



Copyright: SALT Lofoten AS

RESULTATER FRA AVSLUTTEDE FHF- PROSJEKTER: 4. KVARTAL 2020

HAVBRUK

Introduksjon

FHF har i snitt mer enn 150 pågående FoU-prosjekter i året og i denne oversikten vil man finne en kortfattet beskrivelse av hva som er hovedresultatene fra prosjektene innen **havbruk**. Hensikten er å lette tilgjengelighet til prosjektene og ikke minst resultatene, og derved

bidra til økt konkret nytte av dem for næringen.

Overskriftene har klikkbare lenker til prosjektsidene for ytterligere informasjon.

Oversiktene finnes samlet på

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

Innhold

Havbruk

Havbruk og miljø

- 901438 Lakselusas sensitivitet for ferskvann og varmtvann 3
Bidrag til mer effektiv lusebehandling gjennom ny kunnskap om effekt på lus av ferskvanns- eller varmtvannsbehandling

Fiskehelse og fiskevelferd

- 901522 Smittesikring og biosikkerhet i norsk lakseproduksjon 5
Bidrag til bedret praksis for biosikkerhet i norsk laksenæring gjennom konkrete anbefalinger og tiltak
- 901433 Begrense effekten av tenacibakulose i norsk lakseoppdrett (LimiT) 7
Ny kunnskap som vil utnyttes for å redusere problematikk rundt sår og derved bedre fiskevelferd og øke produktivitet i laksenæringen

Fellesområder

Sameksistens

- 901521 Rent hav – plast: Kvantifisering av mikroplast i filet og organer av oppdrettslaks – Sammenlikning av deteksjonsgrenser og analysemetoder (SalmoDetect) 8
Viktig dokumentasjon av metodikk for bedre å kunne detektere mikroplast i matvarer
- 901519 Rent hav – plast: Tracking of plastic emissions from aquaculture industry (TrackPlast). 10
Viktig dokumentasjon av mikroplast som gir grunnlag for reduksjon av plastutslipp fra næringen

Prosjekter innen alle fagområder i 2020 (2019-tall i parentes)

	1. kvartal	2. kvartal	3. kvartal	4. kvartal	
Avsluttede	15 (25)	20 (12)	9 (18)	12 (15)	Totalt: 56 (70)
Oppstartede	24 (20)	15 (16)	11 (6)	4 (14)	Totalt: 54 (56)
Pågående	140 (153)	153 (132)	152 (147)	142 (143)	Snitt: 147 (144)

901438 Lakselusas sensitivitet for ferskvann og varmtvann

FHF-ansvarlig	Kjell Maroni	Start	01.08.2018
Prosjektleder	Tor Einar Horsberg	Slutt	01.10.2020
Ansv. organisasjon	NMBU – Norges miljø- og biovitenskapelige universitet		

Resultatmål

- Å utvikle bioassayprotokoller for testing av lakselusas sensitivitet overfor ferskvann og varmtvann.
- Å overvåke lakselusas sensitivitet mot ferskvann og varmtvann i Nord-, Midt- og Sør-Norge.
- Å utvikle molekylære hurtigmetoder for sensitivitetstesting mot ferskvann og varmtvann.
- Å foreta risikoanalyse for utvikling av ferskvanns- og varmtvannstoleranse.
- Å utvikle en epidemiologisk modell for prediksjon av spredning av eventuell toleranse.

Forventet nytteverdi

Prosjektet vil resultere i protokoller for sensitivitetstesting av lakselus mot ferskvann og varmtvann, og sørge for at disse blir tilgjengelige for bedrifter og fiskehelsetjenester langs Norskekysten. Baselinjesensitivitet for lakselus mot disse kontrollmetodene vil bli bestemt. Fremtidig overvåking av eventuell toleranseutvikling i parasittene muliggjøres. En modell for eventuell spredning av toleranse mot ferskvann etableres.

Hovedfunn

Main findings

- *In vitro* bioassay protocols have been developed to determine sensitivity of salmon lice to freshwater- and warm water bathing treatment.
- Copepodid and pre-adult salmon lice tolerated long term exposure to low salinity

levels.

- Exposure to increased water temperatures, resulted in both copepodid and pre-adult stages being initially affected, yet the majority recovered within minutes.
- A literature review and risk assessment were conducted to identify the necessary processes that drive development of tolerance towards freshwater bathing.
- The data did not suggest acquired tolerance towards fresh- or warm water in the strains examined.
- The variations in the results highlight a need for increased awareness regarding the possibility for resistance to develop over time.

FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Utviklingen av en testmetodikk for å kunne følge med på lakselus sin sensitivitet med hensyn til ferskvann og varmtvann er nyttig for å kunne vurdere riktig behandlingsmetode mot lakselus. Selv om det ikke ble vist at de stammene av lakselus som ble testet hadde endret toleransen for ferskvann eller økt temperatur, viser resultatene at det er grunn til å være veldig oppmerksom på muligheten for å selekere lakselus med økt toleranse for høyere temperatur, og/eller for lavere salinitet, enn det som er normalt i dag. Ensidig bruk av en metode vil kunne øke muligheten for slik seleksjon. Selv om lus ser livløse ut etter slike behandlinger, viser resultatene også at en stor andel kan våkne opp igjen dersom de får mulighet til det. God filtrering og oppsamling av lus etter slike behandlinger er derfor viktig. Dette er allerede normal praksis i næringen –

men kunnskapen fra dette prosjektet viser at det er viktig å opprettholde dette.

Formidlingsplan

Resultatene vil bli formidlet til andre forskningsmiljøer via publikasjoner og

presentasjoner ved internasjonale og nasjonale konferanser. De vil bli formidlet til oppdrettsselskaper og fiskehelsepersonell gjennom fagmøter og fagtidsskrift. De vil også bli formidlet til allmenheten gjennom media dersom den generelle interessen tilsier dette.

901522 Smittesikring og biosikkerhet i norsk lakseproduksjon

FHF-ansvarlig	Sven Martin Jørgensen	Start	15.01.2019
Prosjektleder	Jørund Strandvahl Larsen	Slutt	31.10.2020
Ansv. organisasjon	BDO AS		

Resultatmål

Å etablere en kunnskapsbasert anbefaling for god biosikkerhetspraksis og kartlegge årsaker til avvik fra denne som grunnlag for å foreslå tiltak for ytterligere å styrke biosikkerheten i norsk lakseproduksjon.

Forventet nytteverdi

Laksenæringen har vokst betydelig siden det sist ble etablert føringer for hvordan man sikrer tilstrekkelige smittemessige barrierer. Vekst generelt, men også nye utfordringer knyttet til bekjempelse av lakselus har økt kompleksiteten med flere og større operasjoner, flere fartøy, mer mannskap og antall underleverandører som er involvert. Antallet faktorer som må tas hensyn til har dermed økt. Både produksjonsledelse og fiskehelsepersonell kommer oftere i dilemma der de må velge løsninger som begrenser negativ effekt i stedet for løsninger som vil være optimale sett i et smitteforebyggende perspektiv. Prosjektets målsetting om å definere risikofaktorer og tydeliggjøre en kunnskapsbasert god biosikkerhetspraksis vil dermed i seg selv gjøre det lettere for aktørene å gjøre gode valg.

Når nye tiltak diskuteres ser man ofte at eksisterende reell praksis legger sterke føringer for partenes posisjon og synspunkter. Representanter fra myndigheter, forskningsinstitusjoner, leverandører og andre med større avstand til beslutningene vil også ha begrenset forutsetning for å se hele bakgrunnen for næringsutøvernes valg. Prosjektgruppen mener derfor at systematisert kunnskap om årsak til avvik fra en

kunnskapsbasert god praksis vil mobilisere kompetanse, og dermed representere et nytt og forbedret grunnlag for å vurdere tiltak som øker biosikkerheten i bransjen. Det forventes dermed at prosjektet vil kunne foreslå konkrete tiltak som vil gi direkte effekt på både fiskevelferd, tap og kostander referert over.

Hovedfunn

- For å sikre næringens evne til felles gjennomføring av nødvendige biosikkerhetstiltak, bør det etableres et "biosikkerhetsråd" bestående av toppledere i norske oppdrettsbedrifter.
- Biosikkerhetsrådet skal, basert på felles interesser og konsensus, sette felles mål og planer som skal sikre gjennomføring av nødvendige biosikkerhetstiltak, dernest etablere et strategisk samarbeid mellom næringen og myndigheter rundt biosikkerhet.
- Biosikkerhetsrådet skal i samarbeid med myndighetene legge en plan og tidslinje for å 1) etablere praksis med dedikerte båter til smolttransport, 2) fase ut åpne ventemerder.
- Områdeorganisering må forsterkes ved etablering av en nasjonal bransjestandard for alle områdesamarbeid, som klart definerer innhold i område- og lokalitetsstruktur, biosikkerhetskrav og nødvendige forpliktelser for deltagerne.
- Det må etableres en felles standard og innføres myndighetsregulert ansvar, for å ivareta biosikkerhet ved teknisk design, vannbehandling og drift av settefiskanlegg, brønnbåter, avlusningsenheter og tilsvarende utstyr.
- Det må etableres felles retningslinjer for

helse/smitteovervåking og dokumentasjon av smolt og rogn uavhengig av kundekrav.

FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektet har resultert i konkrete anbefalinger om tiltak som vil kunne sikre en ny standard for biosikkerhetspraksis i norsk laksenæring. Prosjektet har også angitt hvordan tiltakene kan gjennomføres og iverksettes, herunder ansvarsroller for å sikre nødvendig samhandling mellom næringen, myndigheter og forvaltning.

Formidlingsplan

Dialog med relevante næringsutøvere og andre premissleverandører er en del av

prosjektet og vektlegges som grunnlag for prosjektets avsluttende drøfting og forslag til tiltak for å styrke biosikkerheten i norsk lakseproduksjon. Formidling av resultatene fra arbeidspakke 1–3 vil derfor bli integrert i regionale dialogmøter som er planlagt i arbeidspakke 4.

Faglig sluttrapport vil formidles på minst ett av de mest leste bransjenettstedene. BDO og Åkerblå har også ansvar for drift og er til stede i flere etablerte nettverk, og vil således kunne nå en relativt bred målgruppe gjennom presentasjoner i disse foraene.

901433 Begrense effekten av tenacibakulose i norsk lakseoppdrett (LimiT)

FHF-ansvarlig	Sven Martin Jørgensen	Start	10.10.2017
Prosjektleder	Are Nylund	Slutt	15.12.2020
Ansv. organisasjon	Universitetet i Bergen (UiB)		

Resultatmål

Å redusere betydningen av tenacibakulose i norsk lakseproduksjon.

Forventet nytteverdi

Prosjektet skal gi bedre fiskevelferd, redusere dødelighet og nedklassing av laks ved slaktning, og dermed redusere kostandene og øke bærekraften i næringen. Hudsår påfører næringen årlig betydelig økonomiske tap, og kostnadene ved dette prosjektet er lavere enn tapene ved et års produksjon på en lokalitet.

Hovedfunn

- *Tenacibaculum*-mangfoldet i Norge er omfattende, og flere stammer finnes over et stort geografisk område over flere år, og er i stand til å infisere forskjellige fiskearter.
- Norske *T. maritimum*-isolater gir kratersyke ("donut" syndrom) hos rognkjeks.
- Norske *T. maritimum*-isolater smitter horisontalt fra rognkjeks til laks og gir sykdom hos laks.
- Det er lite horisontal smitte av *T. finnmarkense* mellom laks.
- Det kreves en høyere dose av *T. finnmarkense* for å gi sykdom ved 8 °C enn ved 4 °C.
- Det å holde smolten i 4 uker på 26 promille sjøvann gir signifikant reduserende effekt på smoltens mottakelighet for tenacibakulose etter overføring til sjø, samt har en positiv effekt på fiskens velferd basert på velferdsscoreing (før smitte med *T. finnmarkense*).
- Ut fra transkripsjonsprofilen kan *T. finnmarkense* være mere virulent på bakgrunn

av et samspill mellom neuD, pepM9, thermolysin og et insecticidal toxin.

- Måten bakterien beveger seg på gir ny kunnskap om sykdomsforløpet.
- Transkripsjonsanalysene viser at skinnen prioriterer immunresponser som forsvar på bekostning av vedlikehold, og laks som har gått på lav-styrke salinitet ser ut til å ha en bedre evne til å respondere på en infeksjon.

FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektet har fremskaffet ny kunnskap som både direkte kan tas i bruk, men også anvendes i fremtidige prosjekter, for samlet sett å lede til tiltak som vil kunne redusere sårproblemer og dermed forbedre fiskevelferd og øke produktiviteten i næringen.

Formidlingsplan

Resultatene fra dette prosjektet vil bli presentert for industri, forvaltning og vitenskapelige miljøer gjennom publikasjoner og presentasjoner på nasjonale og internasjonale konferanser.

Tre vitenskapelige artikler i internasjonale tidsskrifter med fagfelleevaluering planlegges. Funn vil bli publisert i fagpressen og i populærvitenskapelige magasiner (f.eks. *Norsk Fiskeoppdrett*, *Aftenposten Viten*).

Publisering vil også skje gjennom forskningsinstituttens egne kanaler og nettsider, og gjennom populærvitenskapelige presentasjoner for interne og eksterne forskningsgrupper.

901521 Rent hav – plast: Kvantifisering av mikroplast i filet og organer av oppdrettslaks – Sammenlikning av deteksjonsgrenser og analysemetoder (SalmoDetect)

FHF-ansvarlig	Eirik Ruud Sigstadstø	Start	15.09.2018
Prosjektleder	Alessio Gomiero	Slutt	15.04.2020
Ansv. organisasjon	NORCE Norwegian Research Centre AS		

Resultatmål

1. Å kvantifisere mikroplast i laks.
2. Å etablere målorganer for plastopptak i laks.

Forventet nytteverdi

Sjømatnæringen har strenge krav til dokumentasjon av mattrygghet og innhold av fremmedstoffer. Dersom metodene ikke er grundig validert vil svarene som fremkommer mangle troverdighet som dokumentasjon for trygg sjømat. Dokumentasjonskrav vil sannsynligvis komme til å omfatte plast, og medføre krav om analysemetoder som er validerte for påvisning av plastmengder under tolerable inntaksgrenser. Det er derfor viktig å forstå opptak, transportveier og målorganer for eventuell akkumulering i fisken, som et utgangspunkt for hvilke vev som skal tas prøver av for å påvise nivået av plast. Dersom det påvises mikroplast i organer og filet etter eksponeringsforsøk er det viktig at tiltak og senere analyser gjøres basert på kunnskap om opptaksveier, overføring og akkumulering i vevet. Slik kunnskap vil være basis for å utvikle dokumentasjonsmetoder og kvalitetskontroll med høy grad av troverdighet. Trygghet i valg av metoder og kunnskap om hvilke prøver som skal tas er ytterst viktig informasjon for oppdrettere, som møter kontinuerlige dokumentasjonskrav knyttet til mattrygghet, og som trenger standardiserte og etterprøvbare målemetoder med høy grad av pålitelighet.

Forbrukere trenger på sin side pålitelig dokumentasjon på at maten er trygg. Med pålitelige metoder av høy standard vil også den utbredte oppfatningen at sjømat er mer utsatt for plast enn annen mat kunne testes. Ved at opptaksveien er kjent, kan eventuell påvirkning av laksens helse og konsumentens trygghet avbøtes med målrettede tiltak.

Hovedfunn

Main findings

- The results show that the methods are sufficient to detect and identify synthetic polymers in salmonid tissues.
- The results suggest that MP is present in both wild and farmed salmon as well as wild mountain lake trout. The levels of MP in both muscle and liver were higher as compared to control samples.
- Particles of 10-50 µm are the most prevalent sizes.
- The most frequently detected polymer types are PS, PP and PE, some of which are also detected in wild trout from remote mountain lakes. Thus, the results support the omnipresence of MP, and the possibility of distribution by atmospheric fallout. The dominant polymers are not found in control samples to the same degree or with the same size distribution as in tissue samples, and for py-GCMS the control samples had MP below LOQ.
- The observation of MP occurrence is considered reliable, yet the actual concentrations still carry uncertainty.
- The methods are more likely to

underestimate than overestimate the concentrations, based on loss of material during extraction/filtration and low analytical sensitivity.

- The presence of MP was found in control samples for μ FTIR analyses suggesting contamination during the procedure, or from reagents. For py-GCMS the level of contamination in controls were below LOQ.
- Py-GCMS and μ FTIR are methods that show different aspects of the same situation, and one cannot be considered more accurate than the other. There was a significant correlation between the results, and the methods are currently complementary.
- The application of GC/HRMS (Orbitrap) supplements existing methods by its potential to determine additives originating from MPs.
- There are no observed differences between MP in liver and muscle tissues, per 100 grams, and as target tissue for MP exposure it is not possible to recommend one over the other. For monitoring purposes, muscle samples are routinely obtained, and may therefore be a suitable candidate for further investigation of the occurrence of MP in fish. Muscle samples may also be used for investigation of the correlation between exposure and uptake of MP.

FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Studien har nytte utover sjømatnæringen da den gjør det mulig å bestemme mikroplast (MP) i mat og dyr. Det vil være mulig å gå videre med å dokumentere om man finner MP og hvilke typer man eventuelt finner.

Formidlingsplan

Stor offentlig oppmerksomhet rundt plastproblematikken medfører mulighet for flere populærvitenskapelige så vel som vitenskapelige publikasjoner. Partnerne vil kommunisere prosjektresultater og planer gjennom sine nettsider (www.norceresearch.no og www.imr.no). Det vil også skrives en til to kronikker i aviser som *Bergens tidende*, *Stavanger Aftenblad* og *Aftenposten Viten*. Prosjektpartnerne vil også bidra med artikler og intervjuer i fagbladet *Fiskeribladet*. Man vil avholde et arbeidsmøte (workshop) ved prosjektavslutning der vitenskapelige fagfeller og interessegrupper inviteres. (Miljødirektoratet, Folkehelseinstituttet, Mattilsynet, Sjømat Norge, NCE Seafood, Fylkesmannen i Hordaland og Hordaland fylkeskommune.

Videre bidrar forskere ved partnerne med innlegg på Forskning.no, med foredrag og stand ved Forskningsdagene i Bergen og kan bidra på formidlingsarenaer som Universitetsmuseets "Vin&Viten" og andre aktuelle populærvitenskapelige fora.

I etterkant av prosjektet vil kvalitetssikrede publiserbare resultater presenteres på vitenskapelige konferanser av relevans, som for eksempel Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), International Symposium on Persistent and Toxic Substances (ISPTS), Havbrukskonferansen, Aqua Nor, Norwegian Environmental Toxicology Symposium (NETS), MICRO2019 m.fl.

901519 Rent hav – plast: Tracking of plastic emissions from aquaculture industry (TrackPlast)

FHF-ansvarlig	Eirik Ruud Sigstadstø	Start	01.09.2018
Prosjektleder	Alessio Gomiero (historisk tilknytning)	Slutt	30.09.2020
Ansv. organisasjon	NORCE Norwegian Research Centre AS		

Resultatmål

Objectives

- To acquire knowledge about the sources of emissions of plastic and micro-plastic in the sea from aquaculture facilities.
- To determine relative amounts and contributions from various aquaculture processes in the immediate vicinity of the aquaculture farms and use collected data to estimate the mass balance in the global system.
- To identify industrial processes of seafood production largely responsible for potential plastic discharge and suggest possible measures to reduce eventual emissions.
- To develop a draft action plan for reducing plastic emissions from the seafood industry.

Forventet nytteverdi

Expected project impact

The mapping exercise performed within the project will help to provide a preliminary estimate of sources of plastic discharges in the aquaculture industry as well as to discriminate the contribution of aquaculture activities to other diffuse sources of plastic pollution. The outcomes of the mapping activity will help discriminating technological processes in the seafood production phases that are major contributors to the emission of plastic fragments and promote effective solutions to emissions reduction helping the industry to reach goals toward decreasing plastic emissions and increased environmental sustainability. Furthermore, data available from the project will be used to model fluxes in the aquaculture industry to

infer the estimated global emission budget in the Norwegian sector. Such data will support legislators and environmental managers to establish concrete actions toward the management of plastic litter in the marine environment.

Hovedfunn

Main findings

- Microplastic particles of various polymers were observed and quantified in fish feed, sea water, suspended matter, sediments and on fish gills.
- Microplastics were detected at the reference site as well as the production facility. Some of the raw ingredients for fish feed had measurable levels of PA, PE and PET. PP in the feed production line was caused by contamination from packaging.
- For PE and in some cases PA, higher concentrations are detected in sediments close to the fish pens compared to the reference area.
- Gradient-like distribution in sediments, seawater samples and the outcomes of the simulated abrasion in the feed pipes indicates a potential emission of PE MPs from aquaculture activities.
- Several plastic polymers such as PS, PET, PMMA and PS showed a homogeneous distribution among all sampling areas without a clear pattern of distribution in relation to the aquaculture facility.

FHFs vurdering av resultater og næringsnytte

Prosjektet har gitt kunnskap om mikroplast i miljøet ved oppdrettsanlegg. Mikroplast finnes overalt i miljøet der det er undersøkt. Prosjektet gir grunnlag for å se på konkrete tiltak for å redusere utslipp av mikroplast fra havbruksanlegg.

Formidlingsplan

Dissemination of project results

There is great public awareness about the plastic problem, and a strong need for scientifically based assessments of food safety and the environment's health. Communication to interest groups will therefore be of great importance in the project. The project partners aim to communicate the findings both via popular science material and through scientific forums and publications. The partners have their own communication departments that will communicate relevant aspects and news from the ongoing project within the institutes as well as on the official website (www.uni.no, www.iris.no, www.imr.no).

Popular science publications

There will be at least two articles in newspapers such as the *Bergens tidende*, *Stavanger Aftenblad* and *Aftenposten Viten*. The project partners will also contribute to articles in the trade journal *Fiskeribladet*, which has already been contacted and shown interest in disseminating the matter.

Science publications and conferences contributions

Following the project, quality assured publishable results will be presented at scientific conferences of relevance, such as the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), the International Symposium on Persistent and Toxic Substances (ISPTS), the Aquaculture Conference, the Aqua Nor Conference, the Norwegian Environmental Toxicology

Symposium (NETS) and MICRO2019. At least one article to be published in a peer-reviewed journal is expected.

Professional seminar / workshop for interest groups

Two workshops, one at the beginning and one at the end of the project, will invite scientific disciplines and interest groups such as the Environment Directorate, the Norwegian Public Health Institute, the Norwegian Food Safety Authority, Seafood Norway, NCE Seafood and local authorities, Fylkesmannen and Fylkeskommune of both Hordaland and Rogaland regions.