

# 10 år med havbruksforskning HAVBRUK 2006–2015

Stort program  
HAVBRUK – en næring i vekst

## Store programmer

Forskningsrådets  
satsing på nasjonalt  
prioriterte områder





## Om programmet

### HAVBRUK – en næring i vekst (2006–2015)

Forskningsrådets havbruksprogram skal utvikle kunnskap for å bidra til bærekraftig vekst i norsk havbruk og sikre og videreutvikle Norges posisjon som verdens ledende sjømatnasjon.

HAVBRUK samler og forsterker forskningsaktivitetene rettet inn mot havbruk.

# INNHOOLD



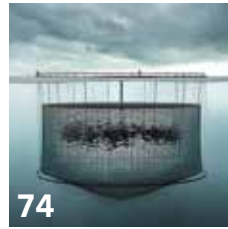
7



14



33



74



77

<b>Forord</b> .....	<b>3</b>	<i>Tema 1: Bærekraftig sjømatproduksjon</i> .....	40
<b>Sammendrag</b> .....	<b>4</b>	<i>Tema 2: Frisk fisk</i> .....	46
<b>Havbruk – et satsingsområde for Norge</b> .....	<b>7</b>	<i>Tema 3: Framtidens fôr</i> .....	50
Evaluering og utvikling av programplanen .....	8	<i>Tema 4: Andre oppdrettsarter</i> .....	56
Programstyret .....	10	<i>Tema 5: Miljøvennlig havbruksteknologi</i> .....	64
<b>Økonomi</b> .....	<b>11</b>	<i>Tema 6: Genetikk og avl</i> .....	70
<b>Aktiviteter i programperioden</b> .....	<b>14</b>	<b>Samlet vurdering</b> .....	<b>74</b>
Forskningsmessig og tematisk innretning .....	15	Høy vitenskapelig kvalitet .....	75
Samarbeid .....	17	Styrket forskerrekuttering .....	75
Kompetansebygging .....	19	Koblinger på tvers av forskningstyper, fag og sektorer .....	75
Kunnskapsplattformer .....	23	Bidra til innovasjon .....	76
Internasjonalt samarbeid .....	24	Bidra til ny innsikt av samfunnsmessig betydning .....	76
Kommunikasjon .....	26	Styrke internasjonalt samarbeid .....	76
Publisering av forskningsresultater .....	29	Vektlegge formidling av resultater .....	76
Arrangementsstøtte .....	30	<b>Utfordringer framover</b> .....	<b>77</b>
Deltakelse fra næringslivet .....	30	<b>Vedlegg</b> .....	<b>79</b>
<b>Administrasjon</b> .....	<b>31</b>	Programstyret for HAVBRUK – en næring i vekst (vedlegg 1) .....	79
<b>Resultater</b> .....	<b>33</b>	Utredninger og rapporter (vedlegg 2) .....	80
Vitenskapelig kvalitet – publisering .....	35	Prosjektoversikt (vedlegg 3) .....	81
Innovasjon .....	37		
Bidrag til utvikling av næringen .....	39		



## Forord

**NORSK HAVBRUKSNÆRING** har vært i rivende utvikling siden starten rundt 1970. I dag er laks en av Norges viktigste eksportvarer, og det er store forventninger til ytterligere vekst i næringen. I takt med denne utviklingen og de utfordringene som har oppstått underveis – ikke minst dagens utfordringer med lakselus og rømming, har behovet for forskningsbasert kunnskap økt. Det er etablert sterke forskningsmiljøer som i nært samarbeid med næringen har utviklet kunnskap som har bidratt til å løse problemene og legge grunnlag for videre vekst. Dette samarbeidet må videreføres.

Det offentlige har siden starten tatt en stor del av ansvaret for å utvikle kunnskapsgrunnlaget for en sterk norsk havbruksnæring. Samtidig har næringslivet etterspurt kunnskap og har deltatt i kunnskapsproduksjonen både gjennom egen forskning og med betydelig egeninnsats i innovasjons- og kompetanseprosjekter med offentlig støtte.

Det store programmet HAVBRUK – en næring i vekst ble etablert for perioden 2006–2015 som ett av Forskningsrådets sju Store programmer. Programmet har vært Forskningsrådets viktigste virkemiddel for havbruksforskning, med en koordinerende rolle i Forskningsrådets totale havbruksinnsats. Målet med programmet var både å levere kunnskap for å oppnå økonomisk, miljømessig og sosialt bærekraftig vekst i norsk havbruk, og å bidra til at norske forskningsmiljøer utvikler kunnskap på ledende internasjonalt nivå.

På tross av at HAVBRUK har vært et lite «Stort program» med begrensede ressurser, jfr. sluttevalueringen av programmet fra Oxford Research, har det bidratt til den internasjonale kunnskapsproduksjonen med resultater av høy kvalitet. HAVBRUK har en del av æren for at Norge er på topp innenfor forskning på temaet «Fiskeri og havbruk», med både stor påvirkningskraft og sterk spesialisering

på området, slik det ble dokumentert i bibliometri-undersøkelsen fra 2013.

I løpet av årene 2006–2015 har HAVBRUK finansiert havbruksforskning for nesten 1,3 mrd. kroner fordelt på 574 prosjekter! Denne sluttrapporten gir eksempler på resultater fra forskningen og oppsummerer hvordan den er organisert og gjennomført.

Det har vært spennende å følge programmet som medlem av programstyret, og en ære å få lede det i avslutningsfasen. Nå overtar det nye Stort program for havbruksforskning – HAVBRUK2 stafettpinnen. Vi håper det nye programmet finner utgangspunktet gunstig og vil bygge videre på det solide grunnlaget som er lagt gjennom HAVBRUK. Med de store forventningene til framtidig vekst i norsk havbruk, trengs det stadig kunnskap som kan bidra til å sikre og videreutvikle Norges posisjon som verdens ledende sjømatnasjon.



Oslo, januar 2016

*Anna Sonesson*

Anna Sonesson  
programstyreleder

# SAMMENDRAG



**STORT PROGRAM HAVBRUK** – en næring i vekst (HAVBRUK) ble startet i 2006 med en programperiode på 10 år. Hovedmålet har vært å framskaffe kunnskap for å oppnå økonomisk, miljømessig og sosialt bærekraftig vekst i norsk havbruk, og å bidra til at norske forskningsmiljøer utvikler kunnskap på ledende internasjonalt nivå. Programmet har rettet seg mot hele verdikjeden i havbruk fram til markedet for lite bearbejdede produkter, og det har hatt mest innsats på laks, ørret og torsk. Med revidering av programplanen i 2010 ble satsingen på torsk nedtonet, og programmet konsentrerte seg mer om bærekraftig utvikling av lakseproduksjonen. Det er oppnådd betydelige resultater i hele havbruksverdikjeden.

HAVBRUKs samlede budsjett for hele programperioden har vært på 1,36 milliarder kroner, med Fiskeri- og kystdepartementet/Nærings- og fiskeridepartementet som viktigste finansieringskilde. Omtrent 95 prosent av midlene er bevilget ut til prosjekter etter årlige utlysninger.

I programperioden har HAVBRUK støttet 574 prosjekter. Omtrent 70 prosent av innsatsen har vært forskerprosjekter. Næringslivet har bidratt med betydelig egeninnsats som partnere i kompetanseprosjekter for næringslivet og særlig gjennom innovasjonsprosjekt i næringslivet. Flere bedrifter har også deltatt som partnere i forskerprosjekter.

### Innretning og aktivitet

Den tematiske innretningen i programmet ble endret etter midtveisevaluering i 2009. I første halvdel av programperioden var det størst innsats på temaene *frisk fisk og trygg mat*, mens det etter 2010 har vært størst innsats på *bærekraftig sjømat, frisk fisk, miljøvennlig havbruksteknologi og genetikk og avl*. Etter 2010 ble det også lagt større vekt på at havbruksvirksomheten i økende grad påvirkes og påvirkes av andre samfunnsinteresser, og samfunnsvitenskap og humaniora ble styrket i andre del av programperioden.

HAVBRUK har grenseflater mot flere andre programmer i Forskningsrådet og har vært med på mange fellesutlysninger. Slike fellesutlysninger har gitt muligheter til å fange opp viktige problemstillinger som er bredere enn programplanen og

dermed kan være vanskelige å fange opp for ett program alene. Programmet har også hatt et nært samarbeid med Fiskeri- og havbruksnæringsens forskningsfond, og det har vært samarbeid med bl.a. Innovasjon Norge om flere utredninger og arrangementer. HAVBRUK har i hele perioden oppfordret næringen til å bruke SkatteFUNN-ordningen.

Forskerrekruttering har vært et uttalt mål for HAVBRUK. I løpet av programperioden har programmet finansiert 122 doktorgradsstipendiater, og det er foreløpig rapportert inn 80 avlagte doktorgrader. Programmet har også finansiert til sammen 125 postdoktorstipendiater, og det har etablert en egen ordning, Prosjekter for yngre toppforskere i HAVBRUK, for å gi unge, lovende forskere muligheten til å nå internasjonal toppklasse og utvikle seg til gode forskningsledere.

HAVBRUK har også etablert en egen ordning med kunnskapsplattformer på strategisk viktige temaer. Det er satt i gang sju slike store prosjekter der utvalgte forskningsmiljøer får finansiering ett år lenger enn vanlig for å styrke kvaliteten på forskningen innenfor viktige områder for havbruksnærings.

Nesten 70 prosent av alle prosjektene i HAVBRUK har rapportert om internasjonalt samarbeid. Av disse rapporterer 271 prosjekter at de har benyttet prosjektmidler, til sammen 175 mill. kroner, til samarbeid med forskere i 33 land. Programmet har i hele perioden lyst ut egne midler til internasjonal prosjektetableringsstøtte og mobilitetsstipender for å mobilisere til internasjonalt samarbeid.

Programmet har gjennom hele perioden lagt stor vekt på kommunikasjon og formidling av kunnskap. Det har vært viktig for programmet både at forskningsresultatene publiseres internasjonalt, og at resultatene formidles løpende til næring, forvaltning og samfunnet ellers. Programkonferansen HAVBRUK som arrangeres hvert andre år, har vært en viktig møteplass for å presentere og diskutere havbruksforskning i Norge. Programmet har støttet en rekke andre konferanser og møter, og har deltatt på alle Aqua Nor-messer. Resultater fra forskningen er også presentert gjennom et eget nyhetsbrev, programmets hjemmesider, artikler på forskning.no og på arrangementer under Forskningsdagene. >>

## Programmet har innfridd

### Vitenskapelig kvalitet

Programmet ble sluttevaluert av Oxford Research i 2013. Evalueringen konkluderte med at HAVBRUK bidrar til å nå de nasjonale målene for norsk forskning, at forskningen som finansieres av programmet, holder høy kvalitet og er internasjonalt orientert. Det ble også slått fast at den nye kunnskapen i stor grad har nådd ut til næringen og til relevante forskningsmiljøer, selv om de næringsmessige effektene på evalueringstidspunktet var vanskelig å dokumentere fullstendig.

Bibliometriundersøkelsen (2013) viser tydelig at Norge har en sterk og tydelig posisjon internasjonalt på marin forskning. Norge er helt på topp på temaområdet «Fiskeri og havbruk» med både stor påvirkningskraft («scientific impact») og sterk spesialisering på området. Målt i antall publiserte vitenskapelige artikler rangerer Norge på sjuende plass innenfor fiskeri- og havbruksforskning med 4,2 prosent av global artikkelproduksjon. Ifølge Oxford Research har HAVBRUK bidratt betydelig til at Norge har oppnådd denne posisjonen.

### Utvikle forskningsmiljøene

Gjennom hele programperioden har HAVBRUK satset bevisst på å bygge grunnleggende kunnskap i nasjonale kompetansemiljøer. Selv om programmet er næringsrettet, er nesten 80 prosent av midlene disponert til grunnleggende forskning. Oxford Research påpeker i sluttevalueringen at næringen selv

erkjenner at det er et stort behov for grunnleggende forskning på havbruksfeltet.

HAVBRUK har mobilisert forskere både ved universiteter, institutter og i næringslivet. Instituttsektoren har i hele perioden vært den største aktøren med 55 prosent av totale prosjektbevilgninger. Ifølge evalueringen er det prestisjefyllt å få støtte fra programmet, programmet setter agenda for havbruksforskningen og det har en utløsende effekt.

### Innovasjon og næringsutvikling

Totalt i programperioden 2006–2015 har 140 bedrifter vært engasjert i 175 prosjekter i HAVBRUK. Oxford Research henviser til Møreforskningens analyser av innovasjonsprosjektene i HAVBRUK som på lang sikt viser at 60 prosent av prosjektene har ført til kommersialisering fire år etter avslutning.

Norsk havbruk er en ny næring som har utviklet seg fra null i 1970 til en produksjon i 2015 på nesten 1,3 millioner tonn, hvorav over 1,2 millioner tonn er laks. Dette har bidratt til betydelig verdiskaping langs kysten. Den samlede forskningsinnsatsen på hele verdikjeden i HAVBRUK har bidratt til denne utviklingen, for eksempel gjennom kunnskap som ligger til grunn for at produksjonen av laks og ørret i dag er tilnærmet fri for antibiotika, at det er avlet fram en mer robust laks, og at det kan brukes alternativer forråvarer.

Veksten i næringen har også skapt nye utfordringer for både økosystem og kystsamfunn. Disse utfordringene må følges opp i det nye programmet HAVBRUK2 som starter i 2016.



*Det er prestisjefyllt å få støtte fra HAVBRUK, programmet setter agenda for havbruksforskningen og har en utløsende effekt.*




# HAVBRUK – ET SATSINGS- OMRÅDE FOR NORGE



**HAVBRUKSFORSKNING** har vært organisert i egne programmer siden det første *Frisk fisk*-programmet ble etablert i Norges fiskeriforskningsråd i 1983. Da Norges forskningsråd ble etablert i 1993, var sju programmer viet havbruksforskning. I 2000 ble det meste av aktiviteten samlet i ett program, HAVBRUK – Produksjon av akvatiske organismer (2000–2005).

Store programmer<sup>1</sup> ble etablert som virkemiddel i 2004, og havbruk ble valgt som ett av sju nasjonale satsingsområder. I den forbindelse ble det gjennomført foresight-analyser for å beskrive ulike scenarier og mulig utvikling på disse satsingsområdene. Viktige perspektiver fra denne analysen ble lagt til grunn for den første programplanen for det store programmet HAVBRUK – en næring i vekst.

Stort program **HAVBRUK – en næring i vekst** (HAVBRUK) startet i 2006 med en programperiode på 10 år.

 **HAVBRUK bidrar til å nå de nasjonale målene for norsk forskning, og forskningen som finansieres av programmet, holder høy kvalitet og er internasjonalt orientert.**

<sup>1</sup> Store program: Bredt anlagt forskningsprogram med betydelig årlige budsjett for sentrale tematiske og strukturelle utfordringer. Normalt skal programmet omfatte grunnleggende forskning, anvendt forskning og innovasjon.

Programplanen som gjaldt fra oppstart og til 2010, inneholdt til sammen 12 forskningsområder innenfor følgende definerte målområder:

- > Lønnsomhet og verdiskapning i næringen
- > Bærekraft, dyrevelferd, miljø og trygg mat
- > Kunnskapsoppbygging i forskning, næring og forvaltning

I denne fasen ble det prioritert å bygge opp grunnleggende kunnskap for å utvikle havbruksnæringen, og det ble jobbet for å frambringe kunnskap som trengtes for å kommersialisere én ny art (torsk).

I den reviderte programplanen er innretningen endret med mindre vekt på nye arter og større oppmerksomhet om bærekraft i lakseproduksjonen. I tillegg har samfunnsfaglige problemstillinger fått stadig mer oppmerksomhet i siste halvdel av perioden. Målformuleringene s. 9 gjelder revidert programplan.

## Evaluering og utvikling av programplanen

HAVBRUK er blitt evaluert to ganger i løpet av programperioden 2006–2015. Programmet ble først evaluert i forbindelse med Forskningsrådets midtveiseevaluering av Store programmer, og i 2013 ble det gjennomført en egen sluttevaluering før overgang til nytt program. Evalueringene har gitt nyttige innspill til innretning og prioritering av arbeidet i programmet og for videre satsing på havbruksforskning i Norge.

### Midtveiseevaluering av Store programmer (2009) – SATS på forandring

Et skandinavisk ekspertpanel på sju personer ble i september 2008 oppnevnt av Norges forskningsråd til å foreta en midtveiseevaluering av virkemidlet Store programmer. Panelet tok utgangspunkt i programmenes intensjoner ved oppstart, programmenes utvikling, hvordan de bidro til å behandle nasjonale strategiske prioriteringer. Det skulle også se på forholdet mellom Store programmer og styringssystemet i Forskningsrådet. Panelet leverte sin vurdering i 2009.

# »» VISJON: Norge – verdens fremste havbruksnasjon

## HOVEDMÅL



- > Framskaffe kunnskap for å oppnå økonomisk, miljømessig og sosialt bærekraftig vekst i norsk havbruk
- > Norske forskningsmiljøer utvikler kunnskap på ledende internasjonalt nivå

## DELMÅL



- Gjennom grunnleggende og anvendt forskning skal programmet bidra til ny kunnskap og innovasjon slik at:
- > norsk havbruk er miljømessig bærekraftig og fremmer velfungerende kystsamfunn
  - > norsk oppdrettsfisk er frisk og er produsert innenfor høyeste krav til dyrevelferd
  - > fôr og fôrråstoff i norsk havbruk hentes fra bærekraftige kilder og gir sunn og trygg sjømat
  - > norsk havbruk omfatter et mangfold av arter
  - > norsk havbruk er verdensledende innenfor utvikling og bruk av miljøvennlig teknologi
  - > norsk oppdrettsfisk er robust og tolerant for endringer i miljø- og produksjonsforhold

## INNRETNING



- > Programmer retter seg mot hele verdikjeden i havbruk fram til markedet for lite bearbejdede produkter
- > Hovedvekt på laks og ørret
- > Torsk prioritert blant andre arter

## MÅLGRUPPER



- > Havbruksnæringen, inkludert leverandørnæringer, kundegrupper og andre interessenter
- > Forskningsmiljøer i Norge
- > Offentlige myndigheter, gjennom sitt ansvar for å forvalte ressursene og legge til rette for næringsutvikling
- > Utdanningsmiljøer som driver forskningsbasert undervisning rettet mot havbrukssektoren



Evalueringen etterlyste mer samfunnsvitenskap og humaniora, og bedre integrering av disse fagområdene både i HAVBRUK og de andre programmene. Ekspertpanelet anbefalte at det ble stilt tydelige krav om dette i programmenes videre arbeid, og at det ble gjenspeilt i sammensetningen av programstyrer og i valg av fageksperter (paneler) som behandler søknader.

### Justert programplan (2010)

I etterkant av midtveisevalueringen ble programplanen for HAVBRUK justert. I den justerte programplanen ble det lagt vekt på at havbruksvirksomheten i økende grad påvirker og påvirkes av andre samfunnsinteresser. Konkurransen om de beste arealene i kystsonen skjerpes på grunn av interessekonflikter mellom en voksende havbruksnæring og økende interesse fra andre brukergrupper om de samme områdene. Samfunnsmessig bærekraftig vekst i havbruk må baseres på samfunnsvitenskapelig kunnskap, slik midtveisevalueringen anbefalte. Samfunnsvitenskap og humaniora ble derfor styrket i den justerte programplanen.

For perioden 2011–2015 ble følgende temaer prioritert:

- > Bærekraftig sjømatproduksjon
- > Frisk fisk
- > Framtidens fôr
- > Andre oppdrettsarter
- > Miljøvennlig havbruksteknologi
- > Genetikk og avl

Samfunnsvitenskapelig forskning, forskning for nordområdene, forskning om klimaeffekter og forskning om utnyttelse av genomiske data ble ikke formulert som egne

temaer, men skulle ses i et vidt perspektiv og integreres i de prioriterte temaene.

### Sluttevaluering (2013)


På oppdrag fra Norges forskningsråd evaluerte Oxford Research HAVBRUK – en næring i vekst i 2013. I evalueringen ble alle aspekter av programmet vurdert; fra forskningsresultater og effekter, til organisering, styring og virkemiddelbruk. Evalueringsrapporten *Fast i fisken* ble levert i november 2013.

Evalueringen konkluderte med at HAVBRUK bidrar til å nå de nasjonale målene for norsk forskning, at forskningen som finansieres av programmet, holder høy kvalitet og er internasjonalt orientert. De næringsmessige effektene var på evalueringstidspunktet vanskelige å dokumentere fullstendig, men den nye kunnskapen har i stor grad nådd ut til næringen og til relevante forskningsmiljøer.

Evalueringen pekte blant annet på behovet for bedre forutsigbarhet for forskningsmiljøene, bedre sikkerhet for at de virkelige gode ideene når igjennom i kampen om økonomisk støtte, og at forvaltningens behov for kunnskap må identifiseres. Det ble også anbefalt at programmet rendyrket forskningsprofilen for å tydeliggjøre arbeidsdelingen mot Fiskeri- og havbruksnæringens Forskningsfond (FHF).

### Programstyret

Programmet har hatt tre programstyrer i løpet av perioden 2006–2015, alle med representasjon fra både forskning, næring og forvaltning. Sammensetning av programstyrene er vist i vedlegg 1.

 Den nye kunnskapen har i stor grad nådd ut til næringen og til relevante forskningsmiljøer.

# ØKONOMI



**DET HAR VÆRT EN SVAK VEKST** i programmets budsjett fra starten i 2006 til siste budsjettår 2015. **Figur 1.** viser utviklingen i programperioden.

*HAVBRUK – en næring i vekst* har vært finansiert fra flere departementer. Nærings- og fiskeridepartementet (tidligere Fiskeri- og kystdepartementet) som er forvaltningsansvarlig for havbruksnæringen, har bidratt mest. Som Stort program har HAVBRUK gjennom hele perioden også hatt fast finansiering fra Fondet for forskning og nyskaping/Kunnskapsdeparte-

mentet. Midlene fra Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) er medfinansiering av spesifikke enkeltprosjekter i HAVBRUK.

Næringslivet har bidratt med betydelig egeninnsats i innovasjons- og kompetanseprosjekter. Dette tilsvarer minst 50 prosent av kostnadene i innovasjonsprosjekter i næringslivet (tidl. brukerstyrte innovasjonsprosjekter) og kontantfinansiering på minst 20 prosent av kostnadene i kompetanseprosjekt i næringslivet. Til sammen utgjør dette minimum 200 millioner kroner.

**Figur 1. Budsjett for HAVBRUK, 2006–2015**

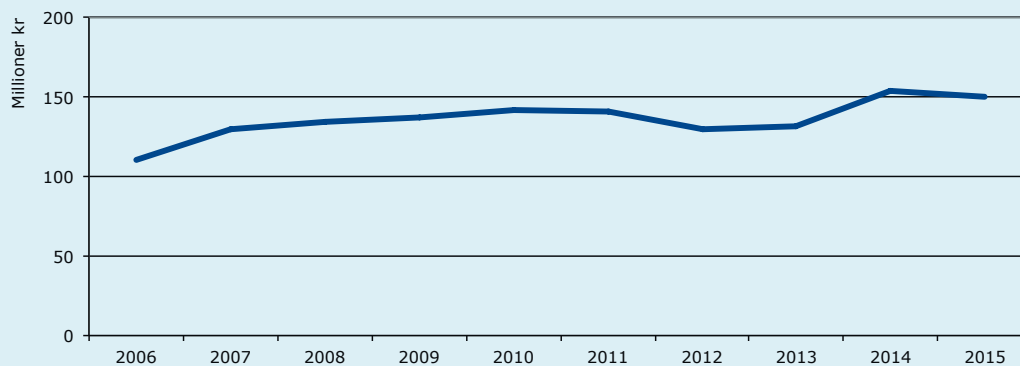




FOTO: ANNE DITLEFSEN

**TABELL 1. REVIDERT BUDSJETT I PROGRAMTIDEN, MILL. KRONER**

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Revidert budsjett	110	130	135	137	142	141	129	131	154	151
Nærings- og fiskeri- departementet	76	96	97	97	103	103	99	101	121	130
Landbruks- og mat- departementet	2	2	2	2	2					
Olje- og energi- departementet <sup>2</sup>									6	
Fondet for forskning og nyskaping/KD	20	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Medfinansiering fra FHF	12	14	16	19	18	19	12	12	8	2

<sup>2</sup> Midler øremerket til prosjektet «Algepilot» på Mongstad, dvs. etablering av et pilotanlegg som skal bruke CO<sub>2</sub> for produksjon av alger til fiskefôr i regi av Universitetet i Bergen.



# AKTIVITETER I PROGRAM- PERIODEN





**SOM STORT PROGRAM** har HAVBRUK hatt hovedinnretning mot grunnleggende forskning, selv om det er et næringsrettet program. Omtrent 70 prosent av innsatsen har vært forskerprosjekter, men næringslivet har vært engasjert som partnere i kompetanseprosjekter for næringslivet og særlig gjennom innovasjonsprosjekt i næringslivet (tidligere brukerstyrt innovasjonsprosjekt). Flere forskerprosjekter har også hatt med bedrifter som partnere.

I andre del av programperioden ble det lagt større vekt på at havbruksvirksomheten i økende grad påvirker og påvirkes av andre samfunnsinteresser, og at vekst i havbruk også må baseres på samfunnsvitenskapelig kunnskap. Samfunnsvitenskap og humaniora ble derfor styrket i den justerte programplanen.

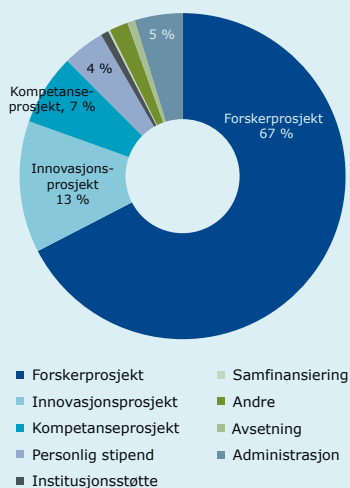
Alle prosjekter bevilget i 2010 og senere er løpende gruppert etter de prioriterte temaene i den justerte programplanen.

### Forskningsmessig og tematisk innretning

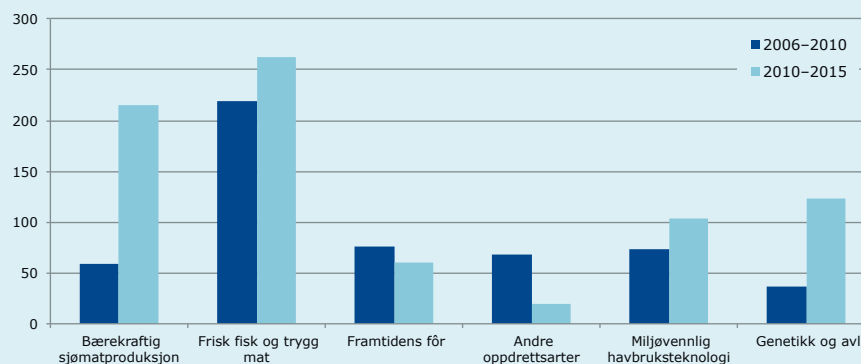
HAVBRUKs samlede budsjett for hele programperioden har vært på 1,36 milliarder kroner. Omtrent 95 prosent av midlene er bevilget ut til 574 prosjekter etter årlige utlysninger. Resten er administrasjon og avsetning, dvs. midler som ennå ikke er tatt i bruk.

**Figur 2** viser hvordan totalbudsjettet i programperioden er fordelt på prosjekttypene *Prosjektstøtte* som inkluderer *forskerprosjekter, kompetanseprosjekter og innovasjonsprosjekter, Personlige* >>

**Figur 2. Totalbudsjett fordelt på prosjekttypene. Prosjektstøtte er fordelt på søknadstypene Forskerprosjekt, Innovasjonsprosjekt og Kompetanseprosjekt.**



**Figur 3. Bevilgninger (mill. kr) fordelt etter tema, totalt for periodene 2006–2010 og 2010–2015**



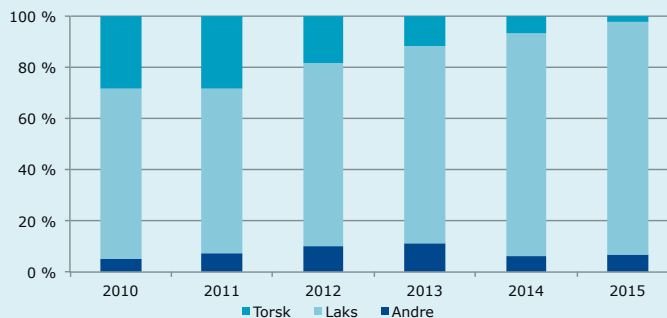
stipend – doktorgrads- og postdoktorstipend, utenlandsstipend og gjesteforskerstipend, Institusjonsstøtte (institusjonsforankret strategisk prosjekt), Andre prosjekter i tillegg til Administrasjon og Avsetning. Som Stort program har HAVBRUK brukt alle søknadstyper, men omtrent to tredeler av midlene er disponert til forskerprosjekter.

Figur 3 viser den tematiske innretningen i programmet i første og andre del av programperioden. Bevilgningene for perioden 2006–2010 er i etterkant gruppert etter temaene i den reviderte programplanen (basert på manuell gjennomgang av prosjektene). Siden hvert enkelt prosjekt kan være registrert på flere temaer, er det noe overlapp og tallene må ikke summeres.

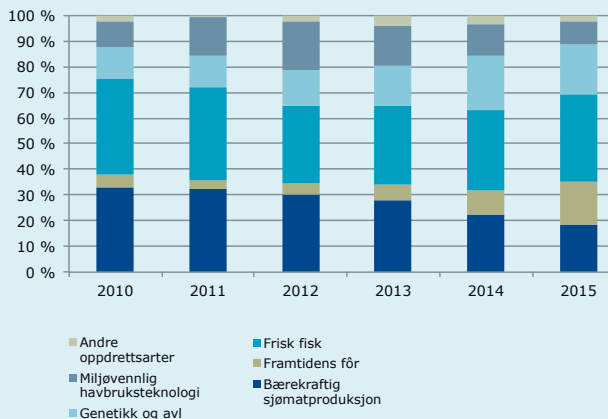
I første halvdel av programperioden var størst innsats på temaet *Frisk fisk og trygg mat*. Den justerte programplanen var styrende for bevilgningene fra 2010 og endret programrets profil. I perioden 2010–2015 var det størst innsats på *bærekraftig sjømat, frisk fisk, miljøvennlig havbruksteknologi og genetikk og avl* (noe dobbeltmerking med frisk fisk). Denne omprioriteringen hadde imidlertid ikke så stor betydning for programmets samlede profil siden nær 80 prosent av bevilgningene allerede var disponert (inngåtte forpliktelser).

Laks har vært den dominerende arten i hele programperioden. Det var stor innsats på torsk i første del av perioden, men fra 2010 er satsingen redusert betydelig.

Figur 4. Bevilgninger per år (%) fordelt etter art, 2010–2015



Figur 5. Bevilgninger per år (%) fordelt etter tema, 2010–2015



For hele perioden 2006–2015 har 30 prosent av programmets bevilgninger vært relevant for torsk.

**Figur 4** viser fordeling av innsatsen på laks, torsk og andre arter i perioden 2010–2015. Andre arter inkluderer rensefisk som etter hvert fikk stor oppmerksomhet.

**Figur 5** viser at det i de første årene etter 2010 ble lyst ut midler til alle temaene, selv om det ble bevilget mest til *Frisk fisk* og *Bærekraftig sjømatproduksjon*. De siste årene har *Genetikk og avl* og *Framtidens fôr* fått større andel av bevilgningene, mens *Bærekraftig sjømatproduksjon* og *Miljøvennlig havbruks-teknologi* er blitt redusert.

**Figur 6** viser andelen av budsjettet som er gått til samfunnsvitenskapelig forskning.

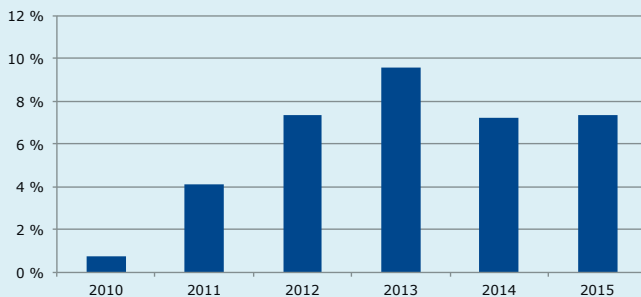
Etter 2010 har programmet lyst ut midler til rene samfunnsvitenskapelige prosjekter hvert år. Flere samfunnsvitenskapelige miljøer har etter hvert kommet på banen og har søkt på programmets samfunnsvitenskapelige utlysninger.

## Samarbeid

Selv om HAVBRUK har vært bredt anlagt innenfor sin sektor, er det områder som krever samarbeid med andre, både internt i Forskningsrådet og eksternt.



**Figur 6. Andel samfunnsvitenskapelig forskning (%), 2010–2015**



### Andre programmer i Forskningsrådet

HAVBRUK har grenseflater mot flere andre programmer i Forskningsrådet og har vært med på mange fellesutlysninger. Slike fellesutlysninger har gitt muligheter til å fange opp viktige problemstillinger som er bredere enn programplanen og dermed kan være vanskelige å fange opp for et program alene, se oversikt i **tabell 2**.

### Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF)

HAVBRUK har hatt et utstrakt samarbeid med FHF i hele programperioden. FHF har hatt fast observatør i programstyret for å sikre god samordning og hindre overlapp. I begynnelsen var

samarbeidet preget av at FHF medfinansierte noen prosjekter. De siste årene er det blitt mer vanlig med fellesutlysninger, eller at FHF finansierer egne prosjekter i forlengelse eller i tillegg til prosjekter i HAVBRUK (dvs. utvidelse) der det er nyttig for havbruksnæringen.

### Innovasjon Norge

Innovasjon Norge hadde fast observatørplass i programstyret fram til høsten 2011. HAVBRUK har også samarbeidet med Innovasjon Norge i forbindelse med stand og arrangementer på Aqua Nor-messen, og i diverse utredninger og framtidssanalyser (se vedlegg 2).

**TABELL 2. OVERSIKT OVER FELLESENTLYSNINGER HAVBRUK HAR VÆRT MED PÅ**

År	Type utlysning	Samarbeidspartner	Avsatte midler
2007	Vaksiner for fisk og dyr – samarbeid med India	Matprogrammet	20 mill. kroner
2007	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	NANOMAT	15 mill. kroner <sup>3</sup>
2008	Arealbruk i kystsonen	FHF, AREAL og HAVKYST	18 mill. kroner
2012	Innovative FoU-prosjekter basert på laksens genomsekvens	BIOTEK2021	40 mill. kroner
2011	Genetiske interaksjoner mellom rømt oppdrettslaks og villaks	MILJØ2015	20 mill. kroner
2014	Fremtidens EPA- og DHA-kilder til fiskefôr.	FHF	23 mill. kroner
2014	Satsing på leverandørindustrien til havbruk	MAROFF	26 mill. kroner
2014	Nytt fôr til laks	BIOTEK2021	35 mill. kroner
2014	Fremtidens EPA- og DHA-kilder til fiskefôr	FHF	8 mill. kroner
2015	Arealforvaltning i kystsonen	MARINFORSK, MILJØ-FORSK, BIONÆR, KLIMAFORSK	45 mill. kroner
2015	Innovasjonsprosjekter for leverandørindustrien til havbruk	MAROFF	24 mill. kroner
2015	Økologiske effekter av genetisk påvirkning av oppdrettslaks på villaks	MILJØFORSK	20 mill. kroner

<sup>3</sup> Det kom ingen søknader til denne utlysningen, og det ble dermed heller ikke delt ut midler.

### SkatteFUNN

HAVBRUK har i hele perioden oppfordret næringen til å bruke SkatteFUNN-ordningen. Søknader om brukerstyrte prosjekter/ innovasjonsprosjekter til HAVBRUK ble lenge innvilget støtte tilsvarende ca. 30 prosent av prosjektkostnadene for at bedriftene skal kunne utnytte annen offentlig finansiering innenfor statsstøtteregulverket, for eksempel SkatteFUNN. Programmets midler til brukerstyrte innovasjonsprosjekter kunne dermed utnyttes bedre.

De siste årene har HAVBRUK finansiert opp til 50 prosent av kostnadene i innovasjonsprosjekter i næringslivet.

### Kompetansebygging

Forskerrekruttering har vært et uttalt mål for HAVBRUK i hele programperioden. **Tabell 3** gir en oversikt over programmets finansiering av doktorgrads- og postdoktorstipendiater i årene 2006–2015. I tillegg har programmet etablert en egen ordning for å utvikle «yngre toppforskere i havbruk». Tabellen inkluderer stipendiater som avslutter arbeidet innenfor programperioden, og de som er startet opp i HAVBRUK, men som avslutter i HAVBRUK2.

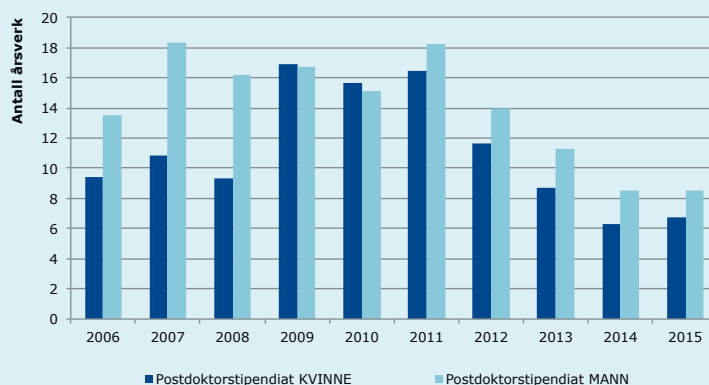
I perioden 2006–2014<sup>4</sup> har 37 kvinner og 43 menn fullført sin doktorgradsutdanning, dvs. det er avlagt til sammen 80



**TABELL 3. TOTALT ANTALL STIPENDIATER I HAVBRUK, 2006–2015**

	Antall menn	Antall kvinner
Dr.grad	58	64
Post.doc.	67	58
Toppforsk	4	4

**Figur 7. Postdoktorstipendiater (årsverk) i HAVBRUK fordelt på kjønn og år**



<sup>4</sup> Doktorgrader avlagt i 2015 blir ikke rapportert inn før i slutten av april 2016.

doktorgrader som er helt eller delvis finansiert av HAVBRUK. Kvinneandelen er høy både blant doktorgrads- og postdoktorstipendiatene. Den har i hele perioden ligget over Forskningsrådets generelle mål om 40 prosent kvinneandel i rekrutteringsstillinger.

De aller fleste doktorgradsstipendiatene i HAVBRUK har vært tilknyttet et prosjekt med finansiering i programmet. Det er ikke lyst ut personlige doktorgradsstipend i programperioden siden forskningsinstitusjonene i dag har etablerte miljøer innenfor havbruksforskning og selv tar ansvaret for doktorgradsutdanningen.

**Figur 7** viser utviklingen i antall årsverk postdoktorstipendiater i programmet, både de som er tilknyttet prosjekter og personlige postdoktorstipendiater.

Nedgangen i antall årsverk henger sammen med nedtrappingen av prosjekttildeling mot slutten av programperioden, og dermed færre stipendiater tilknyttet prosjekt.

For å motvirke dette, har programmet siden 2012 lyst ut midler til personlige postdoktorstipender. Til sammen er det innvilget 16 postdoktorstipender for årene 2013, 2014 og 2015.

### Stipendiatsamling

HAVBRUK har de senere årene invitert programmets stipendiater til samlinger i forbindelse med et programstyremøte. Hensikten med samlingen har både vært å følge opp stipendiatene litt tettere, og å gi dem en arena for å treffe andre stipendiater innenfor havbruksfeltet. Samlingene ble holdt høsten 2012 og november 2014.

## Eksempel fra nyhetsbrevet Nytt fra HAVBRUK

### FRAMTIDENS HAVBRUKSFORSKERE (desember 2014)

*Det var stor tematisk bredde i presentasjonene da 10 av doktorgradsstipendiatene i HAVBRUK møtte programstyret.*

Den tematiske bredden spente fra forståelse av virussykdom og vaksineutvikling, via næringsbehov, merdteknologi og midler mot lakselus, til økonomiske analyser og hvordan næringens omdømme påvirkes av rykter. Ti av programmets i alt 13 stipendiater deltok i november på en stipendiatsamling der de presenterte prosjektet sitt for programstyret og administrasjonen i Forskningsrådet.

#### Jobbmuligheter

Programstyret var imponert over det faglige nivået på

presentasjonene. Stipendiatene har gjennom prosjektene skaffet seg solid kunnskap som bør komme næringen til nytte. Flere av dem ønsker da også å jobbe i næringen etter at de har avlagt doktorgraden.

– Bli kjent med næringen, skaff dere erfaring fra praktisk drift og delta i fora der dere kan vise bedriftene hva dere kan, var det klare rådet fra programstyret til dem som ytret bekymring for fremtidige jobbmuligheter.

– Næringen trenger folk som dere med kompetanse til å overføre forskningsbasert kunnskap til praksis på anleggene, poengterte programstyret.

### Toppforskere

For å styrke rekrutteringen av unge forskere har HAVBRUK etablert en egen ordning, Prosjekt for yngre toppforskere i HAVBRUK (TOPPFORSK). Målet med ordningen er å gi yngre, lovende forskere muligheten til å nå internasjonal toppklasse og utvikle seg til gode forskningsledere.

Toppforskerne ble valgt ut på bakgrunn av sine faglige kvalifikasjoner og potensial for å nå internasjonalt toppnivå. I tillegg til forskningsprosjektets kvalitet ble det i søknadsvurderingen lagt vekt på forskningens nytte og relevans. Alle toppforskerne må ha avlagt doktorgrad i løpet av de siste seks årene og må kunne dokumentere en solid vitenskapelig produksjon.

Gjennom ordningen TOPPFORSK er det vært tildelt prosjektstøtte på 8–10 millioner kroner over en fireårsperiode. I



De fem første toppforskerne i HAVBRUK, fra venstre: Jorge Fernandes, Marit Seppola, Ernst Hevrøy, Mari Moren og Finn-Arne Weltzien. Foto: Torkil Marsdal Hanssen

perioden 2008–2015 har Havbruksprogrammet investert 58 millioner kroner i åtte forskere.



### Postdoktor

Noen vil også gjerne fortsette som forskere. De siste årene har havbruksprogrammet utlyst postdoktorstipendiater som en mulighet for å videreutdanne forskere etter avlagt doktorgrad. I 2014 er det 27 forskere på post.doc.-stipend i programmet. Fem av femten søknader om nye postdoktorstipender er akkurat innvilget for start i 2015.

Havbruksprogrammets stipendiater 2014. Fra venstre: Florian Sambraus, Marta Bou, Marit Schei Olsen, Synne Marte Andersen, Frida Laursen, Ida Marlen Strand (helt bakerst), Hilde Ness Sandvold, Kari Olli Helgesen, Morten Lund og Hanne Haatveit. Foto: Torkil Marsdal Hanssen



## Status toppforskere

### AVSLUTTEDE PROSJEKTER:

*Finn-Arne Weltzien, Norges Veterinærhøgskole, prosjekt nr. 184851*

Forsket på de såkalte gonadotrope cellene i hypofysen som produserer nøkkelhormonene follikelstimulerende hormon (FSH) og luteiniserende hormon (LH). Prosjektet har gitt verdifull grunnleggende kunnskap om de basale mekanismene som leder til pubertet og kjønnsmodning hos fisk. Prosjektet ble avsluttet i 2015.

*Mari Moren, NIFES, prosjekt nr. 185177*

Forsket på førets innvirkning på beinutvikling hos torsk. Studiene har gitt et sett med indikatorer for å vurdere beinhele i torskelarver og har vist at omega-6-fettsyrer og vitamin A virker sammen på beindannelsen hos fisk. Prosjektet ble avsluttet i 2015.

*Jorge Fernandes, Universitetet i Nordland, prosjekt nr. 190350*

Forsket på hvordan lys og tidlig kjønnsmodning virker inn på muskelutvikling hos torsk. I prosjektet er det avdekket sammenhenger mellom transkripsjonsnettverk som regulerer vekst, og hvordan dette påvirkes av lysperiode og kjønnsmodning. Prosjektet ble avsluttet i 2015.

*Marit Seppola, NOFIMA/Universitetet i Tromsø, prosjekt nr. 199672*

Forsket på immunforsvaret hos torsk infisert med *Francisella piscicida*. Prosjektet har gitt økt kunnskap om hvordan bakterien oppfører seg intracellulært i torsken og hvordan torskens unike immunforsvar responderer. Dette har betydning for utvikling av beskyttelse mot sykdommen francisellose. Prosjektet ble avsluttet i 2015.

*Ernst Hevrøy, NIFES, prosjekt nr. 199683*

Forsket på hva som skjer fysiologisk med laksen når temperaturen øker. Prosjektet har vist at overlevelsesnivåen er ulik hos stor og liten laks. Prosjektet har også bidratt til en bedre forståelse av hva som styrer appetitt og vekst hos laks, og til å skjønne interaksjoner mellom vitaminer og temperatur. Prosjektet ble avsluttet i 2015.

### PÅGÅENDE PROSJEKTER:

*Sonal Patel, Havforskningsinstituttet, prosjekt nr. 224885*

Forsker på immunfunksjoner hos laks med fokus på virusinfeksjoner, smittespredning, immunrespons. Denne kunnskapen vil bidra i arbeidet med utvikling av virusvaksiner ved at prosjektet avdekker grunnleggende mekanismer rundt effekten av vaksiner mot virussykdommer. Prosjektet ble satt i gang i 2013 og er ikke avsluttet.

*Gyri Teien Haugland, Universitetet i Bergen, prosjekt nr. 244148*

Forsker på rognkjeks-immunitet, sykdom og helse, med vekt på rognkjeksens immunsystem, dens infeksjoner og forebyggende helsetiltak. Denne kunnskapen vil danne grunnlag for å utvikle effektive immunprofylaktiske tiltak som immunstimulering og vaksiner, og vil dermed kunne bidra til frisk fisk og økt bruk av rognkjeks som rensefisk i fiskeoppdrettsnæringen. Prosjektet ble satt i gang i 2015.

*Simen Rød Sandve, NMBU, prosjekt nr. 244164*

Forsker på integrering av genominformasjon og systembiologi for å øke syntese, transport og filetdeponering av EPA/DHA i Atlantisk laks. Utgangspunktet for arbeidet er å finne metoder for å øke omega-3-innholdet i laks som spiser bærekraftig fôr. Prosjektet ble satt i gang i 2015.



## Kunnskapsplattformer

HAVBRUK har også etablert en egen ordning med kunnskapsplattformer på strategisk viktige områder. Dette er store prosjekter der utvalgte forskningsmiljøer får finansiering ett år lenger enn vanlig som et bidrag til å styrke kvaliteten på forskningen. Målet er at kunnskapsplattformene skal innta en nasjonal lederposisjon innenfor sitt område og trekke andre miljøer med seg.

I løpet av programperioden er det finansiert sju kunnskapsplattformer som alle samler ledende norske forskningsinstitusjonene på fagfeltet.

### Oversikt over kunnskapsplattformer

> *New marine feed resources. The building of a consortium towards exploitation of unutilised marine resources for diets to farmed fish*

**Prosjektperiode:** 2006–2010, prosjekt nr. [172641](#)

**Prosjektleder:** Rolf Erik Olsen, Havforskningsinstituttet  
**Samarbeidspartnere:** Nofima (Bergen), NIFES, NTNU, Universitetet i Bergen (histologi) og Universitetet i Tromsø (mikrobiologi), Institute of Aquaculture (University of Stirling) og The National Research Council of Canada i Halifax.

**Finansiering fra HAVBRUK:** 12,1 mill. kr

Plattformen *Nye marine fôrressurser* undersøkte hvor egnet ressurser fra lavere trofiske nivå, spesielt *Calanus*, er som fôr til oppdrettsfisk. Resultatene viste bl.a. at mel av både *Calanus* og krill er velegnet som alternativ til fiskemel i fôr til både laks, torsk og kveite. Resultatene er videreført i Innovasjonsprosjekter i næringslivet, og krillmel anvendes i dag i laksefôr.

> *Skeletal malformations in farmed salmon and cod: a functional approach to determine causalities and mechanisms*

**Prosjektperiode:** 2006–2010, prosjekt nr. [172483](#)

**Prosjektleder:** Grete Bæverfjord, Nofima

**Samarbeidspartnere:** Havforskningsinstituttet, NIFES, Universitetet i Bergen

**Finansiering fra HAVBRUK:** 16 mill. kr

Kunnskapsplattformen *Skjelettdeformiteter* favnet vidt, med

vekt på grunnleggende mekanismestudier. To doktorgradsstipendiater og tre postdoc.-stipendiater ble finansiert som en del av plattformen. Prosjektet konkluderer med at både torsk og laks bør få en roligere start på livet enn det som til da var vanlig. Forskernes rådet oppdretterne til ikke å presse oppdrettsfisk for mye på yngelstadiet, og de store lakseselskapene implementerte rådene og bidro til en god utvikling. Det ble bl.a. gitt temperaturanbefalinger for laks og rogn, og anbefalinger om startfôring og lysstyring. For torsk ble det utarbeidet en optimalisert protokoll for produksjon av torsk.

> *Securing fish-farming technology and operations to reduce escapes (SECURE)*

**Prosjektperiode:** 2008–2011, prosjekt nr. [184974](#)

**Prosjektleder:** Østen Jensen, SINTEF Fiskeri- og havbruk  
**Samarbeidspartnere:** Nofima, NINA, SIMLab (NTNU), CeSOS (NTNU), University of New Hampshire, United States Naval Academy

**Finansiering fra HAVBRUK:** 13,5 mill. kr

Kunnskapsplattformen SECURE hadde som hovedmål å løse problemer som er kritiske for å bekjempe rømming av oppdrettsfisk på grunn av utstyrsvikt, ved operasjon av havbruksanlegg og i interaksjon mellom fisk og oppdrettsanlegg. Forskningen viste blant annet at tre av fire oppdrettslakser som rømmer, stikker av på grunn av utstyrsfeil eller menneskelig svikt og at to av tre rømmingstilfeller skyldes hull i not. SECURE har dokumentert en rekke faktorer som er viktige for å unngå gnag-problemer, og har gitt innspill til utforming av forskrift som legger til grunn for anleggssertifikat som skal sikre at komponentene passer sammen. Påbudt for alle norske anlegg fra 1. januar 2013.

Se nyhetssak: [Utstyrsfeil største årsak til rømming](#)

> *Plattform for Viral Aquamedicine*

**Prosjektperiode:** 2008–2013, prosjekt nr. [185217](#)

**Prosjektleder:** Siri Mjaaland, Veterinærinstituttet

**Samarbeidspartnere:** Folkehelseinstituttet, Universitetet i Oslo, Universitetet i Tromsø

**Finansiering fra HAVBRUK:** 10 mill. kr, fra FHF: 6 mill. kr

Utgangspunktet var store utbrudd av virusykdommer i oppdrettsnæringen, og lite effektive eller manglende vaksiner. >>

Arbeidet var konsentrert om laks som vert for virusene ILAV og IPNV. Det ble arbeidet med påvisning av B-celler som produserer antistoff og T-celler som dreper virus. Prosjektet omfattet også komparativ forskning der det ble funnet at ILA-viruset og influensavirus hos menneske er i samme familie. Forskerne har delvis avslørt hvordan ILA- og IPN-virus lurer laksens immunforsvar. Effektive virusvaksiner er nå innen rekkevidde. Se nyhetssak: [Avslører virusenes hemmeligheter](#).

> *PrevenT – Salmon Louse prevention and treatment*

**Prosjektperiode:** 2010–2015, prosjekt nr. [199778](#)

**Prosjektleder:** Ole Torrissen, Havforskningsinstituttet

**Samarbeidspartnere:** Universitetet i Bergen, Norges veterinærhøgskole, Veterinærinstituttet, Norsk Regnesentral, NINA (Norsk institutt for naturforskning) og CIGENE (Universitetet for miljø- og biovitenskap)

**Finansiering fra HAVBRUK:** 18 mill. kr, fra FHF: 8 mill. kr  
Kunnskapsplattformen PrevenT har kartlagt spredning og resistensutvikling hos lakselus og utvikler nye metoder for påvisning av og behandling mot parasitten. Arbeidet omfattet bekjempelse av lakselus innenfor epidemiologi, genetik og genomkartlegging, resistens og vaksineutvikling. Se nyhetssaker: [PrevenT på intens kunnskapsjakt](#) og [Har avslørt resistens mot alle bad](#).

> *CODE – Torskens utvikling*

**Prosjektperiode:** 2010–2014, prosjekt nr. [199482](#)

**Prosjektleder:** Ivar Rønnestad, Universitetet i Bergen, Institutt for biologi

**Samarbeidspartnere:** NIFES, Havforskningsinstituttet, Nofima, SINTEF, NTNU, Universitetet i Nordland, Universitetet i Tromsø og UNI Environment

**Finansiering fra HAVBRUK:** 21 mill. kr  
Kunnskapsplattformen CODE samlet ni norske og flere internasjonale universiteter og forskningsinstitusjoner i studier av torsk for å få en dypere forståelse av utviklingsprosessene og hvordan de påvirkes av miljøfaktorer (ernæring og temperatur). En viktig del av arbeidet besto i å identifisere mekanismene som forklarer forskjeller i larvekvalitet og utvikling. Se nyhetssaker: [Viktig å forske på torsk nå](#) (s. 58) og [Åpner flaskehalsen i torskeoppdrett](#).

> *QuantEscape – Kvantifisering av genetiske effekter av rømt oppdrettslaks på ville laksebestander*

**Prosjektperiode:** 2012–2016, prosjekt nr. [216105](#)

**Prosjektleder:** Kjetil Hindar, NINA

**Samarbeidspartnere:** Havforskningsinstituttet, Nofima og CIGENE

**Finansiering fra HAVBRUK:** 20 mill. kr

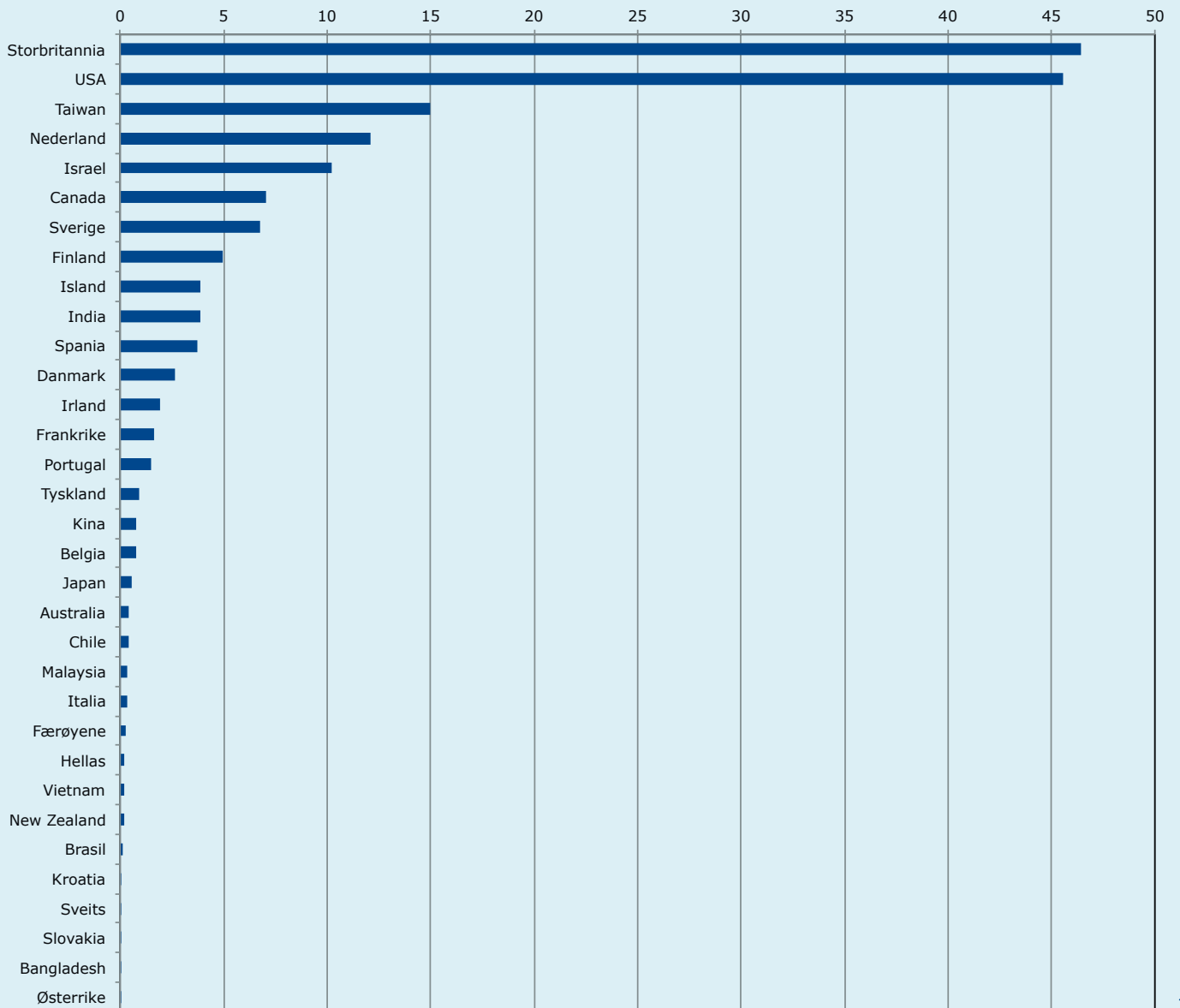
Kunnskapsplattformen QuantEscape skulle dokumentere hvordan rømt oppdrettslaks påvirker villaks og ble etablert etter initiativ fra HAVBRUK i samarbeid med MILJØ2015. Forskingen ble organisert som en plattform med bred tilnærming til utfordringen med overføring av gener mellom tamme og ville laksestammer. Målet var å få ny og viktig kunnskap som grunnlag for både forvaltning, oppdrettsnæring og villaksnæring. Plattformen har dokumentert at det foregår en genetisk innblanding fra oppdrettslaks til villaks. Effektene av slik innblanding følges opp i en ny plattform som starter i 2016. Se nyhetssaker: [Kan avsløre genetisk påvirkning fra oppdrett](#) (s. 42) og [Artikkel i Nature og 20 millioner til videre forskning](#).

## Internasjonalt samarbeid

Nivået av internasjonalt samarbeid i HAVBRUK har vært høyt sammenlignet med andre næringsrettede Store programmer. Samlet for alle prosjekttyper har andelen internasjonalt samarbeid vært i underkant av 70 prosent. For å anspore til internasjonalt prosjektsamarbeid har programmet i hele perioden lagt vekt på internasjonalisering i utlysninger og i evaluering av søknader. En bibliometrisk undersøkelse fra 2013 (Science Metrix, 2014) viste at norske havbruksforskningsmiljøer er attraktive samarbeidspartnere for utenlandske miljøer.

**Figur 8** viser en oversikt over hvilke samarbeidsland som har mottatt midler gjennom prosjekter finansiert av HAVBRUK. Totalt har 271 prosjekter rapportert om internasjonalt samarbeid for nesten 175 mill. kroner fordelt på 33 land. I tillegg foregår det mye internasjonalt samarbeid som det ikke er knyttet penger til.

**Figur 8. Oversikt over samarbeidsland og midler (mill. kr) til internasjonalt samarbeid for prosjekter i HAVBRUK 2006–2015.**



I tillegg til det internasjonale samarbeidet i ordinære prosjekter, har HAVBRUK i hele programperioden promotert internasjonalt samarbeid gjennom egne utlysninger av midler til internasjonal prosjektetableringsstøtte, utenlandsstipend og stipend for gjesteforskere. Disse utlysningene har i særlig grad vært knyttet til de prioriterte samarbeidslandene EU, USA, Canada, Kina, Japan, India, Brasil og Chile. Det er innvilget 7 personlige gjesteforskerstipend og 17 personlige utenlandsstipend i perioden 2006–2015.

I samarbeid med Department of Biotechnology (DBT) i India gjennomførte Forskningsrådet i 2008 en bilateral utlysning rettet mot norske og indiske miljøer innenfor utvikling av vaksiner for mennesker og dyr. Tre store prosjekter innenfor fiskevaksiner og avl på sykdomsresistens ble lagt til HAVBRUK. I etterkant av disse prosjektene ble det også lyst ut midler for å videreføre samarbeidet.

### **ERA-NET**

HAVBRUK har deltatt i flere utlysninger innenfor den Europeiske forskningsarenaen (ERA-NET). I ERA-NET EMIDA (Coordination of European Research on Emerging and Major Infectious Diseases of Livestock) ble det innvilget ett fiskehelseprosjekt med norsk partner. HAVBRUK har også deltatt i utlysninger i regi av ERA-SME (Små og mellomstore bedrifter). I 2014 og 2015 har programmet finansiert flere prosjekter innenfor ERA-NET COFASP (Coordination of Fisheries, Aquaculture and Seafood Processing). I dette ERA-nettet har HAVBRUK koordinert havbrukssektoren og har ledet en «case study» på likheter og ulikheter mellom produksjon av european seabass/ gilthead seabream i Middelhavet og lakseproduksjon i Nord-Atlanteren.

### **Kommunikasjon**

Kommunikasjon av forskningsresultater er viktig og helt avgjørende for at ny kunnskap skal tas i bruk. Programmet har derfor gjennom hele perioden lagt stor vekt på formidling av kunnskap. Det har vært viktig for programmet både at forskningsresultatene publiseres internasjonalt, og at de nasjonalt bringes ut til næring, forvaltning og samfunnet ellers.

Kommunikasjonsaktiviteten i HAVBRUK har vært en integrert del av Forskningsrådets kommunikasjon. Den har vært lagt opp i tråd med Rådets sentrale kommunikasjonsstrategier og -planer, og med Forskningsrådet som avsender. Aktiviteten har vært tematisk, mer enn programspesifikk, og har omfattet forskning innenfor andre relevante programmer og ordninger i tillegg til prosjekter finansiert i HAVBRUK.

### **Programkonferanser**

Forskningsrådets havbruksprogram har arrangert store programkonferanser annet hvert år siden 2000 da det første samlede havbruksprogrammet ble etablert. Konferansen har foregått over tre dager, med plenumsesjoner for presentasjon av forsknings- og næringspolitiske temaer, og parallellsesjoner med presentasjon av konkrete prosjekter og forskningsresultater.

Målgruppen for konferansen er forskere, næringsliv, politikere og forvaltning. Konferansen har samlet mellom 300 og 400 deltakere hvert år og regnes som den viktigste møteplassen for presentasjon og diskusjon av havbruksforskning i Norge.

Alle prosjekter finansiert av Havbruksprogrammet og/eller av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) blir invitert til å presentere sitt arbeid. Invitasjonen har også gått til relevante prosjekter i tilgrensende programmer, som Matprogrammet/BIONÆR og FUGE/ BIOTK2021. Konferansen har siden 2006 blitt arrangert i samarbeid med Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF), og fra 2008 har også Frisk fisk/Tekna Fiskehelse og Havbruk vært medarrangør.

### **Aqua Nor i Trondheim**

Annethvert år arrangeres Aqua Nor, en av verdens største havbruksmesser, i Trondheim. Aqua Nor hadde i 2015 mer enn 20000 besøkende fra 79 land og er en svært viktig møteplass for havbruksnæringen og tilhørende leverandørindustri.

Forskningsrådet har deltatt med stand på Aqua Nor i alle år, fram til 2015 i samarbeid med SND/Innovasjon Norge. Havbruksprogrammet har hatt det faglige hovedansvaret for

innholdet i Forskningsrådets stand der hensikten har vært å presentere Forskningsrådets samlede tilbud til havbruksnæringen. For å markedsføre de næringsrettede virkemidlene (innovasjonsprosjekter i HAVBRUK og andre programmer, SFI og SkatteFUNN) ble det i 2013 og 2015 arrangert miniseminarer på standen der næringen selv presenterte gode forskningseksempler med offentlig støtte.

I 2013 og 2015 arrangerte Forskningsrådet og FHF en godt besøkt forskningspolitisk konferanse på åpningsdagen for AquaNor, med målgruppe ledelse i havbruksnæring, forvaltning og forskning. I 2015 ble denne arenaen benyttet til å lansere det nye havbruksprogrammet HAVBRUK2.

### Programnettsiden, nyheter og mediearbeid

Nettsidene har vært programmets viktigste kanal for kommunikasjon med brukerne i forskningsmiljøer, næring og forvaltning. Det har vært lagt vekt på å ha høy aktivitet på sidene, med jevn nyhetsproduksjon og oppdatert informasjon om programmets aktivitet. Når det er aktuelt, sender programmet ut elektronisk nyhetsbrev som per november 2015 har 700 abonnenter.

Nyhetene omfatter både formidling av forskningsresultater, som regel koordinert med det trykte nyhetsbrevet (se side 28), og mer administrative nyheter knyttet til utlysninger, søknadsbehandling og tildelinger, og om aktuelle arrangementer.



**TABELL 4. HAVBRUKSKONFERANSER I PROGRAMPERIODEN**

2006	Bergen	Avslutning av HAVBRUK – Produksjon av akvatiske organismer (2000–2005) og oppstart av HAVBRUK – en næring i vekst (2006–2015)
2008	Tromsø	Fokus på forskning for fortsatt havbrukssuksess
2010	Trondheim	Norsk havbruk – ledende i verden – også i fremtiden?
2012	Stavanger	Norsk havbruk – bærekraftig vekst
2014	Tromsø	Havbruk i samfunnet
2016	Bodø	Havbruk i norsk bioøkonomi, avslutning av HAVBRUK – en næring i vekst (2006–2015) og oppstart av HAVBRUK2 (2016–2021)

Programmet har hatt rammeavtale med frilansjournalister som i samarbeid med administrasjonen har produsert de fleste formidlingssakene. Det har vært lagt vekt på å kunne gjenbruke disse sakene, først og fremst i mediarbeid rettet mot fagmedier som *kyst.no* og *IntraFish*. De siste årene har det vært godt gjennomslag for saker fra HAVBRUK i disse mediene.

I den grad sakene har hatt allmenn interesse, er de også blitt publisert på *forskning.no* som saker i samarbeid med Forskningsrådet. Ofte er de også kommet på trykk i *Nationen* som har en samarbeidsavtale med forskning.no.

Noen saker har også blitt plukket opp av riksdekkende medier. Høydepunktet er nyhetsinnslag på TV2 med fiskeriministeren og Forskningsrådets administrerende direktør da HAVBRUK og miljøprogrammet MILJØ2015 sammen tildelte midler til samarbeidsprosjektet om genetiske interaksjoner mellom oppdrettslaks og villaks, QuantEscape (se omtale av kunnskapsplattformer).

### Nyhetsbrev

Nyhetsbrevet *Nytt fra HAVBRUK* er utgitt med fire nummer hvert år i hele programperioden. Det siste nyhetsbrevet (dobbelnummer), Nr. 1–2/2015, ble gitt ut til AquaNor 2015 og presenterte det nye programmet.

Nyhetsbrevene har inneholdt artikler og reportasjer fra prosjekter og annen sentral aktivitet og har ofte belyst et felles tema. Prosjekt eksempene kommer stort sett fra HAVBRUK, evt. i samarbeid med FHF, men også fra Matprogrammet/BIONÆR, FUGE/BIOOTEK2021, Havet og kysten, MAROFF, SFF-er og SFI-er. Relevante prosjekter med EU-finansiering er også presentert. Hvert nyhetsbrev har hatt en leder skrevet av programstyreleder.

De trykte nyhetsbrevene har vært distribuert per post etter en egen abonnementsliste, og elektronisk som pdf på program-sidene. Fram til 2009 ble de trykte nyhetsbrevene også distribuert som bilag til *Norsk Fiskeoppdrett*.

*Perduco* (som nå er en del av markedsselskapet Opinion AS) gjennomførte i desember 2008 en leserundersøkelse av *Nytt*

fra HAVBRUK som viste at leserne var fornøyde med nyhetsbrevet og oppfattet informasjonen som relevant og interessant. Undersøkelsen viste også at halvparten av leserne foretrakk å få nyhetsbrevet elektronisk, mens like mange fortsatt ønsket papirutgaven. Det ble videre konkludert med at distribusjon via Norsk Fiskeoppdrett var en lite treffsikker kanal, så den ble avvirket fra 2009.

Sakene i nyhetsbrevet er også publisert som nyheter, ofte i en utvidet versjon, på programnetsiden og sendt ut i det elektroniske nyhetsbrevet fra programmet.

*I resultatkapitlet er det hentet inn artikler fra nyhetsbrevet for å illustrere konkrete forskningseksempler.*

### Allmennrettet kommunikasjon

I programmets årlige kommunikasjonsplaner har allmennrettet kommunikasjon vært en egen aktivitet fram til ca. 2012. I tillegg til mediarbeid og publisering av nyheter fra havbruksforskningen på forskning.no, omfattet dette aktivitet rettet mot barn og unge. I tråd med endringer i Forskningsrådets kommunikasjonsstrategi er programmenes ansvar for allmennrettet kommunikasjon nedtonet de senere årene.

I 2009 deltok HAVBRUK i Synovates (nå Ipsos) undersøkelse blant 1200 barn og unge i alderen 8–24 år for å kartlegge kunnskap og holdninger til fiskeoppdrett og forskning. Resultater fra denne undersøkelsen ble brukt i arbeidet med brosjyren *Et hav av muligheter – Et ungdomshefte om havbruk* som ble laget som et bidrag til den nasjonale kampanjen *Fiskesprell*. Heftet ble som ledd i denne kampanjen distribuert til 9.-klasser over hele landet i 2010 og 2011. HAVBRUK samarbeidet i 2009 også med formidlingsprogrammet PROREAL om utlysning av midler til kommunikasjonsprosjekter. Tilsvarende utlysninger er gjennomført i samarbeid med programmet PROFORSK i 2014 og 2015.

HAVBRUK har i alle år deltatt i Forskningsrådets stand på Forskningstorget i Oslo i forbindelse med de årlige *Forskningdagene*. Forskningsdagene er en nasjonal, årlig festival der alle typer forsknings- og kunnskapsbaserte institusjoner inviteres til å

viser fram sin virksomhet for allmennheten på nye og spennende måter. Både bedrifter og forskningsmiljøer har deltatt sammen med programmet for å presentere aktuell forskning. Dette har flere år gitt en del medieoppmerksomhet om havbruksforskning.

I forbindelse med Forskningsdagens tema *Hav* (2013) og *Mat* (2015) har HAVBRUK sammen med BIOTEK2015 og BIONÆR arrangert seminar for ungdom om trender, myter og forskning om (sjø)mat. Andreas Wahl har ledet seminarene og sørget for dialog mellom forskere, fagfolk og elever i videregående skoler i Oslo og Akershus.

For å stimulere til å synliggjøre havbruksforskning også andre steder i landet, har HAVBRUK bidratt med ekstra midler til den

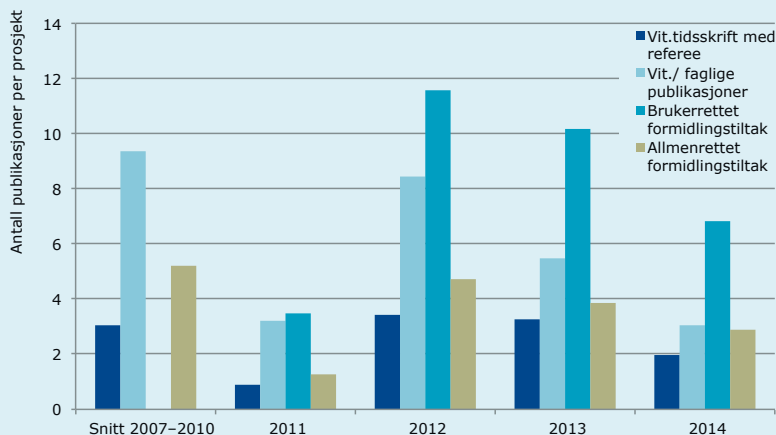
arrangementsstøtten Forskningsrådet deler ut til nyskapende lokale aktiviteter under Forskningsdagene.

### Publisering av forskningsresultater

Programmet har vært opptatt av at forskningsprosjektene skal publisere i henhold til den planen som lå i søknaden da den ble innvilget. Siden 2011 har administrasjonen gjennomgått sluttrapportene fra alle prosjekter som er finansiert av programmet, og har presentert en oversikt over den totale publiseringen i prosjektene for programstyret. **Figur 9** viser total publisering prosjekt i programperioden, fordelt på ulike typer artikler/formidlingstiltak.



**Figur 9. Publisering per prosjekt. I snitt 2007–2010 inkluderer søylen «Vit./faglige publikasjoner» også brukerrettet formidlingstiltak.**



Programmet har særlig lagt vekt på merverdien av vitenskapelig publisering og betydning av at resultater fra prosjektene skal publiseres i vitenskapelig tidsskrift med referee. Dette er formidlet til forskerne gjennom flere ledere/artikler i nyhetsbrevet og på nettsidene (Nytt fra HAVBRUK nr. 3–4/2011 og nr. 1/2013).

Fra 2013 er det lagt inn et eget avsnitt om krav til publisering i kontraktene ved prosjekttildeling.

### Arrangementsstøtte

I tillegg til å arrangere egne konferanser har HAVBRUK lagt vekt på å støtte og/eller bidra i andre konferanser som formidler resultater fra FoU innenfor havbruk. HAVBRUK har vært medarrangør, bl.a. sammen med FHF og Innovasjon Norge, for flere konferanser og seminarer i løpet av programperioden. Programkoordinator og andre fra administrasjonen har presentert HAVBRUK på en rekke arrangementer. Programstyreleder har også flere ganger presentert programmet på nærings møteplasser.

Programmet har årlig avsatt midler til løpende utlysning av arrangementsstøtte. Gjennom denne ordningen gis det støtte til seminarer, møteplasser og andre formidlingsrettede


tiltak for å stimulere spredning av forskningsresultater og formidling av ny kunnskap fra forskning som skal bidra til å utvikle kunnskapskultur og innovasjon for havbruk.

Havbruksprogrammet har også støttet utgivelse av bøker og andre populærvitenskapelige publikasjoner om havbruksforskning.

### Deltakelse fra næringslivet

HAVBRUK er et næringsrettet program der det har vært lagt vekt på god kobling mellom grunnleggende forskning, anvendt forskning og brukerstyrt forskning og innovasjon. Hvert år har en del av midlene vært satt av til utlysning av innovasjonsprosjekter i næringslivet (tidligere brukerstyrte innovasjonsprosjekter). I perioden 2006 til 2009 ble det også lyst ut kompetanseprosjekter med brukermedvirkning.

I siste del av programperioden har det vært arbeidet systematisk for å øke næringslivets deltakelse i forskning, og særlig mobilisere bedriftene til å søke om støtte til innovasjonsprosjekt. Dette har vært fulgt opp både gjennom utlysningene og bruk av søknadstyper, og med markedsføring og mobilisering på nærings møteplasser som Aqua Nor, Tekmar og Tekset.



*Kommunikasjon av forskningsresultater er helt avgjørende for at ny kunnskap skal tas i bruk.*



# ADMINISTRASJON



**PROGRAMMETS** administrasjonskostnader har i perioden ligget på mellom 3 og 7 prosent av programmets totale kostnader (revidert budsjett). Administrasjonskostnader omfatter i tillegg til personalkostnader, utgifter til kommunikasjon og møteplasser, og administrasjonsprosjekter som evalueringer og utredninger. Drift av programstyret, fagekspertene og ekspert-paneler inngår også i administrasjonskostnadene.

HAVBRUK har hatt en relativt liten administrasjon sammenlignet med andre programmer. Administrasjonen har i hele

perioden bestått av to til tre årsverk fordelt på flere personer. Kjell E. Naas overtok som programkoordinator etter Rolf Giskeødegård fra juli 2010. Ellen Gjøsteen har vært konsulent for programmet i hele perioden fram til juni 2015. Det siste halve året har Elin Vikane vært programmets konsulent.

Frode Meland, Kjersti Turid Fjalestad, Svein Hallbjørn Steien, Kristin Thorud, Inger Oline Røsvik og Anne Ditlefsen har også vært knyttet til programmets administrasjon i hele eller deler av programperioden.

**TABELL 5. OVERSIKT OVER UTGIFTER TIL ADMINISTRASJON (MILL. KR)**

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Administrasjonskostnader	3,3	4,2	4,8	5,4	6	6,3	7,8	9,2	8,1	10,0
Revidert budsjett (totale kostnader)	111	130	135	137	142	141	130	131	154	151
Andel administrasjon	3%	3%	4%	4%	4%	4%	6%	7%	5%	7%

# RESULTATER



**I PERIODEN 2006–2015 har HAVBRUK finansiert 574 prosjekter med til sammen 1,26 mrd. kroner.**

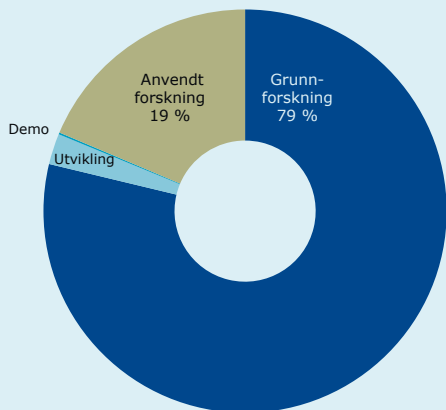
Programmet hadde som hovedmål å framskaffe kunnskap for å oppnå økonomisk, miljømessig og sosialt bærekraftig vekst i norsk havbruk, og å bidra til at norske forskningsmiljøer utvikler kunnskap på ledende internasjonalt nivå.

Hovedkonklusjonen i evalueringen av HAVBRUK fra 2013 er at «... HAVBRUK bidrar til å nå de nasjonale målene for norsk forskning. Forskingen som finansieres av programmet holder høy kvalitet og er internasjonalt orientert».

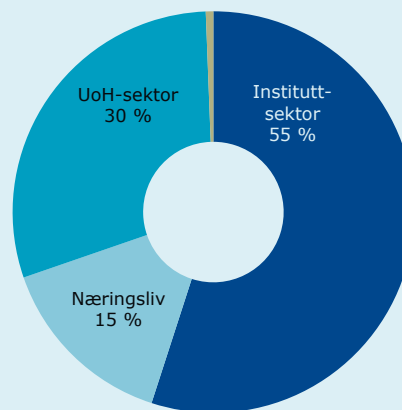
Gjennom hele programperioden har HAVBRUK satset bevisst på å bygge grunnleggende kunnskap. Selv om programmet er næringsrettet, er nesten 80 prosent av midlene disponert til grunnleggende forskning, **se figur 10**. Andelen anvendt forskning er snaut 20 prosent, mens resten er utvikling. I 2015 er det også bevilget noe midler til *pilotering, verifisering og demonstrasjon* (demo).

Oxford Research påpeker i sluttevalueringen at næringen selv erkjenner at det er et stort behov for grunnleggende forskning innenfor havbruksfeltet. I evalueringen heter det at:

**Figur 10. Totalbudsjett fordelt på forskningsart**



**Figur 11. Totalbudsjett fordelt på utførende sektor**



«Dette er en sterk indikasjon på at behovet for denne typen forskning er til stede. Det synes å herske enighet om at grunnleggende forskning er nødvendig for utviklingen i næringen, i motsetning til en mer innovasjonsrettet tilnærming.»

HAVBRUK har mobilisert forskere både ved universiteter, institutter og i næringslivet. Instituttsektoren har hele perioden vært den største aktøren. Av totalbudsjettet i programperioden er 55 prosent bevilget til prosjekter i instituttsektoren. **Figur 11** viser fordeling av totalbudsjettet på utførende sektor, og **figur 12** viser budsjettfordeling per sektor i løpet av programperioden.

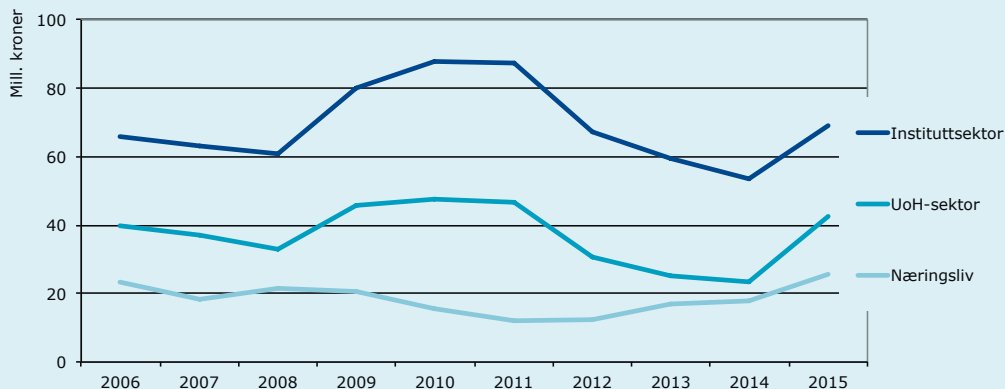
Ifølge evalueringen er det prestisjefyllt å få støtte fra programmet, til tross for at HAVBRUK er «et lite Stort program». Dessuten evner programmet å sette agenda for havbruksforskningen og har en utløsende effekt.

### Vitenskapelig kvalitet – publisering

Bibliometriundersøkelsen, som ble gjennomført på oppdrag fra Forskningsrådet høsten 2013 (Bibliometric Study in Support of Norway's Strategy for International Research Collaboration, Campell m.fl. 2014), viser tydelig at Norge har en sterk og tydelig posisjon internasjonalt på marin forskning. Norge er helt på



**Figur 12. Bevilgninger per år (%) fordelt etter art, 2010–2015**



topp på temaområdet «Fiskeri og havbruk» blant de 58 landene som var med i undersøkelsen, med både stor påvirkningskraft («scientific impact») og sterk spesialisering på området.

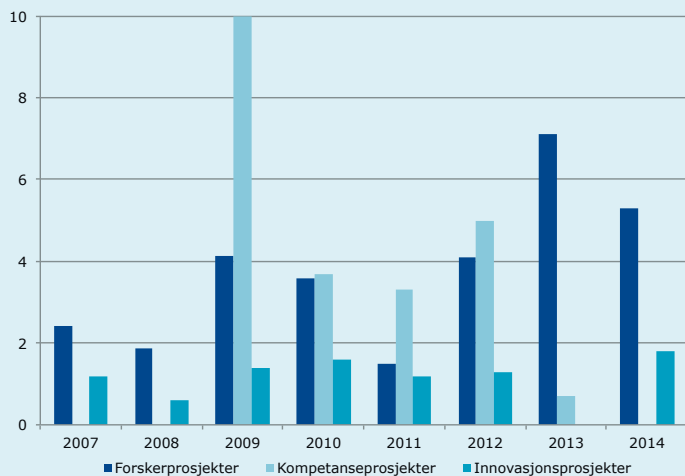
Målt i antall publiserte vitenskapelige artikler rangerer Norge på sjuende plass innenfor fiskeri- og havbruksforskning med 4,2 prosent av global artikkelproduksjon, mens Norges andel av verdens totale vitenskapelige artikkelproduksjon var på 0,63 prosent.

Også når det gjelder siteringsindeks utmerker Norge seg på dette området. I en analyse av siteringshyppighet fra publi-

kasjoner i årene 2007–2009 har Norge høyest indeks av alle innenfor fagfeltet fiskeri- og havbruksforskning. (NIFU Rapport 13/2013).

HAVBRUK har bidratt betydelig til at Norge har oppnådd denne posisjonen. I sluttevalueringen skriver Oxford Research: «På overordnet nivå viser publikasjonsdataene at HAVBRUK er et internasjonalt rettet program. All vitenskapelig publisering skjer gjennom internasjonale kanaler. Gjennomslagskraften, her tolket gjennom bruk av impact-faktor, viser også at deler av programmet har svært høy internasjonal gjennomslagskraft.»

**Figur 13. Publisering i vitenskapelige tidsskrifter med referee per avsluttet prosjekt, 2007–2014. Tall fra prosjektenes sluttrapport.**



Resultater fra QuantEscape (s. 42) ble publisert i Nature 17. desember 2015 med forsidehenvisning og Audun Rikardsens laksebilde.

De påpeker samtidig at det er et forbedringspotensial, og at det først og fremst ligger i å nå ut til de virkelige prestisjetunge tidsskriftene.

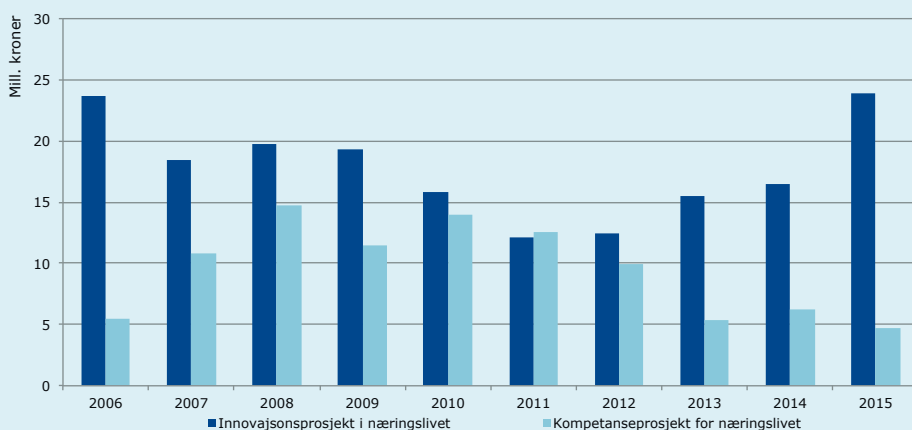
Det har vært en tydelig økning i forskerprosjektenes vitenskapelige publisering i siste del av programperioden. **Figur 13** er basert på tall fra prosjektenes sluttrapporter og viser publisering av vitenskapelige artikler i snitt per prosjekt fordelt på type prosjekt. Den fallende tendensen fra 2009 til 2011 i publisering fra forskerprosjekter ble snudd etter at programmet i 2011 satte publisering i fokus ved gjennomgang av sluttrapporter (se s. 30).

Gruppen kompetanseprosjekter omfatter få prosjekter, og det gir stort utslag når enkeltprosjekter publiserer mye eller lite (ref. det høye tallet i 2009 som er basert på to avsluttede prosjekter).

## Innovasjon

Totalt i programperioden 2006–2015 har bedrifter vært engasjert i 175 prosjekter i HAVBRUK. Av disse har 119 prosjekter har vært ledet av en bedrift. Totalt har 140 bedrifter deltatt i prosjektsamarbeid med finansiering fra HAVBRUK. De fleste har deltatt i ett enkelt prosjekt, mens noen få bedrifter har deltatt i mange. **Figur 14** viser at det er lagt økende vekt på *innovasjons-* >>

**Figur 14. Budsjett fordelt på Innovasjonsprosjekter i næringslivet og Kompetanseprosjekter for næringslivet. (Totalt er det gitt støtte til 99 innovasjonsprosjekter og 19 kompetanseprosjekter.)**



prosjekter i næringslivet i siste del av programperioden, mens innsatsen på kompetanseprosjekter for næringslivet er redusert.

HAVBRUK har i hele perioden hatt åpne utlysninger av innovasjonsprosjekter, dvs. at alle bedrifter har kunnet søke midler innenfor hele programplanens tematiske bredde, og uavhengig av art. Det er gitt støtte til innovasjonsprosjekter innenfor alle de tematiske prioriteringene i programplanen, knyttet til drift og teknologiutvikling, fiskehelse og vaksineutvikling, før og ernæring, avl og genetikk. Også her har flest prosjekter dreid seg om laks, men det er også gjennomført prosjekter på blåskjell, kamskjell, røye og kveite. I de senere årene er det også gjennomført prosjekter på taredyrking.

I sluttevalueringen skriver Oxford Research at Møreforskning analyser av innovasjonsprosjektene i HAVBRUK på lang sikt viser at 60 prosent av prosjektene har ført til kommersialisering fire år etter avslutning.

- > Bedrifter i prosjektet som har innført nye/forbedrede arbeidsprosesser/forretningsmodeller: 35 stk
- > Bedrifter som har innført nye/forbedrede metoder/teknologi: 65 stk
- > Bedrifter utenfor prosjektet som har innført nye metoder/modeller/teknologi: 33 stk

**TABELL 6. RESULTATER OPPNÅDD I INNOVASJONSPROSJEKTER I NÆRINGSLIVET/BRUKERSTYRT INNOVASJONSPROSJEKT**

	Nye foretak som følge av prosjektet	Nye/forbedrede produkter	Nye/forbedrede prosesser	Nye/forbedrede metoder/mod./prototyper	Nye/forbedrede tjenester	Søkte patenter	Inngåtte lisensieringskontrakter
2006	3	9	9	34	6	2	
2007		4	10	53	16	4	2
2008	1	14	15	34	8	1	
2009	1	7	4	34	6	6	1
2010	1	5	8	26	9	1	
2011	2	4	4	16	1		
2012	1	2	4	13		2	1
2013		10	6	12	1	1	
2014		6	3	12	3	2	1
<b>Totalt</b>	<b>9</b>	<b>66</b>	<b>69</b>	<b>272</b>	<b>55</b>	<b>20</b>	<b>5</b>

Kilde: Framdriftsrapporter og sluttrapporter



## Bidrag til utvikling av næringen

Norsk havbruksnæring er en ny næring som ble skapt med introduksjonen av flytemerden i 1970. Produksjonen har vokst raskt og vil i 2015 være nesten 1,3 millioner tonn, hvorav over 1,2 millioner tonn er laks. Den raske produksjonsveksten har ledet til betydelig verdiskaping og konkurransedyktige bedrifter langs kysten, men den har også skapt nye utfordringer for både økosystem og kystsamfunn.

Den samlede forskningsinnsatsen på hele verdikjeden i havbruk har bidratt til utviklingen. Den store innsatsen på vaksineutvikling, hygiene, ernæring og teknologiutvikling som reduserer håndtering, har resultert i at laks- og ørretproduksjonen i dag er tilnærmet fri for antibiotika. På samme måte har utvikling av grunnleggende kunnskap om laksens ernæringsbehov redusert behovet for marine fettsyrer og -proteiner i fôret og gjort det mulig å ta i bruk større andel alternative fôrvarer. Arbeidet med avl og genetikk i starten av verdikjeden har vært viktig for å utvikle en mer robust fisk. Innsatsen på teknologiutvikling de senere årene har bidratt til nye løsninger som skal redusere miljøproblemer med lakselus, rømming og forurensning.

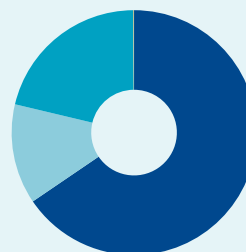
Ved starten av HAVBRUK i 2006 var det store forventninger til utvikling av oppdrett av andre arter, og programmet hadde som mål å utvikle kunnskap for å kunne kommersialisere minst en ny art i programperioden. Betydelig forskningsinnsats på alle livsstadier og alle deler av produksjonsprosessen har bidratt til at de biologiske og teknologiske forutsetningene for produksjon av torsk nå er til stede. Denne kunnskapen har vist seg å være svært relevant for andre marine arter, som for eksempel ulike typer renseskjell.

*Videre oppsummering av status, utvikling, resultater og fremtidige utfordringer er gruppert etter temaene i den reviderte programplanen.*



## TEMA 1: BÆREKRAFTIG SJØMATPRODUKSJON

Budsjett 2010–2015:	214 mill. kroner
Andel av total innsats i perioden:	29 %
Antall prosjekter:	118
Antall avlagte doktorgrader:	16
Antall årsverk dr.gradsstipend:	83,8
Antall årsverk post.doc:	68,4
Antall årsverk postdoc.stipend:	2



Innsats på tema Bærekraftig sjømatproduksjon fordelt på sektor, 2010–2015

**SOM ENHVER NÆRING** basert på naturressurser, er det interaksjon mellom bedriftene og det omkringliggende økosystemet. Utfordringer knyttet til miljømessig bærekraft har fulgt oppdrettsnæringen gjennom hele dens historie. Ny kunnskap har imidlertid gjort næringen i stand til å løse mange av miljøutfordringene.

Temaet *Bærekraftig sjømatproduksjon* har favnet et bredt spekter av prosjekt, med fellesnevner at de alle bidrar til en mer bærekraftig havbruksnæring.

### Utslipp

Oppdrettsnæringen har i samarbeid med forvaltningen blitt flinkere til å redusere miljøpåvirkningen. Det har gjennom mange år gitt stadig mindre miljøpåvirkning per laks som blir produsert. Dette har hatt positiv effekt på miljøet, og resultater fra gjennomførte prosjekter i HAVBRUK viser at utslipp av organisk materiale og næringsstoffer lokalt rundt oppdrettsanlegget ikke lenger er en så viktig problemstilling for miljømessig bærekraft. Veksten i totalproduksjon og antall laks kan imidlertid bidra til at miljøbelastningen øker i et regionalt perspektiv. Den største utfordringen i dag er hvordan oppdrettsnæringen påvirker bestandene av villaks, gjennom rømming og ved spredning av lakselus.

### Rømming og lakselus

Rømming har lenge vært en betydelig utfordring for lakse- næringen, selv om rømmingstallene over lang tid har bedret seg. Hvor stor påvirkningen er på villaksbestander, har

imidertid vært uklart. Flere prosjekter og en kunnskapsplattform i regi av HAVBRUK har skaffet fram betydelig kunnskap på dette feltet og bidratt til nye tekniske forskrifter. Rømmingen er likevel fortsatt et problem for sårbare villaksstammer. HAVBRUK har derfor sammen med programmet Miljø 2015 satset ekstra på dette ved å finansiere en felles kunnskapsplattform for de genetiske effektene på villaksen. (2012–2015).

Lakselus er en utfordring som er blitt stadig mer aktuell i løpet av programperioden. Dette skyldes i stor grad at den økende produksjonen av laks og ørret har skapt mange flere potensielle verter for lakselus, og at lakselusa etter hvert har utviklet resistens mot legemidlene. Lusemengden er blitt så stor at den kan redusere villaksens mulighet til å nå havet når den vandrer ut fra elvene. HAVBRUK etablerte i 2012 en kunnskapsplattform også på dette området. Resultater fra denne har blant annet vist at lakselus er en utfordring også for næringen selv ved at det smittes mellom anlegg, og fordi stadige lusebehandlinger påvirker fiskevelferden negativt.

### Andre utfordringer

Temaet *Bærekraftig sjømatproduksjon* har i programperioden inkludert prosjekter innenfor mange andre problemstillinger, som omgivelsenes påvirkning på oppdrettsproduksjon og -virksomhet (depot for smitteagens og parasitter, vannkvalitet, temperatur, algegifter, oljerester osv.), fiskevelferd, stress og kvalitet, sesongvariasjoner og GMO. Det har også vært forsket på lukket teknologi, integrert multi-trofisk akvakultur (IMTA), muligheter for å korte ned produksjonstiden i sjø osv.

### Samfunn

Veksten i næringen har de siste årene også skapt nye utfordringer relatert til samfunnet og samfunnsmessig bærekraft. Ytterligere vekst i produksjonen er blitt vanskeligere fordi flere kommuner ikke lenger ønsker å gi næringen tilgang på nye lokaliteter. Bærekraftsproblematikken påvirker også forvaltningen, og kan lede til nye reguleringer som påvirker næringsutøvelsen både direkte og indirekte.

HAVBRUK har siden 2011 satt i gang flere samfunnsfaglige prosjekter innenfor områder som belyser næringens om-

dømme og samfunnsforankring. Programmet har i økende grad også finansiert samfunnsvitenskapelige prosjekter for å oppnå mer kunnskap om mekanismene som påvirker den samfunnsmessige bærekraften, og hvordan endringer i forvaltningen påvirker næringsutøvelsen.

Programmets samlede innsats for å øke produktivitet i alle ledd har bidratt betydelig til å øke næringens økonomiske bærekraft.



## Eksempler fra nyhetsbrevet Nytt fra HAVBRUK

### KAN AVSLØRE GENETISK PÅVIRKNING FRA OPPDRETT (desember 2013)

*Aldri har vi hatt bedre oversikt over genene til norsk laks i elver og merder. Det gir forskerne et godt utgangspunkt for å avsløre genetisk påvirkning fra oppdrett til lakseelvene.*

I 2012 har forskerne generert genotypedata (arveanlegg) fra mer enn 5.000 individer fra over 60 bestander av villaks og oppdrettslaks. Det betyr at forskerne med relativt høy sikkerhet kan fastslå graden av innblanding av oppdrettsgenotyper i mange av de viktigste lakseelvene i Norge.

#### Fra nord til sør

Forskerne har nå analysert skjellprøver fra villaksindivider fanget i et stort antall lakseelver fra Finnmark i nord til Vestfold i sør. Videre er det analysert flere oppdrettsstammer med de samme genetiske metodene – både moderne oppdrettslaks og oppdrettslaks fra 20 år tilbake i tid. Forskerne har i tillegg tilgang til et enormt skjellmateriale fra villaks helt tilbake til tidlig 1900-tall, og fra rømt oppdrettslaks fra slutten av 1980-tallet til i dag. Ved hjelp av genotypedataene fra de «opprinnelige» villaksstammene, skal forskerne nå sjekke ut både innblanding av oppdrettsgener og naturlige endringer i villaksens gener.

– Med bakgrunn i den kartleggingen vi nå har gjort, vil vi også bistå genbanken for villaks med å luke ut materiale med innblanding av

oppdrettsgener som ikke skulle vært der, sier Hindar.

#### Modeller

Konsortiet jobber samtidig med flere modeller som kan beskrive effekten av rømt oppdrettslaks på genetisk variasjon og egenskaper hos villaksen, eller også på villaksens bestandsutvikling. Blant annet har NINA utviklet et kart basert på en foreløpig bestandsmodellering for flere elver. Både denne og andre modeller vil bli videreutviklet etter hvert som ny kunnskap akkumuleres gjennom kunnskapsplattformen.

#### Liten suksess i det fri

Rømt oppdrettslaks har lav til moderat forplantningssuksess i naturen. Avkommet deres har stort sett lavere overlevelse enn villaksavkom i elva. – Problemer for villaksen oppstår først og fremst der det er høy andel rømt oppdrettslaks i gytebestanden, og der den stedlige villaksbestanden er utsatt for andre trusler, sier Hindar.

Det er betydelig vanskeligere å forutsi effektene av lave andeler rømt oppdrettslaks over lang tid, både fordi oppdrettslaksen endrer seg genetisk over tid, og fordi de ulike oppdrettsstammene kan påvirke villaksgenene på ulik måte. Felteksperimentene som er gjort, strekker seg heller ikke lengre enn til andre generasjon avkom. På lengre sikt kommer forskerne til å utvikle enda mer kraftfulle genetiske metoder enn de har i dag. Blant annet

skal de lete etter genmutasjoner som skiller bedre mellom ulike avkomsgener og -generasjoner av oppdrettslaks i naturen. Forskerne håper videre å kunne si mer om genetiske endringer i egenskaper som er viktige for villaksen.

– Men først skal vi publisere resultatene fra en storstilt undersøkelse med det spennende genetiske verktøyet vi har i dag, avslutter Hindar.

**Prosjekt:** *QuantEscape*  
(Kunnskapsplattform)

**Prosjektperiode:** 2012–2015

**Prosjektleder:** Kjetil Hindar, Norsk institutt for naturforskning (NINA)

**Forskningspartnere:** NINA, Havforskningsinstituttet, Nofima, CIGENE

**Finansiering fra HAVBRUK:** 20 mill. kr

*Tekst: Torkil Marsdal Hanssen*



**HAVET KAN BÆRE MYE OPPDRETT** (mars 2008)

*Oppdrett har i realiteten liten betydning for miljøtilstanden i havet. En omfattende modellstudie av Hardangerfjorden viser dessuten at plassering av oppdrettsanlegget har større betydning enn størrelsen.*

– Vi har målinger på hvor mye næringssalter som finnes i kyststrømmen fra før, hva som slippes ut i fjordsystemet og hvordan vannutskiftingen skjer. Vi kjenner også sammenhengen mellom utslipp av næring og algeveksten i sjøen, og kan dermed regne oss fram til hvor følsom Hardangerfjorden er for den type utslipp som oppdrett representerer, sier Morten D. Skogen ved Havforskningsinstituttet i Bergen. I tre år har han jobbet med å lage beregningsmodeller som kan si i hvilken grad oppdrett bidrar til oppblomstring av planteplankton (overgjødning), et vanlig mål på miljøtilstanden i havet.

**Nye og bedre modeller**

For å få en forståelse av Hardangerfjordbassengetts egenart og dets toleranse for utslipp, har forskerne tatt utgangspunkt i anerkjente vitenskapelige havmodeller og tilpasset dem til lokale forhold. – Hardangerfjorden har stor oppdrettsaktivitet. Det var derfor naturlig å legge studien hit, sier Skogen.

– I 2005 var utslippet av nitrogen til Hardangerfjorden 4000 tonn. Fiskeoppdrett stod for halvparten, landbruk for 500 tonn og kommunale utslipp for 100 tonn. Resten er naturlige utslipp. For fosfor stod fiskeoppdrett for 400 av 450 tonn utslipp. Store mengder til tross; dette tilsvarer bare 5–10 prosent av den mengde næringssalt som blir tilført Hardangerfjorden fra kyststrømmen. I prosjektet har forskerne arbeidet seg ned fra store modeller som dekker Nordsjøen med europeiske og norske elver, via Skagerrak og Norskekysten og ned til selve fjordbassenget. Etter å ha verifisert modellen studerte man først tilstander med og uten oppdrett. Her fant man ut at dagens oppdrett sannsynligvis bidrar til to prosent høyere algebestand enn tilfellet er uten. – Hovedgrunnene til at fjorden tåler oppdrett godt, er at de øvre lagene har rask vannutskifting, at kystvannet allerede inneholder vesentlige mengder næring, og at oppdrett som sådan fordeler sitt utslipp godt, sier Skogen. Studien viser at selv ti ganger

mer oppdrett bare ville gitt 13 prosent økning i algebestanden.

**Følsomhet varierer**

Det er forskjeller i atmosfæretrykket i lufta ute og inne i fjordsystemet og tidevann som er viktigst for vannutskifting.

– Under de rette værforholdene kan faktisk mesteparten av vannet i de øvre 5–10 meterne blir dratt til sjøs på under en uke, og utslippene følger med, forteller Skogen. De lokale konsekvenser av økt utslipp varierer likevel mye. Størst økning er det lengst inne i fjorden, selv om oppdrettsaktiviteten her er mindre enn lenger ute. Ved å plassere anleggene lengst ut, eller i områder med gode strømforhold, vil konsekvensene for miljøet omkring anlegget bli langt mindre.

Skogen regner med at oppdrettere med erfaring allerede kjenner til de lokale strømforholdene og bruker denne kunnskapen når de plasserer anleggene.

**Prosjekt:** Lokalteter sin bæreevne: Eutrofiering fra fiskeoppdrett i Fjordssystemer (LEIF)

**Prosjektperiode:** 2003–2006

**Prosjektleder:** Morten D. Skogen, Havforskningsinstituttet

**Samarbeidspartnere:**

**Finansiering fra HAVBRUK:** 3 mill. kr

*Tekst: Fete typer*



FOTO: ANNE B. T. EISEN

## HVOR MYE TELLER EGENTLIG RYKTET? (desember 2014)

*Hvordan påvirker havbruksnæringens rykte dens mulighet til videre vekst og utvikling? Samfunnsforsker Marit Schei Olsen tar doktorgrad på hvordan offentlig debatt former næringens rammebetingelser.*

Selv om oppdrettslaks som produkt har et rimelig godt rykte på seg, har selve oppdrettsindustrien større utfordringer med omdømmet. Spesielt er dette knyttet til spørsmål om miljø og bærekraft.

### Ryktet påvirker politikken

NTNU Samfunnsforskning AS leder det treårige STARR-prosjektet, hvor samfunnsforsker Marit Schei Olsen nå tar doktorgrad på hvordan offentlig debatt påvirker viktige beslutninger for havbruksnæringen.

– Hvorvidt næringens rykte er fortjent eller ikke, skal jeg ikke ta stilling til. Men næringens rykte i bærekraftsspørsmål blir et betydelig problem når det påvirker politikken og industriens rammebetingelser, sier Schei Olsen. Til tider har det vært reist kritikk mot for tette bånd mellom næring, politikk og forvaltning. Blant annet ble det en debatt rundt tidligere fiskeri- og kystminister Lisbeth Berg-Hansens eierinteresser i lakseoppdrett.

– Spørsmålet er om denne type koblinger er et problem, eller om det bidrar til å utvikle en enda mer kompetent industri, mener Schei Olsen.

### Hva betyr mest – og hvor?

I sitt nylig igangsatte doktorgradsarbeid tar samfunnsforskeren mål av seg til å finne fram til de prosessene som bidrar til å forme og legitimere myndighetenes forvaltningsregime for havbruk.

– Det er i dag rimelig enighet om betydningen av havbruksnæringen i Norge. Det er likevel knyttet mye politikk til industrien, ikke minst til forhold som angår sysselsettings- og regionalpolitikken, forklarer ph.d.-studenten. Som bakteppe for studien, skal hun ta for seg mediedebatten de siste årene. Det endelige valg av tematikk er ikke helt klart, men Schei Olsen sier det frister å se nærmere på de ferske tildelingene av grønne konsesjoner.

– Jeg ønsker å kartlegge temaer og problemstillinger som løftes fram i den offentlige debatten, hvilke temaer som har størst betydning, og hvilke argumenter som de ulike aktørene benytter. Samtidig er det et mål å avdekke på hvilke arenaer de virkelige viktige debattene foregår, hvilke aktører som deltar på disse arenaene – og hvor beslutningene faktisk gjøres, forteller Schei Olsen.

**Prosjekt:** Sustainable aquaculture – regulation and reputation

**Prosjektperiode:** 2014–2017

**Prosjektleder:** NTNU

Samfunnsforskning

**Samarbeidspartnere:** Sintef Fiskeri og havbruk

**Finansiering fra HAVBRUK:** 5,5 mill. kr

*Tekst: Torkil Marsdal Hanssen*

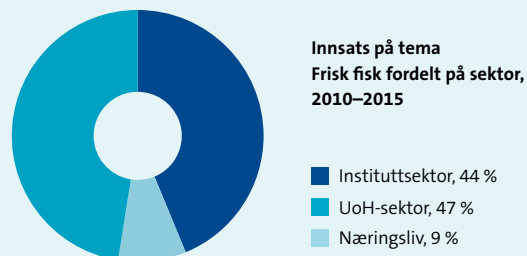


Mens oppdrettslaks som produkt har forholdsvis god standing i opinionen, kan medieoppslag som dette skape et dårligere inntrykk av oppdrettsindustrien. Faksimile fra nrk.no, 6. november 2014.



## TEMA 2: FRISK FISK

Budsjett 2010–2015:	262 mill. kroner
Andel av total innsats i perioden:	36 %
Antall prosjekter:	112
Antall avlagte doktorgrader:	14
Antall årsverk dr.gradsstipend:	102,2
Antall årsverk post.doc:	115,7
Antall årsverk postdoc.stipend:	4



**DEN NORSKE** havbruksproduksjonen har økt betydelig i programperioden. Dette har medført en rekke nye utfordringer innenfor fiskehelse. Flere nye sykdommer og sykdomsframkallende mikroorganismer er blitt påvist og beskrevet de siste ti årene. Både forskere og næringsliv har måttet arbeide dynamisk for å finne stadig nye løsninger på problemene.

*Frisk fisk* har derfor vært et høyt prioritert tema i HAVBRUK. Norge har sterke forskningsmiljøer på dette feltet, og med støtte fra programmet har disse lyktes i å komme fram til resultater som har hatt avgjørende betydning innenfor diagnostikk og bekjempelse av sykdommer.

I Norge dominerer produksjonen av laks både når det gjelder volum og økonomisk betydning. Det har derfor vært satset mye for å oppdage og beskrive kjente eller helt nye sykdommer hos laks. Utvikling av nye diagnostiske metoder for kjente lidelser har vært sentralt. I tillegg har HAVBRUK finansiert flere prosjekter knyttet til spesifikke sykdommer på torsk og på torskens spesielle immunsystem.

### Genetiske verktøy

Gjennom langsiktig og målrettet støtte til en serie grunnleggende forskningsprosjekter har HAVBRUK bidratt til å løse de utfordringene norsk oppdrettsnæring har stått overfor. Utvikling av nye genetiske verktøy har vært viktig, og det har vært en betydelig samlet innsats for å utvikle kunnskap om både virale, bakterielle og parasittære patogener på laks og torsk.

I programperioden er det tatt i bruk nye genetiske metoder for å avdekke virustyper som forårsaker tapsbringende sykdommer, som f. eks. hjerte og skjelettmuskelbetennelse (HSMB). Avlsmetoder basert på kunnskap om laksen genom, er også tatt i bruk for å avle fram sykdomsresistente fiskestammer.

### Innsats i bredden

Forskningsprosjektene har hatt stor bredde tematisk og har inkludert hygiene, effekter av smittesoner, betydning av vannkvalitet og ernæring m.m.. Dette har gitt næringen bedre kort på hånden for å sikre fiskehelse, og forvaltningen et bedre grunnlag for å vurdere tiltak.

Ikke-medikamentelle metoder for å bli kvitt lakselus omfatter f.eks. biologisk bekjempelse med rensesk, genetiske metoder via avl, teknologiske løsninger og vaksinasjon.

Pågående prosjekter vil kunne resultere i mulig framtidig kontroll med lakselus ved å utvikle laks med økt motstandskraft mot lus, bruk av rensesk (villfanget eller oppdrettet, leppefisk eller rognkjeks), oppdrett i lukkede anlegg i deler av livssyklus og immunisering av laks mot sentrale komponenter i lakselus.

### Vaksineutvikling

I programperioden har det vært satset stort på å bygge opp grunnleggende kunnskap om fiskenes immunsystem. Dette er en kunnskap som er helt avgjørende for målrettet vaksineutvikling. Norske fiskehelseforskere har en



framtreddende posisjon internasjonalt som gir muligheter for at framtidens vaksineforskning og -utvikling kan ledes fra Norge.

I samarbeid med indiske forskningsfinansierende myndigheter ble det i 2008 satt i gang flere store prosjekter, hvor norske miljøer samarbeidet med indiske forskergrupper innenfor utvikling av vaksiner, i tillegg til seleksjon av motstandsdyktige stammer av utvalgte tropiske arter relevante for oppdrett i India.

### Fiskevelferd

I løpet av programperioden har oppmerksomheten rundt fiskevelferd økt, både blant næringsaktørene og ikke minst blant konsumentene. Et viktig tema innenfor fiskehelseforskningen har vært å sikre at fiskevelferd ivaretas. HAVBRUK har satt både fiskevelferd og arbeid med å redusere bruk av fisk i dyreforsøk på agendaen.

Fiskevelferd gjelder ikke bare oppdrettsfisken, men også rensefisken som brukes til lusekontroll. Dette har fått økende opp-

merksomhet i programmet. Det er også satt i gang prosjekter for å dokumentere velferd ved slakting som har gitt grunnlag for nye metoder ved bedøving og avliving. Videre er det startet en målrettet aktivitet både for å redusere bruken av forsøksdyr, og for å behandle forsøksfisken på en mer skånsom måte.

Miljøet fisken lever i har stor betydning for fiskens velferd. Som et resultat av en serie prosjekter har det blitt utviklet et «velferdsmeter» (se omtale s. 68) som nå er kommersialisert.

### Utfordringer framover

Ved programmets slutt og overgang til et nytt havbruksprogram blir det viktig å følge med på oppdrettsfiskens helsestatus og fokusere på de største utfordringene, herunder lakselus. Hensynet til fiskevelferd er også en viktig utfordring framover. Innsatsen på fiskehelse og -velferd bør ikke reduseres i årene som kommer.



FOTO: VESO VIKAN



## Eksempler fra nyhetsbrevet Nytt fra HAVBRUK

### PREVENT PÅ INTENS KUNNSKAPSAJKT (desember 2012)

*Kunnskapsplattformen Prevent jobber intenst for å legge til rette for en effektiv vaksine mot uønsket lakselus. Næring og forvaltning venter spent på resultatene.*

Prevent-offensiven mot lakselus ble innledet i 2010 og har allerede gitt betydelig kunnskap innenfor resistensutviklingsmekanismer og overvåking, epidemiologi og kartlegging av lakselusgenomet. Forskerne har også kartlagt ulike lusefamilier og genetiske forskjeller blant disse når det gjelder overlevelsessevne, tilpasningsdyktighet og angrepsstrategier.

Forskerne jobber nå intenst for å utnytte den omfattende kunnskapsbasen til å legge til rette for den første laksevaksinen mot lus. Forskerne mener de har metoden de trenger for å finne fram til «nøkklene» som bokstavelig talt låser døra for luseangrep. I det videre arbeidet samarbeider Prevent tett med Sea Lice Research Centre i Bergen, et av Forskningsrådets nyeste Senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI).

#### Enorm interesse

– Denne høsten har vi startet de første forsøkene, basert på den samlede Prevent-kunnskapen. Resultatene fra disse forsøkene vil tidligst være klare i februar 2013, og vil gi oss ny og uvurderlig informasjon om hvor lett eller vanskelig det vil være å utvikle

en vaksine mot lakselus, sier prosjektleder Ole Torrissen ved Havforskningsinstituttet. Målet med høstens forsøk er å gi grunnlag for å velge videre forskningsstrategier for en framtidig vaksine.

– Uten at resultatene er klare, opplever vi stor interesse, både fra andre forskningsmiljøer og fra næringslivet, sier Torrissen.

#### Allerede resultater

I løpet av de siste to årene har Prevent-plattformen både levert kunnskap og utviklet metoder som allerede kan tas i bruk av oppdrettsnæringen og forvaltningen. Under Havbrukskonferansen 2012 i april presenterte plattformen blant annet en enkel test som i løpet av 24 timer gir svar på hvilket avlusingsmiddel som fungerer best. Testen kan utføres på merdkanten.

Prevent jobber også med å utvikle høykapasitetsmetoder for resistenspåvisning i laboratorium. Basert på oppdrettsnæringens rapportering av blant annet biomasse og lakselus gjennom mange år, kan Prevent beregne konsentrasjonen av smittsomme luselarver i reell tid. Modellen som er utviklet, kan fortelle myndighetene hvor stor lakseproduksjon et område tåler før lakselusa tar overhånd.

– Modellen gjør det også mulig å undersøke effekter av ulike tiltak mot

lakselus, som for eksempel oppdretts-soner, før tiltakene blir innført, sier forsker Peder Jansen ved Veterinærinstituttet som har hatt ansvaret for epidemiologi-forskningen.

---

**Prosjekt:** *Salmon Louse – prevention and treatment (Prevent)*

(Kunnskapsplattform)

**Prosjektperiode:** 2010–2014

**Prosjektleder:** Ole Torrissen, Havforskningsinstituttet

**Forskningspartnere:** Havforskningsinstituttet, Universitetet i Bergen, Norges veterinærhøgskole, Veterinærinstituttet, Norsk Regnesentral, NINA og CIGENE/UMB

**Finansiering fra HAVBRUK:** 18 mill. kr

**Finansiering fra FHF:** 8 mill. kr

*Tekst: Torkil Marsdal Hanssen*



## AVSLØRER VIRUSENES HEMMELIGHET (desember 2012)

*Forskerne har delvis avslørt hvordan ILA- og IPN-virus lurer laksens immunforsvar. Effektive virusvaksiner er nå innen rekkevidde.*

Virussykdommer er fortsatt et stort problem for norsk oppdrettsnæring. Årsaken til at dagens vaksiner er lite effektive eller ikke finnes, skyldes mangelen på grunnleggende kunnskap om hva som skjer i laks ved virusinfeksjoner. Forskningsrådets kunnskapsplattform for viral akvamedisin har tettet mange av kunnskaps-hullene, og gir godt håp om effektive virusvaksiner for oppdrettslaksen.

De siste fem årene har Siri Mjaaland koordinert grunnforskningsinnsatsen fra fire norske kunnskapsmiljøer: Sammen har de forsøkt å forstå hvordan virus som forårsaker ILA (infeksiøs lakseanemi) og IPN (infeksiøs pankreas nekrose) lurer fiskens medfødte immunforsvar, og hvilke immunresponser som kan bidra til beskyttelse mot virusene.

### Har avslørt hemmeligheten

For å gjøre en framtidig virusvaccine så effektiv som mulig, har det vært viktig for forskerne å kartlegge hvordan laksens immunforsvar fungerer. Fiskens medfødte immunrespons er viktig også for utvikling av immunforsvaret senere i livet. Interferoner (IFN) spiller en avgjørende rolle i laksens medfødte immunforsvar. Børre Robertsens forskersteam i Tromsø har blant annet

klonet alle IFN som finnes i laks, for å finne ut hvilke roller hvert enkelt IFN har i virusbekjempelse. Unni Grimholt ved Universitetet i Oslo har kartlagt unike aspekter ved ervervet immunitet hos laks. Like viktig har det vært å avsløre virusenes store hemmeligheter: Hvordan klarer de å unngå IFN-angrepene fra laksens førstelinjeforsvar? Jorunn Jørgensens gruppe i Tromsø har hatt hovedfokus på IPN-virus, mens Mjaalands gruppe har fokusert på ILA-virus.

– Med kunnskapen vi nå har om laksens immunforsvar og ILA-virusets strategier for å unngå immunresponser, kan vi skreddersy vaksinen til å framkalle de mest effektive forsvarsmekanismene hos fisken. Vi vet i prinsippet hvordan ILA-vaksinen bør designes, men det er fortsatt mange utfordringer som gjenstår før en effektiv vaccine er tilgjengelig kommersielt, forklarer Mjaaland.

### Kan skreddersy vaksine

Design og utforming av ILA-vaksinen tar utgangspunkt i oppsiktsvekkende forskningsresultater fra vaksineforskning ved Universitetet i Oslo. De samme prinsippene som tenkes brukt ved framtidige vaksiner for mennesker, tas nå i bruk for utvikling av ILA-vaccine til laks. Det såkalte «vaccibody»-prinsippet gjør det mulig å skreddersy vaksinemolekyler, både ut fra hvilke virus de virker mot, og ut fra hvilke immunresponser som skal utløses. Svært

forenklet kan man si at «vaccibody» fungerer som et trippel-CD-cover, hvor det er plass til tre typer gener etter hverandre. Hvert av genene har en viktig funksjon i immunsystemet:

- > Målstyringsgenet bestemmer hvor i immunsystemet vaksinen skal virke.
- > Det midterste genet fungerer som hengsel mellom målstyringsgenet og antigen-delen.
- > Antigen-delen bestemmer hvilket virus fisken vaksineres mot.

– Antigendelen består av en liten del av et virus – i vårt tilfelle fra et ILA- eller IPN-virus. Målstyringsgenet må identifiseres og klones fra laks, sier Mjaaland. Gruppen på UiO ledet av Unni Grimholt har i samarbeid med Mjaalands gruppe stått for arbeidet med identifisering av målstyringsgenet. – «Vaccibody» er foreløpig kun prøvd ut eksperimentelt på mus, men vi har stor tro på at prinsippet skal fungere også på fisk, sier Mjaaland.

**Prosjekt:** *Plattform for viral akvamedisin* (Kunnskapsplattform)

**Prosjektperiode:** 2008–2012

**Prosjektleder:** Siri Mjaaland, Veterinærinstituttet

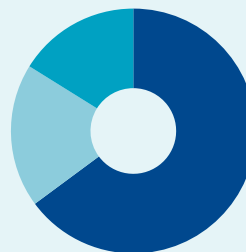
**Forskningspartnere:** Universitetet i Tromsø og Universitetet i Oslo

**Finansiering fra HAVBRUK:** 10 mill. kr, 6 mill. kr fra FHF

*Tekst: Torkil Marsdal Hanssen*

## TEMA 3: FRAMTIDENS FÔR

Budsjett 2010–2015: .....	61 mill. kroner
Andel av total innsats i perioden: .....	8 %
Antall prosjekter: .....	47
Antall avlagte doktorgrader: .....	8
Antall årsverk dr.gradsstipend: .....	32,6
Antall årsverk post.doc: .....	27,6
Antall årsverk postdoc.stipend: .....	3



Innsats på tema Framtidens fôr fordelt på sektor, 2010–2015

**DEN FØRSTE DEL** av programperioden ble det fokusert spesielt på trygg sjømat og betydning av fremmedstoffer, nye vegetabiliske råvarer og effekten av disse på fiskens fordøyelse. Det ble også lagt stor vekt på kunnskap om ernæringsbehovet hos spesielt marin fisk (alle livsstadier).

Etter justering av programplanen i 2010 ble det lagt mindre vekt på ernæringsbehov hos marin fisk. Samtidig ble mer oppmerksomhet rettet mot grunnleggende ernæringsfysiologi og førets betydning for utslipp av ekskrementer, næringsalter og uønskede stoffer. I tillegg kom nye fôrvarer og forbrukerholdninger og samfunnsaksept av disse inn som en problemstilling.

I hele programperioden har det vært tilstrebet samspill og arbeidsdeling med fôrindustrien som har betydelig egenforskning.

### Råvaretilgang

Den globale tilgangen på marine råvarer har vært stabil i programperioden, samtidig som den globale produksjonen av laks og regnbueørret har økt med mer enn 1 million tonn. I løpet av programperioden har det derfor vært forsket mye på alternative råvarekilder.

Det har blant annet vært forsket på produksjon av marine mikroalger (planteplankton) som potensiell kilde for fettstoffer og proteiner, men det trengs fortsatt et solid kunnskapsløft

før de lovende resultatene kan tas i bruk i industriell skala. Det samme gjelder også for nye marine råvarer.

I starten av programperioden var det stor oppmerksomhet om innhold av fremmedstoffer i fôrvarerne. Overgangen fra marine til vegetabiliske råvarer har imidlertid redusert problemet med fremmedstoffer, og innsatsen på dette området er derfor lavere ved programmets slutt. Det er imidlertid viktig å opprettholde forskning på eventuelle nye fremmedstoffer med opprinnelse fra nye råvarer, og likeledes på eventuelle effekter av nye råvarer på det marine miljøet. Videre har det vært finansiert forskning på føring og føringsteknikker og hvordan ulike miljøforhold virker inn på fordøyelse og vekst.

### Alternative fettkilder

Det generelle nivået av marine råvarer i dagens fiskefôr tilsier lite rom for ytterligere reduksjoner. Tilgangen på marine omega-3 fettstoffer er i ferd med å bli kritisk, og i slutten av programperioden er innsatsen på dette området styrket ved å sette i gang prosjekter med fokus også på alternative kilder til fettstoffer. HAVBRUK har tatt initiativ til og gjennomført flere fellesutlysninger på dette temaet, både internt med andre programmer i Forskningsrådet (BIOTEK2021), og med FHF.

### Utfordringer framover

Marine fôrvarer fra de ville fiskebestandene er en begrenset ressurs som vil utfordre dagens nivå av spesielt EPA/DHA i laksen. Alternative fôrvarer, både marine, mikrobielle og

vegetabiliske, må utvikles for å sikre en fortsatt god og bærekraftig vekst i produksjonen av fisk. Samtidig må effekter på laksens biologi, ikke minst laksens helse og robusthet, studeres ettersom nye råvarer tas i bruk. Likeledes vil endrede miljøbetingelser, genetikk og veksthastighet, påvirke fiskens ernæringsbehov.

Med kartlegging av laksens genom er det økte muligheter for en mer grunnleggende forståelse av hvordan enkeltkomponenter i fôret kan påvirke fiskens immunsystem, fettdeponering, muskeloppbygging og kvalitet. En systembiologisk tilnærming vil kunne gi mer målrettet fiskeernæring og gjøre det mulig å skreddersy fôrets sammensetning i langt større grad enn i dag.



FOTO: BÅRD GUDIM



## Eksempler fra nyhetsbrevet Nytt fra HAVBRUK

### ERTER OG SOYA UHELDIG FØRKOMBINASJON (desember 2010)

*Hva slags antinæringsstoffer er det i planter? Hvor mye er det av dem? Og hvilke kombinasjoner av planter fungerer ikke? Dette er viktige spørsmål om vi vil bruke planteprotein som erstatning for fiskeprotein i fiskefôr.*

Fôrprodusenten BioMar har kartlagt innholdet av stoffer i aktuelle planteråvarer og undersøkt effekter av dem på fisk.

Kartleggingen av planteråvarer er gjort med et nytt verktøy kalt metabolsk profilering. I forhold til tradisjonelle analysemetoder setter denne metoden forskerne i stand til samtidig å påvise innhold av langt flere stoffer i plantene, som steroler og fenoler, ofte mer enn 200 kjemiske forbindelser per planteprøve. Det svært avanserte utstyret – som finnes ved Institutt for Biologi ved NTNU – gjør det også mulig å kvantifisere mengden av de enkelte stoffene i plantene.

Marie Hillestad, seniorforsker ved BioMar i Trondheim, har ledet prosjektet «Sources of plant protein for fish feed: Understanding and controlling antinutritional factors». Prosjektet har kartlagt forskjellige proteinrike planter som er aktuelle som fôr til laks og regnbueørret. Som en del av prosjektet har forskere ved Veterinærhøgskolen i Oslo studert fiskens tarm og helsestatus. Prosjektet har også samarbeidet med forskere i USA og



Laks tåler godt erter i fôret, men ikke i kombinasjon med saponiner fra soya. Foto: Marine Harvest



FOTO: SHUTTERSTOCK



Canada, land som er storleverandører av henholdsvis soya og erter til fiskefôr.

### Saponiner

Antinæringsstoffer er en viktig del av plantenes forsvar mot å bli spist av dyr eller ødelagt av sopp og mikroorganismer. De gjør at planter smaker vondt, og dyr kan bli syke av å spise dem.

– I prosjektet vårt har vi spesielt sett på saponiner, et antinæringsstoff som er godt kjent fra soyabønner. Fiskefôr med relativt moderate mengder soya av kvaliteter der saponinene er intakt, kan skape alvorlige tarmproblemer hos laks, forteller Hillestad. Saponinene kan føre til irritasjoner på slimhinner og lekkasjer i tarmens membraner. Hillestad kan fortelle om spennende resultater:

– I forsøkene våre fikk vi store utslag, avhengig av hva slags proteinråvarer saponiner blir gitt sammen med. Et eksempel er saponiner og erterprotein. Det er en svært dårlig kombinasjon for både laks og ørret. Men gir vi fisken erterprotein uten at det skjer i kombinasjon med saponiner, så er erter en veldig god proteinerstatning for fiskemel.

– Fisken kan gjerne få fôr hvor erterprotein utgjør en stor andel av proteinet. Men da må det ikke skje i kombinasjon med soya eller andre saponinrike planteråvarer. Eventuelt

må saponinene være fjernet fra soyaen, forteller Hillestad.

### Dårlig kombinasjon

Forskerne vet ikke hvorfor kombinasjonen av erterprotein og saponin gir så dårlige resultater for fisken. Erter er en plante som det av flere årsaker er ønskelig å bruke mer av i fôret. At erter selv er i stand til å fiksere nitrogen og dermed reduserer behovet for kunstgjødsel, er med på å gjøre erter spesielt bærekraftige i landbruket.

– Vi trenger andre og bedre metoder for å finne svar på hvorfor kombinasjonen av soyasaponiner og erter fungerer så dårlig. Vi må for eksempel kunne kvantifisere saponiner i planteråvarene. Her har vi ikke lyktes ennå, medgir Hillestad. Hun forteller at forskerne et par ganger har trodd at de sto foran et gjennombrudd, men at de er blitt skuffet.

Det forskerne har avdekket, er at saponiner i seg selv ikke behøver å gi fisken nevneverdige problemer. Det er kombinasjonen av saponiner og enkelte andre planteråvarer som er aktuelle i fiskefôr, som kan skape store problemer.

Marie Hillestad har også fått støtte fra Havbruksprogrammet til å undersøke effekten av å tilsette fôret den naturlig forekommende aminosyren tryptofan

(TRP). TRP kan både øke appetitten og redusere aggresjonen hos fisk. Forskerne har studert hvilke mengder TRP som gir optimale resultater for laks og torsk.

---

**Prosjekt:** *Sources of plant protein for fish feed: Understanding and controlling antinutritional factors*

**Prosjektperiode:** 2008–2011

**Prosjektleder:** Seniorforsker Marie Hillestad, BioMar

**Samarbeidspartnere:** Veterinærhøgskolen, forskere fra USA og Canada

**Finansiering fra HAVBRUK:** 1,67 mill. kr

*Tekst: Bård Amundsen*

## LAKSEN KAN PRODUSERE MER OMEGA-3 (juni 2015)

*Forskere har identifisert genetiske markører som gjør det mulig å avle fram oppdrettslaks som produserer mer sunt omega-3 fra knappere marine fôrressurser. Egenskapene kan få positive helseeffekter for både mennesker og laks.*

Nofima har ledet jakten på de genetiske markørene som kan bidra til å avle fram oppdrettslaks med bedre evne til å produsere EPA og DHA, fettsyrene bedre kjent som omega-3. De langkjedede fettsyrene har vel-dokumenterte helseeffekter for mennesker. Sjømat, spesielt fet fisk, er vår viktigste kilde til sunt omega-3.

### Omdanner planteoljer

Med utgangspunkt i kunnskapen om laksegenomet, har forskerne plukket ut laksegenene som aktiverer og styrer enzymene som omdanner planteoljer til omega-3. Forsøk har vist at omega-3-egenskaper kan være et godt avskriterium for oppdrettslaks.

– I tillegg til at fisk med disse egenskapene har høyere kapasitet for å produsere omega-3, ser vi at denne fisken har bedre overlevelse og friskere lever. Det kan se ut til at omega-3-egenskapene henger sammen med «god helse-gener» hos laksen, sier prosjektleder Gerd Marit Berge som er forsker på Nofima.

Forsøkene er gjort med dietter på 0,9–5,4 prosent EPA og DHA til fisk

på 100–500 gram. I sjø fikk all fisken samme fôr med 1 prosent DHA og EPA. Ved slaktevekt på 4 kg inneholdt laksen med de beste genene mer omega-3 enn kontrollgruppen. Forskningen kan ha avdekket når laksen har størst behov for å få tilført omega-3 i føret.

– Det ser ut til at laksen trenger mest EPA og DHA i tiden rundt smoltifisering og en periode etter utsett i sjø. Men det er fortsatt knyttet en del usikkerhet til disse resultatene. Dette kan få betydning for førselskapenes resepter, sier Berge.

### Viktig for fôrproduksjonen

Oppdrettslaks er avhengig av å få tilført EPA og DHA via føret. Tidligere har laksepelleten inneholdt en stor andel marine råvarer, med høyt innhold av disse fettsyrene. På grunn av begrenset tilgang til marine fôrvarer, er mange av disse blitt erstattet med planteråvarer i dagens pellet. Det har ført til at mengden omega-3 i laksefilet i perioden 2010 til 2012 er redusert fra 2,1 til 1,4 gram per 100 gram filet.

– Likevel er oppdrettslaks fortsatt en god kilde til omega-3, understreker Berge.

Knappheten på marine fôrvarer er imidlertid en utfordring, siden den forventede veksten i oppdrett vil kreve betydelig vekst i fôrproduksjonen.

– De tilgjengelige marine fôrressursene må utnyttes på best mulig måte. Siden laksen selv er i stand til å lage sunt omega-3 fra planteoljer, er det ønskelig å avle fram de beste egenskapene for nettopp dette, sier Berge. Matkvaliteten god dokumentert Innenfor området ernæring, vil HAVBRUK2 i større grad ha fokus på alternative og bærekraftige fôrvarer, fiskens behov for mikronæringsstoffer, fremmedstoffer og optimalisert fôring.

Oppdrettsfiskens egnethet som mat for mennesker anses som vel-dokumentert.

---

**Prosjekttittel:** *Towards a sustainable salmonid aquaculture – Salmon as a net producer of n-3 fatty acids*

**Prosjektperiode:** 2011–2015

**Prosjektleder:** Seniorforsker Gerd Marit Berge, Nofima

**Samarbeidspartner:** Sveriges landbruksuniversitet, Skara, Salmobreed, NMBU, BIOMAR

**Finansiering fra HAVBRUK:** 5,7 mill. kr

*Tekst: Torkil Marstad Hanssen*

Knapphet på marine fôrvarer har ført til økt bruk av planteråvarer i lakseføret, og en nedgang i omega-3-nivået i oppdrettslaksen. Avl kan gi mer effektiv omega-3-produksjon i merdene.

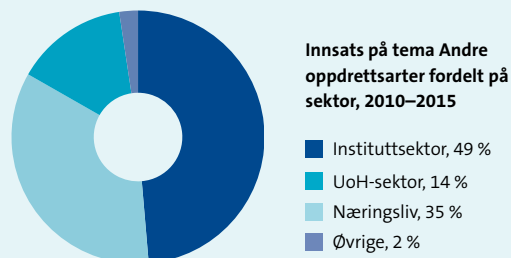




FOTO: SHUTTERSTOCK

## TEMA 4: ANDRE OPPDRETTSARTER

Budsjett 2010–2015: .....	19 mill. kroner
Andel av total innsats i perioden: .....	3 %
Antall prosjekter: .....	31
Antall avlagte doktorgrader: .....	4
Antall årsverk dr.gradsstipend: .....	13
Antall årsverk postdoc.stipend: .....	17
Antall toppforskere: .....	5



**PROGRAMMET HAR BEVILGET** mye midler til forskning og utvikling av torsk i oppdrett. I den første perioden av programmet var torsk framhevet som den prioriterte marine oppdrettsarten. Programmets satsing på torsk tilsvarte rundt en tredjedel av programmets totale innsats, med aktivitet spredt på alle biologiske og teknologiske flaskehalsar.

### Grunnleggende kunnskap om torsk

Den store oppmerksomheten om torsk generelt i virke-middelapparatet, resulterte bl.a. i at torskens genom ble ferdig sekvensert i 2009. Arbeidet ble finansiert av forskningsprogrammet FUGE, mens HAVBRUK finansierte oppfølgende prosjekter som har bidratt til forståelse av fundamentale mekanismer i torskens utvikling.

HAVBRUK har også bidratt til forskning på utvikling av triploid, steril torsk. Programmet har vært en solid bidrags-tyer når det gjelder grunnleggende kunnskap om torsk og torskeoppdrett.

Optimismen i torskeoppdrett forsvant rundt 2008, og de fleste kommersielle aktørene ble avviklet. Årsakene til dette legges oftest på lave torskepriser på grunn av rekordhøye kvoter i torskefiskeriene. Problemer med sykdommer, dårlig vekst, lavt filetutbytte og tidlig kjønnsmodning var imidlertid forsterkende faktorer. Kunnskapsplattformen CODE avsluttet programmets aktiviteter på torsk med å gi økt forståelse av utviklingsprosesser i torsk, og om hvordan ernæring og miljø-faktorer (temperatur) påvirker utviklingen.

Rømming er også en problemstilling for oppdrett av torsk. Som annen marin fisk sprer torsken levedyktig avkom i sitt oppdrettsmiljø. Her gjenstår det fortsatt utfordringer.

### Oppdrett av rensefisk

Allerede tidlig på 90-tallet ble det oppdaget at berggyllt og andre leppefisker spiste lakselus. Etter at resistensutviklin-gen mot lakselusmidler for alvor ble utbredt i næringen mot slutten av 2009, er det blitt stor interesse og oppmerksomhet om oppdrett av rensefisk.

HAVBRUK har gjennom flere prosjekter vært pådriver og utløser for kommersielt oppdrett av leppefisk og rognkjeks. Innsatsen for å utvikle oppdrett av rensefisk har løst en del utfordringer, men det mangler fortsatt grunnleggende kunnskap. Programmet har bidratt til at kompetanse fra marine arter blir utnyttet til å utvikle oppdrett av rensefisk.

### Oppdrett på lavtrofisk nivå

Mot slutten av programperioden har det vært økende oppmerksomhet om oppdrett av organismer lavt i nærings-kjeden, både som alternative førråvarer, som energikilder og til konsum. HAVBRUK har for eksempel bidratt med bevilg-ninger til pågående forskning på oppdrett/produksjon av tunikater (sekkedyr) som kan bli en alternativ proteinkilde i laksefôr eller annet dyrefôr.

Tareoppdrett er også på stor frammarsj, og Nærings- og fiskeridepartementet har tildelt et titalls tillatelser til opp-

drett av makroalger langs kysten. Her har HAVBRUK blant annet bidratt til å opprette en internasjonal samarbeidsplattform for helhetlig utnyttelse av dyrkede makroalger. Programmet har også støttet prosjekter som omhandler integrert multitrofisk akvakultur (IMTA).

HAVBRUK har også finansiert innovasjonsprosjekter i næringslivet på en rekke marine arter, som kveite og steinbit, og på skjellarter som blåskjell og kamskjell. Videre har

programmet støttet utvikling av karpe- og rekeoppdrett i India.

### **Utfordringer framover**

Den viktigste utfordringen nå er å få fram et godt kunnskapsgrunnlag for oppdrett av rensefisk. Det vil bl.a. gi bedre kunnskap om hvordan rensefisken kan brukes optimalt. Det er også viktig å øke kunnskapen for produksjon av nye arter på lavere trofisk nivå.



FOTO: SJØMATRÅDET



## Eksempler fra nyhetsbrevet Nytt fra HAVBRUK

### VIKTIG Å FORSKE PÅ TORSK NÅ (desember 2012)

*Til tross for krisen i torskeoppdrett, satser Forskningsrådet 21 millioner kroner på forskning på torskelarver. – Riktig satset til rett tid, mener professor Ivar Rønnestad.*

Ni norske forskningsinstitusjoner og flere internasjonale forskermiljøer samarbeider på kunnskapsplattformen CODE (Cod Development). De søker blant annet å forstå de grunnleggende biologiske prosessene bak utvikling av robuste fiskelarver av høy kvalitet.

Ett av CODE-plattformens mål er å finne fram til de viktigste faktorene for å få til torskeyngel av høy kvalitet. Like viktig er det å utelukke faktorer som ikke har vesentlig betydning for larveutviklingen. Kunnskapen kan senere brukes til å optimalisere fôr og miljøbetingelser for yngelprodusentene.

#### Større enn arten

– Norge har gjennom mange år utviklet høy kompetanse på marine fiskelarver. Det er fort gjort å miste denne kunnskapsbasen i dårlige tider. CODE er et bidrag til å bevare og videreutvikle kunnskap, som har betydning langt utover torskeoppdrett, mener Rønnestad.

Han peker blant annet på framveksten av leppefiskoppdrett. Denne drar direkte nytte av marinfiskkompetansen som i stor grad er bygget opp rundt atlantisk torsk, med viktige bidrag fra både kveite og piggvar. Det samme vil

gjelde andre, nye marine oppdrettsarter.

#### Modelltorsk

– Vi finner mange tilsvarende problemstillinger og utfordringer som hos torsk hos andre marine arter. Fordi torsken er en viktig økonomisk art i Nord-Atlanteren, har vi forsket på den lenge. Vi kan mye om den.

Dessuten har vi sekvensert hele torskegenomet. Det er en kunnskapsbase vi er forpliktet til å utnytte godt. Sammen med nye analytiske metoder og eksperimentelle forsøk gir den nye informasjonen om genomet oss enorme muligheter til virkelig å gå inn i dybden for å forstå utviklingsprosessen hos torsk, sier professoren i marin utviklingsbiologi.

Han legger til at alt dette gjør torsken egnet som modellfisk for forskerne.

– Det finnes en rekke modellfisker i dag, både ferskvanns- og saltvannsfisk. De fleste marine modellfiskartene er imidlertid varmtvannsarter. Den omfattende kunnskapsbasen vi nå bygger opp rundt torsk i CODE, kan vi overføre til andre kaldtvannsarter, sier Rønnestad.

#### Ser på langtidseffekter

CODE-plattformen har også gått grundig til verks i forhold til miljøets påvirkning på torskelarvene. Det er allerede

godt kjent at temperatur har stor betydning for torskelarvens utvikling. CODE dokumenterer vekst og utvikling ved både høye og lave temperaturer, og hvilke biologiske prosesser temperaturendringene utløser inne i torskelarven.

– Forskningsresultatene bidrar til en bedre, grunnleggende forståelse for hvilke miljøer som er de beste oppvekstområdene for torsken. Det er nyttig kunnskap for forvaltningen, fastslår Rønnestad.

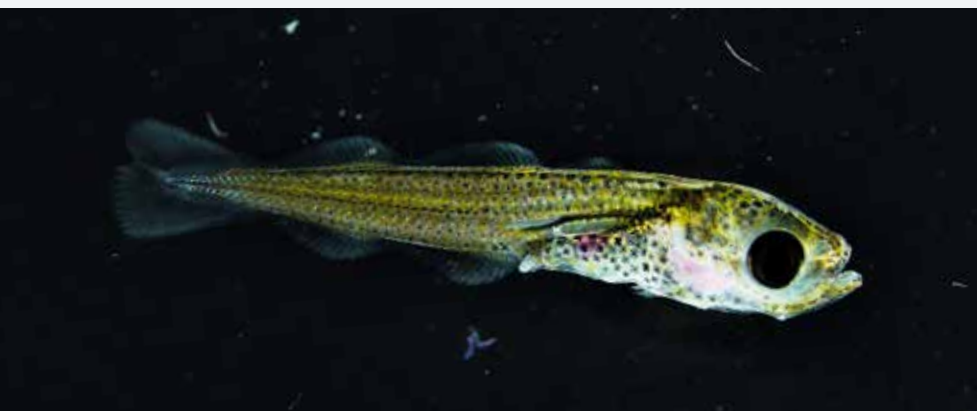
CODE er også opptatt av hvordan klimaendringer kan påvirke den atlantiske torsken.

I siste del av prosjektperioden starter forskerne opp epigenetiske studier for å se på langtidseffekter av temperaturendringer og ulike ernæringsregimer.

– Gjennom CODE aler vi opp grupper av torsk under svært ulike regimer. Denne fisken følger vi nå helt fram til kjønnsmodning og gjennom gyting. Da vil vi forhåpentligvis kunne si noe om hvilke langtidseffekter temperaturforhold og fôr gir, sier Rønnestad.

#### Unikt samarbeid

Sjelden har så mange forskningsmiljøer samarbeidet innen havbruksforskning som i CODE. De ni norske institusjonene, og de internasjonale partnerne, har etter hvert funnet fram til samarbeidsmåter som fungerer i praksis.



Bildet viser forskjellen i utvikling av torskelarver 45 dager etter klekking, basert på føring med rotatorier (øverst) og copepoder (naturlig zooplankton) nederst. Foto: Ørjan Karlsen, Havforskningsinstituttet

Kunnskapsplattformen CODE bidrar til økt forståelse av de grunnleggende biologiske prosessene som ligger bak utvikling av robuste fiskelarver av høy kvalitet. Kunnskapen kan overføres til andre marine kaldtvannsarter. Foto: Julie Skadal, Institutt for biologi, UiB



– Den fysiske distansen mellom oss er en av utfordringene, men vi har funnet løsninger. Hvorvidt CODE-samarbeidene videreføres, vil nok avhenge av resultatene fra de enkelte arbeidspakkene. Vi vil oppfordre til fortsatt samarbeid der vi ser det er mulig. Allerede nå ser vi mye spennende i datamaterialet vi er i ferd med å opparbeide. Ut over våren 2013 vil en mengde av disse resultatene bli formidlet på nasjonale og internasjonale fagmøter og også bli publisert i fagtidsskrifter. Det er resultater som vi har høye forventninger til selv, sier Rønnestad og understreker at de også vil prioritere formidling til oppdrettere av marin fisk.

**Prosjekttittel:** Cod Development (CODE) (Kunnskapsplattform)

**Prosjektperiode:** 2010–2015

**Prosjektleder:** Ivar Rønnestad, Universitetet i Bergen

**Forskningspartnere:** Havforskningsinstituttet, NIFES, Nofima, SINTEF Fiskeri og havbruk

**Finansiering fra HAVBRUK:** 21 mill. kr

*Tekst: Torkil Marsdal Hanssen*



## LETER ETTER TORSKENS HELSEHEMMELIGHET (desember 2011)

*Torsk beskytter seg mot bakterier og virus til tross for vesentlige mangler i immunforsvaret. Marit Seppola og hennes forskerteam er i ferd med å avsløre torskens helsehemmeligheter.*

Forskere ved Centre for Ecological and Evolutionary Synthesis (CEES) ved Universitetet i Oslo publiserte i høst sine funn som viser at torsk mangler viktige komponenter i immunsystemet som normalt benyttes for å bekjempe infeksjoner fra bakterier og virus. Torsken mangler blant annet det såkalte MHC II-genet som har som oppgave å presentere fiendtlige mikroorganismer for fiskens immunforsvar og iverksette immunresponser som bekjemper infeksjonen.

### Torsken lever på tross?

Ut i fra en vanlig, tradisjonell forståelse av immunologi, kunne en tro at torsken ville dø uten dette genet. Det gjør den ikke. Torsken lever som kjent i beste velgående og er en av de viktigste artene i nordlige farvann. Forsker Marit Seppola ved Nofima i Tromsø startet i 2010 jakten på flere hemmeligheter ved torskens immunforsvar.

– Hos torsk som badvaksineres mot vibriose, klarer man ikke å måle verken aktivering av immungener eller en økt produksjon av antistoffer. Like fullt er torsk beskyttet mot sykdommen. Det er åpenbart ting vi ikke vet, og vi ønsker å finne ut hvordan immunsystemet til torsken fungerer, sier Seppola.

Marit Seppola har fått finansiering fra Havbruksprogrammets ordning for yngre toppforskere og leder et prosjekt som involverer forskere ved Universitetene i Tromsø og Oslo, Pharmaq AS og danske og slovakiske forskere.

### Aggressiv bakterie

Toppforskerprosjektet tar utgangspunkt i sykdommen francisellose, som forårsakes av bakterien *Francisella noatunensis*, en slektning av den aggressive bakterien *Francisella tularensis* som forårsaker harepest. I dag finnes det ikke tilgjengelige vaksiner eller medisiner mot denne fiske sykdommen.

– Vi forsøker nå å finne ut hvordan bakterien oppfører seg inne i fisken, og hvordan torskens immunforsvar reagerer på francisellainfeksjon. De fleste bakterier forårsaker infeksjoner utenfor vertens celler. *Francisella* derimot, gir infeksjoner inni cellene, sier Seppola.

### Må være «spot on»

Fisk og andre dyr har et todelt immunforsvar som både beskytter mot infeksjoner og gjør at kroppen husker en eventuell ny infeksjon med samme smittestoff. Ved vaksinerer er målet å aktivere både beskyttelsen og hukommelsen. Mens det humorale immunforsvaret produserer spesifikke antistoffer som til en hver tid er klare til å angripe uønskede smittestoffer, reagerer det cellulære immunforsvaret på infeksjoner inni celler og er svært

viktig i forsvaret mot virus og bakterier som infiserer celler.

– Siden francisella er en såkalt intracellulær bakterie, er det svært viktig å forstå det cellulære immunforsvaret hos torsk. Vi ønsker blant annet å finne ut nøyaktig hvor i cellene francisellabakterien befinner seg og gir infeksjon. Dette er viktig for å utvikle vaksiner som kan forebygge sykdommen effektivt, fordi virkestoffene i vaksinen må rettes mot samme sted som infeksjonen oppstår, sier Seppola.

### Venter spent

Kommersielle vaksineselskaper har forsøkt å lage vaksiner mot francisellose, men uten å lykkes. Resultatene fra Seppolas forskning kan på sikt gi den nødvendige kunnskapen.

– Det er fortsatt langt fram til vi har en vaksine, og det gjenstår mye før vi kan si at vi har oversikt over torskens immunforsvar. Men forskningen vi nå gjennomfører er grunnleggende og gir oss gode verktøy for videre studier, mener Seppola. Sammen med forskere ved CEES, Universitetet i Oslo, forsøker Marit Seppola blant annet å finne ut hva torskens immunsystemer benytter seg av i stedet for det manglende MHC II-genet. Forskere ved UiT har fastslått at torsk har om lag ti ganger mer av et annet immun-gen, MHC I, enn andre fisk. Dette kan være noe som kompenserer for mangelen av MHC II, men det gjenstår å finne ut.



FOTO: SJØMATRÅDET

**Prosjekttittel:** Intracellular lifestyle of *Francisella piscicida* in Atlantic cod (TOPPFORSK)

**Prosjektperiode:** 2010–2015

**Prosjektleder:** Marit Seppola, Nofima  
Samarbeidspartnere: CEES –  
Universitetet i Oslo

**Finansiering fra HAVBRUK:** 8 mill. kr

*Tekst: Torkil Marsdal Hanssen*

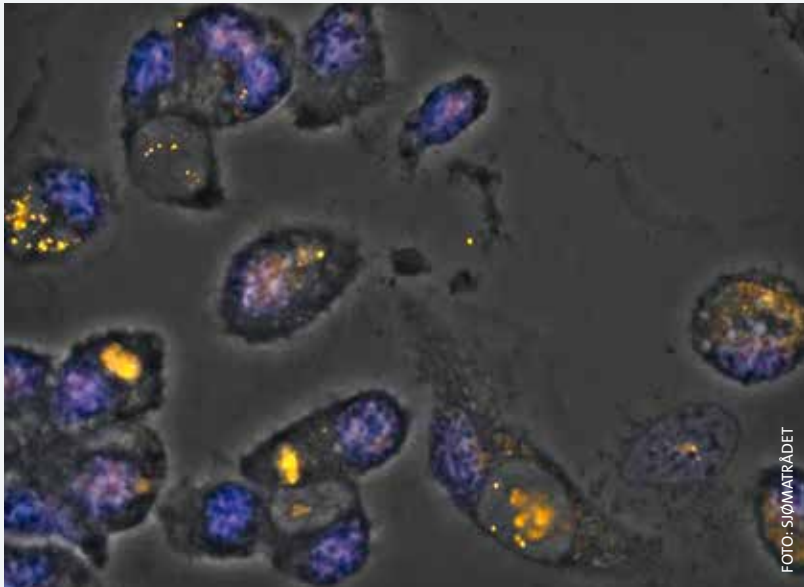


FOTO: SJØMATRÅDET

Gjennom fluorecensmikroskop kan man se francisellainfeksjonen (de gule områdene) i torskcellene. Foto: Marit Seppola

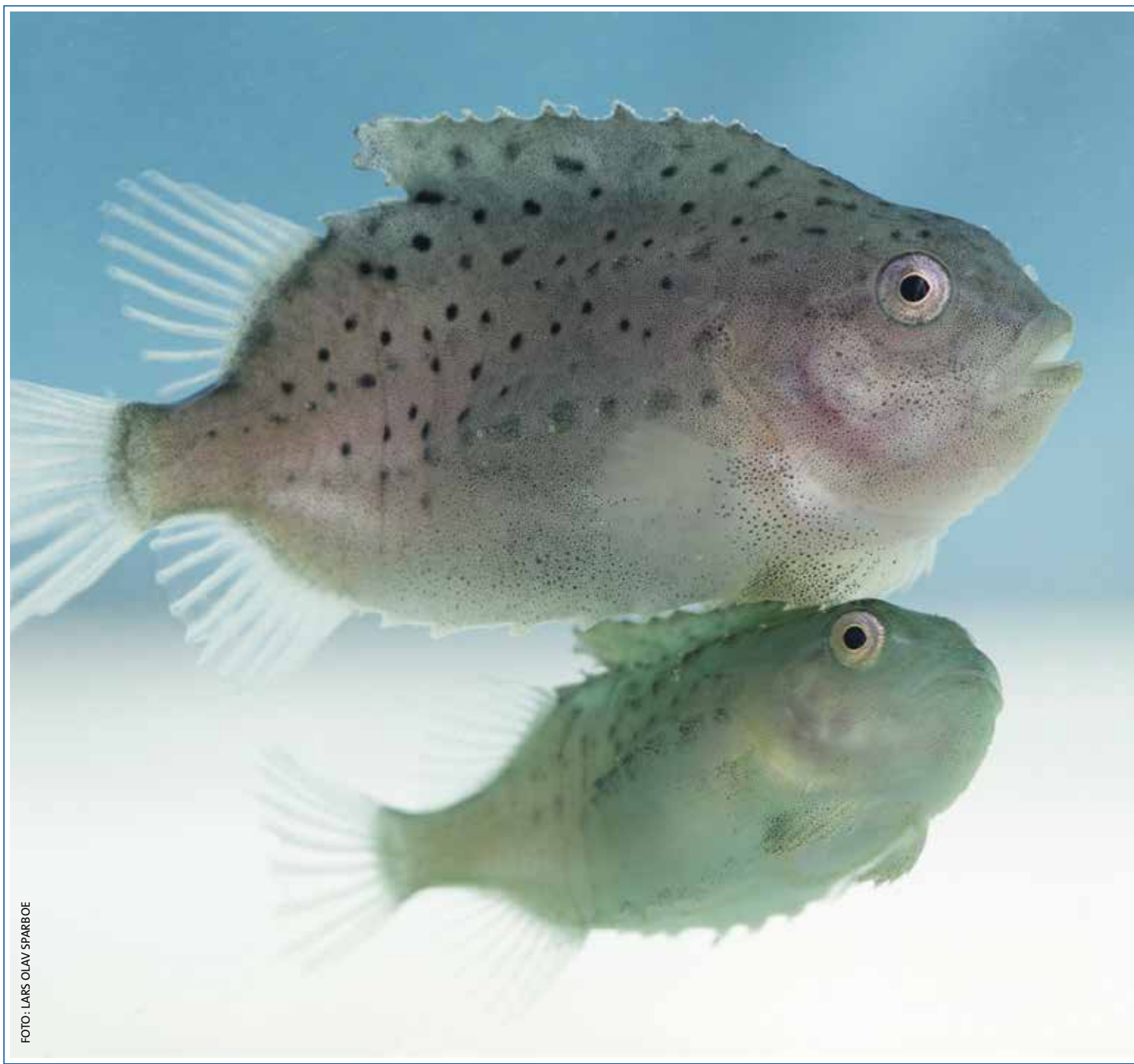


FOTO: LARS OLAV SPARBOE



## LOVENDE RESULTATER MED ROGNKJEKS (juni 2012)

*Forsøkene med oppdrett av rognkjeks lover godt for avlusing i nord. Enkeltindivider har enorm appetitt på lakselus, og laksen ser ut til å trives godt i rognkjeksens selskap.*

I dag er berggyllt og bergnebb det fremste biologiske våpenet mot lakselus fra Trøndelag og sørover. Disse artene er imidlertid temperaturfølsomme, og vil ikke være egnet i en framtidig bekjempelse av lakselus i Nord-Norge. Sammen med Nordlaks Oppdrett AS, Codfarmers AS og Gildeskål Forskningsstasjon AS (GIFAS), har Akvaplan-niva siden våren 2011 undersøkt om rognkjeks er egnet til biologisk avlusing av laks og torsk i områder med lave sjøtemperaturer. De foreløpige resultatene fra prosjektet NORDLUS lover godt.

### Robust mot temperatur

NORDLUS tar sikte på å finne både gode metoder for å fange inn rognkjeks, stryke og klekke egg, og de beste måtene å produsere yngel på. Forskerne studerer blant annet ulike startfôringsmetoder og hvordan ulike temperaturer virker på vekst og utvikling av yngelen. Yngel med startvekt på 20 gram testes nå ved ulike temperaturer fra 4–13 grader.

– Midtveis i forsøkene ser vi at yngelen vokser bra gjennom et bredt temperaturspekter. Den optimale temperaturen for vekst hos yngel på denne

størrelsen ligger på 10–13 grader, sier prosjektleder Albert K. Imsland.

### Forskjeller i appetitt

I november i fjor ble rognkjeks med en snittvekt på 150 gram satt ut i en pilotmerd med 200 lusinfiserte laks. Fram til slutten av januar ble luseantallet i merden undersøkt fire ganger. Antall hunn- og hannlus samt fastsittende og mobile lus ble registrert.

– Vinterens forsøk viste at rognkjeks aktivt beiter lus midtvinters, også ved temperaturer på 4–7 grader. Det var markante forskjeller på lusenivåene mellom kontrollmerden og merden med rognkjeks. Adferdsobservasjoner viste at rognkjeks aktivt svømmer mot laksen for å beite lus, forteller Imsland.

Forsøkene avdekket også store forskjeller i luseappetitt mellom rognkjeksindividene.

– Mens noen heller spiser laksefôr, viser andre enorm appetitt på lus. Tidligere er det funnet et individ som hadde spist så mange lus at magesekken sprakk! Hva disse forskjellene kommer av, er vi ikke sikre på, sier Imsland.

### Symbiotisk forhold?

NORDLUS-prosjektet vil undersøke nærmere hva som trigger beiteadferden. Samtidig gjennomføres det

forsøk for å finne det optimale forholdet mellom antall rognkjeks og laks i merdene.

Forsøk gjort hos GIFAS i 2000 viste at fem prosent innblanding av rognkjeks ga lavest antall kjønnsmodne hunnlus. Til høsten skal tilsvarende forsøk gjøres på torsk som har sin egen lusevariant.

– Forsøk gjort i kar på land tyder på at rognkjeks har en beroligende effekt på laksen. Vi spør oss om det kan være en form for symbiose mellom artene. Når det ved overflatetråling etter laks langt til havs også er funnet rognkjeks, som er en ganske dårlig svømmer, kan det tyde på at rognkjeks slår følge med eller haiker med laksen, sier Imsland.

---

**Prosjekttittel:** Rognkjeks som biologisk avlusingsmetode for oppdrettslaks og torsk i Nord-Norge (NORDLUS)

**Prosjekteier:** Nordlaks AS

**Prosjektleder:** Albert K. Imsland, Akvaplan-niva

**Prosjektperiode:** 2011–2014

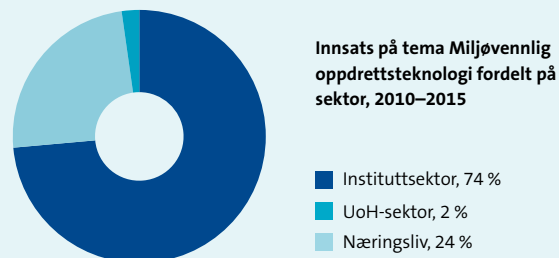
**Samarbeidspartnere:** Akvaplan-niva AS, Gildeskål Forskningsstasjon AS, Codfarmers AS

**Finansiering fra HAVBRUK:** 3,3 mill. kr

*Tekst: Torkil Marsdal Hanssen*

## TEMA 5: MILJØVENNLIG HAVBRUKSTEKNOLOGI

Budsjett 2010–2015: .....	104 mill. kroner
Andel av total innsats i perioden: .....	14 %
Antall prosjekter: .....	56
Antall avlagte doktorgrader: .....	4
Antall årsverk dr.gradsstipend: .....	22,2
Antall årsverk postdoc.stipend: .....	28,4
Antall toppforskere: .....	0



**UTVIKLING OG BRUK** av teknologi er grunnleggende for lønnsom og bærekraftig oppdrettsproduksjon i et godt oppdrettsmiljø.

### Rømming og lakselus

Havbruksnæringen har flere miljøutfordringer der teknologi er en viktig del av løsningen. De viktigste utfordringene er knyttet til rømming og lakselus. I første del av programmet var det også en del oppmerksomhet om organiske belastninger på sjølokaliteter. Denne utfordringen er i stor grad løst gjennom bedre kunnskap om lokalitetenes bæreevne, forvaltningsmessige tiltak og nøye overvåking av føring. I tillegg ligger de fleste lokalitetene som benyttes i dag, i strømrrike områder med større dyp.

Teknologiske løsninger er viktig for å bekjempe rømming og lakselus. Mens det fortsatt ble satset på torskeoppdrett, ble også teknologi for å redusere rømming av oppdrettstorsk prioritert.

### Eksponerte lokaliteter

Den teknologiske utviklingen har gått i retning av større merder og mer eksponerte lokaliteter. Det er utviklet teknologi for å håndtere nøter, renhold av nøter, sortering, lusebehandling og overvåking av produksjonen, og det er utviklet spesialiserte servicebåter. Brønnbåter er i dag høyteknologiske fartøyer med avanserte muligheter for overvåking og vannbehandling som gjør at de kan gå lange strekninger med lukkede ventiler.

### Lukkede anlegg

Trenden de siste årene med å utvikle teknologi slik at fisken kan holdes i tanker på land eller i flytende, semilukkede merder i en større del av livsløpet, er motivert ut i fra ønsket om å redusere faren for lakselus og korte ned risikoperioden i sjø. Teknologi for fjernovervåking av sjøanlegg er i dag nærmest standard.

HAVBRUK har finansiert både innovasjonsprosjekter og forskerprosjekter på flere av disse områdene. I tillegg har programmet finansiert en egen kunnskapsplattform, SECURE, der målet var å løse problemer som er kritiske for å kunne bekjempe rømming pga. utstyrssvikt, operasjon av havbruksanlegg og interaksjon mellom fisken og oppdrettsanleggene (se omtale på s. 69). Resultatene fra denne kunnskapsplattformen var viktige for etablering av NYTEK-forskriften som trådte i kraft 1. januar 2012.

### Vekt på fiskevelferd

Rask utvikling av ny teknologi gir ofte utfordringer for dyrevelferd og miljø. Programmet har i takt med denne utviklingen vært spesielt opptatt av fiskens velferd ved bruk av ny teknologi. Som følge av strategien med å produsere storsmolt, vil biomassen på land raskt kunne tidobles, med påfølgende utfordringer når det gjelder bl.a. fiskevelferd og behandling av slam. Det er planlagt å ta i bruk store kar på land på opp mot 9.000 kbm. Dette innebærer behov for nye metoder for internlogistikk i anleggene og for overvåking av oppdrettsmiljøet for fisken.

Rensefiskens velferd under de betingelser den har i laksenøtene, er også utfordrende.

### Havteknologi

Ved økt satsing på eksponerte lokaliteter kreves en teknologiutvikling der en også kan hente kunnskap fra marine operasjoner og olje/gass industri. HAVBRUK har derfor mot slutten av perioden samarbeidet med programmet MAROFF om fellesutlysninger for å realisere potensialet i kunnskap og løsninger fra leverandørindustrien til andre marine sektorer.

### Utfordringer framover

Dagens oppdrettsteknologi er i stadig utvikling, samtidig som flere forskjellige nye konsepter og produksjonsformer er under utvikling, f.eks. bruk av resirkuleringsteknologi, oppdrett i helt eller delvis lukkede anlegg i sjø og eksponerte eller offshore oppdrettsanlegg. For å ta i bruk ny teknologi er det viktig med pilottesting og demonstrasjon. I utvikling av ny teknologi er det viktig å ta hensyn til vekst og velferd, miljøpåvirkning og teknisk robusthet for nye og eksisterende driftsformer.



FOTO: AQUALINE



## Eksempler fra nyhetsbrevet Nytt fra HAVBRUK

### KNUTER SOM HOLDER (juni 2010)

*Sterke krefter virker på nettet i havbrukskonstruksjoner. Grunnforskning ved SINTEF i Trondheim har beregnet hvor sterke disse kreftene kan bli.*

Kjenner vi kreftene som virker på oppdrettsmerden i et hav med bølger, så kan vi lage merder som er bedre tilpasset utfordringene de møter. Metodene for å beregne disse kreftene har i enkelte tilfeller vært unøyaktige.

Derfor har forskningsprosjektet Wave-Net ved SINTEF Fiskeri og havbruk drevet grunnleggende forskning på de hydrodynamiske kreftene som virker på nettbaserte konstruksjoner. Forskerne har utført databeregninger og prøvd fysiske modeller.

#### Knuten viktig

Et nett består av tråder og knuter, og knutene har overraskende stor betydning for det totale kraftbilde på en merd.

– Da vi isolerte kreftene som møtes i sentrum av en slik knute, fant vi at de kan være betydelig sterkere enn hva man tidligere har antatt, forteller prosjektleder Pål Lader.

#### Rømming

Nett som ryker fører til både rømming og ødelagt utstyr. Men nettet skal ikke bare holde fisken innenfor, det skal også slippe store mengder friskt vann gjennom merden.

– Grunnforskning som dette gjør at vi bedre forstår strømningsbildet rundt de geometriske formene som knuten og trådene representerer, og de ulike kreftene som påvirker dem. Vi har fått flere interessante resultater, forteller Lader.

– Selv om forskningen vår ikke har umiddelbar nytteverdi for næringen, er slik grunnforskning helt nødvendig for på sikt å kunne utvikle bedre og bedre nøter, understreker Lader.

#### Bølger

Deler av forskningen i prosjektet har dreid seg om å simulere ulike bølger.

– Det er viktig å kartlegge effekten av ulike bølgetyper på store oppdretts-

anlegg som kan ha romlig utstrekning på mange hundre meter. Det er betydelige korrelasjonseffekter mellom bølgekreftene på forskjellige steder på anlegget, og vi må forstå disse for å kunne forstå den totale bølgepåvirkningen, forklarer prosjektlederen.

**Prosjekttittel:** *Wave and current loads on net panels and net cages*

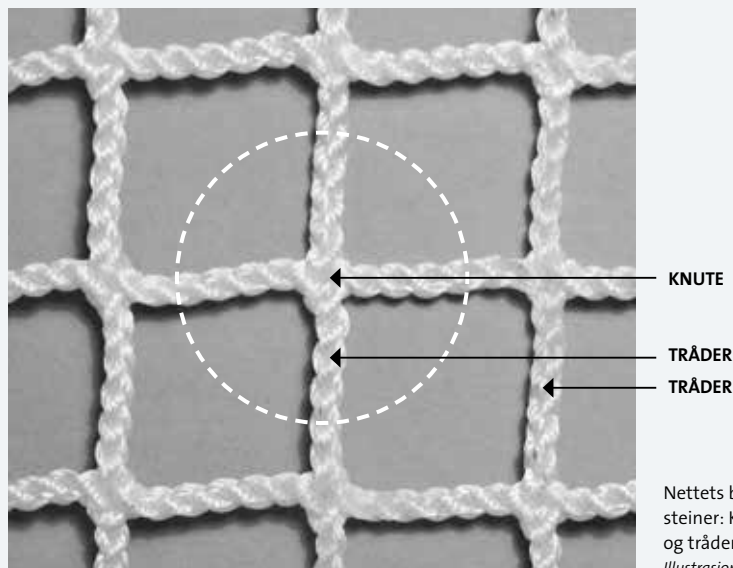
**Prosjektperiode:** 2006–2009

**Prosjektleder:** Pål Lader, Sintef Fiskeri og havbruk

**Samarbeidspartnere:** Sintef Anvendt matematikk

**Finansiering fra HAVBRUK:** 4,9 mill. kr

*Tekst: Bård Amundsen*



Nettets byggesteiner: Knuter og tråder.

*Illustrasjon: SINTEF*

## MYE Å HENTE PÅ OPTIMALISERT AVLUSING (april 2012)

*Hva brønnbåtens blandetank for avlusingsmidler er laget av, har stor betydning for effekten av avlusing om bord. Ny kunnskap gjør nå tradisjonelle avlusingsmetoder bedre.*

I 2010 startet det treårige forskningsprosjektet *Topilouse* for å optimalisere lusebehandlingen av laks i merd eller brønnbåt. – Ved å optimalisere metodene for behandlingen kan vi, med de samme midlene vi bruker i dag, bekjempe lakselusa mer effektivt, sier Peter Andreas Heuch ved Veterinærinstituttet.

### Viktig materialvalg

Brønnbåtflåten består av mange typer fartøyer med høyst ulik måte å skifte ut vannet i brønnene på. Det gjør det utfordrende å kontrollere mengden avlusingsmiddel fisken eksponeres for i brønnen. Feil materialvalg om bord kan i verst fall føre til at avlusingen resulterer i resistente lus.

– Avlusingsmiddelet tilsettes via en blandingstank før det slippes ut i vannstrømmen eller direkte til brønnen. I blandingstanker av plast setter pyrethroidene (en av de mest brukte gruppene virkestoffer mot lakselus) seg fast på veggen i blandekaret, slik at konsentrasjonen av virkestoffet blir for lav til å gi tilfredsstillende og effektiv avlusing, sier Heuch. Dette kan ha bidratt til feilaktig mistanke om resistens hos lakselus.

– Samtidig vet vi at stadige behandlinger med for lave konsentrasjoner kan være med på å utvikle slik resistens, sier Heuch. Pyrethroider fester seg dårligst til glass, men også stål er å foretrekke framfor plast i blandingstanker.

### Riktig forbud mot «skjørt»

I januar 2011 ble det forbudt å benytte såkalte skjørt under avlusing i merd. Forskerne har analysert hvordan lusemidler sprer seg i merdene, og kan dokumentere at forbudet er riktig.

– Ved bruk av skjørt får strømmen på undersiden av merden mulighet til å svinge opp i merden. Det fører til en fortykning av de tilsatte behandlingsmidlene, forklarer Heuch. Dagens heldekkende presenning gjør det enklere å oppnå og holde nødvendig konsentrasjon av medikamenter i behandlingstiden.

Forsøk i merder på 12 meter i diameter har gitt forskerne ny innsikt i fiskens betydning for innblanding av medikamenter. På forhånd trodde forskerne at boblestrømmen fra oksygeneringsanlegget som brukes i lukket avlusing, ville være viktig for innblanding av virkestoffet. Forsøkene viser at dette ikke betyr så mye. Samtidig kan laksen selv sette i gang en kraftig strøm inne i presenningen og dermed opptre som hoveddriver for innblanding.

Erik Høy fra SINTEF og Frode Oppedal fra Havforskningsinstituttet som deltar i prosjektet, forteller at det i forsøksmerdene er oppnådd god innblanding bare minutter etter at stoffet er tilsatt. Til høsten gjennomføres tilsvarende forsøk i fullskala som ledd i arbeidet med å teste og optimalisere behandlingsmetodene.

**Prosjekttittel:** *A multi-disciplinary effort to improve topical treatments in salmon louse control*

**Prosjektperiode:** 2010–2013

**Prosjektleder:** Peter Andreas Heuch, Veterinærinstituttet

**Samarbeidspartnere:** Havforskningsinstituttet

**Finansiering fra HAVBRUK:** 6,6 mill. kr

*Tekst: Torkil Marsdal Hanssen*

Ved hjelp av «røyk» visualiserer forskerne hvordan vannstrømmen virker på oppdrettsmerden. Foto: Erik Høy/SINTEF Fiskeri og havbruk



## ASIA KJØPER NY, NORSK TEKNOLOGI (juni 2012)

*Nå produseres de første enhetene av ny, norskutviklet fiskevelferdsteknologi. Alle er solgt til Asia.*

Siden 2009 har forskere fra Havforskningsinstituttet, Nofima og Universitetet i Oslo videreutviklet, integrert og testet ny teknologi som måler miljøforhold fra overflate til bunn i laksemerder. Fra robuste installasjoner ute på havet, sender måleinstrumenter kontinuerlig data via mobilnettet til en database for analyse. Røkten kan i «realtime» se hvordan laksen har det, via internett.

### Slik virker utstyret

En såkalt profilerende målebøye plasseres midt i merden. Med jevne mellomrom sender bøyen en målesonde ned og opp i merden. Denne måler temperatur, oksygen, saltholdighet, klorofyll (fluoresence) og partikler i vannet (turbiditet). En annen sonde måler strømhastigheten og kvaliteten på innstrømmende vann.

For å fastslå hvilke miljøforhold fisken faktisk opplever og hvordan de reagerer på varierende miljøforhold, er det utviklet ekkolodd som registrerer fisketettheten på ulike dyp i merden hver gang det gjøres en vannprofil. Forskerne har også videreutviklet instrumenter som gir detaljerte data om laksens pustemønster.

Dataene fra miljømålingene, fiskens posisjon og stressnivå sammenholdes

og analyseres i forskerutviklede modeller. Dataene presenteres ved hjelp av farger og grafer, og kan også avleses på et speedometerlignende instrument – det såkalte velferdsmeteret.

### Gir livsviktig info

– Skal man kunne si noe om fiskens velferd, er det viktig å vite sikkert hvordan vannmiljøet er akkurat der fisken befinner seg.

Vi vet at det kan være store forskjeller på vannmiljøet på ulike steder i merden, noe som punktmålinger ikke vil fange opp. For eksempel kan oksygennivået inne i merden være direkte skadelig for fisken, til tross for at O<sub>2</sub>-metningen like utenfor er 100

prosent, sier forsker Lars Helge Stien ved Havforskningsinstituttet.

De nye verktøyene gir langt mer nøyaktige målinger enn tidligere, og gjør at man lettere vil finne årsakene til ulike stressreaksjoner, sykdomsutbrudd, økt dødelighet og dårlig matlyst.

– Denne teknologien vil dermed gjøre det mulig å optimalisere fiskevelferden og dermed optimalisere både produksjon og inntjening i lakseoppdrett, sier Stien.

To målebøyer ble kjøpt av norske aktører i utviklingsperioden. De første kommersielt serieproduserte målebøyene støpes nå, og er alle bestilt av asiatiske aktører.



Plassert midt i merden kan ny norsk teknologi gi oppdretteren nøyaktige miljømålinger der fisken svømmer. Foto: Havforskningsinstituttet

**Prosjekttittel:** *New tools for online overall assessment of rearing environment, stress level, and fish welfare in Atlantic salmon cage farms (WELFARE-TOOLS)*

**Prosjektleder:** Tore S. Kristiansen, Havforskningsinstituttet

**Prosjektperiode:** 2009–2011

**Samarbeidspartnere:** Nofima, Universitetet i Oslo/ Fysisk institutt  
**Finansiering fra HAVBRUK:** 2,6 mill. kroner. Også finansiering fra FHF, Bergen Teknologioverføring AS, EU-prosjektet FASTFISH og Nord-Trøndelag fylkeskommune

*Tekst: Torkil Marsdal Hanssen*

## SPARKER BALLEN TIL LEVERANDØRENE (desember 2012)

*To problemområder utmerker seg i arbeidet med å redusere rømmingsfaren fra norsk oppdrettsnæring. Begge kan løses av utstyrsløpere, mener Østen Jensen.*

Skal oppdrettsnæringen virkelig nærme seg 0-visjonen for rømming fra sjøbaserte oppdrettsanlegg, må den løse to hovedutfordringer. Den ene er dagens utspilingsystemer som forårsaker gnag og hull på notposene. Den andre utfordringen er menneskelige feil i forbindelse med operasjoner, sier forsker Østen Jensen ved SINTEF Fiskeri og havbruk.

### Kan utvikles

Ingeniøren peker på leverandørindustrien som nøkkel til løsninger på begge utfordringene:

– Både gnag og menneskelige feil under operasjoner på sjøen kan forebygges og til dels unngås med bedre produktdesign og forbedrede prosedyrer. For en del av utstyret som brukes på sjøanlegg i dag, bør designet forenkles slik at det blir vanskelig eller umulig å bruke det feil. I kunnskapsplattformen SECURE har vi samlet kunnskap som trengs for å utvikle bedre og sikrere løsninger. Nå må leverandørene på banen, mener Jensen.

Aktører i leverandørindustrien er allerede i gang med å teste ut nye løsninger, basert på SECURE-plattfor-

mens dokumenterte rømmingsårsaker. Forskningsrådet satte i år i gang to nye forskningsprosjekter (SUSTAIN-FARMEX og Exposed Farming) hvor det blant annet er gjort modellforsøk med integrert bunnring i oppdrettsnot.

Anleggssertifikat gir økt sikkerhet SECURE har dokumentert en rekke faktorer som er viktige for å unngå gnag-problemer:

- > Nedlodding med for lite vekt, for stor not, strømforhold og begroing øker deformasjonen av not og faren for gnag.
- > Maskinvask reduserer notlinets styrke med 10–20 prosent i løpet av 4–5 vask.
- > Fast innfesting av bunnringen har vist seg sikrere enn glidende innfesting.

Konede notposer gir større avstand til kjettinger og reduserer gnag-risikoen. Likevel har flertallet av oppdrettsposene i dag fortsatt sylindrisk form.

Oppdretterne kan i dag handle fritt på markedet og kjøpe not og flytekrage hver for seg. Det er ikke gitt at notposen passer sammen med den valgte flytekragen når de skal settes sammen. Vi må tenke mer helhetlig rundt design av konstruksjonene for å sikre at komponentene passer sammen, påpeker Jensen, som mener innføring av anleggssertifikater er et skritt i rett retning.

### Innspill til forskrifter

Fra 1. januar 2013 skal alle oppdrettsanlegg i Norge ha sertifikatet som sikrer at anlegget er satt sammen av komponenter som passer sammen.

– Gjennom SECURE har vi fått kunnskap som vil være viktig i utforming av forskriftene som legges til grunn for blant annet anleggssertifikatet. Blant annet ser vi at anleggenes utforming kombinert med lengden på bølger kan gi overraskende resultater. Største bølgehøyde gir ikke alltid de største belastningene. Vi har sett at en slakk bølge kan skape langt større krefter på anlegget enn en steil bølge. En doubling av kraften er ikke uvanlig, og det er klart at dette bør ha stor betydning for kravene til hvordan anlegget utformes og dimensjoneres, sier Jensen.

---

**Prosjekttittel:** *Securing fish-farming technology and operations to reduce escapes (SECURE) (Kunnskapsplattform)*

**Prosjektperiode:** 2008–2012

**Prosjektleder:** Østen Jensen, Sintef Fiskeri og havbruk

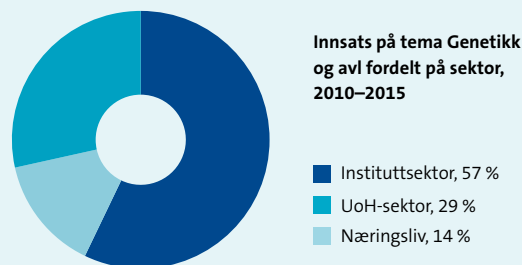
**Forskningspartnere:** Nofima, NINA, SIMLab (NTNU), CeSOS (NTNU), University of New Hampshire, United States Naval Academy

**Finansiering fra HAVBRUK:** 13,5 mill. kr

*Tekst: Torkil Marsdal Hanssen*

## TEMA 6: GENETIKK OG AVL

Budsjett 2010–2015: .....	123 mill. kroner
Andel av total innsats i perioden: .....	17 %
Antall prosjekter: .....	45
Antall avlagte doktorgrader: .....	8
Antall årsverk dr.gradsstipend: .....	47,1
Antall årsverk postdoc.stipend: .....	42,8
Antall toppforskere: .....	2



**PÅ GRUNN AV** store forventninger knyttet til marine arter, særlig torsk, var det i starten av programperioden viktig med genetikk- og avlsforskning som grunnlag for å videreutvikle avlsprogrammer for torsk. I den justerte programplanen som kom i 2010, var fokuset på torsk tonet ned og forskningsinnsatsen ble i enda høyere grad rettet mot laks. Ikke minst ble robust fisk et viktig tema; fisken måtte tåle nye førkilder, klimaforandringer og spesifikke sykdommer. I tillegg ble det lagt større vekt på å ta i bruk nyvinninger innenfor genetisk teori, bioinformatikk og molekylær biologi/molekylær genetikk i tradisjonelle og nye avlsprogram. Dette var en naturlig videreføring fra human- og husdyrforskning.

### Nye teknologiske verktøy

Potensialet ved bruk av ny teknologi var stort, ikke minst for sikrere og mer effektivt å kunne selektene den beste stamfisken for egenskapene man ønsket å avle på. Spesielt gjaldt dette egenskaper som ikke kan måles på stamfisken uten å måtte avlive den først, som for eksempel sykdomsresistens og kvalitet på kjøttet.

I tillegg har økt generell forståelse av genetikken til torsk og laks stått sentralt gjennom hele programperioden. Forskningsrådet (FUGE og HAVBRUK) finansierte i 2014 sammen med næringsaktører utvikling av referansegenom på laks. HAVBRUK har finansiert mange prosjekter med utgangspunkt i bruk av referansegenomene både på laks og torsk. De nye teknologiene har gjort det mulig å genotipe tusenvis av genmarkører på tusenvis av fisk. I løpet av

noen år resulterte dette i at gener for viktige egenskaper ble kartlagt.

### Avl på sykdomsresistens

Som følge av flere forsker- og innovasjonsprosjekter finansiert av bl.a. FUGE og HAVBRUK, er det utviklet IPN-resistent rogn som nå er dominerende i næringen. Etter at en større andel fisk er selektert for «den gode» IPN (infeksiøs pankreas nekrose) genvarianten og brukes i produksjon av rogn, ble antallet IPN-utbrudd halvert mellom 2010 og 2012. Ved å bruke genomisk informasjon i siste leddet av avlsarbeidet, kunne effekten av den nye teknologien raskt overføres til oppdretterne, uten at det gikk på bekostning av den viktigste produksjonsegenskapen, nemlig tilvekst.

Dermed våknet interessen for å få opp tilsvarende teknologi for andre egenskaper som ikke kan måles på stamfisken. HAVBRUK har finansiert avlsprosjekter på resistens mot både fiske sykdommen PD og mot lus. Nye metoder i avlsarbeidet har dermed ført til mindre sykdom og gitt et viktig bidrag til økt bærekraft i norsk akvakultur.

### Internasjonalisering

Interessen for lakseavl internasjonalt har økt. I dag er de to største avlsprogrammene delvis på utenlandske hender, og et utenlandsk avlsselskap er i ferd med å etablere seg i Norge. Konkurransen mellom aktørene har økt betraktelig. Basert på dette er det sannsynlig at innovasjonstakten øker innenfor avl- og genetikfeltet og bidrar til å øke kompetansen i bedriftene.



### Utfordringer framover

Videreutvikling og anvendelse av genomikk, bioteknologi og bioinformatikk for å trekke ut relevant informasjon fra oppdrettsartenes genomer, er et forskningsfelt i sterk utvikling. For avlsprogrammene er det viktig å få ny og mer presis informasjon om fenotypiske og genetiske parametere for eksisterende og nye egenskaper i avlsmålene. Videre er det behov for å utvikle effektive analysemetoder av store og komplekse datasett.

For å få økt biologisk forståelse og for å omsette grunnforskning til nytte for næringen, trengs det tverrfaglig forskning. Samtidig vil bredden i virkemiddelapparatet fortsatt være viktig for å stimulere til både grunnforskning og næringsrettet forskning som begge deler er nødvendig for å videreutvikle næringen.



FOTO: AQUA GEN



## Eksempler fra nyhetsbrevet Nytt fra HAVBRUK

### FINNER FRISKE FISK – FRA FORSKNING TIL BUTIKK (juni 2010)

*Flere år med målrettet forskningsinnsats ligger bak når Aqua Gen nå har lansert et kommersielt produkt som kan bety et gjennombrudd i kampen mot IPN-viruset.*

Det var i 2007 forskerne fra Aqua Gen, Nofima Marin og CIGENE fant markørene for et gen som gjør laks mer motstandsdyktig mot IPN-viruset. Kunnskapen om disse markørene er benyttet i avl – og allerede i dag kan Aqua Gen tilby rogn fra foreldre som er gen-testet for IPN. Forskningsarbeidet har forgått gjennom flere år, med betydelig støtte fra Norges forskningsråd.

#### Økte inntekter

«QTL-rogn» ble lansert i europeiske markeder fra november 2009. Dette er rogn fra foreldrefisk som har testet positivt for spesielle genmarkører som gir avkom med høy motstand mot IPN. Produktet kan gi både Aqua Gen og næringen som helhet betydelig økte inntekter. Aqua Gen oppnår en merverdi på 30–40 prosent i markedet, sammenlignet med tradisjonelle produkter uten bruk av genesting.

– Vi vil bli det første avlselskapet innen akvakultur som benytter DNA for å velge ut stamfisk. Dette er en ny æra i avlsarbeidet, sier administrerende direktør i Aqua Gen, Odd Magne Rødseth. Han forteller at det også gir et ekstra kick å være med på noe som betyr så mye for verdiskapingen i samfunnet.

#### Møysommelig arbeid

Et møysommelig arbeid ligger bak den nye rognen. Mange arbeidstimer er brukt fra grunnforskningen startet på 1990-tallet og fram til dagens kommersielle produkt.

Aqua Gen begynte allerede midt på 1990-tallet med smittetester for å skille ut fisk som er mer motstandsdyktige mot IPN-viruset. Gjennom Havbruks-programmet har Aqua Gen fått støtte til tre ulike prosjekter. Denne støtte har vært viktig for å finne fram til dagens metode for genseleksjon. Aqua Gen har også fått støtte fra Matprogrammet og fra FUGE via teknologi-plattformen CIGENE. – Prislappen for all forskningen vår på dette området ligger på rundt 100 millioner kroner, forteller Rødseth.

#### Forsker i huset

Direktøren i Aqua Gen er overbevist om at selskapet er kommet dit de er i dag takket være at de har hatt en egen forskergruppe i selskapet.

– Det å ha forskere «hands-on» både på grunnleggende og anvendbar forskning, er gull verdt. Vi hadde ikke klart å få gjort den samme jobben om vi bare skulle brukt forskere fra utsiden, sier han. Ved siden av å lete etter andre genmarkører hos laks, er forskerne kommet langt i arbeidet med å finne selve genet som koder for IPN-resistens. Når laksens genom forhåpentlig er blitt kartlagt om

kort tid, kan de endelig få avslørt hvilket spesifikt gen det dreier seg om.

– Det blir spennende å forstå mekanismene bak dette. Funnet kan få konsekvenser langt ut over vårt avlsarbeid. Legemidler mot ulike virus er jo noe verden skriker etter, sier Rødseth.

---

*Denne artikkelen ble skrevet i juni 2010.*

*Rødseth har senere presentert resultatet av QTL-satsingen omregnet til økonomiske besparelser for næringen.*

*– 2012-generasjonen av smolt ga 4 prosent redusert dødelighet av IPN og dermed en økt verdiskaping på 2,6 mrd. kroner basert på eksportverdien i november 2013, sa Rødseth på Bioverdi-konferansen i mai 2014.*

*Forskningen er gjennomført i flere prosjekter i perioden 2005–2012, finansiert av bl.a. FUGE og HAVBRUK.*

*Tekst: Siw Ellen Jacobsen*



FOTO: AQUA GEN

## ØKER PREISJONEN I AVLSARBEIDET (juni 2015)

*Forskere og norske avlsselskaper utvikler nå rimeligere genombaserte verktøy for å effektivisere avlsarbeidet på laks.*

Systematisk avlsarbeid har vært en av suksessfaktorene for å utvikle kostnadseffektivt havbruk. Innsatsen har ført til mer robuste dyr med større motstandsdyktighet mot av sykdommer, og som vokser stadig raskere. Likevel er det mye å hente – mindre enn 10 prosent av verdens akvakultur er basert på systematisk avlsarbeid.

### Innsikt effektiviserer

Den arvemessige informasjonen om individets egenskaper er samlet i genomet. Når laksegenomet nå er kartlagt, åpner dette for langt mer presise utvalgsmetoder i avlsarbeidet enn vi har hatt før.

Det er dyrt og tidkrevende å skulle genotype hver potensiell stamfisk, slik det vanligvis blir gjort ved genomisk seleksjon, men det er nødvendig for effektiv seleksjon.

Sammen med tre av selskapene som gjennomfører avlsprogrammer for laks, har forskere satt seg som mål å utvikle et verktøy med en kostnad ned mot 20 dollar per individ.

– Tidligere har genotypingen gjerne vært gjort med 30 000–200 000 DNA-markører. Basert på forskningen vår kan vi nå redusere antallet

til de 1000–3000 mest interessante markørene, forteller seniorforsker Anna Sonesson ved Nofima. Hun har ledet arbeidet med å utvikle det nye seleksjonsverktøyet.

Andre viktige aktører i arbeidet har vært Matthew Baranski og Marie Lillehammer ved Nofima, T.H.E. Meuwissen, NMBU, Vidar Lund, Rauma-Gruppen, Håvard Bakke, Salmobreed, og Ashie Norris, Marine Harvest.

### Høy presisjon

Forskerne har prøvd ut ulike verktøy for genotyping. Tilpasningene de nå har gjort for et av disse verktøyene (sekvenseringsløsningen Ion Ampli-Seq), gjør det mulig å få svar på en vevsprøve i løpet av et døgn.

– Selv når vi reduserer antall SNP-er til 3.000, viser resultatene at presisjonen er på høyde med tidligere og langt mer kostbare verktøy, og betydelig bedre enn konvensjonelle avlsmetoder, sier Sonesson.

– Jeg tror at avlsprogrammene kan ta i bruk denne teknologien i løpet av 2015 eller 2016, sier Matthew Baranski ved Nofima.

### Internasjonalt samarbeid

Fram til i dag har avls- og genetikkforskning vært gjort i nært samarbeid med internasjonale forskningsmiljøer. HAVBRUK2 vil også legge stor vekt på

internasjonalt samarbeid, ikke minst med tanke på teknologiutvikling.

**Prosjekttittel:** *Cost efficient implementation of genomic selection in Atlantic salmon breeding*

**Prosjektleder:** Vidar Lund, Rauma Stamfisk

**Prosjektperiode:** 2013–2015

**Samarbeidspartnere:** Nofima, NMBU, Salmobreed, Marine Harvest

**Finansiering fra HAVBRUK:** 2,2 mill. kr

*Tekst: Torkil Marsdal Hanssen*



FOTO: SHUTTERSTOCK

# SAMLET VURDERING



**UTGANGSPUNKTET** for vurderingene er resultatmålene i den opprinnelige programplanen for *HAVBRUK – en næring i vekst (2006–2015)*.

### Resultatindikatorer

- > Høy vitenskapelig kvalitet
- > Styrke forskerrekuttering
- > Koblinger på tvers av og forskningstyper, fag og sektorer
- > Bidra til innovasjon
- > Bidra til ny innsikt av samfunnsmessig betydning
- > Styrke internasjonalt samarbeid
- > Vektlegge formidling av resultater

I denne sammenheng er det viktig å minne om at innsatsen i HAVBRUK står for omtrent halvparten av Forskningsrådets samlede satsing på havbruksrelevant forskning og utvikling. Der det er naturlig for å få et bredere bilde, er også resultater fra andre programmer og ordninger i Forskningsrådet tatt med i vurderingene.

## Høy vitenskapelig kvalitet

Programstyret har gjennom hele programperioden hatt fokus på publisering og har fulgt opp prosjektene systematisk for å sjekke at de publiserer i henhold til planene. Programmet har bidratt betydelig til at norske havbruksforskere i dag er internasjonalt ledende og attraktive samarbeidspartnere i internasjonalt samarbeid.

Science-Metrix konkluderer i sin bibliometriske undersøkelse av norske publikasjoner i vitenskapelige tidsskrift (2003–2012) med at «Norway is a leader in fisheries & Aquaculture research considering overall international performance, followed by Iceland, Denmark, Canada Australia, Portugal, Spain, New Zealand and the UK».

Dette bekrefter resultatene fra NIFU (Rapport 12/2013, Marin FoU og havbruksforskning) som viser at norske forskere står for 4,2 prosent av global vitenskapelig artikkelproduksjon innenfor fiskeri- og havbruksforskning, mot 0,67 prosent totalt. Kvaliteten er også svært høy, og målt i siteringsindeks er norske publikasjoner høyest rangert av alle landene i undersøkelsen.

## Styrke forskerrekuttering

Rekruttering av nye forskere er grunnleggende for framtidig forskning. HAVBRUK har i løpet av programperioden utdannet 122 doktorgradsstipendiater og 125 postdoktorstipendiater.

I evalueringen av HAVBRUK i 2013 ble programmets manglende tematiske tålmodighet påpekt, og at det kunne være fare for at nye forskningsmiljøer ikke får etablert seg godt nok før finansieringsmulighetene fra HAVBRUK forsvinner. Programmet har de siste årene lyst ut personlige postdoktorstipend for å sikre at kunnskap/kunnskapsmiljøer bygget opp i programperioden får muligheten til å videreutvikle seg i overgangen mot HAVBRUK2.

Erfaringen viser at mange lovende forskere faller fra etter postdoktorperioden. HAVBRUK har derfor etablert ordningen «Prosjekt for yngre toppforskere i HAVBRUK» (TOPPFORSK) for å gi yngre, lovende forskere muligheten til å nå internasjonal toppklasse. Gjennom ordningen får forskerne finansiert prosjekter over fire år under forutsetning av at de selv har prosjektlederansvaret. Åtte yngre, lovende forskere har dermed fått en mulighet til å utvikle seg til gode forskningsledere. Ordningen med «toppforskere» har fungert godt og anbefales videreført. Ifølge evalueringen av HAVBRUK i 2013 har programmet bidratt til å bedre rekrutteringen til havbruksforskning. Gjennom ordninger som yngre toppforskere har programmet bidratt til at talentene får mulighet til å utvikle seg videre, og programmet har gitt forskningsmiljøene et verktøy for bedre å holde på disse.

## Koblinger på tvers av forskningstyper, fag og sektorer

HAVBRUK har vært Forskningsrådets viktigste virkemiddel innfor havbruksforskning, men har likevel bare dekket omtrent halvparten av innsatsen. Dermed har det vært særlig viktig å samarbeide med andre programmer og miljøer. HAVBRUK har i løpet av programperioden tatt initiativ til og deltatt i flere fellesutlysninger, bl.a. i samarbeid med Matprogrammet/BIONÆR, Havet og kysten, FUGE/BIOTEK2021 og MAROFF. Programmet har dessuten hatt tett samarbeid med Fiskeri- og havbruksnæringens Forskningsfond.



Gjennom hele perioden har HAVBRUK lyst ut prosjektmidler rettet både mot grunnleggende kunnskapsoppbygging og mot innovasjoner i næringslivet. I evalueringen i 2013 fikk programmet god tilbakemelding på måten dette er håndtert på. Det er enighet i sektoren om at behovet for grunnleggende forskning fortsatt er stort og bør prioriteres.

## Bidra til innovasjon

Selv om HAVBRUK har prioritert grunnleggende forskning innenfor sentrale temaer og har fokusert på forskerrekuttering og publisering, har det vært lagt vekt på å sikre næringsrelevans og på å være en åpen arena for innovasjonsprosjekter i havbruksnæringen.

Totalt har 140 bedrifter deltatt i ett eller flere innovasjonsprosjekter i næringslivet med finansiering fra HAVBRUK. Etter at bedriftenes interesse for å søke om prosjektstøtte gikk ned i 2011 og 2012, satte programmet inn ressurser for å markedsføre disse virkemidlene. Dette resulterte i at interessen for Innovasjonsprosjekter i næringslivet igjen er stor, særlig i leverandørindustrien.

I løpet av programperioden har Forskningsrådet etablert fem Senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI-er) som er relevant for havbruksnæringen. Dette har bidratt til at Forskningsrådets samlede innsats for innovasjon i havbruksnæringen har økt betydelig i programperioden.

HAVBRUK har i hele perioden hatt et godt samarbeid med SkatteFUNN-ordningen. En stor andel av innovasjonsprosjektene i HAVBRUK har vært delfinansiert ved hjelp av SkatteFUNN. I tillegg har havbruksnæringen i økende grad tatt i bruk ordninger som Nærings-ph.d. og FORNY.

### **Bidra til ny innsikt av samfunnsmessig betydning**

Havbruksprogrammet har finansiert prosjekter innenfor et bredt felt og med mange typer virkemidler. Framskrittene skjer gjennom langsiktig arbeid hvor stein bygges på stein. Det er derfor vanskelig å peke på konkrete resultater som har ført til ny innsikt av samfunnsmessig betydning. Programmet har de senere årene blitt mer oppmerksom på

behovet for økt samfunnsfaglig forskning, særlig knyttet til hva som definerer bærekraft og verdisetting. Dette er kunnskap som blant annet vil være viktig i debatten om å avsette/ ikke avsette arealer til havbruksnæringen. Etter 2011 er det årlig lyst ut egne midler rettet mot samfunnsvitenskapelige forskningsmiljøer på ulike temaer knyttet til næringens samfunnsmessige relasjoner. Dette arbeidet bør videreføres i samarbeid med tilgrensende programmer og virkemidler. Programmet har bidratt med viktig kunnskap om anleggsutforming til myndighetenes arbeid med NYTEK-forskriften som trådte i kraft 1. januar 2013. Denne skal sikre at alle oppdrettsanlegg i Norge er satt sammen av komponenter som faktisk passer sammen. Implementering av forskriften har vært viktig for å redusere rømming.

## Styrke internasjonalt samarbeid

I tillegg til egne stimuleringsordninger for internasjonalt samarbeid har programmet motivert til internasjonalt samarbeid i prosjektene gjennom føringer i utlysningene og gjennom evalueringskriteriene. Dette har ført til at nær 70 prosent av HAVBRUKs prosjekter nå har internasjonalt samarbeid. I tillegg har programmet i økende omfang deltatt i internasjonale fellesutlysninger i regi av europeiske ERA-nett (ERA-SME, EMIDA og COFASP), der norske forskere konkurrerer meget godt.

## Vektlegge formidling av resultater

HAVBRUK har prioritert kommunikasjon og formidling av kunnskap gjennom hele programperioden. Forskning er lite verdt hvis ikke resultatene blir kommunisert både til andre forskere, og til brukerne og samfunnet forøvrig. Dette er viktig også for å øke den generelle kunnskapen om sektoren og redusere fordommer i befolkningen.

I evalueringen fra 2013 fikk programmet god tilbakemelding på formidling. Samtidig ble programmet anbefalt å se nærmere på sin egen rolle som tilrettelegger og formidler. I løpet av programperioden har Forskningsrådet endret sin kommunikasjonsstrategi fra aktiv forskningsformidling i programmene til å legge større vekt på å tilrettelegg for forskernes formidling. Dette vil prege kommunikasjonsaktiviteten i det nye programmet.

# UTFORDRINGER FRAMOVER



**FORVENTNINGEN** til vekst i norsk havbruksproduksjon er store, både hos politiske myndigheter og i næringen selv. Rapporten *Verdiskaping fra produktive hav i 2050* (Det kongelige Videnskabers Selskab og Norges Tekniske Vitenskapsakademi, 2012) ser for seg at Norges produksjon av sjømat femdobles i perioden fram mot 2050. En slik vekst forutsetter imidlertid at problemene knyttet til bærekraft blir løst. Dette må være utgangspunkt for havbruksforskningen i årene framover.

Som det påpekes i evalueringen fra 2013 er behovet for grunnleggende forskning stadig stort, og Forskningsrådet har et særlig ansvar for den langsiktige forskningen. Evalueringen ga også støtte til å videreføre kompetanseoppbygging gjennom virkemidler for økt rekruttering, og samtidig sørge for at næringen involveres på en hensiktsmessig måte.

Evalueringen uttrykte bekymring for at de virkelig gode og nyskapende ideene ikke når gjennom i kampen om økonomisk støtte. Denne problemstillingen bør følges opp framover.

Ordningen med toppforskere har fungert godt og anbefales videreført. Det er også gode erfaringer med leveransene fra kunnskapsplattformene. Disse har imidlertid ikke tatt den tiltenkte ledende rollen nasjonalt, og ordningen bør gjennomgås for å gjøre den tydeligere og mer forpliktende.

Norsk havbruksforskning er i dag på et høyt internasjonalt nivå. Det er viktig at Norge opprettholder en sterk posisjon internasjonalt innenfor nødvendige områder som fiskehelse/ grunnleggende fiskebiologi, fôr/ernæring og avl/genetikk. På flere av disse sentrale områdene bør Norge ta ansvar for å flytte forskningsfronten og høste innovasjoner for å nå de ambisiøse målene som er satt for denne næringen.

De tematiske forskningsfeltene fra *HAVBRUK – en næring i vekst* bør i hovedsak videreføres.

> Innsatsen på fiskehelse og -velferd bør ikke reduseres i årene som kommer. Det er fortsatt viktig å følge med på oppdrettsfiskens helsestatus og å fokusere på de største utfordringene, herunder lakselus.

- > Det generelle nivået av marine råvarer i fiskefôret i dag tilsier lite rom for ytterligere reduksjon. Tilgangen på marine omega-3-fettsyrer er i ferd med å bli kritisk. Arbeidet med fokus på alternative fôrtiler bør videreføres.
- > Når det gjelder rensefisk, gjenstår fortsatt en god del problemstillinger rundt velferd, overlevelse og sykdommer. Det bør prioriteres å få på plass kunnskapsgrunnlaget for oppdrett av rensefisk, og hvordan rensefisken kan brukes optimalt. Det er også viktig å få på plass kunnskapsgrunnlaget for produksjon av nye arter på lavere trofisk nivå.
- > Utvikling og bruk av teknologi vil stadig være viktig for lønnsom og bærekraftig oppdrettsproduksjon i et godt oppdrettsmiljø. Arbeidet for teknologisamarbeid og -overføring innenfor havnæringene må videreføres. Rapporten fra Norsk Marinteknisk Forskningsinstitutt AS (MARINTEK) og SINTEF Fiskeri og havbruk AS utarbeidet på oppdrag fra Forskningsrådet og Innovasjon Norge belyser potensialet for å utvikle tverrgående teknologier og teknologisk utstyr til bruk i marin, maritim og offshore sektorer, må følges opp.
- > Genomene for laks og torsk foreligger nå ferdig sekvensert og vil i det framtidige arbeidet bidra til en raskere og mer presis seleksjon på viktige egenskaper. Genom-data og andre bioteknologiske verktøy vil i stadig sterkere grad anvendes innenfor de fleste tematiske prioriteringene.

Havbruksnæringens tilsynelatende manglende legitimitet i deler av det norske samfunn er bekymringsverdig. Det er viktig at en næring med de ambisjonene som norsk havbruksnæring har, er godt forankret i samfunnet for øvrig. Det er behov for kunnskap om havbruksnæringens rolle i samfunnet, hva som påvirker samfunnets holdninger til næringen og hva næringen kan gjøre for å bidra til større forankring og aksept. Økt forståelse for slike mekanismer vil også belyse hvordan og hvorfor rammevilkårene settes, og hvordan de virker inn på næringens muligheter. Evalueringen foreslår å videreføre og styrke de langsiktige perspektivene, og at utlysningene sees i et lengre tidsperspektiv. På denne måten hindres tematisk utålmodighet, og det kan skapes forutsigbarhet for de forskningsmiljøene som bygges opp. Til slutt, forskningsbehovene vil også endres i tråd med de forventede endringene i klimaet. Et nytt havbruksprogram bør være fleksibelt og løpende kunne tilpasse seg nye behov for kunnskap.



# VEDLEGG

Vedlegg 1: Programstyret for HAVBRUK – en næring i vekst

Vedlegg 2: Utredninger og rapporter

Vedlegg 3: Prosjektoversikt

## Programstyret for HAVBRUK – en næring i vekst (vedlegg 1)

	2006–2008	2009–2012	2013–2015
Ass. fiskeridirektør Liv Holmefjord, Fiskeridirektoratet	Leder		
Adm. direktør Knut Molaug, AKVAsmart ASA	Medlem		
Fiskeoppdretter/arbeidende styreleder Edmund Broback, Brødrene Karlsen AS	Medlem	Medlem	
Forsker Hilde Toften, Fiskeriforskning	Medlem		
Professor Sigurd Stefansson, Universitetet i Bergen	Medlem		
Seniorforsker Birgit Dannevig, Veterinærinstituttet	Medlem	Medlem	
Forsker Pål Lader, SINTEF Fiskeri og havbruk	Medlem		
Forsker Karin Boxaspen, Havforskningsinstituttet	Medlem		
Professor Inger Dalsgaard, Danmarks Tekniske Universitet	Medlem	Medlem	
Direktør Henrik Stenwig, FHL Fiskefôr	Varamedlem		
Seniorforsker Grete Skrede, MATFORSK	Varamedlem		
Vice President Sigve Nordrum, Aker BioMarine ASA		Leder	Leder
Professor Frank Asche, Universitetet i Stavanger		Medlem	Medlem
Veterinær og avd.leder Per Johan Røttereng, Rambøll Norge AS		Medlem	Medlem
Seksjonssjef Ingeborg Ratvik, Fiskeridirektoratet		Medlem	
Seniorforsker Anna Sonesson, Nofima		Varamedlem	Medlem*
Seniorrådgiver Anita Sagstad, Fiskeridirektoratet			Medlem
Veterinær og spesialinspektør Aud Skrudland, Mattilsynet			Medlem
Professor Kurt Buchmann, Københavns Universitet			Medlem
Programleder Ole Torrissen, Havforskningsinstituttet		Varamedlem	Varamedlem
Technical Manager Harald Sveier, Lerøy Seafood Group ASA			Varamedlem

\* Programstyreleder Sigve Nordrum gikk inn i Forskningsrådets Divisjonsstyre for energi, ressurser og miljø i juni 2015. Anna Sonesson var programstyreleder i avslutningsfasen. FHF, Innovasjon Norge og Nærings- og fiskeridepartementet møter som observatører.

## Utredninger og rapporter (vedlegg 2)

*Havbruk 2020 Grensesprengende – hvis ... En foresightanalyse*  
Norges forskningsråd og Innovasjon Norge, 2004

*Plan for koordinert satsing på torsk. Oppdrett og fangstbasert akvakultur 2001–2010*  
Innovasjon Norge, Norges forskningsråd og næringen,  
Oppdatert april 2006

*Trygg sjømat – risikofaktorer i verdikjeden fra fjord til bord for villfanget og oppdrettet sjømat. En utredning av kunnskapsbehovet*  
HAVBRUK – en næring i vekst, Havet og kysten og Matprogrammet, 2008

*Plan for koordinert satsing på torsk. Oppdrett og fangstbasert akvakultur 2010–2020*

Innovasjon Norge, Norges forskningsråd og Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond, 2009

*Fisk i forskning – miljøkrav og velferdsindikatorer hos fisk. En utredning av forskningsbehovet*  
Norges forskningsråd, 2009

*Fast i fisken Evaluering av Norges Forskningsråds program Havbruk – en næring i vekst*  
Oxford Research, 2013



FOTO: TERJE AAMODT@NOFIMA

## Prosjektoversikt (vedlegg 3)

Sammen drag og mer informasjon om prosjektene finnes i Forskningsrådets prosjektbank: [www.forskningsradet.no/prosjektbanken/](http://www.forskningsradet.no/prosjektbanken/)  
Med prosjektnummer er det enkelt å søke opp prosjektene.

Prosjekt-nummer	Periode	Prosjekttittel	Søknadstype	Prosjekt-ansvarlig	Prosjekt-leder	Beløp (1000 kr)
136260	01.06.2000–31.05.2006	Smolting in Atlantic salmon	Institusjonsforankret strategisk prosjekt	Universitetet i Bergen	Sigurd Olav Stefansson	18 745
152048	01.07.2003–01.03.2009	Pancreas disease (PD). Utvikling av diagnostiske metoder og karakterisering av norske SPD-virus isolater	Personlig post-doktorstipend	Universitetet i Bergen	Kjartan Hodneland	2 152
152898	01.01.2003–15.12.2007	The physiological implications of stress and its prevention through improved use of anaesthetics, sedatives, muscle relaxants and analgesics	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Ole Bent Samuelsen	1 654
152967	01.07.2003–30.06.2006	Study of early, Cellular responses to IPN virus infection in salmonids	Personlig post-doktorstipend	NMBU	Øystein Evensen	2 442
152989	04.08.2003–01.03.2007	The effect of virus infection on expression of interferon-induced proteins in Atlantic salmon	Personlig doktorgradstipend	Universitetet i Tromsø	Børre Robertsen	2 040
153000	01.04.2003–31.12.2007	Hjerte og skjelett muskel betennelse – en ny smittsom sykdom hos atlantisk laks	Forskerprosjekt	Veterinærinstituttet	Torunn Taksdal	2 800
153013	01.04.2003–14.02.2010	Infection with Parvicapsula (Myxosporea) in farmed Atlantic salmon. Taxonomy, epizootiology, pathology and biology	Personlig doktorgradstipend	Veterinærinstituttet	Tor Atle Mo	2 094
153066	01.01.2003–01.03.2006	Immunostimulation of Atlantic cod (Gadus morhua L.) larvae	Forskerprosjekt	Norges fiskeri-høgskole	Jarl Bøgwald	2 850
153077	01.07.2003–31.12.2007	Cytokines and cellular immune components related to antiviral defence mechanisms in Atlantic halibut	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Audun H. Nerland	6 410
153090	01.07.2003-01.12.2006	Lipid metabolism in Atlantic salmon. Effect of dietary lipids on gene regulation and membrane function	Forskerprosjekt	Nofima	Bente Ruyter	3 300
153146	01.09.2003–01.07.2007	Improved methodology for analyzing survival data in fish breeding programs	Forskerprosjekt	Nofima	Ingrid Olesen	2 700
153155	01.01.2003–01.04.2006	The use of microsatellite DNA profiling to evaluate performance traits for single families and selected strains of cod	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Knut Eirik Jørstad	2 100

153162	01.01.2003– 31.06.2006	Modellering og simulering av interaksjon mellom fluid og deformerbare nettstrukturer og havbrukskonstruksjoner	Forskerprosjekt	SINTEF fiskeri og havbruk AS	Pål Furset Lader	4 500
153166	04.06.2003– 01.06.2006	Lokaliteter sin bæreevne: Eutrofiering fra fiskeoppdrett i Fjordsystemer (LEIF)	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Morten Dahlberg Skogen	3 000
153170	01.01.2003– 01.03.2006	Fagbok på kvalitet av fisk	Forskerprosjekt	Nofima	Anna Maria Bencze Rørå	217
153178	01.01.2003– 01.03.2006	Kvalitet og foredling av torsk	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Ragnar Nortvedt	4 501
153202	01.01.2003– 01.03.2006	Vannkvalitet, vannbehandling og intensiv smoltproduksjon. Effekter av ulike råvann/ driftsvann kvaliteter og superoksygenering på smoltkvalitet	Forskerprosjekt	NIVA	Bjørn Olav Rosseland	3 600
153230	01.01.2003– 01.03.2006	Environmental control of smolt brain development	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Sigurd Olav Stefansson	2 242
153250	01.01.2003– 01.03.2006	Atlantic salmon genes influencing resistance to salmon lice ( <i>Lepeophtheirus salmonis</i> )	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	Aqua Gen AS	Øystein Skaala	4 647
153261	01.07.2003– 01.03.2008	Oppdrett av berggylte ( <i>Labrus bergylta</i> )	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Anne Berit Skiftesvik	2 820
153274	01.01.2003– 15.05.2006	The sensory biology of host detection in the parasitic salmon louse: electrophysiological and behavioural investigations	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Howard I. Browman	2 550
153543	01.01.2003– 01.03.2009	Molecular mechanisms of viral disease in Atlantic salmon ( <i>Salmon salar</i> L.)	Institusjonsforankret strategisk prosjekt	NMBU	Siri Mjaaland	19 550
156195	01.01.2003– 01.03.2006	Effect of replacing fish meal with vegetable proteins in diets for Atlantic cod	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	Skretting Aquaculture Research Centre AS	Grethe Rosenlund	5 983
156204	01.01.2003– 01.03.2007	Optimization of growth performance of juvenile cod by applying environmental regulation and water quality control	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	Marine Harvest Norway AS	Thor Magne Jonassen	9 516
156231	01.06.2003– 01.03.2006	Not for utsortering av unormal fisk fra laksemøder	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	Rabben Holding AS	Jon-Erik Juell	1 033
157148	01.01.2003– 01.03.2006	Koordinering-/nettverksarbeid innen FoU. Effekt av nitrogenovermetning – faglig bidrag til torskelyngelnettverket	Forskerprosjekt	Nofima	Hilde Toften	1 200

157616	15.02.2003– 31.12.2007	Bleeding of Fish	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	Skretting Aquaculture Research Centre AS	Fernando Oyarzun	2 701
157659	01.10.2003– 01.04.2008	Kryokonservering av spermier, egg og embryo for bærekraftig genetisk utvikling hos atlantisk torsk i oppdrett	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	Team Semin BA	Heiko Paulenz	7 500
157767	01.10.2003– 30.09.2007	A dynamic model for fish feed development	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	Biomar AS	Trygve Sigholt	5 500
157772	01.04.2003– 31.03.2006	Vaksiner og vaksinestrategier for bakterie- sykdommer hos torsk	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	Pharmaq AS	Kjersti Gravningen	4 000
157781	01.04.2003– 01.03.2006	Vitenskapelig og næringsrelevant grunnlag for en kvalitetsfokuset bransjestandard på torsk	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	Stiftelsen Norsk sjømatcenter	Jørgen Borthen	900
157784	15.04.2003– 01.03.2006	Smoltproduksjon i anlegg med surt, alumini- umsrikt råvann: vannbehandling med silikat	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	Marine Harvest	Ørjan Tveiten	360
157802	31.12.2003– 31.01.2006	Effekt av temperatur i tidlige livsstadier på utvikling av deformiteter hos torsk	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	Troms Marin Yngel AS	Øyvind Jørgensen	1 000
158138	01.07.2003– 30.01.2006	Accelerated intensive production of juvenile halibut: the impact of environmental regulation and water quality	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	Dønna Marine Holding AS	Nils Olav Jenssen	5 782
159045	01.01.2004– 29.01.2010	Function of Anti-Müllerian hormone in fish testis development and maturation to puberty	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Rune Male	9 247
159197	01.01.2004– 01.07.2006	Stress genes in the Atlantic Cod <i>Gadus morhua</i> : EST sequencing and microarray production	Forskerprosjekt	NIFES	Pål A. Olsvik	1 335
159207	01.01.2004– 20.11.2007	CpG ODN as adjuvant in recombinant infectious pancreatic necrosis virus vaccines	Forskerprosjekt	Universitetet i Tromsø	Jorunn B. Jørgensen	2 570
159378	01.01.2004– 31.12.2006	A new strategy for screening of probiotic bacteria, applied on cod larvae	Forskerprosjekt	SINTEF fiskeri og havbruk AS	Jorunn Skjermo	4 585
159594	01.01.2004– 31.12.2006	Muscle growth and flesh quality in Atlantic halibut, with particular reference to the season of harvesting	Forskerprosjekt	Nord Universitet	Christel Gunilla Solberg	1 500
159645	01.01.2004– 01.03.2007	Effects of husbandry practices on spermatogenesis and sperm quality in Atlantic salmon broodstock	Forskerprosjekt	Havforsknings- instituttet	Geir Lasse Taranger	3 000

159661	01.01.2004– 31.12.2007	Effects of culture environment and sex steroids on testicular development and sperm quality in male spotted wolffish broodstock	Forskerprosjekt	Norges fiskeri- høgskole	Malcolm Jobling	2 100
159662	01.07.2004– 30.11.2007	Investigations into endocrine changes associated with photoperiod treatment to arrest or promote puberty in male Atlantic cod	Forskerprosjekt	Havforsknings- instituttet	Birgitta Norberg	3 000
159665	01.11.2004– 01.03.2008	Malformation of the vertebral column in salmon and cod	Forskerprosjekt	Havforsknings- instituttet	Tom Hansen	2 700
159667	01.01.2004– 15.12.2007	Immediate responses to pain in Atlantic salmon ( <i>Salmo salar</i> ) – novel study models and methods	Forskerprosjekt	NMBU	Tor Einar Horsberg	502 100
159669	01.01.2004– 31.12.2006	Temperature effects on reproductive development and gamete quality in Atlantic cod	Forskerprosjekt	Nofima	Helge Tveiten	2 850
159672	01.01.2004– 01.03.2008	Influence of water temperature and genetic factors on muscle development in farmed cod larvae: consequences for product quality	Forskerprosjekt	Nofima	Øivind Andersen	4 200
159723	01.01.2004– 31.12.2007	Persistent infection with IPN virus in Atlantic Salmon – Relevance of physiological status and stress	Forskerprosjekt	NMBU	Beate Julie Thu	1 600
159755	01.07.2004– 01.03.2008	Saprolegnia sp.infection in Atlantic salmon – studies of occurrence, mycological characteristics and virulence mechanisms	Forskerprosjekt	Veterinær- instituttet	Ida Skaar	2 750
159831	01.10.2004– 01.07.2008	Exploitation of high-density genetic marker maps in modern fish breeding programs	Forskerprosjekt	Nofima	Anna Sonesson	3 900
161615	01.01.2004– 01.03.2006	Hurtig, ikke-destruktiv bestemmelse av tørrstoff/vanninnhold i torsk vha computertomografi, – videreutvikling og fenotypisk variasjon	Forskerprosjekt	NMBU	Magny S. Thomassen	662
162071	01.01.2004– 31.12.2006	Scallop stock specific broodstock conditioning and spat settlement system	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	SCALPRO AS	Thorolf Magnesen	5 100
162201	01.01.2004– 01.03.2010	Development of recombinant oral vaccines using a bacterial carrier. Antigen expression in <i>M. capsulatus</i> .	Personlig doktor- gradstipend	Uni research AS	Johan R. Lillehaug	7 010
162250	01.01.2004– 01.03.2008	Utvikling av teknologi for automatisk estimering av fiskevekt på levende fisk i sjø	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	Akva Group ASA	Erling S. Skjevraak	13 056
162319	01.01.2004– 31.12.2006	Nutrigenomic studies elucidating the metabolic changes expected to take place in salmon fed diets based on sustainable protein sources	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	Ewos Innovation AS	Adel El-Mowafi	8 273

162340	01.01.2004– 01.12.2007	Microbial control in a scallops hatchery: Quantitative and qualitative aspects	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	SCALPRO AS	Øivind Bergh	7 200
162372	01.01.2004– 31.12.2006	Skjelltest 3	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	Biosense Laboratories AS	Anders Goksøy	7 230
162379	01.01.2004– 01.07.2007	Nutrition for sustainable cod and trout pro- duction	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	Biomar AS	Marie Hillestad	6 106
163224	15.04.2004– 01.03.2009	Pilotprosjekt – markører av sjeldne jordmetaller	Forskerprosjekt	NMBU	Magny S. Thomassen	50
163372	01.06.2004– 31.12.2006	Avlsarbeid for kostnadseffektiv kvalitets- produksjon av oppdrettstorsk	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	Marinebreed AS	Kari Kolstad	1 111
163417	01.01.2004– 30.11.2006	Development of seasonal pigment strategy for Atlantic salmon (SPS)	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	Skretting Aquaculture Research Centre AS	Gunvor Struksnæs	8 665
163421	01.07.2004– 31.12.2007	Optimised nutrition and egg quality in Atlantic cod broodstock	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	Skretting Aquaculture Research Centre AS	Grethe Rosenlund	9 432
163422	01.07.2004– 01.09.2007	Nye virusykdommer i lakseoppdrett	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	MSD Animal Health Innovation AS	Karen Elina Christie	4 797
163429	01.07.2004– 01.03.2008	Optimization of harvested halibut by lowering maturation, increasing growth and improving flesh quality	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	Marine Harvest Norway AS	Albert Kjartanson Imsland	6 800
164285	01.01.2005– 31.12.2006	Functional genomics in the salmon louse by insertional mutagenesis and RNAi – samfinans. 159356 (FUGE)	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	Havforsknings- instituttet	Frank Nilsen	3 100
164695	01.01.2005– 01.08.2007	Control of malformations in the production of Atlantic cod ( <i>Gadus morhua</i> L.) by optimizing temperature and light conditions	Forskerprosjekt	Nofima	Ingrid Lein	1 000
164712	01.07.2005– 01.03.2010	Alphavirus (Togaviridae) fra laksefisk i norsk oppdrett. Karakterisering, vertikal overføring og studie av vevs/celle-tropisme.	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Are Nylund	1 500
164715	01.01.2005– 31.12.2007	Etablering av en etisk, standardisert slaktelinje for hvitfisk (torsk)	Forskerprosjekt	SINTEF fiskeri og havbruk	Ulf Erikson	4 500
164719	01.01.2005– 01.03.2009	Begreingskontrollerende tiltak i lakseoppdrett – løsninger for reduksjon av kobberbruk til impregnering av oppdrettsnøter	Forskerprosjekt	SINTEF fiskeri og havbruk	Leif Magne Sunde	2 000

164771	01.01.2005– 15.02.2011	Proliferative gill inflammation in Atlantic salmon – identification of aetiology	Forskerprosjekt	Veterinærinstituttet	Knut Falk	5 400
164780	01.05.2005– 01.03.2009	Developmental and growth dynamics of the vertebral column in farmed Atlantic salmon	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Sindre Grotmol	1 450
164832	01.01.2005– 01.03.2010	Karakterisering av virus assosiert med Hjertesprekk (CMS) og Hjerne- skjelettmuskel betennelse (HSMB)	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Are Nylund	2 650
164842	01.01.2005– 31.03.2008	Improving metamorphic success and juvenile quality in Atlantic halibut and white grouper through dietary supplementation of iodine	Forskerprosjekt	NIFES	Mari Moren	3 420
164846	01.01.2005– 01.03.2006	Generation of clonal Atlantic salmon lines for experimental studies: A pre-project proposal	Forskerprosjekt	Veterinærinstituttet	Unni Grimholt	200
164851	01.01.2005– 01.03.2009	Improved methodologies for harvest and purification of algal toxins	Forskerprosjekt	Veterinærinstituttet	Morten Sandvik	11 052
164868	15.03.2005– 01.04.2008	Salmon broodstock management Endogenous and environmental control of ovarian development and spawning	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Geir Lasse Taranger	7 613
164873	01.01.2005– 3.05.2009	Larval and fry mortality in intensive cod, <i>Gadus morhua</i> , production: Etiology, pathology, and countermeasures	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Øvind Bergh	3 753
164888	01.05.2005– 01.03.2010	Skeletal deformities and cardiac growth dynamics in underyearling Atlantic salmon smolts (out-of-season, 0+ smolts)	Forskerprosjekt	Nofima	Grete Bæverfjord	2 000
164981	01.01.2005– 31.12.2007	Disease resistance in Atlantic cod; constructing a genetic map, QTL mapping and implementing QTLs in a genetic improvement programme	Forskerprosjekt	Nofima	Kjersti Turid Fjalestad	3 000
164997	01.01.2005– 01.03.2008	Biotechnological production of polyunsaturated fatty acids (PUFAs) and feed rich in PUFAs for aquaculture purposes	Forskerprosjekt	SINTEF fiskeri og havbruk	Jose R. Rainuzzo	3 300
164999	01.01.2005– 01.07.2007	Molecular typing of <i>Aeromonas salmonicida</i> - the cause of serous disease in farmed marine fish	Forskerprosjekt	Veterinærinstituttet	Duncan John Colquhoun	2 492
165012	01.01.2005– 31.12.2007	Vegetable oils in diets for Atlantic salmon; effect of dietary n-6/n-3 fatty acid ratio on eicosanoid production and bone formation	Forskerprosjekt	Nofima	Gerd Marit Berge	4 400
165026	01.01.2005– 01.03.2006	Application for overseas fellowship. Establish collaboration between the lipid metabolism groups at Akvaforsk and at Oxford University	Forskerprosjekt	Nofima	Bente Ruyter	130



165029	01.02.2005– 30.10.2007	Molecular epidemiology of infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) in Norway	Forskerprosjekt	Veterinær-instituttet	Birgit Helene Dannevig	2 400
165043	01.01.2005– 01.03.2008	Why and how do cod escape? A field and experimental study of the behaviour of cod prior to, during and after escape.	Forskerprosjekt	Nofima	Pål Arne Bjørn	5 338
165046	01.01.2005– 28.02.2009	Efficient combination of QTL detection and introgression schemes in aquaculture	Forskerprosjekt	Nofima	Anna Sonesson	3 600
165051	01.06.2005– 01.03.2009	Marine wax esters as feed source for farmed fish.	Forskerprosjekt	Havforsknings-instituttet	Rolf Erik Olsen	6 589
165120	01.06.2005– 01.03.2009	Neuroendocrine and environmental control of puberty in fish	Forskerprosjekt	Universitetet i Oslo	Olav Sand	5 118
165197	01.01.2005– 01.03.2010	FEEDTAG – A telemetry system for quantification of individual feeding behaviour for improved feed utilization in intensive fish cultures	Forskerprosjekt	NTNU	Jo Arve Alfredsen	4 580
165203	01.03.2005– 01.03.2009	Differential protein expression in relation to dietary amino acid composition: a proteomic approach towards understanding growth in fish	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Ivar Rønnestad	3 000
165233	01.06.2005– 01.03.2009	Effects of environmental and nutritional stress on gene regulation in the Atlantic cod <i>Gadus morhua</i> .	Forskerprosjekt	NIFES	Pål A. Olsvik	3 251
165239	01.01.2005– 15.03.2008	Sjøvannsblanding i intensiv smolt-produksjon: effekter på helse, velferd og risiko for vintersår	Forskerprosjekt	Nofima	Hilde Toften	8 474
165272	01.01.2005– 31.12.2009	Control of sex in Atlantic halibut: Towards production of monosex all-female stocks	Forskerprosjekt	Nord Universitet	Igor Babiak	4 569
165331	01.01.2005– 01.03.2010	Environmental impact and molecular regulation of the osmoregulatory gill during parr-smolt transformation in Atlantic salmon	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Sigurd Olav Stefansson	2 559
168429	01.01.2005– 01.03.2008	Hjerte- og skjelettmuskelbetennelse (HSMB) hos atlantisk laks, virus karakterisering og immunisering.	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Pharmaq AS	Kjersti Gravingen	4 500
168435	01.01.2005– 01.03.2009	General requirement and cataract preventative effect of dietary histidine relative to dietary lipid sources in Atlantic salmon growers	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Marine Harvest Norway AS	Olav Breck	6 238

168438	01.01.2005– 31.12.2007	Improvement of methods for infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) screening and control in Atlantic salmon broodfish	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	Veterinærmedisinsk oppdragscenter AS	Paul J. Midtlyng	8 400
168446	01.01.2005– 31.12.2006	Uttesting og kommersialisering av lysregimer for styring av kjønnsmodning hos torsk i oppdrett	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	Fjord Marin AS	Bjørn Erik Sørvig	5 164
168449	01.03.2005– 31.12.2007	Toxicological evaluation of endosulfan in fish feed	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	Sjømat Norges servicekontor	Henrik Stenwig	4 948
168462	01.01.2005– 01.03.2009	Linking the applied EWOS protein replacement program to the basic research in the Aquaculture Protein Centre	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	Ewos Innovation AS	Jan Vidar Jakobsen	2 466
168463	01.01.2005– 31.07.2008	PROPHYLHATCH – Prophylaxis in large scale intensive hatcheries for cod, <i>Gadus morhua</i> , and halibut, <i>Hippoglossus hippoglossus</i> L.	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	Sagafjord Sea Farm AS	Øivind Bergh	11 361
168543	01.01.2005– 01.03.2006	Røntgenbasert kvalitetskontroll av blåskjell	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	Fjord Aker AS	Terje Kjelby	430
169522	01.07.2005– 01.07.2008	Marker-Assisted Selection for IPN resistance in Atlantic salmon	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	Aqua Gen AS	Thomas Moen	11 713
169552	01.08.2005– 01.03.2008	Jerntoksitet i norske settefiskanlegg – oppskalering og utprøving av vannbehandling med silikat og/eller sjøvann	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	Fjord Seafood ASA	Åse Åtland	4 600
169603	01.07.2005– 01.02.2006	Improving the nutritional quality of rotifer and Artemia as live food for fish larvae, by increasing the HUFA rich phospholipids content	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	Aker Biomarine ASA	Inge Bruheim	239
169611	01.07.2005– 01.03.2009	Tørrlagring av levende blåskjell	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	Oldermann Seafood AS	Helge R. Reinertsen	2 644
169614	01.07.2005– 15.02.2006	A multidisciplinary optimization of the production characteristics of spotted wolffish	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	Tomma Marinfisk AS	Atle Foss	5 454
172151	01.01.2006– 01.03.2010	Genetically modified plant products (GMPP) in feed for Atlantic salmon – A follow-up study on physiological responses and DNA traceability.	Forskerprosjekt	NIFES	Gro-Ingunn Hemre	8 000
172152	01.01.2006– 01.03.2009	Application of genomics tools and resources to selective breeding for improved disease resistance and animal welfare in fish	Forskerprosjekt	Nofima	Kari Kolstad	6 400

172179	01.01.2006– 30.06.2009	Pancreas disease in Atlantic salmon and rainbow trout; pathogenesis and risk factors (187087)	Forskerprosjekt	Veterinærinstituttet	Torunn Taksdal	7 524
172183	01.01.2006– 01.04.2009	Jern og toksiske blandsoner i norske settefiskanlegg – bruk av silikat-lut som tiltaksmiddel	Forskerprosjekt	NMBU	Brit Salbu	4 390
172188	01.01.2006– 30.0.2006	Muskelstruktur og kvalitet hos kveite Tilleggsbevilgning til prosjekt 133849	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Erik Slinde	287
172253	01.09.2006– 31.08.2009	Activation of immune mechanisms in Atlantic salmon ( <i>Salmo salar</i> L.) by CpG oligonucleotides	Forskerprosjekt	Universitetet i Tromsø	Jorunn B. Jørgensen	2 400
172263	01.01.2006– 01.04.2009	Progressive, modern production of juvenile Atlantic cod	Kompetanseprosjekt m brukermedvirkning	Akvaplan-Niva AS	Albert Kjartanson Imsland	15 002
172483	01.01.2006– 01.03.2010	Skeletal malformations in farmed salmon and cod: a functional approach to determine causalities and mechanisms	Forskerprosjekt	Nofima	Grete Bæverfjord	20 200
172485	01.01.2006– 01.03.2009	Wave and current loads on net panels and net cages	Forskerprosjekt	SINTEF fiskeri og havbruk AS	Pål Furset Lader	4 900
172487	01.01.2006– 31.12.2009	Motivational states and coping ability as operational welfare indicators in farmed fish	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Tore S Kristiansen	7 849
172504	01.05.2006– 01.03.2009	Nitric oxide regulation of development in fish: emphasis on the light-brain-pituitary axis and gill during salmon smoltification	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Sigurd Olav Stefansson	2 560
172508	01.05.2006– 15.08.2010	Novel strategies for immunisation against intracellular pathogens of Atlantic salmon	Forskerprosjekt	Norges fiskerihøgskole	Jarl Bøgwald	6 540
172509	01.01.2006– 01.06.209	The parasite fauna of wild and reared cod: transmission of parasites?	Forskerprosjekt	Veterinærinstituttet	Peter Andreas Heuch	1 500
172511	01.01.2006– 01.03.2009	Black lines in the muscle of cultured atlantic cod ( <i>gadus morhua</i> ).	Forskerprosjekt	Nofima	Marie Cooper	3 000
172514	01.05.2006– 31.04.2009	Moderne settefiskproduksjon av laks – normal utvikling og velferd i intensive oppdrettssystemer	Kompetanseprosjekt m brukermedvirkning	Universitetet i Bergen	Sigurd Olav Stefansson	15 030
172533	01.01.2006– 01.05.2009	Background levels: Occurrence and effective detection of cod pathogens	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Are Nylund	4 075

172542	01.01.2006– 31.12.2009	Effects of vaccination and innate immune defence against recurrence of IPN in salmon carrying IPN virus of different virulence.	Kompetanseprosjekt m bruker-medvirkning	Nofima	Ann-Inger Sommer	5 675
172546	01.01.2006– 30.06.2010	Optimizing the nutritional value of non-marine protein sources in extruded fish feed.	Forskerprosjekt	NMBU	Liv Torunn Mydland	4 000
172548	01.01.2006– 01.03.2009	Leptin in fish – exploring the actions of a novel hormone and its role in control of appetite, growth and puberty in Atlantic salmon and cod	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Ivar Rønnestad	2 800
172549	01.01.2006– 01.06.2010	Molecular biomarkers for flesh quality in farmed Atlantic halibut and cod	Forskerprosjekt	Nord Universitet	Christel Gunilla Solberg	3 854
172561	01.01.2006– 30.09.2009	Marine algal toxins – source organisms, accumulation and depuration in mussels, expanding profiles, and toxicology	Forskerprosjekt	NMBU	Tore Aune	6 261
172572	01.01.2006– 01.03.2010	Algal toxins & polyunsaturated fatty acids: a polyketide genomic approach to safe and efficient utilisation of microalgae in bioproduction	Forskerprosjekt	Universitetet i Oslo	Kjetill Sigurd Jakobsen	5 736
172580	01.01.2006– 01.03.2009	Potential of using microalgae to partially replace fish oil and fish meal in aquaculture fish feeds	Forskerprosjekt	SINTEF fiskeri og havbruk AS	Kjell Inge Reitan	3 200
172604	01.01.2006– 01.10.2009	The importance of bacterial interactions for winter ulcer and the potential use in control of fish diseases	Forskerprosjekt	NMBU	Henning Sørum	3 400
172609	01.01.2006– 01.10.2009	Selection for reduced stress responsiveness in Atlantic salmon ( <i>Salmo salar</i> ): Role for animal welfare and sustainability in aquaculture	Forskerprosjekt	NMBU	Øyvind Øverli	5 433
172621	01.06.2006– 01.06.2009	Genetic engineering in aquaculture: Perspectives on Management and Sustainability	Forskerprosjekt	GENØK – Senter for biosikkerhet	Anne Ingeborg Myhr	1 800
172628	01.01.2006– 01.06.2008	Tracing escaped farmed salmon by means of naturally occurring DNA markers, fatty acid profiles, trace elements and stable isotopes	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Øystein Skaala	8 620
172632	31.12.2005– 31.12.2009	Samdriftsfordeler i fiskeoppdrett: konsolidering i internasjonal sjømatdistribusjon	Forskerprosjekt	Samfunns- og næringslivsforskning AS	Ragnar Tvetterås	1 500
172633	01.01.2006– 30.04.2010	Production of all-female cod as a means to circumvent problems with early puberty in males: Studies on sex determination and differentiation	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Geir Lasse Taranger	6 148

172635	01.01.2006– 01.03.2010	Cardiomyopathy (CMS) in Atlantic salmon: pathogenesis and experimental transmissibility.	Forskerprosjekt	Veterinærinstituttet	Torunn Taksdal	3 000
172636	01.01.2006– 01.03.2010	Salmon louse vaccine – identification and evaluation of novel antigens	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Frank Nilsen	9 400
172641	01.01.2006– 01.03.2010	New Marine Feed Resources The building of a consortium towards exploitation of un-utilised marine resources for diets to farmed fish	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Rolf Erik Olsen	22 050
172649	01.01.2006– 01.03.2009	Interactions between wild and farmed Atlantic cod: non-lethal impacts of escapees on wild populations	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Anders Fernø	4 182
172661	29.01.2006– 30.06.2010	Cell mediated immune response against virus in Atlantic salmon measured by T cell interferon gamma production	Forskerprosjekt	Norges fiskerihøgskole	Børre Robertsen	3 400
174213	01.01.2006– 31.12.2009	Utvikling av en in vitro modell for uttesting av vaksiners effekt hos atlantisk laks	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Vikan Akvavet Veterinærmedisinsk oppdragscenter AS	Anne Berit Romstad	3 440
174215	01.01.2006– 31.03.2009	Effect of bioactive fatty acids on survival (IPN/PD), growth and feed conversion in 0+ and 1+ Atlantic salmon.	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Biomar AS	Trygve Sigholt	9 392
174218	01.01.2006– 31.03.2008	Fish welfare recorder – Development of a Black box for documenting condition and welfare under live transportation, handling and slaughter	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Thelma AS	Bård Holand	6 705
174220	01.01.2006– 01.03.2009	Effektive vaksiner og vaksinestrategier for torsk, fokus på bakterielle agens	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Pharmaq AS	Kjersti Gravingen	3 600
174222	01.01.2006– 31.12.2008	Combining biomarkers from salmon metabolomics, genomics and proteomics with high-field NMR profiling of fish feed nutrients	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Ewos Innovation AS	Richard Taylor	12 000
174223	01.08.2006– 31.12.2009	Energy modulation in fast growing cod	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Skretting Aquaculture Research centre AS	Grethe Rosenlund	8 216
174224	01.01.2006– 31.12.2008	Hurtigttester for algetoksiner i sjømat (skjellmat), vann og miljøprøver	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Biosense Laboratories AS	Hans Kleivdal	8 940
174227	01.01.2006– 01.03.2009	Development of vaccines and diagnostic tools against a new bacterial fish pathogen	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	MSD Animal Health Innovation AS	Bjørn Krossøy	5 280

174229	01.01.2006– 01.03.2008	Digestive function in Atlantic cod larvae- effects of intensive and extensive rearing systems and correlation with peaks in mortality	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	Sagafjord Sea Farm AS	Ivar Rønnestad	3 884
174231	01.01.2006– 31.12.2009	Novel narrow bandwidth lighting technology in cod farming and its impact on performance from early stages to adult fish.	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	Intravision Group AS	Per Aage Lysaa	18 400
174234	01.01.2006– 31.12.2007	Svømmeutholdenhet hos oppdretts-laks: mål for hjerte/ sirkulasjonssystemets funksjon og morfologi mtp. genetisk seleksjon for mer robust laks	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	Aqua Gen AS	Marte Wetten	1 853
174237	01.01.2006– 30.06.2008	Online måling av fett og farge i hel laks	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	FHS industri og eksport	Kristian Prytz	10 089
174241	01.01.2006– 31.12.2008	Reduced Moritella viscosa losses	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	SCANVACC AS	Tor Lunder	10 900
176763	01.06.2006– 01.03.2008	Establishing a project on comparative studies of salmon lice dispersal in different geographical areas (Canada, Scotland and Norway)	Prosjekt-etableringsstøtte	Havforskningsinstituttet	Karin Kroon Boxaspen	149
176764	01.09.2006– 31.12.2007	A novel strategy for creating sterile fish by gene editing: Phase 1 «Edit Reporter Gene»	Personlig gjesteforskerstipend	NMBU	Peter Alestrøm	136
176768	01.07.2006– 01.07.2007	The Salmonid Genomic Sequencing Initiative: cGRASP (Consortium for Genomics Research on All Salmonids Programme)	Forskerprosjekt	NMBU	Stig Omholt	282
176772	01.09.2006– 01.03.2009	Strategic collaboration between SINTEF Fisheries and aquaculture AS, the US Naval Academy (USA) and the Cawthron Institute (NZ)	Prosjekt-etableringsstøtte	SINTEF fiskeri og havbruk AS	Pål Furset Lader	147
176774	01.08.2006– 01.03.2008	Research collaboration to support the development of sea ranching and stock enhancement of molluscs and crustaceans.	Prosjekt-etableringsstøtte	Havforskningsinstituttet	Øivind Strand	253
176778	01.06.2006– 31.12.2007	Alternative feedstuff for fish; Understanding and controlling antinutrients	Forskerprosjekt	Nofima	Ståle Refstie	150
176785	01.09.2006– 01.09.2007	Molecular Characterization of T cell markers in Salmonid fish	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Ivar Hordvik	150
176790	18.04.2007– 01.03.2008	Use of microarray to discover genes controlling Atlantic salmon growth	Forskerprosjekt	NIFES	Ernst M. Hevrøy	98
176791	01.06.2006– 01.02.2007	Use of lipid spray beads for enrichment of live feeds for rearing marine fish larvae	Forskerprosjekt	NIFES	Kristin Hamre	156

176793	01.01.2007– 01.03.2009	Regulatory pathways of skeletal development in teleost fish: The impact of genetic, dietary, and environmental factors.	Prosjekt- etableringsstøtte	Nofima	Paul Eckhard Witten	175
176795	01.10.2006– 01.03.2008	Trilateral workshop on marine fish larvae nutrition	Prosjekt- etableringsstøtte	Havforsknings- instituttet	Håkon Otterå	150
176802	30.06.2006– 31.05.2007	Etablering av transatlantisk samarbeid for utveksling av kompetanse og avansert metodikk til bruk i studier av energiomsetning hos torsk	Prosjekt- etableringsstøtte	Nofima	Mette Sørensen	150
178833	01.01.2007– 01.06.2010	The Hardangerfjord Salmon Lice Project	Forskerprosjekt	NINA	Bengt Finstad	5 067
178864	03.01.2007– 01.03.2011	Francisella SP. Infection in Atlantic cod (Gadus morhua) – Study of pathogen and host immune cells interactions	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Heidrun Inger Wergeland	2 730
178938	01.01.2007– 28.02.2010	Welfare of Farmed Fish from Harvest to Killing- Meeting the Future Challenge	Kompetanse- prosjekt m brukermedvirkning	Nofima	Bjørn Roth	11 136
178950	01.01.2007– 01.03.2011	Heart and skeletal muscle inflammation (HSMI) in Atlantic salmon: diagnosis, pathogenesis and epidemiology	Forskerprosjekt	Veterinær- instituttet	Britt Bang Jensen	4 250
178969	01.01.2007– 31.12.2011	Decontamination of persistent organic pollutants in fishmeal and fish oil	Kompetanse- prosjekt m brukermedvirkning	Nofima	Åge Oterhals	5 960
178975	01.01.2007– 01.03.2009	Vertical distribution: hybridisation barrier between escapee and wild cod?	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Anders Fernø	1 509
178979	01.01.2007– 31.12.2011	Product quality of farmed Atlantic cod (Gadus morhua): Effects of handling stress and storage conditions	Forskerprosjekt	NTNU	Turid Rustad	4 532
178987	01.01.2007– 01.03.2011	Variation in developmental rate at early life stages of Atlantic salmon: applications for aquaculture	Kompetanse- prosjekt m brukermedvirkning	NMBU	Hans Magnus Gjøen	5 075
179003	01.08.2007– 01.03.2010	Extension of dr.scient stipend.	Personlig doktor- gradstipend	Havforsknings- instituttet	Anne Berit Skiftesvik	606
179009	01.01.2007– 31.03.2012	Påvirker avlsarbeidet for økt sjukdomsresistens forekomsten av vaksineskader, immunrespons og effekten av vaksinerings?	Forskerprosjekt	Nofima	Bjarne Gjerde	7 964
179016	01.01.2007– 31.12.2009	Ontogeny of lipid digestion and effects of feeding pre-digested lipids to Atlantic cod (Gadus Morhua) larvae	Forskerprosjekt	NIFES	Kristin Hamre	3 397

179022	01.07.2007– 30.06.2010	Regulatory processes of melanisation in the Atlantic salmon	Forskerprosjekt	NMBU	Erling Olaf Koppang	4 240
179035	01.01.2007– 01.03.2010	The impact of pancreas disease (PD) on flesh quality of Atlantic salmon	Forskerprosjekt	Nofima	Turid Mørkøre	3 300
179054	01.01.2007– 31.05.2009	Learning ability, cognitive capacity and welfare of farmed fish	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Tore S Kristiansen	1 264
180001	01.01.2007– 31.12.2009	Vannkvalitet, resirkulering og optimalisert algeproduksjon i klekkerier for torsk og kamskjell	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	SCALPRO AS	Thorolf Magnesen	8 100
180007	01.07.2007– 01.03.2011	New tools for optimising quality and performance management for Atlantic salmon ( <i>Salmo salar</i> L.) reared in cyclic environments	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	BIOMAR AS	Eldar Åsgard Bendiksen	5 826
180013	01.01.2007– 31.03.2011	Improved production efficiency and animal welfare in aquaculture through elevated dietary tryptophan (TRP) levels	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	BIOMAR AS	Marie Hillestad	4 925
180028	01.01.2007– 31.12.2009	Utvikling av oppdrett- og bruk av berggylte i lakseoppdrett til kontinuerlig kontroll med lakselus	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	Salmar Organic AS	Per Gunnar Kvenseth	7 569
180088	01.03.2007– 15.09.2010	Accelerated production of Atlantic halibut	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	TUBILAH AS	Albert Kjartanson Imsland	11 495
180098	01.01.2007– 28.02.2015	Kortere generasjonsintervall hos laks	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	Erfjord Stamfisk AS	Bjarne Gjerde	31 294
181657	01.01.2007– 01.03.2010	The use of rheotactic and optometry responses in order to slaughter salmon at a rested state	Kompetanseprosjekt m brukermedvirkning	Nofima	Kjell Ø. Midling	2 799
182479	15.02.2007– 18.04.2007	Development of vaccine concepts that protect farmed fish throughout the entire production cycle	Prosjekt-etableringsstøtte	Norges fiskerihøgskole	Jarl Bøgwald	300
182981	08.03.2007– 01.03.2008	IndoNor Vaccine development. Comparative aspects of development of vaccines to invertebrate, piscine and avian species	Prosjekt-etableringsstøtte	NMBU	Espen Rimstad	228
183017	05.04.2007– 01.03.2008	Development of a vaccine against <i>Staphylococcus aureus</i> mastitis in cattle and buffalo	Prosjekt-etableringsstøtte	Veterinærinstituttet	Tore Tollersrud	40
183019	12.03.2007– 18.04.2007	Selection for improved heals in fish and shrimps	Prosjekt-etableringsstøtte	Nofima	Kari Kolstad	200



183020	13.03.2007– 15.04.2007	Development of DNA vaccine technologies in farm animals; Bovine Tuberculosis and Brucellosis	Prosjekt-etableringsstøtte	Inovio Tech AS	Torunn Elisabeth Tjelle	105
183194	01.09.2008– 30.09.2013	Exploiting new knowledge of innate immunity in adjuvant research for bovine vaccines	Forskerprosjekt	Veterinær-instituttet	Ingrid Olsen	8 160
183196	01.10.2008– 31.05.2013	InNoVacc. Indo-Norway platform for developing candidate vaccines to invertebrate, piscine and avian species.	Forskerprosjekt	NMBU	Espen Rimstad	48 652
183204	01.10.2008– 31.08.2013	Indo-Norwegian platform on fish and shellfish vaccine development	Forskerprosjekt	Norges fiskeri-høgskole	Roy Ambli Dalmo	44 000
183833	01.04.2008– 31.12.2012	Improved disease resistance of Indian tiger shrimp and rohu carp using advanced molecular methods and streamlining use of genetic resources	Forskerprosjekt	Nofima	Nicholas Robinson	10 700
184633	01.04.2008– 09.06.2012	Studies of salmon phagocytic cells – key cells in cellular immune responses.	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Heidrun Inger Wergeland	4 800
184634	01.01.2008– 14.03.2012	Vibriosis and furunculosis vaccines for Atlantic cod: efficacy, protective antigens and specific immune responses	Forskerprosjekt	Nofima	Helene Mikkelsen	9 461
184650	01.05.2008– 31.07.2011	Resistance towards pyrethroids and emamectin in sea lice	Forskerprosjekt	NMBU	Tor Einar Horsberg	6 604
184703	01.07.2008– 31.08.2012	Mucosal Immune System of Atlantic Cod – Creating a Knowledge Base	Forskerprosjekt	Nord Universitet	Kiron Viswanath	6 940
184745	01.08.2008– 01.10.2012	Nociception and potential pain perception in Atlantic cod ( <i>Gadus morhua</i> )	Forskerprosjekt	Nofima	Øyvind Aas-Hansen	5 700
184851	01.01.2008– 30.05.2013	Differential neuroendocrine regulation of follicle-stimulating hormone and luteinizing hormone in Atlantic cod and GFP-transgenic medaka.	Forskerprosjekt	NMBU	Finn-Arne Weltzien	12 679
184974	01.01.2008– 06.05.2013	Securing fish-farming technology and operations to reduce escapes (SECURE)	Forskerprosjekt	SINTEF fiskeri og havbruk	Jostein Storøy	15 700
184986	01.07.2008– 28.02.2014	Arsenolipids in fish oil, fish feed, fish and other seafood	Forskerprosjekt	NIFES	Heidi Amlund	3 870

184992	01.01.2008– 01.03.2010	Coordinated action: Lice international (Canada (USA), Scotland, Ireland and Norway)	Forskerprosjekt	Havforsknings- instituttet	Karin Kroon Boxaspen	1 283
184997	01.04.2008– 31.03.2011	Optimal smolt production and post smolt performance in the High North – Seawater intermixing, low temperatures and intensive rearing -	Forskerprosjekt	Nofima	Hilde Toften	7 500
185006	01.01.2008– 30.09.2011	Nutrient requirements of Atlantic cod (Gadus morhua) larvae at first-feeding	Kompetanse- prosjekt m brukermedvirkning	NIFES	Kristin Hamre	7 622
185010	01.01.2008– 01.03.2012	Increasing basic knowledge on muscle abnormalities in intensive production systems	Forskerprosjekt	Nofima	Grete Bæverfjord	4 500
185177	01.01.2008– 01.12.2012	Investigate mechanisms of bone development in craniofacial structures of cod through pathways regulated by prostaglandins and retinoic acid	Forskerprosjekt	NIFES	Mari Moren	8 464
185188	01.01.2008– 01.03.2011	The potential use of recombinant Salmonid alphavirus in development of prophylactic and therapeutic measures against viral fish diseases	Forskerprosjekt	NMBU	Espen Rimstad	1 200
185217	01.06.2008– 01.03.2013	Platform for Viral Aquamedicine	Forskerprosjekt	Veterinær- instituttet	Siri Mjaaland	26 693
185219	01.01.2008– 01.03.2011	Improving scallop (Pecten maximus L.) spat production: Metamorphosis-inducing cues enhancing settling success.	Kompetanse- prosjekt m brukermedvirkning	Havforsknings- instituttet	Sissel Andersen	7 032
185244	01.01.2008– 31.12.2011	Restriction of lipid deposition in the liver of cod by use of bioactive substances in salmon oil and vegetable feed ingredients.	Forskerprosjekt	Nofima	Bente Ruyter	4 500
185248	01.07.2008– 12.07.2012	The role of novel interferons in antiviral immunity and DNA vaccine mechanism in Atlantic salmon	Forskerprosjekt	Norges fiskeri- høgskole	Børre Robertsen	3 200
185257	01.08.2008– 01.03.2013	Transmission and reservoirs of Francisella piscicida. Implications for wild and farmed cod	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Are Nylund	2 600
185262	01.01.2008– 01.03.2012	Tracing viral disease dissemination in aquaculture: an interdisciplinary approach between molecular virology and dispersal modelling	Forskerprosjekt	Veterinær- instituttet	Peder Andreas Jansen	2 956
185263	01.08.2008– 03.07.2011	Francisella philomiragia subsp. noatunensis infection in farmed cod (Gadus morhua): Diagnosis, characterisation, and environmental studies	Forskerprosjekt	Veterinær- instituttet	Duncan John Colquhoun	3 300

185265	01.02.2008– 31.12.2015	Variability among populations of wild and farmed Atlantic salmon – morphology and genetics	Forskerprosjekt	NTNU	Ole Kristian Berg	3 671
185271	01.01.2008– 31.03.2012	The effect of dietary carbohydrates on muscle metabolism, connective tissue composition and fillet quality in cod ( <i>Gadus morhua</i> L).	Forskerprosjekt	Nofima	Mona Elisabeth Pedersen	4 451
185272	01.01.2008– 15.01.2011	Farmed cod spawning in net pens: Offspring recruitment under natural conditions and interbreeding with wild local stock	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Knut Eirik Jørstad	8 310
187264	14.01.2008– 30.06.2011	Molecular characterisation of Atlantic salmon gut microbiota with changing diet formulations: gut health, performance and disease resistance	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Ewos Innovation AS	Jose L. Gonzalez Vecino	22 609
187281	01.01.2008– 31.12.2009	Distended gut syndrome (DGS) in larval Atlantic cod ( <i>Gadus morhua</i> ) – do the larvae suffer from diarrhea?	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Sagafjord Sea Farm AS	Ivar Rønnestad	3 568
187288	01.01.2008– 31.03.2010	Renset olje, føring med dekontaminert fiskeolje	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening	Henrik Stenwig	4 370
187291	01.03.2008– 01.05.2011	Growth, maturation and flesh quality control in on-growing Atlantic cod in the North Norway region	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Fjord Salmon AS	Albert Kjartanson Imsland	9 650
187294	01.01.2008– 01.03.2011	Sources of plant protein for fish feed: Understanding and controlling antinutritional factors	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	BIOMAR AS	Marie Hillestad	5 536
187301	01.07.2008– 01.03.2012	Cardiomyopathy syndrome: A multi-task approach to reduce losses and improve knowledge	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Marine Harvest Norway AS	Olav Breck	21 377
187305	01.01.2008– 01.03.2011	Feedsverv – Føringsteknologi for forsk i stor merd med fokus på svømmeblæreproblematikk	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Fjord Salmon AS	Ove Martin Grøntvedt	8 000
187306	01.01.2008– 01.03.2011	Oppdrett av laks ved høy sjøtemperatur	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Marine Harvest Norway AS	Tom Hansen	7 963
187354	01.01.2008– 01.03.2011	Production optimization for enhanced sustainability of Arctic charr culture in the Northern region	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Villmarksfisk AS	Atle Foss	8 800
190019	01.01.2009– 31.12.2012	New feeding strategies for Atlantic halibut and cod larvae to increase the output of high quality juveniles in production systems	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Ivar Rønnestad	5 891
190021	01.01.2009– 31.08.2012	Saccus vasculosus, neuroglobin, stress and welfare during slaughter of salmon	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Bjørn Olav Kvamme	8 136

190043	01.01.2009– 01.03.2013	Innovative use of bioactive marine ingredients as a strategy to sustain growth and health of Atlantic salmon and to improve flesh quality	Kompetanse-prosjekt m brukermedvirkning	Nofima	Sissel Albrektsen	9 675
190067	01.01.2009– 01.03.2012	Preventive health measure by optimizing swimming exercise to counteract lifestyle diseases of Atlantic salmon	Forskerprosjekt	Nofima	Harald Takle	8 100
190187	01.01.2009– 28.02.2012	Why do cod females become eggbound? Studies on possible causes and mechanisms	Forskerprosjekt	Havforsknings-instituttet	Birgitta Norberg	6 658
190200	04.05.2009– 10.07.2009	Bacteriophage Biocontrol for Norwegian Aquaculture: Initial Studies	Personlig gjeste-forskerstipend	Veterinær-instituttet	Duncan John Colquhoun	117
190239	01.01.2009– 28.02.2012	Eliminating duck predation in mussel farms by exclusion nets; development and experimental product testing	Forskerprosjekt	NINA	Sveinn Are Hanssen	2 700
190245	01.01.2009– 28.02.2014	Viral haemorrhagic septicaemia virus (VHSV) in wild and farmed fish in Norway	Forskerprosjekt	Veterinær-instituttet	Renate Johansen	10 171
190272	01.01.2009– 31.12.2011	Toxicological evaluation of toxaphene in fish feed	Forskerprosjekt	NIFES	Anne-Katrine Lundebye Haldorsen	4 642
190335	01.01.2009– 30.06.2009	SUSTAFISH: Sustainable aqua-culture: water quality as a test parameter for meeting sustain-ability certification and management requirements	Prosjekt-etableringsstøtte	DNV GL AS	Sigrid Brynestad	50
190339	01.01.2009– 31.12.2009	Bilateral cooperation on fish vaccine development for Chinese aquaculture	Prosjekt-etableringsstøtte	Pharmaq AS	Kjersti Gravningen	450
190350	01.01.2009– 30.06.2014	Impact of photoperiod and sexual maturation on growth performance of Atlantic cod – a genomic perspective	Forskerprosjekt	Nord Univer-sitet	Jorge Fernandes	11 456
190371	01.01.2009– 23.08.2012	Generation of gonadless farmed cod by specific ablation of primordial germ cells	Forskerprosjekt	Nofima	Øivind Andersen	7 500
190442	01.10.2009– 01.03.2013	Mating designs that realise genomic potential in aquaculture	Forskerprosjekt	NMBU	Theo Meuwissen	5 615
190448	01.05.2009– 30.04.2011	Ichthyobodo infections in farmed fish; diagnostics and prophylaxis	Forskerprosjekt	UNI Research AS	Are Nylund	1 500
190457	01.04.2009– 28.02.2014	Breeding for improved fish welfare in aquaculture	Forskerprosjekt	Nofima	Hanne-Marie Nielsen	7 230

190463	01.04.2009– 31.12.2012	Hydroids on aquaculture constructions in Norway	Forskerprosjekt	SINTEF fiskeri og havbruk AS	Pascal Klebert	6 000
190467	01.01.2009– 01.03.2013	Mitigating the effects of escaped farmed salmon: combining SNPs, lipid acid profiling and statistical methods to trace escapees to origin	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Øystein Skaala	5 990
190469	01.01.2009– 01.03.2012	Fish welfare assessment through brain function: Impacts of environmental stress on brain plasticity and behaviour	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Sigurd Olav Stefansson	3 400
190473	01.06.2009– 31.05.2012	HSMI and CMS – basic studies of the viral aetiology and pathogenesis in Atlantic salmon	Forskerprosjekt	NMBU	Øystein Evensen	7 700
190474	01.01.2009– 31.03.2012	Ecosystem Responses to Aquaculture Induced Stress	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Arne Ervik	12 669
190475	01.01.2009– 30.06.2011	New tools for online overall assessment of rearing environment, stress level, and fish welfare in Atlantic salmon cage farms	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Tore S Kristiansen	3 600
190479	01.01.2009– 01.03.2012	Managing texture quality of Atlantic Salmon through the application of molecular and morphological approaches	Forskerprosjekt	Nofima	Turid Mørkøre	6 200
190482	01.01.2009– 31.12.2009	Development of innovative technologies for water improvement in recirculating aquacultural systems	Prosjekt-etableringsstøtte	NIVA	Helge Liltved	220
190484	01.01.2009– 01.05.2012	Transmission routes and infection dynamics of salmonid alphavirus (SAV)	Forskerprosjekt	Veterinærinstituttet	Edgar Brun	5 750
190485	01.01.2009– 31.03.2013	Effects of dietary composition, rearing regimes and seasonal growth patterns on muscle softness and gaping in Atlantic salmon.	Kompetanseprosjekt m brukermedvirkning	Universitetet i Bergen	Ragnar Nortvedt	3 462
190486	01.01.2009– 01.03.2013	Towards selection for increased resistance to the salmon louse in Atlantic salmon	Forskerprosjekt	Nofima	Bjarne Gjerde	4 400
190487	01.07.2008– 01.02.2015	Towards selective breeding of the great scallop	Forskerprosjekt	Nofima	Bjarne Gjerde	1 689
192322	01.01.2009– 31.12.2010	Development and use of DNA markers for increased viral resistance in Atlantic salmon breeding programmes	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Aqua Gen AS	Thomas Moen	5 300
192331	01.04.2009– 01.04.2012	Effektivisert avl for bedre helse og sykdomsresistens hos oppdrettsarter – nye statistiske modeller	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Akvaforsk Genetics Center AS	Jørgen Ødegård	5 390

192335	01.01.2009– 01.03.2011	Elektrobedøving av oppdrettstorsk i kommersiell skala	Brakerstyrt innovasjonsprosjekt	Seaside AS	Ulf Erikson	5 000
199392	01.01.2010– 30.06.2013	A multi-disciplinary effort to improve topical treatments in salmon louse control	Kompetanseprosjekt m brukermedvirkning	Veterinærinstituttet	Randi Nygaard Grøntvedt	8 759
199482	01.06.2010– 30.04.2015	Cod Development CODE	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Ivar Rønnestad	34 732
199518	01.07.2010– 28.02.2014	Early puberty in salmon males in seawater – causes and consequences for hypoosmoregulatory ability and welfare	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Geir Lasse Taranger	6 650
199606	01.04.2010– 31.12.2010	Functionalized capsules for water and seawater treatment	Prosjektetableringsstøtte	SINTEF Materialer og kjemi	Izumi Kumakiri	340
199672	01.01.2010– 30.05.2015	Intracellular lifestyle of Francisella piscicida in Atlantic cod	Forskerprosjekt	Universitetet i Tromsø	Marit K. Seppola	8 000
199683	01.01.2010– 30.06.2014	Local effects of global warming: Effects of period of higher temperature than the normal range for Atlantic salmon	Forskerprosjekt	NIFES	Rune Waagbø	8 800
199728	01.01.2010– 01.04.2013	Overall Welfare Assessment (OWA) of Atlantic salmon	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Tore S Kristiansen	8 652
199734	01.01.2010– 31.12.2011	Part II. Tracing viral disease dissemination in aquaculture: an interdisciplinary approach between molecular virology and dispersal modelling	Forskerprosjekt	Veterinærinstituttet	Peder Andreas Jansen	4 130
199778	01.01.2010– 31.12.2015	Salmon louse – prevention and treatment	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Rasmus Skern-Mauritzen	43 437
199783	01.03.2010– 31.03.2013	Sustainable and safe use of animal by-products (ABP) in fish feed	Kompetanseprosjekt m brukermedvirkning	NIFES	Rune Waagbø	6 126
199788	01.01.2010– 31.12.2012	Technologies, systems and operational procedures for high-level accuracy in biomass control in large cages (EXACTUS)	Kompetanseprosjekt m brukermedvirkning	SINTEF fiskeri og havbruk	Erik Høy	10 859
199796	01.01.2010– 14.04.2013	The salmon in a warmer world: Aerobic scope of Atlantic salmon at different temperatures	Forskerprosjekt	Universitetet i Oslo	Göran Erik Nilsson	4 642
199800	04.01.2010– 28.12.2012	The smolt probe – novel tools for assessment of smolt quality and marine performance in Atlantic salmon	Kompetanseprosjekt m brukermedvirkning	Universitetet i Bergen	Sigurd Olav Stefansson	5 208

199806	01.03.2010– 31.03.2016	Translating the cod genome for aquaculture	Forskerprosjekt	Universitetet i Oslo	Kjetill Sigurd Jakobsen	20 063
199812	01.01.2010– 31.12.2010	Use of synbiotics in aquaculture	Prosjekt-etableringsstøtte	Universitetet i Tromsø	Einar Ringø	255
199813	01.01.2010– 01.03.2011	VHS Virus – Elucidation of pathogenic mechanisms	Prosjekt-etableringsstøtte	NMBU	Øystein Evensen	200
199816	01.08.2010– 31.12.2010	Visiting researcher grant for Daniel Gordon	Personlig gjesteforskerstipend	Norges Handelshøyskole	Rögnvaldur Hannesson	187
200498	01.01.2010– 31.10.2013	Exploring the role of biofilm and protein-foam to reduce the spread of fish pathogens in the aquaculture industry	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Marine harvest Norway AS	Vidar Aspehaug	4 752
200511	01.01.2010– 31.12.2011	Identifikasjon av ukjente sykdomsagens	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Pharmaq AS	Marit Rode	3 144
200523	01.01.2010– 01.03.2013	Optimised production, nutrition and use of the cleanerfish Ballan wrasse ( <i>Labrus bergylta</i> ).	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Marine harvest Norway AS	Espen Grøtan	16 642
200551	01.01.2010– 30.06.2014	Utvikling og implementering av markør-assistert/genomisk seleksjon for resistens mot lakselus og andre egenskaper i avlsmålet	Brukerstyrt innovasjonsprosjekt	Aqua Gen AS	Thomas Moen	10 551
206965	01.02.2011– 31.05.2015	Application of a new principle to combat infectious salmon anemia (ISA)	Forskerprosjekt	Veterinærinstituttet	Siri Mjaaland	8 174
206968	01.01.2011– 02.03.2015	Behaviour and coping of individual salmon in farm environments with fluctuating oxygen and hydrodynamics (Salmon Dynamics)	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Frode Oppedal	7 400
207024	01.01.2011– 31.05.2016	Characterisation of ISA HPR0 virus- and infection in Atlantic salmon	Forskerprosjekt	Veterinærinstituttet	Knut Falk	8 594
207060	01.01.2011– 31.12.2011	Effekten av alger og algetoksiner for fiskehelse og mattrygghet	Prosjekt-etableringsstøtte	Veterinærinstituttet	Christopher Owen Miles	630
207116	03.01.2011– 30.05.2015	Exposed salmon farming in high currents and waves	Forskerprosjekt	SINTEF fiskeri og havbruk AS	Pascal Klebert	7 400
207251	10.01.2011– 30.09.2011	Molekylære verktøy for å overvåke akvakultur i samtid.	Prosjekt-etableringsstøtte	IRIS	Fiona Provan	330

207269	01.01.2011– 20.02.2015	Parvicapsula pseudobranchicola: life cycle and genetic variation	Kompetanse- prosjekt m brukermedvirkning	Veterinær- instituttet	Haakon Hansen	1 501
207547	01.01.2011– 28.02.2015	Production of triploid cod as a means to ensure sustainable cod farming	Forskerprosjekt	Havforsknings- instituttet	Anders Thorsen	14 400
207554	01.03.2011– 28.02.2015	Salmon Price Cycles	Forskerprosjekt	IRIS	Ragnar Tveterås	7 475
207570	01.01.2011– 28.02.2014	Sustainable disease control strategies in salmon farming; decision support integrating economic, envi-ronmental and social dimensions.	Forskerprosjekt	SINTEF fiskeri og havbruk AS	Hans Vanhouwaert Bjelland	20 837
207621	01.01.2011– 28.02.2015	Towards a sustainable salmonid aquaculture – Salmon as a net producer of n-3 fatty acids	Forskerprosjekt	Nofima	Gerd Marit Berge	6 175
207680	01.07.2011– 01.12.2015	Whole-genome sequence data for selective breeding against infectious diseases in aquaculture	Forskerprosjekt	Nofima	Anna Sonesson	5 500
207985	03.01.2011– 31.12.2013	Development of large scale offshore seaweed cultivation	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	Seaweed Energy Solutions AS	Arne Fredheim	16 624
208338	01.01.2011– 30.06.2014	Genomikk mot IPN – markørassistert seleksjon for umiddelbar forbedring av IPN-status i regnbueørretoppdrett	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	Aqua Gen AS	Thomas Moen	6 448
208352	01.01.2011– 15.09.2014	Integrert aminosyrebehov hos fisk	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	Ewos Innovation AS	Anders Aksnes	16 950
208551	01.01.2011– 30.04.2012	Seafarm Pulse Guard: Beskyttelse av laks i oppdrettsanlegg mot lakselus	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	SFD AS	Anna Ingvarsdottir	3 750
208614	01.04.2011– 20.05.2014	Rognkjeks som biologisk avlusingsmetode for oppdrettslaks og torsk i Nord-Norge	Brukerstyrt innovasjons- prosjekt	Norslaks Opp- dratt AS	Albert Kjartanson Imsland	10 900
216080	01.01.2012– 01.03.2013	Innovative approaches in examining plant-based aquafeed ingredients	Personlig gjeste- forskerstipend	NMBU	Margareth Øverland	545
216105	01.01.2012– 31.03.2016	Quantifying genetic effects of escaped farmed salmon on wild salmon	Forskerprosjekt	NINA	Kjetil Hindar	24 300
216114	01.03.2012– 30.06.2015	Salmon Lice. The effect on Reputation, Economics and Industry Development	Forskerprosjekt	IRIS	Frank Asche	10 174



216127	01.01.2012– 31.12.2016	External Sea Loads and Internal Hydraulics of Closed Flexible Cages	Kompetanseprosjekt for næringslivet	SINTEF fiskeri og havbruk AS	Pål Furset Lader	7 501
216154	01.12.2012– 01.12.2015	Protection against intracellular pathogens – T-cell based immunity and vaccines	Forskerprosjekt	Veterinærinstituttet	Søren Grove	7 890
216177	01.04.2012– 01.07.2016	Studies of virulence mechanisms and host responses to infection with piscine myocarditis virus (PMCV)	Forskerprosjekt	NMBU	Øystein Evensen	10 900
216195	01.01.2012– 01.03.2013	Bilateral research cooperation between Japan and Norway on Seafood Safety	Prosjektetableringsstøtte	NIFES	Anne-Katrine Lundebye Haldorsen	232
216196	01.01.2012– 31.10.2015	Coordinated Bacterial Virulence: Relevance in Winter Ulcer	Forskerprosjekt	NMBU	Henning Sørum	6 800
216197	01.01.2012– 30.06.2015	Solving bottlenecks in triploid salmon production – a way to strengthen the sustainability of the salmon aquaculture industry	Kompetanseprosjekt for næringslivet	Havforskningsinstituttet	Tom Hansen	10 875
216200	02.01.2012– 01.03.2013	Support for International cooperation on sustainable sea farming with Canada,China and New Zealand.	Prosjektetableringsstøtte	SINTEF fiskeri og havbruk	Pascal Klebert	548
216201	01.01.2012– 01.04.2016	Exploitation of nutrients from Salmon aquaculture, EXPLOIT	Forskerprosjekt	SINTEF fiskeri og havbruk	Aleksander Handå	10 212
216668	01.01.2012– 01.03.2013	Norway-India-Bangladesh consortium for Hilsa aquaculture in South Asia	Prosjektetableringsstøtte	Nofima	Velmurugu Puvanendran	650
217485	01.03.2012– 31.03.2015	Biologisk aktive komponenter i råvarer og deres effekter i fisk: hvordan lage fôr uten fiskemel.	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	BIOMAR A.S.	Kjell Anders Måsøval	9 042
217502	01.01.2012– 31.01.2015	Optimalisert postsmolt: et paradigmeskifte for norsk lakseindustri	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	Marine Harvest Norway AS	Olav Breck	24 165
217519	01.08.2012– 30.09.2016	Seafarm Pulse Guard: Beskyttelse av laks i oppdrett mot lakselus. Oppskalering fra småskala feltforsøk til fullskala produksjonsanlegg.	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	SFD AS	Fiona Provan	17 200
218985	01.04.2012– 31.07.2015	Molecular Tracing of viral pathogens in Aquaculture (EMIDA)	Forskerprosjekt	Veterinærinstituttet	Britt Bang Jensen	2 994
224816	01.05.2013– 30.05.2016	The molecular physiology of aquaporin-related cataract in farmed Atlantic salmon	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Roderick Nigel Finn	10 567

224874	01.01.2013– 28.02.2014	Emerging pathogens in Chilean fish farms	Prosjekt- etableringsstøtte	Veterinær- instituttet	Torstein Tengs	300
224885	01.04.2013– 31.12.2017	Mitigating the challenges in the Atlantic salmon aquaculture caused by salmonid alphavirus by unveiling the underlying immune mechanisms	Forskerprosjekt	Havforsknings- instituttet	Sonal Patel	17 648
224899	01.04.2013– 30.06.2014	Personal visiting research grant for Professor Shixiao Fu from Shanghai Jiao Tong University	Personlig gjeste- forskerstipend	SINTEF fiskeri og havbruk	Arne Fredheim	111
224913	01.04.2013– 01.04.2016	Minimum requirements for omega-3 fatty acids in modern production of Atlantic salmon	Forskerprosjekt	Nofima	Bente Ruyter	9 505
224931	01.01.2013– 30.03.2014	Wild-Farmed-Viruses in wild and farmed fish in Norway, part 2	Forskerprosjekt	Veterinær- instituttet	Renate Johansen	1 170
224989	26.05.2013– 31.01.2014	Preventing heart pathology in farmed Atlantic salmon	Personlig post- doktorstipend	Universitetet i Oslo	Ida Beitnes Johansen	1 130
225065	01.07.2013– 31.12.2016	The mucosal surfaces of the Atlantic salmon: A site for viral entry and possible passive immunization.	Forskerprosjekt	NMBU	Erling Olaf Koppang	5 280
225076	01.01.2013– 31.12.2015	Sustainable Future for the Aquaculture Industry: Local Legitimacy, Area Access and Strategies to Manage Controversy in the Coastal Zone	Forskerprosjekt	Kunnskaps- parken Bodø AS	Ingrid Kvalvik	4 550
225086	01.01.2013– 31.12.2015	Tailoring salmon feeds of the future to maximize utilization of EPA and DHA	Forskerprosjekt	NIFES	Nini Sissener	7 436
225112	01.01.2013– 28.02.2015	Assessment of scallops ( <i>Pecten maximus</i> ) as filter feeders in IMTA	Personlig post- doktorstipend	SINTEF fiskeri og havbruk	Aleksander Handå	1 842
225216	01.01.2013– 28.02.2015	Natural reservoir for <i>Piscirickettsia salmonis</i> in Norway and Chile. Establishing research cooperation between Norway and Chile.	Prosjekt- etableringsstøtte	Universitetet i Bergen	Are Nylund	300
225219	01.02.2013– 31.03.2016	Improving Atlantic salmon smolt robustness to reduce losses in sea by development of screening tests, exercise regimes and markers	Forskerprosjekt	Nofima	Sven Martin Jørgensen	9 936
225250	01.01.2013– 30.06.2015	Transgenerational actions of fish feed and the effect on epigenetic regulation of gene transcription	Personlig post- doktorstipend	NIFES	Kaja Helvik Skjærven	2 742
225280	01.05.2013– 31.10.2013	Post Larvae Feeding of Marine Species	Personlig gjeste- forskerstipend	SINTEF fiskeri og havbruk	Gunvor Øie	100

225291	01.01.2013– 28.02.2014	Sustainable Aquaculture across Geographical and Institutional Scales	Prosjekt-etableringsstøtte	Nordlandsforskning	Grete Kaare Hovelsrud	350
225293	01.01.2013– 31.12.2013	The importance of the UTR panhandle structure of VHS virus for replication and virulence	Prosjekt-etableringsstøtte	NMBU	Øystein Evensen	375
225979	01.01.2013– 31.12.2015	Innovativ bioteknologi for utvikling og industriell produksjon av nye og effektive virusvaksiner	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	Pharmaq AS	Anne Aas-Eng	20 677
226032	01.01.2013– 31.03.2015	Cost efficient implementation of genomic selection in Atlantic salmon breeding	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	Rauma Stamfisk AS	Vidar Lund	7 763
226060	01.01.2013– 31.12.2015	Velferdsoptimalisering ved industriell slakt av Atlantisk kveite	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	Sterling White Halibut AS	Bjørn Roth	6 781
226066	01.01.2013– 01.06.2016	Genetic markers for improved domestication of farmed Halibut	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	TUBILAH AS	Per Olav Skjervold	15 000
226221	31.03.2013– 30.03.2017	SALMAT: Climate change will increase early maturation in salmon aquaculture which can be mitigated via genes controlling puberty	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Anna Troedsson-Wargelius	21 928
226266	01.05.2013– 31.12.2016	Genome-based improvement of salmon sea lice resistance	Kompetanseprosjekt for næringslivet	NMBU	Sigbjørn Lien	14 400
226275	01.03.2013– 28.02.2017	The Atlantic salmon genome sequence as a tool for precision breeding	Forskerprosjekt	NMBU	Theo Meuwissen	13 900
233858	01.04.2014– 31.03.2017	Gill disease in Atlantic salmon – studies of multiple factors in challenge models	Forskerprosjekt	Veterinærinstituttet	Anne-Gerd Gjevre	7 400
233865	01.02.2014– 30.09.2016	Use of gnotobiotic cod larvae ( <i>Gadus morhua</i> L.) to unravel host-microbe interactions	Personlig post-doktor-stipend	NTNU	Torunn Forberg	2 073
233870	01.01.2014– 31.12.2016	Welfare of Atlantic salmon postsmolts in closed-containment production systems, using a function-based approach	Forskerprosjekt	Nofima	Bendik Fyhn Terjesen	9 000
233872	01.01.2014– 30.06.2014	Internasjonal samarbeidsplattform for helhetlig utnyttelse av dyrkede makroalger	Prosjekt-etableringsstøtte	SINTEF fiskeri og havbruk S	Aleksander Handå	300
233884	01.04.2014– 31.03.2016	Antimicrobial peptides and proteins mediating viral defense in Atlantic salmon	Personlig post-doktorstipend	Nord Universitet	Yoichiro Kitani	1 925

234037	01.09.2014– 30.04.2017	Basic studies of epithelial responses in the context of gill proliferative disease in Atlantic salmon.	Personlig post-doktorstipend	Veterinærinstituttet	Mona Gjessing	2 461
234048	01.01.2014– 30.04.2015	Support for International Cooperation on technology development for improvement of fish welfare and reduce stress during crowding	Prosjekt-etableringsstøtte	SINTEF fiskeri og havbruk AS	Hanne Digre	729
234057	01.01.2014– 31.12.2016	Heterotrophic microalgae for future marine omega-3 rich salmon feeds	Forskerprosjekt	Nofima	Katerina Kousoulaki	6 290
234060	01.07.2014– 30.06.2016	Resistance towards chemotherapeutants in Caligus species	Personlig post-doktorstipend	NMBU	Celia Agusti Ridaura	2 102
234078	16.06.2014– 15.06.2017	Behavioural and genomic characteristics of selected farmed salmon families related to robustness, welfare and performance	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Ole Folkedal	10 392
234082	01.01.2014– 15.22.2014	A comparative analysis of the socio-economic impacts of infectious salmon anemia – perspectives from Chile and Norway	Prosjekt-etableringsstøtte	NMBU	Karl Rich	268
234121	01.04.2014– 31.03.2017	Sustainability and local community acceptance as determinants of industry structure and growth	Forskerprosjekt	IRIS	Ragnar Tveterås	4 500
234123	01.04.2014– 05.03.2015	Support on ENVIRONMENTAL salmon FARMing with Canada, China, Japan and Australia	Prosjekt-etableringsstøtte	SINTEF fiskeri og havbruk AS	Pascal Klebert	376
234128	01.01.2014– 17.03.2017	Carrying capacity of native low-trophic resources for fish feed ingredients – the potential of tunicate and mussel farming	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Øivind Strand	5 226
234139	01.03.2014– 02.03.2017	Sustainable aquaculture – regulation and reputation	Forskerprosjekt	NTNU Samfunnsforskning AS	Tonje Osmundsen	5 502
234144	01.03.2014– 30.09.2016	Reducing environmental sensitivity	Personlig post-doktorstipend	Nofima	Panya Sae-Lim	1 908
235477	01.01.2014– 01.06.2018	Development of sea lice vaccine (Louse Off)	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	Pharmaq AS	Edel Anne Norderhus	16 340
235775	15.02.2014– 31.12.2016	Infrastruktur og system for økt føringskontroll i store merder – for økt utnyttelse av fôrressurser og redusert miljøavtrykk	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	Akva Group ASA	Kevin Frank	7 712
235776	01.01.2014– 31.12.2016	Landbasert produksjon av stamlaks for årstids-uavhengig produksjon av patogenfri rogn	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	Aqua Gen AS	Maren Mommens	5 681

235783	01.01.2014– 31.12.2016	Improving the resistance of Atlantic salmon to amoebic gill disease through quantitative genetics and genomics	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	Marine Harvest AS	Bjarne Gjerde	8 086
235788	01.05.2014– 01.05.2017	PRV PROTECT – Targeting piscine orthoreovirus (PRV) infection in Norwegian Atlantic salmon aquaculture	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	Patogen Analyse AS	Vidar Aspehaug	15 351
237315	01.07.2014– 30.06.2018	Fish Virus Vaccines (ViVaFish)	Forskerprosjekt	NMBU	Espen Rimstad	58 850
238997	01.07.2014– 31.08.2018	Insects as natural feed ingredients for sustainable salmon farming	Forskerprosjekt	NIFES	Erik-Jan Lock	15 460
243707	01.03.2015– 28.02.2017	Using optimised environmental enrichment to improve the rearing conditions and welfare of Atlantic salmon in relation to the 3Rs	Forskerprosjekt	Nofima	Chris Noble	4 000
243811	01.05.2015– 30.04.2019	Transcriptome sequencing of Atlantic salmon pituitary to identify novel genes involved in pubertal activation.	Personlig post-doktor-stipend	NMBU	Eirill Ager-Wick	2 415
244110	01.10.2015– 12.12.2018	Infectious salmon anaemia virus – uptake and early infection	Personlig post-doktor-stipend	Veterinærinstituttet	Maria Aamelfot	2 886
244131	01.01.2015– 31.12.2017	Genomic selection for improved disease resistance of rohu carp and shrimp in India	Forskerprosjekt	Nofima	Nicholas Robinson	3 123
244148	01.01.2015– 31.07.2019	The cleanerfish lumpfish ( <i>Cyclopterus lumpus</i> L.)- Immunity, diseases and health	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Gyri Teien Haugland	17 667
244164	01.01.2015– 01.01.2019	Integrating genomics and system biology to improve the capacity for synthesis, transport, and filet deposition of EPA/DHA in salmon	Forskerprosjekt	NMBU	Simen Sandve	11 100
244170	01.01.2015– 31.12.2018	Intestinal function and health in Ballan wrasse	Forskerprosjekt	NIFES	Øystein Sæle	8 027
244200	01.01.2015– 31.12.2018	Genomics of omega-3 in Atlantic salmon	Forskerprosjekt	Nofima	Anna Sonesson	10 075
244253	01.01.2015– 31.12.2016	Insects as a source of sterols for Atlantic salmon	Personlig post-doktor-stipend	NIFES	Nina Sylvia Liland	2 074
244269	01.01.2015– 31.12.2018	Developing novel socio-environmental indicators and management tools for a sustainable aquaculture (AquaAccept)	Forskerprosjekt	IRIS	Elisa Ravagnan	8 537
244383	01.01.2015– 31.12.2016	Antibody ELISAs – an alternative to challenge trials for batch potency testing of fish vaccines	Forskerprosjekt	NMBU	Paul J. Midtlyng	4 000

244396	01.07.2015– 01.07.2018	Basic immunology studies and development of tools to monitor immune responses in cleaner fish	Forskerprosjekt	Universitetet i Bergen	Ivar Hordvik	5 275
244398	01.05.2015– 15.08.2015	Determining the area production yield that balances the risk of disease spread between marine salmon farms and economic sustainability.	Personlig gjesteforskerstipend	Veterinærinstituttet	Anja Bråthen Kristoffersen	160
244407	01.04.2015– 31.12.2018	Designing Effective Management Systems for Aquaculture: Innovation and Sustainable Development	Forskerprosjekt	Fridtjof Nansen Stiftelsen på Polhøgda	Kristin Rosendal	7 996
244423	01.01.2015– 31.12.2017	Indo-Norwegian project for the development of candidate vaccines for fish	Forskerprosjekt	NMBU	Espen Rimstad	2 400
244439	01.03.2015– 28.02.2019	Regional lice assessment – towards a model based management system	Forskerprosjekt	Havforskningsinstituttet	Pål Arne Bjørn	11 997
244444	01.04.2015– 15.02.2018	Fish health and farm biosecurity risks posed by biofouling management in Norwegian salmon aquaculture (STING)	Personlig post-doktorstipend	SINTEF fiskeri og havbruk AS	Nina Bloecher	2 396
244452	01.06.2015– 31.05.2017	Economic incentives for disease control and zoning strategies for mitigating salmon lice and pancreas disease in salmonid aquaculture	Personlig post-doktorstipend	Veterinærinstituttet	Mona Jansen	2 058
244461	01.05.2015– 30.05.2017	Melatonin – Direct effects on gonadotrope cells in the fish pituitary?	Personlig post-doktorstipend	NMBU	Kjetil Hodne	2 081
244490	01.01.2015– 30.06.2019	Apparent availability and requirements of microminerals in salmon (APREMIA)	Forskerprosjekt	NIFES	Rune Waagbø	14 193
244501	01.02.2015– 31.12.2015	International Collaboration between Norway and Japan	Prosjekt-etableringsstøtte	Uni Research AS	Tom Ole Nilsen	200
244504	01.01.2015– 31.03.2015	Evaluating the association between genomebased relationship patterns and selection signatures- visiting scientist grant	Personlig gjesteforskerstipend	Nofima	Anna Sonesson	111
244507	01.01.2015– 31.12.2016	In Vitro Fish: New 3D models for nutritional and toxicological research	Forskerprosjekt	NIFES	Liv Ingeborg Søfteland	4 000
244537	01.01.2015– 31.12.2015	Identification, detection and risk factors of Ectoparasites related to Sea lice and Amoebic gill diseases (AGD)- biosecurity measures	Prosjekt-etableringsstøtte	SINTEF fiskeri og havbruk	Pascal Klebert	365
244542	01.01.2015– 31.12.2015	Is amoebic gill disease in salmon a hyperreactive inflammatory response?	Prosjekt-etableringsstøtte	NMBU	Øystein Evensen	375

245286	01.04.2015– 31.03.2018	Development of vaccines against HSMI and CMS	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	Pharmaq AS	Marit Rode	9 500
245327	01.06.2015– 31.05.2018	Transgenic oilseed crops as novel, safe, sustainable and cost-effective sources of EPA and DHA for salmon feed	Forskerprosjekt	NTNU	Rolf Erik Olsen	8 830
245373	01.04.2015– 31.03.2018	Hydrogenperoksidresistens i lakselus (Lepeophtheirus salmonis)	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	Patogen Analyse AS	Tor Einar Horsberg	13 573
245396	01.01.2015– 31.12.2017	Development of cardiovascular challenge model facilitating functional feeds against viral diseases	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	Biomar AS	Trygve Sigholt	11 537
245434	31.12.2015– 31.12.2018	New technologies for sustainable farming of Atlantic salmon in semi-closed systems – AquaDome as a full scale test platform	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	Cermaq Norway AS	Karl Fredrik Ottem	14 446
245477	01.01.2015– 31.12.2016	Preventive tiltak for redusert smittespredning mellom havbruksanlegg og fartøy	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	Anteo AS	Hans Vanhauwaert Bjelland	12 400
245480	01.04.2015– 31.03.2018	Integrasjon av teknologi og tjenester for bærekraftig rengjøring av oppdrettsnot på lakseoppdrettsanlegg (NOTVASK)	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	Brynsløkken AS	Nina Bloecher	11 700
245485	05.01.2015– 22.12.2017	RobustNot. Levetid til nøter i lakseoppdrett: Dokumentasjon av slitasje og aldring for utvikling av robuste oppdrettsnøter.	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	Egersund Net AS	Heidi Moe Føre	9 000
245494	01.02.2015– 01.02.2018	Utvikling og optimalisering av norske rensesystemer for fisketransportvann basert på UV-teknologi for å imøtekomme nye norske krav	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	Mentum AS	Stephanie Delacroix	6 000
245519	01.01.2015– 31.12.2017	Utvikling og validering av metodikk for bruk av høytektets genotypingsplattformer i slektskapsanalyse og sporing av atlantisk laks	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	Aqua Gen AS	Jørgen Ødegård	5 400
245534	01.01.2015– 31.12.2016	Sikker prosjektering og drift av eksponert lokalitet	Innovasjonsprosjekt i næringslivet	Aqua Knowledge AS	Yngve Askeland	3 540
247558	01.04.2015– 31.03.2018	Water treatment technology for microbial stabilization in landbased aquaculture systems	Forskerprosjekt	NTNU	Olav Vadstein	3 852
248355	01.04.2015– 31.03.2018	Microbial raw materials as source for protein and EPA and DHA for use in aquafeed	Forskerprosjekt	NTNU	Kjell Inge Reitan	4 531
248425	01.06.2015- 31.05.2018	Improved microbial quality and safety of fish	Forskerprosjekt	NTNU	Turid Rustad	1 961



**Norges forskningsråd**

Drammensveien 288

Postboks 564

NO-1327 Lysaker

Telefon: +47 22 03 70 00

[post@forskningsradet.no](mailto:post@forskningsradet.no)

[www.forskningsradet.no](http://www.forskningsradet.no)

Utgeber: Havbruk – en næring i vekst

[www.forskningsradet.no/havbruk](http://www.forskningsradet.no/havbruk)

Publikasjonen kan bestilles og lastes ned  
fra [www.forskningsradet.no](http://www.forskningsradet.no)

April 2016

ISBN 978-82-12-03485-3 (trykk)

ISBN 978-82-12-03486-0 (pdf)

Opplag: 750

Trykk: 07 Media AS

Design: Fete typer