

# BE Lakselusprosjekt Fase 1 - Sluttrapport

En beskrivelse og oppsummering av fremdrift og resultater knyttet til forskningsprosjektet.

Beck Engineering AS  
John Arne Breivik  
FHF #900606

# Sammendrag

---

BE Lakselusprosjekt – Fase 1 hadde oppstart 1. februar 2011 og ble avsluttet i månedsskiftet november/desember 2011. Prosjektet var godkjent med et totalbudsjett på ca. 3,5 MNOK som ble gjennomført økonomisk etter planene, men 2 måneder forsinket etter tidsplanene. Det ble gitt støtte fra FHF (Fiskeri- og havbruksnæringens Forskningsfond), Marine Harvest, Lerøy Seafood Group og SalMar, der førstnevnte støttet med 1 MNOK på vegne av næringen og de 3 nevnte oppdrettsselskaper støttet med 333.500 kroner hver, til sammen ca. 1,0 MNOK. Resterende, ca. 1,5 MNOK, var egeninnsats og egenkapital fra selskapet Beck Engineering AS som er prosjektets eier. Prosjektet er godkjent av Skattefunn.

Hovedmålet for BE Lakselusprosjekt – Fase 1 var å ”sannsynliggjøre at laserteknologi kan benyttes industrielt til avlusing av oppdrettslaks.”

Etter 10-11 måneder med aktiviteter innenfor områdene bygging av testrigg og kontrollrom, spektrografi, laseroptimalisering, maskinsyn, styringssystem og fiskevelferd/-helse, kunne det konkluderes med at hovedmålet var nådd og at man hadde et ”proof of concept”.

Det antas at resultatene vil kunne ha stor betydning for oppdrettsnæringen ved videre utnyttelse og Beck Engineering har allerede fått med seg de samme 3 oppdrettsselskapene og Innovasjon Norge i et IFU-prosjekt, BE Lakselusprosjekt – Fase 2.

Oslo, 22.12.2011

# Innholdsfortegnelse

---

BE Lakselusprosjekt Fase 1 - Sluttrapport .....	1
En beskrivelse og oppsummering av fremdrift og resultater knyttet til forskningsprosjektet. .....	1
Bakgrunn .....	1
Fremdrift og aktiviteter .....	1
Testrigg og kontrollrom .....	2
Spektrografi og laseroptimalisering .....	3
Maskinsyn og styringssystem .....	4
Fiskevelferd og fiskehelse .....	5
Økonomi og finansiering .....	5
Kommende utfordringer .....	6
Konklusjon .....	6

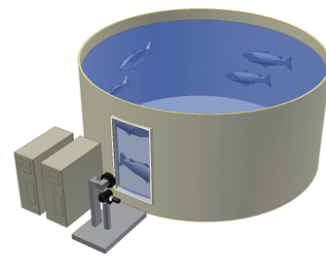
# BE Lakselusprosjekt

## Fase 1 - Sluttrapport

En beskrivelse og oppsummering av fremdrift og resultater knyttet til forskningsprosjektet.

### Bakgrunn

Esben Beck patenterte i 2010 en metode for fjerning av parasitter på fisk med fokusert lys, der laserteknologi benyttes med høy presisjon for å utføre behandlingen. Gjennom høsten og vinteren 2010 jobbet Beck Engineering AS med å legge frem grunnlaget for et forskningsprosjekt som kunne verifisere at det er mulig å uskadeliggjøre og fjerne lakselus fra oppdrettslaks, da dette etter hvert har blitt et enormt problem for en hel næring. De siste årene har norske oppdrettere alene brukt flere milliarder kroner på å bekjempe lakselus. Eksisterende metoder som benyttes inkluderer blant annet biologiske kontrolltiltak og medisiner, kjemikalier, mekanisk rensing og leppefisk. Flere av dagens metoder er problematiske både som følge av miljøpåvirkning, rømningsfare og resistens hos laksen mot enkelte behandlingsmetoder. Det ble derfor besluttet av Beck Engineering at selskapet skulle forsøke å få med seg næringen i et forprosjekt og forskningsprosjekt som kunne avdekke om den nye metoden kunne være et alternativ til dagens metoder for fjerning av lakselus. FHF (Fiskeri- og havbruksnæringens Forskningsfond), Marine Harvest, Lerøy Seafood Group og SalMar ønsket å gå sammen om å støtte Beck Engineering i BE Lakselusprosjekt – Fase 1. Forskningsprosjektet hadde oppstart den 1. februar 2011 og ble avsluttet i starten av desember 2011.



*Opprinnelig skisse av testrigg.*

### Fremdrift og aktiviteter

Innledningsvis i prosjektet ble det avholdt en administrativ gjennomgang for planlegging og ressursallokering, med vurdering av ulike alternativer for valg av samarbeidspartnere og leverandører.

Prosjektet er slik av natur at det var naturlig å sette i gang flere aktiviteter som kunne kjøres parallelt. Beskrivelse av de viktigste aktivitetene i BE Lakselusprosjekt – Fase 1:

- Spektrografi: Finne de lysfrekvenser som gir best kontrast mellom lus og fisk.
- Laseroptimalisering: Finne frem til lasertype med rette parameter og optikk som kan uskadeliggjøre lus uten at det skader fisken.
- Maskinsyn: Utvikle algoritmer for sikker deteksjon av lus på fisk.
- Styringssystem: Utvikle programvare og mekanikk for sporing og verifisering av lus, med påfølgende kontrollert avfiring av laserlys.
- Fiskevelferd/-helse: Observere fisken før, under og etter behandling for å avdekke fiskevelferden.
- Testtrigg: Bygging av testtrigg og kontrollrom/styringsbase for overvåking og styring av operasjoner og forsøk.

I de ulike aktivitetene som har vært utført gjennom fase 1 har Beck Engineering AS hatt 3-4 personer internt, samt en rekke underleverandører som har vært nødvendig for å komme i mål med arbeidet. Viktige samarbeidspartnere i prosjektet har blant annet vært Sintef IKT, Mestec AS, Julin Data og Litron Lasers Ltd. I tillegg stod VESO ansvarlig for studie av fiskevelferd etter eksponering av laserlys.

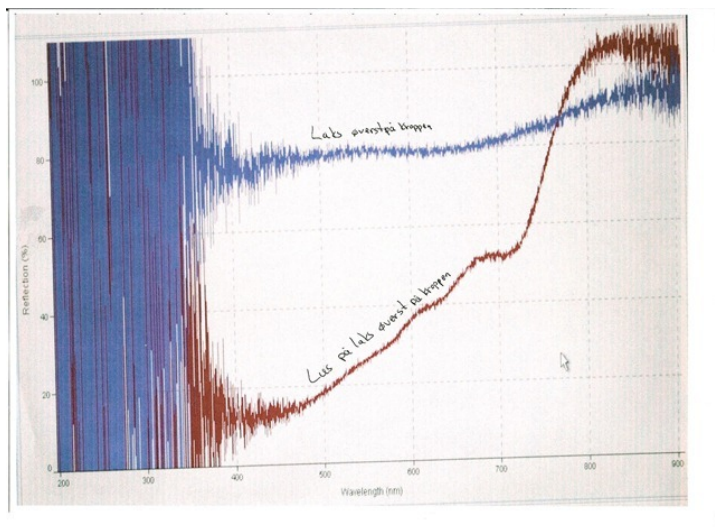
### Testtrigg og kontrollrom

Våren 2011 ble testtriggen for forsøkene designet, bygget, modifisert og videreutviklet, slik at den kunne møte de behov som dukket opp underveis i prosjektet. Laboratorieoppsettet ble bygget og klargjort i Beck Engineering sine lokaler for å ha tilgang til verkstedet gjennom den første testperioden. På den måten kunne testtriggen fungere som en utviklingsplattform for styringssystem, laser, optikk og mekanikk. Oppsettet inkluderer en vanntank med vindu, rotasjonsstag med ”dummyfisk”, testtrigg med ”svak” retningslaser og kamera, samt tilhørende PC, software og nødvendig styringssystem. I april startet også tester med ulike lyskilder/lysoppsett. Tilpasningene som ble gjort tok hensyn til løpende programmering og på en måte som fremmer både lyssetting, maskinsyn og styringssystem for at laseren skal opereres kontrollert og effektivt.

Forberedelser til å utstyre eget kontrollrom ble gjort i løpet av mai måned, og fra midten av juni til første halvdel av juli ble prosjektets skreddersydde container innredet med nødvendig utstyr. Containeren ble inndelt i to deler, der kontrollrommet og styringen av testtriggen kjøres fra, mens den andre halvdel fikk installert testtank og tilhørende komponenter. Testtriggen og containeren har vist seg å være helt nødvendige redskaper for å få til effektive og forutsigbare operasjoner og tester. Containeren har vært lokalisert på Austevoll siden juli.

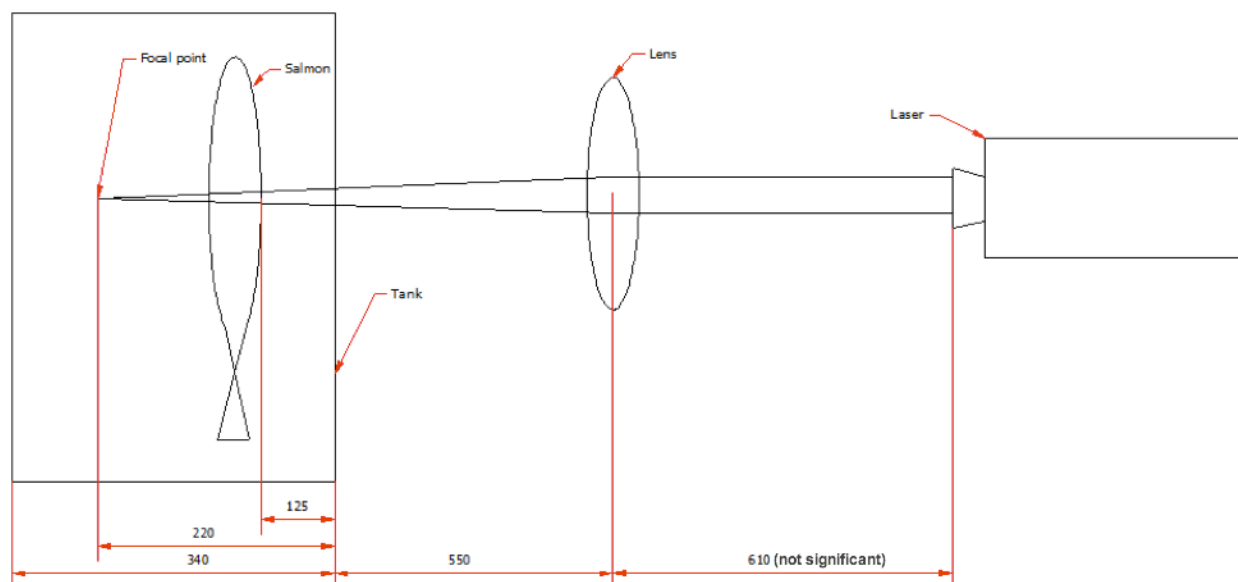
## Spektrografi og laseroptimalisering

Det ble tidlig avdekket at lys og kontrast ville bli et par av de største utfordringene i prosjektet, siden både kamera og styringssystem vil være avhengig av gode bilder for et godt resultat. Når lus sitter på laksen er det vesentlig at det er god kontrast og klart skille mellom lakseskinn og lus. For å sikre en faglig god tilnærming og høy kompetanse på området, ble Steinar Laudal i selskapet Mestec AS utfordret til å se nærmere på både spektrografi og valg av laser. Etter en rekke forsøk og med hjelp av reflektogram syntes det som om kontrasten ble betydelig bedre med blått filter, i forhold til rødt eller ingen filter. Lignende konklusjon kunne trekkes uavhengig av om det ble benyttet svart/hvitt- eller fargekamera. Utførte forsøk og målinger viste i reflektogrammet tegn til at lakselus reflekterer inntil 4 ganger dårligere i blått område og at blått filter vil være hensiktsmessig.



Siden Sintef IKT hadde vært benyttet i 2010 for å få en verifisering av konseptet, der lus i sin tid ble skutt med laser på skinnen av en laksefilet, var det naturlig å diskutere videre samarbeid med de som kjente prosjektet fra før. Etter flere møter og planlegging ble det i starten av april 2011 avholdt forsøk hos Sintef i Oslo, der Steinar Laudal i Mestec var med for å bistå med sin kompetanse og tidligere funn, samt for å kvalitetssikre selve forsøket og dokumentasjonen som skulle på plass i ettertid. Nærmere beskrivelse av forsøket og detaljerte resultater finnes i egen protokoll hos Beck Engineering. Konklusjonen fra tilstedeværende fagpersoner var at lus kunne slippe taket på fiskeskinnen helt ned til 15 mJ med en fokusert stråle som hadde diameter på ca. 1 mm. Det var flere lus som overlevde noen dager når de ble truffet av lavere energipulser enn 50 mJ. Anbefalingen fra Mestec ble da at man burde gå for en laser med 532 nm bølglengde (grønn), pulsenergi på over 50 mJ, pulslengde 4-6 ns og strålediameter på 1-5 mm. Dette var spesifikasjoner som kom frem som et resultat av de ulike nivåene og parametere man benyttet i forsøket. Energipulser fra 1 mJ opp til 50 mJ ble testet. Det medførte at lusa viste ingen reaksjon på laveste energimengde til at den ble livløs etter ca. 5 minutter med høyeste energimengde. Laser ble anskaffet med anbefalte spesifikasjoner og ble gjennom sommeren og høsten testet nøye både i testtrigen på Austevoll og senere i Beck Engineering sine lokaler på Kalbakken i Oslo.

Oppsettet som etter hvert viste seg å fungere godt, var et resultat av mye prøving og feiling, og beskrives herved i form av en forenklet skisse:



De beste resultatene kom etter grundig utprøving i bruken av forskjellige linser og valg av fokuspunkt, der det viste seg at størst effekt ble oppnådd når fokuspunktet ligger bak fisken ved bruk av valgte laser. Samme laser og oppsett ble derfor tatt i bruk i forbindelse med forsøket som VESO utførte i november/desember. Nærmere beskrivelse av selve forsøket og oppsettet finnes i vedlagte rapport 1784 fra VESO. Selv om benyttede oppsett nå har gitt tilfredsstillende resultater, er det likevel stor sannsynlighet for at både oppsett og laserspesifikasjoner kan tilpasses og optimaliseres videre. Dette blir en naturlig del av fase 2 for BE Lakselusprosjekt.

### Maskinsyn og styringssystem

Beck Engineering har siden oppstarten av prosjektet hatt som ambisjon å bygge opp eget styringssystem og programvare, slik at dette kunne skreddersys og endres etter hvert som ny kunnskap og erfaring kom til. Både interne og eksterne ressurser er gjennom hele perioden tatt i bruk for å ha kontroll på og tilpasse de ulike komponentene, slik at programmereringen vil sikre en solid, effektiv og skånsom behandlingsmetode for fisken. Ved hjelp av kamera og galvanometer, som to viktige komponenter i oppsettet, kan både inngående og utgående data behandles og prosesseres særdeles raskt, gitt at programvaren er tilpasset formålet. Det er både benyttet egen koding og kjente moduler fra åpen kildekode (Open Source), slik at deler av programmene er velutprøvd og grundig testet tidligere. I tillegg er Sintef IKT benyttet som samtalepartner og for å kvalitetssikre både koding og dokumentasjon.

## Fiskevelferd og fiskehelse

Bakgrunnen for hele prosjektet er at lakselus forringer fiskehelse og fiskevelferden til både oppdrettslaks og villaks. Støttegiverne til BE Lakselusprosjekt er opptatt av at fiskehelsen bør ivaretas best mulig i forbindelse med bruken av ulike behandlingsmetoder mot lakselus. Det har derfor vært en målsetning for Beck Engineering å utvikle en metode, som er både effektiv og skånsom, slik at den bidrar til å bevare både fiskehelsen og sparer miljøet i og rundt oppdrettsanleggene. Forsøkene som har vært gjort i fase 1 har tatt hensyn til at humane metoder skal benyttes, samt at fisken ikke skal lide verken før, under eller etter behandling. Innspill fra veterinærer og bransjen har derfor lagt føringer for hvilke metoder og tiltak som er benyttet for å sikre at fiskevelferden har vært best mulig. Ved testing av kameraoppsett, lys og bildetilpasninger på Austevoll stod container og testtriggen ved slakteanlegg. Dette sikret både humant avlivet fisk og tilgang til pumper med sjøvann fra ca. 70 meter, for å ha rett temperatur og vannsirkulasjon i testtanken. Forsøket som ble utført av VESO ble gjort på NIVA sitt anlegg i Drøbak og i henhold til de retningslinjer og krav som stilles i slik sammenheng. Forsøket og protokollen ble også i forkant godkjent av FDU (Forsøksdyrutvalget). Det henvises til protokoll og rapport 1784 fra VESO som følger vedlagt, med bilder. Den beskriver begrensede skader på fisk etter behandling som ble utført med overdimensjonert behandlingsmetode, der fisken ble eksponert for både betydelig større antall pulser og mer energimengde enn det som vil være vanlig under en normal behandling. Fase 2 av prosjektet vil i større grad gå inn på forsøk og evaluering av fiskevelferd- og helse.

## Økonomi og finansiering

Resultatregnskapet viser driftskostnader på knapt 3,5 MNOK som er på linje med budsjettet som var godkjent i forkant av prosjektstart. Driftsinntektene ble på ca. 2,0 MNOK etter prosjektstøtte på 1,0 MNOK fra FHF og ca. 1,0 MNOK fra Marine Harvest, Lerøy Seafood Group og SalMar (hver med 333.500 kroner). Både innkjøp av råvarer, kostnad med prosjektledelse og fremmedytelser kom i mål på eller noe under budsjett. Lønnskostnadene ble høyere enn budsjettet både fordi prosjektet gikk et par måneder lengre enn planlagt, samt at en andel av de jobbene som det var beregnet ekstern arbeidskraft til kunne Beck Engineering utføre tilfredsstillende med eget personell. Den samlede egeninnsats og egenkapital som har blitt lagt inn av Beck Engineering tilsvarer da det negative driftsresultatet på nesten 1,5 MNOK. Det er forventet at selskapet vil kunne få tilbake ca. 0,5 MNOK fra Skattefunn, siden prosjektet er godkjent for Skattefunn midler.

Det har tidligere vært avgitt 2 delrapporter som sammen med sluttrapporten utgjør 3 rapporteringsperioder. Beck Engineering valgte å benytte revisor i alle 3 rapporter, selv om det ikke forelå krav om det. Dette for å kvalitetssikre rapporteringen tilbake til støttegiverne og verifisere av revisor retten til støtte i forkant av hver enkelt utbetaling fra FHF.



## Kommende utfordringer

Gjennom arbeidet med BE Lakselusprosjekt – Fase 1 har de involverte parter høstet verdifulle erfaringer og ny kunnskap. En rekke utfordringer har blitt møtt og løst underveis, mens nye har dukket opp som resultat av det man har lært. For å stadig forbedre konseptet og skape et fremtidig produkt som kan bidra til å løse problemet som næringen har med lakselus, vil det blant annet være viktig å jobbe videre med følgende utfordringer:

- Finne og benytte optimal energimengde mot lusa i hvert enkelt tilfelle.
- Bygge opp et stort nok lusebibliotek til at kandidater gjenkjennes raskere og sikrere.
- Øke aksjonsradiusen til enheten utover dagens nivå.
- Bygge opp dokumentasjon og erfaring med HMS-tiltak som kan være aktuelle.
- Sikre at fiskehelsen og fiskevelferden er god uavhengig av størrelse på anlegg.

Ved å jobbe videre med nevnte og eventuelt andre utfordringer er det svært sannsynlig at Beck Engineering kan videreutvikle og optimalisere en skånsom, effektiv og robust avlusing med laser.

## Konklusjon

BE Lakselusprosjekt – Fase 1, slik det er beskrevet i denne sluttrapporten, har vært et forprosjekt og forskningsprosjekt som ved positivt resultat kunne gi ”proof of concept” for Beck Engineering sin metode for fjerning av lakselus. Hovedmålet til prosjektet var definert i prosjektskissen som støttegiverne godkjente i forkant av prosjektstart. Det var definert til å ”sannsynliggjøre at laserteknologi kan benyttes industrielt til avlusing av oppdrettslaks.”

Følgende delmål har blitt nådd underveis i prosjektet:

1. Vise frem et system som detekterer, verifiserer og skyter lakselus på fisk.
2. Sannsynliggjøre at lusa kan uskadeliggjøres når den treffes av benyttet laser.
3. Sannsynliggjøre at fisken ikke får betydelig skade av å bli truffet av samme laser.

Dette betyr at fase 1 må kunne kalles et vellykket ”proof of concept” der hovedmålet i prosjektet ble nådd.

Beck Engineering forventer at de oppnådde resultatene vil kunne ha betydelig verdi for både oppdrettsnæringen og samfunnet for øvrig, gitt at resultatene fører til videre forskning og anvendelse av de resultatene som foreligger. Selskapet er allerede i oppstartsfasen av BE Lakselusprosjekt – Fase 2, der de samme 3 oppdrettselskapene og Innovasjon Norge er med i et IFU-prosjekt. På den måten vil oppnådde resultater utnyttes videre umiddelbart, med håp om at prosjektet kan videreføres til et kommersielt produkt i fremtiden.

# Vedlegg

---

## VEDLEGG 1:

Rapport 1784 fra VESO. Protokoll fra studie, med studietittel:  
"Eksposering av laksefisk med laserstråling prosjektert for lusebehandling."

## VEDLEGG 2:

Billedokumentasjon tilhørende rapport 1784 fra VESO.

## VEDLEGG 3:

Regnskapsrapport, fra regnskapsfører Bjerke Regnskap AS.

## VEDLEGG 4:

Revisors beretning til prosjektrengskapet, fra Partner Revisjon DA.

**BE Lakselusprosjekt – Fase 1  
har mottatt økonomisk støtte fra:**

