Well ..... 9  
*Utviklet ny kunnskap om ferskvannsløkk i lusebehandling som vil bidra til vurdering om metoden vil kunne anvendes effektivt*
- 901468 Program rensefisk: Opptak og utskillelse av antibakterielle midler fra plasma og vev i rognkjeks ..... 10  
*Prosjektet har frembragt ny kunnskap om behandling av rognkjeks mot bakterielle infeksjoner*
- 901465 FHF-konferanse om forebygging og kontroll av lakselus 2018..... 12  
*FHF's årlige lusekonferanse er den viktigste arenaen i Norge for samlet kunnskaps-status og utveksling av erfaringer i arbeidet med lakselus*
- 901460 Strategi lakselus 2017: Potensiell bruk av lysteknologi til sterilisering av lakselusegg i merder ..... 13  
*Prosjektet har testet ut lysteknologi for å sterilisere luseegg som del av arbeidet med å redusere lusepåslag*
- 901458 Strategi Lakselus 2017: Forebyggende ernæring mot lus på laks – forsøk og dokumentasjon på betydning av samvirkning mellom aktive tilsetninger og grunnfôr (“Resept mot lus”)..... 14  
*Bidrag til bedret fiskehelse ved viktig kunnskap om skinn- og barrierestatus relatert til fôringredienser*
- 901457 Strategi Lakselus 2017: Miljøregulering som forebyggende prinsipp mot lakselus ..... 16  
*Utviklet ny kunnskap som kan gjøre til at bruk av ferskvann kan bli et bidrag til forebygging av lakselus*
- 901456 Strategi Lakselus 2017: Ledelys som forebygging mot lakselus – demonstrasjonsforsøk ..... 17  
*FHF's bidrag til redusert lusepåslag gjennom å forskningsbasert kunne teste ut forskjellige teknologier er helt avgjørende, og dette prosjektet har testet effekten av ledelys*
- 901453 Strategi Lakselus 2017: Dokumentasjon av lusebeskyttelse med “Midt-Norsk-ringen”... 18  
*Ny kunnskap om effektiv bruk av skjørt og strømsetting for å redusere lusepåslag i oppdrett*

901426	Program rensefisk: Toleranse for transportstress og miljøoverganger hos berggylt og rognkjeks ..... 20 <i>Prosjektet har gjennom ny kunnskap bidratt til bedret velferd for berggylt og rognkjeks ved transport og overføring</i>	20
901414	Strategi Lakselus 2017: Enhetlig proaktiv lusestrategi Rogaland ..... 22 <i>Modelleringer og verktøy som kan bidra til å redusere antall behandlinger mot lus</i>	22
901412	Strategi Lakselus 2017: Automatisert telling av lakselus (AutoLus)..... 24 <i>Kunnskap om utvikling av automatisert telling av lus, som vil bedre fiskevelferd og redusere kostnader</i>	24
901397	Standardisert metodikk for kvalifisering av mekaniske avlusingsystemer (KVALISYS). 25 <i>Prosjektet har utviklet en metode og instrument som kan bidra til mer skånsom håndtering av laksen</i>	25
901340	Redusert ferskvannssoppgang hos oppdrettslaks? ..... 26 <i>Biologisk kunnskap om laksens tilbakevending til ferskvann</i>	26
901329	Utredning av fiskevelferd ved bruk av HydroLicer ..... 28 <i>Evaluert fiskevelferd ved bruk av Hydrolicer i bekjempelse av lakselus, en kunnskap som vil være svært viktig i vurdering av denne metoden fremover</i>	28
901322	Bunnpåvirkning fra marine matfiskanlegg: Modellberegninger av geografisk omfang og biologiske konsekvenser/ Benchmarking of deposition models ..... 29 <i>Testing av modeller som kan bidra til redusert miljøpåvirkning grunnet utslipp av organisk materiale</i>	29
901320	Program rensefisk: Parasittisk infeksjon hos rognkjeks: <i>Nucleospora cyclopteri</i> ..... 31 <i>Ny kunnskap om parasitter som kan bedre fiskevelferd hos rognkjeks</i>	31
901295	Kunnskap og metoder for å forebygge rømming ..... 32 <i>Prosjektet har vært et viktig bidrag til å redusere rømming fra oppdrettsanlegg, resultatene og verktøyene brukes aktivt av bedriftene i rømmingsforebyggende arbeid</i>	32
901283	Utvikling av lakselus ved ulik temperatur og lys (TEMPLUS) ..... 34 <i>Utviklet ny kunnskap om hvordan utvikling og spredning av lakselus påvirkes av temperatur, salinitet og lys; kunnskap som vil være svært viktig i bekjempelse av lakselus</i>	34
901154	Kan dype lys og undervannsføring benyttes for reduksjon av lusepåslag?..... 35 <i>Utviklet ny kunnskap om hvordan flere faktorer i merden påvirker velferd og lusepåslag, kunnskap som vil være svært viktig for å optimalisere strategi for lusebehandling på den enkelte lokalitet</i>	35
901136	Program rensefisk: Velferd hos rensefisk – operative indikatorer (RENSVEL)..... 36 <i>Prosjektet har utviklet indikatorer for velferd hos rensefisk med konkrete verktøy, og er et svært viktig bidrag til ivaretagelse av velferd hos rensefisk</i>	36

### **Fiskehelse og fiskevelferd**

901470	Microbial colonization in recirculation aquaculture systems (RAS) / Mikrobiell kolonisering i resirkuleringsanlegg for havbruk ..... 37 <i>Ny kunnskap som bidrar til bedret fiskehelse og redusert dødelighet i resirkuleringsanlegg</i>	37
901333	Standardisering av AGD-gjellescore: Unison gjellescoring basert på data fra eksperimentelle forsøk og felt ..... 39 <i>Utviklet ny kunnskap som vil kunne danne grunnlag enhetlig og beste praksis for overvåking og iverksetting av behandlingstiltak mot gjellesykdommen AGD</i>	39

901293	Hva betyr fremtidens produksjonsstrategier for ytelse, helse og velferd i sjøfasen? (BENCHMARK) .....	41
	<i>Utviklet ny kunnskap om effekt av ulike produksjonsstrategier i lukkede eller semi-lukkede anlegg for produksjon av stor smolt</i>	
901265	Ernæringens betydning for skinn-, tarm- og gjellehelse hos laks.....	42
	<i>Bidrag til bedret fiskehelse ved ny kunnskap om hvordan sink og omega-3-fettsyrer i fôr påvirker fiskehelse</i>	
901118	Epidemiologisk studie av kardiomyopatisyndrom (CMS): Spredning, risikofaktorer og sykdomsforløp i norsk lakseoppdrett (CMS-Epi) .....	43
	<i>Utviklet ny kunnskap om spredning av sykdommen CMS som vil være et bidrag til forbedret sykdomskontroll</i>	
<b>Kvalitet</b>		
901492	Kartlegging av forekomst av <i>Listeria monocytogenes</i> i sjø.....	45
	<i>Prosjektet har avdekket en ny mulig smittevei fra sjøfasen til slakterier og gitt et vesentlig bidrag til å utvikle tiltak mot listeria</i>	
901474	Verifikasjon av algoritmer for biometrisk identifikasjon av lakseindivider (SalmID) .....	46
	<i>Kunnskap fra prosjektet er et bidrag til bedre metoder for sporbarhet</i>	
901441	Oksidativt stress, vådropp i pigmentering og produksjonslidelser hos laks .....	47
	<i>Prosjektet er et bidrag til kvalitet gjennom ny kunnskap om årsak til redusert innfarging og mørke flekker i laksefilet</i>	
901330	Forebygging av listeria i produksjonsanlegg for laks .....	48
	<i>Utviklet kunnskap om hvordan en konkret rengjøringsmetode (ATP) kan brukes i arbeidet med listeriakontroll</i>	
901271	Effekt av fôr og stress på pigmentering i laks.....	49
	<i>Prosjektet har frembragt ny kunnskap om sammenhengen mellom fôr og pigmentering og er derved et viktig bidrag til sikring av god kvalitet på laks</i>	
<b>Rammebetingelser</b>		
901335	Kostnadsutvikling og forståelse av drivkrefter i norsk lakseoppdrett.....	51
	<i>Dokumentasjon av kostnadsutvikling og kostnadsdrivkrefter i næringen som bidrag til å begrense kostnadsutviklingen</i>	
901324	Ressursutnyttelse i norsk lakseoppdrett i 2016 .....	52
	<i>Prosjektet har dokumentert endring i fôrråvarer og laksens ressursutnyttelse av endrede fôrråvarer</i>	
<b>Fellesområder</b>		
<b>Marked og samfunn</b>		
901532	Kartlegging av investeringer gjort av fiskeflåten, havbruksnæringen og fiskeindustrien .	53
	<i>Prosjektet har kartlagt investeringer gjort av de forskjellige sektorer i næringen gjennom over ti år og gir derved bedret grunnlag for helhetlig vurdering av rammebetingelsene for næringen</i>	
901513	Verdiskapingsanalyser 2017–2019, tilleggsaktiviteter .....	54
	<i>Det er utviklet animasjoner og effektivt kommunikasjonsmaterieell som er avgjørende for at verdiskapingsanalyser skal komme forståelig bredt ut, og derved kunne realisere potensialet i analysene</i>	

## Sameksistens

- 901518 Rent hav – plast: Marin plast fra norsk sjømatnæring – Kartlegging, kvantifisering og handling (HAVPLAST) ..... 55  
*Viktig dokumentasjon som vil være et bidrag til reduserte utslipp av plast fra næringen*
- 901425 Effekter av bademidler mot lakselus på embryo-utvikling hos dypvannsreke (*Pandalus borealis*)..... 57  
*Prosjektet har dokumentert effekter på reker av badebehandling mot lakselus, noe som bl.a. er viktig kunnskap i miljørisikovurderinger*
- 901416 Vurdering av miljørisiko ved bruk av hydrogenperoksid i havbruk: SSD-kurve, spredningsmodellering og forslag til risikoreduserende tiltak ..... 59  
*Prosjektet er et viktig bidrag til å redusere miljørisiko ved bruk av hydrogenperoksid i havbruksnæringen gjennom å ha kartlagt spredning, fortynning og effekter, samt anbefalinger til risikoreduserende tiltak*

## 901539 Kunnskaps- og erfaringskartlegging om *Caligus elongatus* (skottelus) (KEKS)

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	15.01.2019
Prosjektleder	Albert Kjartanson Imsland	Slutt	01.07.2019
Ansv. organisasjon	Akvaplan-niva AS		

### Resultatmål

Å kartlegge dagens kunnskaps- og erfaringsgrunnlag om skottelus i lakseoppdrett, og vurdere og prioritere videre forskningsbehov.

### Forventet nytteverdi

Resultatene fra prosjektet vil både gi kunnskapsgrunnlag for målrettede tiltak for forebygging og kontroll av skottelus, og avdekke nye FoU-behov. Siden skottelus ser ut til å både forekomme i økende grad, og i enkelte tilfeller også gi velferdsutfordringer for både laks og rognkjeks, vil dette være nyttig kunnskap for næringen.

### Hovedfunn

- Det er behov for mer kunnskap om skottelus (formeringssevne, generasjonsintervall og levetid ved ulike temperaturer).
- Gjennomgang av publiserte og upubliserte data indikerer at rognkjeks kan bidra aktivt i kampen mot økte forekomst av skottelus. Beting kan sannsynligvis økes ved hjelp av tilvenning til levende fôr og avl.
- Skottelus representerer en velferdsutfordring for laks i produksjonsområdene 9–13 i Norge, på Færøyene og på Island. Omfang og alvorlighetsgrad av kliniske funn øker med mengden lus.
- Skottelus forekommer i antall som anses som problematiske for velferd i de undersøkte områdene, og spesielt i produksjonsområde 12 (Vest-Finnmark). Årsaken(e) til varierende infestasjonspress er ukjent.

- Skotteluspåslag er størst i uke 35–45 i Norge, og skottelus infesterer laks både første og andre høst i sjø.
- Foretrukket behandling mot skottelus er fôrmiddelet emamectin benzoat (Slice Vet.), som gir varig effekt mot alle stadier skottelus.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektet har resultert i en grundig kunnskaps- og erfaringsgjennomgang, og bidratt til å synliggjøre utfordringene skottelus gir i dag, og kan komme til å forårsake i fremtiden. Fokuset som FHF har satt på skottelus har direkte bidratt til at denne arten blir tatt med i større grad enn tidligere i nye forskningsprosjekter, slik at ny kunnskap vil genereres og kan bidra til bedre forebygging og kontroll av denne parasitten i fremtiden.

### Formidlingsplan

Det vil gjennomføres oppstart- og avslutningsseminar for deling av kunnskap. En faglig sluttrapport vil bli tilgjengelig på FHFs nettside. Statusrapporter vil bli gitt på rensefiskkonferanser/-samlinger i regi av FHF og/eller andre. Kunnskaps- og erfaringskartlegging om skottelus i Norge og internasjonalt vil også bli utgitt som en minigjennomgang. Det vil bli levert en separat populærvitenskapelig artikkel (f.eks. i *Norsk Fiskeoppdrett*). Når resultater foreligger vil de presenteres i FHF sitt nyhetsbrev om lus.



## 901530 Lusekonferansen 2019

FHF-ansvarlig	Eirik Ruud Sigstadstø	Start	01.11.2018
Prosjektleder	Eirik Ruud Sigstadstø	Slutt	01.02.2019
Ansv. organisasjon	FHF		

### 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

- Konferansen fungerer godt for formidling fra FoU.
- Det ble god deling av erfaringer fra drift.
- Konferansen fungerer som møteplass for å knytte kontakter.
- Det kom innspill til nye prioriteringer.

Foredrag er tilgjengelig på fhf.no, [her](#).

### FHF's vurdering av resultater og næringsnytte

Konferansen er en god arena for å formidle forskning, både avsluttede og resultater underveis i prosjekter.

Praktiske erfaringer fra merdkanten ble delt blant oppdrettere.

Foredrag er gjort tilgjengelig på fhf.no.

### 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 FHF's nettside.

## 901488 Kaldt vann som avlusingsmiddel? Effekt på lakselus og laksens velferd og dødelighet

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	15.03.2018
Prosjektleder	Frode Oppedal	Slutt	31.12.2018
Ansv. organisasjon	Havforskningsinstituttet		

### Resultatmål

Å avklare om kaldt vann kan benyttes som avlusingsmetode – ut fra studier av effekt på lakselus og laksens velferd.

### Delmål

- Å beskrive effekten av kaldtvannsbehandling på alle stadier av lakselus ved lang eksponeringstid (30 og 240 minutter ved 1 og 5 °C) eller kort eksponeringstid (30 sekunder og 10 minutter ved -1 og 1 °C) på lus som er på laks ved 15 °C.
- Å beskrive hvordan kaldt vann påvirker laksens velferd under og etter behandlingene.

### Forventet nytteverdi

Resultatene vil danne grunnlag for utvikling av en eventuell fremtidig avlusingsmetode innen lakseoppdrett basert på kaldt vann. En slik metode vil være et viktig supplement for kontroll med lakselus i oppdrett.

### Hovedfunn

- 40 % avlusende effekt av vann på -1 og 1 °C i henholdsvis 10 og 240 minutter.

- Avlusende effekt kun på mobile stadier av lakselus.
- Behandling ga en svak nedgang i velferdskår.
- Fremtidige mer detaljerte forsøk bør gjennomføres før metoden tas i bruk kommersielt.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Resultatene viser så begrenset avlusningseffekt at det vurderes som lite sannsynlig at metoden er aktuell for kommersiell bruk. Samtidig kan resultatene være til nytte hvis kombinasjon av kaldt vann og andre metoder blir aktuelle for utprøving.

### Formidlingsplan

Resultater vil bli presentert for referansegruppe og deretter på relevante konferanser, som artikkel i *Norsk Fiskeoppdrett* eller lignende og i media for øvrig. En vitenskapelig publikasjon vil bli skrevet.



## 901469 Mixing skirt and freshwater lens concepts with smart-lighting and -feeding to enhance lice prevention and safeguard fish welfare: The Well

FHF-ansvarlig	Kristian Prytz	Start	15.11.2017
Prosjektleder	Daniel Wright	Slutt	01.04.2019
Ansv. organisasjon	Havforskningsinstituttet		

### Resultatmål

- To assess the feasibility of a constant attractive fresh- to brackish water layer positioned within commercial “Well” cages to reduce salmon lice levels.
- To uphold both salmon and cleaner fish welfare through comparisons with standard skirt cages. Obtain continuous information about temperature, oxygen and salinity within the brackish water lens (FW-lens), and use this information, together with data on salinities experienced among “sentinel” fish, to potentially adjust temperature, lighting and feeding inside the FW-lens.

### Forventet nytteverdi

Det vil være av stor verdi for næringen å ha tilgang til data fra storskala gjennomføringer med de mest omfattende og kostbare forebyggende konsepter, for slik å ha tilgang til nyeste informasjon om beste praksis og hvilke metoder de selv ønsker å benytte under sine rådende lokalitetsforhold.

### Hovedfunn (FHF's oversettelse)

- Forsøkene i full skala merd med ferskvannslukk viste ingen forskjell i velferdsscore for laks sammenlignet med standard merd med luseskjørt.
- I forsøksperioden ble det reduksjon med en behandling mot AGD i en merd med ferskvannslukk sammenlignet med standard merd med luseskjørt.
- Tilvekst i merd med ferskvannslukk hadde lavere tilvekst sammenlignet med standard

skjørtmerd. Dette kan skyldes dårligere spredning av fôr i ferskvannslokket.

- Overvåking av fiskens posisjon i merden med ferskvann ved hjelp av akustikk, viste at fisken oppholdt seg i variabelt i brakkvann under 19 og under 26 ppt, tilsvarende mindre enn 3 timer i døgnet og ingen opphold i brakkvann med salinitet lavere enn 12 ppt.
- Akustiske data fra en merd med ferskvannslukk viste at undervannsllys kan stimulere fisk til i større grad å oppholde seg i brakkvannslaget om natten.
- Forsøk i laboratoriet viste at salinitet under 12 ppt må til for å hemme utvikling og under 4 ppt må til for å drepe fastsittende lus ved behandling i minst 3 timer.

### FHF's vurdering av resultater og næringsnytte

Forsøkene viser begrenset effekt på lakselus ved å legge et lokk av brakkvann i merden. Laksen oppholdt seg ikke tilstrekkelig lenge i vann med lav salinitet til at det ga målbar effekt på lakselus. Bruk av undervannsllys ga heller ikke tilstrekkelig stimulering av fisken til å holde den i brakkvannslaget. FHF's vurdering er at kostnader ved denne teknologien neppe kan forsvares.

### Formidlingsplan

Resultatene planlegges presentert i fagpressen, i en åpen sluttrapport og i vitenskapelig tidsskrift. Hvis prosjekt blir vellykket vil formidling på FHF-seminar m.m. være aktuelt.

## 901468 Program rensefisk: Opptak og utskillelse av antibakterielle midler fra plasma og vev i rognkjeks

FHF-ansvarlig	Eirik Ruud Sigstadstø	Start	06.11.2017
Prosjektleder	Heidrun Wergeland	Slutt	31.03.2019
Ansv. organisasjon	Universitetet i Bergen (UiB)		

### Resultatmål

- Å fremskaffe effektiv behandling for å unngå sykdom, lidelse og død hos rognkjeks.
- Å unngå fremvekst av resistente bakterier i rognkjeksoppdrett.

### Forventet nytteverdi

- Rognkjeksprodusenter: Øke overlevelse og velferd for fisk i oppdrett og dermed kunne bidra til sikrere og større produksjon.
- Fiskehelsebiolog og veterinær: Skaffe faglig grunnlag for foreskriving av antibakterielle midler til rognkjeks.
- Samfunnsnytte: Unngå fremvekst av resistente bakterier i rognkjeksoppdrett.
- Dyrevelferd: Fremskaffe effektiv behandling for å unngå sykdom, lidelse og død hos rognkjeks (ref. Lov om dyrevelferd).
- Mattilsynet: Finne tid for eliminasjon av det antibakterielle midlet i rognkjeks – viktig for utsett av fisk/unngå spredning i miljø og nødvendig for fisk om den skal brukt til mat.

### Hovedfunn

- Samlet sett er florfenikol å foretrekke til behandling av rognkjeks med pasteurellose og selv om det ikke er effektivt nok mot atypisk furunkulose, er det det best tilgjengelige alternativet.

#### *Pasteurellose:*

- Det anbefales 15 dagers (20 mg/kg/dag) med florfenikol behandling dersom *Pasteurella* påvises.
- Oksolinsyre er mindre effektivt enn florfenikol, men dersom dette brukes, er det viktig å behandle hver dag i 10 dager

istedenfor 6 dager.

#### *Atypisk furunkulose:*

- Ingen av de testede antibakterielle midlene hadde god effekt mot atypisk *A. salmonicida*. Det minst dårlige alternativet var florfenikol 20 mg/kg/dag hver dag i 10 dager.
- Oksolinsyrebehandling (25 mg/kg/dag i 6 dager; dag 1, 2, 4, 6, 8 og 10) ga den laveste dødelighet ved slutten av forsøket, men heller ikke dette var effektivt nok.

#### *Vibriose:*

- Florfenikol 10 og 20 mg/kg/dag i 10 dager, oksolinsyre 25 mg/kg/dag og flumekin 25 mg/kg/dag i 6 dager (dag 1,2, 4, 6, 8 og 10) etter eksperimentell smitte med *V. anguillarum*. Alle behandlingene gav god effekt (Haugland et al., manuskript under utarbeidelse).
- De farmakokinetiske halveringstidene som ble beregnet i dette studiet indikerer at tilbakeholdelsestiden kan være kortere enn 500 døgngrader for både florefenikol, oksolinsyre og flumekin.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Selv om det er en klar strategi for næringen å unngå bruk av antibiotika mot bakterielle infeksjoner er det nødvendig å ha gode rutiner for når det må brukes. Bakteriesykdommer er en utfordring for rognkjeks.

Fra prosjektet kommer det anbefalinger om bruk som er nyttig, men det pekes også på behov for mer verifisering i bruken.

## **Formidlingsplan**

Resultatene fra prosjektet vil presenteres med postere og innlegg på seminarer og konferanser (både nasjonale og

internasjonale), i artikler i fagblad som *Norsk Fiskeoppdrett*, og i vitenskapelige artikler. Det vil også skrives masteroppgaver som en del av arbeidet med prosjektet.

## 901465 FHF-konferanse om forebygging og kontroll av lakselus 2018

FHF-ansvarlig	Eirik Sigstadstø	Start	01.10.2017
Prosjektleder	Eirik Ruud Sigstadstø	Slutt	01.02.2018
Ansv. organisasjon	FHF		

### 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 implementere 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

Overgang mot en strategi for å forebygge mot lus og rotering av ulike tiltak har gitt gode resultater.

Konferansen ble gjennomført i Trondheim hvor 500 deltakere var innom i løpet av tre dager. Foredrag er tilgjengelig på [FHF's nettsider](#).

### FHF's vurdering av resultater og næringsnytte

Formidling av nye resultater fra FoU og erfaringsdeling er formålet med en slik konferanse.

### 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 FHF's nettside.

## 901460 Strategi lakselus 2017: Potensiell bruk av lystechnologi til sterilisering av lakselusegg i merder

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	01.12.2017
Prosjektleder	Frode Oppedal	Slutt	01.07.2019
Ansv. organisasjon	Havforskningsinstituttet		

### Resultatmål

Å teste om lystechnologi kan benyttes til å sterilisere luseegg som henger på kjønnsmodne hunnlus på oppdrettslaks i kommersielle merder.

### Forventet nytteverdi

Dersom teknologien fungerer vil nytteverdien være betydelig for oppdrettsnæringen ved at de får et nytt verktøy i "kampen mot lakselusen" i åpne sjømerder. Dette vil igjen kunne føre til økt lønnsomhet, og ikke minst bedre dyrevelferd for laksen.

### Hovedfunn

- Beskrevet dose-respons sammenheng for UVC-lys-eksponering på klekkesuksess for lakseluseggstrenger og kopepodittproduksjon.
- Demonstrert i karforsøk at UVC-lys-eksponering kan redusere produksjon av infektive lusestadier, men med uheldige effekter på laksen.
- Dokumentert "velferdsgrense" for postsmolt laks eksponert for hyppige UVC-doser.
- Mulige anvendelser av UVC-lys for lusekontroll må ta hensyn til at laksen kan skades, men bruk på slaktefisk med eggbærende hunnlus, eller bruk av UVC-lus for å inaktivere luseelarver og egg i

avløpsvann, kan potensielt være mulig. Flere mulige anvendelser diskuteres i sluttrapporten.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektet har tydelig vist at UVC-lys ikke synes egnet til kontinuerlig forebygging av at kjønnsmodne hunnlus produserer luseegg som klekker og utvikler seg til levedyktige kopepoditter, siden effekten på laksen er uakseptabel. Dette er ikke veldig overraskende, men nyttig å ha dokumentert. Om UVC-lys kan utvikles og benyttes på andre måter, for eksempel for å unngå at slaktefisk med lus bidrar med produksjon av infesterende kopepoditter, eller som en miljøvennlig metode for inaktivering av luseegg i avløpsvann, kan metoden likevel vise seg å ha en nytteverdi for næringen.

### Formidlingsplan

I tillegg til formidling av resultatene på FHFs nettside og vitenskapelig publisering vil resultatene formidles via kanaler som [Lusedata.no](http://Lusedata.no), *Norsk Fiskeoppdrett*, *Havforskningsnytt*, havbrukskonferanser og oppdrettsrelaterte sider på Internett.

## 901458 Strategi Lakselus 2017: Forebyggende ernæring mot lus på laks – forsøk og dokumentasjon på betydning av samvirkning mellom aktive tilsetninger og grunnfôr (“Resept mot lus”)

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	15.11.2017
Prosjektleder	Sturle Skeidsvoll	Slutt	22.11.2019
Ansv. organisasjon	Aller Aqua Norway AS		

### Resultatmål

Å minimalisere mekanisk og medikamentell avlusning ved å bruke ernæringsrelatert strategi.

### Forventet nytteverdi

Vellykket ikke-medikamentell, fôrbasert kontroll av lakselus vil kunne være banebrytende for fiskens trivsel, velferd, oppdrettsvirksomhetens påvirkning av det ytre miljø og ikke minst for næringens omdømme. Samtidig er det svært kostbare tilsetninger man her forsøker ut, slik at oppdrettere vil kreve at de positive resultatene står i forhold til merkostnad. En snakker om merkostnad på fôr på rundt 25 %/kg. På nyttesiden av regnestykket må en da vise at innsparte avlusninger med tilhørende veksttap og bedre velferd for fisken nærmer seg eller helst overstiger kostnad.

Produktene som skal testes i dette prosjektet er i en utviklingsfase med utprøving og behov for vitenskapelig dokumentasjon.

Funksjonelle, ikke-medikamentelle fôrtilsetninger som kan styrke fiskens helse og ytre barriere, vil være en viktig strategi framover for å redusere antall avlusninger per produksjonssyklus.

### Hovedfunn

Selv om deler av resultatene er vanskelige å tolke grunnet feil jod-innhold i mineralingrediensen, har prosjektet ledet frem til ny kunnskap:

- Biofeed Forte-ingrediensen brukt i fôr til fisk

inaktiverer voksen lakselus ved direkte kontakt med ingrediensen i en 4 % løsning i sjøvann (*in vitro*-modell, Ilab).

- Kontrollert karforsøk med laks tildelt fôr med den feilproduserte Biofeed Forte-ingrediensen inneholdt et ekstreme nivå av jod (1200 mg/kg), som gjenspeiles i fisken. Fôret ga en signifikant effekt på antall lus på preadult stadiet, sammenlignet med laks tildelt kontrollfôr med et jod-innhold på 7 mg/kg.

- Effekten av fôret på antall preadulte lus kan ikke konkluderes til enten være en direkte respons av jod eller endringer av biologiske mekanismer (fiskeskinnets slimceller, slimsammensetning e.l.) grunnet det høye jod-innholdet.

- Biofeed Forte-varianten benyttet i kommersielle forsøk på laks og regnbueørret i 2018 med fôr-innhold av jod på 5,1 mg/kg gav ikke forskjell i lusetall sammenlignet med fisk tildelt Salmon Group fôr med et jod-innhold på 0,9 mg/kg.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektet ble påvirket av feil leveranse av ingrediens med høyt jod-innhold, noe som ble oppdaget på et så sent tidspunkt at de fleste forsøkene og analysene var utført. Dette gjorde det utfordrende å bearbeide og tolke resultatene, men foreliggende rapport fra Nofima inneholder mye nyttig kunnskap, utover det som opprinnelig var planlagt. Blant annet kunnskap om skinn- og barrierestatus i forhold til fôringredienser. Feltforsøkene som ble gjennomført i 2018 uten feil jodinnhold tilsier ikke at det er særlig sannsynlig at de



aktuelle ingrediensene bidrar til reduksjon av antall avlusinger.

### **Formidlingsplan**

Resultater vil formidles fortløpende ved nye forsøk og funn. Prosjektet vil bidra ved åpne møter etter forespørsel.

For øvrig er det planlagt:

- faglige delrapporter
- sluttrapport
- faktaark
- populærvitenskapelig artikkel etter avslutning av prosjektet

## 901457 Strategi Lakselus 2017: Miljøregulering som forebyggende prinsipp mot lakselus

FHF-ansvarlig	Kristian Prytz	Start	01.12.2017
Prosjektleder	Thor Magne Jonassen	Slutt	01.04.2019
Ansv. organisasjon	Akvaplan-niva AS		

### Resultatmål

Å dokumentere om etablering av en permanent salinitetsgradient over et oppdrettsanlegg kan forebygge mot lus og redusere håndtering, mekanisk og medikamentell behandling av oppdrettslaksen.

### Forventet nytteverdi

Forebyggende tiltak reduserer behovet for behandling og produksjonstap knyttet til dette. I tillegg forventes en stor positiv betydning for fiskevelferd, HMS, samt forenkling og/eller bortfall av dyrevelferdsmessig og resursmessig krevende driftsoperasjoner som er nødvendig i et regime med stort smittepress. Dersom den type miljøendring som er beskrevet i prosjektet har effekt på smittepresset av lus, og dermed gjenskaper den unnvikende eller svekkende effekten redusert salinitet har på luselarver i småskala laboratorieforsøk, åpner denne kunnskapen for videre storskala utvikling av oppdrettskonsepter og teknologi myntet på larvestadiene til lakselusa, basert på ferskvannsinnblanding. Risikoen med utvikling av slike storskala teknologiprojekter reduseres dersom det i forkant kan legges til grunn dokumentasjon av at det beskrevne biologiske prinsippet fungerer, og at miljøet kan påvirkes som forventet.

### Hovedfunn

- Prosjektet viste at det er mulig å etablere en salinitetsgradient ved ferskvannstilførsel i rør

fra land til fullskala merder omkranset av et 2 m dypt skjørt (lense).

- Den registrerte ferskvannspåvirkningen var relativt avgrenset og varierende, hovedsakelig på grunn av teknisk ustabilitet i selve tilførselen av ferskvann.
- Lusetellinger på laks viste redusert lusepåslag på merdene med ferskvannstilførsel, men medførte ikke redusert behov for behandlende tiltak mot lus i forsøksperioden.
- Innretningen for salinitetsregulering hadde ikke negativ påvirkning på fiskevelferd, produksjon og HMS.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Selv om det er svakheter med tilførsel av ferskvann og ganske store variasjoner, så har det vist at ferskvann brukt som forebyggende middel mot smitte av lakselus har en viss effekt.

### Formidlingsplan

Formidling av resultatene vil skje gjennom nyhetsbrev, artikkel i relevant fagtidsskrift, presentasjoner på minimum én konferanse i FHF-regi og åpen sluttrapport. Det tas også sikte på å publisere en vitenskapelig artikkel om resultatene. På Akvaplan-niva sine hjemmesider vil prosjektoppstart annonseres, og planer og viktige funn presenteres. Herfra sendes også ut nyhetsvarsel direkte til de viktigste fagmedia relatert til oppdrett.

## 901456 Strategi Lakselus 2017: Ledelys som forebygging mot lakselus – demonstrasjonsforsøk

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	15.11.2017
Prosjektleder	Martin Gausen	Slutt	15.07.2019
Ansv. organisasjon	Oxyvision AS		

### Resultatmål

Å optimalisere og dokumentere effekt av ledelys i merd for å redusere påslag av lakselus.

### Forventet nytteverdi

Bruk av lys for å unngå eller redusere påslag av lakselus er en enkel metodikk sammenlignet med andre forebyggende tiltak. Lakselus er den største utfordringen i oppdrett av laks og redusert påslag kan få store driftsmessige og positive økonomiske effekter for oppdretteren.

Hovedvekten i prosjektet vil legges på å finne riktig lysoppsett for å lede vekk oppdrettsfisk fra overflatelaget slik at det blir mindre lusepåslag. Reduserte problemer med lus vil generelt klart forbedre fiskens velferd gjennom vekstfasen og også redusere den potensielle dødeligheten. Angrep av parasitter og øvrige sykdommer er den dominerende årsak til tap av fisk i norske sjøanlegg. Også selve lusebehandlingen (mekanisk behandling, sammentrengning, feildosering, kvelning) er ofte årsak til betydelig dødelighet. Mindre lus betyr også mindre behov for avlusningsoperasjoner som øker risiko for ulykker, f.eks. rømming av fisk eller skade på personell. Videre vil mindre behov for bruk av avlusningsmidler gi mindre utslipp til resipient. Andre aktuelle bruksområder er der det er konflikt mellom fisk og biologisk risiko, fisk og mekanisk risiko, eller ved flytting av fisk der systemet baseres på svømmeegenskaper via rør eller kanaler. F.eks. ved å:

- styre fisk i operasjoner hvor det er behov for

å samle sammen fisk i en oppdrettsenhet, f.eks. i forbindelse med flytting, behandling eller høsting av oppdrettsfisk

- spre fisk i merden, f.eks. ved forringet miljøforhold forårsaket høy fisketetthet i et gitt område
- avverge predatorangrep, f.eks. ved å skape fluktrespons hos sel, tunfisk o.l. som er nær merden
- styre fisk vekk fra innløp til turbiner i regulerte kraftproduserende vassdrag o.l.

### Hovedfunn

Det ble ikke funnet signifikant effekt på bruk av blått 440 nm eller grønt 520 nm lys for å lede fisk bort fra belyst område i merdene hverken i forsøkene i 2018 eller 2019.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Selv om forsøkene konkluderte med at laksen ikke lot seg lede bort fra området som ble belyst med de aktuelle lystypene, vil kunnskapen om dette bidra til at andre kan unngå å teste samme lystyper, og/eller utføre forsøk med dette på andre måter som kanskje kan gi effekt. Resultatene fra forsøkene føyer seg inn i rekken av studier som har vist at det er krevende å styre laksens adferd ved hjelp av lys, siden andre miljøfaktorer, og da særlig temperatur, har sterk innvirkning på laksens adferd.

### Formidlingsplan

Formidling planlegges i *Norsk Fiskeoppdrett*, *Intrafish*, *Ilaks*, *Kyst.no*, samt på konferanser.

## 901453 Strategi Lakselus 2017: Dokumentasjon av lusebeskyttelse med "Midt-Norsk-ringen"

FHF-ansvarlig	Roar Pedersen	Start	24.11.2017
Prosjektleder	Paul Midtlyng	Slutt	10.12.2019
Ansv. organisasjon	Aquamedic AS		

### Resultatmål

Å dokumentere hvor stor beskyttelse mot påslag av luselarver som kan oppnås ved optimal bruk av Midt-Norsk-ringen.

### Forventet nytteverdi

For lakseoppdrettere kan optimal bruk av Midt-Norsk-ringen gi skjerming mot lusepåslag, færre behandlinger og derav følgende kostnadsreduksjon, i tillegg til redusert belastning på fisken og mindre utslipp til miljøet i løpet av en produksjonssyklus i sjø. Vellykket skjerming mot lusepåslag vil bety reduserte behandlingstkostnader, raskere vekst, samt større årsproduksjon per konsesjons- og lokalitets-MTB (Maksimalt Tillatt Biomasse). Sist men ikke minst kan man redusere behovet for mekanisk avlusing og håndteringsoperasjoner, enten det gjelder medikamentell badebehandling eller ikke-medikamentell avlusing. Redusert behov for håndteringsoperasjoner er også en fordel både for fisken og for HMS-situasjonen på sjølokalitetene.

### Hovedfunn

- Resultatene fra prosjektet ga ingen sikre holdepunkter for at bruken av skjørt gir systematisk beskyttelse mot påslag av lakselus. På én av 3 lokaliteter så man ca. 50 % reduksjon i påslag under en kortvarig "lusebølge". Funnet kan imidlertid (i det minste delvis) skyldes at plasseringen av merdene med skjørt i anlegget ikke var tilfeldig.
- En av lokalitetene opplevde en lang periode med sterk strøm og deformering av nøtene, og måtte derfor løfte skjørtene for å hindre

kritiske oksygennivåer i merdene. På de to øvrige lokalitetene som hadde generelt høy oksygenmetning under hele prosjektet ble det registrert kun ubetydelig oksygenreduksjon inne i merder som hadde skjørt pluss Midt-Norsk-ringen.

- Strømforsøk viste at luftboblene fra Midt-Norsk-ringen løfter vann hovedsakelig i midten av merda. Man ser en gradvis økning av løfteeffekten jo høyere i vannsøylen boblene stiger.
- Det ble ikke funnet vitenskapelig sikker positiv eller negativ effekt av skjørt + Midt-Norsk-ringen på overordnede biologiske utfallsvariabler (behandlingsfrekvens mot lus, dødelighet, vekst eller biologisk fôrfaktor).
- Bruk av skjørt + Midt-Norsk-ringen kan gå i balanse dersom en lokalitet "sparer" fra 0,15 til 0,4 behandlinger per utsett. En negativ veksteffekt grunnet dårligere miljøforhold inni skjørtet vil imidlertid gi økt produksjonskostnad med 80 øre/kg for hvert 100 gram tapt tilvekst.

### FHF's vurdering av resultater og næringsnytte

Bruk av skjørt og en strømsetter (Midt-Norsk-ringen) har vært testet ut ett års tid uten at man kunne påvise vitenskapelig entydig reduksjon av lusepåslaget. Under en kortvarig "lusebølge" på en av lokalitetene så man mer enn 50 % reduksjon, men samme effekt ble ikke registrert på andre anlegg. En av lokalitetene måtte heve skjørtene på grunn av lave oksygenverdier. Det kan virke som at skjørt og strømsetter kan ha en positiv effekt under bestemte betingelser eller på enkelte lokaliteter, men at man må ta tilbørlig hensyn

til risikoen som følger med redusert vannutskiftning.

### **Formidlingsplan**

Hovedkanaler for resultatformidlingen vil være:

- FHF-seminarer om kontroll med lus og ny oppdrettsteknologi.

- Møter og konferanser om fiskeoppdrett, produktivitet, miljø.
- Artikler og oppslag i trykte og internettbaserte bransjedia.

Resultatene vil formidles via presentasjoner, faktaark og en åpen sluttrapport. Vitenskapelig publisering vurderes dersom resultatene gir grunnlag for det.

## 901426 Program rensefisk: Toleranse for transportstress og miljøoverganger hos berggylt og rognkjeks

FHF-ansvarlig	Eirik Ruud Sigstadstø	Start	01.12.2017
Prosjektleder	Thor Magne Jonassen	Slutt	30.03.2019
Ansv. organisasjon	Akvaplan-niva AS		

### Resultatmål

Å etablere en bedre kunnskapsbasis for sikring av fiskevelferd under transport og overføring av berggylt og rognkjeks til sjø, basert på undersøkelser av transportforhold i felt og kontrollerte forsøk.

### Forventet nytteverdi

Håndtering og større miljøendringer som fisken utsettes for i forbindelse med transport fra påvekstanlegg og overføring til sjø kan utgjøre betydelig stress med påfølgende økonomiske tap som følge av økt dødelighet, svekket motstandsevne mot sykdommer og redusert lusespising. Det er vanskelig å følge opp slike seneffekter av transport i merder i sjø. Data fra uttesting av miljøeffekter i kontrollerte karforsøk sammen med analyser fra forskjellige transportbetingelser i felt vil gi mer kunnskap om forskjellige transportforhold og seneffekter på fiskevelferd i sjø. Bedre dokumentasjon på hvordan transport påvirker stress og kvalitet på rensefisk kan utnyttes i forbedringsprosesser hos transportør med bedre regulering og tilpasning av fisketransporten. Datagrunnlaget fra prosjektet vil gi oppdretter bedre forutsetninger for å vurdere risikoelementer rundt transport og gjøre tiltak som kan redusere risiko og bedre fiskevelferd og overlevelse etter utsett i sjø.

### Hovedfunn

- For rognkjeks var det generelt en moderat økning i stress etter transport, og en reduksjon etter en uke i merd. Fisk med høyst stressnivå etter en uke i merd hadde høyest akkumulert dødelighet etter 3 mnd. Merder med høy

dødelighet var også karakterisert med perioder med sterk strøm.

- Også for berggylt hadde forholdene på lokaliteten større betydning for overlevelse enn transportstresset, spesielt kombinasjonen sterk strøm og høye temperatur ga vært høy dødelighet. Kvaliteten på fisken med avstumpede finner kan ha medvirket til at fisken taklet disse miljøforholdene dårlig.
- For berggylt var det redusert tetthet av slimceller og barrierestatus (beskyttelse mot ytre miljø) i huden ved økende stressnivå etter overføring til merd.
- Testing av temperaturløstoleransen hos rognkjeks i intervallet mellom 4,2 og 14,2 °C viser at rognkjeks takler stress bedre ved høye temperaturer enn ved den laveste temperaturen, som kan bety at håndtering, transport og overføring av rognkjeks til nytt miljø er mer kritisk ved lave temperaturer.
- Berggyлта reagerer på endringer i lysintensitet, og stresser ned raskere ved høy lysintensitet enn når lysintensiteten er lav.
- Berggyлта er svært tolerant for redusert salinitet (brakkvann) og tåler godt et temperaturopp fra ca. 12 til 8–9 °C.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Det er svært viktig å få mer kunnskap om forhold som skaper stress for rensefisken. Behandlinger som transport, utsett i merd, endringer i temperatur skaper stress. Man må ha kunnskap for å unngå at dette skal akkumuleres og gå over til kronisk stress. Prosjektet er et steg på veien for å forstå dette bedre for å kunne iverksette tiltak og



implementere den kunnskap man opparbeider seg.

### **Formidlingsplan**

En vitenskapelig gjennomarbeidet sluttrapport vil bli levert. I tillegg vil det bli levert separate populærvitenskapelige statusrapporter som 2-sidige "nyhetsbrev".

Det vil også bli levert to populærvitenskapelige artikler (f.eks. i *Norsk Fiskeoppdrett*), med presentasjon av feltanalyser fra transport og en med analyser fra karforsøk.

## 901414 Strategi Lakselus 2017: Enhetlig proaktiv lusestrategi

### Rogaland

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	01.10.2017
Prosjektleder	Trine Danielsen	Slutt	01.10.2019
Ansv. organisasjon	Blue Planet AS		

### Resultatmål

Å dokumentere hvordan man innenfor et produksjonsområde lykkes med å holde vedvarende lave lusenivå ved å kombinere økt fokus på forebyggende tiltak og målrettet bruk av behandling, basert på verktøy som gir fortløpende oversikt over luseutvikling, innenfor hele produksjonsområdet i Rogaland.

### Forventet nytteverdi

Gjennom pilotprosjektet er målet å bidra til å legge stor vekt på forebygging mot lakselus i næringen. Ved å vise til erfaringer med hva som fungerer og ikke fungerer ved gjennomførte strategier og bruk av varslingsystemer i Rogaland, vil hele næringen ta lærdom av og lokalt tilpasse forebyggende strategier mot lakselus.

Prosjektet kan bidra til å:

- få systematisert og evaluert erfaringer ved gjennomføring av en forebyggende strategi mot lakselus
- redusere antall avlusningsbehandlinger og dermed oppnå økt lønnsomhet, bedre fiskevelferd og mindre miljøpåvirkning
- kunne planlegge tiltak i forkant for å holde vedvarende lave lusenivå i området
- evaluere dagens soneinndeling og samordne fellestiltak mot lusesmitte

Kunnskapen som etableres i pilotprosjektet vil kunne tilpasses andre fylker og brukes som verktøy andre steder.

### Hovedfunn

- Ved å ikke synkronisere produksjonen innen soner kan behovet for behandlinger mot lus

reduseres med omkring 20 % i Rogaland.

- Ved innføring av 500 g storsmolt på alle anlegg reduseres behandlingsbehovet med 35–50 %.
- Ved å innføre en temperaturavhengig tiltaksgrense som er høyere når det er kaldt i vannet og lavere når det er varmt, kan behandlingsbehovet reduseres med 5–10 %.
- Kopepoditter synes å gå langs land og effekten av smittepress øker jo nærmere land en lokalitet befinner seg.

En animasjon som viser hovedfunn i prosjektet kan lastes ned her: [Strategi lakselus Rogaland](#).

Resultater og erfaringer fra prosjektet ble oppsummert på et eget fagseminar i Stavanger 31. oktober 2019: [Seminar proaktiv lakselusstrategi Rogaland](#).

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektet har bidratt til å få frem nye og optimalisere eksisterende verktøy for modellering og simulering av effekt og samspill mellom mulige tiltak for vedvarende god kontroll med lakselus i næringen. Selv om prosjektet er utført basert på samarbeid med og data fra bedrifter i en begrenset region (Rogaland), er det sannsynlig at funnene og verktøyene kan bidra til mer proaktiv lusestrategi både her og i andre deler av landet. Dette vil kunne gi svært stor nytte hvis funnene omsettes i aktive tiltak og kan bidra til reduksjon av antall behandlinger mot lus, og gi positivt utslag både for økonomi, fiskevelferd og miljø. Samtidig er det viktig å ha med seg

at mange av resultatene er basert på modelleringer og simuleringer, med de mulige begrensninger og feilkilder dette kan innebære.

### **Formidlingsplan**

Rogalandsaktørene kan teste ut modellen mot faktiske lusetellinger i prosjektperioden. Modellen vil bli overførbar for andre fylker og

modellen og bruksverdien vil bli presentert på ulike relevante konferanser og samlinger.

De endelige resultatene av prosjektet vil presenteres i en sluttrapport. Beskrivende artikler og publikasjoner vil bli vurdert underveis avhengig av oppnådde erfaringer og resultater.

## 901412 Strategi Lakselus 2017: Automatisert telling av lakselus

### (AutoLus)

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	01.02.2018
Prosjektleder	Haakon Riiser	Slutt	01.09.2019
Ansv. organisasjon	Auxios AS		

### Resultatmål

Å automatisere telling av lus ved bruk av videosensor.

### Forventet nytteverdi

Systemet kan ha nytteverdi for:

- *fisken*: Den slipper å telles.
- *myndigheter*: Dette kan bidra til bedre tallmateriale, bl.a. fordi det kan telles flere fisk.
- *oppdretter*: Oppdretter kan slippe å telle fisk og samtidig få bedre tallmateriale.

I tillegg til reduserte kostnader som følge av spart tid til telling, kan bedre data på lusesituasjonen gjøre at en reduserer lusespredning og få bedre sykdomskontroll. Dette kan også bidra til økt produksjon.

### Hovedfunn

- Særdeles store krav til kameraet dersom bildene skal bli gode nok til å kunne telle fastsittende lus. Utfordrende lysforhold og uskarphet pga. bevegelse gjør at det må benyttes kort lukkertid, men lav lukkertid betyr også mindre lys. Kravet til kamerasensorens lysfølsomhet blir derfor eksepsjonelt høy.
- Tapsløs bildekomprimering en nødvendighet for å beholde de små detaljene, noe som gjorde det vanskelig å få håndterbare datamengder. Luseteller befinner seg ikke hos oppdretter, og bildene som tas hos oppdretter må sendes over nettet. Bare fra en enkelt merd kan det produseres flere hundre gigabyte med bilder i løpet av en dag. Det var nødvendig å bruke ukonvensjonelle metoder for å komprimere disse dataene.
- Store variasjoner i partikkelnivåer i merden

fra en dag til en annen forstyrrer algoritmene for bildeutvalg, og kan gi falske positive i lusetelling. Bør kombineres med maskinlæringsmodellen slik at skarphet måles på utvalgte deler av bildet, der det faktisk betyr noe at bilder er i fokus (ikke på bildet som helhet).

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektet har synliggjort at det er mulig å detektere selv fastsittende, små lus på levende laks som svømmer i merd, men at det er store utfordringer med å kunne utføre dette som en kontinuerlig overvåking. Likevel viser resultatene at det synes å være mulig å utvikle slik teknologi, noe også resultater fra andre aktører som jobber med disse problemstillingene viser. En eller flere aktører, alene eller i samarbeid, vil med rimelig stor sannsynlighet klare å utvikle slikt verktøy relativt raskt. Dette vil spare næringen for mye arbeid, vil ha betydning for fiskevelferd siden fisk ikke trenger håndteres for lusetelling annet enn for "kalibrering" av automatisk overvåking, og løpende overvåking vil muliggjøre en mer proaktiv strategi for kontroll med lakselus og kanskje skottelus.

### Formidlingsplan

Hovedstrategien for å formidle resultatene er, gitt gode resultater, å starte en dialog om hvordan en kan gå frem for å kvalitetssikre en ny lusetellingsmetode. Det er flere andre initiativ på dette området som det er ønsket om å koordinere denne aktiviteten med. I tillegg vil det leveres sluttrapport, delrapport og faktaark. Det vil også vurderes å trekke frem noen funn for vitenskapelig publisering

## 901397 Standardisert metodikk for kvalifisering av mekaniske avlusingsystemer (KVALISYS)

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	15.06.2017
Prosjektleder	Walter Caharija	Slutt	01.12.2019
Ansv. organisasjon	SINTEF Ocean AS		

### Resultatmål

Å klarlegge forholdene for laks i mekaniske avlusingsystemer gjennom utvikling og anvendelse av objektiv målemetodikk, -utstyr og informasjonspresentasjon.

### Forventet nytteverdi

Industrideltakerne som stiller sine systemer for mekanisk avlusning til disposisjon, vil få unik kunnskap om hvilke forhold fisken utsettes for gjennom deres systemer. Dette kunnskapsgrunnlaget vil kunne anvendes som dokumentasjon overfor myndigheter, og som basis for eventuelle modifikasjoner.

Kunnskapen vil også gi operatørene mulighet til å beslutte hvordan systemene skal opereres for minst mulig belastning for fisken, noe som allerede på kort sikt kan bidra til å redusere stress, skader og behandlingsdødelighet.

Resultatene fra prosjektet vil også være viktige for å svare på Mattilsynets krav om dokumentasjon når det gjelder bruk av metoder, utstyr, teknologi osv. i akvakultur (veileder om fiskevelferd ved bruk av metoder, utstyr, teknologi m.m. i akvakultur).

### Hovedfunn

- Sensorfisken er et instrument som kan kvantifisere fysiske forhold i ulike typer enheter for håndtering og behandling av fisk.
- Trykkmålinger og akselerasjon (støt) samles inn når sensorfisken føres gjennom systemet med vannstrømmen og gir mulighet for å måle trykk og identifisere støt på ulike punkter i enheten.
- Trykkmålingene og støtmålingene fra

sensorfisken er repeterbare.

- Prosjektet har fokusert på ulike systemer for avlusning, men sensorfisken kan tilpasses målinger i alle former for rørtransport av levende fisk.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Sensorfisken har allerede vist seg som et nyttig verktøy for de som utvikler og bruker utstyr der fisk håndteres gjennom pumping og rør m.m. Selv om den så langt ikke kan sies å representere direkte hva en levende fisk utsettes for av støt og annen mekanisk belastning, er det sannsynlig at bruk av sensorfisken kan bidra til mer skånsom behandling av fisk f.eks. ved avlusingsoperasjoner, noe som er svært nyttig og viktig.

### Formidlingsplan

Det legges opp til både populærvitenskapelig og vitenskapelig formidling fra prosjektet. Vitenskapelig formidling vil primært gjøres gjennom publisering av prosjektets resultater i et tidsskrift med fagfellevurdering, f.eks. *Aquaculture* eller *Aquacultural Engineering*.

Prosjektet har en egen nettside [her](#).

Populærvitenskapelig formidling vil skje i form av artikler (f.eks. i *Norsk Fiskeoppdrett*) som sammenfatter resultater, samt omtale av prosjektet på nettsteder som intrafish.no, kyst.no og ilaks.no. Resultater vil også kunne formidles gjennom presentasjoner på seminar eller konferanser i regi av FHF, [TEKMAR](#) og [European Aquaculture Society \(EAS\)](#).

## 901340 Redusert ferskvannsoppgang hos oppdrettslaks?

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	01.02.2017
Prosjektleder	Stig William Omholt	Slutt	01.09.2019
Ansv. organisasjon	NTNU – Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet		

### Resultatmål

Å avklare:

- i. om det er klare genetiske forskjeller mellom den generelle oppdrettspopulasjonen og oppdrettslaks som er fanget i norske lakseelver;
- ii. om disse eventuelle forskjellene beror på at oppdrettslaks fanget i elv er mer lik villaks enn bakgrunnspopulasjonen av oppdrettslaks;
- iii. om de eventuelle genetiske forskjellene kan kobles til de biologiske mekanismene man mener underligger laksens motivasjon og evne til å vende tilbake til ferskvann.

### Forventet nytteverdi

På kort sikt vil måloppnåelse i form av påvisning av at rømt oppdrettslaks fanget i elv er genetisk mer lik villaks enn annen oppdrettslaks for et moderat antall gener gi avlsselskapene den genetiske informasjonen de trenger for å vurdere om forskjellene er av en slik karakter at de lar seg i prinsippet praktisk utnytte og hva som trengs av ytterligere tilrettelegging.

Gitt positive konklusjoner vedrørende praktisk utnyttbarhet og verifiseringsforsøk, vil måloppnåelse på noe lengre sikt innebære at rømt oppdrettslaks vil representere en langt mindre trussel for villaksen. Dette vil sannsynligvis få positive økonomiske konsekvenser for næringen.

Utvikling av en oppdrettslaks som ikke lenger søker tilbake til ferskvann ved hjelp av genombasert presisjonsavl vil kunne bli et biologisk og økonomisk fordelaktig alternativ til å oppnå det samme ved hjelp av triploid laks,

genetisk manipulert laks, vaksinebasert sterilisering, og strengere og mer kostbare produksjonsregimer mot rømming.

### Hovedfunn

- Det synes som det er klare genetiske forskjeller mellom oppdrettslaks fanget i norske lakseelver og de avlspopulasjonene disse rømte individene kommer fra.
- Oppdrettslaks fanget i elv fra fire ulike avlspopulasjoner har felles et betydelig antall SNP-loci hvor de genotypisk er mer lik villaks enn hva som tilsynelatende kan tilskrives tilfeldigheter.
- De genetiske forskjellene mellom rømt laks fanget i elv og avlspopulasjonene de kommer fra kan kobles til biologiske mekanismer som med stor sannsynlighet underligger laksens evne til å overleve i sjøfasen og vende tilbake til ferskvann etter rømming.
- Resultatene underbygger forklaringshypotesen som lå til grunn for initiering av prosjektet, nemlig at oppdrettslaksen har blitt selektert for egenskaper som indirekte har forårsaket at en stor andel av rømte oppdrettslaks har en sterkt redusert evne til å vende tilbake til ferskvann.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Funnene i prosjektet synes å underbygge hypotesen om at avlsarbeidet har bidratt til å redusere oppgang av rømt laks i ferskvann, men nytteverdien av dette er usikker. Referansegruppen påpeker at seleksjon rettet mot mulig redusert oppgang av rømt laks i ferskvann må gjøres i sisteleddet, dvs. på



foreldrene til salgrogna, i og med at ikke-additive effekter ikke er arvelige. Dette vil bli svært dyrt og svært begrensende for rognproduksjonen. Referansegruppen mener også at det vil være vanskelig å beregne avlsverdier med brukbar sikkerhet ut fra disse resultatene. Om denne kunnskapen skal videreutvikles for om mulig å implementeres i avlsarbeidet må vurderes i dialog med relevante aktører.

### **Formidlingsplan**

Det forventes at det søkes å få publisert en vitenskapelig artikkel med resultater fra prosjektet.

Øvrige formidlingstiltak vil i stor grad avhenge av hva funnene blir og vil defineres etter at prosjektet har kommet frem til sine resultater.

## 901329 Utredning av fiskevelferd ved bruk av HydroLicer

FHF-ansvarlig	Kristian Prytz	Start	01.09.2016
Prosjektleder	Torfinn Solvang	Slutt	11.02.2019
Ansv. organisasjon	SINTEF Ocean AS		

### Resultatmål

Å gjøre en kvalifisert og uavhengig vurdering av fiskevelferden i et ikke-medikamentelt avlusningskonsept.

### Forventet nytteverdi

Innledende tester med denne nye teknologien viser svært gode resultater. Når denne dokumentasjonen er gjennomført vil §20 i akvakulturdriftsforordningen anses å være oppfylt, og utstyret er fritt omsettelig uten krav til dispensasjoner. Dette vil gi næringen et billigere og bedre alternativ enn de som finnes kommersielt tilgjengelig i dag.

### Hovedfunn

- Avlusing ved bruk av Hydrolicer versjon 3 og 6.1 viste følgende effekt: reduksjon av fastsittende lus 73–83 %, bevegelige lus 78–95 % og kjønnsmodne hunnlus 55–92 %.
- Avlusing ved bruk av Hydrolicer medførte skjelltap og mindre/moderate hudblødninger.
- To uker etter avlusing viste fisken tydelige tegn til restitusjon med hensyn til kortisol, klorid, hudblødning og slimlag.
- Det ble ikke påvist sår, snute- eller finneskader ved bruk av Hydrolicer.

- På grunn av at fisken, trent i merd, var betydelig stresset før avlusing ble det ikke observert ytterligere endringer i stressnivå ved bruk av Hydrolicer.
- Sensorfiskene ga en systembeskrivelse av pumpe- og avlusingsprosessen ut fra målinger av akselerasjon og tidsforløp, men det var ikke mulig å relatere stressparametere til målingene fra sensorfiskene.

### FHF's vurdering av resultater og næringsnytte

Evaluering av Hydrolicer gir en detaljert og grundig innsikt i effekt på fiskevelferd og avlusing. Utvikling av nye versjoner underveis i prosjektet ble gjort som følge av disse målingene. Dette er en god metode for fjerning av lakselus fra oppdrettslaks med forsvarlig fiskevelferd uten bruk av kjemiske midler og er et viktig bidrag i utvikling av en effektiv kontroll med lakselus.

### Formidlingsplan

Resultatene vil offentliggjøres i endelig rapport på FHF sine nettsider og prosjektet og dets resultater vil bli forsøkt omtalt i bransjemedier.

## 901322 Bunnpåvirkning fra marine matfiskanlegg: Modellberegninger av geografisk omfang og biologiske konsekvenser/ Benchmarking of deposition models

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	01.03.2018
Prosjektleder	Linda Hagen	Slutt	01.12.2019
Ansv. organisasjon	Aqua Kompetanse AS		

### Resultatmål

Å undersøke treffsikkerheten til tre modeller når det gjelder det geografiske omfanget av bunnpåvirkning fra oppdrettsvirksomhet, og påfølgende påvirkning på bunnfaunaen.

### Forventet nytteverdi

Ettersom lokal topografi og vannstrøm er avgjørende for oppdrettsvirksomhetens påvirkning, og disse kan variere mye fra lokalitet til lokalitet, vil det være nødvendig å modellere hver enkelt lokalitets miljøpåvirkning. Dette vil blant annet bidra til mer hensiktsmessig plassering av undersøkelsesstasjoner.

Dagens stasjonsplassering i [C-undersøkelser](#) og ASC-undersøkelser er ikke i tilstrekkelig grad tilpasset de forskjellige fysiske forutsetningene hver enkelt oppdrettslokalitet innehar. Batymetrien og strømforholdene i hele vannsøylen er avgjørende for hvor partiklene fra et oppdrettsanlegg sedimenteres.

I dag blir stasjonsplasseringen delvis satt ut fra strømmålinger i ett dyp, samt i gitte avstander fra merdkanten. Bunnprøvene beskriver tilstanden i de undersøkte punktene, men vil ikke gi tilstrekkelig informasjon om den totale tilstanden. Ideelt sett bør enhver lokalitet ha en tilpasset modellplattform som gjør det mulig å estimere miljøpåvirkning ved dagens biomasse, men også å beregne den optimale produksjonen som ikke påvirker

bunnforholdene ved lokaliteten mer enn hva som er akseptabelt (lokalitetens bæreevne).

### Hovedfunn

- Samtlige av de tre anvendte spredningsmodellene presenterer karakteristikk som gjenspeiler bunn- og strømforhold ved lokalitetene, og prosjekresultatene indikerer dermed at hver av modellene estimerer spredningsmønstre som er representative for de tre lokalitetene.
- Det observeres variabilitet i overensstemmelsen mellom økologisk tilstand estimert av modellene og økologisk tilstand i sedimentprøvene, noe som potensielt er en konsekvens av usikkerheter tilknyttet sedimentprøvene. Modellene tar utgangspunkt i uberørte bunnforhold, mens det i realiteten har vært flerårig drift på lokaliteten, som potensielt kan ha hatt påvirkning på miljøforholdene. I tillegg er det stedvis moderat eller stor usikkerhet i sedimentanalysene, hvor resultatene ved enkeltstasjoner overlapper flere enn kun én økologisk tilstandsklasse. Sammenligningene mellom sediment og modeller må derfor tolkes med forsiktighet.
- Prosjektet demonstrer at numerisk modellering av avfallsspredning fra matfiskanlegg er et nyttig støtteverktøy til å forstå spredningsomfang og avdekke potensielle områder særlig utsatt for påvirkning, noe som gjør modellene egnet til anvendelse i forbindelse med blant annet forundersøkelser, biomassejusteringer og design av miljøundersøkelser.

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

Det er gjennomført en sammenligning av tre numeriske modeller for spredning av organisk materiale som slippes ut fra matfiskanlegg. Modellene er noe ulikt bygget opp, og gir derfor også noe ulike resultater, men hvis man ser på området som modelleres til å være mest påvirket er det stort samsvar. Ulikhetene er tydeligst der det er mindre påvirkning, og særlig i avstand fra anlegget. Alle modellene kan derfor benyttes som verktøy til å forstå spredningsomfang og avdekke potensielle områder særlig utsatt for påvirkning, og ikke minst påvise hvor det er viktigst å ta

bunnprøver for mer grundige analyser. Ved bruk på samme lokalitet over tid synes det også mulig å velge den modellen som gir best tilpasning, og å tilpasse modellene til den enkelte lokalitet, og dermed øke treffsikkerheten. Dette gjør modellene til svært nyttige verktøy for næringen for å forutsi og redusere negative miljøeffekter grunnet utslipp av organisk materiale.

## **Formidlingsplan**

Målet med formidlingen vil være å nå flest mulig oppdrettere, og det anses derfor som hensiktsmessig å prøve å få publisert resultater i et norsk fagtidsskrift for akvakultur, som f.eks. i kyst.no.

## 901320 Program rensefisk: Parasittisk infeksjon hos rognkjeks:

### *Nucleospora cyclopteri*

FHF-ansvarlig	Eirik Ruud Sigstadstø	Start	15.05.2017
Prosjektleder	Haakon Hansen	Slutt	01.12.2019
Ansv. organisasjon	Veterinærinstituttet		

#### Resultatmål

- Å identifisere hvordan man sikrer en *Nucleospora cyclopteri*-smittefri populasjon i landanlegg.
- Å kartlegge forekomst av *N. cyclopteri* i stamfisk, yngel og rognkjeks i merd.
- Å finne smitteveier for parasitten.
- Å finne hvilken betydning *N. cyclopteri* har for effekten av rognkjeks som lusebeiter.

#### Forventet nytteverdi

Prosjektet har som formål å skaffe ny kunnskap om en parasitt/sykdom som det er liten kunnskap om i dag. Det screenes et stort antall prøver for å påvise parasitten, men samtidig er påvirkningen denne har på fisken og på hvor godt den fungerer som lusespiser ikke avklart. Resultatene fra prosjektet vil være et viktig bidrag til dette. På samme måte som kunnskap om patologiske forandringer i fisken er viktig for god sykdomsdiagnostikk, så er kunnskap om normal anatomi/histologi fra uinfiserte individer viktig for å vurdere disse patologiske forandringene. Prosjektets resultater vil i så måte bidra til en forbedret diagnostikk som kommer alle aktører i næringen til gode.

Etablering av en smittemodell for *N. cyclopteri* er viktig for å kunne studere effekter av infeksjoner, immunologi og for utvikling og test av eventuelle behandlinger og vaksiner. Prosjektet søker også å avklare om parasitten har mellomverter eller om den smitter direkte og om den kan smitte vertikalt. Det siste er ikke minst viktig for å kunne utvikle desinfeksjonsprosedyrer for rogn.

#### Hovedfunn

- 60 % av villfanget voksen rognkjeks var positive for *N. cyclopteri*.
- Vertikal smitte er sannsynligvis ikke en dominerende smittevei for *N. cyclopteri*, men kan ikke utelukkes.
- Resultatene tyder ikke på at skottelus, *Caligus elongatus*, er vert for *N. cyclopteri*.
- Enkelte rognkjeks kan ha store mengder parasitter i hematopoietisk vev uten tydelig patologi.
- Dagens metoder brukt i rutinediagnostikk er ikke sensitive nok til effektiv påvisning av infeksjoner med *N. cyclopteri*.
- *In situ* hybridiseringsmetodikk, og da spesielt ved bruk av fluorescerende LNA-modifiserte oligonukleotidprober, er et effektivt verktøy til bruk i diagnostikken og i studier av vevstropisme.
- Svaber- og blodprøver og gjellebiopsier er mulige å benytte som ikke-letale påvisningsmetoder for *N. cyclopteri*.

#### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Resultatene gir en tydelig anbefaling om å foreta screening av villfanget stamfisk slik at positive individer ikke benyttes i yngelproduksjon. Bildedatabase vil være nyttig og viktig for å vurdere både naturlig variasjon og patologiske funn hos rognkjeks.

#### Formidlingsplan

- 2 artikler i vitenskapelige tidsskrifter
- 2–3 M. Sc.-oppgaver (UiT og UiB)
- presentasjon på Havbruk 2018- og Rensefiskkonferansene
- presentasjon på andre relevante møter

## 901295 Kunnskap og metoder for å forebygge rømming

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	01.11.2016
Prosjektleder	Heidi Moe Førre	Slutt	21.06.2019
Ansv. organisasjon	SINTEF Ocean AS		

### Resultatmål

Å utvikle kunnskap om bakenforliggende årsaker til rømming og utvikle metoder for rømmingsforebyggende arbeid i form av gransking og formidling.

### Forventet nytteverdi

Næringen har et mål om å redusere antall rømminger. Oppdatert og detaljert kunnskap om årsaker til at rømmingsepisoder oppstår kan bidra til å forbedre det forebyggende arbeidet i næringen som helhet, i de enkelte selskapene og på den enkelte lokalitet.

Kunnskapen som fremskaffes vil også være av stor nytte for utstyrprodusenter og tjenestetilbydere, og bidra i utviklingen av sikre og gode teknologiske løsninger og tjenester.

Gjennom en tilpasset granskningsmetodikk oppnår man en enhetlig, detaljert og systematisk gransking som dekker et bredt spekter av årsaker. Dette bidrar til å få fram kunnskap som kan legges til grunn for hensiktsmessige tiltak. Et felles verktøy for gransking av rømmingshendelser vil også gjøre det enklere for de ulike selskapene og næringsaktørene å utveksle erfaringer. Et felles språk og en felles metodikk kan forenkle formidling av kunnskap om risiko for rømming, legge til rette for læring i møte mellom ulike næringsaktører, samt samarbeid om oppfølgingsarbeid og implementering av tiltak.

### Hovedfunn

#### *Tekniske årsaker til rømming*

- Hull i not er den viktigste direkte årsaken til rømming av fisk i 2010-2018.

- Særlig konflikt med og håndtering av loddssystem og dødfiskpumpe, og konflikt med fortøyning og fartøy har medvirket til hull i not og en betydelig andel av den rømte fisken.
- Halvparten av den rømte fisken rømte under uvær eller trenging av fisk i forbindelse med avlusing.

#### *Menneskelige og organisatoriske årsaker til rømming*

- Menneskelige faktorer som har vært bakenforliggende årsak til rømming kan knyttes til kompetanse og erfaring, yteevne og kommunikasjon.
- Organisatoriske faktorer som har vært bakenforliggende årsak til rømming kan knyttes til planlegging, opplæring, bemanning, arbeidstid, drift og vedlikehold, samt krav, valg og vurderinger.

#### *Granskningsmetode*

- Gransking av hendelser vil være et nyttig verktøy for næringen for å lære og forebygge rømminger.
- Granskningsmetoder må tilpasses selskapets behov, kapasitet og kompleksiteten i hendelsene.
- Det anbefales å benytte en kombinasjon av to metoder med noe ulike styrker og kjennetegn: STEP-metoden og et Årsakskart.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektet har vært og vil bli meget nyttig fremover. Resultater fra prosjektet benyttes aktivt i ulike kurs i rømmingssikring, og fra bedrifter i næringen som Mowi, Midtnorsk Havbruk og Lerøy rapporteres det om at resultatene, og ikke minst animasjonene benyttes aktivt i interne prosesser og blant



annet opplæring av nyansatte. Sammen med annet fokus på rømmingsforebygging er det sannsynlig at prosjektet direkte vil bidra til mindre rømming. Fra bedriftene påpekes særlig resultatene fra arbeidet med organisatoriske forhold som bakenforliggende årsaker til rømmingshendelser, og også resultatene som viser viktighet av risikosoner.

### **Formidlingsplan**

Prosjektet har en egen arbeidspakke på kommunikasjon og læring. Formidlingen vil foregå i ulike mediekkanaler med en vinkling tilpasset målgruppen. I tillegg er det ønskelig å arrangere seminarer i forbindelse med styringsgruppens møter. Kurs i

granskingsmetode er også aktuelt. Detaljene i formidlingsplanen utformes i dialog med styringsgruppen.

Ved oppstart tar en sikte på følgende:

- nyhetssak ved oppstart
- nettsted for prosjektet
- medieproduksjon fastsettes i kommunikasjonsplan og avklares med styringsgruppen (AP3)
- kurs og seminar avklares med styringsgruppen
- faglig sluttrapport
- populærvitenskapelig artikkel
- nyhetssak ved avslutning av prosjektet

## 901283 Utvikling av lakselus ved ulike temperatur og lys (TEMPLUS)

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	15.08.2016
Prosjektleder	Sussie Dalvin	Slutt	31.01.2019
Ansv. organisasjon	Havforskningsinstituttet		

### Resultatmål

Å kartlegge effekten av temperatur på utvikling og infestasjonssuksess for lakselus på laksefisk ved 8 ulike temperaturer representative for hele den norske havbruksnæringen.

### Supplerende resultatmål for prosjektutvidelse i 2017

Å studere lakselusens evne til å infestere laks ved lavere temperaturer.

### Forventet nytteverdi

Resultater fra dette prosjektet, sammen med det tidligere prosjektet "Temperaturens innflytelse på lakseluslarver: Overlevelse og smittbarhet" ([FHF-901073](#)), vil gi næringen og forvaltningen langt mer presis kunnskap om utviklingstider for lakselus ved ulike temperaturer og lysforhold enn det som eksisterer i dag. Dette vil sikre mulighet for langt bedre og mer presis planlegging av ulike tiltak.

### Hovedfunn

- Beskrivelse av utviklingshastighet for alle lakselusstadier på fisk ved relevante temperaturer for laks i oppdrett.
- Fastsettelse av minimum og maksimum temperaturer for normal utvikling av lakselus.
- Karakterisering av overlevelse, infestasjonsevne og reproduktivt potensiale i respons til temperatur.
- Kartlegging av adferd for planktoniske lakselus i respons til temperatur og saltholdighet.

Sluttrapporten og supplerende informasjon om TEMPLUS-prosjektet er tilgjengelig på Havforskningsinstituttet sine nettsider [her](#).

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektet bidrar med langt mer detaljert kunnskap om hvordan lakselus i alle stadier påvirkes av temperatur og salinitet enn man har hatt tidligere. Resultatene forventes å bli lagt inn i ulike modeller som benyttes for å vurdere spredning av lus i kystsonen, og vil gjøre slike modeller noe sikrere enn de er i dag. Hovednyttene av økt og mer presis kunnskap om hvordan lus utvikler seg i forhold til temperatur og salinitet vil likevel være at næringen kan bruke dette for å bli stadig bedre med forebygging av lakselus. Økt presisjon i dette arbeidet vil over tid med stor sannsynlighet redusere antall ganger det er behov for å fjerne lakselus gjennom kontrollerende tiltak.

### Formidlingsplan

Det vil bli utarbeidet en "Guide for praktisk bruk" med figurer og tabeller som viser utviklingstider, figurer som viser størrelsesfordeling ved ulike stadier, samt tabell over infestasjonssuksess. Populærvitenskapelig artikkel vil publiseres på [www.lusedata.no](http://www.lusedata.no) og i *Norsk Fiskeoppdrett*. Foredrag vil holdes på relevante FHF-samlinger og andre arenaer. Det legges opp til minst én vitenskapelig artikkel for internasjonal publisering.

## 901154 Kan dype lys og undervannsfôring benyttes for reduksjon av lusepåslag?

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	11.08.2015
Prosjektleder	Frode Oppedal	Slutt	31.12.2018
Ansv. organisasjon	Havforskningsinstituttet		

### Resultatmål

Å teste hvordan lysdyp, fôringsdyp og -metode, sult, temperatur og årstid påvirker laksen sin

### Forventet nytteverdi

Redusert lusepåslag vil spare oppdrettere for kostbare avlusinger som inkluderer redusert tilvekst og tidvis økt dødelighet.

Oppdrettslaksen vil spares for negative påkjenninger av flere av dagens avlusingsmetoder. Villaksen vil påvirkes mindre av lus fra oppdrettsanlegg dersom nivået holdes enda lavere.

Forsøket i prosjektet vil gi svar på om et enkelt tiltak som dype lys de første månedene for nyutsatt høstsmolt vil gi redusert lusepåslag i kommersielle merder generelt, eller eventuelt bare for enkeltlokaliteter eller region.

Velferdsvurderingen og bestemmelse av kjønnsmodningsstatus på slutten av perioden blir gjort for å kontrollere at dype lys ikke har hatt negative konsekvenser for fiskevelferd.

### Hovedfunn

- Dype lys og dyp fôring påvirker ikke fiskens velferd.
- Laksen svømte periodevis dypere ved bruk av dype lys og dyp fôring.
- Reduksjon av lusepåslag med dype lys og

dyp fôring var ikke konstant, men et forebyggende mønster ble observert.

- Økende svømmedyp fra haloklinen (overgang brakkvann-sjøvann) reduserte lusepåslag.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektet synliggjør at det er viktig å kjenne miljøforhold ved den enkelte lokalitet for å kunne optimalisere en strategi for reduksjon av lusepåslag best mulig, noe som er viktig for driften av den enkelte lokalitet. Siden det vises at dype lys og dyp fôring i perioder kan bidra til redusert infestasjon av lakselus, er det positivt og nyttig at det dokumenteres at laksens velferd opprettholdes greit ved bruk av slik teknologi. Strategisk brukt og med god kunnskap og oppfølging i forhold til metodens begrensninger siden det ikke kan regnes med en kontinuerlig effekt kan dette bidra godt i næringens arbeid med forebyggende tiltak mot lakselus.

### Formidlingsplan

Følgende formidling planlegges:

- vitenskapelig publikasjon (eksempel: *Aquaculture*)
- populærvitenskapelig publikasjon (eksempel: *Norsk Fiskeoppdrett*)
- nettsteder: [lusedata.no](http://lusedata.no), [kyst.no](http://kyst.no), [imr.no](http://imr.no)
- deltagelse på seminarer og konferanser som arrangeres under og etter prosjektperioden

## 901136 Program rensefisk: Velferd hos rensefisk – operative indikatorer (RENSVEL)

FHF-ansvarlig	Eirik Ruud Sigstadstø	Start	01.11.2015
Prosjektleder	Åsa Maria Espmark	Slutt	15.04.2019
Ansv. organisasjon	Nofima AS		

### Resultatmål

Å utvikle og levere robuste og kunnskapsbaserte operative velferdsindikatorer (OVI) som kan brukes for å sikre god velferd hos rensefiskartene berggyllt (*Labrus berggyllta*) og rognkjeks (*Cyclopterus lumpus* L.). Prosjektet skal også gi ny kunnskap om grenseverdier for miljøfaktorer som kan være kritiske for artens velferd.

### Forventet nytteverdi

Prosjektet skal gi næringen nytte gjennom å:

- gi ny kunnskap om hvordan overlevelse og velferd hos rensefisk kan forbedres gjennom optimalisering av ulike kritiske faktorer
- bidra til å gi næringen gode artsspesifikke OVI-er (Operative velferdsindikatorer)
- bidra til god overvintring av rensefisk, og dermed til bedre tilgang på rensefisk om våren når tilgangen på vill rensefisk er begrenset
- bedre næringens omdømme gjennom bedre velferd hos rensefisken
- bidra til at næringen på en forsvarlig måte blir selvforsynt med oppdrettet rensefisk med god velferd.

### Hovedfunn

- Kortisol i plasma ser ut til å være en god indikator for stress både for rognkjeks og berggyllt, selv om nivåene hos rognkjeks er mye lavere enn hos berggyllt. Prosentvis er økningen i kortisol ved stressbelastning like stor hos rognkjeks og berggyllt.
- Rensefisk håndter akutt stress bra, men fiskevelferden påvirkes negativt av langvarig kronisk stressbelastning, uavhengig av art.
- Resultatene og erfaringene fra forsøkene i

RENSVEL, sammen med eksisterende litteratur, har blitt sammenfattet til et verktøy som oppdrettere og andre som vurderer rensefisk helse/velferd kan ha nytte av.

- Totalt vil det bli distribuert to faktaarkserier, en for berggyllt og en for rognkjeks. Begge seriene dekker 34 OVI-er og LABVI-er for henholdsvis berggyllt og rognkjeks.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Resultater og leveranser fra prosjektet er svært nyttig og viktig for næringen. Serien med faktaark med operative velferdsindikatorer og laboratorie-velferdsindikatorer gir et godt grunnlag for å implementere vurdering av velferd for rensefisk i driften både i produksjon av rensefisk og bruk av rensefisk. Videre bruk av rensefisk er avhengig av at det fortsatt jobbes med å bedre helse og velferd for rensefisken.

### Formidlingsplan

Det bli levert årlige presentasjoner på egnede FHF-samlinger og andre konferanser.

I løpet av prosjektperioden vil det også bli levert faktaark om relevante områder. Det er ikke mulig ved prosjektoppstart å avgjøre hvilke deler som blir mest publikasjonsaktuelle. Mulige faktaark er:

- protokoll – “beste praksis”
- biotiske og abiotiske stressorer for rensefisk
- optimal vaksinerings

Sluttrapport vil utarbeides og samle alt som er utført i prosjektet.

## 901470 Microbial colonization in recirculation aquaculture systems (RAS) / Mikrobiell kolonisering i resirkuleringsanlegg for havbruk

FHF-ansvarlig	Sven Martin Jørgensen	Start	05.01.2018
Prosjektleder	Heidrun Wergeland	Slutt	30.05.2019
Ansv. organisasjon	Universitetet i Bergen (UiB)		

### **Resultatmål**

#### **Objectives**

##### **Study A**

To reduce risk of mortality and mortalities in RAS tanks and thus improve fish health and production volume.

##### **Study B**

To identify the optimal salinity for microbial inoculum establishment in biofilters.

### **Forventet nytteverdi**

#### **Expected project outcome**

##### **Outcomes of study A**

Reduce risk of mortality in RAS tanks and thus improve fish health and production volume, by:

- transferable knowledge on microbial composition to RAS farms;
- generate highly relevant data as commercial microbial inoculum is used;
- help to plan RAS biofilter start-up and to promote fish Health;
- reduce risk of fish mortalities, by optimising water quality and microbial composition;
- lower insurance tax for the first fish batch.

##### **Outcomes study B**

Identify the optimal salinity for successful biofilter start-up, including reduced incubation time and increased ammonium oxidation rates.

This will:

- give in-depth information on microflora and possible changes in turnover rates caused by changing salinities;
- predict effect on addition of freshwater and, if

positive, make recommendations to fish farmers on which salinity gives the highest ammonium oxidation rates;

The test model can be applied to other RAS farms to test the actual inoculum at their sites.

### **Hovedfunn**

- En mikrobiell suksesjon ble observert både i vannet og biofilteret i løpet av den første produksjonssyklusen, og de mikrobielle populasjonene i biofilterets biofilm er stabile over tid, selv ved varierende vannkvalitet.
- Biofilteret knyttet til kar med lav biomasse hadde høyest andel nitrifiserende bakterier, og en større andel saktevoksende bakterier som omdanner nitritt til nitrat.
- Den nitrifiserende populasjonen i kommersielt inokulum vokser saktere og har lavest effektivitet av ammonium-oksidasjon, sammenlignet med et modnet RAS biofilter. Dette betyr at det tar lang tid før filteret er operativt med tanke på nitrifiseringsprosessen.
- Overføring av biofilterbærere fra et modnet RAS biofilter gav den tidligste og høyeste produksjonen av nitrat og nitritt i veksteksperimentene, sammenlignet med kommersielt inokulum.
- I kulturer tilsatt biofilterbærere fra et modnet RAS ble det påvist bakterier som kunne utføre hele oksidasjonsprosessen fra ammonium til nitrat, mens kulturer tilsatt kommersielt inokulum inneholdt bakterier og arker som kunne utføre oksidasjon av ammonium til nitritt.

- Gitt at mikroorganismene i biofiltermateriale er nøye kartlagt og analysert for å unngå smitterisiko, vil overføring av biofilmbærere fra biofilteret i et modnet, velfungerende RAS til et nytt RAS være den mest effektive måten å inokulere det nye biofilteret med nitrifiserende bakterier

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

Prosjektet har fremskaffet viktig kunnskap om hvordan optimalisere og forbedre

mikrobiologiske parametere i resirkuleringsanlegg.

### **Formidlingsplan**

Formidling er planlagt gjennom:

- seminarer og konferanser (både nasjonale og internasjonale)
- fagblad som *Norsk Fiskeoppdrett*
- vitenskapelige artikler, vil bli koordinert med resultater fra MONITOR-prosjektet

## 901333 Standardisering av AGD-gjellescore: Unison gjellescoring basert på data fra eksperimentelle forsøk og felt

FHF-ansvarlig	Sven Martin Jørgensen	Start	15.03.2017
Prosjektleder	Sigurd Hytterød	Slutt	31.08.2018
Ansv. organisasjon	Veterinærinstituttet		

### Resultatmål

- Å oppnå et forbedret AGD-gjellescoresystemet som er mer entydig enn det som brukes i dag.
- Å utarbeide en manual (faktaark med bilder) som gir grunnlag for en mer unison gjellescoring.
- Å utvikle et AGD-gjellescoresystem som er bedre egnet til å måle behandlingseffekt.
- Å øke den totale forståelsen for hvordan AGD utvikler seg etter at fisk har blitt smittet med amøben *P. perurans* gjennom sluttrapporten fra prosjektet og formidling på seminarer/møter.

### Forventet nytteverdi

Prosjektet har som mål å øke overførbareheten av erfaringsbasert kunnskap fra AGD-utbrudd mellom anlegg og regioner. Gjellescore anses som den viktigste parameteren i felt for å avgjøre om fisk må behandles mot AGD. Her anses erfaringsbasert kunnskap som svært nyttig i sammenhenger der behandling mot AGD vurderes, og når behandlingstidspunkt skal bestemmes. Et mer unisont gjellescoresystem vil øke nytteverdien av erfaringsbasert kunnskap. Behandling mot AGD er kostbart, og et forbedret gjellescoresystem vil gi et bedre beslutningsgrunnlag for hvordan AGD skal håndteres, og om behandling skal iverksettes. Et godt beslutningsgrunnlag reduserer risikoen for at det behandles mot AGD på feil grunnlag. Det er også et mål å forbedre/tilpasse AGD-gjellescoresystemet, slik at det blir bedre egnet til å måle behandlingseffekt. Prosjektet vil dermed bidra

til å øke kunnskapen om effekt av behandlinger mot AGD.

### Hovedfunn

- Beregning av gjellescore basert på den mest affiserte gjelleflaten er den beste fremgangsmåten ved AGD-gjellescoring i oppdrettsanlegg fordi:
  - Fremgangsmåten trolig gir de mest enhetlige scoreverdiene.
  - Fremgangsmåten har god repeterbarhet.
  - Fremgangsmåten er praktisk gjennomførbar i oppdrettsanlegg under alle forhold.
- Et todelt gjellescoresystem er nødvendig for å gi en god vurdering av AGD-status hos laks i norske oppdrettsanlegg og for å fange opp underliggende gjelleskader som har andre årsaker enn AGD.
- Det todelte gjellescoresystemet, utviklet av FoMAS – Fiskehelse og Miljø AS, er godt egnet til å skille AGD fra andre gjellelesjoner, og er definert som:
  - 1) Aktiv AGD-gjellescore – forhøyede, hvite, slimete flekker på gjelleoverflaten.
  - 2) Total gjellescore – alle makroskopiske forandringer på gjelleoverflaten, inkludert aktive AGD-lesjoner.
- Et detaljert gjellescoresystem, der verdier for alle 16 gjelleflater noteres, er utprøvd i en rekke AGD smitteforsøk ved Industrielaboratoriet (ILAB), og er nødvendig for å avdekke små forskjeller i AGD-utvikling mellom forsøksgrupper i laboratorieforsøk.
- Detaljert gjellescoring av 10 fisk gir en gjellematrise med 160 verdier. Matrisen gir mulighet til å beregne gjellescore på flere



måter og flere aspekter ved sykdommen kan studeres.

- AGD-forandringer oppstår først i områdene dorsalt (mot rygg) og ventralt (mot buk) fremfor midt på gjellebuene.
- Aktive AGD-forandringer oppstår innerst mot brusken før de kan ses på de ytre frie gjellefilamentene.
- AGD-forandringer kan ses tidligere på gjellebue 2 enn på de andre gjellebuene.
- Gjellebue 2 og 3 gir generelt høyere scoreverdier enn gjellebue 1 og 4.

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

Prosjektet har lagt grunnlaget for innføring av en ny og standardisert måte å registrere gjelleforandringer forbundet med infeksjon av amøben *P. perurans*, som vil kunne medføre en enhetlig og beste praksis for overvåkning av AGD og iverksetting av behandlingstiltak.

## **Formidlingsplan**

FHF arrangerer et arbeidsmøte (workshop) med tema behandling av AGD i juni 2017. Her vil prosjektet formidles. Det vil utarbeides en gjellescoremanual som formidles til næringen.

## 901293 Hva betyr fremtidens produksjonsstrategier for ytelse, helse og velferd i sjøfasen? (BENCHMARK)

FHF-ansvarlig	Sven Martin Jørgensen	Start	25.09.2016
Prosjektleder	Trine Ytrestøyl	Slutt	01.09.2018
Ansv. organisasjon	Nofima AS		

### Resultatmål

Å sammenligne flere forskjellige produksjonsprotokoller for stor settefisk med hensyn på fiskens ytelse, helse og velferd, for å identifisere den/de beste protokollen(e) for stor settefisk i resirkuleringsanlegg (RAS) til 250 og 600 gram, som del av en full produksjonssyklus frem til kommersiell slaktestørrelse.

### Forventet nytteverdi

Det er spesielt viktig å få besvart hva de forskjellige produksjons-protokollene i RAS på land i prosjektet (arbeidspakke 1, WP1), har å si for utfallet under sjøfasen (WP2). Komplette livsløpsanalyser brukes sjelden i forsøk, men for næringen er dette helt avgjørende. Det kan tenkes å være faktorer som gir positive effekter under den landbaserte fasen (f.eks. bruk av brakkevann på vekst), men som kan få uønskede konsekvenser når sjøfasen inkluderes (f.eks. økt tidlig kjønnsmodning). Dersom ikke fisken følges opp også i sjøfasen vil slik kunnskap kunne gå tapt, og implementering av tilsynelatende nyttige forskningsresultater kan gi negative konsekvenser for industrien.

### Hovedfunn

- Resultatene fra forsøket viser at det er mulig å produsere laks i RAS uten å benytte lysstyring før utsett i sjø ved 200 gram og 600 gram, uten at det kunne påvises økt dødelighet eller kjønnsmodning i sjøfasen.
- Utsett ved 600 gram ga redusert vekst i sjøfasen og lavere slaktevekt sammenlignet med utsett på 100 gram og 200 gram, og noe

lavere slakteutbytte. Dette kan være en effekt av tidspunkt for utsett, og ikke kun en effekt av størrelse ved utsett.

- Bruk av 12 ppt i RAS hadde ingen signifikant effekt på vekst eller overlevelse i sjøfasen, mens bruk av kontinuerlig lys i RAS hadde en positiv effekt på slaktevekt.
- Det var en høyere metabolsk omsetning av astaxanthin i fisk som gikk på kontinuerlig lys (24 timer) i RAS, men ved slakt var det ingen forskjeller i astaxanthin-konsentrasjonen i filet mellom behandlingene.
- Kvalitet ved slakt var ikke påvirket av salinitet eller fotoperiode i RAS, og en utvidet landbasert fase i RAS ga ikke økt risiko for utvikling av misdannelser i ryggrad.

### FHF's vurdering av resultater og næringsnytte

I lys av økt oppmerksomhet rettet mot produksjon av stor smolt i lukkede eller semilukkede oppdrettsanlegg med resirkuleringsteknologi, har prosjektet fremskaffet ny og viktig kunnskap om effekten av ulike produksjonsstrategier i slike anlegg fra settefisk til slakt.

### Formidlingsplan

- Presentasjoner på CtrlAQUAs årlige møter. Her vil de 14 brukerpartnerne være tilstede og styringsgruppe/FHF bli invitert.
- Foredrag på relevante industrimøteplasser, slik som FHF Havbruk/Fiskehelse-samlingene, Aqua Nor 2017, Fremtidens Smoltproduksjon 2018 eller Aquaculture Innovation Workshops.
- 1–2 artikler i internasjonale tidsskrift med fagfelleevaluering.

## 901265 Ernæringens betydning for skinn-, tarm- og gjellehelse hos laks

FHF-ansvarlig	Sven Martin Jørgensen	Start	01.09.2016
Prosjektleder	Gerd Marit Berge	Slutt	31.10.2019
Ansv. organisasjon	Nofima AS		

### Resultatmål

Å studere om nivåene av n-3-fettsyrene DHA og EPA i samspill med endret nivå av sink i fôr påvirker funksjon og robusthet av skinn, tarm og gjeller hos laks ved postsmoltproduksjon.

### Forventet nytteverdi

Dette prosjektet vil bidra med ny kunnskap om samspillseffekter mellom ernæring og ytre stressfaktorer/miljø. Kunnskap som fører til riktigere sammensatt fôr for produksjon av mer robust fisk, forventes å bedre overlevelse, helse og kvalitet hos fisken, og dermed reduserte tap og økt lønnsomhet for næringen.

### Hovedfunn

- Det er samspill mellom omega-3 og sink, hvor økt nivå av sink i fôr endrer sammensetningen av fosfolipidklasser i cellemembranene i alle barrierevev, og redusert nivå av omega-3 i fôr gir redusert nivå av sink i helkropp. Det er nødvendig med nok omega-3 for å utnytte sink i fôr.
- Omega-3 og sink styrker skinnen på ulike måter, omega-3 styrker de indre lagene mens sink virker mer på det ytterste laget, og begge bidrar til å styrke sårhelingsvev.

- Reduksjon i omega-3 i fôr gir redusert barrierefunksjon i tarm i form av forstyrrelser i væskeopptak og osmoregulering (TER) og i aktiv ionetransport (TEP).
- Mikrobiota påvist i baktarm overlappet i stor grad med mikrobiota påvist i de ulike fôrtyper. Tarmspesifikke mikrober ble påvist, men de ble ikke påvirket av de ulike diettene.
- Endringer i genuttrykk tyder på omfattende reorganisering av tarm- og gjellevev etter overføring til sjøvann.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektet har fremskaffet nye og viktige resultater om kritiske nivåer av sink og omega-3-fettsyrer for normal organfunksjon og helse, og hvordan disse samspiller for å sikre optimal barriere mot infeksjoner.

### Formidlingsplan

Resultater formidles etter hvert som de foreligger i forbindelse med fagmøter og samlinger i regi av FHF. Resultater vil også bli presentert ved relevante konferanser og i relevante tidsskrifter. Sluttrapporten vil publiseres på FHFs nettsider.

## 901118 Epidemiologisk studie av kardiomyopatisyndrom (CMS): Spredning, risikofaktorer og sykdomsforløp i norsk lakseoppdrett (CMS-Epi)

FHF-ansvarlig	Sven Martin Jørgensen	Start	15.11.2015
Prosjektleder	Britt Bang Jensen	Slutt	15.05.2019
Ansv. organisasjon	Veterinærinstituttet		

### Resultatmål

Å øke kunnskapen om spredning av PMCV og faktorer som påvirker utviklingen av klinisk CMS.

### Forventet nytteverdi

Prosjektet søker å avklare om det forekommer overførsel av PMCV fra stamfisk til settefisk og videre fra settefisk til matfisk. Viten om dette er avgjørende for hvordan en kan bryte smittekjeden.

I tillegg vil vi kartlegge infeksjonsforløpet i fiskegruppene, dvs. finne ut når fisken infiseres med PMCV og hvordan denne infeksjonen forløper frem til klinisk utbrudd. På bakgrunn av dette kan en foreslå screeningsrutiner som kan brukes til å unngå klinisk utbrudd ved strategisk utslakting av fisken.

Økt kunnskap om hvilke faktorer som øker risikoen for klinisk utbrudd av CMS vil også gi bedre muligheter for begrensnings og kontroll av sykdommen.

### Hovedfunn

- PMCV er mer utbredt enn tidligere antatt, og studien påviste PMCV første gang mellom 0–7 måneder etter sjøsetting. Produsenter bør dermed forvente at laks i matfiskanlegg har stor sannsynlighet for å bli infisert i løpet av en produksjon, og denne sannsynligheten øker jo lengre fisken står i sjø.
- Ikke alle fiskegrupper som er smittet med virus utvikler CMS, og i studien gikk det

mellom 3–13 måneder fra påvisning av virus RNA (ved PCR) til klinisk utbrudd hvis det ble utbrudd i fiskegruppen. Selv tidlig PCR-påvisning av PMCV er altså ikke ensbetydende med at fiskegruppen vil gjennomgå et klinisk CMS-utbrudd i løpet av produksjonsperioden.

- Resultatene fra dette prosjektet viser at det ikke kan utelukkes at PMCV kan overføres fra stamfisk til egg og yngel under vanlige produksjonsforhold. Hvordan dette skjer og betydningen av denne smitteveien er foreløpig uvisst.
- Smolt fra enkelte settefiskleverandører har større risiko for å utvikle CMS enn andre, både innad i anlegg og på tvers av anlegg.
- Fiskegrupper som har hatt PD eller HSMB har større risiko for å utvikle CMS enn de som ikke har.
- Høstutsett er mer utsatt for å utvikle CMS enn vårutsett.
- Fiskegrupper som har blitt smittet med PMCV forblir smittet helt frem til slakt. Dette bør tas i betraktning ved flytting av ellers klinisk frisk fisk.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektet har gitt ny og verdifull kunnskap om sykdommen CMS og viruset PMCV, som et viktig fundament for nye løsninger for forbedret sykdomskontroll og overvåkning, samt for fremtidige studier for å adressere viktige kunnskapsmangler.

## **Formidlingsplan**

Resultater presenteres og diskuteres løpende for prosjektgruppen, styringsgruppen og referansegruppen ved to fysiske møter og 1–2 telefonmøter i året.

Relevante resultater vil bli presentert på konferanser og fagmøter der næringen og forvaltning er tilstede.

I tillegg vil det bli avholdt to arbeidsmøter (workshops) for næringen og andre interessenter. Det ene med hovedvekt på

muligheten for vertikal overføring og det andre om muligheter for kontroll av CMS. Det vil også bli avholdt regionvise seminarer for næringsaktører med samme tema der beste praksis vil bli gitt særlig oppmerksomhet. Oppsummering fra disse møtene vil bli publisert i Norsk fiskeoppdrett eller et annen relevant populærvitenskapelig medium.

Det forventes at det kan publiseres 2–4 vitenskapelige artikler i internasjonale fagfelleverderte tidsskrifter basert på resultatene.

## 901492 Kartlegging av forekomst av *Listeria monocytogenes* i sjø

FHF-ansvarlig	Kristian Prytz	Start	01.04.2018
Prosjektleder	Randi Haldorsen	Slutt	28.06.2019
Ansv. organisasjon	Mowi ASA		

### Resultatmål

Å fremskaffe kunnskap om utbredelse av listeria i sjøfasen og nytte denne kunnskapen til å gjennomføre målretta tiltak for å redusere forekomst av *Listeria monocytogenes* på sløyd laks.

### Forventet nytteverdi

Kunnskapen ein får frå denne kartlegginga kan bidra til å sette i gang meir målretta risiko reduserende tiltak, som:

- tiltak i sjø eller ved prosesseringsmottaket for å redusere smittepresset inn i fabrikk
- ekstra spyling av fisk ved slakting av "risikoanlegg"
- ekstraordinær vasking av fabrikk under slakting av fisk frå "risikoanlegg" for å hindre etablering av *Listeria monocytogenes* i utstyr i fabrikk
- ekstraordinære tiltak på brønnbåt i form av ekstra kontroller og ekstra vasking

### Hovedfunn

- Mindre andel av overflateprøvene på fisk i merd er kontaminert med *Listeria monocytogenes* (5 %).
- I denne undersøkinga fann ein høgast forekomst av *Listeria monocytogenes* på

dødfisk og dødfiskutstyr (45 %).

- Dei fleste stammene som ein finn på sjøanlegga finn ein også i brønnbåt og på slakteri. Det kan sjå ut som at brønnbåtane kontaminert ved lasting av fisk og at dette bidreg til å auke smittepresset på fisk ved lossing inn til slakteriet.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Dette er viktige resultater og avdekkar en potensiell smittevei for *Listeria monocytogenes* fra sjøfasen og til slakterier. Man har hatt mistanke om at dette kunne være tilfelle, men nå er det vist at det kan skje. FHF vil ta initiativ til å få gjennomført en utvidet undersøkelse for å dokumentere om denne smitteveien gjelder generelt og bruke dette til å definere tiltak for å hindre at så skjer. En har nå en mulighet til å lage en barriere mot kontaminering av prosessanleggene som kan være effektiv.

### Formidlingsplan

Resultater fra prosjektet vil bli formidla på FHF sine heimesider. Presentasjon av resultat og konklusjonar vil også bli presenterte på bransjemøter/fagmøter.

## 901474 Verifikasjon av algoritmer for biometrisk identifikasjon av lakseindivider (SalmID)

FHF-ansvarlig	Kristian Prytz	Start	02.01.2018
Prosjektleder	Aleksander Eilertsen	Slutt	04.06.2019
Ansv. organisasjon	SINTEF Ocean AS		

### Resultatmål

Å verifisere algoritmer for identifisering av lakseindivider på et stort datasett.

### Forventet nytteverdi

Biometrisk skanning av laks kan bli et hjelpemiddel til å sikre bedre dokumentasjon av kvalitetsdata til hver enkelt laks. Det forventes at prosjektet vil åpne muligheten for bedre styring og kontroll i produksjonen og spore informasjon både tilbake og frem i verdikjeden.

I fremtiden finnes det et større potensiale i biometrisk skanning, hvor den kan være en muliggjørende teknologi for sporbarhet i hele verdikjeden for laks, på individnivå, også helt frem til butikk. Per dags dato er det merking og logistikksystemer som ivaretar god sporbarhet på kasse-nivå.

### Hovedfunn

- Det er mulig identifiser laks ved hjelp av prikkemønster.
- Det er viktig å ta hensyn til hvordan bildene tas, da med tanke på perspektiv som kan gi forvrengning og gjør det særs vanskelig å

identifisere laksen.

- Det er viktig å ta hensyn til hvor mange fisk som skal sjekkes mot hverandre, blant forsøkenes 9320 unike individer med minimum 3 bilder av hver, klarer man å gjenkjenne enkeltindivider.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektet har lyktes med å vise at det er mulig å spore laks ved hjelp av prikkemønster i skinnet. Det er tilstrekkelig god oppløsning til at den kan benyttes i en produksjon for å spore internt som det var forutsatt i målsettingen. Nå finnes det andre løsninger som også kan holde kontroll på enkeltfisk i produksjon, og dermed kan resultatene fra dette prosjektet ha begrenset anvendelse.

### Formidlingsplan

Følgende formidling planlegges:

- utarbeidelse av faglig sluttrapport
- lage populærvitenskapelig sammendrag
- holde foredrag i et av FHFs møter (ved FHFs ønske, etter resultater er kartlagt, innenfor prosjektets tidsramme)



## 901441 Oksidativt stress, vårdropp i pigmentering og produksjonslidelser hos laks

FHF-ansvarlig	Kristian Prytz	Start	01.10.2017
Prosjektleder	Kristin Hamre	Slutt	31.03.2019
Ansv. organisasjon	Havforskningsinstituttet		

### Resultatmål

Å avdekke hvordan man kan forebygge oksidativt stress, vårdropp i pigmentering, pigmentflekker og katarakt hos laks i sjøvannsfasen

### Forventet nytteverdi

Kunnskap om antioksidantkilder og hvordan dette best kan utnyttes har en sentral rolle i et fremtidig laksemarked, både for å sikre høy slaktekvalitet og fiskevelferd.

For å sikre laksens posisjon i markedet, er det derfor av svært stor betydning for norsk fiskeoppdrett at pigmentering opprettholdes på et høyt nivå for å underbygge norsk laks som et kvalitetsprodukt.

Merkevaren laks bygges også rundt fiskevelferd. Reduksjon av oksidativt stress kan redusere forekomsten av katarakt, pigmentflekker og andre produksjonslidelser direkte knyttet til oksidativ status, redusere vevsdød ved sykdom og bidra til raskere restitusjon og redusert svinn. Prosjektet vil i så måte komme alle aktører i verdikjeden i næringen til gode.

### Hovedfunn

- Økt daglengde og temperatur om våren og sommeren ser ut til å gi oksidativt stress i laks, med forbruk av antioksidanter som vitamin C

og E, og stimulering av produksjon av endogene antioksidanter som glutatjon.

- Konsentrasjonen av astaxantin i muskel gikk ikke ned om våren i dette studiet, som vist tidligere, kanskje fordi høyt nivå av antioksidanter i fôret virket beskyttende.
- Det var mer oksidasjonsprodukter av astaxantin i muskel om våren enn i desember, men nivået av oksidasjonsprodukter som ble detektert var svært lavt (<1 % av totalt astaxantin).
- Katarakt økte sterkt fra april til august, litt forsinket i forhold til oksidasjonsresponsene, men fulgte utviklingen av temperatur og fiskens SGR.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Resultatene fra prosjektet vil ha betydning for videre arbeid med å optimalisere fôr til laks. Det bringer mer kunnskap inn i diskusjon rundt årsak til redusert innfarging og dannelse av mørke flekker i laksefilet.

### Formidlingsplan

- Juni 2018: Populærvitenskapelig artikkel i *Norsk Fiskeoppdrett*
- September 2018: Vitenskapelig artikkel
- Presentasjon på internasjonal konferanse
- Eventuell presentasjon for næringen

## 901330 Forebygging av listeria i produksjonsanlegg for laks

FHF-ansvarlig	Kristian Prytz	Start	01.01.2017
Prosjektleder	Solveig Langsrud	Slutt	20.12.2018
Ansv. organisasjon	Nofima AS		

### Resultatmål

Å undersøke om renholdskontroll med ATP-metoden kan benyttes som supplement eller delvis erstatter for listeria- og kimtallanalyser i bedrifter som i utgangspunktet har en god hygienisk status.

### Forventet nytteverdi

Om prosjektet lykkes, vil man kunne anbefale dokumenterte, hurtigere og rimelige metoder for overvåking av renhold. Nisjer som kan gi grobunn for oppvekst av bakterier vil kunne påvises på et tidligere tidspunkt, raske svar vil gjøre at dialogen med renholdere blir enklere og man får satt inn tiltak tidligere.

Analysekostnadene kan bli lavere siden kostnadene knyttet til ATP-analyser er ca. en tiendedel av kostnader for en listeria-analyse og en femtedel av kostnader for kimtallsanalyser.

### Hovedfunn

- ATP-metoden gir et mål på smussnivå på overflater etter renhold, men nivået vil variere med type smuss.
- I avdelinger med mye fett, salt og eller røyksyre må man ha lavere avviksgrenser for

ATP.

- I avdelinger med mye blod eller med varmebehandlet produkt kan man sette høyere avviksgrenser for ATP.
- På tørre områder kan man få utslag i ATP selv om bakterier ikke har mulighet til å vokse og etablere seg.
- ATP-metoden forteller noe om hvor godt renholdet er, men kan ikke erstatte mikrobiologiske analyser.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektet har avklart hvilke begrensinger ATP-metoden har. Metoden kan med fordel benyttes til å bestemme om overflater er tilstrekkelig rengjort, selv om det ikke er mulig å bestemme kimtall. Dette er nyttige resultater all den tid man har fordel av å benytte slikt utstyr til det formål det er best egnet som i dette tilfellet er å måle hvor godt renholdet er.

### Formidlingsplan

Resultatene skal formidles i bransjeblader, legges ut på FHFs nettsider og presenteres på bransjemøter arrangert av FHF.

## 901271 Effekt av fôr og stress på pigmentering i laks

FHF-ansvarlig	Kristian Prytz	Start	01.09.2016
Prosjektleder	Trine Ytrestøyl	Slutt	12.07.2019
Ansv. organisasjon	Nofima AS		

### Resultatmål

Å identifisere mulige samspill mellom komponenter i fôr og ytre faktorer (temperatur og stress) og bestemme betydningen av disse for fordøyelighet og omsetning av astaxantin.

### Forventet nytteverdi

Resultatene fra dette prosjektet vil bidra til å oppnå mer stabil og forutsigbar pigmentering gjennom økt kunnskap om mekanismer for opptak og omsetning av astaxanthin i laks og samspillseffekter mellom fôr, miljø og stress. Resultatene fra forsøket skal kunne bidra til å utvikle fôrkonsept for optimal innfarging under ulike miljøbetingelser samt å utvikle pigmenteringsstrategier for nye produksjonsmetoder.

### Hovedfunn

- Tilstrekkelig med fosfolipider i lav-marine dietter var essensielt for å sikre god vekst og normal fordøyelighet av fett og astaxanthin. Kun fosfolipider av marint oppgav (MPL) ga normal fettakkumulering i tarm som for fiskemelsdietter. Imidlertid ga dietter med fiskemel eller MPL lavere innhold av astaxanthin i muskel sammenlignet med laks fôret dietter med planteprotein.
- Ved 6 °C var det en positiv effekt av fiskeolje på astaxanthin-konsentrasjon i muskel. Det var også bedre retensjon av astaxanthin på 6 °C enn på 12 °C.
- Stress-hormonet cortisol førte til en økning i metabolsk omsetning av astaxanthin i leverceller. In vivo førte stress til en endring i karotenoid-profil i muskel og lever, som tyder på økt metabolisme av astaxanthin.
- Astaxanthin har ulik funksjonell betydning i muskel, tarm og lever hos laks fôret en

lavmarin diett. Mangel på astaxanthin førte til immunosupresjon i tarm og økt steroidsyntese i lever, mens det i muskel var økt uttrykk av gener relatert til stress og inflammasjon.

- Laks som fikk ulike lysregimer i settefiskperioden og ble satt ut i sjø ved ulik størrelse hadde tidlig i sjøfasen ulik pigmentering, men ved slakt var det ikke lenger effekter av produksjonsregime.
- For laks under kommersielle betingelser med mange avlusinger og sykdomsutbrudd synes ikke 50 ppm astaxanthin i fôret å være tilstrekkelig til å nå 6 mg astaxanthin per kg i filet.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektet har fremskaffet nyttig kunnskap om sammenheng mellom fôr og pigmentering. Tilstrekkelig innhold av fosfolipider i fôret er et viktig funn for å sikre bedre opptak av astaxanthin.

### Formidlingsplan

Resultatene fra prosjektet vil bli publisert i internasjonale tidsskrifter med fagfellellevurderingsordning og såkalt "open access" som gir målgruppen fri tilgang. Målet er å få 2 artikler publisert i internasjonale tidsskrifter.

Populærvitenskapelig formidling vil også bli vektlagt. Dette vil bli gjort gjennom nyhetsaker i Nofima-regi, som publiseres på *Intrafish* o.l., og også i Nofimas eget magasin *Næringsnytte*. Det vil også lages 2 faktaark i prosjektet som distribueres ved anledninger der Nofima har stands, som på konferansen Aqua Nor og lignende møteplasser for

næringsaktører. Det vil også være aktuelt å lage en populærvitenskapelig artikkel, for eksempel i *Norsk Fiskeoppdrett*.

Annen formidling vil være presentasjon av resultatene på FHF-møter, Norges forskningsråd sin havbrukskonferanse samt ved internasjonale konferanser som Aquaculture Europe (i regi av [European Aquaculture Society \(EAS\)](#)) og konferansen

[International Symposium on Fish Nutrition and Feeding \(ISFNF\)](#).

Det kan også være aktuelt å ha fagmøte eller seminar med næringsaktører for å legge frem og diskutere resultatene i prosjektet. I samråd med styringsgruppen vil det vurderes om det skal utarbeides en kommunikasjonsplan for prosjektet.

## 901335 Kostnadsutvikling og forståelse av drivkrefter i norsk lakseoppdrett

FHF-ansvarlig	Berit Anna Hanssen	Start	01.04.2017
Prosjektleder	Audun Iversen	Slutt	31.12.2019
Ansv. organisasjon	Nofima AS		

### Resultatmål

- Å overvåke kostnadsutviklingen fra år til år, herunder utviklingen i sentrale kostnadsdrivere.
- Å gå dypere inn i 1–2 problemstillinger hvert år for å øke forståelsen av sentrale kostnadsdrivere, og på denne måten utvide og forbedre et modellapparat som kan oppdateres årlig.

### Forventet nytteverdi

Økt kunnskap om kostnadsdriverne for oppdrettsproduksjonen vil:

- gi oppdrettsselskapene bedre forståelse for hvor innovasjonsinnsats bør settes inn
- bidra til å synliggjøre økonomiske effekter av implementering av FoU-resultater og/eller ny teknologi
- gi næringen bedre beslutningsgrunnlag for arbeidet med å bedre utviklingsmuligheter og rammevilkår

### Hovedfunn

- Kostnadene i Norge har økt mye siden 2012, men økningen har avtatt litt de senere årene.
- Kostnader knyttet til lus er fortsatt viktige, men det er førkostnadene som har stått for den største kostnadsøkningen i kroner, med økte førpriser og økt førfaktor. Også smoltkostnader og avskrivninger har økt mye de siste årene. Smoltkostnadene drives blant annet av overgang til større smolt og investeringer i RAS-anlegg. Økningene i avskrivningene henger naturlig nok sammen med økte investeringer i næringen, både i matfiskoppdrett og i verdikjeden for øvrig.
- Kostnadene i konkurrentland øker også, men

norske produsenter er fortsatt blant de mest effektive. Chile har nå kommet tilbake i posisjon som det mest effektive produsentland, mens Færøyene har fått svekket sin kostnadsposisjon.

- Drivkreftene bak denne økningen er de samme som i Norge, men med litt ulik styrke i de forskjellige land. Chile har hatt en betydelig bedring i de biologiske resultatene, noe som viser igjen i kostnadene. Færøyene har tapt noe terreng etter å ha fått større utfordringer med lus og sykdom. Skottland og Canada har de høyeste kostnadene, men mens økningen har vært moderat i Canada de siste årene, har den vært veldig stor i Skottland.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektet har fremskaffet viktig dokumentasjon av hva som er de viktigste driverne for kostnadsutvikling i havbruksnæringen over tid. Målsettingene med prosjektet er således oppnådd og det har vært stor etterspørsel etter resultatpresentasjoner underveis i prosjektperioden. Resultatene fra prosjektet er formidlet til næringen og andre interessenter gjennom en rekke presentasjoner, kronikker og artikler i riksdekkende medier og i bransjetidsskrifter.

### Formidlingsplan

Resultater fra prosjektet vi formidles gjennom årlige fagrapporter som svarer på problemstillingene, nyhetssaker, årlige presentasjoner, populærvitenskapelig artikkel i bransjetidsskrift og faglig sluttrapport.

## 901324 Ressursutnyttelse i norsk lakseoppdrett i 2016

FHF-ansvarlig	Berit Anna Hanssen	Start	01.03.2017
Prosjektleder	Turid Synnøve Aas	Slutt	31.01.2019
Ansv. organisasjon	Nofima AS		

### Resultatmål

Å utarbeide en oppdatert evaluering av ressursutnyttelsen i norsk lakseproduksjon med data fra 2016.

### Forventet nytteverdi

Prosjektet vil gi oppdatert informasjon om ressursutnyttelsen i norsk lakseproduksjon. Dette er dokumentasjon som er viktig for næringen både for å gjøre gode valg og prioriteringer.

Dokumentasjonen vil kunne brukes både av industri, forvaltning og forskning, og vil også være viktig for å øke kunnskapen i den offentlige debatt. Denne dokumentasjonen gjør næringen til et forbilde innen matproduksjon i dokumentasjon av effektivitet i ressursbruk.

### Hovedfunn

- Den økonomiske førfaktoren, beregnet fra mengde fôrvarer brukt, var 1,30 (1,21 på tørrstoffbasis).
- Soyaproteinkonsentrat utgjorde 19 % av total mengde føringredienser, hvete og hvetegluten utgjorde til sammen 17,9 % mens rapsolje og kamelinaolje til sammen utgjorde 19,8 %.

Marine proteinkilder utgjorde totalt 14,5 % av føringrediensene og marine oljer 10,4 %.

• Indikatorer på retensjon og utnyttelse av fôrvarer ble beregnet. Det var noe redusert bruk av fiskemel, og en liten reduksjon i mengde fiskeolje i 2016 sammenlignet med 2012.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Foreliggende dokumentasjon har vært etterspurt av næringen. Det anses som svært viktig å kunne dokumentere hvilke fôrvarer som brukes i produksjonen av norsk laks. Det er også viktig å kunne si noe om hvor effektiv utnyttelsen av disse fôrvarerene er i lakseproduksjonen.

### Formidlingsplan

Rapport fra prosjektet vil være åpen for alle og en publikasjon vil publiseres i en vitenskapelig journal med åpen tilgang. Sammendrag av resultatene kan også offentliggjøres av FHF, og legges ut på Nofimas nettside. Resultatene vil også presenteres internasjonalt på en fagkonferanse.

## 901532 Kartlegging av investeringer gjort av fiskeflåten, havbruksnæringen og fiskeindustrien

FHF-ansvarlig	Berit Anna Hanssen	Start	15.01.2019
Prosjektleder	Atle Blomgren	Slutt	27.06.2019
Ansv. organisasjon	NORCE Norwegian Research Centre AS		

### Resultatmål

Å utarbeide en oversikt over investeringer de siste 10 årene innen havbruksnæring, fiskeflåte og landbasert fiskeindustri. Denne kartleggingen skal også omfatte en vurdering av investeringenes nytteverdi (f.eks. potensialet for verdiskaping, kostnadsreduksjon, økt effektivitet, energiøkonomisering, bedre tilpasning mellom fangst- og foredlingskapasitet på land, markedsadgang, evne til å møte endringer i regulering, osv.).

### Forventet nytteverdi

Dersom sjømatnæringene skal vokse også i fremtiden, kreves det betydelige investeringer og innovasjon. Det er derfor svært viktig å kartlegge investeringene i sjømat, og spesielt beskrive driverne bak endringer i investeringsatferd. Denne kunnskapen vil være nyttig for en rekke beslutningstakere slik som ledere i sjømatindustriene, leverandører, investorer, virkemiddelapparatet, samt lokal- og stortingspolitikere.

### Hovedfunn

#### **Hovedfunn for sjømatnæringen samlet**

- Siden 2000 har det blitt investert for over 115 milliarder kr i sjømatnæringen. Stabilt høy lønnsomhet gjør at det ventes investeringer for rundt 14 milliarder kr. i 2019. Viktige drivere er generelt høy lønnsomhet, stabile rammebetingelser, oppdrettsrelaterte investeringer i post-smoltanlegg, utviklingskonsesjoner og investeringer i

oppdrettsrelatert skipsfart.

- Investeringene i sjømatnæringen har i økende grad blitt rettet mot maskiner/utstyr og FoU, hvor norskbaserte leverandører er sterke.
- Sjømatinvesteringene målt i faste priser er på sitt høyeste nivå noensinne, drevet av investeringer innen oppdrett og fiskeindustri.
- Hovedtyngden av investeringer innen tradisjonell sjømatnæring skjer i Nordland, men Møre og Romsdal er størst om man også inkluderer oppdrettsrelatert skipsfart. Sjømatinvesteringene tas i stor grad i bruk utenfor de store byene, så dette er i stor grad distriktinvesteringer.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Rapporten og presentasjonen (Powerpoint®) gir et relativt kortfattet og oversiktlig bilde av investeringsatferden innen fiskeri og fangst, havbruk og fiskeindustri i perioden 1970–2019. Arbeidet svarer godt på prosjektforespørselen. Resultatene er etterspurt i sjømatnæringen i pågående/løpende debatt om rammebetingelser og anses som et viktig kunnskapsbidrag i denne sammenheng.

### Formidlingsplan

I tillegg til faglig sluttrapport og presentasjon til bruk for næringen og andre interessenter, er det planlagt 1–2 vitenskapelige artikler, 1–2 kronikker i riks- og eller lokalpresse samt ytterligere presentasjoner i møter med næringen.



## 901513 Verdiskapingsanalyser 2017–2019, tilleggsaktiviteter

FHF-ansvarlig	Berit Anna Hanssen	Start	28.05.2018
Prosjektleder	Ulf Winther	Slutt	15.09.2018
Ansv. organisasjon	SINTEF Ocean AS		

### Resultatmål

- Å gjøre analysene mer relevante ved at enkelte nye elementer analyseres og belyses.
- Å utarbeide et godt informasjonsmaterieill i form av to animasjonsfilmer.

### Forventet nytteverdi

De samfunnsmessige effektene av sjømatnæringen blir belyst med noen flere parametere, samt at interesserte aktører får tilgang til et pedagogisk informasjonsmaterieill i form av animasjonsfilmer.

### Hovedfunn

Dette prosjektet er et tillegg til arbeidet i prosjektet "Verdiskapings- og restråstoffanalyser i norsk sjømatnæring 2017–2019" ([FHF-901336](#)). Rapporten og

resultater er derfor formidlet på prosjektsiden til sistnevnte som utgjør hovedprosjektet.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Resultatene er etterspurte og har fått bred mediedekning nasjonalt. Både bedrifter, næringsorganisasjoner, myndigheter og politikere har gjentatte ganger vist til resultater fra dette arbeidet, som vurderes som nyttig.

### Formidlingsplan

Resultatene fra de to verdiskapingsanalysene vil bli formidlet til organisasjonene i næringen, politiske myndigheter og presse. Tidspunkt for offentliggjøring av data avtales med referansegruppen og FHF.

## 901518 Rent hav – plast: Marin plast fra norsk sjømatnæring – Kartlegging, kvantifisering og handling (HAVPLAST)

FHF-ansvarlig	Eirik Ruud Sigstadstø	Start	01.09.2018
Prosjektleder	Hilde Rødås Johnsen	Slutt	30.09.2019
Ansv. organisasjon	SALT Lofoten AS		

### Resultatmål

- Å redusere mengden marin plast på avveie fra fiskeri- og havbrukssektoren gjennom økt kunnskap og bedre metode for kvantifisering av mengden plast.
- Å utforme en handlingsplan for å redusere marin forsøpling fra fiskeri- og havbruksnæringen. Ved å framskaffe en tydelig beskrivelse av mengder, kilder og årsaker til marin forsøpling fra næringene, kan det settes inn målrettede og etterprøvbare tiltak for å redusere disse utslippene.

### Forventet nytteverdi

En handlingsplan mot marin forsøpling og etterlevelsen av denne kan gi betydelig positiv effekt for næringen på minst tre måter. For det første er skade på dyr og skjult beskatning som følge av tapte redskaper en trussel mot ressursgrunnet som fiskere og oppdrettere lever av. Det er i næringens interesse med et rikt og levende hav. En reduksjon, og på sikt en eliminering av utslipp fra næringene vil kunne ha en positiv effekt på ressursgrunnet.

For det andre innebærer tap av redskap og slitasje av utstyr et direkte økonomisk tap for den enkelte fisker og oppdretter. Marin forsøpling kan påføre skade på utstyr og redskap. Eksempler på dette er tau i propellen, merder som skades av flytende avfall og skade på redskap som treffer søppel på havbunnen. Ved å forebygge marin forsøpling og å rydde opp i søppel i det marine miljø, kan slike skader og uhellshendelser reduseres. Ved å arbeide målrettet med å

endre prosedyrer, metoder og vurderinger for å unngå tap av redskap og utstyr, vil dette medføre økonomiske besparelser for aktørene.

For det tredje er funn av mikroplast i næringskjeden ikke bare en utfordring for havmiljøet, men også potensielt helseskadelig for mennesker. Fiskeri- og oppdrettsnæringen har således et potensielt og gjennomgripende problem, både med hensyn til matvaresikkerhet og omdømme. Å utvikle effektive tiltak for å redusere utslipp av plast står derfor sentralt i en bærekraftig utvikling av sjømatnæringen, og vil kunne ha direkte innvirkning på økonomisk inntjening på kort og lang sikt.

### Hovedfunn

- Basert på modellsimuleringer er estimert årlig utslipp av mikroplast fra fôrslanger i norsk lakseoppdrett i området 10–100 tonn. Snittet av simuleringene gir 30 tonn, men det er grunn til å tro at modellen underestimerer utslippene noe. Mer presise estimer krever fysiske målinger på brukte fôrslanger for å kalibrere modellen. Det er meget stor variasjon i omfanget av dette problemet fra anlegg til anlegg, og det er stort potensial for utslippsreduksjoner ved kunnskapsoverføring og standardisering av prosedyrer både for innkjøp, installasjon og drift av fôrsystemene.
- Gjennom bildeanalyser og dypdykk er det dokumentert at det er mange gjenstander som kan havne på avveie fra oppdrettsanlegg. Utslipp av tauverk ved operasjoner på merdkanten er identifisert som en stor kilde til marin forsøpling fra oppdrett. Skader på anlegg og dårlig sikring er andre viktige

årsaker til plastutslipp fra oppdrettsanlegg. En fullstendig oversikt fremgår av delrapport 1.

- Mellom en femtedel og to tredjedeler av alt marint avfall akkumulert i kystsonen i Norge stammer fra fiskeri. Andelen er høyere i Nord-Norge enn i Sør-Norge, spesielt dersom søppel registreres i vekt.
- Tilgjengelige data tilsier at samlet mengde søppel fra fiskeriaktivitet i strandsonen langs norskekysten (alle gjenstander inkludert) grovt anslått tilsvarer hundre millioner gjenstander eller mer, med en samlet vekt på titalls tusen tonn.
- Effektive handlingsplaner for å oppfylle næringens visjoner om null utslipp av plast til havet, forutsetter en omforent og langsiktig satsning på tvers av næring, forskning og myndigheter som inkluderer en rekke tiltak knyttet til så vel sirkulær økonomi og

miljødesign, som teknologiutvikling, ansvarsfordeling og regelverk.

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

Prosjektet har vært viktig for næringen for å sette fokus på plastbruken. Det har vært nyttig å få en analyse av hvilke kilder til plastutslipp man har i næringen for så å finne tiltak for å redusere bruk og utslipp av plast.

### **Formidlingsplan**

Prosjektet skal formidles gjennom foredrag, undervisning rettet mot blå linje på videregående skole og sikkerhetskurs for fiskere. Det vil produseres to videoer som kan brukes i undervisning, på foredrag og på nett.

## 901425 Effekter av bademidler mot lakselus på embryo-utvikling hos dypvannsreke (*Pandalus borealis*)

FHF-ansvarlig	Eirik Ruud Sigstadstø	Start	01.09.2017
Prosjektleder	Gro Harlaug Refseth	Slutt	01.05.2019
Ansv. organisasjon	Akvaplan-niva AS		

### Resultatmål

Å undersøke om eksponering for sub-letale konsentrasjoner av hydrogenperoksid har effekter på egg og embryo-utvikling hos dypvannsreke.

### Forventet nytteverdi

Resultatene fra prosjektet som foreslås gjennomført vil gi informasjon om hvordan hydrogenperoksid påvirker kjønnsmodnende hunnreker og egg/larver som blir eksponert (utrogn). Denne informasjonen kan brukes i risikovurderinger, samt til å designe risikoreduserende tiltak dersom det viser seg at hydrogenperoksid i realistiske konsentrasjoner har negative effekter.

Gevinsten ved å fremskaffe denne nye kunnskapen vil være:

- Næring og samfunn vil få et mer korrekt bilde av faktisk påvirkning/ikke påvirkning på rekebestander etter hydrogenperoksidutslipp, basert på forskning.
- Næringen får ny kunnskap som kan inngå i vurderinger av risikoreduserende tiltak.
- Prosjektet kan bidra til å redusere konflikt mellom oppdrettsnæring og fiskeri – om næringen følger anbefalingene.
- Prosjektet kan gi bedre kunnskapsgrunnlag for forvaltning av havbruksnæringen.

### Hovedfunn

- Dypvannrekene er følsomme overfor bademidler, men at toksisiteten varierer mellom de ulike kjemikaliene. Noen av badebehandlingene førte til høy dødelighet ved sterkt fortynnede

behandlingskonsentrasjoner, dvs. ved konsentrasjoner som kan gjenfinnes i miljøet etter utslipp fra behandlingsmerder.

- Den mest alvorlige effekten ble observert for deltametrin, hvor en 2 timers eksponering til 330 ganger fortynnet behandlingsdose (alene og i sekvensiell bruk med hydrogenperoksid og azametifos) induserte ~ 100 % dødelighet innen få dager etter eksponering.
- Sekvensiell behandling med hydrogenperoksid og azametifos (2 timers eksponering for hver behandling/kjemikalie, 500 ganger fortynnet behandlingsdose) resulterte i > 50 % dødelighet i løpet av den første uka etter behandling.
- Ingen sub-letale effekter eller tap av egg hos reker kunne relateres til eksponering av bademidler.

### FHF's vurdering av resultater og næringsnytte

Bruk av bademidler mot lakselus har blitt redusert kraftig de siste årene. Det er likevel viktig å ha vitenskapelig solid kunnskap om effekten av ulike bademidler mot lakselus på reker så man kan redusere uheldige effekter. Hvis et bademiddel vurderes benyttet, er det viktig å ha dokumentert kunnskap, slik at en kvalifisert miljørisikovurdering kan utføres før eventuell bruk av bademiddelet.

### Formidlingsplan

Resultatene vil bli presentert i en rapport til FHF. Det planlegges også å utarbeide en vitenskapelig artikkel. Alle resultater blir gjort tilgjengelig.

I samråd med FHF vil det også bli vurdert å publisere resultatene via ulike kanaler som:

- Mynewsdesk (som når ut til diverse aviser, radio, tv m.m.)
- sosiale medier
- relevante møter/konferanser

Prosjektpartnerne kan benytte muligheten til å publisere i vitenskapelige tidsskrift på bakgrunn av resultater også etter ferdigstilt prosjekt.

## 901416 Vurdering av miljørisiko ved bruk av hydrogenperoksid i havbruk: SSD-kurve, spredningsmodellering og forslag til risikoreduserende tiltak

FHF-ansvarlig	Eirik Ruud Sigstadstø	Start	01.11.2017
Prosjektleder	Anita Evenset	Slutt	01.09.2019
Ansv. organisasjon	Akvaplan-niva AS		

### Resultatmål

- Å foreta vurdering av miljørisiko forbundet med utslipp av hydrogenperoksid.
- Å gi konkrete anbefalinger til tiltak som reduserer miljørisiko ved behandling med hydrogenperoksid i havbruksnæringen.

### Forventet nytteverdi

- Næringen får et verktøy til å vurdere om et gitt planlagt utslipp bør begrenses, eller om andre risikoreduserende tiltak bør iverksettes.
- Prosjektet kan bidra til å redusere konflikt mellom oppdrettsnæring og fiskeri.
- Bedre kunnskapsgrunnlag for forvaltning av havbruksnæringen.
- Næringen vil få anbefalinger om konkrete tiltak for reduksjon av miljøeffekter fra utslipp av hydrogenperoksid.
- Regelverk kan bli basert på vitenskapelige resultater og veletablert metodikk.
- Oppdrettsnæringen kan dokumentere at de opererer innenfor et internasjonalt akseptert rammeverk.
- Næring og samfunn vil få et bedre bilde av faktisk påvirkning/ikke påvirkning av dyresamfunn etter utslipp av hydrogenperoksid.

### Hovedfunn

- PNEC for periodiske utslipp av hydrogenperoksid, dvs. den konsentrasjonen som ikke antas å føre til skade for biologiske samfunn, er beregnet til 0,14 mg/L.
- Det er stor variasjon i sensitivitet mellom ulike dyregrupper, arter og livsstadier. Alger er mest sensitive for hydrogenperoksid, etterfulgt

av krepsdyr. Fisk er mest hardfør.

- Etter utslipp fra merd kan konsentrasjoner av hydrogenperoksid som overstiger PNEC vedvare i vannsøylen i flere timer. Dette betyr at hydrogenperoksid er lenge nok tilstede til at en rekke arter kan påvirkes negativt.
- Ved utslipp fra merd kan konsentrasjoner opp til ca. 300 mg/L forekomme ca. 1 km fra utslippsstedet, mens 10 mg/L kan forekomme ~ 5 km fra utslippet. I områder hvor vanmassene ikke er lagdelt vil synking til bunn skje i løpet av minutter etter utslipp.
- Risiko for biologiske samfunn er betydelig lavere når hydrogenperoksid slippes ut fra brønnbåt enn ved utslipp fra merd.

### FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Det har vært viktig å få modeller som kombinerer både spredning, fortykning og toksikologiske data for å kunne si noe om areal og volum som kan påvirkes etter avlusning med hydrogenperoksid. Prosjektet har og gitt klare anbefalinger til risikoreduserende tiltak slik som bruk av brønnbåt ved utslipp. Dette er svært nyttig for næringen.

### Formidlingsplan

Resultater presenteres i faglig sluttrapport. Prosjektresultater vil bli formidlet til næring og myndigheter gjennom populærvitenskapelige artikkel (artikler) og gjennom presentasjoner på egnede konferanser og seminarer.