

# norsk fiskeoppdrett

nr. 6a | juni 2009 | årgang 34

www.kyst.no

# AKSELUS



Laget i samarbeid med:



Foto: Lars Are Hamre og Pål Muggas Jensen





A LOT LESS LICE WITH MACROGARD®



**MACROGARD®**

IMMUNITY FOR LIFE™

Every salmon farmer knows the dread of sea lice. It's a growing battle. Technical trials results show that MacroGard® slashed sea lice infestation by 28%. Beta 1.3/1.6 glucan MacroGard® boosts the immune defence to promote robust health and higher yields.

Get in touch with Biorigin to learn more about MacroGard® and other natural alternatives to promote animal health.

[www.macrogard.com](http://www.macrogard.com)  
[www.biorigin.com.br](http://www.biorigin.com.br)  
email: [biorigin@biorigin.no](mailto:biorigin@biorigin.no)  
Phone: +47 23 11 34 70

**Biorigin**  
Art in Natural Ingredients

**SMART**  
*feed*™

SMARTfeed

7 KOMPONENTER I SAMSPILL

**SMART**  
*feed*™

## Fôr med spesifikke funksjoner

– for spesielt tøffe faser av produksjonssyklus

SMARTfeed har 7 aktive komponenter – i samspill:

- En balansert pakke av komponenter med spesifikke funksjoner som virker sammen for å styrke fisken, øke ytelsen og bedre kvaliteten på oppdrettet fisk
- Samspillet av komponentenes spesifikke funksjoner gir større effekt enn summen av enkeltfunksjoner
- Optimal næringsammensetning for ulike faser og utfordringer

En sterkere fisk har generelt større motstandskraft,  
– uansett utfordring



BioMar AS – 7484 Trondheim – Tlf. +47 76 11 92 00 – [www.biomar.no](http://www.biomar.no)





## Forsvar er det beste angrep

### Target Lice - nytt fôr til lussekampen

Bedre å forebygge enn å reparere! Nå lanserer vi Target Lice, et nytt fôr til bruk i perioder med høy lusrisiko. Target Lice bidrar til å gjøre fisken mer motstandsdyktig mot lus, og er en naturlig del av en helhetlig bekjempelsesstrategi. Kontrollerte forsøk viser over 40 % reduksjon i lusepåslaget.

Target Lice - skreddersydd for lussekamp! [www.ekretting.no](http://www.ekretting.no)

Feeding your brood for fish



## Bruk all kunnskap i kampen mot lusa!

**RANDI N. GRØNTVEDT, VETERINÆRINSTITUTTET OG  
KJELL MARONI, FHL**

Våren 2009 ble det tatt et initiativ fra FHL og FHF om å gjennomføre en informasjonskampanje for å bidra til økt kunnskap og forståelse for hvordan lus kan bekjempes på best mulig måte. Veterinærinstituttet fikk ansvaret for å lede kampanjen. Informasjonskampanjen skulle særlig bidra til å øke fokus for hvordan man best mulig kan bekjempe lus med de virkemidlene som er tilgjengelig. En utgivelse av et særnummer om lus har vært en stor og spennende jobb, og vi håper mye nyttig informasjon vil nå mange. Temanummeret om lus er bredt sammensatt, og inneholder artikler og reportasjer om virkemidler mot lus både på kort og lang sikt.

Lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) er et alvorlig problem for vill laksefisk og en stor utfordring for oppdrettsnæringen. Næringen erkjenner sitt ansvar og arbeider aktivt med å bekjempe lusen. Prosjekter og spørreundersøkelser har vist at mye kan gjøres for å sikre optimal effekt av ulike bekjempelsestiltak.

Alle må arbeide for at alle kjente virkemidler tas i bruk på en optimal måte – langs hele kysten. Et uttrykk for dette er «helhetlig bekjempelsesstrategi» utledet fra det engelske begrepet «Integrated Pest Management». I temanummeret har vi tatt med generelle

artikler som omhandler grunnleggende kunnskap om helhetlig bekjempelsesstrategi og hvordan dette brukes i næringen i dag. For oppdrettsnæringen innebærer denne kontrollstrategien et behov for et økt fokus på forebygging. Lus har et stort spredningspotensial og lokaliteter i store områder påvirkes av hverandre. Forebygging mot lus fordrer derfor godt samarbeid mellom aktører i større områder.

Viktige forebyggende tiltak er bruk av store soner med fokus på generasjonsskille og brakklegging, bruk av leppefisk, bruk av helsefôr og gode driftsrutiner. Artikkelen om Namsfjorden viser hvordan næringen samarbeider i store regioner. Vellykket bruk av leppefisk er et godt forebyggende tiltak, og suksesshistorien fra Agder er et eksempel til etterfølgelse. Skal en lykkes med leppefisk må alle i alle ledd være motivert og fokusert på leppefisk. Bruk av berggyll til stor fisk og i store enheter er gjennomførbart, men flaskehalsen her er tilgang på nok fisk av denne arten. Oppdrett av berggyll er mulig, og artikkelen om dette forteller om interessante erfaringer.

Helsefôr inneholder immunstimulerende stoffer som stimulerer det viktige spesifiske immunforsvaret hos fisk. Innledende studier indikerer at dette kan ha effekt mot lusepåslag. I temanummeret beskrives effekt av tre forskjellige typer fôrtilsetninger; beta-glukan, bio-mos og nukleotider.

På lang sikt kan vaksine og avl være gode

supplementer for forebygging av lus. Påslag av luselarver ser ut til å variere mellom laksefamilier, og kan indikere at laks har arvelig variasjon i motstandskraft mot lus. Artikkel om status vaksineforskning viser at det kanskje er mulig å utvikle vaksine mot lus, men det er komplisert og krever langsiktig forskningsinnsats.

Overvåkning ved telling både før og etter behandling er en nøkkelfaktor i en helhetlig bekjempelsesstrategi. Tellingene må gjennomføres med gode metoder, og dagens metoder er kanskje ikke gode nok. Artikkelen om telling gir en innføring i muligheter for utvikling av bedre tellemetodikk.

Til sist, men ikke minst viktig: Ved bruk av legemidler er det helt nødvendig å gjøre dette korrekt. Dette gjelder både ved bruk av midler i fôr og ved midler som brukes i bad. Feil bruk øker risiko for utvikling av resistens samtidig som man ikke får god behandlingseffekt generelt, og det må unngås i størst mulig grad. Artikkelen under tema «Behandling» gir god oversikt og kunnskap om forbedringspotensialer. Optimalisering av behandlingsmetodikk er som nevnt viktig i forbindelse med resistensproblematikk, og artikkel som omhandler resistens gir en oppsummering over flere viktige faktorer som påvirker resistensutvikling.

God lesing  
God lusekamp!!



## norsk fiskeoppdrett

www.kyst.no

**BESØKS- OG POSTADRESSE**

Slottsgt. 3  
Postboks 4084 Dreggen  
5835 Bergen

Telefon 55 54 13 00  
Web www.kyst.no  
Telefaks 55 54 13 01

**ADM./RED.** 55 54 13 15  
redaksjon@kyst.no

**ABONNEMENT** 55 54 13 00 / 05

**AVDELINGSKONTOR TROMSØ** 77 67 24 35

**ANSVARLIG REDAKTØR** Gustav-Erik Blaalid  
gustav@kyst.no 55 54 13 08/91 63 91 42

**REDAKTØR** Pål Mugaas Jensen  
palmj@kyst.no 55 54 13 09/98 28 33 45

**JOURNALIST** Elisabeth Nodland  
elisabeth@kyst.no 55 54 13 06/99 15 59 49

**JOURNALIST** Kari Tveit  
kari@kyst.no 77 67 24 35/91 62 83 78

**GRAFISK DESIGN** Yngve Knausgård  
yngve@kyst.no 56 52 11 99

**SALGSSJEF** Laila Indrebø  
laila@kyst.no 55 54 13 05/90 11 15 58

**MARKEDSKONSULENT** Heidi Angell Jakobsen  
heidi@kyst.no 55 54 13 11/90 92 35 26

**MARKEDSKONSULENT** Inger Jo Tellefsen  
ingerjo@kyst.no 55 54 13 02/45 20 82 34

**MARKEDSKONSULENT** Ryan Reed  
UK/Europe/Canada/USA  
+44 141 423 0351  
ryan@fishfarmingxpert.com

**DAGLIG LEDER** Gustav-Erik Blaalid  
gustav@kyst.no 55 54 13 08/91 63 91 42

**ABONNEMENT** 55 54 13 00/05  
abonnement@kyst.no

**REGNSKAP** Eirik Mathisen  
55 54 13 05

**UTGITT AV** Norsk Fiskeoppdrett A/S  
**TRYKK** Grafisk Team AS  
**BANKGIRO** 6511.05.23232  
**ORG. NR.** 979 496 354  
**ABONNEMENT 2009** kr. 2450,00  
**ISSN** 0332-7132

© Norsk Fiskeoppdrett. Kopiering av artikler og annonser er ikke tillatt uten samtykke fra Norsk Fiskeoppdrett. Ved oppsigelse av abonnement kun skriftlige henvendelser. Norsk Fiskeoppdrett gjør oppmerksom på at innsendt stoff også gjøres tilgjengelig elektronisk. Norsk Fiskeoppdrett tar ikke ansvar for innsendte bilder uten at det er gjort avtale om bruk av disse.

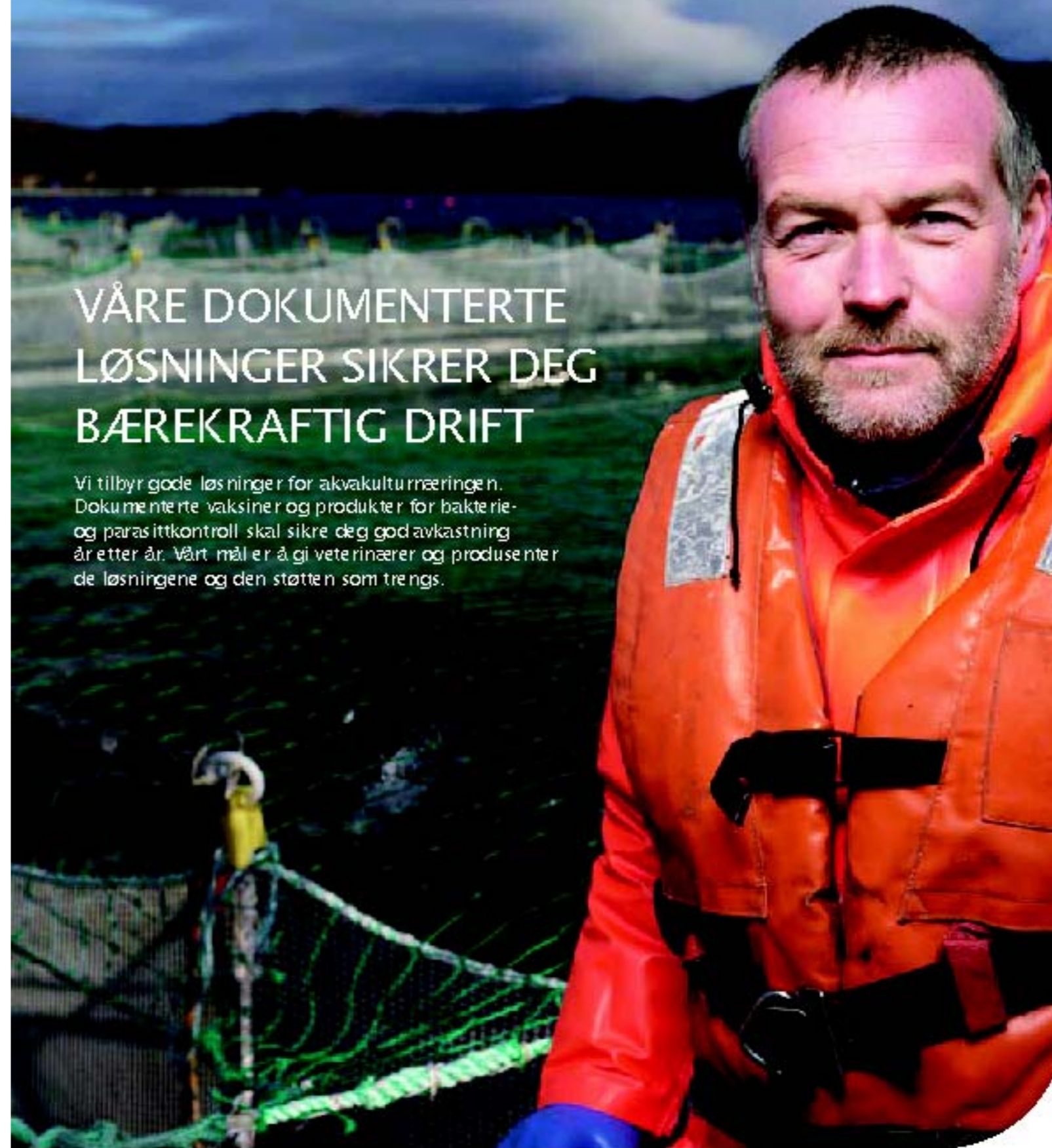
Norsk Fiskeoppdrett er et fritt og politisk uavhengig fagtidsskrift. Vi følger «Vær-varsom-plakaten» og «Redaktørplakaten» og er medlem av Mediebedriftenes Landsforening. Kontrollert godkjent årlig opplag.

0332-7132

**Innhold**

Bruk all kunnskap i kampen mot lusa	5
<b>Generelt om lakselus</b>	
Lakselus – biologi og spredning	10
Lakselus – effekter på våre ville laksefiskbestander	13
Lakselusas strategi som parasitt	16
Fjordmiljøet påvirker lakselusa	18
Lakselus er vektor for en ny art mikrosporidie	20
<b>Forebygging</b>	
Få kontroll på lusa med helhetlig bekjempelsesstrategi	24
Samordnet lusestrategi rundt Namsenfjorden	28
Stor tro på fellesavlusninger	32
Oppdrett av berggylte	36
Leppefisk i stormerd	39
Leppefisksuksess i Marine Harvest avd. Agder	43
Solsikke og β-glukaner i føret reduserer lusepåslaget hos laks	46
Nukleotider reduserer påslag av lus og forhindre resistens	50
Kjemiske preparater til bruk mot lus på fisk	53
Føtilsetninger kan gi færre lus	54
Kamp mot lakselus på flere fronter	58
Arveleg variasjon i motstandskraft mot lakselus hos laks	61
Vaksine mot lakselus – har me råd til å la være?	65
Lakselusvaksine – korleis finne gode antigen?	67
Utvikling av parasittvaksiner – en utfordrende oppgave	70
<b>Behandling</b>	
Kartlegging av praksis ved behandling mot lakselus	72
Oksygenforhold under avlusing	74
Utfordringer knyttet til dosering av bademiddel i merd	77
Avlusing av store merdar – korleis bør den gjennomførast?	81
Laksen prøver å unngå avlusingsmiddelet	84
Ikke noen sak å avluse store merder med hel presenning	86
Mer effektiv lusebehandling	90
Hydrogenperoksid som avlusingsmiddel	92
Forsøk med bruk av hydrogenperoksyd i brønnbåt	94
Kvalitetssikring av orale behandlinger	96
Store variasjoner i opptak av lakselusmiddel i medisinfôr i merd, på lokalitet og ved varierende årstid	98
<b>Observasjon</b>	
Telling av lus	100
Lusefabrikken AS	102
<b>Resistens</b>	
Resistens – et økende problem	104
Resistens hos lakselus i Norge	106
<b>Torsk</b>	
Lus på torsk – erfaringer fra Rogaland og Hordaland	108
Codpar	108

Forsidebildet er et illustrasjonsfoto som viser kjønnsmodne hunnlus på laks. Bildet er tatt i lab.



## VÅRE DOKUMENTERTE LØSNINGER SIKRER DEG BÆREKRAFTIG DRIFT

Vi tilbyr gode løsninger for akvakulturnæringen. Dokumenterte vaksiner og produkter for bakteriell og parasittkontroll skal sikre deg god avkastning år etter år. Vårt mål er å gi veteinærer og produsenter de løsningene og den støtten som trengs.

**Intervet**  
Schering-Plough Animal Health

Thormøhlensgate 55, 5006 BERGEN  
Tlf: 55 54 37 50, Fax: 55 96 01 35



Kontakt oss!

**EWOS**

No. 1-2009

**light**

SEA LICE

Dravid female

Nauplius II

Adults Immobile stage

**EWOS INTEGRATED SEA LICE PROGRAM - FEED AS A TOOL IN THE MANAGEMENT OF SEA LICE**



**EWOS**

Totalleverandør av løsninger ved bekjempelse av lakselus

knowledge makes the difference

- også når det gjelder lakselus

[www.ewos.com](http://www.ewos.com)

# Takk for temanummeret om lakselus!

Dette temanummeret om lakselus er et samarbeidsprosjekt mellom flere gode krefter. Forskningsfondet FHF takker alle som har bidratt, og vil spesielt fremme Norsk Fiskeoppdrett, Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening (FHL) og Veterinærinstituttet.



Deler av arbeidet med dette temanummeret inngår i en **informasjonskampanje for lakselusbekjempelse**

i regi av FHF. Kampanjen er finansiert og styrt av næringen gjennom FHF, og i styringsgruppen sitter FHF og FHL. Veterinærinstituttet har prosjektledersvaret.

*Forskningsfondet FHF tar initiativ til, finansierer og følger opp forsknings- og utviklingsprosjekter på vegne av fiskeri- og havbruksnæringen. Resultatene gjøres blant annet tilgjengelig på [www.fhf.no](http://www.fhf.no).*

For å abonnere på FHF's nyhetsutsendelser, registrer deg på [www.fhf.no](http://www.fhf.no)



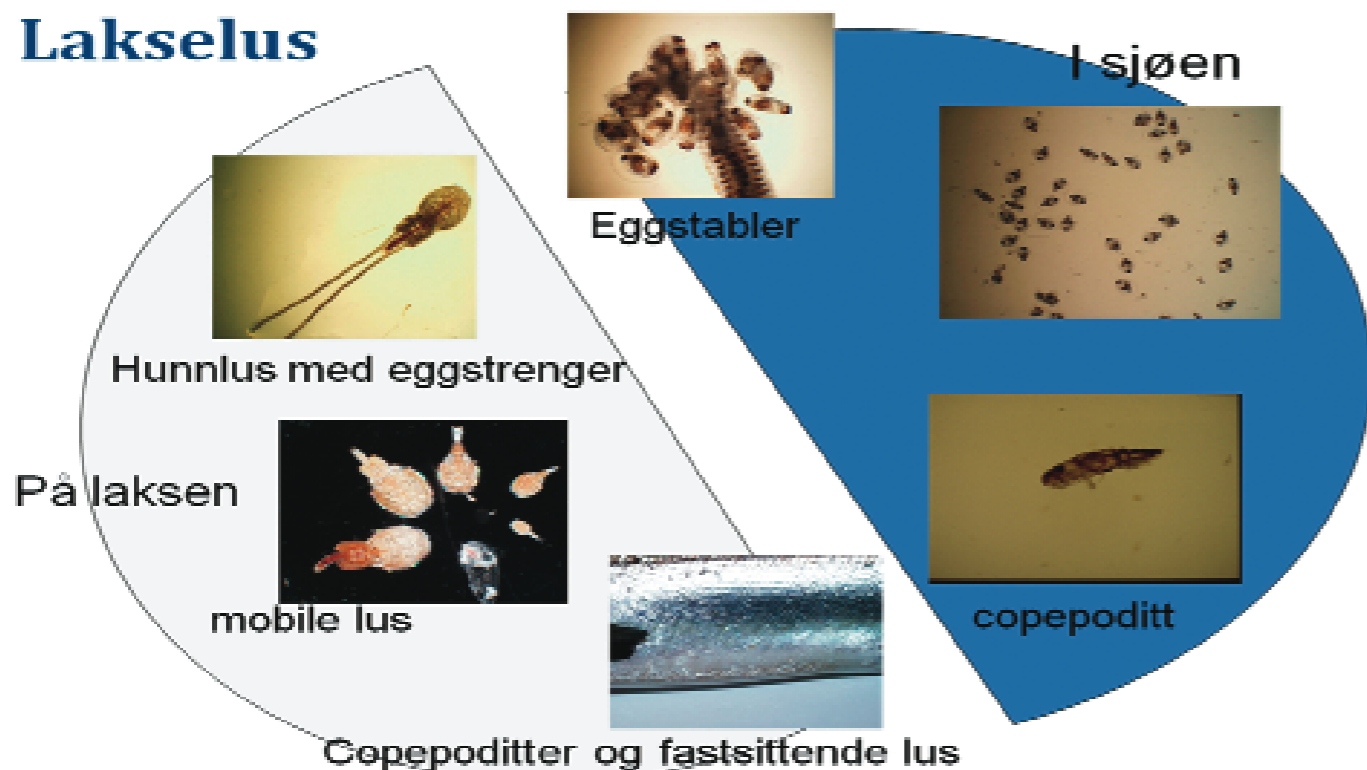
Tollvegeve 30 | Postboks 429 Sentrum | 0103 Oslo  
Tlf: (+47) 23 89 04 08 | Faks: (+47) 23 89 04 09  
post@fhf.no | [www.fhf.no](http://www.fhf.no)

**FHF**

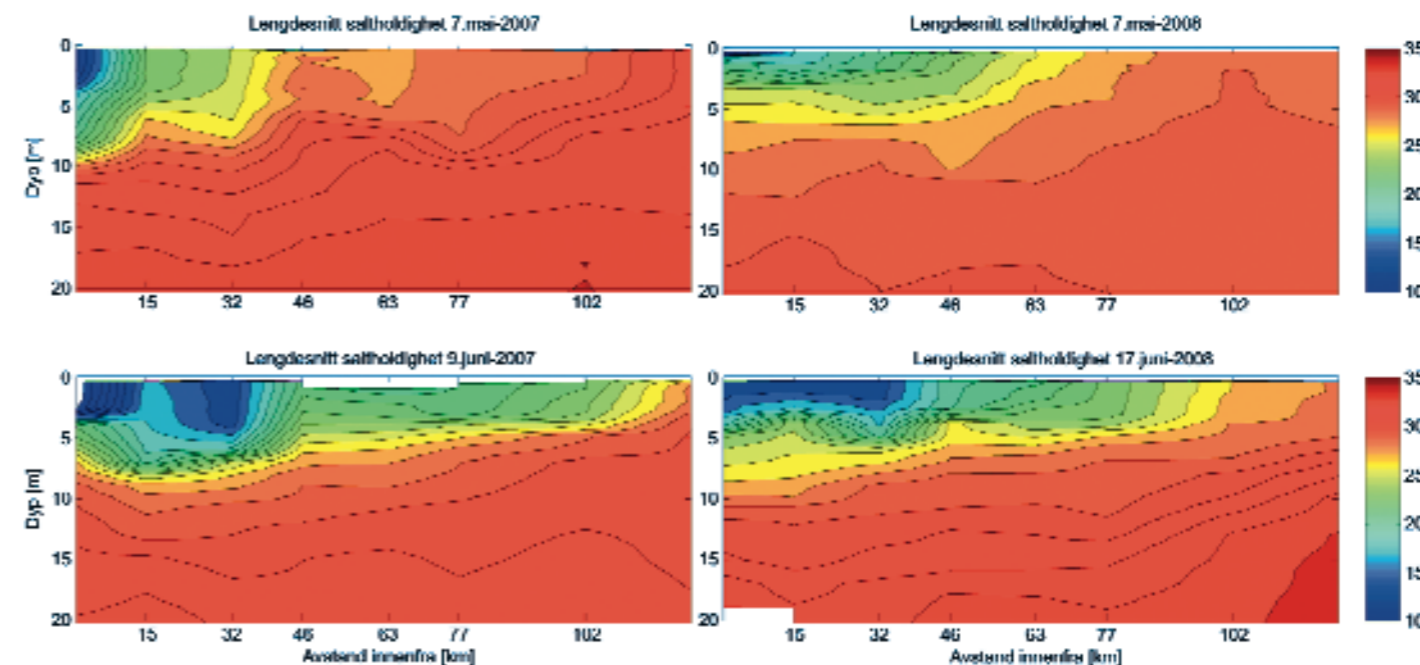
FISKE- OG HAVBRUKSNÆRINGENS FORSKNINGSFOND



# Lakselus



**FIGUR 1** Skisse av livssyklusen til lakselus. Eggene klekker fra eggstrenger og rett ut i sjøen der de har både passiv og aktiv forflytning. Lakselus sitter på laksefisk som enten fastsittende (fire stadier) eller mobile (tre stadier)



**FIGUR 2** Forskjellen på mengde ferskvann (blått) i Hardangerfjorden sammenlignet mellom 2007 og 2008 på to forskjellige tidspunkt (mai og juni). (fra Asplin et al. 2009)

# Lakselus – biologi og spredning

**KARIN KROON BOXASPEN, HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**

## Lakselusas biologi

Lakselus er en parasittisk hoppekreps som må bruke laksefisk som verter. I Norge vil det si laks, ørret, regnbueørret og arktisk røye. Lakselus har en enkel livssyklus i den forstand at den bare trenger én vert for å fullføre livsløpet. Den klekker fra eggstrenger som henger på moryret direkte ut i vannmassene, og lever i tre larvestadier som frittlevende plankton (Kabata, 1979, se også fig 1). Det er disse tre stadiene som er interessante i et spredningsperspektiv.

### Temperatur

Utviklingshastigheten er styrt av temperatur, og ved høyere temperatur går tiden fra egg til hunnene kan klekke nye egg fortere. Forsøk har vist at lusa kan klekke helt ned i 2°C, men da tar selve eggbæringsperioden opp mot 60 dager. Sommeren 1997 viste oss at lakselusa kan få det for varmt. I august dette året var det

enkelte steder 22°C i vannet. Oppdrettslaksen hadde det ikke bra, men det var ingen lakselus å se. Kalde vintre og ekstra varme somre ser ut til å redusere mengden med lakselus. Lakselusa har det antagelig best rundt 6 til 14°C, slik at normale vintre og somre gir lakselus en lang periode med optimale forhold for produksjon av nye lakselus.

### Saltboldighet

Lakselus kan bare leve i saltvann og det er derfor mindre lus på laksefisk innerst i fjorder hvor det er mer brakkevann. Den absolutte grensen for brakkevannstoleranse er ikke kjent, men eggstrengene fra lakselus høstet ved 32 ppt (promille) har redusert overlevelse under 28 ppt (promille) salt. I år med mye snø i fjellet og høy snøsmelting om våren vil lakselusas optimale oppholdsområde presses utover i fjordene.

### Spredning av lakselus

Lakseluslarver er små, fra 0,4 til 0,7mm, og

graden av egenbevegelse er ikke stor. Det er vist at de har en vertikalvandring i løpet av døgnet, men den egne nettoforflytningen er stort sett null (Heuch et al., 1995). I et spredningsperspektiv i stor skala betrakter vi dem derfor stort sett som inerte partikler som holder seg flytende i de øvre vannmassene (øverste ti m). Vi tar allikevel med at de vandrer opp om dagen og lar seg mer passivt synke om natten.

Vestlandet har en stor vannutveksling i kyst- og fjordområdene, og disse forholdene vil ha en klar innvirkning på spredningen av lakselus (Asplin et al., 1999). Ved å se på spredningen fra et gitt punkt i Hardangerfjorden over tid, finner vi at for en gitt vind-situasjon vil mye av vannet drive ut i kyststrømmen, men også kunne drive tilbake inn i fjorden hvis vinden snur. De øvre vannmassene drives i stor grad av vind, og snur vinden snur strømmen. Dette betyr at veldig få geografiske steder kan defineres som upåvirket av et annet geografisk sted i nærheten. Helhetsbildet kommer først frem når en sammenligner over tid (figur 4). Det går allikevel an å få et mer

nyansert bilde ved å for eksempel sammenligne forskjellige utplasseringer av oppdrettsanlegg i det samme tidsrommet.

### Andre arter lus

De fleste fiskeslag er plaget av en eller annen lus. Ved havbruksstasjonen i Austevoll har vi for eksempel en gang fått inn stor villfanget kveite med kveitelus (*Lepeophtheirus hippoglossi*).

Andre lus man tror vil kunne skape problemer for oppdrett i Norge, er torskelus og skottelus (se figur 5).

### Caligus elongatus

Denne lusa refereres ofte til som «skottelus». Den har imidlertid blitt funnet på over 80 arter og i de fleste havområder, slik at navnet er misvisende. Den finnes sporadisk på laks i oppdrett i Norge, men det er også rapportert om enkelte store påslag av voksne lus i oppdrettsanlegg. Dette blir vanligvis forklart med at en har hatt stort innsig av pelagiske stimfisk (f.eks. sild og lodde) og at lusa har hoppet fra en vert til en annen. Denne lusa er mer vanlig i lakseoppdrett i Skottland og Irland hvor opp mot 50 prosent kan være denne arten. Det er rapportert om behandling mot denne lusa en gang (les også Nygård).

### Caligus curtus

I Sør-Norge er torskelusa svært uvanlig på torsk tatt på grunt vann, mens flere arter som torsk, hyse, større sei og lange fra dypere vann kan bære parasitter. I nord er lusa funnet på

### FIGUR 3

Nederst fra venstre en voksen hunn lus og rundt sirkelen en ikke fullt moden voksen hunn lus, en voksen hann lus, en preadult II hann lus. Nederst ser en et fiskeskjell med en fastsittende lakselus. Inne i ringen er en copepoditt (det infeksjose stadiet) Bilde K.K. Boxaspen.



oppdrettstorsk og i økende antall over tid. (Karlsbakk et. al., 2009) Vi har liten kjennskap til denne lusa, og det er mulig at biologien kan begrense utbredelsen i torskoppdrett. En kan imidlertid ikke se bort fra at den kan etablere seg i områder med økende antall verter i sjø.

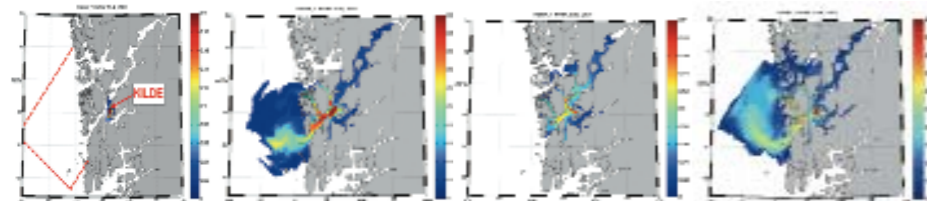
### Lakselusas utvikling i Norge

Lakselus ble beskrevet taksonomisk av Krøyer i 1837. Vi kjenner allikevel ikke noe særlig til lakselusa før den ble et problem for den norske oppdrettslaksen. Fremveksten av oppdrettsnæringen bragte med seg en situasjon hvor lakselusa både fikk flere verter å utnytte samt verter som var tilstede gjennom hele året i de

kystnære farvannene. Lakselusa har da også vært en tapsfaktor for oppdrettsnæringen siden begynnelsen av 1970-tallet. De negative effektene et mulig forhøyet nivå av lakselus kunne ha på vill laks og sjøørret, begynte å vise seg tidlig på 1990 tallet, men årsakssammenhengene er ikke kartlagt til fulle. Utover nittitallet bedret rutine for lakselusregistrering i oppdrettsanlegg seg betraktelig, og den første nasjonale handlingsplanen mot lakselus kom i 1997. De nasjonale grensene for antall lakselus per fisk har blitt justert ned flere ganger og i enkelte områder har man hatt selvpålagte lavere grenser for lakselus.

På slutten av nittitallet ble det rapportert om spesielt mye lakselus på tilbakevandrende





**FIGUR 4**  
Spredning av vannmasser fra midt i Hardangerfjorden fra 15. april 2007 til 10. juni 2007. Vannet pulserer frem og tilbake. Det er mest av det «originale vannet» der hvor fargen er rød og minst der den er mørk blå (modell utarbeidet av Asplin).



**FIGUR 5**  
Fra venstre ser vi tre par av voksne hunner og hanner. Først kommer torskelus (*Caligus curtus*). De to neste er lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) og de to siste er «skottelus» (*Caligus elongatus*). Bilde tatt av Lars Hamre (HI).

sjørret, og de første forsøkene med utsett av testmerder med smolt for å måle mengde lakselus i vannmassene, gav urovekkende høye tall frem til og med 2001 (Sognefjorden). Etter dette har tallene gått nedover, og bruk av synkronisert behandling og nye behandlingsstoffer har holdt lakselus på et lavere nivå. Innføringen av fellesavlusing langs Vestlandskysten 2007/2008 hadde tilsynelatende effekt; ett unntak var Hardangerfjorden. Her ble det våren 2008 funnet opp til fire ganger så mye lakselus i testmerkene sammenlignet med årene fra 2004 til 2007. Det ble også funnet høye antall lakselus på utvandrende vill lakse-smolt i denne perioden.

**Utvikling av resistens mot kjemisk behandling**  
Kjemisk behandling har siden midt på syttitallet vært eneste måte å fjerne lakselus på. Tidlig på nittitallet ble det klart at man i deler av landet hadde resistens mot organofosfater, i første rekke dichlorvos (Nuvan®). Det kom andre organofosfater som azamethiphos (SalmonSan®) på markedet, men effekten var etter en stund ikke god, antagelig også på grunn av resistens. En ny gruppe med behandlingsstoffer pyrethroider, var heldigvis tilgjengelig og ble tatt i bruk. Virkestoffene var enten cypermethin eller deltamethrin.

Seint på nittitallet ble det påvist resistens mot cypermethrin i enkelte områder. Nok en gang stod et nytt behandlingsprodukt klart fra en annen stoffgruppe (avermectiner). Emamectinbenzoat (Slice®) blandes i føret og

er derfor lettere å dosere. Det ble sommeren 2008 påvist resistens mot også dette stoffet, og denne gangen har man ikke en ny stoffgruppe å ty til.

**Dagens problem**

Lakselus mange steder responderer fremdeles på behandling fra pyrethroider, og i kombinasjon med god driftspraksis kan det være mulig å holde lakselusnivået på et akseptabelt nivå. Det er imidlertid rapportert om multiresistente lusepopulasjoner, noe som gir stor grunn til bekymring. Det er også observert redusert effekt av kjemisk behandling i store merder. Dette skyldes gjerne en suboptimal fordeling av stoff i merden og områder med lavere konsentrasjon enn nødvendig for å kunne avluse laksen.

Arbeid med alternative bekjempelsesstrategier og ikke-kjemiske metoder er viktig. Det mest kjente er gjerne bruk av leppefisk, men brakklegging, atskilte generasjoner og oppsamling av eggstrenger kan også hjelpe til å redusere lakselusnivåene.

En mer varig løsning på lakselusproblemet vil være å utvikle en lakselusvaksine. Dette vil antagelig bli vanskelig, men ikke umulig, og resultatet er gjerne verdt innsatsen.

**Utvikling og mulige trender fremover**

Produksjonen av lakselus angis i dag ved å rapportere antall lus per fisk i et anlegg. Når man øker antall fisk, vil man også øke produksjonen av lakselus hvis man ikke minsker antall tillatt

lakselus per fisk tilsvarende. Dette fører til konklusjonen at hvis man ikke kan redusere antall lus per fisk, må man redusere antallet fisk i anlegget.

Tiltaksgrensene for lakselus i oppdrettsanlegg er satt med tanke på villaksen. Det samme er innføring av nasjonale laksefjorder med spesielle regler for oppdrettsaktivitet. Effekten bør derfor også måles på den ville laksen. Registrering av lakselus på vill utvandrende postsmolt sier derfor noe om effekt av tiltak. Etter 2001 gikk tallene drastisk ned. Den beste dataserien er for Hardanger fra 2004 til 2008. I årene frem til 2008 var det få prosent av denne laksen som hadde kritiske nivåer av lakselus. For 2008 fant man imidlertid at opp mot 50 prosent av villaksen hadde kritiske nivåer av lus. Denne utviklingen kan ikke fortsette.

Man forventer ikke at nye medikamenter kommer fort inn på markedet og «redder dagen». Imidlertid vil integrerte bekjempelsesstrategier og god drift være et skritt i riktig retning. Rulering av lakselusmidler, bruk av leppefisk og brakklegging i større områder over en tid kan være eksempler på dette.

Hvis Norge skal ha en bærekraftig oppdrettsnæring, må lakselusproblemet løses med redusert utslipp av lakselus, noe som kun kan gjøres ved å redusere det totale antall hunnlus på fisk i sjø.

**Referanser**

Asplin, L., Salvanes, and Kristoffersen. 1999. Nonlocal wind driven fjord-coast advection and its potential effect on plankton and fish recruitment. Fisheries oceanography, 8 (4), 255–263.  
Asplin, L., Boxaspen, K.K. og Sandvik, A.D. 2009. Lakselusituasjonen i Hardangerfjorden våren 2008. kap. 3.6.1 ss. 172–174. In Agnalt et al., Fisken og havet, særnummer 2-2009.  
Heuch, P.A. 1995. Experimental evidence for aggregation of salmon louse copepodids (*Lepeophtheirus salmonis*) in step salinity gradients. «J. mar. biol. Ass. U.K.», 75: 927–939.  
Kabata, Z., 1979. Parasitic copepoda of British fishes. The Ray Society, British Museum, London, England. 468 s.  
Karlsbakk, E. et. al., 2009. Hva vet vi om parasitter og oppdrett av torsk. Kap 1.10. s. 50–53. Fisken og havet, særnummer 2-2009.



**FIGUR 1**  
Lakselusinfisert sjørret som har vandret tilbake til ferskvann for å avluse seg. Foto: Anders Lamberg.

# Lakselus – effekter på våre ville laksefiskbestander

**BENGT FINSTAD, NINA PÅL ARNE BJØRN, NOFIMA MARIN**

Store mengder vill sjørret vandret for tidlig tilbake til elvemunningene, både langs deler av Norskekysten og i Irland og Skottland først på nittitallet (figur 1). Sjørretten var hardt infisert med lakselus. Mange hadde store skader på hud og finner, og mange bar tydelig preg av å være «syk og svekket». Samtidig ble det

rapportert om en betydelig nedgang, nærmest en kollaps, i enkelte sjørretbestander. Data indikerte at det var sjøvannsoverlevelsen som var særlig redusert, tilsynelatende spesielt i områder med mye lakseoppdrett. Lakselusmidte fra oppdrettsanlegg ble derfor foreslått som forklaring på kollapsen i sjøvannsoverlevelsen til enkelte bestander. Forskning og overvåkning av lakselus på ville bestander av laksefisk ble derfor iverksatt tidlig på nittitallet.

Her presenterer vi hovedresultatene fra denne forsknings- og overvåkningsinnsatsen, og oppsummerer status til vill laksefisk med hensyn til lakselus.

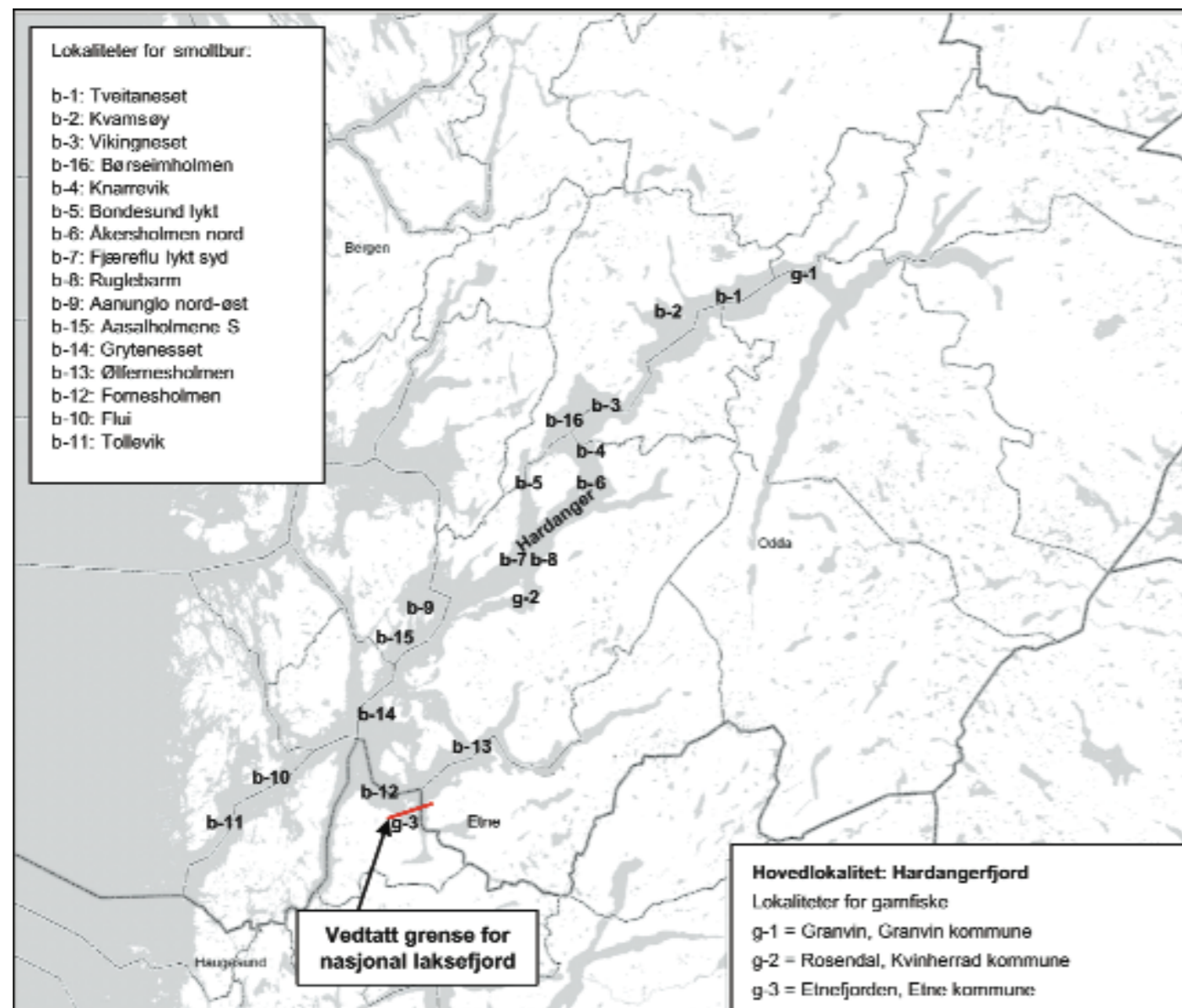
**Er det et problem: Fysiologisk effekt av lakselus på vill laksefisk**

Lakselus er i utgangspunktet en naturlig tilpasset og spesialisert parasitt på laksefisk. I naturlige systemer er det svært sjeldent at slike parasitter fører til betydelig «sykdom» hos vill fisk. For at man skal kunne definere en parasittinfeksjon som en sykdom, må vertens fysiologi, atferd og overlevelse være påvirket i betydelig grad. Dette skjer som sagt kun i sjeldne tilfeller. Et betimelig spørsmål tidlig på nittitallet var derfor om lakselusa påvirket vill laksefisk i særlig grad? Og i så fall, kunne man benytte kunnskap om fysiologiske effekter og tålegrensener (dose-respons) til å vurdere konsekvenser av lakselusepidemier hos ville bestander? Fysiologiske effekter av lakselus på laks, sjørret og sjørøye har derfor vært grundig studert og er presentert i flere studier (oppsummert i Wagner et al. 2008). Dette inkluderer blant annet høye nivåer av stresshormonet kortisol, problemer med vann og saltbalansen og nedsatt immunologisk kapasitet, spesielt når lusa utvikler seg fra fastsittende larver og til bevegelige lus. Seneffekter som redusert vekst, svømmeevne, reproduksjon og til og med direkte dødelighet har også blitt påvist. Når det gjelder tålegrensener for laksefisk har tidligere studier vist at cirka 30 larver kan ta livet av en 40 grams laksesmolt. Dette betyr at en relativ intensitet på 0,75 lus per gram fiskevekt, eller ca. elleve larver, kan drepe en nylig utvandret villsmolt på rundt 15 gram (oppsummert i Heuch et al. 2005 og Bjørn og Finstad, i trykk). Det er videre vist at fra 0,05–0,13 voksne lus per gram fiskevekt kan redusere svømmevnen og skape forstyrrelser i vann- og saltbalansen hos større laks og sjørøye. Hos førstegangs utvandrende sjørrettsmolt vil infeksjoner på rundt 50 mobile lus med stor sikkerhet resultere i direkte døde-

For mer info se [www.ewos.com](http://www.ewos.com)

**EWOS** knowledge makes the difference - og så når det gjelder lakselus.





**FIGUR 2** Kart over sjørretlokalitetene som ble undersøkt i Hardangerfjordssystemet i 2008. I tillegg ble det trålt etter utvandrende vill laksesmolt og satt ut bur med oppdrettet laksesmolt (Bjørn et al. 2009).

lighet. Mer nylige undersøkelser viser at kun 13 mobile lus forårsaker fysiologiske forstyrrelser i en rekke stressparametre hos en postsmolt av sjørret i vektområdet 9–70 gram (Wells et al. 2006, 2007). I Norge har vi derfor anbefalt at infeksjonsnivået av lakselus på første gangs utvandrende vill laksefisk ikke bør overstige ti lus per fisk – helst bør det være under dette, spesielt for laksesmolt, for at målet i «nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk» skal kunne nås.

**Hvor stort er problemet og hvilken sammenheng har det med intensivt lakseoppdrett: Feltundersøkelser på ville bestander av laksefisk**

Å undersøke forekomsten av «sykdom» i ville

fiskebestander er imidlertid en vanskelig oppgave, først og fremst fordi «syk» villfisk som oftest dør ubemerket i naturen. Det var i tillegg spesielt utfordrende å undersøke forekomsten av sykdom hos postsmolt av laks, sjørret og sjørøye fordi fangstredskaper for å fange disse i sjøen ikke ble utviklet før sist på nittitallet. Først da kunne vi samle inn utvandrende laksefisk i sjøen på en representativ måte, og undersøke forekomsten av lakselus på vill laksefisk både i områder med og uten oppdrett (figur 2). Vi var da også i stand til (ut fra kunnskap om fysiologiske effekter og dose-responser) å vurdere konsekvensene av infeksjonen hos ville bestander av laksefisk. Dette har blitt benyttet til å vurdere effekten av tiltakene som næringen og forvaltningen etter hvert igangsatte. Hensikten med

nasjonal overvåking av lus på vill laksefisk har derfor vært 1) å foreta en nasjonal overvåking av infeksjonsnivå og konsekvenser av lakselusinfeksjon på laks, sjørret og sjørøye langs hele norskekysten og 2) evaluere effekten av tiltak som næring og forvaltning har iverksatt, inkludert effekten av nasjonale laksefjorder. Vi har derfor etablert gode stasjoner og metodikker langs mesteparten av norskekysten for slike registreringer (Bjørn et al. 2009). Fra flere stasjoner har vi også årlige langtidsdata helt tilbake til 1997. Slike langtidsserier er spesielt viktige for å kunne evaluere effektene av «nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk» samt evaluere effekten av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder. Kort oppsummert viser langtidsovervåkingen at infeksjonstrykket av lakselus fortsatt er kron-

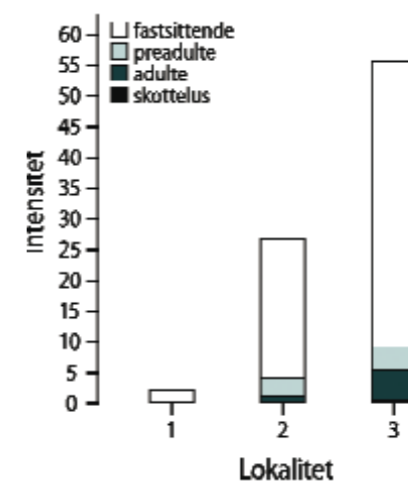
isk forhøyet langs store deler av norskekysten i forhold til historiske nivå og områder uten oppdrett, selv om situasjonen generelt er forbedret i forhold til de «verste» årene på slutten av nittitallet (grundig oppsummert i Finstad og Bjørn, i trykk). Vi viser ellers til Revie et al. (2009) for beskrivelse av lakselussituasjonen på villfisk i Canada og Chile. Selv om oppdretterne i Norge generelt har gjort en meget god jobb når det gjelder å bekjempe lakselus, har produksjonen økt så mye at lakselusbekjempelsen «spises» opp av produksjonsøkningen. Utviklingen i Hardangerfjorden kan være et eksempel på dette.

**Oppdrettsvirksomheten i Hardangerfjorden er ikke lenger bærekraftig?**

Hardangerfjordssystemet i Hordaland er et av fjordsystemene i Norge (verden) med mest lakseoppdrett. Kun en liten sidefjord (Etnefjorden) har status som nasjonal laksefjord, og lakselusepidemier har lenge vært ei utfordring i fjordsystemet (figur 2). Hardangerfjordprosjektet, et storskala lakselusprosjekt i grenselandet mellom forskning og forvaltning, startet opp i 2004. Prosjektet består av flere arbeidspakker, blant annet registreringer av lakselus på vill laksefisk, smittespredning og optimaliserte lakselustellinger og synkroniserte kontrollstrategier i oppdrettsanlegg. Overordnet målsetting er å legge til rette for sameksistens mellom ei lønnsom oppdrettsnæring og bærekraftige bestander av vill laksefisk. Gjennom en stor og synkronisert innsats fra forskning, forvaltning og næring har vi lyktes med å redusere mengden lakselus i oppdrettsanlegg til langt under målsettingen i «nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk». De fleste anleggene i fjordsystemet har de siste årene hatt mindre enn 0,25 modne hunnlus per fisk. For oppdrettsnæringen har prosjektet derfor vært en suksess. For vill laksefisk er historien dessverre en annen – etter en tilsynelatende reduksjon i infeksjonsnivået hos sjørret og utvandrende laksesmolt, har infeksjonsnivået igjen økt de siste årene. 2008 var det verste året noensinne: Fjorårets undersøkelse viste at mer enn 60 prosent av sjørret i den nasjonale laksefjorden Etne ville få problemer med vann og saltbalansen. Sannsynligvis ville også mange av disse dø eller bli tvunget tilbake til ferskvann som en direkte følge av lakselusangrepet. For utvandrende laksesmolt i ytre deler av Hardangerfjorden ville sannsynligvis mer enn 50 prosent av smolten dø som en direkte følge av lakselusangrep.

**Lakselusbekjempelsen «spises» opp av produksjonsøkningen**

Samtidig med at gode og synkroniserte bekjempelsestiltak har blitt iverksatt i Hardangerfjordssystemet, har nemlig produk-



**FIGUR 3** Intensitet av forskjellige lakselusstadier på all infisert sjørret i Hardangerfjordssystemet i slutten av mai 2008 (Bjørn et al. 2009). Se figur 2 for forklaring av lokaliteter.

sjonsøkningen vært betydelig. I 2004, da Hardangerfjordprosjektet ble iverksatt, var produksjonen i underkant av 40 000 tonn. I 2008 var produksjonen rundt 60 000 tonn. Det er derfor sannsynlig at selv de gode tiltakene som har vært gjennomført, har blitt fullstendig «oppspist» av denne produksjonsøkningen. Når konsekvensene for vill laksefisk er så dramatisk som i Hardangerfjorden (figur 3) – hvor de fleste elvene er stengt for fiske, de fleste elvene har gytebestander som er under det som er nødvendig for å opprettholde en selvreproduserende bestand, de fleste utvandrende smolt påvirkes negativt eller dør som en direkte følge av lakselusinfeksjonen, i hvert fall i enkelte år – er det betimelig å stille spørsmål om oppdrettsvirksomheten i Hardangerfjordssystemet er utenfor rammene av det som er bærekraftig? Og i så fall, er det ikke på tide at forvaltningen vurderer redusert produksjon eller alternative produksjonsregimer?

**Hva nå?**

Overvåkningsprogrammet på effekten av lakselus på våre ville laksefiskbestander er omfattende og krevende. Programmet krever en geografisk dekning av hele norskekysten samt en betydelig detaljeringsgrad i forbindelse med evalueringen av nasjonale laksefjorder. Samtidig står vi ovenfor en situasjon der lakselusinfeksjonen i oppdrettsanlegg kan komme ut av kontroll i løpet av 2009 som følge av behandlingssvikt i mange anlegg. Det foreligger allerede informasjon som tyder på at mengden lakselus i oppdrettsanlegg langs deler av kysten er betydelig høyere enn normalt (lusedata.no). Dersom ikke situasjon-

en kommer under kontroll i løpet av ettervinteren og våren kan infeksjonspress på utvandrende vill laksefisk forventes å bli vesentlig høyere enn de siste årene langs store deler av norskekysten. Dette kan ha dramatisk innvirkning på våre ville laksefiskbestander. Tilstander med opptil 90 prosent direkte lakselus induisert dødelighet hos laksesmolt, slik som for eksempel i Sognefjorden på slutten av nittitallet, kan bli resultatet. En nasjonal overvåking av lusinfeksjonen på vill laksefisk er derfor spesielt viktig. Effekten av bekjempelsestiltakene, inkludert etablering av nasjonale laksefjorder, som forvaltning og næring iverksetter mot lusesmitte fra oppdrettsanlegg, kan kun måles gjennom det relative infeksjonsnivået vill laksefisk utsettes for.

**Referanser**

Bjørn, P.A., Finstad, B., Nilsen, R., Uglem, I., Asplin, L., Skaala, Ø., Boxaspen, K.K. & Øverland, T. 2009. Nasjonal lakselusovervåking 2008 på ville bestander av laks, sjørret og sjørøye langs Norskekysten samt i forbindelse med evaluering av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder. *NINA Rapport 447*: 1-52.

Finstad, B. & Bjørn, P.A. 2009. Part III – Salmon lice on wild salmonids in coastal zones: present status and implications, chapter 10, *Atlantic-Norway*. Wiley-Blackwell, i trykk.

Heuch, P.A., Bjørn, P.A., Finstad, B., Holst, J.C., Asplin, L. & Nilsen, F. 2005. A review of the Norwegian 'National Action Plan Against Salmon Lice on Salmonids': The effect on wild salmonids. *Aquaculture* 246: 79-92.

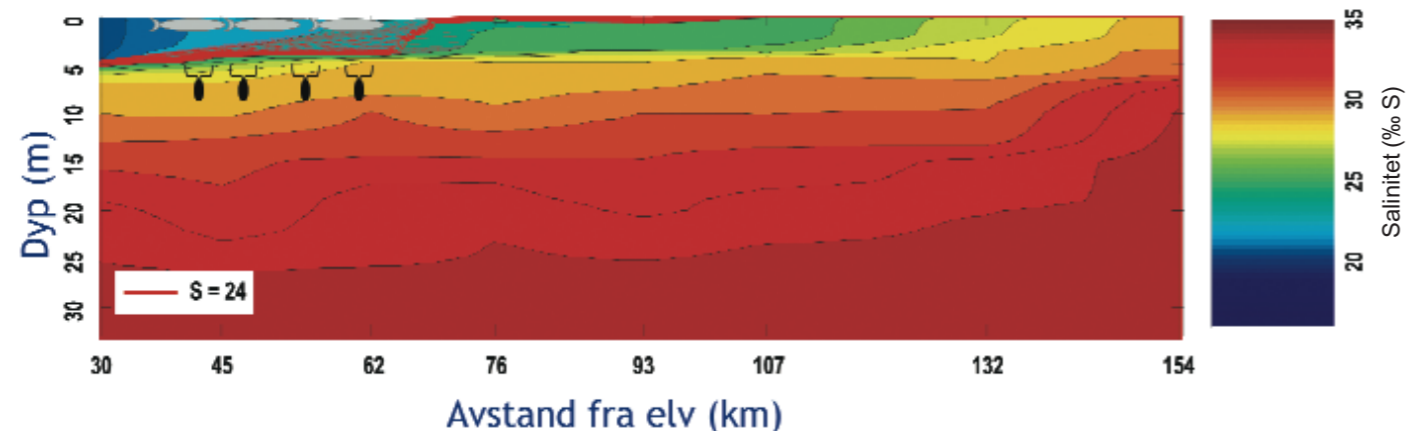
Revie, C., Dill, L., Finstad, B. & Todd, C.D. 2009. Sea Lice Working Group Report. *NINA Special Report 39*: 1-117.

Wagner, G.N., Fast, M.D. & Johnson, S.C. 2008. Physiology and immunology of *Lepeophtheirus salmonis* infections of salmonids. *Trends in Parasitol.* 24:176-183.

Wells, A., Grierson, C.E., MacKenzie, M., Russon, I.J., Reinardy, H., Middlemiss, C., Bjørn, P., Finstad, B., Wendelaar Bonga, S.E., Todd C.D. & Hazon, N. 2006. The physiological effects of simultaneous, abrupt seawater entry and sea lice (*Lepeophtheirus salmonis*) infestation of wild, sea-run brown trout (*Salmo trutta*) smolts. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 63: 2809-2821.

Wells, A., Grierson, C.E., Marshall, L., MacKenzie, M., Russon, I.J., Reinardy, H., Sivertsgård, R., Bjørn, P.A., Finstad, B., Wendelaar Bonga, S.E., Todd, C.D. & Hazon, N. 2007. Physiological consequences of «premature freshwater return» for wild sea-run brown trout (*Salmo trutta*) postsmolts infested with sea lice (*Lepeophtheirus salmonis*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 64: 1360-1369.





FIGUR 1 Hydrografisk snitt på langs av en norsk fjord med 24 ‰ S markert med rød strek. Under denne er lakseluscopepoditter tegnet i svart, over er utvandrende laks. Ferskt vann er mørkeblått, grønt er brakt og brunrødt er fullstyrke saltvann. Hydrografi: Lars Asplin, Havforskningsinstituttet.

# Lakselusas strategi som parasitt

P.A. HEUCH, VETERINÆRINSTITUTTET

For å skjønne lakselusas strategi, er det nødvendig å kjenne til dens naturlige verter og disses økologi. I Norge finnes lakselus naturlig på laks (*Salmo salar*), ørret (*Salmo trutta*) og røye (*Salvelinus alpinus*) i saltvann. Disse fiskeartene er anadrome, dvs. de lever mye av sitt liv i det marine miljø, men går opp i ferskvann for å gyte. Fiskeyngelen vokser opp i elver og bekker, og en del av ungene vil utvikle seg til en form som tåler saltvann (smolt). Det er stor forskjell på tiden disse fiskeartene tilbringer i sjøen. Førstegangs utvandrere av røye og ørret (sjørøye og sjørørret) er i sjøen noen måneder, mens laksen vandrer til havs og blir der i ett til flere år. Mindre sjørørret og sjørøye lever i strandsonen, mens eldre fisk jakter på dypere vann. All sjørørret overvintrer ikke i ferskvann, slik mange tror. Ofte tilbringer sjørørret vinteren i nærheten av elveosen, der det er brakkevann, men dette er ferskt nok til at de greier å regulere saltbalansen. I mindre bekker er det ikke nok vann til at større gytefisk kan overvintrer, disse svømmer derfor bare opp og gyter før de snur og drar tilbake til sjøen. Også gjennom vinteren vil det derfor være tilgjengelige verter i det «marine» miljø langs kysten. Imidlertid gjør oppholdene i ferskvannspåvirkede områder at sjørørret og sjørøye om vinteren normalt mister det meste av lakselus og skottelus (*Caligus elongatus*), fordi begge disse luseartene tåler lite ferskvann. Svingningene i disse parasittbestandene er spesielt godt studert på Sørlandskysten. Der faller andel fisk infisert med lakselus (=prevalens) fra 60–100 prosent på senhøsten til 8–30

prosent i mars. Både i ville vertsbestander og i oppdrettsanlegg der det ikke behandles mot lus skjer det en oppbygging av lusepopulasjonen gjennom sommeren, og fisken har derfor flest lus sent på høsten. Voksne lakselushunner kan leve i opptil 190 dager ved 7°C, dvs. at de kan overleve vinteren og hele tiden produsere egg. Det trengs bare én parring for å befrukte alle eggene, slik at en hunn som er befruktet i november kan produsere avkom helt frem til mai. Vertene blir til å begynne med (på våren) smittet av luselarver fra de overvintrende hunnene. Disses avkom igjen spres i miljøet og infiserer nye og gamle verter utover sommeren.

I motsetning til ørret og røye svømmer lakselusmolten gjennom kystsonen og ut i kyststrømmen, og derfra videre ut i havet. Utvandringen varer gjerne bare én uke. Lakselusa formerer seg også i havet. Hvordan klarer så luselarvene å finne nye verter der? Det er funnet nyinfisert laks i havet ved Færøyene. På grunn av strømmer dannes det her et område med mye næring. I slike områder, kalt «fronter», samles plante- og dyreplankton, og fisk som lever av dyreplankton. Laksen finnes ofte i fronter. Det er sannsynlig at lakseluslarver blir igjen her når laks med lus har vært på næringsøk, og den neste laksen blir kanskje infisert av disse larvene. Det er normalt at gytefisk som kommer til Norges kyst etter flere år i havet bærer 30–40 voksne lakselus. Disse fiskene må ha blitt infisert i havet, så denne oseaniske infeksjonssyklusen er åpenbart effektiv. Man har ikke funnet noen genetiske forskjeller på lus fra hav og kyst, så det skjer sannsynligvis en blanding av lakselus

fra de to områdene, der laks fungerer som budbringer. Mens gytefisk er i fjorder på jakt etter den riktige elven å gyte i, klekkes egg på lusene den bærer på seg, og larvene vil kunne infisere lokal sjørørret og sjørøye.

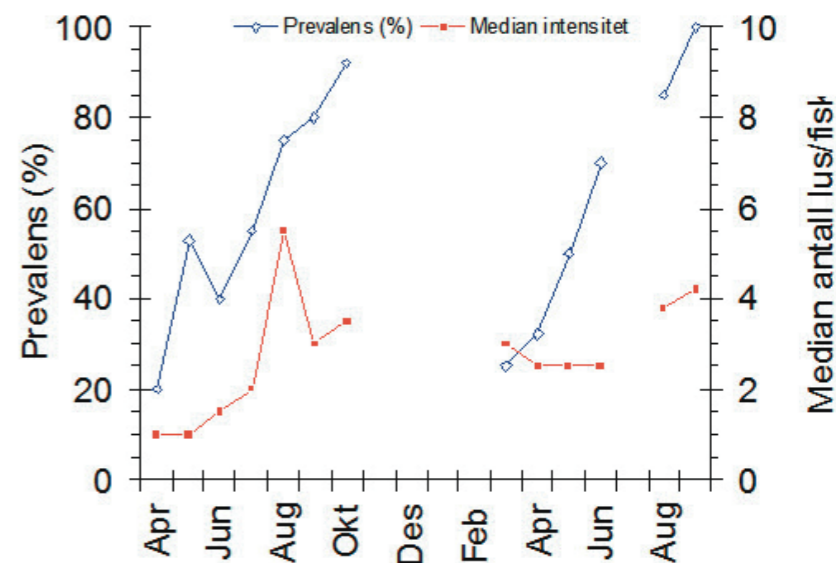
Som hos andre vekselvarme dyr er utviklingshastigheten til lakselus avhengig av temperaturen i omgivelsene. I det marine miljø generelt er det kaldest i mars og varmest i august. Også reproduksjonen påvirkes av temperaturen: lusa produserer flere egg om vinteren enn om sommeren, men vintereggene er mindre enn sommereggene. Dette betyr at de larvene som klekkes om vinteren har mindre opplagsnæring med seg enn de som klekkes om sommeren, men fordi det er så kaldt vil denne bli brukt langsommere. Hunnene kan derfor fordele sine ressurser på mange flere larver. Dette kan være fordelaktig i denne årstiden, hvor det er færre verter i sjøen. Ved vintertemperaturer vil en voksen lusehunns kunne produsere minst ti par med eggstrenger, hvert med opp til ca. 1000 egg. Dette betyr at det i et område med mye lakselus vil være et «reservoar» av lus i vannet. Larveproduksjon og -utvikling vil gå raskere ved høyere temperaturer, så når vanntemperaturen stiger i april vil dette gi ekstra mange larver da og fremover. Samtidig vil utviklingen av de frittlevende larvene som ble produsert mens det var kaldest (februar-mars), gå raskere. Resultatet er at det er ekstra mange infektive copepoditter på våren, når de naturlige vertene vandrer ut i sjøen.

Disse faktorene gjør at lakselus er slik et problem i oppdrett av laks og regnbueørret. Den har bare én vert, laksefisk, så den kan leve

hele livet i et oppdrettsanlegg. Anleggene har åpne merder med god vannutskiftning, så mange luselarver vil bli vasket ut i det omliggende miljø. Derfra kan de godt bli fraktet tilbake inn der de kom fra, med f.eks. tidevannsstrøm, eller til andre anlegg eller villfisk nedstrøms. Alle verter med lus vil smitte hverandre, og det er et reservoar med lus utenfor anleggene som stadig kan reinfisere oppdrettsfisken.

Lakseluscopepodittene har en atferd som øker deres sannsynlighet for å treffe verter og holde seg i kystfarvann. Nauplius- og copepodittstadiet er planktoniske, dvs. at de driver med strømmen. Copepodittene er imidlertid gode svømmere, som i likhet med mange andre copepoder har en betydelig vertikal egenbevegelse gjennom døgnet. De svømmer oppover mot lyset når morgenen kommer, og synker ned når det blir mørkt. Copepodittene vil dermed «undersøke» vannsøylen der det er mest sannsynlig at det er verter, de er nemlig ofte i øvre vannlag, og de vil utsette seg for strømmer av forskjellig retning. I en vanlig fjord eller bukt med en ferskvannskilde innerst, vil man om våren få en overflatestrøm av nesten helt ferskt vann utover mot havet. Denne vil dra med seg litt av det underliggende saltvannet og bli brakkere utover. Som regel vil det dannes en innovergående strøm med salt vann under overflatestrømmen. Dette kalles «estuarin sirkulasjon». Som nevnt er lakselus ikke glad i ferskvann, og vil antagelig i en slik situasjon svømme mot lyset til den treffer en skarp overgang fra saltvann til brakkevann, og der vil den bli. Dette fører til at copepodittene havner i den innadgående strømmen, de vil i alle fall holde seg i kystfarvann, der det er flest verter.

Men det er også en ulempe å ikke tåle ferskvann. Lakselusmolten benytter ferskvannslaget i vårfloppen til å komme ut og til havs. De svømmer altså over copepodittene, og jo tykkere ferskvannslag (større vårflopp), desto større avstand er det til parasittene. Sjørørreten derimot skal ikke rett til havs, den holder seg i nærområdet for å spise. Riktignok tar den en del insekter fra overflaten når den er vandret ut



FIGUR 2 Prevalens (%-antall infiserte fisk) og median intensitet (middelantall lus på de infiserte fiskene) av lakselus på sjørørret fra Sørlandskysten 1992-1995. Tallene er omregnet fra data presentert i Schram m.fl. 1998: ICES Journal of Marine Science 55:163-175.

i saltvann, men det går mest i krepsdyr og børstemark nær bunnen. Denne faunaen finnes ofte i relativt grunne bukter og vikene. Hvis det går strøm langs land vil det slike steder ofte dannes bakevjer, der planktoniske organismer oppkonsentreres. En av disse er lakselus. Dette vil lakseoppdrettere kjenne igjen: ofte kan man få mye lavere luseinfeksjoner bare ved å flytte anlegget noen hundre meter, vekk fra slike bakevjer.

## Litteratur

Heuch PA, Parsons A, Boxaspen K (1995) Diel vertical migration: a possible host-finding mechanism in salmon louse (*Lepeophtheirus salmonis*) copepodids? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 52, 681–689.

Heuch PA (1995) Experimental evidence for aggregation of salmon louse copepodids, *Lepeophtheirus salmonis*, in step salinity gradients. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 75, 927–939.

Jacobsen JA, Gaard E (1997) Open-ocean infestation by salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*): comparison of wild and escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). ICES Journal of Marine Science 54, 1113–1119.

Heuch PA, Knutsen JA, Knutsen H, Schram TA (2002) Salinity and temperature effects on sea lice over-wintering on sea trout (*Salmo trutta*) in coastal areas of the Skagerrak. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 82, 887–892.

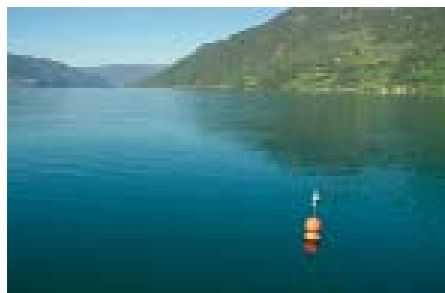
Din partner mot lus

# PHARMAQ

Postboks 267 Skøyen, 0213 Oslo  
www.pharmaq.no







Måling av overflatestrøm med drivende bøyer er en metode vi benytter for å forstå spredningsmønstrene i fjordene og er et supplement til den modelleringen vi gjør.

# Fjordmiljøet påvirker lakselusa

LARS ASPLIN OG ANNE D. SANDVIK,  
HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

## Fritt drivende lakselus påvirkes av fjordmiljøet

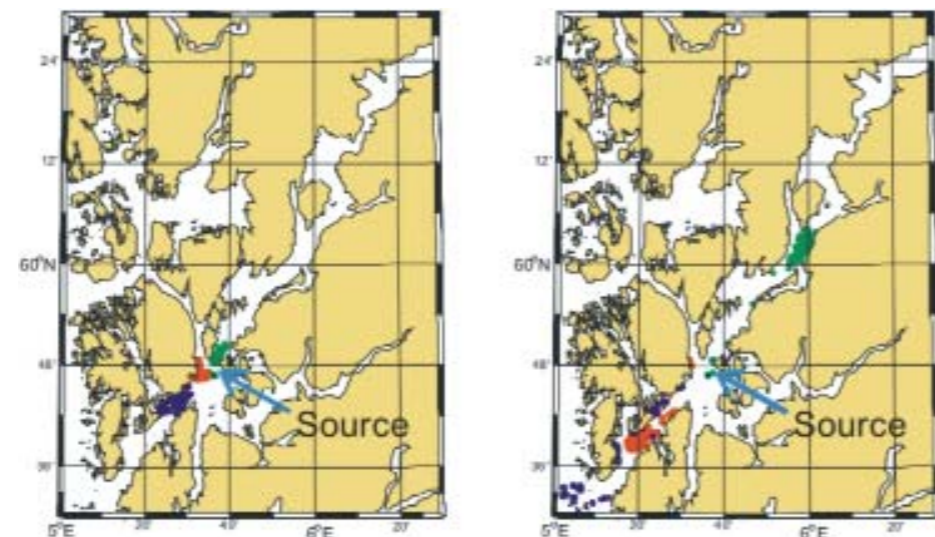
I lakselusas tre første stadier er de såkalt planktoniske, dvs. de driver fritt i vannmassene. Varigheten av disse planktoniske stadiene er sterkt avhengig av vanntemperaturen. Jo kaldere vann, jo lenger varer denne perioden. Grovt sett kan en regne med at lakselusa kan leve 150 døgngrader i vannmassene før den enten finner en laksefisk som vert eller dør. I vann med 10 °C vil denne perioden da være 15 dager.

Strømforholdene, saltholdigheten og vanntemperaturen utgjør fjordmiljøet som er viktig for lakselusa. Alle disse parameterene kan variere mye i tid og rom. Dette fører til tilsvarende variasjoner i lakselusas vekst og fordeling i fjorden.

## Numerisk modellering av fjordmiljøet

Ved hjelp av numeriske modeller for fjordmiljøet kan vi simulere forholdene lakselusa opplever i sine tre første planktoniske stadier. Med en separat modell for vekst og spredning av lakselus kan vi beregne mengde og fordeling av disse så fremt vi kjenner hvor mange lakseluslarver som klekkes (noe vi i prinsippet ikke gjør, selv om vi vet at kanskje 98 prosent av alle lakseluslarver kommer fra lakselus som sitter på en oppdrettsfisk).

Å modellere fjordmiljøet er nokså likt å modellere været, og alle kjenner vel til hvilke utfordringer det medfører. For alle slike modeller er en god beskrivelse av de varierende drivkreftene svært viktig. De viktigste drivkreftene for en fjordmiljømodell er vind,



FIGUR 1  
Modellert spredning av lakselus fra en enkelt kilde (kilde - blå pil) og for tre ulike utslippsdager. De røde, grønne og blå lusene ble sluppet henholdsvis 1., 5. og 10. mai 2007. Figuren til venstre viser resultatet etter tolv timer og figuren til høyre resultatet etter 24 timer.

ferskvannsavrenning, tidevann og strukturen i vannmassene på kysten utenfor fjorden. Ved Havforskningsinstituttet har vi et omfattende apparat for fjordmiljømodellering bestående av egne modeller for finskala vind og forholdene utenfor fjorden. Fjordmodellen har en romlig oppløsning horisontalt på noen hundre meter. Vertikalt er det viktig med høy oppløsning (< 1m) i de øvre 10–20 m.

## Resultater fra spredningeksperimenter av lakselus

Resultater fra noen utvalgte spredningseks-

perimenter av lakselus fra våren 2007 vil illustrere de generelle resultatene vi har. Disse kan oppsummeres slik:

- Lakselus kan episodevis spres raskt med vannmassene i en fjord – mer enn 2 km/t.
- Lakselus kan i løpet av de første ukene i livet potensielt bli fraktet lange avstander – mer enn 100 km.
- Spredningen og fordelingen av lakselus i vannmassene i en fjord kan variere mye innenfor et tidsrom på 2–3 uker.

Mai 2007 var en periode som var karakterisert

av relativt sterke og variable strømmer i Hardangerfjorden. Det første modellresultatet vi viser er simulert spredning fra samme posisjon, men med tre forskjellige startdatoer. Det ble sluppet ut pakker på 200 lus i tre omganger (1., 5. og 10. mai), og larvene ble transportert rundt i 24 timer (figur 1). De første 12 timene var det heller rolige strømforhold i området og «lusepakkene» flyttet seg lite og var heller ikke overlappende. Etter 24 timer hadde pakken som ble sluppet 5. mai (grønn) blitt transportert ca. 30 km innover fjorden, noe som svarer til en gjennomsnittlig hastighet på 0,7 m s<sup>-1</sup>. Dette er en høy hastighet, men målinger viser at de ikke er urealistiske over kortere perioder. Pakken som ble sluppet 1. mai (rød) hadde i løpet av de samme 12 timene blitt transportert ca. 20 km utover fjorden, noe som tilsvarer en gjennomsnittlig hastighet på 0,5 m s<sup>-1</sup>. Pakken som ble sluppet 10. mai var ikke lenger samlet og var spredt ut over det meste av det ytre fjordsystemet. I løpet av 12 timer hadde altså disse luselarvene spredd seg med en hastighet som ligger mellom 0 og mer enn 1 m s<sup>-1</sup>.

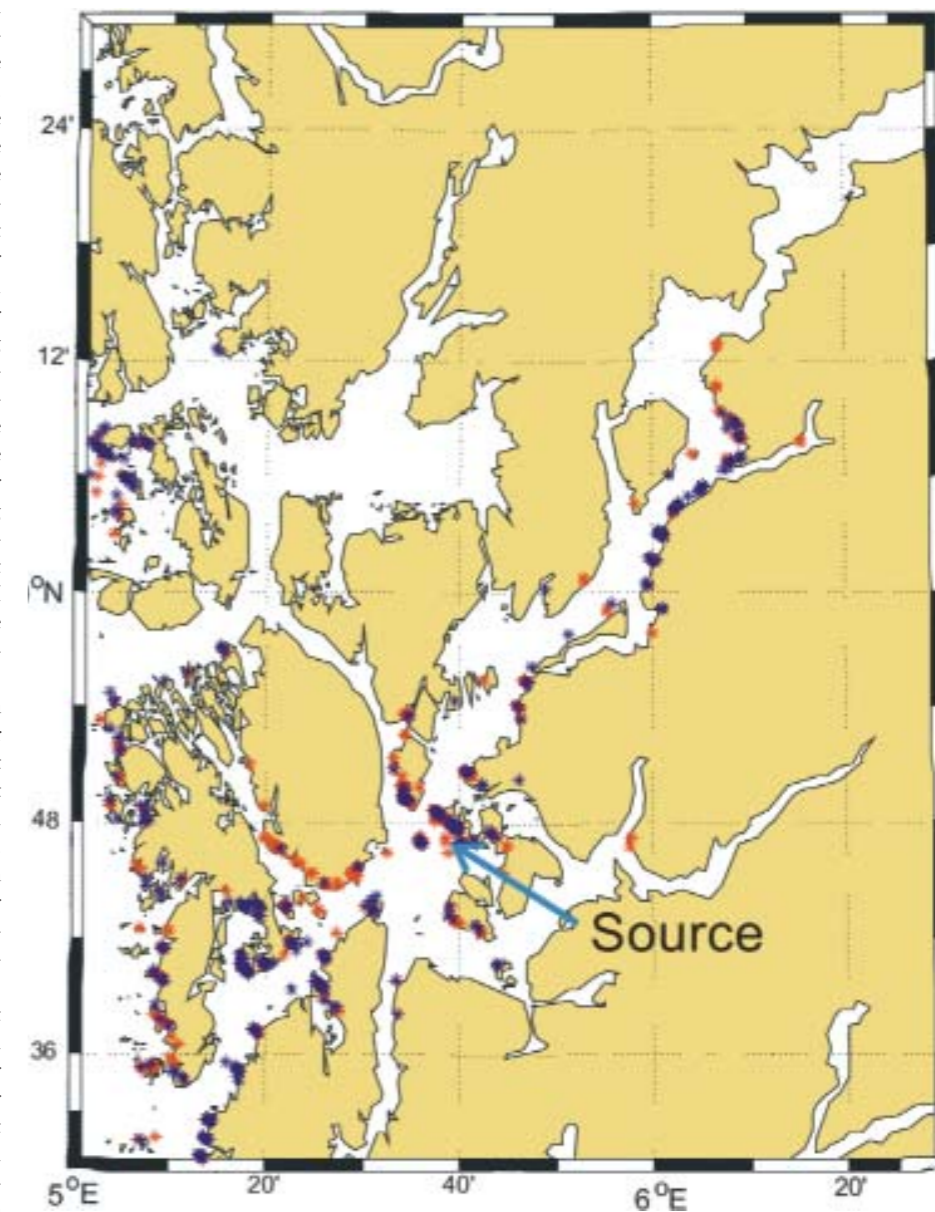
En av de viktigste konklusjonene vi kan dra fra dette er altså at luselarvene, under gunstige miljøforhold, kan spre seg svært hurtig fra utslippsstedet. Dette avhenger helt klart først og fremst av strømforholdene. Vi ser også at luselarvene som ble sluppet den 5. mai beveger seg innover fjorden mens de som ble sluppet 1. og 10. mai beveger seg utover fjorden, noe som bekrefter de store forskjellene det kan være innenfor noen dagers tidsrom.

Det neste modellresultatet illustrerer at luselarvene i løpet av «livssyklusen» som vil variere mellom 1 til 3 uker, kan spre seg over svært store områder. Dette er illustrert i figur 2 der vi ser hvordan lusene spres over det meste av fjorden i løpet av perioden 29. april til 18. mai 2007. De blå prikkene viser spredning av 800 luselarver som ble sluppet som en pakke 29. april. De røde prikkene viser fordelingen av luselarver som ble sluppet fra samme posisjon i pakker på fem og fem lus hver 3. time gjennom hele perioden.

Som vi ser gir begge eksperimenter spredning over store områder og det er altså av relativt liten betydning om vi har et kraftig utslipp eller et jevnt tilsig av få lus.

Variabiliteten i luseforekomst kan være stor både på grunn av klekking og variabilitet i miljøforholdene. Uavhengig av klekkingen vet vi at strømmen varierer på mange tidskalaer (time til time, døgnlig og opp til årlig). Det er derfor rimelig og anta at vi kan finne samme variabilitet i luseforekomsten.

Fra modelleksperimentene over så vi at lusepakker som ble sluppet ut med bare fem dagers mellomrom ble transportert i totalt forskjellige retninger (figur 1). På tilsvarende måte vil det ved hjelp av modelleksperimentene være mulig å vise spredning på alle tidskalaer.



FIGUR 2  
Modellert fordeling av lakselus i Hardangerfjorden 18. mai 2007. De blå merkene viser spredning av en lusepakke som ble sluppet fra posisjonen vist med den blå pila den 29. april. De røde merkene viser spredning av lus som ble sluppet i pakker på fem og fem lus fra samme posisjon gjennom hele simuleringsperioden (29. april – 18. mai).

## Forholdene i andre land

I andre land med oppdrettsaktivitet har også det marine miljøet et ekstra fokus knyttet til lakselus. Havforskningsinstituttet samarbeider med kolleger i Skottland, Irland og Canada om metodikk og analyser på dette feltet. Både i Skottland og i Canada modelleres vekst og spredning av lakselus i de planktoniske stadiene på samme måte slik vi gjør i Norge. Særlig miljøforholdene på vestkysten av Canada er relativt sammenlignbare med forholdene i Norge.

Et annet land med relativt sammenlignbare miljøforhold som Norge, er Chile. Også der er det etter hvert en erkjennelse av at både parasitter og andre patogener kan spres relativt lett med vannmassene.

Utviklingen nasjonalt og internasjonalt vil nok være at vi er nødt til å vurdere langt større regioner enn det som har vært vanlig når vi skal estimere gjensidig påvirkning av oppdrettsaktivitet.



# Lakselus er vektor for en ny art mikrosporidie

ARE NYLUND, KUNINORI WATANABE, STIAN NYLUND, INGEBJØRG SÆVAREID, CARL ERIK ARNESEN, EGIL KARLSBAKK

Kontakt: are.nylund@bio.uib.no

Spredningsstudier av lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*), basert på studier av populasjonsgenetikk, har vist at lusen har et formidabelt spredningspotensial i Nord-Atlanteren. De frittlevende stadiene (nauplier og copepoditt) kan spres i betydelig avstand fra hunnlusene

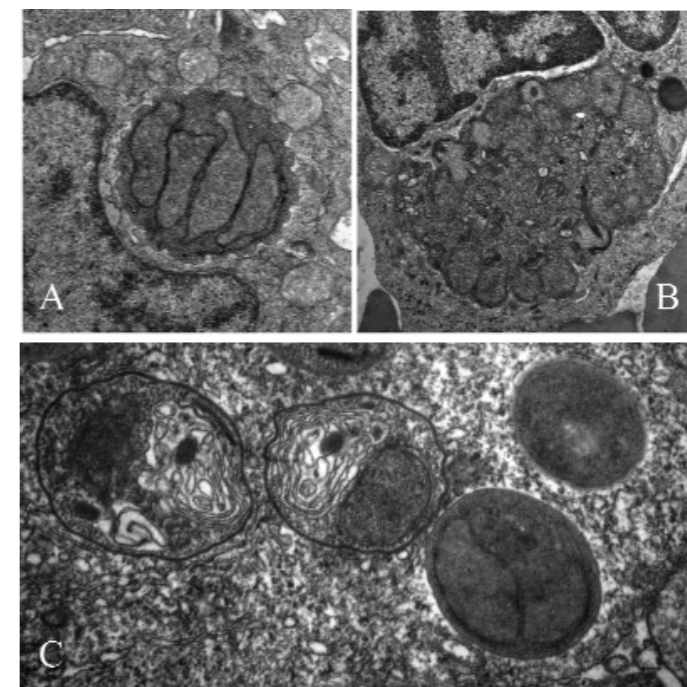
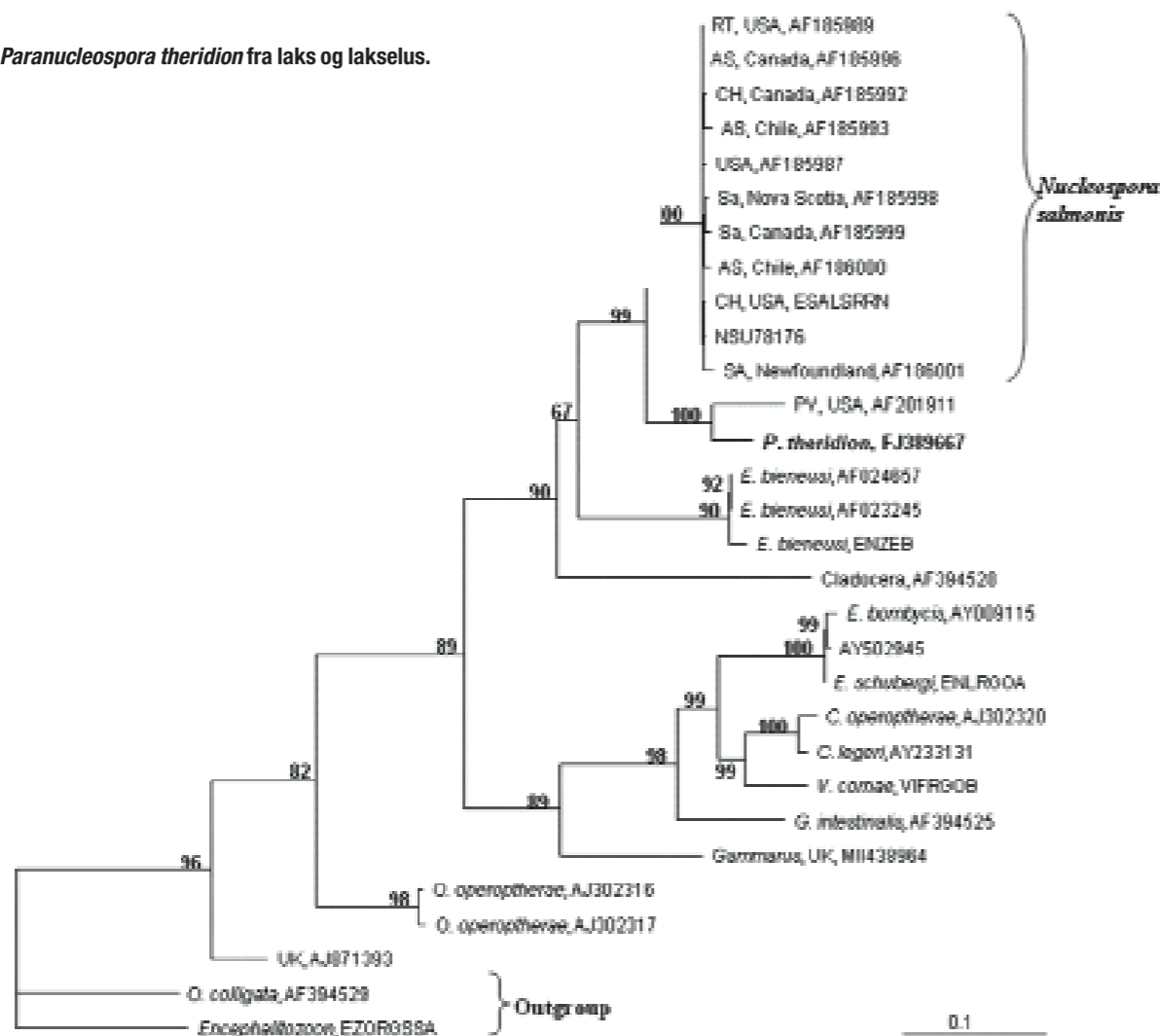
som er bærere av eggstrengene. En ny art mikrosporidie, som har lakselus som biologisk vektor og hvor parasitten er til stede i alle utviklingsstadier av lusen, vil følgelig kunne ha et tilsvarende høyt spredningspotensial. Foreløpige undersøkelser av lakselus og laks fra oppdrett langs norskekysten, viser at mikrosporidien er til stede i området Rogaland til og med Finnmark. Nord Norge skiller seg imidlertid fra resten av denne kyststrekningen ved at prevalens og intensitet av mikrosporidien er lavere enn i de mer sørlige deler av området. Årsaken til denne forskjellen kan skyldes

forskjeller i sjøtemperatur, da parasitten synes å formere seg raskere ved rundt 15 °C. Parasitten er også til stede i laks i Skottland, og på bakgrunn av eksisterende kunnskap kan en fastslå at det er for sent å hindre spredning av mikrosporidien i den europeiske delen av Nord-Atlanteren.

### Ny art mikrosporidie

En rekke mikrosporidier er kjent fra fisk, og noen av disse har vært årsak til dødelighet hos villfisk og i betydelig grad påvirket kommersi-

FIGUR 1 Slektskapet til *Paranucleospora theridion* fra laks og lakselus.



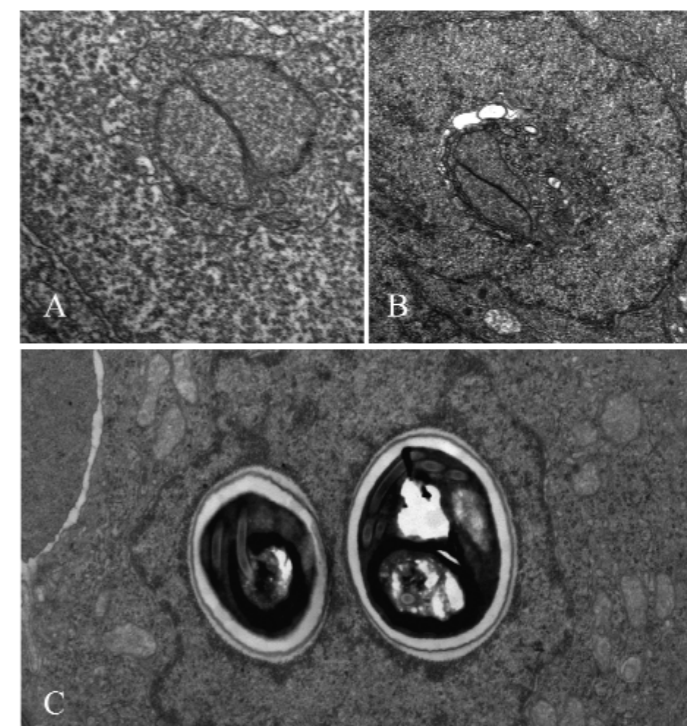
FIGUR 2 Utvikling av autoinfektive sporer i leukocytter og endotelceller i blodkarene. A) Meront stadium, B) Plasmodium og C) sporoblaster og autoinfektive sporer.

elle fiskerier i blant annet Nord Amerika. Parasitten *Nucleospora salmonis* er en alvorlig patogen hos stillehavsslaks (*Oncorhynchus* spp) i Nord-Amerika, men er også påvist hos atlantisk laks i både Frankrike og Chile. Denne parasitten svekker vertens immunforsvar og åpner opp for sekundærinfeksjoner. Resultatet kan være betydelig dødelighet i smittede populasjoner. *N. salmonis* har ikke vært påvist på laks i Norge. En slektning til *N. salmonis* har imidlertid vært påvist én gang på oppdrettskveite i Norge på midten av 90-tallet, og intranukleære mikrosporidier er også funnet hos rognkjeks i Canada. Selv om arvestoffet til disse mikrosporidiene ikke er kjent er det rimelig å anta at de er nært beslektet med *N. salmonis*. Den nye mikrosporidien hos laks i norsk oppdrett er også en slektning av *N. salmonis*, men skiller seg fra denne i så mange karaktertrekk at den er foreslått som egen art i ny slekt, *Paranucleospora theridion* (Nylund et al. submitted) (figur 1).

PT har to separate utviklingscykluser i atlantisk laks. Den første oppformering foregår i alle organer og vev, og målcellene er leukocytter og blodkar endotelceller (figur 2). Resultatet av første oppformering er produksjon av autoinfektive sporer, og disse fungerer som spredningsstadier slik at nye celler i verten kan infiseres. Infiserte celler og frigivelse av sporer fører til en tilstrømming av makrofager og fagocytose. Dette vil kunne sees som betennelsesreaksjoner i de infiserte vev og organer. Det er også vanlig å se nekroser i forbindelse med disse betennelsesreaksjonene, og i enkelte makrofager kan en se nedbrytningsprodukter av parasitten. Et resultat av smitte med PT kan være betennelsesreaksjoner i gjeller, hjerte, nyren, milt, tarm, pankreas osv, dvs. tilsvarende endringer som hos laks med HSMB, CMS, PGI og PD (SAV-syke).

Til slutt vil de autoinfektive sporene også føre til at cellekjernene i epitelceller på hud og gjeller blir infisert (figur 3). Her foregår en ny oppformering som til slutt resulterer i en annen type sporer med en lengre poltub og tykkere vegg enn de autoinfektive sporene. Disse sporene er perfekt plassert i verten for en senere overføring til lakselus. Siden hudcellene hos laks raskt byttes ut er det rimelig å anta at levetiden til de intranukleære sporene i verten er svært begrenset. Nye hudceller må derfor smittes kontinuerlig av de autoinfektive sporene som produseres i andre vev. Hvis laksens immunforsvar klarer å stoppe produksjon av autoinfektive sporer vil fisken forholdsvis raskt kunne bli smittefri.

Når sporene, i hudens cellekjerner hos laks, spises av lakselus og kommer inn i tarmen til lusa, vil de skyte ut sporoplasma (smittestoffet) via poltuben og inn i celler hos lakselusen. Parasitten smitter flere celletyper hos lakselus hvor bindevevsceller, hemocytter og satellittceller er noen av disse. Infiserte celler hos lakselus vokser kraftig i størrelse (hypertrofi) og hver celle kan sannsynligvis inneholde flere



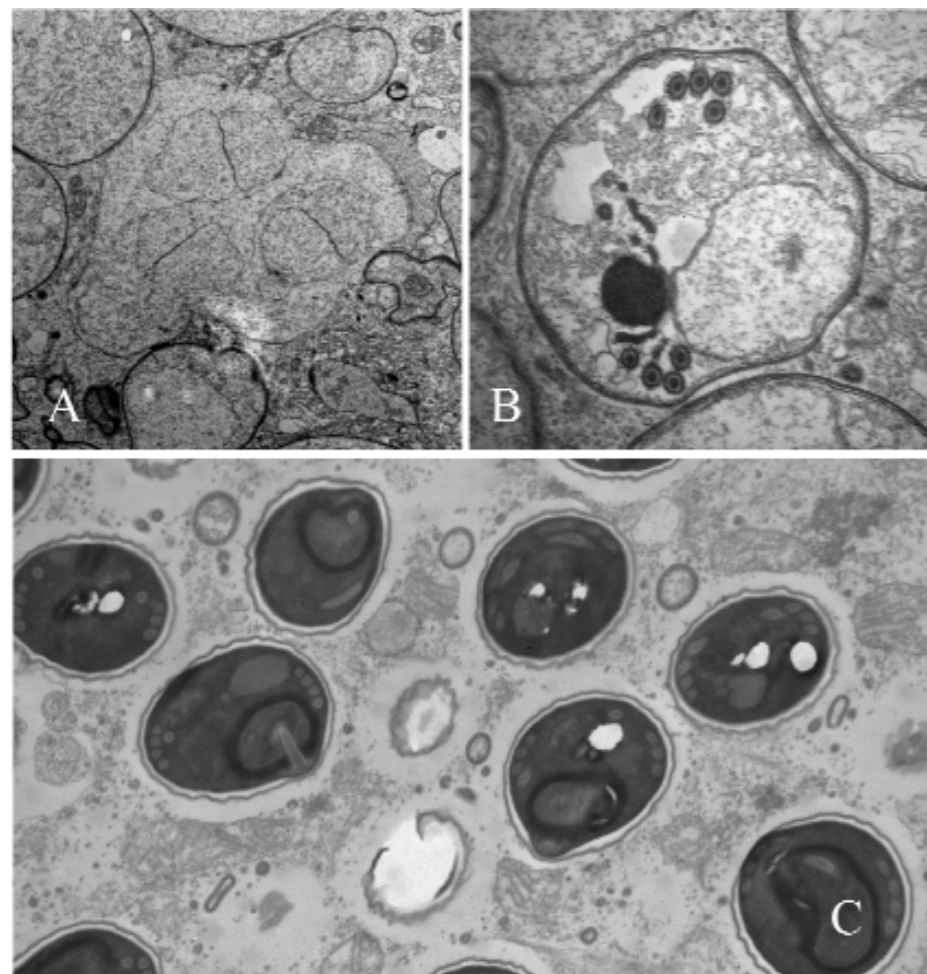
FIGUR 3 Utvikling av intranukleære sporer i epitelceller. A) Intranukleær meront stadium, B) intranukleær plasmodium, C) intranukleære spore.

tusen sporer. Det er vanlig å finne flere forskjellige utviklingsstadier i samme celle (figur 4). Det er rimelig å anta, basert på observert patologi, at denne parasitten kan redusere reproduksjonsevnen til lakselusa og ved tung infeksjon vil den sannsynligvis drepe lakselus. Vi har imidlertid også funnet normal utvikling av nauplier i eggstrenger fra tungt infiserte lus. Eggstrengene og naupliene har vært positiv for tilstedeværelse av parasitten uten at dette har hindret en tilsynelatende normal utvikling av luselarvene. Det at mikrosporidier kan overføres vertikalt, er tidligere vist for en rekke

andre arter mikrosporidier, og på bakgrunn av våre observasjoner kan det ikke utelukkes at denne parasitten kan spres via luselarver (figur 5). Hvis så er tilfelle, har denne mikrosporidien et betydelig spredningspotensial med mulighet for oppsmittning av oppdrettslaks og vill-laks langs norskekysten.

I smittetest er det vist at PT ikke smitter horisontalt fra laks til laks. Spredning av parasitten til nye individer av laksefisk er helt avhengig av lakselus som biologisk vektor. Smitteoverføring skjer ved at lakselus som beiter på laksen blir smittet eller overfører





FIGUR 4 Utvikling av PT i lakselus. A) Meronter, B) sporoblast, C) sporer.

TABELL 1 Forekomst av mikrosporidien PT i marine anlegg med sykdom i perioden 2003 - 2009. N = antall anlegg undersøkt. (+SAV, N=1) betyr at i et av anleggene var også SAV til stede i tillegg til mikrosporidien. +++ = tung infeksjon med PT.

Fylke	N	Mistanke om sykdom	Forekomst av PT	Annet agens
Rogaland	2	PGI	+++	
Rogaland	1	SAV HSMB	+++	
Hordaland	4	SAV	+++	(+ SAV, N=1)
Hordaland	1	CMS	+++	
Hordaland	5	PGI	+++	
Hordaland	1	Yersinose	(+)	Yersinia
Sogn og Fjord	1	HSMB/SAV	+++	(+SAV, N =1)
Sogn og Fjord	1	SAV	+++	
Sogn og Fjord	2	PGI	+++	
Møre og Rom	1	VHSV	+++	+ VHSV
Møre og Rom	1	ukjent	+++	
Sør Trønderl	2	HSMB	+++	
Sør Trønderl	1	SAV	(+)	Årsak ukjent
Troms	1	HSMB	+	Parvicapsula
Troms	3	Hudsår	Neg	
Finnmark	1	parvicapsulose	(+)	Parvicapsula
Fylke X	2	SAV	+++	

smitte til laksen. Oralt opptak av sporer fra lakselus synes ikke å kunne smitte laks. Kjente verter for PT er lakselus, «skottelus», laks, ørret og regnbueørret.

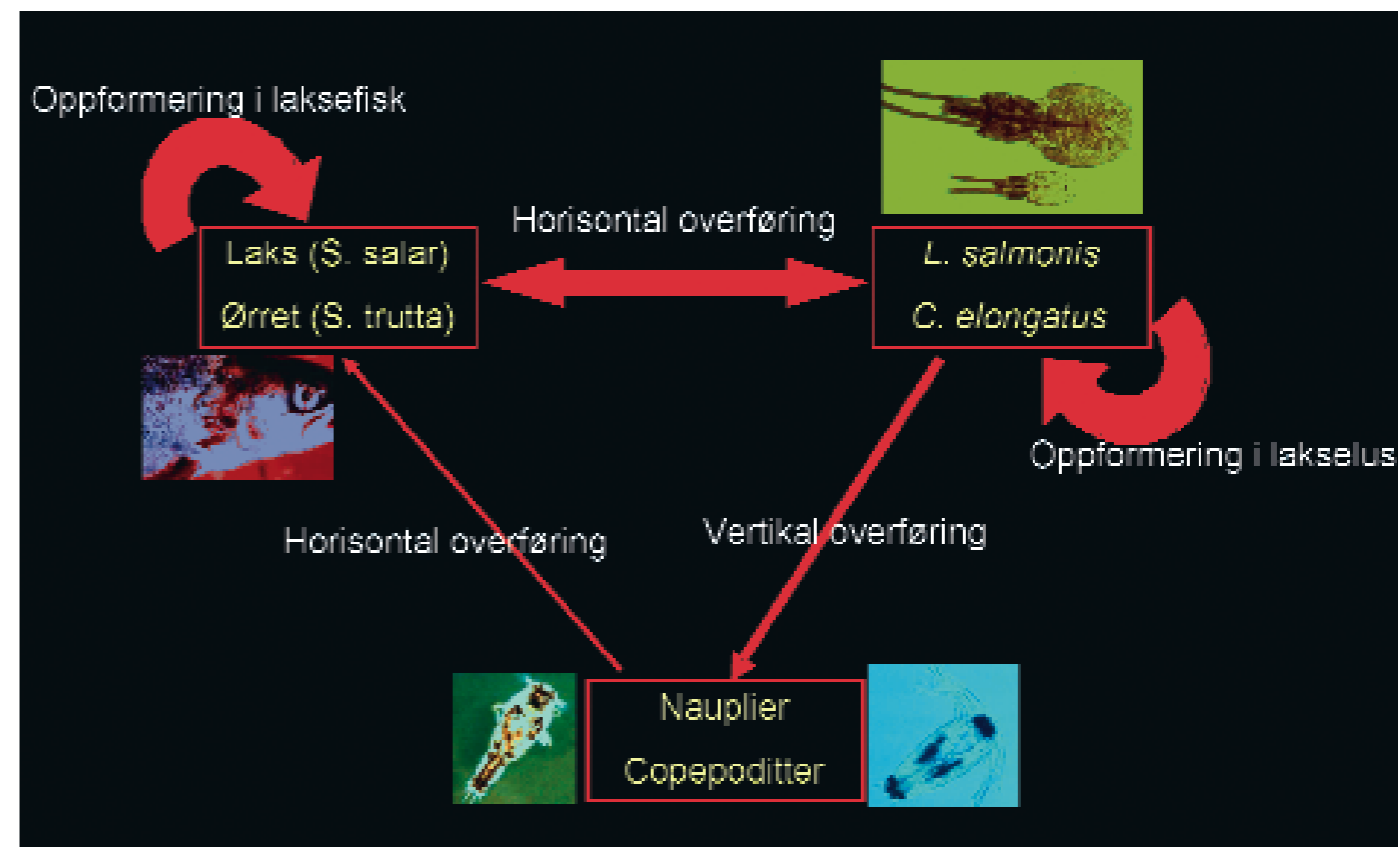
Hvilken betydning kan PT ha for oppdrett av laks?

PT er vanlig forekommende i alle vev og organer hos laks i oppdrett på Vestlandet og Trøndelag. Mikrosporidien er også svært vanlig forekommende hos lakselus og skottelus (*Caligus elongatus*) på laks i det samme området. Det er ikke klarlagt om smittet laks vil være livstidsbærere når de først er smittet eller om laksens immunforsvar kan nedkjempe infeksjonen. Foreløpig studier av oppdrettslaks har vist at fisk som settes i sjøen i mai – juni vil kunne bli smittet i perioden juli til oktober, og dødelighet assosiert med tilstedeværelse av PT forekommer hovedsakelig i perioden september til februar påfølgende år. Ny dødelighet i infiserte populasjoner kan også forekomme våren etter at fisken er satt i sjøen. I slike tilfeller finner en ofte en kombinasjon av PT og andre patogener. Mest vanlig er kombinasjonene mellom PT og salmonide alphavirus (SAV) eller virus assosiert med HSMB/CMS. Dødelighet, som et resultat av kombinasjonen av gjellebetennelse og PT, forekommer vanligvis om høsten.

Så langt har vi undersøkt syv smoltanlegg (ferskvann med eventuell sjøvannstilsetning) lokalisert i Sogn og Fjordane, Sør-Trøndelag, Nordland og Troms. Sykdommene i disse anleggene har vært Haemorrhagisk smolt syndrom (HSS), infeksjøs pankreasnekrose (IPN) og ett tilfelle av hjerteskjelettmuskelbetennelse (HSMB). Det har ikke vært mulig å påvise den nye mikrosporidien (PT) i denne fisken. Det ble påvist betydelige mengder med *Flavobacterium psychrophilum* i fisken med HSMB. Selv om antallet undersøkte smoltanlegg er få, vil det være rimelig å anta, på bakgrunn av spredning via lakselus, at parasitten er av liten eller ingen betydning i ferskvann.

Av 30 undersøkte marine anlegg med sykdom ble PT påvist i store mengder i 23 av disse (tabell 1). Mengden med PT i fisken, og histopatologiske undersøkelser av laks med samme mengde av PT, tilsier at denne parasitten er primær årsak til sykdom i de undersøkte anleggene. Dette støttes også av gjennomførte smittetforsøk med PT. Ingen av de fem undersøkte marine anlegg fra Troms og Finnmark hadde sykdom som kunne forklares med tilstedeværelse av PT. Fisk med HSMB i Troms var tungt infisert med *Parvicapsula pseudobranchicola*. Histologiske undersøkelser av denne fisken indikerte at en riktig diagnose sannsynligvis var parvicapsulose og ikke HSMB.

Studier av HSMB og CMS har vist at virus sannsynligvis spiller en rolle i sykdomsutviklingen, og det er hevet over enhver tvil at SAV-syken er assosiert med et salmonid alphavirus.



FIGUR 5 Livssyklus til PT

Likevel er det klart at i smittetforsøk gir ingen av de omtalte virus dødelighet og en tilsvarende patologi som det en kan observere i lakseanlegg. SAV-syken med påfølgende dødelighet kan fremprovoseres ved å påføre smittet laks et betydelig stress (lavt oksygen, kortikosteroider, osv.), mens det ikke har vært mulig å fremkalle betydelig dødelighet ved smitte av homogenat fra fisk med HSMB og CMS. Basert på undersøkelser av laksepopulasjoner med SAV-syke, HSMB og CMS på Vestlandet synes det klart at den nye mikrosporidien spiller en viktig rolle. Sannsynligvis svekker PT laksen

på en slik måte at andre patogener kan «blomstre opp» og bidra til sykdom og dødelighet i smittede populasjoner. Det primære agens synes i de fleste tilfeller å være PT.

En lang rekke patogener (flagellater, amøber, bakterier og virus) er assosiert med gjellebetennelse hos laks, men i de fleste tilfeller med høy dødelighet synes PT å være primær årsak og andre patogener kun sekundære.

På tross av overbevisende empiriske data vil det likevel være nødvendig å gjennomføre smittetforsøk hvor en benytter en kombinasjon av PT og andre patogener assosiert med syk-

dommene PGD, HSMB, CMS og SAV-syke. De første av disse forsøkene vil bli gjennomført høsten 2009.

Litteratur

Nylund S, Nylund A, Watanabe K, Arnesen CE, Karlsbakk E (submitted). Paranucleosporidion n.gen, n.sp. (Microsporida, Enterozoozoonidae) with a life cycle in the salmon louse (*Lepeophtheirus salmonis*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*).

**VI SPONSER KRAFTTAKET MOT LAKSELUSA!**




Telefon 74 22 19 90 | post@bjoroya.no
Telefon 74 39 75 80 | post@mnh.no



# Få kontroll på lusa med helhetlig bekjempelsesstrategi

Lusekamp er mer enn avlusing. En systematisk, helhetlig bekjempelsesstrategi (IPM) vil gi lavere produksjonskost, mindre legemiddelbruk og redusert risiko for resistens. Metoden har vært brukt med hell i landbruket de siste 50 årene.

Av **EVY KALLELID, SKRETING, JULIA MULLINS, SKRETING AQUACULTURE RESEARCH CENTRE OG MARGUNN SANDSTAD, SKRETING**

På 1950-tallet fikk landbruket oppleve at sprøytemidler kunne være et tveegget sverd. Bruken gikk i været og sammen med den kostnadene, miljøbelastningene og utviklingen av resistens. Mottiltaket ble starten på Integrated Pest Management (IPM) (van Emden, 2007, Hendrichs et al., 2007).

IPM er en sammensatt pakke av tiltak mot insekter og parasitter. Landbruket har brukt den med hell siden da, med et kraftig oppsving på 1970-tallet. I 1992 ble den skrevet inn som anbefaling i sluttokumentet fra FN's utviklingskonferanse i Rio de Janeiro (Hendrichs et al., 2007), og i FAO har 185 medlemsland ratifisert en erklæring som sier at IPM er den anbefalte metoden mot skadedyr (FAO, 2003).

## Opplagt parallell landbruk-havbruk

Havbruk har møtt mye av den samme parasittutfordringen som landbruket, særlig med lus. Lusemidlene har vært effektive, men ensidig, og høy bruk kan gå ut over økonomi og miljø og føre til resistens.

Denne artikkelen viser hvordan vi kan gjøre lusekampen mer effektiv med Helhetlig bekjempelsesstrategi (IPM). Det vil bidra til

- mindre lus
- mindre resistens
- redusert legemiddelbruk
- færre avlusinger
- mindre miljøbelastning



**Forebygging, organisatorisk kontroll, biologisk kontroll og kjemisk kontroll, er alle elementer i en helhetlig bekjempelsesstrategi. Bruk av fôr med funksjonelle ingredienser som øker fiskens evne til å avvise lus, er et viktig forebyggende tiltak. Foto:Skretting.**

- reduserte fiskehelse relaterte stressfaktorer og produksjonskostnader

## Elementene i IPM

IPM er satt sammen av flere samsvarende tiltak. Flere elementer i en IPM-strategi er allerede på

plass i dagens oppdrettsnæring, og tabell 1 viser hvordan disse er relevante for lusebekjempelse.

### Forebygging

Formålet med forebygging er å redusere risiko og alvorlighetsgrad ved lusepåslag. Noen tiltak er generelle og andre spesifikke for anlegg eller region.

### Lokalisering av anlegg/sonerinndeling.

Vanntemperatur og salinitet har betydning for lusepåslag. Vanndybde, tidevann, strøm- og bunnforhold vil påvirke kvaliteten på lokaliteten og fiskens generelle helsestatus. Lokalisering av anlegg i forhold til smittekilder som andre anlegg eller områder der villfisk samles, er også viktig.

**Brakklegging.** Minst seks uker uten fisk i anlegget. Brakklegging ut over seks uker gir ikke økt effekt i forhold til lusepåslag. Brakklegging må koordineres mellom anlegg i et område.

**Atskilte årsklasser og «alt inn, alt ut»-strategi** er forebyggende tiltak som reduserer lusepress og risiko for smitte mellom eldre fisk og smolt

**Tetthet.** Det er ikke påvist sammenheng mellom tetthet og relativt lusepåslag, men økt tetthet betyr flere lus i anlegget fordi lusa finner flere verter.

**Rene nøter.** God vannsirkulasjon reduserer lusepresset ved å forebygge opphoping av luse larver i merdene.

**Svimere og dødfisk.** Svak fisk tiltrekker seg infeksjoner, inkludert lusepåslag. Både svimere og dødfisk bør fjernes og destrueres hver dag.

**Genetikk.** Seleksjon for økt resistens mot lusepåslag har fått økt fokus og kan være et viktig forebyggende tiltak. Arvbarheten ser ut til å være omtrent like høy som for andre egenskaper. Den er rapportert i området 0,16–0,22 (Jones et al, 2002).

**Stressreduksjon.** Stress øker mottakelighet for lus og sykdom generelt.

**Helsefôr.** Flere forsøk viser at funksjonelle ingredienser i helsefôr øker fiskens evne til å avvise lus. Et forsøk med helsefôr tilsatt sol-sikkemel og betaglukaner ved Nofima Marin ga en total reduksjon i lusepåslag med 43 prosent sammenlignet med kontrollfôr\*. Med et så stort potensial for effekt bør forebyggende helsefôr ha en naturlig og sentral

plass i en helhetlig bekjempelsesstrategi. Tabell 2 viser eksempel på anbefalt bruk av helsefôr i en helhetlig bekjempelsesstrategi.

**Organisatorisk kontroll** er en viktig del av IPM. I forhold til lus har havbruket mange slike tiltak på plass, både internt per selskap, gjennom helsenettverk og bransjeforeninger, og via myndighetene. Et godt eksempel er Mattilsynets luseaksjoner med fastlagt timing og definerte behandlingstærskler. Koordinert overvåking og avlusing i hele fjordsystemer øker effekten betraktelig. På sikt vil det kunne redusere lusebestanden og gjøre presset mindre, slik for eksempel Hardanger Fiskehelsenettverk har fått til i Hardangerfjorden.

Målet for IPM er ikke total utryddelse av lakselus. Det er ikke realistisk og heller ikke ønskelig ut fra økologiske vurderinger. En hovedaktivitet i IPM er derfor kontroll og overvåking med beredskap for å sette i verk tiltak ved definerte nivåer.

Informasjonsinnhenting og analyse av data vil vise strategiske behandlingstidspunkt – de periodene der det er viktigst å sette inn tiltak og der de vil ha størst effekt.

Systematiske lusetellinger er den viktigste formen for overvåking. Disse må gjennomføres med gode metoder, og personalet på anlegget må ha opplæring i gjennomføringen. Det innebærer blant annet at de må kunne skille lusearter og de forskjellige lusestadiene fra hverandre fordi det har betydning for hvilken behandlingsmetode som kan brukes. Tidsserier med tellingsresultater viser utviklingen over året og gir et lokalt bilde av lusesituasjonen i anlegget. Dette bildet vil være grunnlaget for en behandlingsplan.

**Kjemisk kontroll** har gått gjennom en kraftig utvikling slik at det nå finnes effektive midler

## TABELL 1

Elementer i helhetlig bekjempelsesstrategi og deres relevans for bekjempelse av lakselus

• Forebygging	avl for resistens mot lus, eventuelle framtidige vaksiner, forebyggende bruk av funksjonelle helsefôr
• Organisatorisk kontroll	systematisk lusetelling og nøyaktig identifikasjon av art og stadium, tiltaksgrenser for behandling, metoder, lovgivning osv.
• Biologisk kontroll	behandling med leppefisk
• Kjemisk kontroll	riktig bruk og alternering av legemidler, oralt og bad

## TABELL 2

Anbefalt bruk av helsefôr for å øke fiskens evne til å avvise lus

• Forebyggende	kontinuerlig i minimum fire uker i perioder med økt risiko for lusepåslag (tidlig vår og sensommer/tidlig høst). Føring i lengre perioder anbefales i områder med nedsatt følsomhet for behandlingsmidler.
• Før behandling	minimum to uker før oral-/badebehandling
• Etter behandling	minimum fire ukers føring umiddelbart etter badebehandling og etter oralbehandling med midler som ikke gir beskyttelse utover behandlingsperioden, som bademidler og orale midler med teflubenzuron/diflubenzuron. Orale midler med emamectin benzoat gir beskyttelse mot lus 8–10 uker etter behandling. Derfor anbefales helsefôr brukt minimum fire uker med start først 6–8 uker etter avsluttet oral behandling.

som er enkle å bruke. Faren er at ett foretrukket middel blir brukt så mye at det fører til resistens, slik det blir rapportert om i økende grad.

Per april 2009 er det kun ett oralt middel på markedet. To andre er på vei inn igjen. Antall

bademidler og andre behandlingsmetoder er også begrenset. Å forlenge levetiden på disse er dermed svært viktig. Det er tankevekkende at de første rapportene om nedsatt følsomhet på orale midler kom allerede etter åtte år. Dette er

## NetKem Notimpregnering

I 1985 ble Netrex A.F. nå mest kjent under navnet Netwax NI 3, lansert som Norges første vannbaserte notimpregnering. Netwax NI 3 har etterhvert fått følge av flere produkter som Netwax T4 Anti-bite og Netwax NI Gold.

### Netwax NI 3

Fortsatt på topp etter mer enn 20 år på markedet. Norges mest solgte notimpregnering i flere år.

### Netwax T4 Anti-bite

Patentert spesialimpregnering for forskoppdrett. Patent nr. 320808

### Netwax NI Gold

Sensitiv generasjon notimpregnering og vår beste impregnering nåværende. Gir optimal beskyttelse.

For handleere: Frøya Havbrukservice AS - H.G. Oppdrettservice AS - Helnessund Sæteri AS  
Hepsøe Fiskeoppdrett AS - Morefisk AS, Sørisk - Morefisk Hammerfest AS - Morefisk Kamund AS  
Selsfød AS, Måløy - Selsfød, øst. LNT (Sæviwax) - Selsfød, øst. Solund - Øksningan Nofima AS

**Produsent: NetKem AS - Telefon 66 80 82 15 - www.netkem.com**

Foto: Per Eirik Skår



## forebygging

langt kortere tid enn det som trengs for å få nye midler på markedet, og per i dag er det ingen nye produkter på vei inn.

Det er helt nødvendig å ha en behandlingsplan for hele generasjonen. Valg av behandlingsstrategi og preparat skjer som regel i samarbeid mellom oppdretteren og fiskehelsestjenesten. I denne prosessen er det svært viktig å vise ansvarlighet i alle forhold som kan føre til resistens. Ved bruk av legemidler er det et hovedprinsipp at det må alterneres mellom produkt slik at det aldri blir utført mer enn to behandlinger med samme middel. Unngå fortsatt bruk av behandlingsmidler som viser nedsatt effekt. Bytt om mulig til andre midler og test lusa for resistens ved bioassay.

Midlene må brukes etter de anvisningene som gjelder for distribusjon, dose og behandlingstid. Hele anlegget må behandles samtidig for å minimere risiko for reinfeksjon. Dette prinsippet bør utvides til koordinert avlusing i hele fjord-/strømsystemer.

All bruk av legemidler krever reseptbelagte midler som må skrives ut av veterinær. Ansvar for rett bruk av midlene ligger i dag først og fremst hos oppdretteren. Dyrehelsepersonell har imidlertid et særskilt ansvar for å gi oppdretterne riktig opplæring og kunnskap. Dette ansvaret bør også utvides til å gjelde aktiv deltakelse under behandlingen og oppfølging av resultatet.

**Biologisk kontroll** gjennom gode driftsrutiner er velkjent i norsk havbruk.

Leppefisk som beiter på lus i bevegelige stadier er nå kjent og anerkjent. Det er viktig at leppefisken kommer fra lokale bestander og at uttaket er bærekraftig. Fisken må helseundersøkes før den settes ut, og den trenger gjemmelsteder i merden.

### Tiltak mot resistens

Et av de viktigste tiltak mot resistensutvikling er å alternere mellom alle midler og metoder som har effekt. Som nevnt ovenfor finnes det bare et begrenset antall midler mot lakselus, og det er ikke kjent at nye er på vei inn. Helt parallelt med tilsvarende historiske situasjoner i landbruk er det den siste tiden rapportert eksempler på nedsatt følsomhet for både bademidler og orale midler. Denne utviklingen er det svært viktig å motvirke, blant annet med økt bruk av ikke-medikamentelle tiltak som helsefôr og leppefisk.

Tiltaksgrenser for behandling er viktige når man snakker om tiltak mot resistens. Disse må settes lave nok til å sikre effektiv behandling. Dersom de imidlertid settes for lavt kan de føre til unødvendig behandling, noe som er dyrt, gir negativ miljøpåvirkning og høyner risikoen for resistens.

### Oppsummering

Helhetlig bekjempelsesstrategi (IPM) er utviklet i landbruket over en periode på mer enn 50 år. Strategien integrerer forebyggende, kjemiske, biologiske og organisatoriske tiltak. Brukt mot lus i havbruk kan IPM gi redusert lusepress med miljøgevinster og omdømmefordeler. For oppdretteren kan det bety økonomisk gevinst i form av lavere produksjonskost fordi det vil bli mindre bruk av kostbare avlusningsmidler.

\*) Forsøket er beskrevet av Ståle Refstie i en egen artikkel i dette temanummeret.

### Referanser

- FAO Food and Agricultural Organization of the United Nations: International code of conduct on the distribution and use of pesticides (revised version), FAO 2003
- Hendrichs, J.; Kenmore, P.; Robinson, A. S.; Vreysen, M. J. B.: Area-wide integrated pest management (AW-IPM): Principles, practice and prospects. Area-wide control of insect pests: from research to field implementation. 2007
- van Emden, H. E.: Integrated pest management and introduction to IPM case studies. Aphids as crop pests. 2007. 537–548.

## Mainstream Norway AS er med i kampen mot lusa!



MAINSTREAM

8286 NORDFOLD  
Telefon: 23 68 55 00  
Telefax: 23 68 55 99  
Email: post@mainstream.no

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

Grieg  
Seafood



## Grieg Seafood - One of the world's leading salmon and trout farming companies

Grieg Seafood is one of the world's leading salmon and trout farming companies with operations in Norway, the Shetlands (UK) and British Columbia, Canada with a total annual production capacity of more than 80,000 tonnes gutted weight. Based on the sustainable use of natural resources, our aim is to produce high quality seafood for discerning customers and to generate value for our shareholders.

### Main + Hqs

Grieg Seafood ASA  
Tel: +47 55 57 66 00  
Fax: +47 55 57 69 70  
Email: [info@griegseafood.no](mailto:info@griegseafood.no)  
[www.griegseafood.no](http://www.griegseafood.no)

### Sales Office Norway

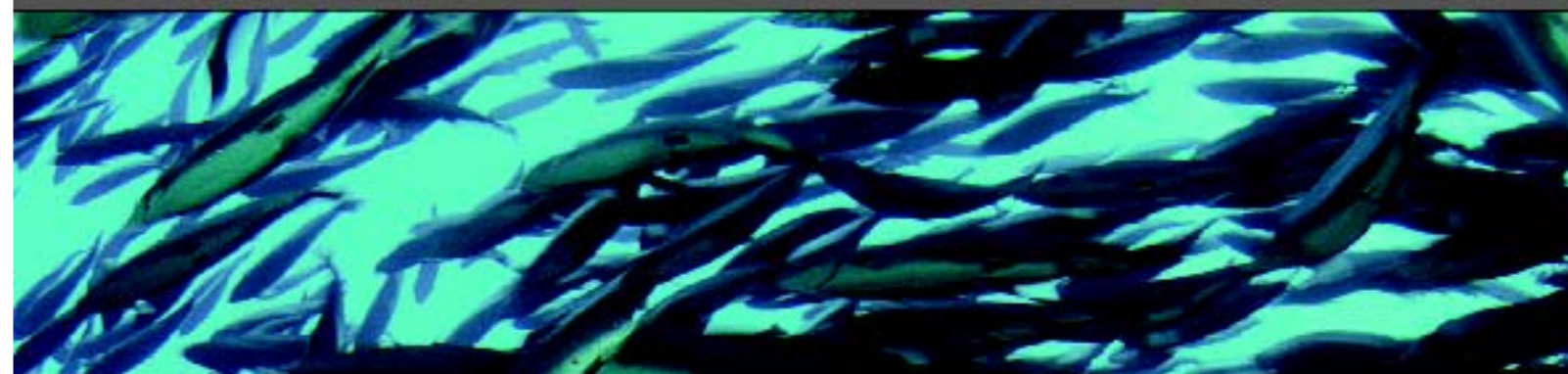
Grieg Seafood Finnmark AS  
Tel: +47 78 44 95 95  
Fax: +47 78 44 95 96  
Email: [sales@griegseafood.no](mailto:sales@griegseafood.no)  
[www.griegseafood.no](http://www.griegseafood.no)  
[www.bluesiber.no](http://www.bluesiber.no)

### Sales Office UK

Grieg Seafood Hjalte Ltd UK Ltd  
Tel: +44 1595 74 1800  
Fax: +44 1595 74 1806  
Email: [info@shetlandproducts.co.uk](mailto:info@shetlandproducts.co.uk)  
[www.shetland-products.com](http://www.shetland-products.com)  
[www.griegseafood.co.uk](http://www.griegseafood.co.uk)

### Sales Office Canada

Collins & Burke Ltd  
Tel: +1 (604) 669 3741  
Fax: +1 (604) 669 9732  
Email: [blair.collins@collbur.com](mailto:blair.collins@collbur.com)  
[www.griegseafood.ca](http://www.griegseafood.ca)



[WWW.GRIEGSEAFOOD.NO](http://WWW.GRIEGSEAFOOD.NO)



# Samordnet lusestrategi rundt Namsenfjorden

TRUDE BAKKE JØSSUND, MARINE HARVEST OG  
HARRIET ROMSTAD, NAMSOS FISKEHELSE

Artikkelen beskriver en samordnet lusestrategi som oppdrettere i tre kommuner har gått sammen om. Anleggene ligger dels i eller nær Namsenfjorden, som er en nasjonal laksefjord og et naboskap som stiller krav til effektiv lusekontroll. Det har tidligere vært gode resultater av felles lusestrategi, men man opplever nå en periode med dårlig følsomhet og resistens mot lusemidler.

Vi har tidligere opplevd en bølge av resistens hos lakselus i Norge. Forrige periode med omfattende problemer var i 1991, da det oppsto resistens mot det eneste lusemidlet som var på markedet, Nuvan. Problemet initierte en felles strategi i det området som omtales her, og omfattet bruk av leppefisk til smolt, felles samkjørt vinter-/våravlusing og overvåkning gjennom lusetellinger (T.B.Jøssund, Norsk Vet.Tidsskrift 1995-3). Hydrogenperoksyd ble brukt som viktigste bademiddel fra 1992 til 1996. Azametifos (Salmosan) og kitinhemmere (Ektobann, Lepsidon) ble bare brukt en kort periode i hhv. 1994 og 1997-98. Pyretroider (først Excis, deretter Alphamax og Betamax) ble tatt i bruk som bademiddel fra 1996, og emamektin (Slice) som lusefor fra 2000. Etter introduksjon av Slice, ble bruken av leppefisk etter hvert avviklet. Badebehandling ble tidligere utført både med hel presenning og skjørt, men de siste årene har skjørt overtatt som metode for badebehandling.

Lusetallene var tidligere høyere enn i dag, spesielt på stor fisk på ettersommer-høst (T.B.Jøssund, Norsk Vet.Tidsskrift 1995-2). Etter gjennomføring av samlet strategi for lusebekjempelse fra 1992, gikk lusetallene gradvis nedover og området har hatt lave lusetall i mange år. De to siste årene har nivået vært stigende i noen anlegg i takt med nedsatt følsomhet for lusemidler. Det første tilfelle av nedsatt følsomhet og etter hvert resistens for pyretroider ble registrert i 2007. I 2008 ble det påvist nedsatt følsomhet for Slice.

Selv om generasjonsadskillelse har vært gjennomført på lokalitetsnivå, har det innenfor områder med problemer stått både vår- og høstutsett av forskjellige årsklasser på ulike lokaliteter. Det har vært foretatt felles vinter-/våravlusing, men bruken av lusemidler har



De siste 1,5 årene har Marine Harvest, Salmar og Bjørøya Fiskeoppdrett, som har lokaliteter i eller nær Namsenfjorden, samarbeidet for felles områdebruk og lusestrategi.

ikke vært samkjørt på andre tider av året.

Det finnes ingen nye preparater på markedet i dag. Ved nedsatt følsomhet for pyretroider og Slice, må tidligere brukte midler hentes frem igjen. Salmosan er allerede tatt i bruk, og hydrogenperoksyd er under utredning. Kitinhemmere forventes å komme på

markedet igjen. Felles for disse gamle midlene er at de ikke virker like godt på alle lusestadier, noe som kan begrense varigheten av behandling. Det ble utviklet resistens mot enkelte av dem, f.eks. Salmosan, sist det ble benyttet i Norge, og resistent lus ble funnet flere år etter at stoffet var tatt ut av bruk (Tor

Einar Horsberg, pers.med.). Det er derfor knyttet stor usikkerhet til hvor lenge slike midler vil opprettholde effekten når bruken nå gjenopptas. Det er for øvrig verdt å merke seg at dagens luseforskrift med strenge krav til lusenivå, er laget i en tid da vi har hatt midler med god (og for Slice langvarig) effekt på alle lusestadier.

Parasitter i naturen er eksperter på kjemisk krigføring, og vil over tid utvikle mekanismer for å unngå påvirkning av medikamenter vi bruker mot dem. Lusebekjempelse kan derfor ikke baseres på bruk av kjemiske midler alene, spesielt ikke når man nå bare rår over gamle våpen.

Like sikkert er det at luseproblemet ikke kan løses på lokalitetsnivå. Luselarver spres over store avstander, og generasjonsadskillelse må over fra å være lokalitetsbasert til å bli områdebasert.

Siste 1,5 år har derfor Marine Harvest, Salmar og Bjørøya Fiskeoppdrett, som har lokaliteter i de tre aktuelle kommunene i Trøndelag, samarbeidet for felles områdebruk og lusestrategi. Den bygger på følgende tiltak:

## Generasjonsadskillelse («alt ut-alt inn») på områdenivå:

- Det er opprettet fire fellesområder, som vist på kart. Inndelingen er naturlig geografisk og bygger på erfaring med hvilke områder som påvirker hverandre. Avstand mellom nærmeste lokaliteter i ulike områder er 10–24 km. Erfaringer så langt viser at fem km ikke har vært nok for å hindre smitte av lus med nedsatt følsomhet mellom lokaliteter. Det er for øvrig behov for mer kunnskap om strømpåvirkning over større avstander, og disse områdene inngår i et prosjekt der strømmålinger foretatt for enkeltlokaliteter sammen med andre relevante data skal danne grunnlag for strøm-moduleringer og strømkart.
- Det settes ut samme generasjon i det enkelte fellesområde, og det blir bare utsett annet hvert år. Dette kan gjennomføres ved at man øker størrelse på utsettene på enkeltlokaliteter. Slike store utsett forutsetter bruk av store enheter og at man har lokaliteter i flere områder å alternere med.
- Områdene brakklegges ca. en måned (150–200 døgngrader) etter utslaktning før ny smolt settes ut i området. Det vil være vanskelig å gjennomføre lenger brakkleggingstid på områdebasis, og ut fra laboratorieforsøk skal dette være tilstrekkelig for å sikre at luselarver i sjøen dør ut før nye vertsfisker introduseres (Karin Boxaspen, pers.med.).

## Leppefisk

- Det er forventet at samkjørt områdebruk vil redusere behovet for kjemisk behandling mot lakselus, spesielt tidlig i produk-

## Plan for områdebrakklegging og samkjørte generasjonsutsett rundt Namsenfjorden



sjonssyklus. I tillegg er leppefisk igjen tatt i bruk, og vil bli brukt til vårsmolt og ev. 1,5-åring. Det vil bare være aktuelt med lokalfanget leppefisk, dvs. i første rekke bergnebb. Det er dårlig erfaring med å

innføre leppefisk fra andre områder pga. sykdommer med dødelighet på leppefisk. Overføring av biologisk materiale fra andre områder er heller ikke ønskelig pga. smittefare for laks.



## forebygging

### Planmessig og optimal medikamentbruk

- Samkjørt medikamentbruk, slik at man bruker samme middel på alle lokaliteter i samme område samtidig, er utgangspunktet. Ved utsett av samme generasjon i samme område, vil slik samkjøring komme naturlig. Hele anlegg behandles under ett, og klattbehandling unngås. Det lages en plan for rotasjon av midler med ulik virkningsmekanisme gjennom generasjonssyklus. Slice vil maksimalt bli brukt to ganger og forutsatt god følsomhet.
- Behandlingsopplegg som gir svært lave lusenivåer fra våren av, vil bli videreført.
- Behandling skal gjennomføres så optimalt som mulig, slik at man sikrer tilstrekkelig konsentrasjon av lusemiddel i lang nok tid. De anleggene som tidligere brukte hel presenning, har tatt i bruk denne avlusningsmetoden igjen, også for stormerder. Avlusning i brønnbåt benyttes når det er mulig, og metode for oppsamling av luselarver er under utredning. Ved bruk av skjørt, er det fokus på opplining, langt nok skjørt og god overlapping samt etterdosering. Ved bruk av lusefôr er det lagt opp til kvalitets-sikring av fôringsopplegg før behandling for å sikre god fordeling til all fisk. Prøver av fôr og behandlet fisk fryselagres rutinemessig for å utrede årsak ved ev. dårlig behandlingseffekt.

- Bioassay er etablert for å følge utviklingen for følsomhet i området og for å unngå bruk av midler som ikke kan forventes å gi tilstrekkelig effekt. Testing av ubehandlet smolt vil gi informasjon om arvelig resistens i et område. Forsøksbehandling i mindre kar (ca. 2 m<sup>3</sup>) er tatt i bruk som supplement til laborietesting av følsomhet på enkelte lokaliteter.

### Utveksling av lusedata mellom anlegg

- Det er enighet om åpenhet og utveksling av data vedrørende lus, dvs. lusetall, behandling og effekt av behandling, samt tester for følsomhet (f.eks. bioassay). Det er egen hjemmeside under etablering for å lette denne dataflyten.

### Tiltak som hindrer etablering av luselarver i anlegg

- Områdene har i lang tid hatt god dokumentasjon på strømforhold på lokaliteter, med avvikling av lokaliteter som gir bakevjer og lang oppholdstid for frittlevende luselarver.
- Nærvær av organisk materiale kan ha betydning for overlevelse av luselarver, og det vektlegges gode rutiner for notvask eller bruk av miljønøter.

Det er ikke gjort i en håndvending å snu om på utsettplaner. Disse kommunene har imidlertid gode forutsetninger for samordnet områdebruk fordi det er få selskaper her, og de har tilgang til lokaliteter i flere områder. Felles områdebruk forventes ferdig etablert i løpet av 2010. I det området som har hatt størst problemer, vil det ikke bli satt ut smolt i 2009. I et annet område der felles generasjonsbruk allerede er etablert, er det ikke påvist kjønnsmodne hunnlus og 0,02 lus i snitt av andre lusestadier etter ni måneder i sjø uten behandling.

En forutsetning for å lykkes, er at man etter brakklegging får tilførsel av følsom lus. Det er viktig at resistensproblemene avgrenses og ikke griper om seg til å omfatte store deler av kysten. Forutsatt at tilsvarende tiltak iverksettes i andre områder som har nedsatt følsomhet for lusemidler, er det nå god tro på at man skal klare å snu utviklingen mot resistens og ta vare på de midlene man har til rådighet inntil eventuelle nye blir tilgjengelig. Den helhetlige strategi som er iverksatt vil sikre at man har forutsetning for lang levetid for nye preparater, når de kommer. En slik struktur på oppdrettsvirksomheten vil også gi større robusthet i forhold til opptreden av smittsomme sykdommer som ILA.

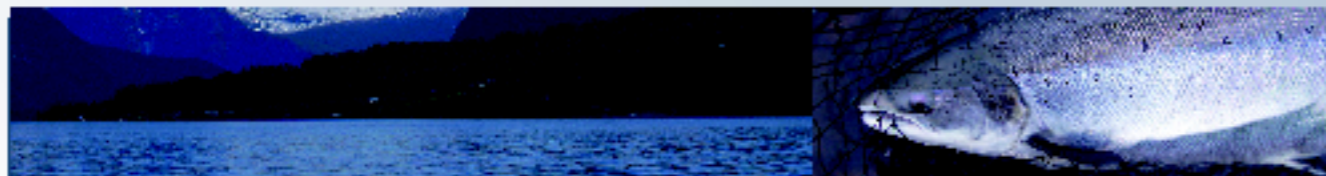
## Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger

NINAs avdeling for akvatiske økologi i Trondheim har 45 ansatte som jobber innen marin økologi, ferskvannøkologi og biologisk mangfold.

NINA har lang erfaring fra forskning og overvåkning opp mot havbruk – bl.a. lakselusovervåkning siden 1992, overvåkning av reomt oppdrettsfisk og sykdomsovervåkning.

Vi er opptatt av å finne løsninger i samarbeid med industrien, forvaltningen, forskningen og samfunnet rundt oss.

Kontaktinformasjon:  
Odd Tarje Sundt ind • forskningsjef • oddtsundt.ind@nina.no  
Bengt Finstad • prosjektleder • bengtfinstad@nina.no  
Telefon: 73 80 14 00 • <http://www.nina.no>



Norsk institutt for naturforskning



Veterinærmedisinsk  
Oppdragsenter AS

Ullevålevn. 68  
Postboks 300 Sentrum  
0103 Oslo  
Tlf 22 96 11 00  
Faks 22 96 11 25



## Distributør av vaksiner, lakselusmidler, bedøvelses- og desinfeksjonsmidler til norsk havbruk

### VESO tilbyr også:

- Sinitte forsøk på fisk (VESO VIKAR)
- Spesialkompetanse innen bekjemping av parasitter på fisk
- Måling av følsomhet for lakselusmidler
- Gjennomføring av forsøk med lakselus

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



# Stor tro på fellesavlusninger

Samordnete avlusninger er den eneste veien å gå for å holde lusetalene lave, mener Hardanger Fiskehelsenettverk. Det er også standpunktet selv mens lakslusen viser spredte tegn på å bli mer tolerant overfor bekjempingsmidlene.

Av PÅL MUGAAS JENSEN OG RANDI GRØNTVEDT

Hardanger Fiskehelsenettverk (HFN) ble stiftet i 2003 først og fremst for å få til en felles og koordinert avlusningsstrategi i Hardangerfjordbassenget. Ideen ble adoptert av Mattilsynet, og en større fellesavlusning på hele Vestlandet sør for Hustadvika har blitt gjennomført i vinter. Men samtidig truer resistensspørsmålet. Et par tilfeller av Slice-resistens ble rapportert fra Trøndelag i fjor. I år er det så langt kommet inn meldinger om flere nye tilfeller, alle på Vestlandet. På grunn av dette, og ikke på tross av dette, mener HFN det er viktigere enn noen gang å foreta store fellesavlusninger.

– Allerede på det første møte i HFN ble det å utsette resistensproblematikken trukket fram som en viktig faktor i hvorfor man skulle ha et slikt fiskehelsenettverk, forteller kontaktperson Ragnhild Malkenes og tidligere styreleder i HFN, Randi Haldorsen.

Ved at alle avluser samtidig minsker man muligheten for at anlegg hele tiden smitter hverandre og man dermed må behandle ofte. Og at fellesavlusningene har virket, er de ikke tvil om.

– Det menet vi at vi kan dokumentere godt. De første årene var det av ulike årsaker flere som ikke deltok, og av lusetellingene kan man se at disse har flere lus i månedene etter.

Fellesavlusningene som ble gjennomført begynte 15. desember med bruk av det oralbaserte midlet Slice på fisken som ble satt ut i 2008. Fra den 15. januar ble det satt i verk badbehandling på den større fisken, og på den fisken som Slice eventuelt hadde virket dårlig på. Målet var å ha minimalt med lus i anleggene i april.

Statistikken fra [www.lusedata.no](http://www.lusedata.no) viser at nivået av både fastsittende og bevegelige lus har gått ned sammenlignet med i fjor. Antall fastsittende i uke 21 og 22 i 2009 var 0,05 lus per fisk, sammenlignet med 0,45 i fjor. Når det gjelder bevegelige lus har antallet per fisk gått ned med 84 prosent i uke 21 og 22. I år



Kontaktperson i HFN, Ragnhild Malkenes og initiativtaker av og tidligere styreleder i fiskehelsenettverket, Randi Haldorsen er glad for at Mattilsynet har adoptert HFNs fellesavlusningsstrategi til å gjelde store deler av Vestlandet. – Med tilfeller av resistens og behandlingssvikt mot lakselusmidler hos lusen er det viktigere enn noen gang å samordne lusekampen, sier de.

ble det funnet 0,2 fastsittende lus sammenlignet med 1,23 lus i samme periode i fjor. Mengden med voksne hunnlus forblir det samme som i fjor, og ligger på 0,07 lus per fisk. Selv om det ikke er noen forandring, ligger tallene godt under grensen som vil bli gjeldende i den nye luseforeskriften.

## Forholdet til villfisken

For én ting er å få lusetalene ned i anleggene for oppdrettsfiskens del, men likeså viktig er det å hindre at villfisken får problemer når smolten skal vandre ut i havet i april/mai.

– I 2008 klarte vi å holde svært lave tall da den ville laksesmolten vandret ut. Men vi så at den vandret ut tidligere enn normalt, trolig på grunn av høyere sjøtemperaturer. Derfor er det ekstra viktig at vi holder smittepresset nede i april og mai. (legg til figur om resultatet fra vinteravlusning 2006/2007)

Når det gjelder sjørretten var situasjonen i 2008 en del verre. I motsetning til laksen som bare svømmer forbi anleggene og så stikker til

havs, oppholder ørreten seg i fjordbassenget hele tiden, før den går opp i elven igjen. Dermed er den mer følsom for lus i en lengre periode.

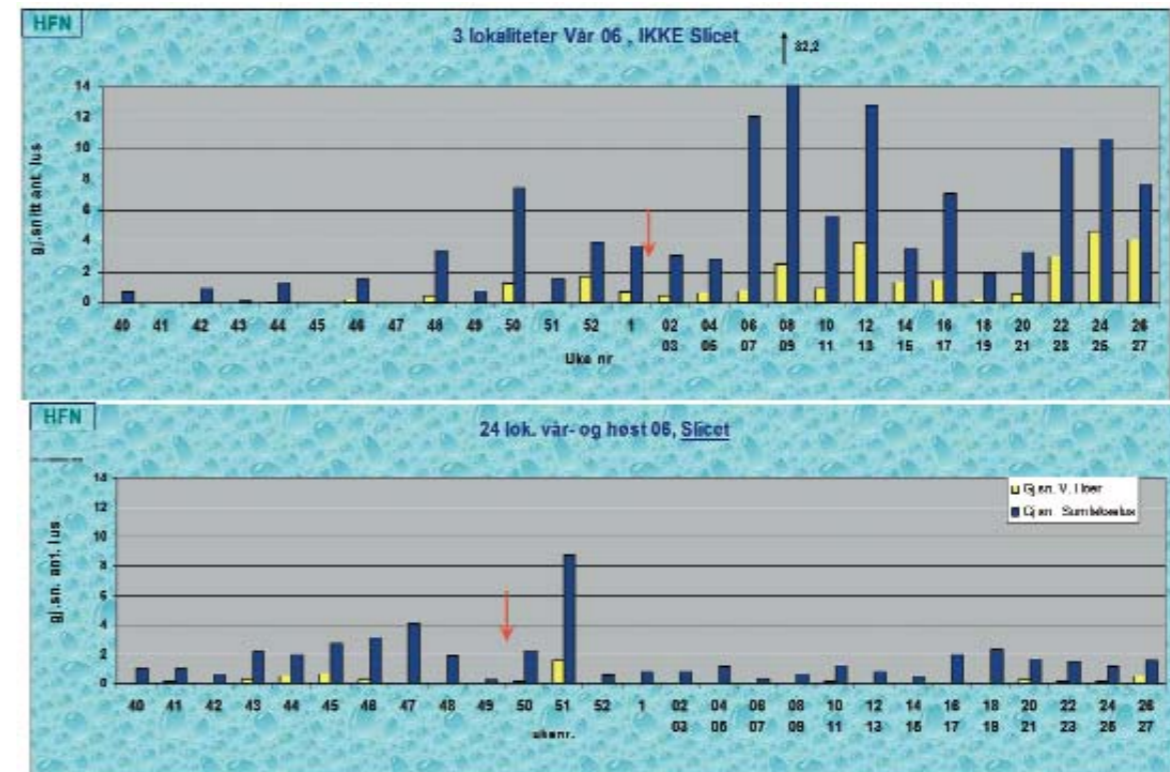
– Nå skal det jo sies at nivåene av lus i våre anlegg ikke var høyere i 2008 enn andre år, så hvorfor det ble så ille for sjørretten dette året, er ikke så godt å si.

Vorst var det i ytre del av fjorden der strømforholdene gjør at man er mer eksponert for påvirkning fra andre anlegg og der saliniteten er høyere slik at lusen trives bedre.

## Unngå resistens ved rett bruk

For å unngå den fryktede resistensutviklingen man har sett tilløp til i det siste, påpeker de betydningen av at midlene brukes rett.

– Det er for det første veldig viktig å bruke nok, slik at færrest mulig av lusene ikke blir tilstrekkelig behandlet. Dessuten er det viktig å variere mellom midlene. Man må sørge for å ikke bruke samme middel to ganger på rad. I ett av tilfellene med resistensutvikling-



hadde det blitt brukt Slice tre ganger på rad uten brudd, og da kan resistens lettere oppstå.

De understreker også viktigheten av at badbehandlingen må optimaliseres.

– I dag er ikke teknologien og metodikken god nok for de aller største nøtene. Spørsmålet

REFG

## Ta kontrollen over lakselusa!

**Effektiv, sammenleggbar LEPPEFISKEINE**

Vi i REFG har bestemt oss for å hjelpe oppdretterne i kampen mot den resistente lakselusen. Vi har nå gleden av å tilby en effektiv teine til fiske etter leppefisk.



Leveandør av kvalitet og styr til kystlaksen siden 1950

REFG FRØYSTAD GROUP AS NO 6095 Brilandel, Norge | Telefon 700 800 00 | [www.rfg.no](http://www.rfg.no)

Data fra tidligere års fellesavlusninger i Hardangerfjorden viser hvor viktig det er å få ned lusetalene på vinteren. Den øverste figuren viser anlegg som ikke behandlet med Slice på vinteren. Man ser at disse fikk adskillig flere lus totalt (blå søyle) og at mange av disse var kjønnsmodne hunnlus (gul søyle) da våren kom. Figuren viser oversikt over anlegg som deltok i fellesavlusningen. Kilde: HFN.





I desember og januar skal i praksis alle anleggene på Vestlandet behandle mot lus i en koordinert aksjon. Hensikten er å få ned lusebestanden i anleggene og derved bedre forholdene for den ville fisken. Å bekjempe resistensutvikling mot preparatene som brukes er også en viktig motivasjon. Foto: HFN.

om en skal bruke skjørt eller hel presenning diskuteres også. På store nøter er det kanskje ikke realistisk å bruke presenning for alle. Et typisk anlegg kan for eksempel ha åtte ringer på 120 til 157 meter i omkrets. Skal man bruke presenning på sånne merder, er man heldig om man klarer å få tatt to på en dag. Og dermed vil det fort gå en uke å få badbehandlet hele anlegget. Da kan fort en not som ikke er behandlet, smitte en som nettopp er det, og så har man det gående. Bruker man skjørt i stedet, kan man kanskje klare opp til fem merder per dag, sier de. Men uansett er det viktig å sørge for god spredning og konsentrasjon av virkestoff.

#### PD-synergi

Haldorsen og Malkenes trekker også frem at arbeidet mot PD også vil kunne gi dem en gratis og ekstra effekt når det gjelder lusearbeidet.

– Ved at vi har fått smittehygieniske fellesområder, der alle er i takt med utsettene og dermed i produksjonssyklusen, vil alle også avluse med like midler samtidig, og det er en stor fordel.

#### Økt leppefiskbruk

Et annet tiltak HFN har promotert for å bekjempe og utsette resistensproblematikk, er bruk av leppefisk. Leppefisken beiter ned på parasittene uten å ta hensyn til hvem som måtte være sterkest mot kjemiske preparater, og kan således bryte opp i et seleksjonspress mot en mer legemiddeltolerant lus.

## Avlusningsstrategi, etter anbefaling fra HFN

### VÅRFISK: UTSETT APRIL/MAI

1. Leppefisk fra juni
2. Slice før nyttår, ved fiskestørrelse 1,5–2,5 kg
3. Leppefisk juni 2. år, ved fiskestørrelse 3–4 kg (etter leppefiskens gyting)
4. Bad 2. vinter (vinteravlusing)
5. Eventuelt bad 3. året i mars/april

### HØSTFISK: UTSETT OKT/NOV

1. Slice til nyttår, ved fiskestørrelse 0,15–0,45 kg
2. Leppefisk sommer andre året
3. Eventuelt badebehandling på høsten 2. året (vinteravlusing)
4. Eventuelt. badebehandling mars/april 3 året.

Fokus på at luseproblemet er på fisk over 3 kg. Og en gangs bruk av Slice.

– Sommeren 2008 benyttet nær 100 prosent av anleggene i Hardanger seg av leppefisk.

Men på tross av disse høye tallene, er hun redd for at man ikke vil klare å opprettholde en slik høy andel over tid, hvis myndighetenes nye og strenge grenseverdier for når avlusning skal finne sted opprettholdes.

I høringene og sammenstilling av forslag til ny luseforskrift, diskuteres på ny tiltaksgrensene. Trolig blir det en ny høring for å

utrede bl.a. differensierte tiltaksgrensene.

HFN ivrer også for å få fangst av leppefisk inn i mer fastere former.

– Til nå er det mange som bare fisker litt på si, men skal oppdretterne være sikret fisk av god kvalitet, er det viktig at man inngår langsiktige kontrakter med fiskerne. Man må være villig til å betale hva det koster, understreker de.

# Krafttaket mot lakselus sponses av:



Steinvik Fiskefarm AS

6940 EIKEFJORD

Telefon 57 75 25 90

post@steinvik.no

## NÆRING FOR FRAMTIDA



Tombre Fiskeanlegg AS

5640 Eikelandsosen

**Ishavskraft**

Det kraftselskapet som ønsker **mest å selge minst kraft til egne**

**Postadresse:** Ishavskraft AS, Postboks 1374, 9506 Alta

**Besøksadresse:** Løkkeveien 33, 2. etg, 9510 Alta

Telefon: 78 44 96 50

Telefaks: 78 44 96 60



JØKELFJORD LAKS AS

9163 Jøkelfjord

Tel.: 77 76 91 84

Fax.: 77 76 91 90

post@jokelfjordlaks.no

**HAVBRUKS  
STASJONEN**  
I T R O M S Ø

9131 Kårvik

Tlf. 77 66 74 00

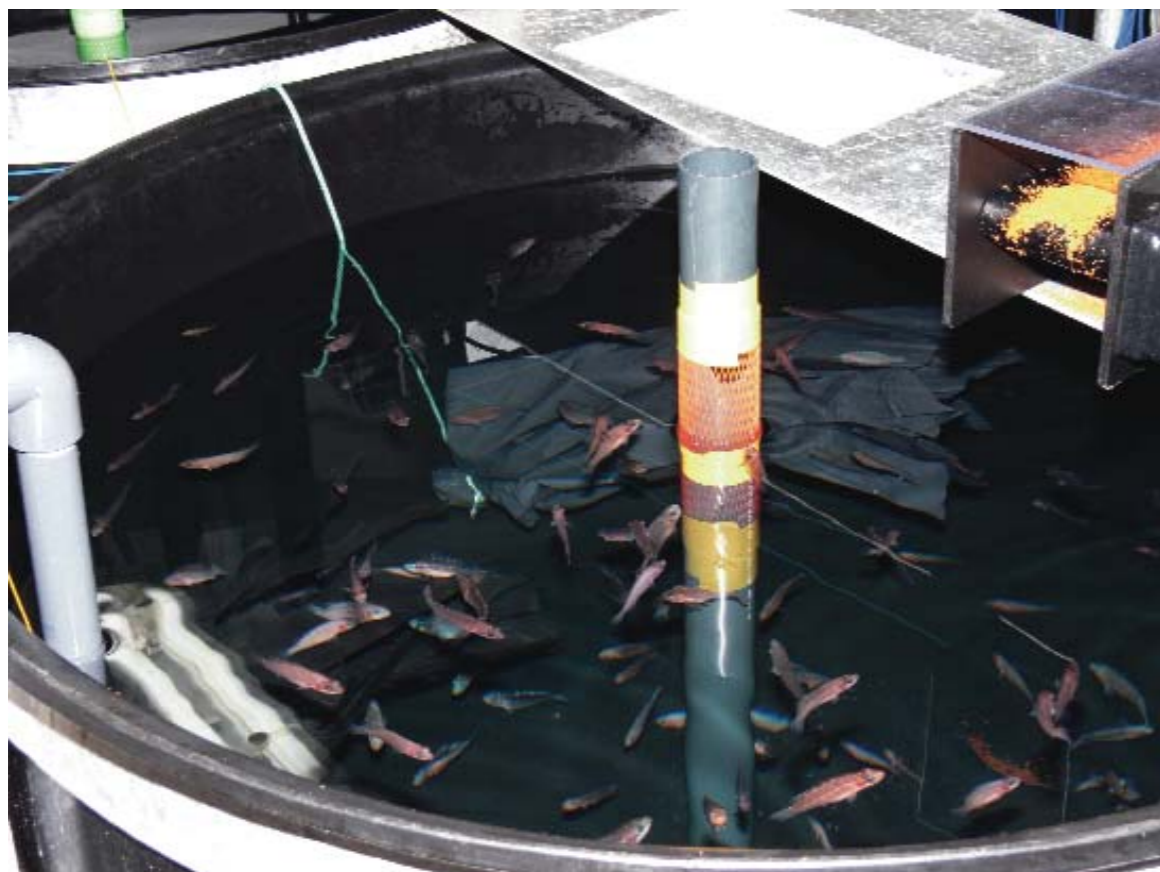
[www.havbruksstasjonen.no](http://www.havbruksstasjonen.no)

**KOBVÅGLAKS**

8850 Herøy

Tlf. 75 05 92 43





Berggylteyngel som er tilvendt tørrfôr. Foto: Howard Browman.

# Oppdrett av berggylte

Leppefisk har vært brukt som lakselusplukker i lakseoppdrett i mange år. Berggylte er en svært effektiv luseplukker og er effektiv ved lavere temperaturer enn annen leppefisk. Berggylte i rett størrelse for bruk i lakseoppdrett opptrer imidlertid i mye lavere tettheter enn de andre leppefiskene som blir brukt, og den må derfor oppdrettes dersom den skal brukes i særlig grad.

**ANNE BERIT SKIFTESVIK, HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**

Berggylte er den største av leppefiskene som lever langs kysten vår. Den finnes mest tallrik i sør og blir mer sparsommelig når en går nordover mot Trøndelag. Den kan bli opp til 60 cm, en vekt på 3,5 kg og nå en alder på 25 år. Berggylte har kjønnskifte, de skifter fra hunn til hann, slik at de største berggyltene alltid er hanner. Som luseplukker blir den brukt når den har en størrelse fra 10–30 cm, og den kan brukes både på liten og stor laks. Det er anbefalt å bruke fisk under 30 cm for å være sikker på at det er bare hunner. Hanner kan være aggressive i gytetiden.

Den beste måten å fange inn berggylte til stamfiskbruk er med ruser. Garnfanget berggylte har uakseptabel høy dødelighet. Det er også viktig at rusefanget fisk blir behandlet svært skånsomt. Tap av skjell/slimlag gir innfeksjoner som ofte blir dødelige.

Nyinnfanget berggylte spiser ikke formulert fôr direkte, men får reker i en overgangperiode. Alle stamfiskkar bør ha rikelig med skjul, og fisken håndføres for å tilvenne seg mennesker. Det er vanskelig å få nyinnfanget fisk til å gyte, og grunnen til det antas å

være stress. Gyteperioden for fisk som er tilvent en oppdrettssituasjon er ca. to mnd, og stamfisken kan lysmanipuleres til å gyte på andre tider av året enn det naturlige gytetiden som er mai–juni.

Som mange andre marine arter som er aktuelle i oppdrett (for eksempel kveite, torsk, hyse, lysing) er berggylte porsjonsgyter. I naturen holder hannen revir, og 3–4 hunner gyter eggene på egnede plasser innen territoriet. Hannen passer på dem til de klekker, dvs. holder predatorer vekke. Hannen fjerner ikke døde egg eller pusser og rengjør eggene slik som enkelte andre arter med yngelpleie gjør. Siden den eneste funksjonen hannen har etter gyting er å holde predatorer borte, har det ingen hensikt innen oppdrett å la hannen passe eggene.

Berggylte lar seg ikke stryke, vi er avhengig av naturlig gyting. Det vil si at vi må få fiskene til å kjønnsmodne og tilby dem omgivelser som trigger gyteleken.

I oppdrett legger vi matter på bunnen av gytekarene slik at egg som faller ned fester seg på mattene, og vi kan enten fjerne foreldrefisken og klekke eggene i karet, eller flytte mattene over i et annet kar og klekke dem der. Det er ofte mest hensiktsmessig å flytte mattene over



Yngel klar for å starte opp med tørrfôrtilvenning. Foto: Svanhild Lohne Gokstad.

i et nytt kar og la stamfisken bli værende i det samme karet gjennom hele gyteperioden.

Temperaturen vi normalt bruker i hele produksjonslinjen er 12°C, men forsøk utført tidligere har vist at berggylter gyter like bra ved 8°C som ved 12°C. Imidlertid utvikles egg og larver bedre ved den høyeste temperaturen.

## Klekking og startfôring

Matter med egg overføres til egginkubatorer, og taes ut etter at eggene har klekt. Eggeskall og døde egg fjernes fra bunn og alger tilsettes karet. Alger blir tilsatt daglig frem til de ikke lenger blir fôret med rotatorier.

Larvene startføres med anriket rotatorier fra dag 4 etter klekking, fra ca. dag 30 får de også artemia. En uke senere får de bare artemia og fra ca. dag 80 føres de også tørrfôr. I de neste fire ukene kombinasjonsføres yngelen med artemia og tørrfôr. Erfaringene så langt med berggylte, er at den trenger en mye lengre periode med kombinasjonsfôring enn de andre marine fiskene vi arbeider med. Det arbeides med å korte ned denne perioden.

## Yngelproduksjon

Så langt har vi ikke funnet et kommersielt fôr til berggylte som har vært like bra som vårt egenproduserte fôr. I et forsøk der vanlig startfôr for torsk ble testet mot vårt eget fôr, var yngel fôret med egenprodusert fôr dobbelt så stor som de som ble fôret på kommersielt fôr etter seks uker. Arbeidet med å finne et godt kommersielt fôr for berggylte vil fortsette i tiden fremover.

Yngelen kan ha ulik veksthastighet slik at etter en tid kan være en viss størrelsesspredning i gruppen. Det er mulig at sortering vil være gunstig, men vi har ennå ikke sett på hvilke effekt det har.

Vi oppdaget at fiskens atferd i karet endret seg når skjul var tilgjengelig, fisken får en atferd mer lik den vi ser ute i naturen. Yngelen blir stresset dersom den ikke har tilgang på skjul/gjemmeplasser. Oppstrimlede plastsekker blir brukt for å etterligne tang og tare. Det ser ut som fisken trives godt med det.



Stamfisk av berggylte før gytetiden. Foto: Howard Browman.

Oppdrettet berggylte som har blitt fôret på tørrfôr gjennom oppveksten spiser lus på laksen. Det ble konstantert i et forsøk tidlig i 2008. Senere samme år ble en gruppe egenprodusert berggylte satt ut hos Villa Miljølaks

AS, og i februar i år ble en liten ny gruppe satt ut samme sted.

Produksjonstid fra klekking til en størrelse som kan benyttes til utsett er per i dag ca. ett år.

**FIRDA SJØFARMER AS**  
GODT RUSTET I KAMPEN MOT LAKSELUSA

Fullintegret lokal produsent av yngel og settefisk av laks og ørret.  
Matfisk, slakteri, eksport, kurs og konferansesenter, visningskonsesjon

**VI SKAPER VERDIER PÅ KYSTEN**  
Askvoll-Bergen-Bremanger-Flora-Gulen-Hyllestad

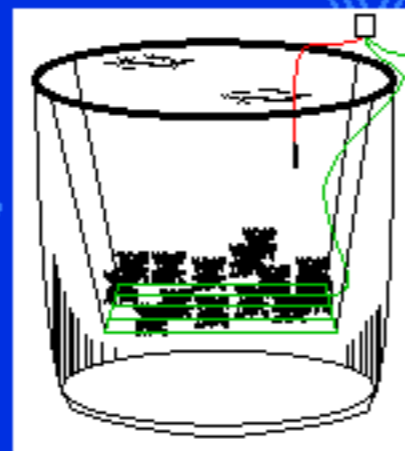
www.firdasea.no  
www.skjerjehamn.com

**SIDEN 1986**



# AVLUSING

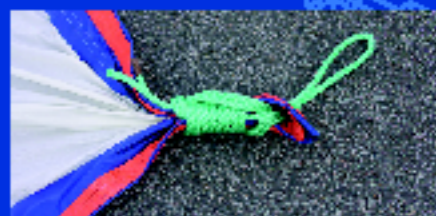
Utstyrspakke for avlusning ved badbehandling



NetOx® leveres av 5 to mlk Aqua. Størrelse og kapasitet etter ønske. For eksempel 15 x 15 m, 68 kg oksygen per time.

**NetOx®** oksygendiffusor for sjøvann/merd.

Høy kapasitet – Effektiv innløsning av oksygen – Svært god virkningsgrad – Jevn fordeling i ønsket areal – Reduserer stress – Motvirker resistensutvikling



Avlusingspremering/skjørt. Ekstra kraftig modell, synes etter mål.



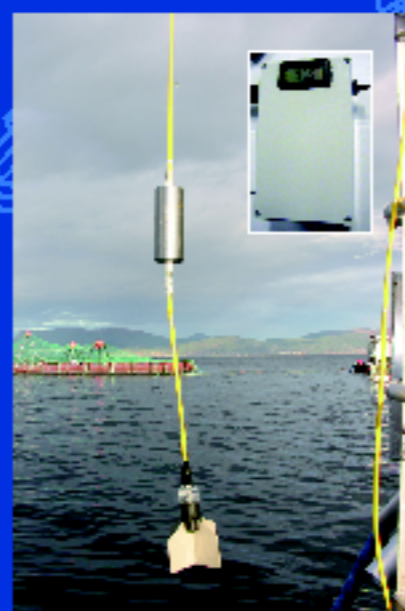
Håndholdt optisk oksygenmåler. Ingen kalibrering, rask måling.



Rotameter-skap for kontroll med tilført mengde oksygen.



Red Eye hardtatt undervannskamera for inspeksjon.



Sjøstrømsensor. Transportabel modell, kan installeres i båt.

**ORDRETELEFON: 71 69 95 00**



Storvik Aqua AS  
Industriveien 13  
N-6600 Sjøvegholmen  
E-post: storvik@storvik.no

Tlf: +47 71 69 95 00  
Faks: +47 71 69 95 55  
Web: www.storvik.no  
NS-EN ISO 9001 SERTIFISERT FUR MA



## Leppefisk i stormerd

PER GUNNAR KVENSETH, VILLA MILJØLAKS AS  
pgk@villaorganic.com

RAGNAR ØIEN, VILLA MILJØLAKS AS  
ro@villaorganic.com

Villa Miljølaks AS har de siste fem årene jobbet systematisk og målrettet i sin FoU-konsepjon med utvikling av metoder for kontroll med lakselus ved hjelp av leppefisk. De største utfordringene har vært å få til tilstrekkelig god kontroll i store merder (120–140 m), kontroll med lakselus gjennom vinteren og å redusere dødelighet hos leppefisken.

En av målsettingene de siste ti årene har vært å sette ut små berggylte sammen med smolten og la denne vokse seg større sammen med laksen. Små berggylte er dessverre lite tilgjengelig i naturen, og kunnskapen om deres tilholdssteder er mangelfull.

Berggylte er en foretrukket rensefisk fordi den er mer robust enn andre arter og fordi den er mer aktiv ved lavere temperaturer gjennom vinteren enn de andre leppefiskartene i Norge. I tillegg har vi god erfaring med lusekontroll hos stor laks ved hjelp av berggylte.

Villa Miljølaks AS har de to siste årene også

drevet forsøk med oppdrett av berggylte i samarbeid med Havforskningsinstituttet, Forskningsstasjonen Austevoll gjennom et treårig NFR-prosjekt. Av denne yngelen ble 1 000 overført til Høgskolen i Ålesund for å gjennomføre vekstforsøk, og ca. 1 000 ble sommeren 2008 satt ut i en not i sjøen ved Villa Miljølaks sin FoU-konsepjon, i en oppdrettsmerd med 140 m omkrets og 40 omfars not med ca. 130 000 laks. Lakselus ble talt systematisk hver 14. dag fra utsett av smolt i mai. Frem til 1. november ble det kun sporadisk påvist lakselus i tidlige stadier på laksen.

### Berggylte som første rensefisk i bruk i Norge

På begynnelsen av 1990-tallet begynte vi å jobbe med de forskjellige leppefiskartene i regi av AS Mowi, som da var det ledende oppdrettselskapet. På den tiden var det resistens mot organofosfatene Nuvan og Neguvon som var problemet. AS Mowi var et godt sted for studenter å ha sommerjobb og å gjennomføre den praktiske delen av studentoppgaver.

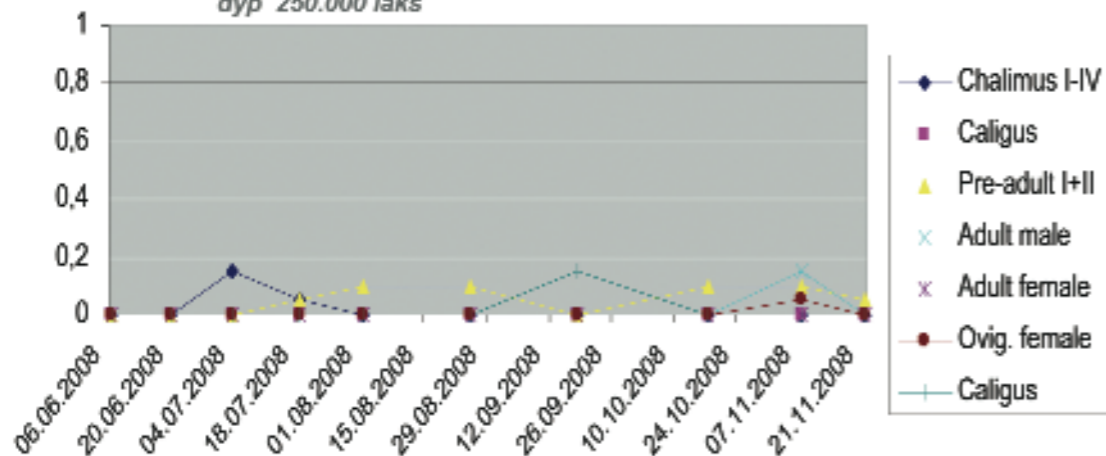
En dag fant en av studentene flere hundre

lus i magen på en eneste berggylte, snakk om lusebeiter eller lusekverker. Siden har vi jobbet mye med berggylte som rensefisk, og ser et stort potensial. I begynnelsen var det ikke lett å skille bergnebb, grønnngylt, gressgylt og berggylt, og feltforsøk med leppefisk innen praktisk eller kommersielt oppdrett er ikke bare enkelt. Etter hvert har vi gjort såpass mange feil at vi har kommet frem til brukbare protokoller for forsøkene. De første årene talte vi hyppig lus på laksen i merdene og tilla all variasjon av lakselus aktivitet eller manglende aktivitet fra leppefisken. Etter hvert fanget vi mengder av leppefisk fra laksemerdene og undersøkte hva de hadde spist. Ved å sammenligne det totale mattilbudet for leppefisken, dvs. lus på laksen og diverse begroingsorganismer på oppdrettsnøtene, fant vi ut at det var meget viktig å holde nøtene så reine som mulig. En av utfordringene er at leppefisken spiser det som er lettest tilgjengelig, og det er ikke alltid lakselus. På oppdrettsnøtene vokser det opp et eget økosystem på selve norveggen; alger, blåskjell, hydroider, spøkelseskreps og andre krepser, og dette er godsaker for leppefisken. Å holde nøtene så rene at leppefisken



## Villa Miljølaks AS - 2008 Furneset N=720

2x140 m Preplast ringer – 40 omfars not – 35 m dyp 250.000 laks



**FIGUR 1**  
Figuren viser lave lusetall i en forsøksmerd ved bruk av oppdrettet berggylt, villfanget grønnngylt og fokus på rene nøter.

«tvinges» til å beite lus er en utfordring, spesielt innen økologisk oppdrett, der vi ikke benytter kobberholdig notimpregnning. Flere ganger har vi erfart tilnærmet «avlusningseffekt» ved å rengjøre nøtene en ekstra gang eller ved å skifte over til nye, rene nøter. Det er derfor viktig å sikre egen spylekapasitet og tilgang til dykkere for spyling for ikke å havne på etterskudd når det gjelder å bekjempe begroingsorganismer på notveggen. Mageundersøkelser hos berggylte og andre arter har vist at valg av føde avhenger av tilgang. Ved tilstrekkelig tilgang av mat på notveggen forlater heller ikke leppefisk denne og laksen som befinner seg i midten av nota får ikke «besøk» av lusespisere i det hele tatt. Dette er en utfordring som bare blir større ved bruk av store oppdrettsenheter.

### Hvorfor berggylte?

- Berggylte er
- den mest robuste av leppefiskene – tåler håndtering best – lav dødelighet
- den arten som vokser raskest – beiteklar fisk på 12 cm i løpet av et år etter klekking i oppdrett
- har glupende appetitt – både når det gjelder lakselus, blåskjell og spøkelseskreps
- den arten som er mest aktiv ved lave temperaturer
- vokser sammen med smolten – frem mot stor laks
- har vist best effektivitet når det gjelder lusebeiting på stor laks
- den arten vi har kommet lengst med når det gjelder klekking og oppdrett
- vanskelig å finne i passe store eksemplarer i naturen (12–15 cm)

Forsøk utført i 2002 i Villa Miljølaks med lusekontroll hos stor laks andre året i sjø, viste at nøter uten berggylte måtte avluses tre ganger i løpet av sommeren og høsten, for å oppnå til-

## Historien om Villa

På begynnelsen av 1990-tallet stod prisene for leppefisk i forhold til problemet med lakselus. Grunnleggerne av Villa tjente inn igjen investeringene sine i løpet av en natts fiske. Selskapet er i dag internasjonalt ledende innen fangst og bruk av renseskald, oppdrett av berggylte og økologisk oppdrett. Mye av dette takket være langvarig støtte fra Norges forskningsråd, Innovasjon Norge, SkatteFUNN, Fiskeri- og Havbruksnæringens Forskningsfond og samarbeid med Havforskningsinstituttet, Universitetet i Bergen og høyskolene i Sogndal og Ålesund.

svarende effekt som vi hadde med å benytte berggylte. Berggylten hadde glupende appetitt, og i mageundersøkelsene fant vi 30–50 spøkelseskreps og 20–50 små blåskjell per berggyltmage. I august samme år fant vi 50–70 lakselus per berggyltmage. Vi tilsatte ca. en prosent berggylte i den perioden lusa var plagsom. Effekten av berggylten økte dramatisk når vi skiftet til rene nøter og «tvang» berggylten til å spise lus. Vi vet ikke hvor mange lus en berggylte kan spise i løpet av ett døgn, men med 50–70 lus per undersøkt mage, ser vi at lusemengden på laksen avtar raskt og betydelig. Ren not og nedbeitet lus på laksen førte videre til at berggylten startet med å beite på øynene til laksen. Vi reduserte da antall berggylte i noten ved utfisking.

Det ser ut til at noen leppefisk spesialiserte seg på å spise lus. Når vi undersøker mageinnhold er det ikke slik at alle har spist noen få lus. Vanligvis er det noen få leppefisk som har spist mange lus. Vi har prøvd å fange inn leppefisk fra oppdrettsnøtene, bedøve dem, spyle ut mageinnholdet, merke dem og sette dem ut igjen, dette i håp om å finne ut om disse fiskene er lusespesialister hele tiden. Foreløpig har vi altfor lite data til å konkludere. Vi vet heller

ikke hvor mye lus en berggylte kan spise i løpet av et døgn. Det vi får når vi fanger inn leppefisk fra nøtene og undersøker mageinnholdet, er et øyeblikksbilde. Undersøker vi mageinnholdet på 20 fisk, gir dette ofte en pekepinn på hva som er tilgjengelig av aktuell mat for leppefisk, totalt sett, i noten. Dette gjelder også andre arter, der det ble funnet «spesialister» på lusebeiting blant alle de tilgjengelige artene i forbindelse med en kandidatoppgave i samarbeid med studenter ved Høgskolen i Ålesund.

### Forsøk med utsett av oppdrettet berggylt

I 2008 har Villa Miljølaks benyttet berggylte til lusekontroll i en forsøksnot sammen med villfanget grønnngylt. Berggylten var produsert ved Forskningsstasjonen Austevoll, og ca. 1 000 stk. ett års gamle oppdrettsberggylt ble satt ut i løpet av sommeren. Smolten hadde en vekt på ca. 50 gram og ble satt ut i slutten av mai. Lusetellinger gjennomført på 20 fisk annen hver uke, viste så godt som ingen lus frem til 1. november. Figur 1 viser lave lusetall gjennom høsten ved bruk av berggylt. Med så lave luseverdier er det umulig å finne lus i repre-

sentativt utvalg i leppefiskens mageinnhold. Nøtene har blitt rengjort regelmessig ved hjelp av spyling, både med dykkere og ved hjelp av en stor spylerrigg.

Det har ikke forekommet øyenapping i det hele tatt og det har ikke vært nødvendig å tilleggsføre leppefisk. Når en driver oppdrett uten å impregnere nøtene, vil det være god tilgang på mat til leppefisk på notveggen.

Tilsetningen av berggylte i forsøket var ca. 0,5 % og tilsetningen av villfanget var 5,8 prosent. 294 berggylte ble tatt opp som døde (ca. 30 prosent) og 5 923 grønnngylt er tatt opp som døde (ca. 50 prosent). Dødeligheten av grønnngylt har vært høyere enn dødeligheten av produsert berggylte.

### Fremtid

Bruken av leppefisk omtales i dag som den eneste makroberedskapen Norge har mot lakselus som er resistent både mot bademidler og mot behandling gjennom føret. Andelen av oppdrettere som benytter leppefisk i en eller annen form har økt de siste årene, etter å ha vært nede på et lavmål ettersom det forbaserte avlusingsmiddelet Slice har dominert lusekontrollen i norsk oppdrettsnæring i perioden 2004–2007. Økningen i bruken av leppefisk har vært særlig merkbart i områder som har vært rammet hard av sykdommen PD. Dette henger nok sammen med at laks som har PD har nedsatt appetitt (vanskelig å behandle gjennom føret) og tåler dårlig håndtering (vanskelig å behandle i bad med lukket presenning eller skjørt). Økningen i bruk av leppefisk har spredt seg ettersom PD har spredt seg. Det er viktig å understreke at vellykket bruk av leppefisk er kompetansekravende i alle ledd, og at utstyr og drift må tilpasses også til leppefisk. Dersom en bare tilsetter leppefisk uten å ta hensyn til denne artens spesielle behov, er mulighetene store for ikke å lykkes.

## ABC for leppefiskbruk

### Nøter

Bruk kun nøter med maskevidde tilpasset den leppefiskstørrelsen du skal sette ut. 40 omfars not kan holde leppefisk på 12–13 cm på plass. Bruker du 28 omfars not på storfisken, må du benytte leppefisk som er minst 14–15 cm lang, for å unngå skader eller rømming. Hold nøtene hele – er det muligheter, stikker leppefisk av. Grodde nøter må skiftes/spyles. Leppefisk spiser heller av det som gror på nøtene (blåskjell, spøkelseskreps etc.) enn å jage etter lusa på laksen.

### Leppefiskhus

Det er viktig at leppefisk får tilfredsstillende miljøforhold (arbeidsforhold) i nota. Sett gjerne ut skjul slik at den kan gjemme seg der om natta, eller om vannstrømmen blir for sterk.

### Dødfiskhåv

Dødfiskhåven kan være den største enkeltårsak til dødelighet hos leppefisk. Området ved dødfiskhåven kan lett være et yndet tilholdssted for leppefisk, dette må vi ta hensyn til ved driften.

### Dra dødfiskhåven daglig

Dra håven sakte

Når håven er oppe, ta først ut den levende leppefisk og sett den tilbake i noten.

Bruk helst dødfiskhåv med mindre maskevidde enn selve nota.

### Antallskontroll

Ved bruk av renseskald er det viktig å ha så god kontroll som mulig over antallet leppefisk i nota. Tell hver leppefisk som tilsettes og tell daglig opp død leppefisk, gjerne fordelt på art. Bare på denne måte har du en rimelig mulighet til å ha kontroll!

Vi merker også stor interesse for leppefisk fra andre store laksenasjoner etter hvert som de har fått problemer med lakselus som overlever de vanligste behandlingsmetodene.

Vi tror ikke at leppefisk er selve løsningen på problemet med lakselus, men er overbevist om at aktiv og strategisk riktig bruk av leppefisk vil redusere problemene med lakselus

betydelig både for oppdrettsfisk og de villevende laksefiskene. Spesielt viktig rolle kan leppefisk få nå ettersom det er registrert resistens både mot bademidler og behandling gjennom føret mot lakselus flere steder langs kysten.

## Spesialist!

på analyser for fiskeri og havbruksnæringen!

**Samarbeidspartner for:**  
lokale, regionale og nasjonale myndigheter, bedrifter og organisasjoner innen mat og miljø.

4 laboratorier – 100 akkrediteringer	
Hittu-Froya	72 46 36 60
Fosen	73 85 62 10
Namsos	74 21 24 47
Brunnøysund	75 00 98 00

www.prebio.no    prebio@prebio.no



# Krafttaket mot lakselus sponses av:



**SALAKS AS**  
Postboks 21, 9355 Sjøvegan  
Tlf. 77 17 43 33 • Fax: 77 17 43 57  
Epost: post@salaks.as

SAMLET OM DET VIKTIGSTE



**Salmon Group AS**  
Skuteviksboder 1-2, 5035 Bergen  
Telefon: 55 09 32 20 • Faks: 85 02 93 23  
www.salmongroup.no

**SELØY SJØFARM**  
8850 Herøy  
Tlf. 75 05 95 00

seloy.sjofarm@monet.no



**LYSE PRODUKSJON AS**  
Breiflåtveien 18, Mariero  
4017 Stavanger  
www.lyse.no



**KOBBEVIK OG FURUHOLMEN OPPDRETT AS**  
5392 Storebø  
Tlf: 56 18 11 10  
www.br-birkeland.no



**ROGALAND  
FYLKESKOMMUNE**

www.rogfk.no



Viktig med rett storleik på fisken for å unngå rømming

## Leppefisksuksess i Marine Harvest avd. Agder



Framtida i våre hender – God kvalitet

AV PER HELGE BERGTUN,  
FISKEHELSELEIAR MARINE HARVEST, REGION SØR

Leppefisk er i dag det viktigaste avlusingsmiddelet Marine Harvest har på sine lokalitetar utanfor Flekkefjord i Vest-Agder. MH er einaste oppdrettsaktør i området med opptil 4,8 mill. fisk fordelt på ca. 16 km<sup>2</sup>. Dette legg forholda godt til rette for lakselus med mange vertar og korte avstandar. I 2008 vart det likevel ikkje brukt kjemisk avlusing i området. I følgjande innlegg vil det kort bli presentert kritiske suksess-faktorar og resultat av det arbeidet som er lagt ned på leppefisk i området.

### Historikk/bakgrunn

Agder hadde i fleire år hatt problem med høge lusnivå på like linje med andre stader langs kysten. Kort avstand mellom anlegg, ulike generasjonar og relativt mykje fisk samla på eit lite område la forholda godt til rette for lusa. 3–4 avlusingar pr. generasjon var ikkje uvanleg. Spesielt utfordrande var avlusingar på høge temperaturar på seinsommar og haust. Leppefisk var prøvd, men med vekslende erfaring.

I 2004 vart det initiert eit samarbeidsprosjekt med Marine Harvest, Villa leppefisk og Norsk sjømatssenter der bruk av leppefisk var hovudfokus i lusebekjempelsen.

### Strategi

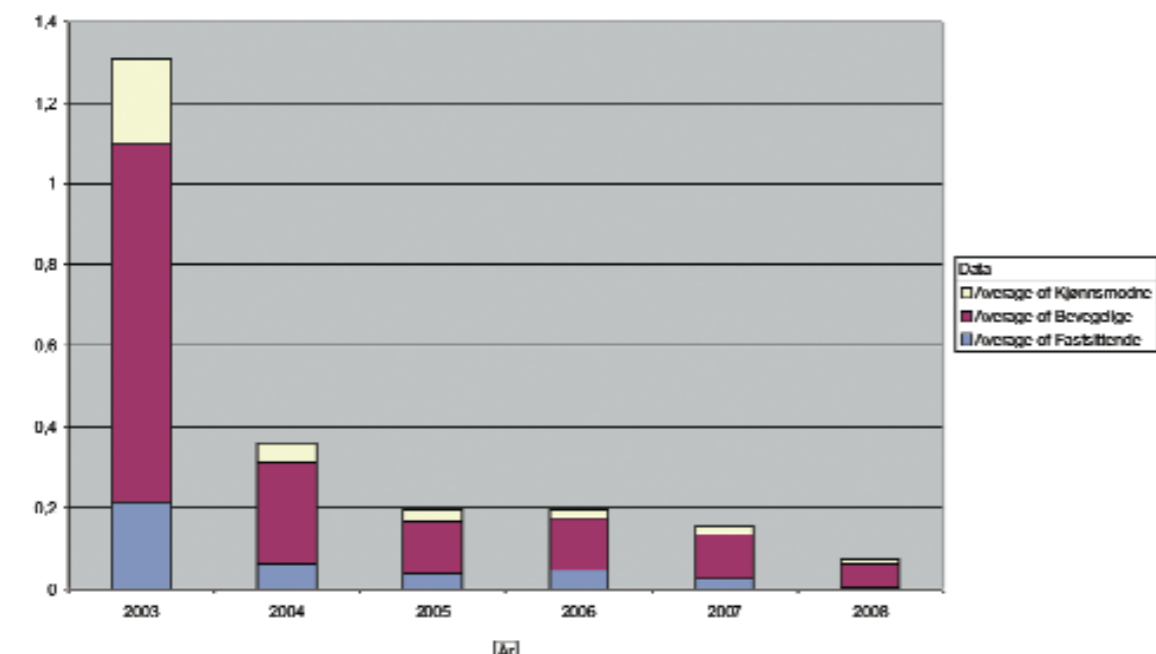
I forkant av leppefisk-sesongen 2004 vart det utført regional felles vinteravlusing. Nøter vart skifta eller reingjort før leppefisken kom



i anlegget og det blei slakta ut stor fisk i løpet av juli.

Dei tilsette på anlegget vart involvert og motivert via prosjektsamlingar og kurs. Det vart laga eit eige registreringssystem for lusenivå, notgroe, leppefiskbeholdning og temperatur som er nøkkelparametrar for leppefisk og lusebekjempelse. Dette systemet vart følgt nøye opp og revidert med jamne mellomrom.

Anlegg (AI) / Sæmmering (AI)

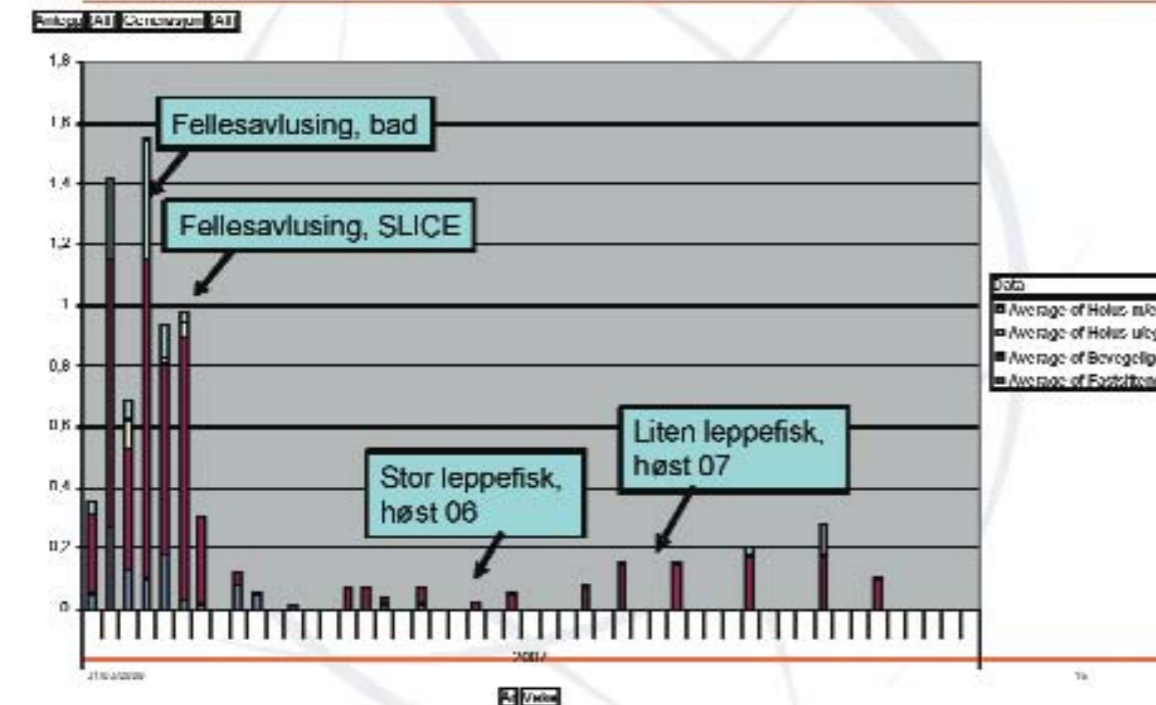


147

## Lusenivå MH Agder 2007.



Siste behandling i 2007



148

Ein heldt fram med felles vinteravlusingar og kom ned på så låge lusenivå ved inngang til sommaren at leppefisk enkelt kunne beite ned resorvoaret av lakselus. Ved å ha låge nivå stort sett gjennom heile året, får lusa ikkje mulighet til å bygge opp ein større bestand før vinteren.

## Fangst, lagring og transport av leppefisk

Dersom ein skal ha glede av leppefisk må han overleve i anlegget og være av god kvalitet.

I Agder har ein gått for kontraktar over fleire år med leverandør av leppefisk. Dette er for å sikre kvalitet, kvantum og økonomisk sikkerhet for leverandør. Fangsten startar i byrjinga av juni på den store leppefisk.

Snitt på alle lusetellingar som er gjort siste åra



Kriterier for god kvalitet på leppefisk inn i anlegg:

- Ruser til stor leppefisk
- Teiner til liten leppefisk
- Trekke bruk ofte
- Kort mellomlagring uten stress
- Skånsom transport
- Unngå kjønnsmoden og særskada fisk
- Smittesikker leppefisk (avstand til oppdrettsvirksomhet, smittehygienisk leverandør)
- Leppefiskleverandør:
  - Dedikert til leppefisk, leppefisk er ingen bifangst.
  - Stor kapasitet
  - Rett pris
  - Kontrakt
  - Kommunikasjon og oppfølging mellom kjøpar og leverandør

## Leppefisk på anlegget

Leppefisk blir sjekka ved ankomst anlegget og dødlighet registrert. Dersom leppefisk er særfrisk og frisk er det opp til oppdretteren å ta vare på den gode kvaliteten.

Me brukar leppefiskskjul av oppstrimla plastsekke (plast-tare) som leppefiskskjul for at fisken skal ha ein stad å gøyme og kvile seg.

Dødfiskhåvane blir trekk seint opp for å unngå å sprengje fisken.

Størrrelse på leppefisk er viktig for å unngå at den stikk ut av merden.

Me brukar bergnebb større enn 11 cm på smolten første sommar/hausten i sjø fram til notskift på forsommaren året etter.

På laks andre sommar/haust i sjø bruka me berggyllt (15-25 cm) og grønnlyt større enn 14 cm.

Innblandinga varierer, men eit utgangspunkt kan vera fire prosent bergnebb på smolten, 0,5 prosent berggyllt og to prosent grønnlyt på laksen andre sommar/haust i sjø.

Ved inngang til vinteren er det viktig å ha høg nok innblanding, og eventuell etterfylling må skje før temperaturen blir for låg. Kontroll med beholdning, dødlighetsregistrering og unngå rømming, er heilt avgjerande for effekten av leppefisk.

For at leppefisk skal beite lus og ikkje groe, har me høg fokus på reine nøter. Reine nøter har gitt oss effektiv leppefisk og godt miljø for laksen.

## Resultat

MHN Agder har dei siste åra hatt låge og minkande lusenivå. Smittepresset er lågt året gjennom, men me har sett ein auke fram mot vinter-



Mellomlagring i notposar må skje over kort tid

Mellomlagring av leppefisk i kar

en når leppefisk er minst aktiv.

Forbruket av terapeutika og antal avlusingar er på eit minimum. Det er no gått to år sidan sist det vart utført ei avlusing i området. Leppefisk er no vårt viktigaste middel mot lus, og ikkje tradisjonell behandling med legemiddel.

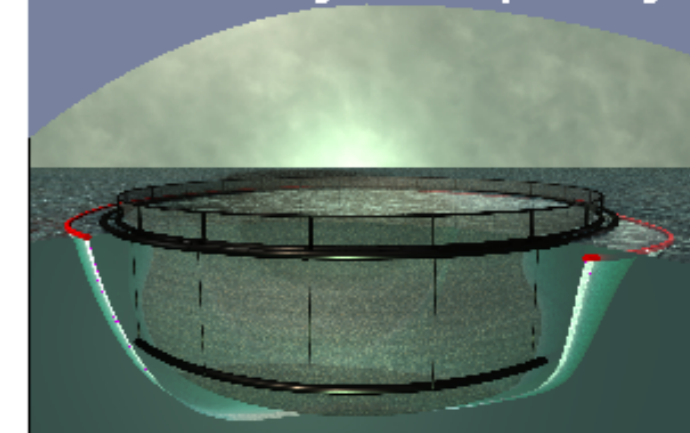
## Konklusjon

Leppefisk krev ein innsats frå alle involverte og ein må gå inn for det fullt ut. Det er utrolig viktig at folk på anlegga er interessert og med på opplegget. Sjølv om me har lave lusenivå, er det i dette området me tel lus hyppigast.

Vår strategi er å halde nivået lågt store delar av året og ikkje gi resorvoaret i området mulighet til å bygge seg opp. Me sparkar mens lusa ligg nede!

Få kontroll over lusa!

Patentsøkt høy og senkbar helpresenning



**RANTEX**

Industriell og presenning

Rantex AS, 8801 Mo i Rana  
tlf: 78127070, faks: 78127078

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



# Solsikke og $\beta$ -glukaner i fôret reduserer lusepåslaget hos laks

STÅLE REFSTIE  
SENIORFORSKER VED NOFIMA MARIN, AVDELING  
SUNNDALSØRA, MEDLEM AV AQUACULTURE PROTEIN  
CENTRE (APC), SENTER FOR FREMRAGENDE FORSKNING  
stale.refstie@nofima.no

I et forsøk ved Nofima Marin på Averøy ble antall laks med påslag av lakselus redusert med 27 prosent når fisken fikk fôr med 15 prosent ekstrahert solsikke. Når immunforsvaret til denne fisken ble stimulert med tilsats av  $\beta$ -1,3/1,6-glukanet Macrogard i fôret, ble påslaget av lakselus redusert med ytterligere 28 prosent. Dette ga en total reduksjon i lusepåslaget på 43 prosent. Antall lus på fisk med lusepåslag var også lavere, slik at lusemengden i merda ble mer enn halvert. Denne artikkelen beskriver forsøket, og drøfter hvorfor lusepåslaget ble redusert.

## Hypotesen i forsøket

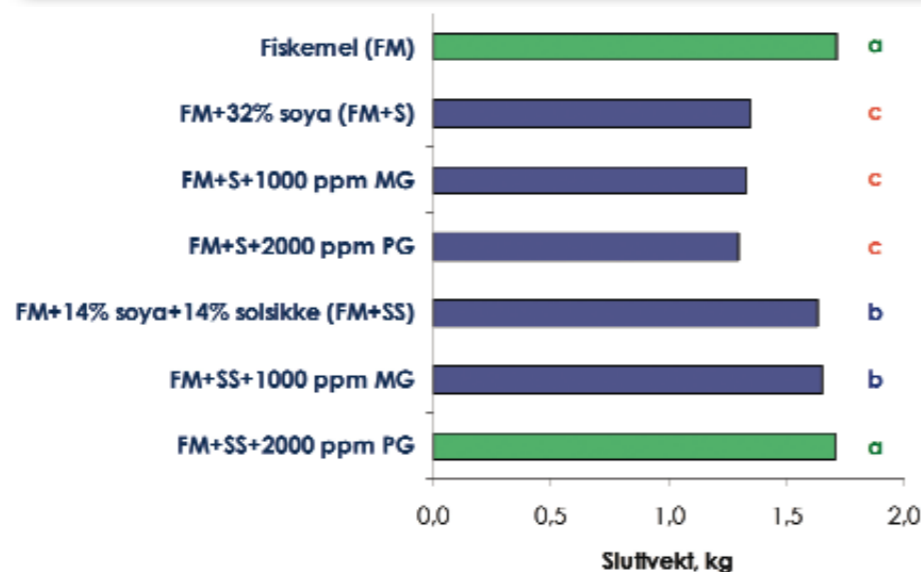
Hensikten med dette forsøket var å undersøke hvordan  $\beta$ -1,3/1,6-glukanet Macrogard og mannanoligosakkarid (MOS)-produktet Patogard påvirket produksjonsparametere, tarmhelse og lusepåslag hos laks når disse produktene ble tilsatt i laksefôr med høyt innhold av soya og solsikke. Både Macrogard og Patogard har gjærcelevegger som råsubstans, men med forskjelling raffineringsgrad.  $\beta$ -1,3/1,6-glukanet Macrogard gir systemisk effekt på immunforsvaret, og styrker slik fiskens motstandskraft mot sykdom. MOS i Patogard er derimot reseptorblokkere som hindrer skadelige bakterier i å kolonisere tarmen, slik at de blir skilt ut sammen med avføring.

## Gjennomføringen av forsøket

Forsøksfôrene var ekstruderte, og ble produsert av Skretting på Averøy. Kontrollfôret inneholdt 53 prosent fiskemel (FM), og inneholdt ikke planteprotein. To basisfôr med høyt innhold av planterprotein inneholdt enten 24% fiskemel + 32 prosent ekstrahert soyamel, eller 30% fiskemel + 14 prosent soyamel + 14 prosent ekstrahert solsikke. Fôrsammensetningen framgår av tabell 1. Partier av basisfôrene ble deretter coatet med Macrogard (MG) eller Patogard (PG), og inneholdt henholdsvis 1000 eller 2000 ppm (parts per million = mg/kg) av disse produktene.

TABELL 1  
Sammensetning av kontroll og basisfôrene

Fôrkode	Kontrollfôr	Fiskemel+soya	Fiskemel+soya+solsikke
Fôrresept, g/kg			
LT-fiskemel	525	242	300
Ekstrahert soyamel		320	135
Ekstrahert solsikke			135
Hvetegluten		10	
Hvete	188	100,5	116,5
Fiskeolje	286	305	291
Lysin		1	1
Metionin		1,5	1,5
Fosfat	1	20	20



FIGUR 1  
Gjennomsnittlig sluttvekt i hver fôringsgruppe etter 70 fôringsdager. Resultatene er analysert med envegs variansanalyse (n=3), og statistisk sikre forskjeller (P<0,05) er indikert med Duncan's multiple range test. Resultater merket med ulike bokstav(er) til høyre i diagrammet er statistisk forskjellige.

Forsøket ble utført i Nofima Marins sjøbaserte forskningsanlegg på Averøy. Laksen som ble benyttet i forsøket veide innledningsvis 0,68 kg, og ble tilfeldig fordelt på tre 125 m<sup>3</sup> forsøksmerder for hver fôringsgruppe med 50 fisk i hver merd. Gruppene fikk forsøksfôret i 70 dager (uke 25–36 i 2006), og i denne perioden varierte sjøtemperaturen mellom 12,3 og 17,4

°C, med et gjennomsnitt på 15,3 °C. Overfôringen var på 15 prosent, og alt fôrspill ble registrert. Fisken ble utsatt for det naturlige lusepresset i området, og det ble ikke tilført lus i forsøksmiljøet. Ved avslutningen av forsøket ble det talt lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) og skottelus (*Caligus elongatus*) på 20 fisk fra hver merd. Resultatene ble behandlet statistisk med

enveis variansanalyse der fôrtype var den uavhengige variabelen. Statistisk sikre forskjeller (P<0,05) ble indikert med Duncan's multiple range test.

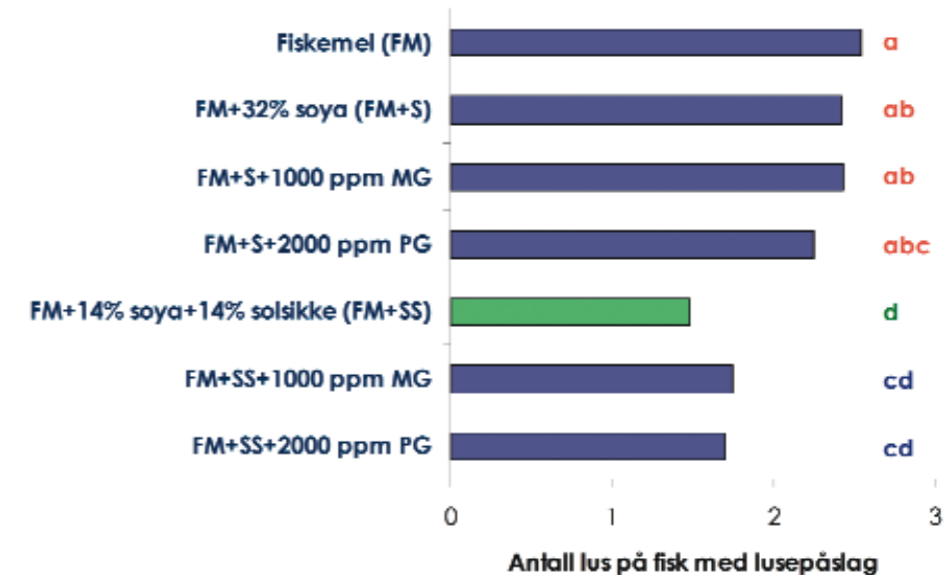
## Resultatet: Solsikke med $\beta$ -glukaner reduserer lusepåslaget

Fisken vokste godt, og oppnådde sluttvekter fra 1,33 og 1,72 kg og VF3 fra 2,0 til 3,0. Tilveksten var lavest i gruppa som fikk fôr med 32 prosent soya, og høyest i gruppene som fikk kontrollfôret og solsikkefôret med 2000 ppm Patogard. Sluttvektene er vist i figur 1.

Laksefisk er hypersensitiv overfor ekstrahert og fullfeit soya, så fôret med 32 prosent soya førte som forventet til at laksen utviklet alvorlig tarmkatarr i baktarmen. Fôret med 14 prosent soya og 14 prosent solsikke ga også tydelig men mindre alvorlig baktarmkatarr.

Lusepåslaget var relativt moderat i forsøket, og gjennomsnittlig påslag ved slutten av forsøket varierte fra 1,5 til 2,5 lakselus og 1,0 til 1,3 skottelus på infisert fisk. Ved dette lave lusepresset påvirket ikke fôret påslaget av skottelus. Lusepresset for lakselus var imidlertid høyt nok til å gi klare effekter av fôr.

Som vist i figur 2 ga solsikke i fôret en klar reduksjon på hele 42 prosent i antall lakselus på fisk med lusepåslag sammenlignet med kon-



FIGUR 2  
Gjennomsnittlig antall lus på fisk med lusepåslag i hver fôringsgruppe ved avslutning av forsøket. Resultatene er analysert med envegs variansanalyse (n=3), og statistisk sikre forskjeller (P<0,05) er indikert med Duncan's multiple range test. Resultater merket med ulike bokstav(er) til høyre i diagrammet er statistisk forskjellige, mens resultater merket med samme bokstav(er) ikke kan skilles statistisk. Resultater merket a, ab eller abc er dermed like, og det samme er resultater merket abc og cd, eller cd og d. Øvrige forskjeller er statistisk sikre.





## forebygging

trollföret. Solsikke i föret reduserte også andel fisk med påslag av lakselus med 27 prosent, som vist i figur 3. Antall lakselus pr. merd ble dermed mer enn halvert.

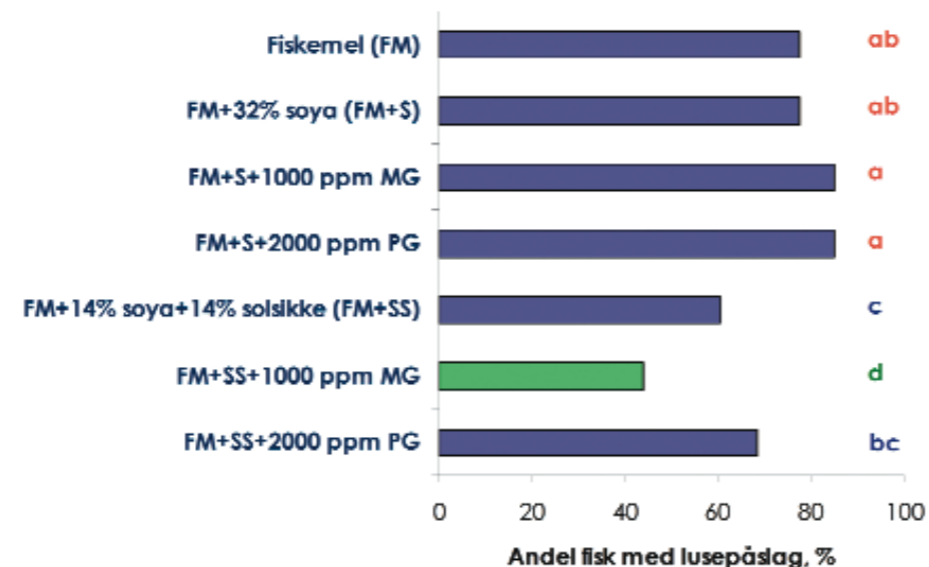
Patogard i föret hadde ingen effekt på påslaget med lakselus. Macrogard i föret ga heller ingen merkelig effekt på antall lakselus på fisk med lusepåslag ved dette innblandingssnivået. Når Macrogard ble tilsatt i för med solsikke, ga stoffet likevel klar effekt på antall fisk med påslag av lakselus, som ble redusert med 28% sammenlignet med solsikkeför uten Macrogard. Sammenlignet med kontrollföret og soyaföret reduserte solsikkeför med Macrogard dermed antall fisk med påslag av lakselus med hele 43 prosent.

### Hvorfor skjedde dette?

Fisken i forsöket ble ikke behandlet med anti-parasittmidler i forsöksperioden. Derfor slutter vi at de klare og statistisk sikre forskjellene i lusepåslag skyldes egenskaper ved fisken, og at disse egenskapene oppstår som et resultat av solsikke i föret i kombinasjon med immunstimulering ved hjelp av Macrogard.

Hvorfor solsikke i föret gjør laksen luseavvisende er fremdeles uklart. Planter inneholder imidlertid en rekke skadelige stoffer som naturlig kjemisk forsvar mot å bli spist – såkalte antinæringsstoffer. Mengder og typer stoffer varierer mellom planter, men er naturlig nok høyt i frö. Gjennom planteavl er innholdet av antinæringsstoffer som er skadelige for mennesker og dyr betraktelig redusert i mat- og förplanter. Kjente antinæringsstoffer kan dessuten fjernes eller inaktiveres ved prosessering etter innhästing, for eksempel ved varmebehandling og/eller vasking. Det er likevel ikke utenkelig at solsikke og eventuelt andre planteråvarer inneholder stoffer som kan tas opp av fisken og virke som antinæringsstoffer for lakselus. Dette bør undersøkes nærmere, da det kan ha stor betydning for bekjempelsen av lusa.

Forsöket indikerer at soya ikke har tilsvarende effekt på lus som solsikke. Dette bildet blir imidlertid komplisert av den alvorlige bak-



**FIGUR 3** Gjennomsnittlig andel (%) fisk med lusepåslag i hver föringsgruppe ved avslutning av forsöket. Resultatene er analysert med envegs variansanalyse (n=3), og statistisk sikre forskjeller (P<0,05) er indikert med Duncan's multiple range test. Resultater merket med ulike bokstav(er) til høyre i diagrammet er statistisk forskjellige, mens resultater merket med samme bokstav(er) ikke kan skilles statistisk. Resultater merket a og ab er dermed like, og det samme er resultater merket ab og bc, eller bc og c. Övrige forskjeller er statistisk sikre.

tarmskatarren som laksen som fikk för med 32 prosent soya led av. Det er tidligere vist at dette påvirker laksens generelle helsestilstand, og blant annet gir redusert motstandskraft mot furunkulose.

Det vi uansett kan si med rimelig sikkerhet etter dette forsöket, er at effekten av lusbekjempende komponenten i solsikke blir forsterket av Macrogard. Ved tilsetning i för er Macrogard ment å gi en systemisk effekt til alle immuncellene i kroppen, og flere forsök dokumenterer at Macrogard stimulerer det spesifikke immunforsvaret hos fisk. Derfor er det mest vanlig å anta at en stimulan av fiskens immunforsvar i sin tur förer til kvantitative og kvalitative forbedringer av fiskens slimlag. Det kan være at slimlaget blir tykkere slik at lusa ikke kommer gjennom det, det kan få eller ta opp substanser som virker aktivt avvisende,

eller det kan være en kombinasjon av disse effektene.

Dette underbygges av at MOS-produktet Patogard ikke ga noen luseavvisende effekt i forsöket. MOS er kun antatt å gi en lokal virkning i tarmen, og ingen systemisk immunstimulering.

### Konklusjon

Ekstrahert solsikke i för til laks har en luseavvisende effekt, slik at färre fisk får lus, og antall lus på fisk med lusepåslag blir lavere. Hva dette skyldes er usikkert, og andre planteråvarer kan ha tilsvarende virkning. Effekten av den lusbekjempende komponenten i solsikke blir forsterket av immunstimulering ved bruk av Macrogard i föret.



Det vi forsker på i fiskebankene, snakkes det om i forretningsbankene

Havet rommer mer store muligheter. Under havflaten befinder det seg enorme ressurser og skjulte reserver, det være seg om man er interessert i kroner og öre – eller i oppdrett av laks og torsk. Havbruksprogrammet utvikler kunnskap for vår viktigste vekstnærings.

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

Norges Fiskeoppdrett  
Steinsberggata 26, Postboks 2700 St. Hanshaugen, NO-0181 Oslo  
Telefon: +47 22 03 70 00, [post@forskningsradet.no](mailto:post@forskningsradet.no), [www.forskningsradet.no](http://www.forskningsradet.no)

## NY større Nothaler!

- Tiltbart oppheng
- For haling av avlusningspressening og orkastnøter!



Rapp Hydema Syd AS  
A. Jøhnsenveien 22  
Postboks 109  
4160 Skarvåli

Tel: 47 67 07 00  
Faks: 47 67 07 01  
[rapprapp@rapp.no](mailto:rapprapp@rapp.no)  
[www.rapp.no](http://www.rapp.no)

**RAPP HYDEMA SYD**  
COMMITTED TO HYGIENE AND SAFETY



# Nukleotider reduserer påslag av lus og forhindrer resistens

Styrking av laksens immunrespons med nukleotider reduserer påslag av lus og kan være med på å forhindre utvikling av resistente lakseluspopulasjoner. I denne artikkelen beskrives kontrollerte smittforsøk som viser at en kan oppnå en vesentlig reduksjon i påslag av lus med denne metoden. Effekten er enda større ved nypåslag etter en badebehandling.

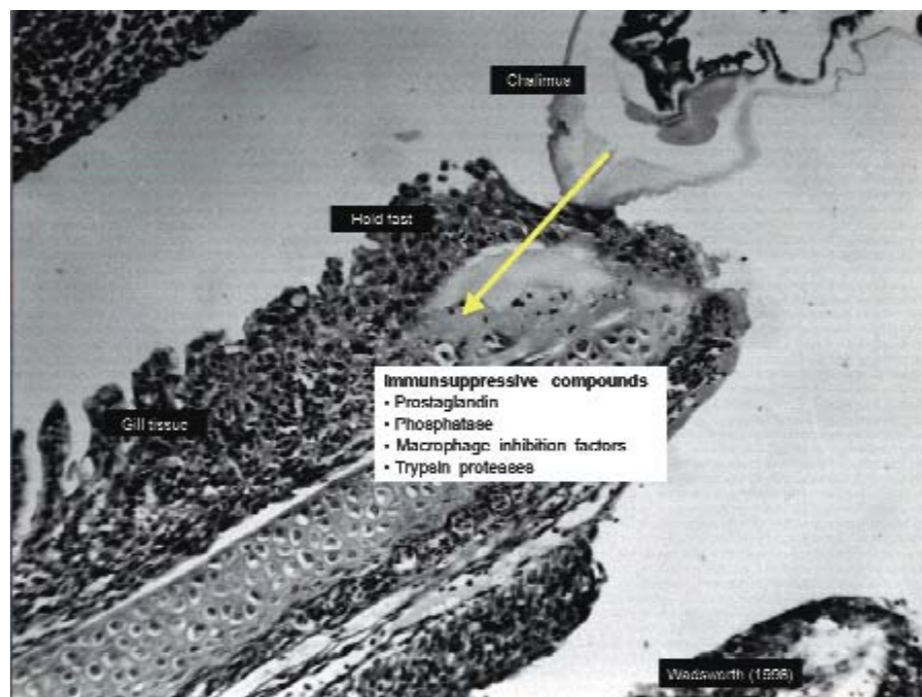
Av SIMON WADSWORTH, EWOS INNOVATION OG BJARTE LYGREN, EWOS NORGE

## Bakgrunn

Lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*, *Caligus* sp.) er det sykdomsproblemet som i størst grad rammer oppdrettsnæringen globalt. Det totale økonomiske tapet for lakseoppdrettsindustrien forårsaket av lus, ligger totalt sett på rundt 300 millioner € og på 0,1 – 0,2 € pr. produsert kilo laksefisk (kurs €/NOK pr. 30/4-09 = 8,952).

Kontroll og bekjempelse av lakselus har siden 1970-tallet vært basert på ulike kjemoterapeutiske midler (se egen faktaboks). For mange av disse forbindelsene er det rapportert om tilfeller med redusert behandlingseffekt. I Chile har utviklingen av resistens mot emamectin benzoat resultert i omfattende dødelighet, økonomisk tap og økt innslag av andre sykdommer.

Lakselusens strategi for å forbli på laksens overflate baserer seg i stor grad på utskillelse av signalstoffer som undertrykker og hemmer laksens immunrespons mot lusen (immunsuppresjon). Lusen oppnår dermed å kunne beite på fiskens overflate under gunstige betingelser. En fornuftig bekjempelsesstrategi er derfor å kombinere legemiddelbehandling med forbindelser som styrker vertens immunrespons mot lus. Dette for å redusere påslag av lus



**FIGUR 1**  
Fastsittende chlamydistadium av *L. salmonis* festet til en gjellelamelle på atlantisk laks. For å unngå en kraftig immunrespons må *L. salmonis* frigjøre en rekke immunhemmende forbindelser i det området der den er forankret til verten.

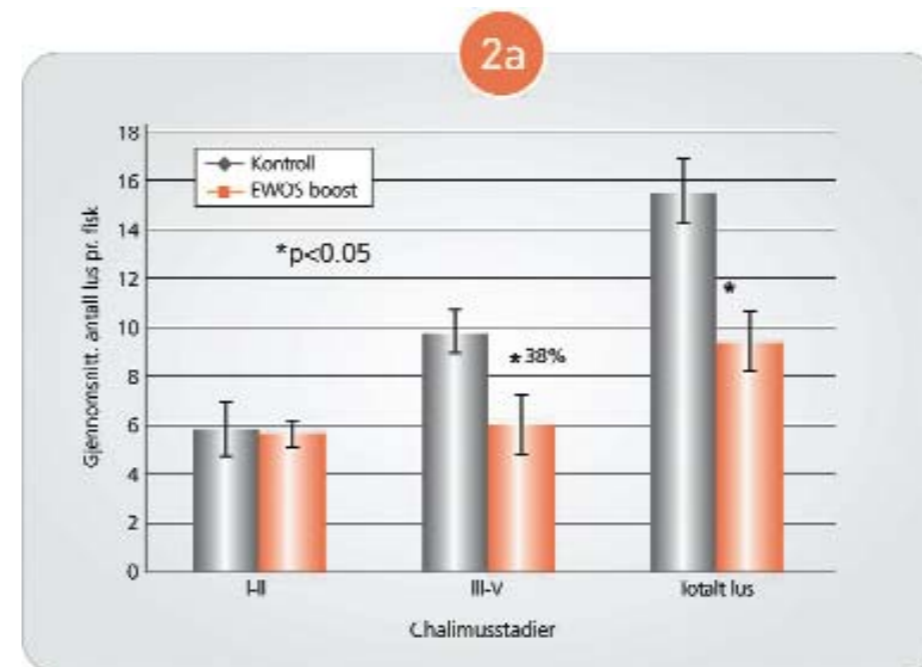
gjennom en styrket immunrespons, spesielt i etterkant av en badebehandling når immunsystemet vil være ytterligere svekket, men også i grunnpelleten ved bruk av orale lusemidler. Denne strategien vil gjøre det vanskeligere for svekket lus som overlever behandlingen å bli værende på fisken og fullføre livssyklusen. Denne artikkelen beskriver lakselusens immunsuppressive egenskaper, og hvordan immunresponsen mot lusen kan styrkes gjennom å tilsette nukleotider via føret som et supplement til medikamentell behandling.

## Lakseluspåslag og effekt på laksens immunsystem

Lakselus fester seg til verten med frontalfilamentet som forankrer lusen til fisken. Dette gjelder for alle de fastsittende stadiene (chlamydia I-IV). Frontalfilamentet er i tett kontakt med vertens vev og vil være eksponert for fiskens immunrespons. Som et forsvar mot

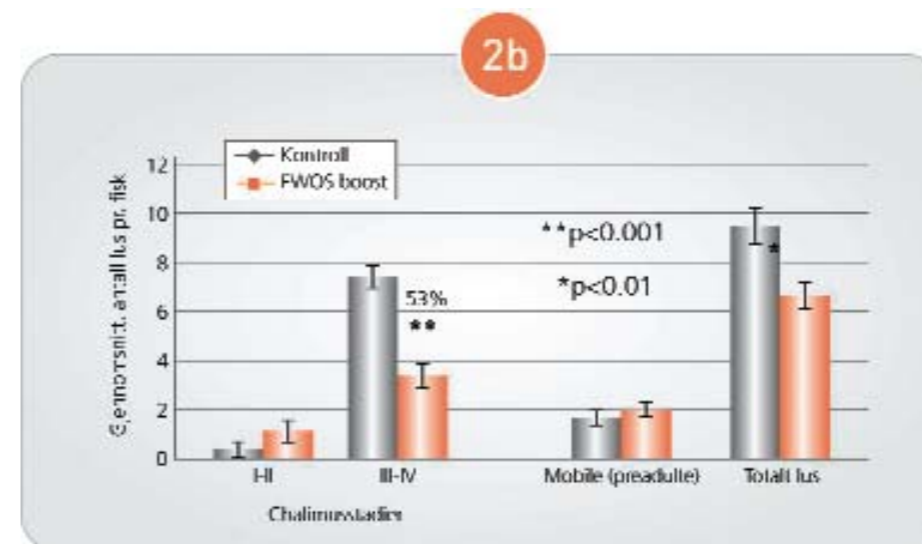
vertsfiskens betennelsesreaksjon, som ellers ville kunne gjøre det umulig for parasitten å bli værende på fisken, skiller lusen ut en rekke sekretoriske / ekskretoriske produkter (SEP) i verten via kjertler. Prostaglandiner ( $PGE_2$ ), alkalisk fosfatase og en rekke trypsinliknende proteaser har blitt beskrevet som lakselusens SEP. En antar at flere andre, til nå uidentifiserte, faktorer som for eksempel apyrase og makrofaginhiberende faktor også er til stede i denne miksen. Lakselus har en betydelig immunosuppressiv effekt på en rekke responser hos atlantisk laks: redusert «respiratorisk burst», lavere makrofagaktivitet, økt apoptose (programmert celledød), nekrose, redusert antall mucosaceller (slimceller i huden) og nedregulering av immunogener som interleukin IL-1 $\beta$  and MHC-1.

Hemmingen og undertrykkingen av laksens immunreaksjoner foregår lokalt der lusen er festet på verten. En mer generell og systemisk undertrykking av laksens immunkapasitet



**FIGUR 2**  
a) Atlantisk laks (80 stk), snittvekt 700 gram, ble delt i to grupper og føret Ewos boost eller kontrolldiett i tre uker. All fisk ble merket og slått sammen før smitte med et bestemt antall kopepoditter (lakselusens infektive stadium). Begge gruppene ble føret kontrollfôr etter smitte. Lusetelling sju dager etter smitte. Resultatet viste en signifikant reduksjon i antall lus med størst effekt på fastsittende chlamydistadie III-IV (38 prosent)

b) Atlantisk laks (40 stk.) føret tre uker med Ewos boost eller kontrolldiett, ble behandlet med Excis og deretter re-infisert med lus, etter samme protokoll som beskrevet over, sju dager etter behandling. Resultatet viste en signifikant reduksjon i fastsittende lus på fisken med > 50 prosent reduksjon i fastsittende lus.



kan skje ved store påslag. Dette kan medføre økt risiko for utbrudd av andre infeksjoner i kjølevannet av lusepåsaget.

Blandingen av immunhemmende stoffer, som betegnes SEP, skilles ut etter at lusen har vært i kontakt med vertens slimlag (mucus). *Lepeophtheirus salmonis* har utviklet seg til en spesialisert parasitt som effektivt undertrykker immunresponsen til atlantisk laks. Mucusceller fra atlantisk laks *Salmo salar*, ser ut til å stimulere lusen til å skille ut høye SEP-nivåer. Høye SEP-nivåer vil føre til en mer omfattende undertrykking av immunresponsen hos verten. Dette vil øke infeksjonens styrke og overlevelse av lus på atlantisk laks. Motsatt, vil lavere nivåer av SEP frigjørt av lusen i for eksempel coho-laks tillate en kraftigere immunrespons mot lusen. Dette hemmer og

forsinker parasittens utvikling gjennom de ulike stadiene og reduserer dens overlevelse på verten.

*L. salmonis* vil bare være i stand til å fullføre livssyklusen på laksefisk, selv om mobile stadier unntaksvis kan observeres som opportunist på andre fiskeslag. En viss grad av vertspesifisitet finnes også for andre *Lepeophtheirus*-arter. I hvert av disse tilfellene må lusen lykkes med å forankre frontalfilamentet inn i vertens vev og deretter overleve en påfølgende immunrespons fra den aktuelle fiskearten. De vil imidlertid ikke være i stand til å undertrykke immunsystemet til andre arter.

Lus innen *Caligus* genus har et omfattende antall potensielle verter; *C. elongatus* kan eksempelvis infisere mer enn 80 ulike fiskearter og har en global utbredelse. *Caligus* produs-

erer et større arsenal og høyere mengder av serin og ikke-serin proteaser enn *L. salmonis*. Dette kan hjelpe lusen til å undertrykke et bredere spekter av immunresponser fra ulike arter. I tillegg benytter *Caligus* en strategi for å forankre seg til vertens overflate som gjør den mindre utsatt for vertens immunreaksjon. *Caligus* fjerner epidermalt vev fra skjellene. Frontalfilamentet fester seg deretter direkte til de eksponerte skjelloverflatene via en basalplate. Frontalfilamentet er også mye lengre enn hos *L. salmonis*. Det gjør at lusen kan holde en større avstand til vertens immunceller. Til tross for denne generaliserte tilpasningen finnes det noen *Caligus*arter med svært stor grad av artspesifisitet. Dette kan utvikle seg i populasjoner i områder der det finnes store mengder av en vertspopulasjon slik som for *Caligus ro-*



*ercresseyi* som nå er den dominerende lusearten på laksefisk i Chile.

### Betydningen av laksens immunrespons

Det er mulig å påvirke infeksjonsgraden både med *Caligus sp.* og *L. salmonis* i betydelig grad gjennom styrking (modulering) av laksens immunsystem. Det er vist at laks med nedsatt og undertrykket immunrespons vil bli kraftigere infisert med lus. Laks infisert med bakterielle eller virale agens vil også være mer utsatt for lusepåslag. Mange av disse, slik som *Aeromonas salmonicida*, vil også frigjøre immunhemmende komponenter som vil gjøre det enda lettere for lusen å feste seg og i tillegg øke overlevelsen av lusen på laksen. På sin side vil lusen som bærer av mikrober kunne opptre som mulig vektor for ulike smittsomme sykdommer. Som nevnt kan høye lusepåslag føre til en hemming av immunsystemet i hele fisken og dermed økt mottakelighet for sykdom. Ved stort innslag av lus vil derfor ofte også andre sykdommer være til stede. Laks med forsterket immunrespons viser, på den annen side, lavere infeksjonsnivåer av lus.

### Effekten av nukleotider

Figur 2 viser at tilsetning av nukleotider (Ewos boost) gjennom føret reduserte antall fastsittende lus III-IV med 38 prosent. Kombinasjonen av nukleotider og medikamentell behandling økte denne effekten ytterligere til >50 prosent. Materialer og metoder er beskrevet i figurtekst. At effekten vises på fastsittende lus styrker teorien om at det er immunresponsen til laksen som tar knekken på lusen. Har lusen først festet seg, er dens skjebne forseglet, og den vil være avhengig av å overleve laksens immunrespons mot lusen. Mobile stadier vil i et forsøksoppsett som dette derimot kunne ha en egenaktivitet og flytte seg fra fisk til fisk. At effekten er så klar på stadie III-IV og ikke på stadie I-II, tyder videre på at lusen fester seg som normalt, men at den i mindre grad overlever og videreutvikler seg på fisken som har fått styrket immunresponsen med nukleotider.

Nukleotider er byggesteiner for blant annet DNA og RNA. De må være tilstede i forbindelse med alle former for celledeling og som template for proteinsyntesen. I tillegg utgjør de nødvendige komponenter i energimetabolismen, som fysiologiske signalstoffer og som co-enzym komponenter. Nukleotider kan bli en begrensende faktor i perioder med stress og sykdom, først og fremst siden nedbryting av DNA / RNA makromolekyler fra dietten eller døde celler er en svært energikrevende prosess som foregår gjennom en rekke biokjemiske trinn. Celler i immunsystemet kan heller ikke omdanne nukleotider fra aminosyrer som andre celletyper. Ekstra tilførsel av nukleotider i føret kan øke ytelsen i vev der det kreves hurtig celledeling, spesielt gjennom kritiske

## Sammendrag

Ved hjelp av signalstoffer kan lakselusen undertrykke laksens immunrespons. Lusen vil da kunne beite på fiskens overflate uten å bli utsatt for et kraftig angrep av fiskens forsvarsceller. Det er vist at en ved å styrke laksens immunrespons kan oppnå en reduksjon i påslag av lus. Spesielt tilpasset nukleotideblanding (Ewos boost) gitt som tilsetning i føret styrker fiskens immunrespons. Kontrollerte smitteforsøk viser en signifikant reduksjon i påslag av lus sammenliknet med fisk som ikke har fått nukleotider tilsatt i føret. Forskjellen var 38% for fastsittende stadier II-IV. Denne effekten er enda større ved nypåslag etter en badebehandling (>50 % reduksjon av fastsittende lus). For å oppnå denne effekten ved bruk av nukleotider er det helt avgjørende at de er fremstilt med en spesiell industriell teknologi som blant annet sikrer godt opptak i tarm og riktig mengdeforhold mellom de ulike typene av nukleotider. Denne artikkelen fokuserer også spesielt på den kritiske perioden etter en behandling mot lus og på den andelen av lus som overlever behandlingen. Overlevende lus vil ha vært utsatt for en solid dose med medikament, og kan gi opphav til resistente lusepopulasjoner hvis de blir værende på fisken og fullfører livssyklusen. Vi har vist at den overlevende lusen faktisk blir på fisken og fullfører livssyklusen, men at den er svekket og at utviklingen går mye saktere enn normalt. Styrking av fiskens immunrespons mot lusen med nukleotider i føret anbefales derfor i forbindelse med medikamentell behandling mot lus for å redusere nypåslag av lus etter behandling, og for å begrense muligheten for overlevende lus å fullføre livssyklusen på fisken.

perioder som for eksempel ved påslag av lus eller ved andre infeksjoner. Det er av avgjørende betydning for en god effekt at nukleotidene som tilsettes via føret er prosessert på en måte som gir høy grad av opptak og biotilgjengelighet, og at blandingen inneholder puriner og pyrimidiner i et optimalisert mengdeforhold. Nukleotider tilsatt via føret til laks er vist å gi økt motstand mot ulike infeksjonssykdommer. Det er videre vist at nukleotider i før til fisk kan gi økt fagocytisk respons og høyere genetisk ekspresjon av immunoglobulin M (laksens antistoff). At nukleotider gitt via føret styrker immunresponsen hos laks er også vist ved forbedret antistoffproduksjon (ELISA) mot furunkulosebakterien etter vaksinerings.

### Lus som overlever en medikamentell behandling

Bruken av nukleotider for å styrke immunsystemet vil være særlig effektiv mot lus som har overlevd en behandling, men som har fått en subletal toksisk dose. Selv innen en følsom populasjon vil et antall lus overleve behandling. Selv om lusen som overlever fremdeles er i stand til å fullføre livssyklusen, har behandlingen likevel en signifikant negativ effekt på utviklingshastigheten med hensyn til videre skallsifter. Dette er vist i et forsøk med badebehandling under kontrollerte betingelser utført av Ewos Innovation. Tiden den overlevende lusen trengte for å nå pre-adult stadium økte betydelig (figur 3). En øking i tiden lusen trengte for å nå pre-adultstadiene medfører at

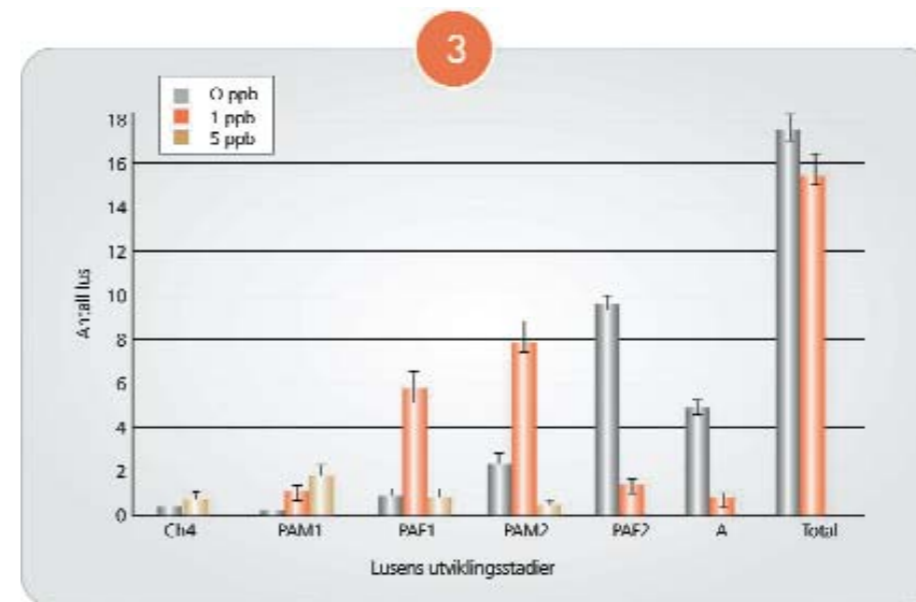
de gjennom en lengre periode vil være eksponert for vertens immunrespons. I en svekket tilstand som dette, er det tvisomt at lusen vil kunne skille ut immunosuppressive forbindelser (SEP) like effektivt som en ubehandlet lus.

### Konklusjon og anbefalinger

Det anbefales at komponenter som styrker laksens immunsystem benyttes i bekjempelsen av lakselus som et supplement til medikamentell behandling. Dette gjelder både ved badebehandling og som en del av grunnpelletten i forbindelse med oral medisinerings. Denne artikkelen oppsummerer vitenskapelig publiserte arbeider som viser at nukleotider (Ewos boost), med riktig innbyrdes balanse mellom de ulike basene; adenin, thymidin, uracil, cytosin og guanin og teknologisk prosessert for å øke opptak og biotilgjengelighet, styrker fiskens immunrespons. Under kontrollerte eksperimentelle betingelser resulterer dette i redusert påslag av lus generelt, og særlig nypåslag i etterkant av en behandling. Egne forsøk ved Ewos Innovation viser videre at lusen er i stand til å fullføre livssyklusen etter at den er utsatt for subletale doser med cypermethrin. Lus som overlever en behandling og deretter fullfører livssyklusen kan gi opphav til lus med redusert følsomhet mot medikamentet.

I dette ligger det et potensial som bør utnyttes for å;

- svekke lusen ved medikamentell behandling gjennom styrket immunrespons



- redusere nypåslag etter behandling
- redusere mulighetene for overlevende lus å fullføre livssyklusen på fisken.

### Funksjonelle før – en naturlig del av effektive IPM-programmer

En strategi der en supplerer medikamentell behandling med funksjonelle dietter som styrker laksens immunrespons mot lusen må

ingå som et av mange tiltak i et «integrated pest management» (IPM)-program. Et slikt program må omfatte nøye planlagt alternering mellom medikamenter, resistensovervåking, koordinerte fellesavlusninger, bruk av leppefisk i tillegg til effektiv overvåking og kontroll også av andre sykdommer. I fremtidige integrerte bekjempelsesstrategier vil kontroll av fiskens helsetilstand så vel som ernærings-

FIGUR 3

Ni dager etter smitte ble fisken behandlet med Excis i ulike konsentrasjoner 0, 1 ppb og 5 ppb i en 1 time. Lusetelling 14 dager etter behandling. Ved 5 ppb var det en signifikant forskjell ( $p < 0.001$ ) i totalt lusenivå sammenliknet med 1 ppb og ubehandlede kontroller. Begge behandlede grupper viste lavere utviklingshastighet enn ubehandlede kontrollgrupper. Ch 4 (chalimus IV), PAM1 (pre-adult male I), PAF1 (pre-adult female I), PAM2 (pre-adult male II), PAF2 (pre-adult female II), AM (adulte lus).

status, også gjennom bruk av målrettede funksjonelle dietter, være avgjørende faktorer. For spørsmål relatert til denne publikasjonen og for vitenskapelige referanser og dokumentasjon, ta kontakt med produktansvarlig funksjonelle før i Ewos, Bjarte Lygren (bjarte.lygren@ewos.com)

## Kjemiske preparater til bruk mot lus på fisk

TABELL 1

Kjemoterapeutiske preparater i kontroll og bekjempelse av lakselus

Forbindelse	Produktnavn	Referanse
Dichlorvos (organofosphat) (bad)	Aquagard <sup>®</sup> (Novartis)	(Rae, 1979)
Azametiphos (organofosphat) (bad)	Salmoosan <sup>®</sup> (Novartis/FishVetGroup)	(Roth et al., 1992)
Hydrogen peroxide (bad)	Paramove <sup>®</sup> (Solvay Interlox)	(Thomassen, 1993)
Deltamethrin (pyrethroid) (bad)	Alphamax <sup>®</sup> (Pharmaq)	(Høy, 1991)
Cypermethrin (pyrethroid) (bad)	Excis <sup>®</sup> / Bolamax <sup>®</sup> (Novartis)	(Hart et al., 1997)
Ivermectin (via før)	Ivomec <sup>®</sup> (Merck)	(Johnson & Margolis, 1993)
Emamectin benzoate (via før)	Sllice <sup>®</sup> (Schering Plough)	(Stone et al., 2000)
Diflubenzuron (via før)	I epsidon <sup>®</sup> (WC2S)	(Horsberg & Høy, 1991)
Tollubenzuron (via før)	Calicido <sup>®</sup> (Skrolling)	(Grønsvold, 1997)



# Fôrtilsetninger kan gi færre lus

De rette tilsetningen til fôret kan styre fiskens generelle immunforsvar. Dette har en sett kan gi færre lus

AV BJARNE RAVNØY, PRODUS AS,  
JOHAN JOHANSEN GIFAS,  
GILDESKÅL FORSKNINGSSTASJON AS,  
PATRICK REYNOLDS GIFAS,  
GILDESKÅL FORSKNINGSSTASJON AS OG  
JOHN SWEETMAN ALLTECH AQUA.

Ved å forebygge smittsomme sykdommer gjennom å fremme ernæringsstrategier som øker fiskens naturlige forsvarsmekanisme, fremmer man utviklingen av robuste bestand-er som på en hensiktsmessig måte kan klare å bekjempe de negative konsekvensene av stress fra ugunstige miljø- og leveforhold.

Eksponert for et smittomt eller skadelig agens vil fiskens viktigste forsvarsmekanisme være den fysiske barrieren (skinn, gjeller og fordøyelsessystemet) og dens beskyttelsesmekanismer, altså de stedene hvor miljøet samhandler med fiskens fysiologi. Slimhinnebarrieren og cellemembranens integritet spiller derfor en vesentlig rolle i denne prosessen, både innvortes og utvortes.

## Øke fiskens forsvarsmekanisme

Alltechs har laget et produkt kalt Aquate SPMP, som er en andregenerasjons produktløsning som tar sikte på å øke fiskens naturlige forsvarsmekanisme og slik legge til rette for sunnere og mer robuste bestander. Produktet inneholder gjærkomponenten Bio-Mos og andre spesifikke gjærkomponenter som kan brukes i kombinasjon med organiske mineraltilskudd. Slike kombinasjoner av funksjonell ernæring har vist seg å styrke tarmens morfologi, næringsopptak, har økt immunkompetansen og styrket sykdomsmotstanden. Videre har nyere arbeid utført ved Gifas og kommersielle feltstudier av Salmon Group, Norge, og Marine Harvest Scotland vist at disse produktene også kan spille en viktig rolle når det gjelder kontroll med og behandlingspraksiser for lakselusmitte.

Gjærproduktet har vist seg å forbedre tarmhelsen når det gjelder adsorpsjon av patogener og immunmodulasjon hos en rekke fiskearter. Dimitroglou et al. (2007) påviste at dette ga en signifikant reduksjon av bakteriemengden i tarmen hos både regnbueørret og havkaruss ved at mengden av totalt aerobe bakterier dyrkede ble redusert. Hos regnbueørret fremmet det kolonisering/økning av nyttige bakterier som finnes i den naturlige tarmfloraen hos sunn regnbueørret. Samtidig så man en reduksjon av uønskede bakterier (*Aeromonas/Vibrio spp*) og andre uidentifiserte Gram-posit

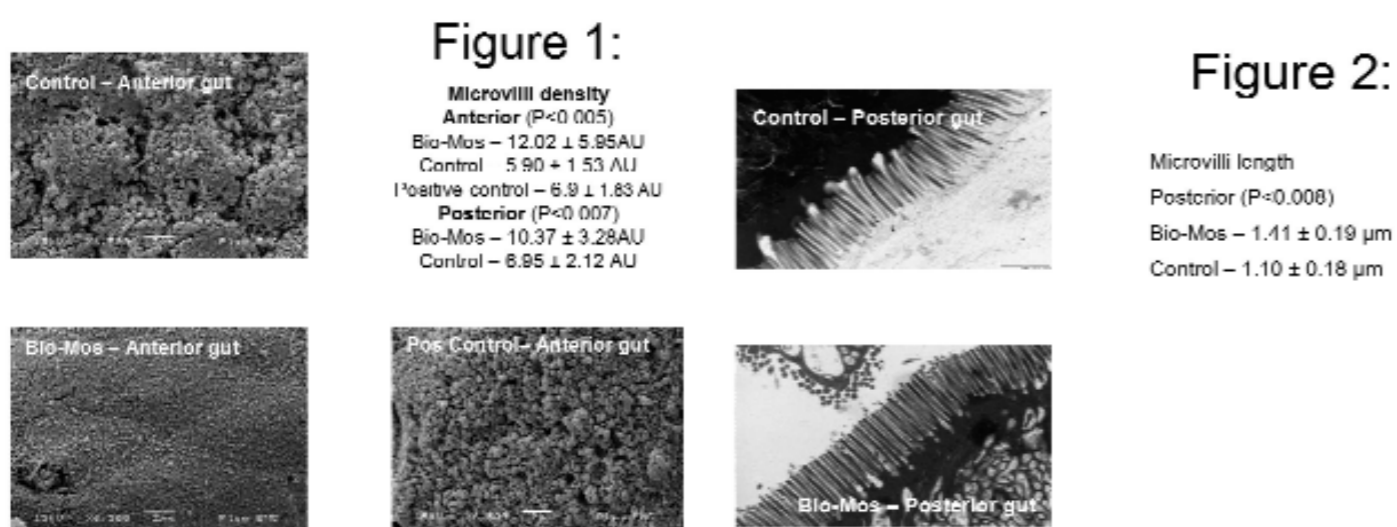
tive bakterier.

Denne typen gjærprodukter har også vist seg å påvirke morfologien i fordøyelsessystemet hos en rekke arter. Det hadde en betydelig effekt på forholdet mellom indre og ytre omkrets både på anterior og posterior tarm hos regnbueørret og flyndre, noe som tyder på en mer komplisert oppbygning av tarmstrukturen med lengre villi, og dermed et større overflateområde for absorpsjon av næring. I kontrollerte studier med laks hos Akvaforsk i 2006, hadde fisk som ble fôret med gjærprodukt med tillegg av organisk mineralernæring betydelig lengre og større tetthet av mikrovilli og færre skadde områder sammenlignet med kontrollfisken.

Ytterligere studier ved Gifas i 2007 og 2008 viste igjen forbedret tarmmorfologi i både anteriore og posteriore tarmseksjoner både med lys- og elektronmikroskopering. I ett av disse forsøkene ble tilnærmet standarddiett med noe høyt vegetabilsk innhold brukt med og uten slike gjærprodukter, sammenlignet med en lavsoyadiett.

Fisken som var blitt fôret med dette produktet, fikk en betraktelig høyere absorpsjons-overflate (lengre villi og mer komplekse villi-strukturer) sammenlignet med både fisken i kontrollgruppen og den positive kontrollgruppen (figur 1).

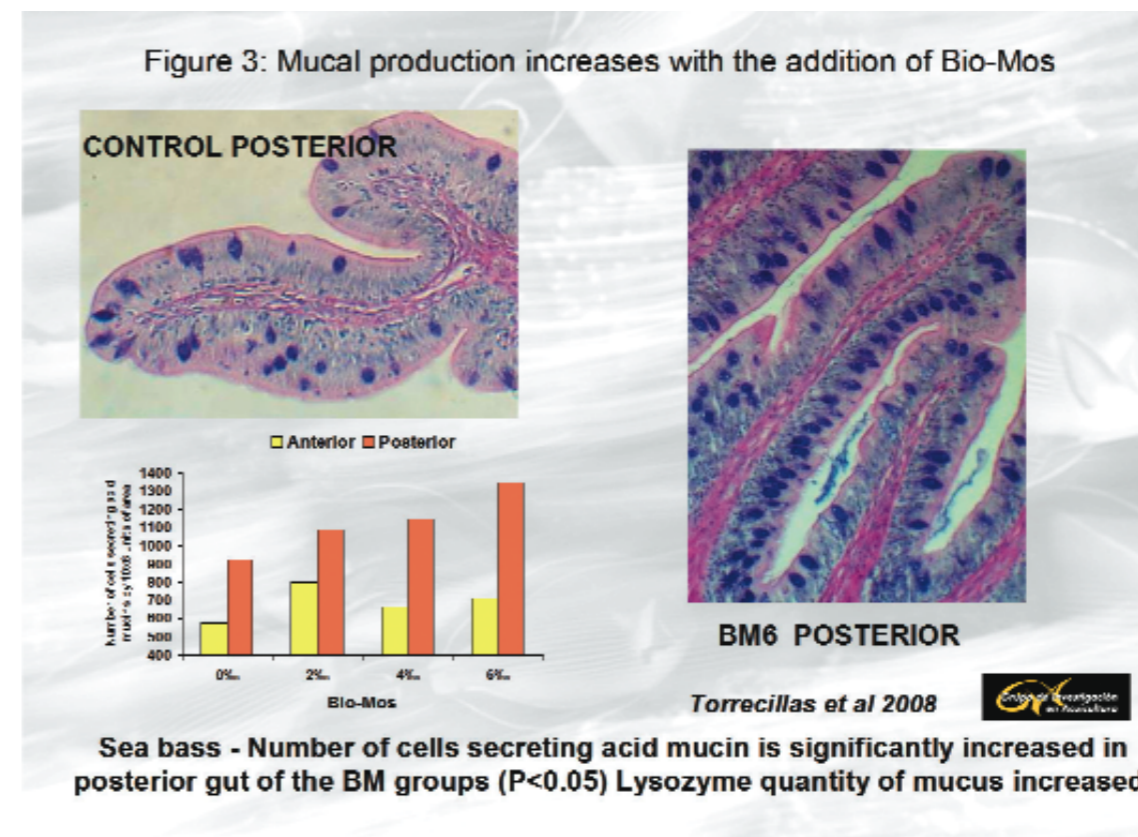
Da transmisjonselektronmikroskopi ble brukt til å undersøke mikrovillilengden, viste



**FIGUR 1**  
Skanningelektronmikroskopbilder av mikrovilli fra anterior tarmseksjon hos fisk i kontrollgruppen, den positive kontrollgruppen og fisk fôret med Bio-Mos som viste betydelig økt mikrovillitetthet og færre skadde områder.

**FIGUR 2**  
Transmisjonselektronmikroskopbildene viser en betraktelig økt mikrovillilengde hos fisk fôret med Bio-Mos i posterior tarmseksjon sammenlignet med fisk i kontrollgruppen.

**FIGUR 3**  
Slimproduksjonen øker ved tilsetning av gjærekstrakt.



fisk fôret med gjærprodukt forbedret mikrovillilengde i posterior tarm sammenlignet med fisken i kontrollgruppen (figur 2). Anterior tarm hos fisk i kontrollgruppen viste uregelmessige mikrovillistrukturer med celledskade hos 50 prosent av fisken sammenlignet med 0 prosent hos den gjærprodukt-behandlede fisken.

Det omtalte produktet har også vist seg å ha en positiv effekt på immunsystemet hos en rekke akvakulturarter, med påfølgende lavere dødelighet, økt sykdomsmotstand og bedre utviklingsparametre. Hos havabbor er økt slimproduksjon ved fôring med gjærekstrakt indisert ved den signifikante økningen i antallet celler som skiller ut sur mucin i posterior tarm (figur 3).

Kommersielle feltstudier utført av Marine Harvest i 2008 (Wallace et al., 2009) viste at laks som ble fôret med fôr med tilsats av dette gjærproduktet, fikk økt slimutskillelse fra huden (figur 4). Denne økningen av hudslim kjennetegnes på området ved at fisken er betraktelig mer slimete, noe som også i stor grad ble rapportert av områdelederne hos Salmon Group i Norge.

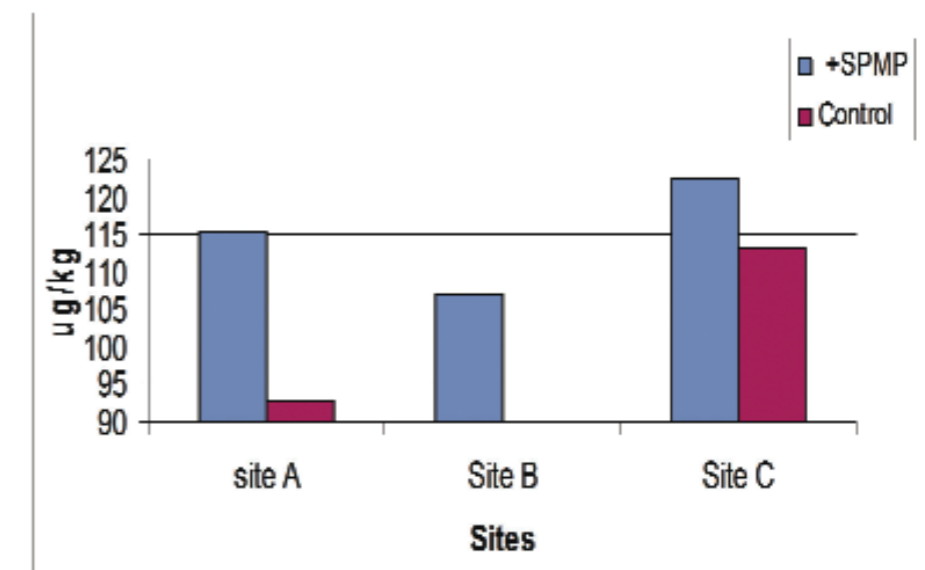
Det er ikke helt klart hvilken rolle slimet spiller når det gjelder antiparasittmekanismer hos fisk. Buchmann and Bresciani (1998) påviste at slim som målt ved tettheten av slimceller kunne spille en rolle når det gjaldt å begrense mengden av monogene parasitter hos regnbueørret. Andre forfattere har vist at monogene og crustacea ektoparasitter kan

påvirke slimproduksjonen hos fisken ved at de reduserer slimcellene i vertens hud (Wells & Cone, 1990; Nolan et al. 1999).

Nyere studier har imidlertid begynt å gi klarhet i hvilke relative roller immunsystemet spiller i kampen mot parasittmitte hos fisk. Det er blitt antydnet at hudslimets fysiokjemiske egenskaper, som bestemmes av tilstedeværelsen av bioaktive stoffer, og epidermal

migrasjon av inflammatoriske celler og deres sekreter, kan påvirke dannelsen og proliferasjonen av ektoparasittiske kopepoder, ciliater eller monogener (Jones, 2001)

Ved Gifas ble det utført en overvåking av utviklingen av lakselus som viste at juvenil laks som var blitt fôret med gjærprodukt i en syvukers periode, hadde signifikant lavere totalantall lakselus sammenlignet med fisk som



**FIGUR 4**  
Typisk utvikling av hudslim hos laks fôret med gjærekstrakt i Skottland.



var blitt føret med kontrolldietten. I tillegg ble det totale antallet av individuelle laks som var smittet av lakselus (uavhengig av art, livs-alder eller kjønn) betraktelig redusert ved bruk av gjærprodukttillegg.

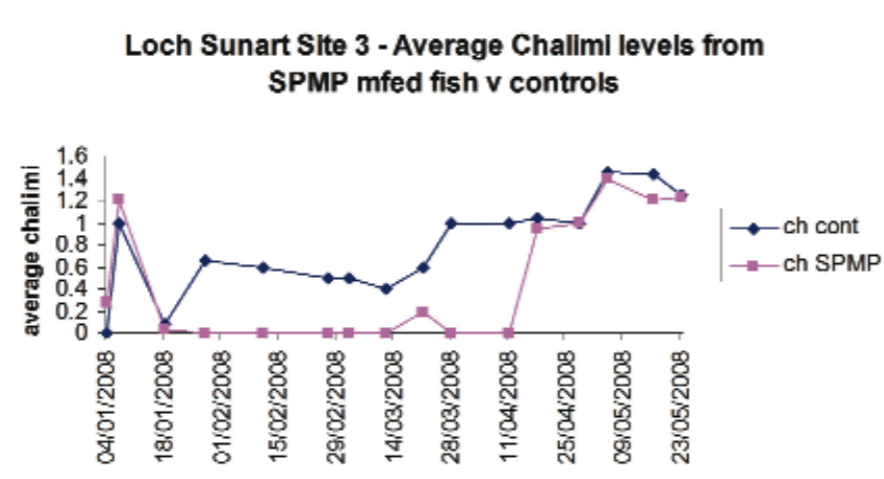
#### Feltstudier MH Skottland

Marine Harvests feltstudie i Loch Sunart i Skottland ble gjennomført på tre lokaliteter.

Varighet Januar–August 2008.

Marine Harvest innhentet prøver av fiske-muskel og sjekket for emamectin benzoat (EmB) i fisk føret med gjærprodukt og fisk føret med kontrolldietter umiddelbart etter at medisinerings med Slice var avsluttet. Det ble funnet markant høyere nivåer av medisinerester hos fisk som var føret med gjærprodukt. Dette er viktig ut fra et miljøperspektiv ettersom dette betyr at mindre mengder av emamectin benzoat går i avføringen og at mer beholdes i fiskekjøttet, noe som indikerer en mer effektiv behandling.

Kombinasjonen av gjærprodukt og bedre driftspraksiser resulterte i at færre chalimi festet seg etter behandling, noe som ble tilskrevet økt slimproduksjon (figur 5) og generelt lavere mengder av mobile lus i alle stadier (figur 6).



**FIGUR 5**  
Gjennomsnittlige nivåer av chalimi hos SPMP-føret fisk i forhold til fisk i kontrollgruppen, Loch Sunart.

#### Konklusjoner

Marine Harvest konkluderte med at Loch Sunart-forsøkene indiserer at:

- Gjærprodukt dietten produserte mer hudslim enn kontroll dietten.
- Gjærprodukt dietten fremmet bedre tarm-

integritet, noe som la til rette for et bedre opptak av Slice i fiskekjøttet.

- Bruken av gjærprodukt for å øke opptaket av emamectin var mer miljøvennlig.
- Bruken av gjærprodukt for å fremme hudslim dempet mengden chalimi som festet seg i etterkant sammenlignet med

kontrollbestandene.

- Gjærprodukt kan inkluderes i føret i den innledende fasen av produksjonen og slik eliminere ekstrakostnadene tilknyttet en ekstra top coating.

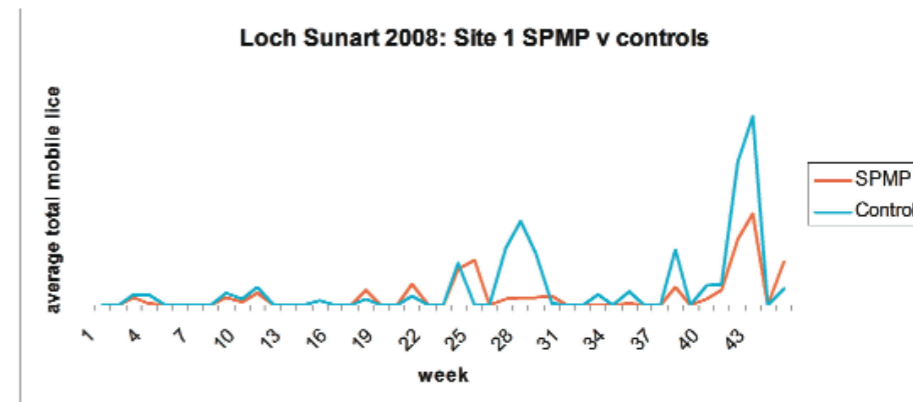
Salmon Groups konklusjoner av forsøkene ved bruk av gjærprodukt ble sammenfattet i et spørreskjema, som oppga følgende:

- fire av fem av anleggene rapporterte generelt bedre helsestatus hos gjærprodukt-føret fisk.
- fire av fem av anleggene rapporterte færre lusbehandlinger hos forsøksfisken.
- Alle anleggene rapporterte at fisken syntes å være meget slimete.

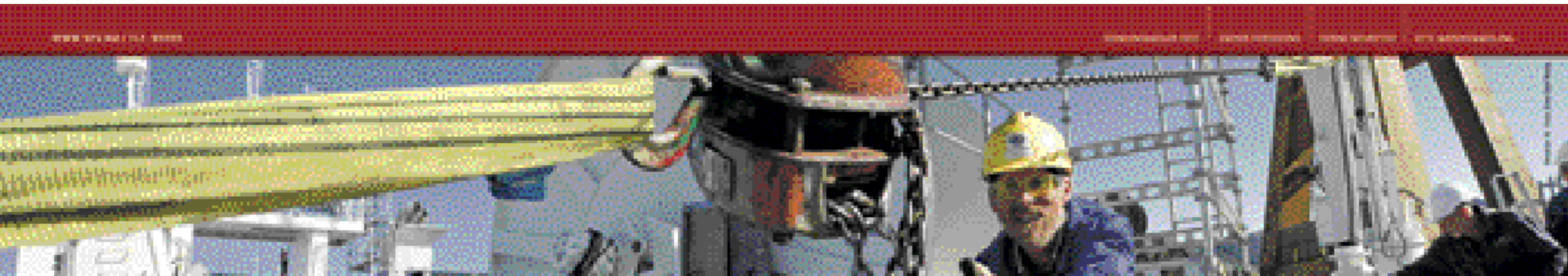
Referanseliste fåes ved henvendelse redaksjon eller forfatter.

**TABELL 1**  
Antall lakselus funnet hos utvalget av laks.

	KONTROLLMERDER					BIO-MOS-MERDER					T-TEST
	1	2	3	4	GJ.SN.	1	2	3	4	GJ.SN.	
Mature females	1	2	0	1	1	0	0	1	1	0,5	0,178
Preadults	14	32	24	53	30,75	29	24	15	20	22	0,179
Chalimus	22	4	8	26	15	8	8	14	7	9,25	0,170
Caligus	17	14	14	5	12,5	8	14	7	5	8,5	0,140
<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>52</b>	<b>46</b>	<b>85</b>	<b>59,25</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>37</b>	<b>34</b>	<b>40,5</b>	<b>0,044</b>



**FIGUR 6**  
Smittebelastningen fra mobile lus i alle stadier viser en kraftig nedgang, noe som gjenspeiler vellykkede behandlingsintervensjoner hos fisk føret med både SPMP- og kontroll dietter.



Spiller det noen rolle at banken din kjenner næringslivet på Vestla ndet?

Er det noen rolle at banken din kjenner næringslivet på Vestla ndet?

Vestla ndet er et av de mest utviklede næringslivet i Norge. Det er et av de mest utviklede næringslivet i Norge. Det er et av de mest utviklede næringslivet i Norge.

(Hovedbank, Sparebank og Sparekassene)

Det er viktig å velge en bank som kjenner næringslivet på Vestla ndet.

La oss hjelpe deg med å velge en bank som kjenner næringslivet på Vestla ndet.

Er det noen rolle at banken din kjenner næringslivet på Vestla ndet?

Vestla ndet er et av de mest utviklede næringslivet i Norge. Det er et av de mest utviklede næringslivet i Norge. Det er et av de mest utviklede næringslivet i Norge.

La oss hjelpe deg med å velge en bank som kjenner næringslivet på Vestla ndet.



# Kamp mot lakselus på flere fronter

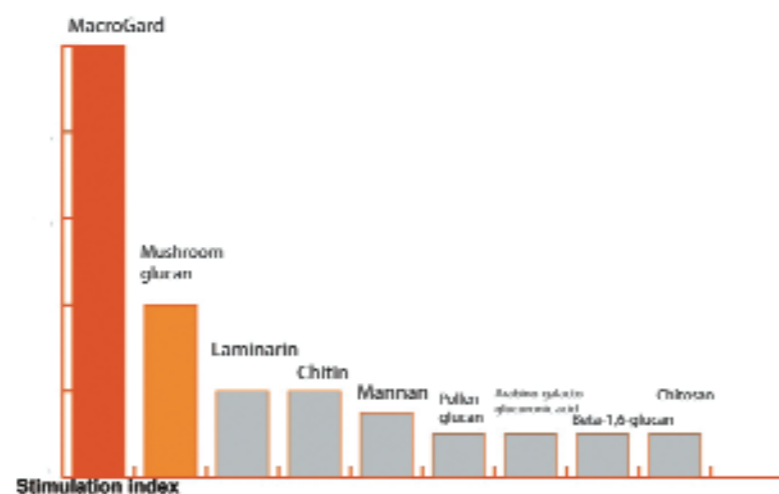
Avlusing og medisinerings – de store, åpne slagene – er viktig i lusekampen. Men som i alle kriger må du kjempe på flere fronter. Overført til lusebekjempelse er det flere midler enn medisinfor som er viktige strategiske brikker for å vinne kampen. Forebyggende, naturlige komponenter i fôret er en av dem.

Av OLE FRETHEIM OG RUDI RIPMAN SEIM  
ole.fretheim@biorigin.no

For å vinne over lakselus i et langsiktig perspektiv er det viktig å se på alle virkemidlene i en total bekjempelsesstrategi. En lang rekke ikke-medikamentelle faktorer påvirker lusas levevilkår, slik som for eksempel rene nøter, leppefisk osv. Denne artikkelen ser på hvordan naturlige komponenter i fôret kan bidra til å bekjempe lakselus.

Å bekjempe lus er en av de viktigste helseoppgavene i akvakultur. Lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) og skottelus (*Caligus elongatus*) koster havbruket milliardsummer gjennom direkte tap og sekundærinfeksjoner. I Norge er de årlige tapene anslått til 1000 MNOK i form av dødelighet, tapte fôr, tapte tilvekst og nedklassing. Mindre målbar er kostnadene knyttet til sekundærinfeksjoner, et økt lusepress på villaks og en negativ markedskonsekvens.

Lus blir tradisjonelt bekjempet gjennom avlusing med leppefisk og et begrenset antall insektmidler distribuert gjennom badebe-



FIGUR 1  
Forskjellige glukaner har ulik evne til å aktivere makrofager. Seljelid et al. (1981).

handling og lusefôr. Det pågår innledende arbeid med en lusevaksine, men den er ikke ventet på markedet før om mange år. Insektmidlene mot lus er brukt i mange år, og det er ingen nye på gang. Parallelt med tilsvarende situasjoner i landbruket har dette ført til at det blir rapportert stadig flere tilfeller av resistens. De store økonomiske konsekvensene og tiltakende resistens understreker viktigheten av å finne nye, alternative tiltak mot lus så fort som mulig.

## Alternativ og miljøriktig bekjempelse

Ett alternativ til å eliminere lus etter påslag, er å forebygge ved å stimulere egenskaper hos fisken selv som gjør at lusa ikke klarer å feste seg. En rekke studier med beta-1,3/1,6-glukanet MacroGard har vist at man kan styrke det generelle immunforsvaret.<sup>1,2,3</sup> Dette reduserer i sin tur lusepåslaget.

MacroGard er et høyrenset beta-1,3/1,6-glukan fra en selektert stamme av bakegjær. Betaglukaner er blitt brukt i århundrer i folke-medisinen i Japan. Forskningsmiljøet i Tromsø klarte å utvinne et svært bioaktivt betaglukan fra gjær (figur 1).<sup>4</sup> Dette danner grunnlaget for det som etter hvert ble det kommersielle produktet.

Beta-1,3/1,6-glukan ligger i gjær-celleveggen under flere lag av proteiner. I motsetning til hele gjær-celleveggen (MOS) består MacroGard av tilgjengelige frie kjeder beta-1,3/1,6-glukan fra renseprosessen. Tilgjengelig beta-1,3/1,6-glukan og struktur er avgjørende for effekten fordi det er disse egenskapene immunsystemet gjenkjenner.

## MacroGard stimulerer immunforsvaret

Nesten all smitte angriper organsimen via tarmen og det er derfor vi finner 75 prosent av

alle cellene i immunforsvaret her.<sup>5</sup> MacroGard blir gitt via fôret og virker ved å binde seg til reseptorer på immuncellene i tarmen.<sup>6</sup> Det får dem til å sende ut signaler som aktiviserer enda flere immunceller i kroppen. Resultatet er at kroppen blir bedre i stand til å bekjempe smitte effektivt. Kun innenfor akvakultur er det publisert over 50 artikler som viser virkningen av MacroGard.

## Immunforsvaret bekjemper lus

Fleire forsøk dokumenterer at lusepåslaget blir mindre når laksens immunforsvar styrkes med MacroGard.<sup>7,8</sup> Hypotesen bak de gode resultatene er at enkelte enzymer eller andre kvantitative og/eller kvalitative substanser i fiskens slim gjør det vanskeligere for lusa å feste seg.

## Forsøk viser kraftig reduksjon i lusepåslaget

I et forsøk ved Nofimas forsøksstasjon på Ekkilsøy ble lusepåslaget (antall fisk med lus) redusert med 27 prosent hos fisk som ble fôret med en diett bestående av fiskemel, soyamel og solsikkemel (fôr 2), sammenlignet med kontrollen som var en ren fiskemeldi (fôr 1).<sup>8</sup> Ved å tilsette 1000 ppm MacroGard til denne blandingen (fôr 3) ble antall fisk med lus ytterligere redusert med 28 prosent. Resultatene er vist i figur 2 og vil bli publisert i en vitenskapelig artikkel.

Forskjellen mellom gruppene viser at det er mulig å kombinere både fôråvarer og MacroGard for å oppnå en systemisk effekt mot lus. Dette blir styrket av et tidligere forsøk hos Marine Harvest i Skottland.<sup>7</sup> I et smitteforsøk i 2000 fant man ca. 20 prosent lavere lusepåslag (lus per fisk) når fisken fikk MacroGard før den ble smittet med copepoditter (figur 3).

## Økt beskyttelse mot sekundærinfeksjoner

Slimhinner og hud er to av de viktigste forsvarsbarrierene mot mikrober. Sår og skader som lusa lager på overflatevevene er bokstavelig talt hull i dette panservernet. Dersom sårene ikke gror raskt og effektivt, kan det være begynnelsen på en infeksjonsprosess som ikke lar seg stoppe med noe middel.

Sårheling blir drevet av makrofager i huden.<sup>9</sup> Etter at makrofagene har fjernet infeksjonen vil en rekke immunceller danne nytt bindevev som tetter sårene.

Å styrke makrofagene med å tilføre MacroGard oralt viser derfor positiv effekt på sårheling. I et forsøk hos Veso Vikan i 2007 hadde fisk som fikk MacroGard 30 prosent reduksjon i vintersår.

## Systemisk bekjempelse fører ikke til resistens

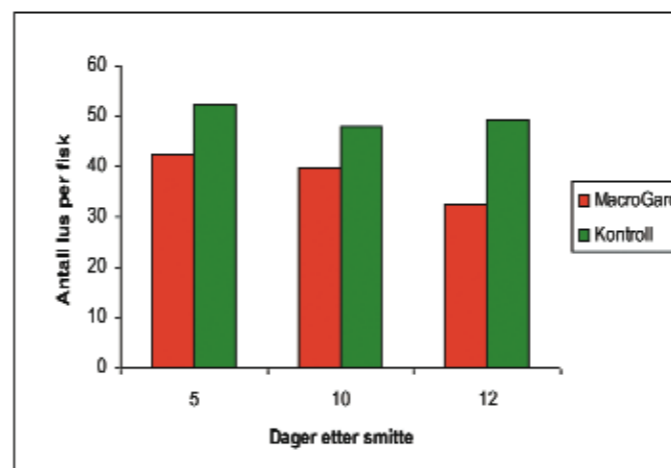
Immunforsvaret bekjemper patogener og parasitter ved å drepe dem, ikke ved å forgifte dem, slik medikamenter gjør. En parasitt kan lære seg til å tåle et medikament, det finnes det mange eksempler på, også for lakselus. Det er langt mindre sannsynlig at parasittene vil finne nye måter å feste seg til fisken på. Derfor vil systemisk bekjempelse ikke føre til de samme resistensproblemene som medikamenter.

Et helt parallelt resonnement gjelder for økologisk lusebekjempelse med leppefisk.

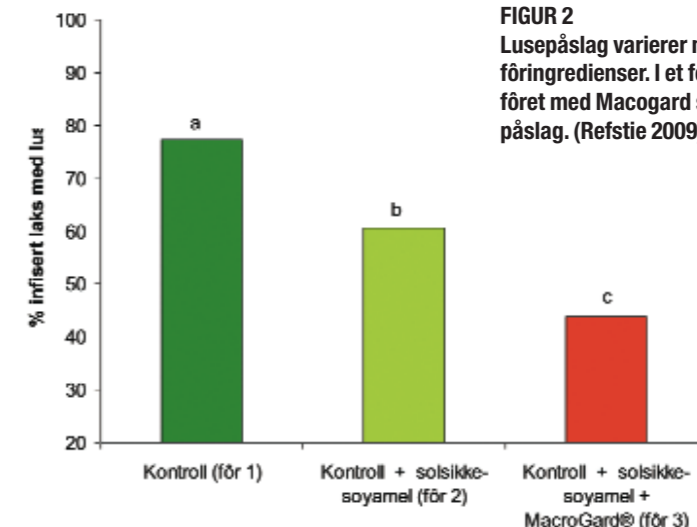
## Gevinst

Systemisk lusebekjempelse vil være til fordel for havbruket, alene og i kombinasjon med andre biologiske metoder som leppefisk.

En opplagt fordel er økonomi. Systemisk lusebekjempelse vil være både rimeligere og mer effektiv enn tradisjonelle lusemidler fordi en slik metode vil redusere oppdretternes utgifter til avlusing og redusere biomasse- og nedklassifiseringstap. Mindre lus i anlegget vil også føre til færre sekundærinfeksjoner fordi huden, en naturlig barriere mot patogener, holder seg uskadd.



FIGUR 3  
Antall lus per fisk fôret med og uten MacroGard og smittet med copepoditter. (Richie, 2001)



FIGUR 2  
Lusepåslag varierer med fôråvarer og fôringredienser. I et forsøk ved Nofima fikk fisk fôret med MacroGard signifikant mindre lusepåslag. (Refstie 2009)

Den største gevinsten er sannsynligvis at systemisk lusebekjempelse ikke fører til resistens. Med økende antall tilfeller av resistens mot de eksisterende anti-parasittmidlene, risikerer vi at lusesituasjonen kommer ut av kontroll.

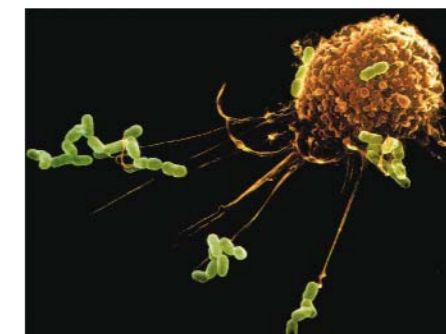
## Klar til å tas i bruk

Ved å bedre fiskens helsestatus reduseres antall fisk med lus og antall lus per fisk. For å hindre at copepoditter skal klare å feste seg, bør MacroGard brukes forebyggende i de kritiske periodene for lusepåslag om våren og tidlig på høsten. Tilsvarende er det viktig å føre med MacroGard ca. seks uker etter avsluttet oralbehandling og like etter badebehandling for å forlenge den lusefrie perioden. For alle praktiske formål er metoden klar til å tas i bruk.

- 1 Robertsen, B. et al. (1990) «Enhancement of non-specific disease resistance in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., by a glucan from *Saccharomyces cerevisiae* cell walls». *Journal of Fish Diseases*, 13: 391–400
- 2 Pasternack, M. et al. (1996) «Effect of glucan supplemented diet on growth and non-specific immunity of rainbow trout»

Finnish Game and Fisheries Research Institute, 55: 1–22

- 3 Verlhac, V. et al. (1998) «Immunomodulation by dietary vitamin C and glucan in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)» *Fish and Shellfish Immunology*, 8: 409–424
- 4 Seljelid, R. et al. (1981) «Glucan stimulation of macrophages in vitro» *Experimental Cell Research*, 131: 121–129
- 5 Furness, J.B. et al. (1999) «Nutrient Tasting and Signaling Mechanisms in the Gut» *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*, 277(5): 922–928.
- 6 Engstad, R.E. and Robertsen, B. (1993) «Recognition of yeast cell wall glucan by Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) macrophages» *Developmental and Comparative Immunology*, 17: 319–330
- 7 Ritchie, G. (2001) «Mulig hjelp i lusekampen» *Aquatic*, 6: 64–67
- 8 Refstie, S. (2009) «Solsikke og  $\beta$ -glukaner i fôret reduserer lusepåslaget hos laks» *Norsk Fiskeoppdrett* nr. 6A, s 46–48
- 9 Portera, C.A. et al. (1997) «Effect of macrophage stimulation on collagen biosynthesis in the healing wound» *American Surgeon*, 63: 125–131



FIGUR 4  
Makrofag som uskadeliggjør *E. coli*-bakterier.





# Arveleg variasjon i motstandskraft mot lakselus hos laks

Hos laks er det påvist arveleg variasjon i motstandskraft mot lakselus. Laksen sin motstandskraft mot lus kan difor aukast gjennom eit målretta avlsarbeid. Dette vil ikkje løyse dagens luseproblem, men vil over tid kunne redusere behovet for avlusing, redusere risikoen for utvikling av lakselus som er resistent mot legemidlane mot lakselus og auke levetida på desse legemidlane, og redusere infeksjonspresset av lakselus på vill laksefisk.

**BJARNE GJERDE<sup>1</sup>, BJARNE SALTJELVIK<sup>2</sup>  
OG JØRGEN ØDEGÅRD<sup>1</sup>  
NOFIMA MARIN, ÅS<sup>1</sup> OG AVERØY<sup>2</sup>**

## Bakgrunn

For atlantisk laks er det publisert to artiklar om arveleg variasjon i motstandskraft mot lakselus. I forsøk med naturleg infeksjon er det funne låg arvegrad (sjå faktaboks 1) for tal lus per fisk ( $0,07 \pm 0,02$ , Glover mfl., 2005;  $0,14 \pm 0,02$ , Kolstad mfl., 2005), men middels høg arvegrad i kontrollert infeksjonstest ( $0,26 \pm 0,07$ ; Kolstad mfl., 2005).

Den genetiske korrelasjonen mellom tal lus per laks under kontrollert og naturleg infeksjon er høg (0,88, Kolstad mfl., 2005); dvs. at dei familiane som er genetisk disponert for stort lusepåslag i ein infeksjonstest også er disponert for stort påslag under naturleg infeksjon. Ein slik kontrollert infeksjonstest er difor

godt egna til å rangere familiar av laks for motstandskraft mot lakselus. Å basere ein slik test på felldata er ikkje mogleg fordi ein ikkje får nok lus per fisk (før ein etter dagens forskrifter må avluse) til å kunne skilje familiane med omsyn til motstandskraft mot lus.

Den genetiske korrelasjonen mellom tal fastsittande og tal bevegelege lus per fisk er høg ( $0,98 \pm 0,12$ ) sjølv ved eit lågt tal fastsittande (gjennomsnitt 1,67) og tal bevegelege (gjennomsnitt 2,63) lus per fisk (Kolstad mfl., 2005); dvs. at rangeringa av familiane med omsyn til motstandskraft mot lus er nær den same ved desse to utviklingsstadia av lusa.

Fordi infeksjonstesten i Kolstad mfl. (2005) vart gjennomført med relativt få familiar (50) har vi etterprøvd desse resultat med 154 familiar.

## Material og metodar

Infeksjonstesten vart gjennomført i to kar med sjøvatt (diameter 3 m, vasshøgde 1,8 m); 1094 laks i kar 1 og 1112 i kar 2, og som var avkom etter 78 hannfisk og 154 hofisk frå avlskjerna til SalmoBreed. Fiskane vart individmerka i september 2007 hos Nofima Marin, Sunndalsøra, og var 1+ smolt då dei vart transportert til Nofima Marin, Averøy 20. mai 2008.

I dei to kara testa vi også 58 (kar 1) og 61 regnbogeaure (kar 2). Dette var ordinær produksjonsfisk av Aqua Gen stamme som var sett i sjøen på Averøy som 0+ settefisk i desember 2007.

Laksen og regnbogeauren i dei to kara vart infisert med lakselus 20. juni (kar 1) og 23. juni (kar 2), og med i gjennomsnitt 74 luseelarvar (copepodittar) per fisk i kar 1 og 36 i kar 2. Tal fastsittande lus (chalmus II-III) per fisk vart telt 30. juni (kar 1) og 2. juli (kar 2). Laksen var då i gjennomsnitt 260 gram og regnbogeauren 455 gram. Det var ikkje muleg å få tak i regnbogeaure av same storleik som laksen.

## Resultat

*Gjennomsnitt og variasjon i tal lus per fisk*  
Gjennomsnitt tal lus per laks var 27,1 i kar 1 og 13,9 i kar 2. Det var svært stor variasjon i tal lus per fisk; frå 2 til 185 i kar 1 og frå 0 til 168 i kar 2 (figur 1). Korrelasjonen mellom tal lus per fisk og vekta på fisken var positiv, men låg; 0,34 i kar 1 og 0,27 i kar 2; dvs. at berre om lag ti prosent av variasjonen mellom fisk i tal lus per fisk har sin årsak i at stor fisk har fleire lus enn liten fisk.

## Faktaboks 1

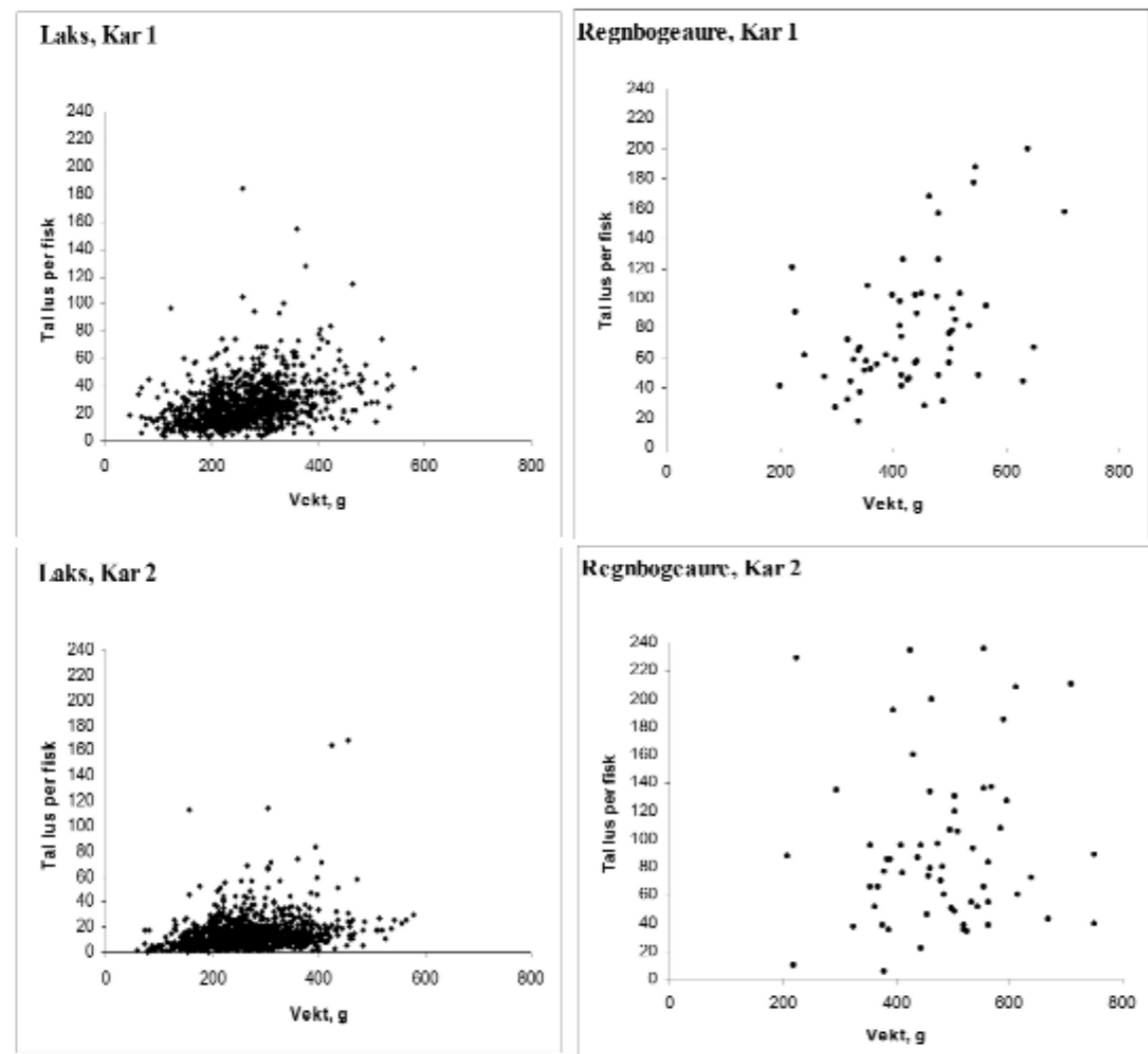
**Arvegrad:** Kor stor del av variasjonen mellom dyr for ein eigenskap som er styrt av arv. Dei fleste eigenskapane det vert gjort utval for i avlsarbeidet har arvegrad mellom 0,1 og 0,4, dvs. at mellom 10 og 40 prosent av variasjonen mellom dyr er styrt av dei gena dyra får overført frå sine foreldre.

**Individutval (fenotypeutval):** Utval av foreldre til ein ny generasjon basert på data (for eksempel tal lus per fisk) registrert på dei aktuelle avlskandidatane.

**Syskenutval:** Utval av foreldre basert på data (for eksempel tal lus per fisk) registrert på full- og halvsysken til dei aktuelle avlskandidatane.

Marine Harvest er sterkt engasjert i kampen mot lakselusa og søker løsninger som sikrer bærekraftig utvikling av næringen





**FIGUR 1**  
Samanhengen mellom tal lus per fisk og vekta på fisken (Gjerde og Saltkjelvik, 2009).

#### Betydeleg arveleg variasjon i tal lus per fisk

Arvegraden for eigenskapen tal lus per fisk var  $0,29 \pm 0,09$ ; dvs. at 29 prosent av variasjonen mellom enkeltfisk i tal lus per fisk har sin årsak i gen nedarva frå far og mor. Korrelasjonen mellom avlsverdiane for eigenskapen tal lus per fisk for dei 154 familiene i dei to kara var relativt høg (0,73; sjølv om det berre var 7–8 fisk per familie i kvart kar), og familie avlsverdiane for tal lus per fisk varierte frå om lag 20 til 36 i kar 1, og frå omlag 8 til 34 i kar 2 (figur 2). Desse resultatene viser at det er ein betydeleg arveleg variasjon i tal lus per fisk hos laks.

#### Ugunstig genetisk korrelasjon mellom tal lus per fisk og vekt

Estimatet av den genetiske korrelasjonen mellom tal lus per fisk og vekta på fisken (eit resultat av tilvekst i ferskvatn og 1,5 månader i sjøen) var positiv, men med ein relativt stor standardfeil ( $0,57 \pm 0,28$ ). Også Kolstad m. fl. (2005) fann ein positive genetisk korrelasjon mellom tal lus per fisk og vekta på fisken ( $0,37 \pm 0,10$ ). Dette tyder på at utval for betre

tilvekst aukar laksen sin mottakelegheit for lus, og difor til meir alvorlege/intense infeksjonar. Men fordi utval for større tilvekst resulterer i kortare produksjonstid, treng ikkje dette resultere i fleire angrep av lus og såleis fleire avlusingar per utsett.

Resultata for regnbøgeaure finst i faktaboks 2.

#### Diskusjon

At det er funne betydeleg arvelege variasjonar i tal fastsittande lus per laks, viser at ein over tid kan redusere luseproblema hos laks gjennom eit målretta avlsarbeid. Kor lang tid det vil ta før ein vil kunne sjå noko positiv effekt av dette, er først og fremst avhengig av kor stor vekt avlsselskapa vil legge på denne eigenskapen i forhold til andre eigenskapar dei gjer utval for. Dersom avlsselskapa gjer utval for betre motstandskraft mot lakselus vil det medføre mindre genetisk framgang for andre eigenskapar. Kor stor vekt som i så fall skal leggjast på lus i avlsprogramma, blir derfor eit strategisk viktig val for avlsselskapa.

Før ein inkluderer denne eigenskapen i avlsmålet for laks bør ein få eit påliteleg estimat av storleiken på den genetiske korrelasjonen mellom tal lus per fisk registrert til ulik tid på året (ulik sjøtemperatur, fiskestorleik, osv.); og meir påliteleg estimat av den genetiske korrelasjonen mellom tal lus per fisk ved ulike utviklingsstadium av lusa (fastsittande, bevegelege, vaksne) og mellom tal lus per fisk og andre eigenskapar som til dømes tilvekst. Dette vil bli gjort i eit nytt prosjekt finansiert av Noregs forskingsråd og Fiskeri- og havbruksnærings forskingsfond (FHF) (prosjekt nr.190486/S40, 2009-2012).

Utval for ein laks med større motstandskraft mot lakselus vil ha stor økonomisk verdi: (a) redusert behov for avlusing, (b) redusert risiko for utvikling av lakselus som er resistent mot dei legemidlane som vert brukt i dag og auka levetida på desse legemidlane, og (c) redusert smittepress av lakselus på vill laksefisk. Men fordi avl for einkvar eigenskapar må ha eit langsiktig perspektiv, vil ikkje avl mot lakselus løyse dagens luseproblem. Men difor er det også viktig å starte opp dette arbeidet så

fort vi meiner å ha nok kunnskap til å gjere dette på ein god måte, og ikkje vente på at det skal dukke opp andre tiltak som eventuelt vil gjere eit avlsarbeid for denne eigenskapen mindre aktuelt, for eksempel ein vaksine eller markørassistert (genomisk) seleksjon (sjå Gjerde, 2007 for meir diskusjon om dette).

Dagens krav til avlusing (maks 0,5 vaksne holus per fisk, eller totalt fem lus, i gjennomsnitt per fisk) gjer at eit avlsarbeid for betre motstandskraft mot lus må skje basert på uvalsmetoden syskenutval (sjå faktaboks 1). Alle avlsselskapa for laks i Noreg har mulegheit til å gjennomføre eit slikt utval for denne eigenskapen. Men for å motivere avlsselskapa til å starte eit utval for større motstandskraft mot lakselus, og kundane deira (smolt- og matfiskproducentane) til å etterspørje eit genetisk materiale med større motstandskraft mot lakselus, bør ein få demonstrert kva ein kan oppnå gjennom eit målretta avlsarbeid. For eksempel ved å teste avkom etter laks selektert for betre motstandskraft mot lakselus saman med avkom etter laks som ikkje er selektert for motstandskraft mot lakselus på nokre oppdrettslokalitetar med ulikt infeksjonspress.

Ei innvending vi har møtt mot å gjere utval for ein laks som er meir motstandskraftig mot lakselus, er at lusa vil kunne tilpasse seg den «nye laksen» og at dette utvalet såleis ikkje vil ha nokon positiv effekt for oppdrettslaksen. Men at den «nye lusa» heller kan ha ein sterkare negativ effekt på vill laksefisk (laks, sjøaure, røye) enn dagens lus. Dette har vi per i dag ikkje noko kunnskap om. Men tilsvarende innvending kan ein bruke mot å auke laksens motstandskraft mot bakterie- og virusjukdommar gjennom avl og vaksining (for eksempel vaksine mot lus). Så langt er det ikkje dokumentert noko negativ effekt av å auke laksen sin motstandskraft mot bakterie- og/eller virusjukdommar gjennom avl.

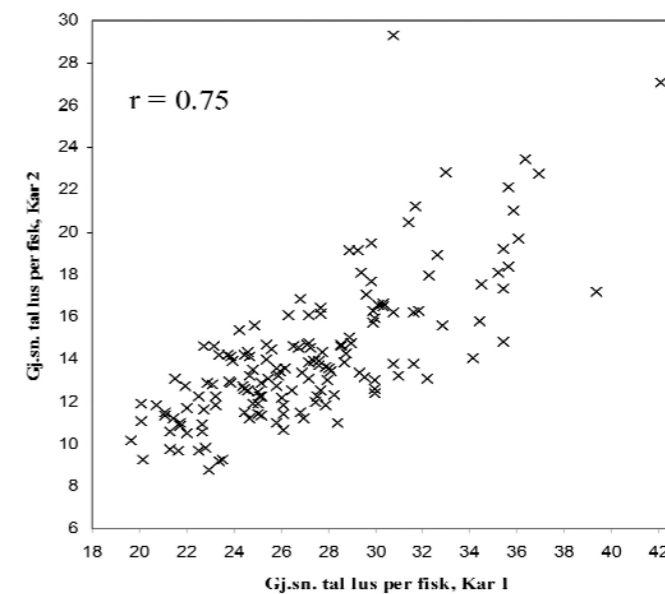
Skal vi få utvikla eit levedyktig og berekraftig oppdrett av laks og regnbøgeaure, må vi løyse det store problemet som lakselus representerer både for oppdrettsnærings og dei ville artane av laksefisk. Og då må vi prøve alle dei tiltak vi meiner kan ha ein positiv effekt (leppefisk, legemidlar, avl, vaksine, føring, godt stell), og ikkje utelukke noko tiltak.

#### Takk

Prosjektet er finansiert av FHF (prosjekt nr. 532024). Familiematerialet av laks fekk prosjektet vederlagsfritt frå SalmoBreed AS.

#### Litteratur

- Gjerde, B. 2007. Avl for ein laks med større motstandskraft mot lakselus – eit supplerende tiltak til «Nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk». Norsk fiskeoppdrett 7, 40–45.
- Gjerde, B., Saltkjelvik, B. 2009. Susceptibility of Atlantic salmon and rainbow



**FIGUR 2**  
Samanhengen mellom familieavlsverdiane for tal lus per fisk i kar 1 og 2 (Gjerde og Ødegård, sendt til Aquaculture).

## Faktaboks 2

**Resultat regnbøgeaure:** Gjennomsnitt tal lus per regnbøgeaure var 78,9 i kar 1 og 92,8 i kar 2. Variasjon mellom fisk i tal lus per fisk var svært stor; frå 17 til 200 i kar 1 og frå 6 til 236 i kar 2 (figur 1). Korrelasjonen mellom tal lus per fisk og vekta på fisken var positiv, men låg; 0,42 i kar 1 og 0,07 i kar 2. Korrigert til same gjennomsnittsvekt som regnbøgeauren var tal lus per laks 38,4 i kar 1 og 23,8 i kar 2; dvs. vesentleg høgare tal lus per fisk hos regnbøgeaure enn hos laks.

På det undersøkte utviklingsstadiet for lusa (chalimus II-III) var regnbøgeauren difor meir mottakeleg for lus enn laksen. Dette er ikkje i samsvar med tidlegare funn (Jackson and Minchin, 1993; Jackson et al., 1997) og den generelle haldninga som råder om at regnbøgeauren er mindre mottakeleg for lus enn laksen.

Difor bør vi undersøke om det er stor nok arveleg variasjon i motstandskraft mot lus også hos regnbøgeaure til å starte eit avlsarbeid mot lus hos denne arten. Men dette krev eit avlsarbeid som gjer det mogleg med syskenutval (faktaboks 1), noko dei færreste avlsselskapa for regnbøgeaure i Noreg har økonomi til i dag.

Hos coho laks er det funne at skilnaden i tal lus per fisk var ulikt på ulike utviklingsstadium til lusa (Johnson and Albright, 1992). Difor bør resultatene etterprøvast ved å registrere tal lus per fisk også på seinare utviklingsstadium for lusa (bevegelege, vaksne).

- trout to the salmon lice *Lepeophtheirus salmonis*. Aquaculture, in press.
- Gjerde, B. and Ødegård, J. Estimates of genetic variation in the susceptibility of Atlantic salmon to the salmon lice *Lepeophtheirus salmonis*. Submitted to Aquaculture.
- Glover, K.A., Aasmundstad, T., Nilsen, F., Storset, A., Skaala, Ø., 2005. Variation of Atlantic salmon families (*Salmo salar* L.) in susceptibility to the sea lice *Lepeophtheirus salmonis* and *Caligus elongatus*. Aquaculture, 245:19–30.
- Jackson, D., Minchin, D., 1993. Lice infestations of farmed salmon in Ireland. In Pathogens of wild and farmed fish. s.

- 188–201. Ed. G. A. Boxshall and D. Defaye. Ellis Horwood, London. 378 ss.
- Jackson, D., Deady, S., Leahy, Y., Hassett, D., 1997. Variations in parasitic caligid infections on farmed salmonids and implications for their management. ICES Journal of Marine Science, 54:1104–1112.
- Kolstad, K., Heuch, P.A., Gjerde, B., Gjedrem, T., Salte, R., 2005. Genetic variation in resistance of Atlantic salmon (*Salmo salar*) to the salmon louse *Lepeophtheirus salmonis*. Aquaculture, 247:145–151.



# Krafttaket mot lakselus sponses av:



## – EN EKSTRA MEDARBEIDER

Norske Sjømatbedrifters Landsforening (NSL)  
Postboks 639, Sentrum  
7406 Trondheim  
Tlf. 73 84 14 00 - Fax.: 73 84 14 01  
E-post: post@nsl.no - www.nsl.no



## EMILSEN FISK AS

Lauvøya, 7900 Rørvik  
Tlf: 74 39 21 27 • Faks: 74 39 21 96  
E-post: trond@emilsenfisk.com



7266 Kverva  
Tlf.: 72 44 70 70 • Fax.: 72 44 70 79  
E-post: post@masoval.no



8324 Digermulen  
Tlf: 760 67 474 • Fax 760 67 475  
E-post: bent@pundslett.no

## Den eneste med akvakulturutdanning i Troms



Skjervøy Videregående skole  
Postboks 250, 9180 SKJERVØY  
Tlf. 77777800 • Telefaks: 77777801  
post.skjervoy@troms.vgs.no  
www.skjervoy.vgs.no



Tlf: 56 31 93 00  
post@sekkingstad.no  
www.sekkingstad.no

# Vaksine mot lakselus – har me råd til å la være?

FRANK NILSEN, BIOLOGISK INSTITUTT,  
UNIVERSITETET I BERGEN

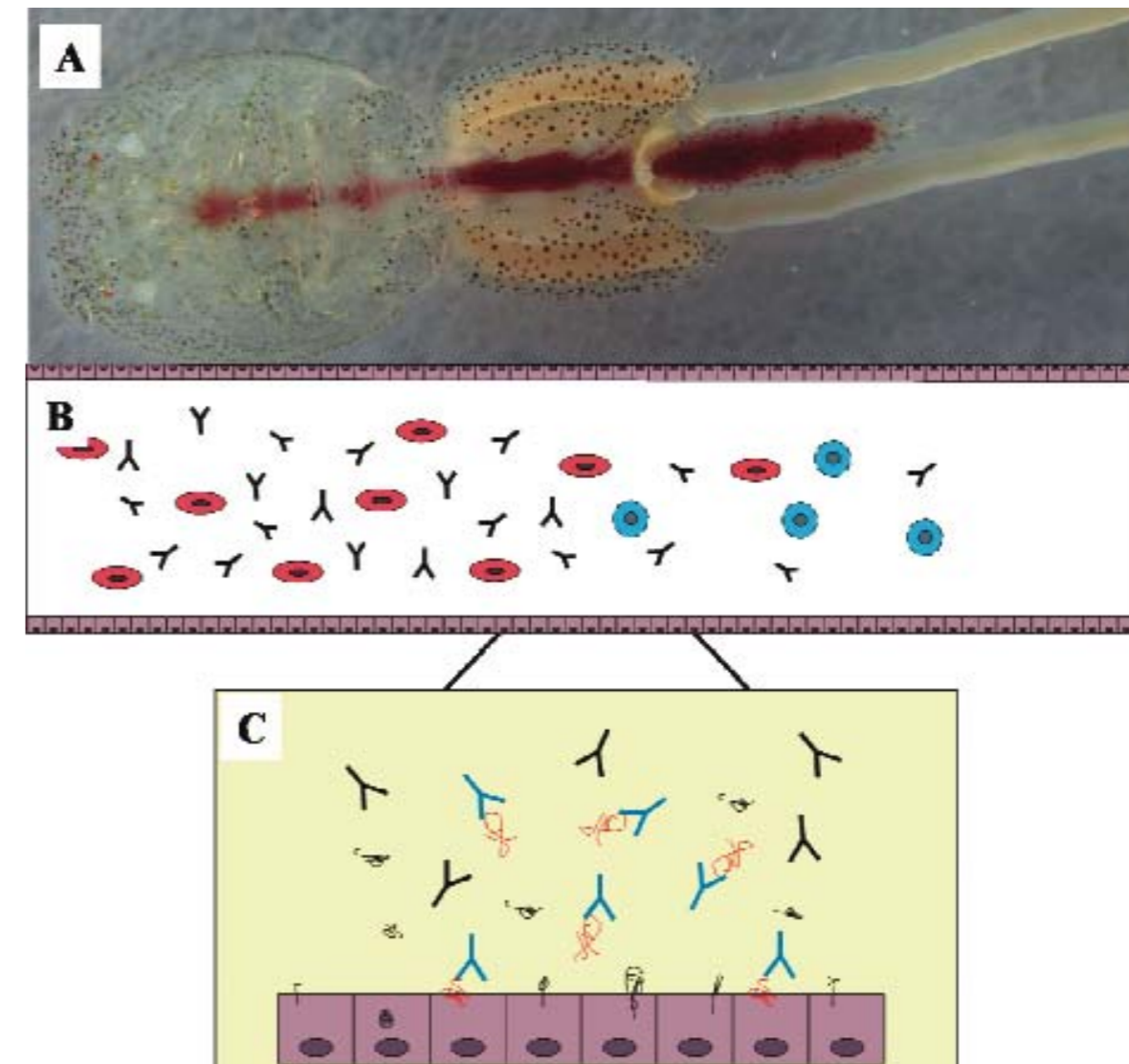
## Bakgrunn

Effektive vaksiner har vore heilt avgjerande for suksessen til norsk havbruksnæring. I Norge vaksinerast all laksefisk mot fleire bakteri- og virusjukdomar. Effekten av gode vaksiner har vore særleg tydeleg for bakter-

iesjukdomar der ein tidlegare hadde eit stort forbruk av antibiotika, som no er nede på om lag null. Virusvaksiner har kome seinare enn vaksiner mot bakteriesjukdommar, og effekten har ikkje vore like synleg noko som mellom anna skuldast at det nok er vanskelegare å lage gode vaksiner mot intracellulære parasittar som virus.

Legemiddelbruk i norsk oppdrettsnæring i dag er i all hovudsak retta mot lakselus, og for-

bruket er aukande. Noko av auken skuldast auke i produksjonsvolum, men dei siste to åra synes auken å vera større enn produksjonsauken skulle tilseie. Ei viktig årsak til dette er påvisning av resistent lakselus, først og fremst mot emamektin benzoat, men og mot pyretroider. At parasittar vert resistente mot legemiddel etter ei tids bruk, er vanleg, og konsekvensane vil vera store dersom ikkje nye legemiddel eller andre former for parasittkon-



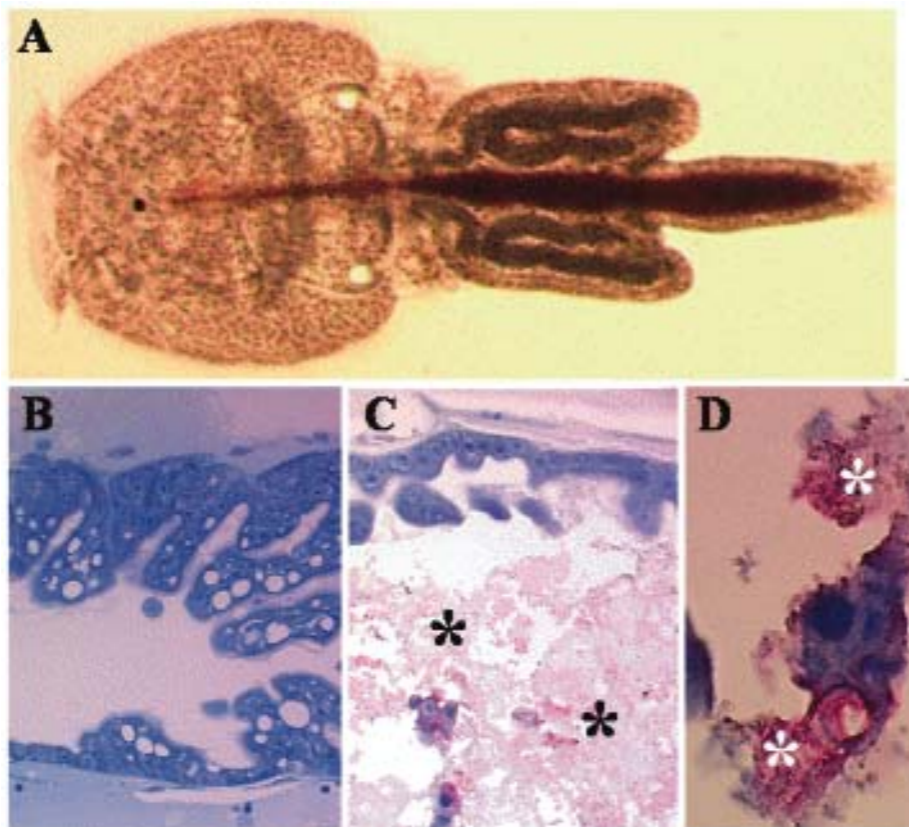
**FIGUR 1**  
Viser ei skisse over korleis skjulte antigen verkar. A) Lakselusho med blod i tarmen og særleg eggproduserande hoer nyttar seg av blod frå verten som næring. Under for kroppen til lusa vil skapast eit vakum og blod vil dermed vera lett tilgjengeleg når lusa beiter på fisken. B) I tarmen vil blodceller og andre komponentar frå verten kome i kontakt med fordøyelsessystemet til lusa. C) Dersom laksen er immunisert med eit antigen frå t.d. tarmen til parasitten, vil antistoff og andre immunkomponentar kunne kome i kontakt med og reagere med dette antigenet når lusa beiter på vaksinert fisk. I ei effektiv vaksine vil dette føre til redusert overleving og/eller redusert reproduksjon hos lusa.



troll er tilgjengeleg. Ei lakselusvaksine vil vera eit slikt tiltak, men parasittvaksiner er vanskelege å lage. Det er fleire viktige årsaker til dette men parasitter som lakselus er særskomplekse og har utvikla sofistikerte måtar å sleppe unna verten sitt immunsystem på. I tillegg er talet på gen stort (15 – 20 000) samanlikna med bakteriar som typisk har 2–4000 gen og virus som er svært enkle. I teorien skal det vera mogeleg å lage vaksiner mot alle parasittar anten det er virus, bakteriar eller større parasittar. Kor lett eller vanskeleg dette er, veit ein ikkje på førehand og ein veit heller ikkje om ein vil lykkast. Det som er heilt sikkert, er at ein ikkje vil lykkast utan at tilstrekkeleg med ressursar vert sett inn. Dette gjeld særleg for komplekse organismar som lus og andre fleircella parasittar. Dersom ein lykkast er det mange fordelar. Ei vaksine er profylaktisk og langt meir miljøvennleg enn bruka av nervergiftene ein nyttar til å halde lusetala låge med i dag. I tillegg vil ei vaksine vera eit viktig bidrag til auka levetida til dei medikamenta ein nyttar mot lus i dag.

#### Immunitet mot lakselus

Dersom atlantisk laks vert smitta fleire gonger med lus, fører dette ikkje til redusert motakelighet av lakselus. Det er heller ingen synleg immunreaksjon mot lus når laks vert smitta. Dette tyder på at laksen ikkje er i stand til å auka immuniteten mot lus i eit naturleg vert-parasittsamspel. For mange typar infeksjonar er det slik at har ein vert overlevd ein infeksjon, stiller verten sterkare dersom den vert smitta ein gong til med det same eller eit liknande agens. Kvifor er det ikkje slik med lakselus? Det er nok fleire årsaker til dette, den eine er at dei delane av parasitten som er i kontakt med verten er selektert fram for å unngå å bli «oppdaga» og kunne motstå angrep av verten sitt immunapparat. Det ytre skjelettet til lusa, eksoskjelettet, er designa og tilpassa på ein slik måte at det nærmast er uangripeleg for laksen sitt immunforsvar. Ein annan viktig grunn til at laksen ikkje er i stand til å kvitte seg med lus, er at lakselus og mange andre liknande parasittar kan modulere verten sitt immunsystem. Dette gjer dei ved å skilje ut komponentar som anten verkar lokalt eller som har ein systemisk effekt som syter for at fitness til parasitten aukar. For lakselus har ein funne fleire protein og andre molekyl som mellom anna set ned effekten av immunsystemet og som samstundes aukar blodtilførselen til staden der parasitten sit. Frå andre blodsugande parasittar er eit stort spekter med immunmodulerande faktorar kjent som har mange ulike funksjonar. Felles for dei er at dei vert skilde ut av parasitten og verkar inne i verten. Nokre går direkte på ulike delar av immunsystemet, medan andre fører til auka tilgang på blod og aukar fordøyeligheten av blodmåltidet. Eit studium der ein nytta ei laksemikromatrise på



**FIGUR 2** Antistoff frå laks kan påvisast i tarmen hos lakselus. **A** Vaksen kjønnsmoden lakselusho med blod i tarmen. **B** Histologisk preparat av tarmen til lakselus. Tarmen er folda og er eit cellelag tjukt. **C** Tarmsnitt der ein påviser lakseantistoff (rød farge). I lus som har ete blod vil heile tarmen vera positiv for lakseantistoff. **D** Forstørrelse av C der rød farge viser positivt signal mot lakseantistoff. Lakseantistoff er og påvist utenfor lusetarmen i kroppshula.

laks infiser med lakselus, synta at alt tre dagar etter infeksjon kunne ein måle effekten av luselarvane systemisk, dvs. at gen i hodenyre og andre indre organ var regulert som følgje av luseinfeksjonen. På dette tidspunktet er lusa endå copepodittar og syner klårt at verten vert påverka luselarvane kort tid etter infeksjon. Kvifor vert dette gjort, og på eit så tidleg tidspunkt? Lakseluscopepodittane nyttar 7–11 dagar før det vert chalimus I og er fysisk festa til verten med eit frontalfilament. I løpet av desse dagane skal dei ta til seg næring og bygge opp cuticula som utgjer skallet på chalimus I. Dette må dei gjere utan at verten sitt immunapparat fjernar dei. Ved å modulere verten sitt immunsystem aukar parasitten etableringsraten og dermed transmisjonsraten frå ein vert til den neste. Immunomodulatorar og andre komponentar parasitten påfører verten, er med på å auka overleving til parasitten og lette tilgangen på føde. Immunomodulering forklarar og kvifor ein ikkje har nokon tydeleg lokal immunreaksjon mot lakselus på atlantisk laks. Først når parasitten er borte, kan ein sjå ein lokal reaksjon mot restane av eit gammalt frontalfilament.

#### Korleis lage ektoparasittvaksiner?

Komplekse ektoparasittar (lus, flått og andre leddyr) er truleg dei organismane som det er vanskelegast å lage vaksiner mot. Viktige grunner til dette, er at dei lever på utsida av verten og dei delane som er i direkte kontakt med verten er gjennom evolusjonen utforma på ein slik måte at immunsystemet ikkje skal kunne skade/ødelegge dei. Dette betyr at ein må tenkje nytt når ein skal angripe slike parasittar via vaksiner. I utvikling av parasittvaksiner nyttar ein seg av ein strategi basert på skjulte antigen «concealed antigens» (sjå faktaboks), dvs. ein tar utgangspunkt i komponentar hos parasitten som ikkje er i kontakt med verten i eit normalt vert-parasitt samspel (figur 1).

I dag finnest det to kommersielle flåttvaksiner på marknaden (Tickgard [Australia] og Gavac [Latin Amerika]) som er laga mot sørleg kvegflått og ein nyttar rekombinant Bm86-antigen i vaksinane. Bm86 er flåttspesifikt og uttrykt i tarmen, men funksjonen er ikkje kjent. Blokkering av Bm86-funksjonen via vaksiner fører til redusert overleving og reproduksjon av kvegflått, med ein samla effekt på opp til 90 prosent reduksjon i

reproduksjonen av flått på vaksinert kveg. Sjølv om det er noko variasjon i kor stor effekt Gavac og Tickgard, har vil ein effekt på opp mot 90 prosent reduksjon i egg/larveproduksjonen ha stor effekt på smittepresset. Sjølv ein langt mindre effekt (kring 50 prosent) vil redusere smittepresset kraftig og slik vera eit viktig bidrag i eit integrert kontrollsystem. Ikkje minst vil det vera eit viktig bidrag til å forlenge levetida til legemiddel.

Det er ein kontinuerleg jakt etter fleire effektive vaksineantigen frå flott og andre terrestriske ektoparasittar. Nokre av desse er evaluert i testvaksinar, men få har vist like god effekt som Bm86. Ein strategi som er svært aktuell er at ein kan kombinere to eller fleire antigen og oppnå ein synergieffekt når dei vert nytta saman. Ein kan og sjå for seg at ein kan få ein additiv effekt ved å bruke antigen som går mot ulike prosessar.

#### Lakselus og vaksineforskning

På 1990-talet var det prosjekter i Storbritannia som arbeide med vaksineutvikling mot lakselus. Strategien der var lik den som førte fram til identifisering av Bm86 i sørleg kvegflått. Dette arbeidet tok utgangspunkt i lakselus-proteomet som vart reinsa og fraksjonert, og der laks vart immunisert med ulike fraksjonar av dei reinsa proteina. Etter immunisering vart fisk smitta med luselarvar og vaksineeffekt vart evaluert ved å samanlike infeksjonsnivå og eggproduksjon mot uvaksinert kontrollgruppe. Resultata synta at den totale effekten var omlag 25 prosent reduksjon i eggproduksjon hos lus på vaksinert fisk. Eit av problema med ein slik tilnærming, er at dei fleste proteina i ein slik proteinsamling ikkje vil ha beskyttande effekt i ei vaksine, og ein kan tenkje seg at alle desse kan ha ein slags maskerende effekt overfor dei få antigena som kan vera effektive i ei vaksine, særleg dersom beskyttande antigen finnes i svært små

# Lakselusvaksine – korleis finne gode antigen?

**FRANK NILSEN, BIOLOGISK INSTITUTT, UNIVERSITETET I BERGEN**

I løpet av dei ti siste åra har det vore ei enorm utvikling innan sekvenseringsteknologi, og det er i dag mulig å generere DNA-sekvensar i enorme mengder fleire hundre gonger raskare enn berre for nokre få år sidan. Dette har ført til at kostnaden/basepar DNA også har gått drastisk ned. Dette betyr at lang fleire genomer vil

## Skjulte antigen

Med eit skjult antigen meiner ein eit antigen som ikkje er synleg for verten i eit naturleg vert-parasitt samspel. Dette kan til dømes vera komponentar som er i tarmen eller «blodet» hos parasitten og er ikkje i kontakt med verten. Desse kan gjerast synlege for verten i ei vaksine. Eit krav til skjulte antigen er at dei må kome i kontakt med verten sitt immunsystem via næringa parasitten tar frå verten. Tarmen er eit sjølvsgatt mål for skjulte antigen (figur 2) men ein har også funne vertsantistoff i hemocoel («blodet») i fleire ulike typar ektoparasittar, inkludert lakselus. Dette gjer at skjulte antigen ikkje nødvendigvis må vera lokalisert til tarmen. Uansett så skal nøytralisering av eit skjult antigen føre til redusert overleving/fitness til parasittar som får i seg antistoff eller andre spesifikke immunmolekyl.

Kva er så eit godt skjult antigen? Til dette spørsmålet er det ikkje eit enkelt svar og det finnest truleg relativt mange muligheitar. Den viktigaste faktoren er at når ein blokkerer funksjonen til antigenet så må det ha ein kraftig effekt i parasitten, helst dødeleg eller setje ned reproduksjonen kraftig. Det er viktig at antigenet ikkje er for høgt uttrykt iforhold til mengd med tilgjengelege antistoff eller andre aktive komponentar som kjem frå verten. Ein annan viktig ting er at det ikkje er redundans i target, dvs at når target vert blokkert er det ingen andre komponentar som tar over funksjonen og opprettheld den. I tillegg må det vera mogeleg å produsere target, dvs vaksineantigenet i industriell skala for ei kommersiell vaksine.

mengder i ein slik «crude» blanding.

Underteikna har leia prosjekt som mellom anna har sett på muligheita for ei vaksine mot lakselus. Innleiande forsøk gjort med protein reinsa direkte frå vaksne holus synta ein klar vaksineeffekt ved at talet på holus, på vaksinert fisk vart redusert med 70–80 prosent. Den vaksinerte fisken vart smitta to gonger (lus talt opp og smitta igjen) med låg og høg smittedose. Begge forsøka viste klar effekt av vaksiner. Antigenet som vart nytta består av fleire ulike protein, og det vil ikkje vera mogeleg å framstille denne antigenblandinga i laboratoriet og kan difor ikkje nyttast direkte som ei kommersiell vaksine. Fleire

oppfølgingsforsøk er gjort seinare med enkeltkomponentar frå den første proteinblandinga. Resultata frå desse forsøka har vore svært variable og vanskelege å reproducere. Vi meiner likevel at dei første forsøka som er gjort viser at ein kan oppnå ein solid vaksineeffekt i laks mot lakselus, og at dersom liknande resultat kan oppnåast med antigen som kan framstillast i industriell skala vil ei lakselusvaksine vera eit viktig hjelpemiddel til framtidig lusekontroll. Utfordringa ligg i å finne antigen som syner god effekt i ei vaksine, og slike antigen må kunne framstilast i industriell skala.

bli sekvensert i framtida sjølv om utfordringane no i enda større grad er flytta til den bioinformatiske delen av genomprosjekta. Ved å sekvensere heile arvestoffet til lakselus og andre parasittar, vil alle vaksine og legemiddeltarget vera tilgjengeleg. Genomsekvensen vil vera ei særskild viktig ressurs, og ein kan flytte fokus frå kloningsarbeid til å evaluere potensielle target. Med 15–20 000 ulike gen og endå fleire ulike protein, vil ei tilfeldig leiting vera

lite effektiv og tidkrevjande. Vaksineforskning mot parasittar må bygge på forskning på viktige biologiske prosessar, slik at ein via kunnskap kan finne svake ledd i reguleringa som så kan testast som vaksineantigen.

Gjennom dei siste åra er ei lang rekke viktige biologiske og molekylære verkøy etablert på lakselus. Det har lykkast oss å etablere laboratoriestammer med lakselus, og lus har vore dyrka kontinuerleg i lab i over seks år. ➔

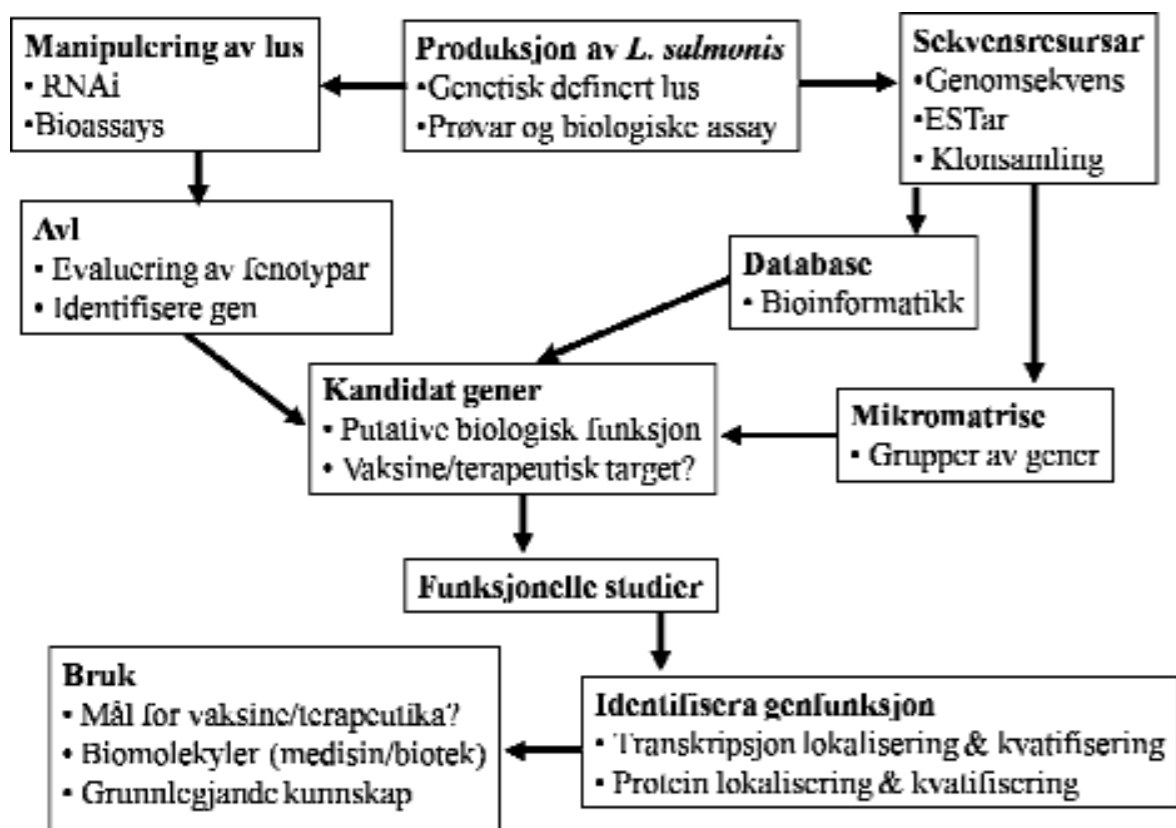


Dette er ei sær viktig ressurs og lus kan no dyrkast og avlast kontrollert. Ein har ei kontinuerleg tilgang på biologisk materiale og det opnar opp for manipulering med lusa ved t.d. å kunne slå av gen. Ein god smittemodell er avgjerande i all sjukdomsforskning. For mange patogen er dette relativt trivielt, men for komplekse ektoparasittar vil der vera vanskar som mellom anna er knytt til åtfærd av parasitten. For lakselus der ein har pre-adult og adult utviklingsstadium som lever fritt på verten, er det vist at desse kan bevege seg mellom ulike vertar. Denne hoppinga har langt større suksessrate i små kar i laboratorium enn ute i havet, sjølv om hopping førekjem der også. Hoppeåtfærd, konkurranse mellom lus og åtfærd til fisken er faktorar som vil påverke presisjonen i forsøk med lakselus der ein skal samanlikne ulike grupper med laks som er smitta med lus. Dette har særleg stor betydning i vaksineforsøk med testvaksiner der ein har ei avgrensa mengd antigen som må testast ut i relativt få individ (kanskje berre 30–50 vaksinedosar). Erfaring gjennom mange smitteforsøk viser at ein kan ha stor og tilfeldig karvariasjon, noko som kan føre til vanskar med å tolke resultat, og ein kan risikere å forkaste gode antigen. Vaksineforsøk mot flått blir utført med svært få individ, typisk 3–5 individ i kvar gruppe. Det er fleire årsaker til at dette kan vera forsvarleg, og ein viktig grunn er at ein i terestre system vil ha full kontroll med parasittapet og om parasittane som fell er

død, har slutte å vekse osv. I vanlege fiskekar er det ikkje mulig å fange opp lus som fell av fisken. Me er no i ferd med å etablere eit heilt nytt karsystem som er spesiallaga for forsøk med lus. Kvantar vil ha ein fisk, og ein vil med dette unngå problem med hopping av lus. I dette systemet vil det og vera mulig å fange opp lus som fell av fisken og evaluere desse.

EST-sekvensering i lakselus har synt at lus har mange gen (over 40 prosent) som ikkje er kjent i andre organismar. Ein EST-sekvens er ein DNA-sekvens som stammar frå eit aktivt gen (mRNA) og ein produserer ofte desse i store mengder (tusentvis frå ulike vev og livsstadium). Det er ikkje usannsynleg at det er blant dei ukjente gena ein finn dei gode antigena til ei lusevaksine. Korleis skal ein kunne velje ut nokre gode kandidatgen blant om lag 5000 ukjente gen? Det er opplagt at ein ikkje kan lage 5000 testvaksiner og teste desse, så utfordringa vil vera å laga lista med ukjente kandidatgen så kort som mulig. Det er no etablert ein infrastruktur som kan gjere dette for eit stort tal med gen (figur 3). Me har no laga andre generasjons mikromatrise på lakselus og på den nye mikromatrisa er det trykt på meir enn 12 000 ulike genprodukt. Mikromatrisa kan nyttast til å knytte gen til biologiske prosessar, og ein kan på denne måten knytte ukjente gen til kjente biologiske prosessar ved å identifisere ukjente genprodukt som er regulert på same måten som gen med kjent funksjon. Ein kan vidare fokusere på kandi-

datar som t.d. er uttrykt i tarmen og som dermed vil vera i tett kontakt med immunkomponentar frå verten (sjå faktaboks artikkel 1). Ein vil på denne måten kunne korte ned lista med kandidatgen. Vaksineforsøk på laks tar lang tid og særleg med lakselus. Me har no etablert RNA-interferens (RNAi) i lakselus. Ved RNAi kan ein slå av funksjonen til eit gen ved å injisere dobbeltråda RNA inn i lakselus, noko som fører til at mRNA for dette genet vert brytt ned. Funksjonen blir dermed blokkert ved at proteinet ikkje vert danna i normale mengder. Resultat frå RNAi-forsøk vil dermed kunne gi ein indikasjon på kva for effektar ein kan oppnå via vaksiner. RNAi-forsøk er raske å gjennomføre samanlikna med vaksineforsøk og ved å nytte enkeltfisk kar kan ein setje opp storskala skreening av vaksineantigen. Ved å nytte mikromatrise og RNAi kan lista med potensielle vaksineantigen reduserast kraftig, og det siste steget kan vera ein evaluering av igjenverande kandidatgen for in vitro-produksjon. Kandidatgen som lar seg produsere in vitro kan så bli testa i kliniske vaksineforsøk. Kor mange som må testast før ein har ein eller fleire kandidatgen som oppfyller kravet om å både vera effektive og lar seg produsere in vitro i storskala, er det sjølvsagt ingen som har svar på, men det bør skaffast nok ressursar til å kunne teste minst 100 ulike kandidatgen i RNAi-screening. Dette burde gi fleire lovande kandidatgen til kliniske vaksineforsøk.

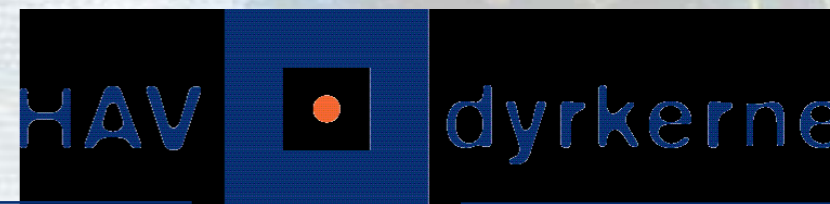


**FIGUR 3** Viser oversikt over biologiske og molekylære ressursar som er etablert på lakselus med unntak av genomsekvens. Med utgangspunkt i at ein kan halde lus kontinuerleg i lab, er fleire ulike labstammer etablert. Saman med dei molekylære og teknologiske (mikromatrise, RNAi) metodane er denne etablerte infrastrukturen i stand til å finne funksjonen til gen, simulere effekten desse kan ha i ei vaksine via RNAi og teste effekten i testvaksiner.

# Vi skapar liv



HAVdyrkerne SA  
P.b. 453, 6903 Florø • Tlf.: 57 75 01 20  
post@havdyrkerne.no  
[www.havdyrkerne.no](http://www.havdyrkerne.no)



Austevoll Melaks AS  
Barlindbotn Settefisk AS  
Bolstad Settefisk AS  
Bringsvor Laks AS  
Bru Fiskeoppdrett AS  
Drageid Laks AS  
Espevær Fiskeoppdrett AS  
Femangerlaks AS  
Flokenes Fiskefarm AS  
Frømskridt AS  
Fyllingsnes Fisk AS

Hardingsmolt AS  
Havlandet Havbruk AS  
Hyen Fisk AS  
Hyen Laks AS  
Karma Havbruk AS  
E. Karstensen Fiskeoppdrett AS  
Kraft Laks AS  
Ljones Fisk AS  
Alf Lone Settefisk AS  
Marø Havbruk AS  
Nordfjord Havbruk AS

Nærøysund AS  
Osland Havbruk AS  
Quatro Laks AS  
Sande Settefisk AS  
Skjerdal Settefisk AS  
Steinvik Fiskefarm AS  
Straume Fiskeoppdrett AS  
Svanøy Havbruk AS  
Tombre Fiskeanlegg AS



# Utvikling av parasittvaksiner – en utfordrende oppgave

Vaksinasjon er et av de mest kostnadseffektive tiltak for å forebygge sykdom. Vaksiner er enkle å bruke, fører ikke til resistensutvikling, og har ikke uheldige konsekvenser for fisk, miljø eller mennesker.

**SØREN GROVE OG TORE TOLLERSRUD**  
SEKSJON FOR IMMUNPROFYLAKSE,  
VETERINÆRINSTITUTTET

## Parasitt – vertssamspill

Gjennom millioner av år har parasitter utviklet og tilpasset seg et levesett sammen med fisk, dyr og mennesker. Under naturlige forhold lever de hovedsaklig i en balansert sameksistens. I moderne husdyrhold og fiskeoppdrett er imidlertid dyretettheten og forholdene ofte slik at parasittene får overtaket og forårsaker skader, nedsatt tilvekst og redusert dyrevelferd. Dette nødvendiggjør tiltak for å redusere parasittenes skadelige påvirkning og kan omfatte driftsmessige virkemidler, bruk av biologiske eller kjemiske kontrollmetoder, eller bruk av vaksiner.

## Vaksiner mot parasitter

Etter mange tiår med forskning og utvikling av vaksiner mot ulike parasitter, er listen over gode parasittvaksiner skuffende kort generelt sett. Det er fortsatt ikke effektive vaksiner mot parasittsykdommer som malaria, sovesyke, skabb, lus eller midd. En årsak til dette er at parasitter er en heterogen gruppe som inkluderer både encellede og flercellede organismer, som lever både inne i og utenpå verten. Parasitter er mer kompliserte organismer enn bakterier og virus, og kan ha et stort spekter av egenskaper som er avgjørende for evnen til å fremkalle sykdom. Generelt har parasitter, særlig de flercellede, et robust back-up-system for sine viktige livsfunksjoner. Bekjempelsesstrategier ved bruk av medisiner eller vaksiner baserer seg på å blokkere en avgjørende livsfunksjon. Dette er vanskelig, og dess-



Vaksinering av fisk

uten er de fleste parasitter i tillegg for store til å bli spist og tilintetgjort direkte av vertens immunsystem.

Disse utfordringene gjenspeiles i det smale spekter av vaksiner som finnes mot parasittsykdommer i forhold til infeksjoner forårsaket av bakterier og virus. Det er kun et fåtall parasittvaksiner på markedet i dag, de fleste mot encellede innvendige parasitter, som for eksempel koksidiier hos høns. Det finnes også noen få vaksiner mot flercellede parasitter, blant annet mot lungeorm hos storfe og mot en type tropisk flått hos storfe. Den førstnevnte har vært tilgjengelig siden 1960-tallet og er et eksempel på en tradisjonell vaksine med hele svekkede parasitter. Den andre er en vaksine basert på proteiner fra mage/tarmkanalen til flåten.

For utvikling av alle typer vaksiner er det viktig å ha inngående kunnskap om egenskapene til det agens man lager vaksine mot. I tillegg er det viktig å kjenne til forhold som gjelder utbredelse og opptreden av parasitten, sykdom i forhold til årstider og ulike arter, for

å kunne lage optimale vaksinasjonsprogrammer. Helt sentralt i den første fasen av vaksineutvikling ligger nødvendigheten av å forstå samspeillet mellom agens og fiskens immunsystem, og hvordan man kan styre og utnytte immunresponsen i fisken for å bekjempe parasitten.

## Vaksiner mot lakselus

Så godt som all norsk oppdrettslaks vaksineres i dag mot sykdommer forårsaket av bakterier og virus. På grunn av de store problemene lakselus fører til både for oppdrettsfisk og villfisk, er det av interesse å utvikle en vaksine mot lakselus. I moderne fiskeoppdrett er det ønskelig å vaksinere fisken bare én gang, og vaksinen som brukes må derfor dekke mange ulike sykdomsagens i én enkelt dose. Antallet infeksjoner man ønsker å vaksinere mot vil sannsynligvis bare øke, og det kan bli en både teknisk og biologisk utfordring å få alle enkeltkomponentene i en slik multivaksine til å

fungere i lag. Derfor bør vaksinen mot det enkelte agens, inkludert lakselus, forsøkes målrettet mot et begrenset antall gode antigener. For å utvikle en vaksine mot lakselus er det viktig å finne de riktige angrepspunktene, og forstå og utnytte kontakten mellom parasitt og vert.

## Fiskens reaksjoner mot lakselus

Sett fra laksens side kan forbindelsen med lakselusa grovt sett deles i tre:

1. Den fysiske kontaktflaten mellom laksen og lusa.
2. Lusa utskiller en blanding av kjemiske stoffer som laksen reagerer på.
3. Lusas mage-tarmkanal er endestasjon for det som lusa spiser av laksen.

1. Den fysiske kontaktflaten mellom laksen og lusa er de deler av lakselusa som er i direkte kontakt med laksen – hovedsakelig de redskaper lusa bruker til å feste seg til laksen med og «munnen» til lusa. I tidlige stadier er lusa forankret til laksen med en spesiell festemekanisme. Hos arter av laksefisk som er motstandsdyktige mot lakselusangrep, fører disse festemekanismer til en kraftig betennelsesreaksjon i vevet rundt forankringen, noe som fører til at lusa slipper taket etter relativt få dager. Hos atlantisk laks ser man ikke en slik effektiv betennelsesreaksjon, og den klarer heller ikke å kvitte seg med lusa like bra. Når lusa nærmer seg voksenstadiet slipper den festemekanismen som blir sittende igjen i laksen – og først da synes laksen å reagere. Mye tyder på at lusa målrettet kan motvirke betennelsesreaksjonen mot festemekanismen.

2. Når lusa er festet til laksen, vil den antageligvis via spyttet overføre en blanding av kjemiske stoffer som virker på laksens immunrespons. Andre parasitter kan skille ut stoffer som virker hemmende på immunsystemet og dempende på vertens smerteopplevelse. Dessuten vil disse stoffene kunne utvide blodårene og hindre koagulering rundt såret for å sikre en god tilgang på næring. Enkelte stoffer med liknende virkning er funnet i lakselus, og det er sannsynlig at også lakslusa har evnen til å hemme laksens immunrespons.

3. Det indre av lakselusa, som er av særlig interesse i denne sammenhengen, består hovedsakelig av mage- og tarmkanalen. Her fordøyes og suges opp blod, slim og bestanddeler fra huden. I motsetning til den ytre overflaten er mage- og tarmkanalen til lusa bare dekket av et tynt cellelag. Enzymer bryter ned næringsstoffene som lusa tar inn, inkludert de aktive immunkomponentene fra laksen. Dessuten kan sannsynligvis lakselusa, som andre parasitter, lage spesielle substanser som målrettet hemmer virkningen til disse immunkomponentene.

## Fra gen til antigen

Molekylærbiologien har åpnet mulighetene for å studere genene hos både lakselus og fisk, og har frembrakt nye metoder for målrettet leting etter vaksinekomponenter (antigener). Genene koder for proteiner, og noen av disse proteinene kan være egnet som antigener i en vaksine. Å lete etter gode antigener til en lakselusvaksine på klassisk vis, er en krevende oppgave, men ved bruk av molekylærbiologi kan antigenene finnes via genene, noe som kan forenkle oppgaven betraktelig. Det finnes en rekke metoder og teknikker som kan benyttes, tre av de mest aktuelle er:

### Mikromatriser/pyrosekvensering – bredt søk etter antigener

Ved hjelp av DNA-mikromatriser og pyrosekvensering er det mulig å kartlegge hvilke gener lakselusa bruker i infeksjonsprosessen. Antallet gener som er i bruk er alltid veldig stort, og utfordringen ligger i å identifisere de genene som koder for aktuelle vaksineantigener. En god kandidat er et gen/protein som både har livsviktig funksjon for lakselusa og kan angripes av fiskens immunforsvar.

### cDNA expression library immunization (cDELI)

#### – direkte påvisning av aktuelle antigener

Ved cDELI settes gener fra lakselusa inn i såkalte uttrykksvektorer, som etter injeksjon i fisken uttrykker de lakselusproteinene som genene koder for. Fisken reagerer på lakselusproteinene ved å lage antistoffer som motangrep. Disse antistoffene vil finnes i blodet. Fra ulike fisker injisert med ulike lakselusgener får en blod med ulike antistoff som lakselusa så kan føres med. Det blodet som gjør at lakselusa trives dårligst, antas å inneholde det beste antistoffet – oppnådd fra det mest lovende antigenet.

### Phage Display – søk etter antigener som lurer fiskens immunforsvar

Ved Phage Display benytter man seg av såkalte bakteriofager, som er en type virus som infiserer bakterier. Lakselusas gener settes enkeltvis inn i bakteriofagene, som vil anse lakselusgenene som sine egne. Bakteriofagen vil dermed uttrykke lakselusproteinene som det enkelte lakselusgenet koder for på overflaten av bakteriofagen. Deretter kan man teste om lakselusproteinene binder til eller blokkerer viktige immunforsvarsfaktorer hos fisken, som for eksempel antistoffer.

## Innholdet i en lakselusvaksine

Sett fra et vaksinesynspunkt vil det være en attraktiv strategi å bryte ett eller flere av de systemene lakselusa bruker for å hemme eller omgå laksens immunsystem. Dette kan for eksempel gjøres ved å:

- Nøytralisere de aktive stoffene i lusas spytt slik at laksen kan reagere med en betennelsesreaksjon som fører til at lusa må slippe taket
- Gjøre lusas indre tilgjengelig for laksens immunsystem slik at lusa blir sårbar for immunkomponenter fra laksen.

Erfaringer så langt tilsier at oppgaven med å identifisere gode bestanddeler fra parasitten (antigener) til en vaksine mot lakselus vil bli

utfordrende. Moderne molekylærbiologiske metoder (se faktaramme) åpner for å målrette et slikt utviklingsarbeid, men gir likevel ingen garanti for suksess. Søket etter slike antigener bør derfor gjøres med flere, uavhengige tilnærminger og metoder. Studier av laks og lus, og mekanismer i samspeillet mellom disse, må inkluderes. Det er derfor viktig å dreie immunforsvaret i riktig retning, og rette det mot egenskaper hvor lakselusa er sårbar.

Det er grunn til å tro at veien fram mot en effektiv lakselusvaksine vil være lang. Arbeidet med å utvikle en slik vaksine vil uansett generere mye ny kunnskap om utviklingen av parasittvaksiner generelt, og også kunne gi viktige bidrag til arbeidet med å lage vaksiner mot andre smittestoffer hos laksefisk.



# Kartlegging av praksis ved behandling mot lakselus

Administrasjon av legemidler til store populasjoner av dyr, som ved oppdrett av laks, er et krevende arbeid. Når denne behandlingen i tillegg skal foregå under vann blir det ikke særlig enklere. I hovedsak kan man si at det gjelder å sikre at alle individer skal få tilstrekkelig dose legemiddel uten at man kommer i fare for skadelig overdosering. Samtidig må man passe på å håndtere fisken på en slik måte at den ikke skades eller dør. Veterinærinstituttet har de tre siste årene gjennomført kartlegginger av oppdrettsanleggenes praksis ved behandling mot lus, og i artikkelen gis ei oppsummering av hovedfunnene i dette arbeidet.

**ARVE NILSEN, VETERINÆRINSTITUTTET**  
arve.nilsen@vetinst.no  
**EDGAR BRUN, VETERINÆRINSTITUTTET**  
edgar.brun@vetinst.no

## Kartlegging av metoder for avlusning i stormerd

Vinteren 2007–2008 gjorde vi en spørreundersøkelse i samarbeid med SINTEF. (Nilsen A, Garseth ÅG, Norvik OC, 2009). Målsettingen med undersøkelsen var å samle informasjon om gjeldende praksis ved badebehandling, og å vurdere mulighetene for forbedring av utstyr og prosedyrer ved badebehandling. Kartleggingen ble foretatt i oppdrettsanlegg som hadde erfaring med drift av ulike merdstørrelser for å se om endring i størrelse på merdene



## Avlusning av store merder krever solid utstyr

hadde ført til etablering av nye metoder for badebehandling. 15 oppdrettsanlegg fra Hordaland til Nordland var med på spørreundersøkelsen. I tillegg var vi på feltbesøk ved avlusning på tre av lokalitetene.

Resultatet fra spørreundersøkelsen viste at bruk av skjørt var den dominerende metoden for avskjerming ved badebehandling, uavhengig av merdstørrelse. Avlusning i brønnbåt var også vanlig, og ble som regel gjennomført i forbindelse med andre oppdrag som sortering eller flytting av fisk. Ifølge undersøkelsen har merdernes utforming stor betydning for muligheten til å gjennomføre en god avskjerming av behandlingsvolumet.

Flere ulike kombinasjoner av opplining og lengder på skjørt ble registrert. I spørreundersøkelsen brukte kun tre av 14 lokaliteter en kombinasjon av opplining og lengde på skjørt som gjorde at skjørtet gikk to meter dypere enn nota, jf. legemiddelverkets terapianbefaling (SLK, 2000:2). Det var også variasjon i hvordan anleggene benyttet føring som metode for å holde fisken i overflata ved badebehandling.

Valg av legemiddeldose fulgte produsentenes anbefalinger for behandling i lukkede enheter (ved bruk av presenning) og for halv-åpne enheter (ved bruk av skjørt). Ved bruk av skjørt var det variasjon mellom anleggene i hvor stor grad antatt tap av legemiddel ble for-

søkt kompensert ved økning eller oppdeling av legemiddeldosen.

Omtrent halvparten av lokalitetene målte oksygenverdiene under behandling. Ekstra tilsetning av oksygen ble imidlertid bare brukt på fem av 14 lokaliteter som badebehandlet i halv-åpne system (med skjørt).

Omtrent halvparten av lokalitetene målte oksygenverdiene under behandling. Mens tilsetning av oksygen ble brukt på bare fem av 14 lokaliteter som badebehandlet mot lus i halv-åpne system (med skjørt).

Det viste seg å være små forskjeller i metodikk for badebehandling mellom anlegg med ulike merdstørrelser (fra 70 til 160 meter i omkrets). Alle anlegg som benyttet badebehandling med pyretroider i denne undersøkelsen, svarte også at de var stort sett tilfredse med behandlingsresultatene. Anleggenes vurdering er basert på deres egne lusetellinger. Der man har hatt dårlige behandlingsresultater oppgis dette først og fremst å være knyttet til sterk vannstrøm på lokaliteten ved behandling.

Undersøkelsen viste flere behov for optimalisering av praksis under badebehandling mot lus. Aktuelle områder vi pekte ut var:

- bedre rutiner for opplining
- bedre avskjerming
- større fokus på betydningen av hvordan legemiddel tilsettes ut i merdene
- bedre rutiner for tilsetning og overvåking av oksygen

I tillegg fant vi at rutinen for lusetelling i noen tilfeller er dårlig egnet til å fange opp den reelle behandlingseffekten i alle merder, og slik sett bør forbedres. Dette er særlig viktig for å kunne gi en sikrere overvåking i en situasjon der stadig flere har problemer med resistente lus.

## Evaluering av vinteravlusing

Vinteren 2008/2009 gjennomførte Mattilsynet en samordnet avlusningskampanje for Rogaland og Hordaland. Arbeidet var koordinert gjennom hovedkontoret i Bergen. Hovedtrekkene til denne kampanjen er hentet fra det arbeidet som er gjort de siste årene i regi av Hardanger fiskehelsenettverk. Lusenivåene på oppdrettsfisk er relativt kontrollerbar slik at målsettingen med en koordinert avlusning er å forhindre for stor lusebelastning på vill laksefisk i den perioden denne vandrer ut fra elvene. Veterinærinstituttet ble bedt om å være med å evaluere opplegget, og utarbeidet i samarbeid med Mattilsynet et spørreskjema som Mattilsynets distriktskontor fikk i oppdrag å sørge for ble utfylt. Dette var første år i kampanjen, og skjemaene inneholdt i første rekke spørsmål knyttet til hvordan avlusningen ble gjennomført på lokalitetene og hvordan resultatet ble vurdert. 93 av 103 lokaliteter som svarte på kampanjespørsmålene, deltok med aktiv gjennomføring av avlusning. De øvrige oppgav bl.a. nært forestående slaktning. Det eksakte antall

TABELL 1

Praktisk gjennomføring av skjørtbehandling under vinteravlusningskampanjen

	Oppføring	Ikke-oppføring	
Løftet notbunn	8	3	11
Ikke løftet notbunn	9	6	15
	17	9	26

aktive lokaliteter i perioden ble ikke oppgitt. Behandlingstidspunktet var i hovedsak desember–januar, men strakte seg fra november til mars. Dette var alt innen rammen av kampanjeperioden.

Oral behandling (Slice) ble benyttet på 62 lokaliteter, mens 31 gjennomførte badebehandling. Ved oralbehandling ble det i mer enn 90 prosent av tilfellene benyttet en 7-dagers kur med 0,5 prosent dosering. Dette er i henhold til anbefalingene fra produsentene.

Badebehandling kan gjennomføres ved skjørt, helpresenning eller i båt. Nesten samtlige (99 prosent) hadde benyttet skjørt ved badebehandlingen. I retningslinjene fra Statens legemiddelkontroll blir det anbefalt opplining slik at skjørtet er minst to meter dypere enn bunnen av nota. Likeledes er føring angitt å være en metode å få fisken til å stå høyere i vannet under behandling. Et sentralt spørsmål var derfor hvordan skjørtbehandlingen ble gjennomført. Elleve av de 26 lokalitetene vi fikk svar fra, oppgav at notbunnen ble løftet i henhold til anbefalingene (se tabell 1). Mer enn halvparten av lokalitetene gjennomførte derimot ikke avlusningen i henhold til anbefaling.

På 46 av de 103 lokalitetene ble det ikke gjennomført kontrolltelling etter behandling. Siden kravet til antall lus før behandling i utgangspunktet er lavt, er det ut fra dette resultatet mer enn 50 prosent av lokalitetene som avluser uten å kunne si noe om hvilken effekt behandlingen har hatt.

## Oppsummering

Myndighetene og sentrale forskningsinstitusjoner er bekymret for økt forekomst av lus med nedsatt følsomhet mot de vanligst brukte legemidlene (pyretroider og emamectin). Dette har ført til økt innsats for å finne alternative behandlingsmåter, i første omgang ved at det tas i bruk preparater som ble brukt tidligere, som organofosfater og hydrogenperoksyd. Det er også rettet mye oppmerksomhet mot de metodene for medikamentell behandling som er brukt i oppdrettsnæringa de siste årene.

Vår erfaring fra kartlegging av behandlingsmetoder de siste tre årene viser at det i mange tilfeller blir gjort badebehandlinger der det avvikes på ett eller flere punkter fra de anbefalingene som er gitt fra Statens legemiddelverk eller fra leverandørene av legemidlene. Avvikene kan ha større eller mindre innvirkning på doseringen av legemiddel og dermed på selve behandlingseffekten. Men om de legemidlene vi har tilgjengelige til badebehandling mot lus skal kunne ha effekt i framtida, er næringa som helhet avhengig av at alle avlusinger som blir gjennomført blir gjort på en mest mulig optimal måte.

Avlusning med bademidler er komplisert og krever betydelig erfaring. Det er derfor viktig å sette fokus på behandlingsprosedyrene, i hvilken grad behandlingen er gjennomførbar og hvordan den praktiske gjennomføringen kan følges opp og resultatet kontrollers.

*Referanser fåes ved henvendelse til forfatterne.*

**Vi sponser** krafttaket mot lakselus:

**ELLINGSEN SEAFOOD AS**

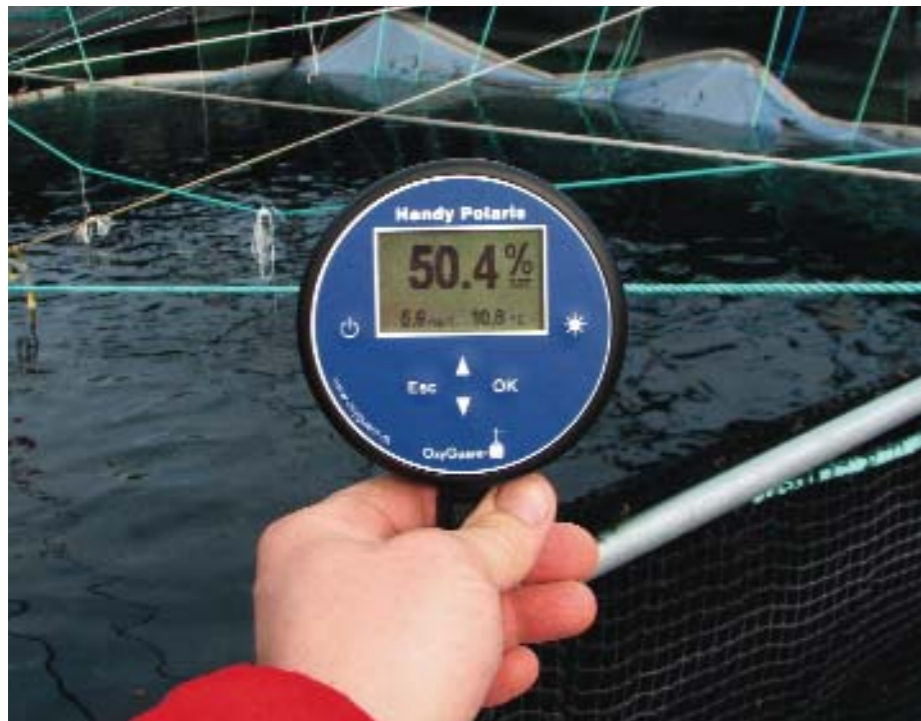
– kvalitet gjennom generasjoner

Adm Skrova:  
Postboks 56, 8320 Skrova  
tlf 76066710 • faks 76076429

Adm Svolvær:  
Postboks 603, 8301 Svolvær  
tlf 76067980 • faks 76067988

mail: [uc@ellingsen.no](mailto:uc@ellingsen.no)





# Oksygenforhold under avlusing

Under avlusing er det vanlig å stenge av et begrenset vannvolum med presenningskjørt eller pose rundt merden og blande legemiddel inn i vannmassene som fisken oppholder seg i. Dette medfører at tilførsel av oksygen til fisken er tilnærmet lik null og hypoksiske (lave oksygennivå) forhold oppstår. Kraftig hypoksi kan få store negative konsekvenser for fisken. Det er likevel mulig å opprettholde et akseptabelt nivå ved å tilsette oksygen til vannmassene. Artikkelen viser praktiske eksempler og beregning av behov. Det anbefales at oksygenbehov beregnes, oksygen tilsettes, nivå måles og tilsetning justeres under en avlusing.

Av **FRØDE OPPEDAL**, HAVFORSKNINGSINSTITUTTET og **JANNICKE VIGEN**, STUDENT VED UiB  
 froede@imr.no, jannicke.vigen@student.uib.no

Et potensielt velferdsproblem for fisken kan oppstå når vanntilførselen stenges av skjørt eller pose. Det tilgjengelige oksygenet i vannet vil raskt bli brukt opp og ekstremt lave oksygenverdier vil kunne oppstå. Oppdretterne tilsetter derfor i varierende grad oksygen

for å kompensere for den stengte vanntilførselen. Det er imidlertid ikke utført omfattende målinger av hvordan oksygenforholdene varierer under slik avlusing, og hvordan laksen atferdsmessig reagerer på lave oksygenverdier.

I den senere tid er det derfor utført flere studier med fokus på laksens atferd og opplevde oksygenforhold under avlusing, for å vurdere potensial for forbedrede behandlingsrutiner eller forvaltningsrettede tiltak.

## Oksygenbehov

Laks forbruker oksygen i forhold til størrelse, med relativt større forbruk hos liten fisk enn stor. Forbruket øker med temperatur, aktivitet, forinntak og ulike former for stress. I tillegg vil en laks som ikke er tilvent de rådende temperaturforholdene ha et høyere oksygenforbruk enn fisk som er tilvent. Generelt kan vi si at en liten fisk med høy vekstrate ved høye temperaturer om høsten forbruker mye oksygen, mens en stor fisk ved lave temperaturer og en lav vekstrate om vinteren forbruker lite oksygen. Fisk som opplever et badebehandling vil sannsynligvis være «stresset» av skjørt/ pose, opplining av not, avstengt vannstrøm, hypoksi og ikke minst legemiddelet. Dette vil sannsynligvis føre til et generelt høyt oksygenforbruk under avlusing. Mange undersøkelser har vært gjort for å beregne spesifikt oksygenforbruk hos laks, og det viser seg å variere mellom 1,5 til over 6 mg oksygen/ kg fisk / time. I et matfiskanlegg vil både fiskens spesifikke oksygenforbruk og fisketettheten (eller mengde fisk) være bestemmende for oksygenforbruket (figur 1). Under avlusing må oksygenet som forbrukes av fisken erstattes med tilsetning av oksygen for å opprettholde nivået. Basert på figur 1 vil behovet for tilsetning av oksygen per time være mellom 12 og 36 kg med 100 tonn laks i merden, og mellom 60 og 180 kg dersom det er 500 tonn i merden. Basert på disse tallene, må utstyret som benyttes for tilsetning av oksygen i merden ha den respektive kapasiteten.

Dersom oppdretter ikke tilsetter oksygen, vil nivået i merden synke. Eksempelvis vil en nedgang på 20 prosent i oksygenmetning i en 157-metring med 15 m dype skjørt eller pose tilsvare et forbruk på 47 til 64 kg oksygen ved henholdsvis 2 og 16 °C. Således kan oppdrettere vurdere å akseptere en nedgang fra 100 til 80 prosent metning, og kan da trekke fra ca. 50 kg på behovet gitt i figur 1. Ved lav biomasse eller ved kaldt vann og stor fisk (blå kurve) vil tilsetning av oksygen være mindre kritisk enn om høsten med høyt oksygenforbruk og varmere vann (rød linje). Beregningen av oksygen tilstede i merden vil være avhengig av fiskens forbruk og avgrenset volum, samtidig som den må ta utgangspunkt i nivået før setting av skjørt starter. Det er igjen viktig å ta hensyn til at det i varmt vann er mindre oksygen tilgjengelig enn i kaldt vann, samtidig som forbruket i varmt vann er betydelig større enn i kaldt.

## Grenseverdier

Laks i naturen er tilpasset et liv hvor oksygenmetningen i vannet er rundt 100 prosent. Ettersom oksygenets løsningssevne synker med økende temperatur, tilsvarer dette i sjøvann ca. 11, 9 og 8 mg/l ved henholdsvis 2, 10 og 16 °C. De fleste studier som har undersøkt konsekvenser av dårlige oksygenforhold har vært

gjort ved stabile nivå av oksygen over lengre tid og viser at appetitt og vekst reduseres allerede ved 80 prosent metning (6,4 mg/l ved 16 °C sjøvann), mens andre studier viser et knekkpunkt på 67 prosent metning (5,4 mg/l ved 16 °C sjøvann). En utredning gjort for Mattilsynet konkluderte med at verdier ned til 60 prosent kunne tolereres (4,8 mg/l ved 16 °C sjøvann), verdier ned til 50 prosent (4 mg/l ved 16 °C sjøvann) var uakseptabelt. Nylig utførte forsøk viser at grenseverdiene som nevnt over, også er gyldige for akutt lave oksygenforhold. Ved verdier ned til 40 prosent metning (3,2 mg/l ved 16 °C sjøvann) i to timer, døde en del fisk dersom den ble utsatt for andre stressende forhold samtidig mens ved 30 prosent døde halvparten av fisken uten ytterligere påvirkning. Preliminære resultat fra pågående studier viser at ved 18 °C klarer ikke laksen lenger å opprettholde sitt oksygenopptak ved ca. 50 prosent metning, mens denne grensen er på ca. 40 prosent metning ved 12 °C. Hvis laksen blir holdt under disse oksygennivåer over tid, vil laksen kveles og dø. En spesifikk nedre grense for akseptabelt oksygennivå under alle forhold er ikke mulig å sette basert på dagens kunnskapsnivå.

Generelt vil synkende oksygennivå også øke gjellefrekvensen, gjelleutslaget og hjertets slagvolum, og dermed vil mengde vann som går over gjellene og blod som går gjennom gjellene øke med graden av hypoksi. Dette fører til at alle stoff som kan tas opp over gjellene også vil øke med hypoksi. Legemiddelet som brukes til avlusing tas opp over gjellene, og giftigheten for fisken vil dermed øke med graden av hypoksi.

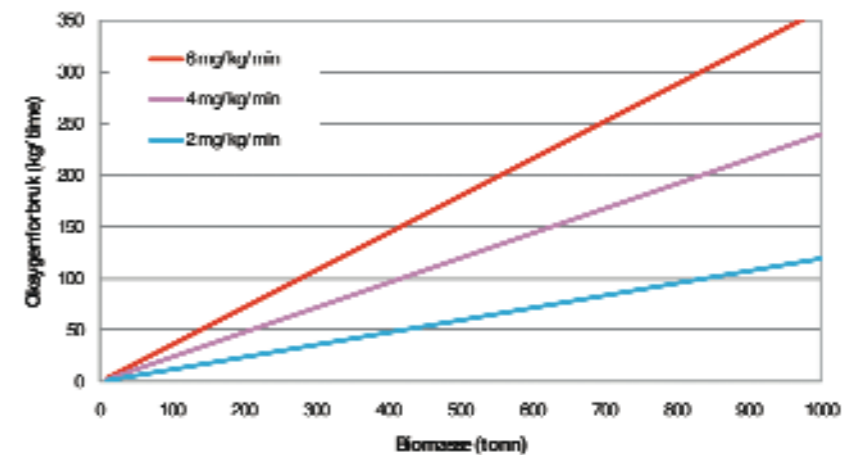
## Hypoksi oppstår i merdene

I småskala, og relativt kontrollerbare merder med kommersiell oppdrettstetthet, ble oksygenforhold overvåket ved bruk av presenningskjørt med og uten tilsetning av legemiddel. Lignende observasjoner ble gjort under avlusing i kommersielle 157-meter omkrets merder med volum på opp mot 70 000 m<sup>3</sup>, og 120-200 000 fisk involvert.

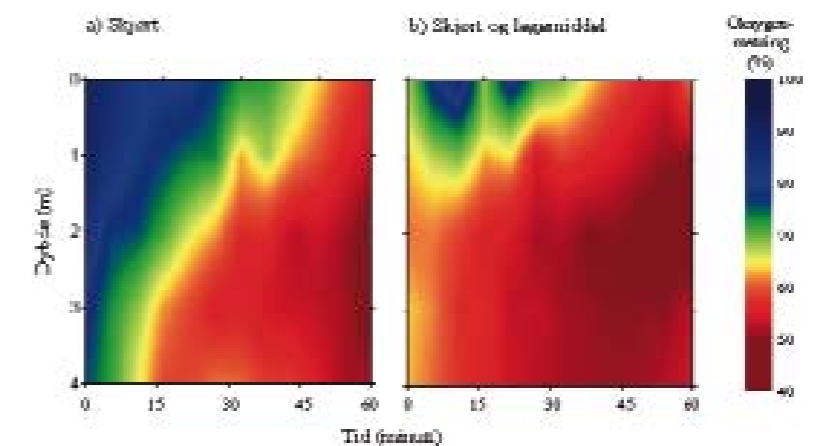
Oksygenverdiene i småskalamerden uten bruk av legemiddel (figur 2a) sank i samsvar med teoretisk beregnede verdier (3 mg/kg fisk/minutt). Når legemiddel ble benyttet, var laksens oksygenforbruk høyere og oksygennivået i merden sank raskere og til lavere verdier (figur 2b). Fiskens aktivitet, målt som svømmehastighet og gjellefrekvens, økte samtidig med synkende oksygenverdier. Dette var mer tydelig ved bruk av legemiddel enn under hypoksi alene.

## Tilsetning av oksygen

I de kommersielle stormerdene som ble under-



**FIGUR 1** Beregnet oksygenforbruk/-behov ved biomasse fra 0 til 1000 tonn i merden gitt at laksen har et spesifikt oksygenforbruk på 2, 4 eller 6 mg/ kg fisk/ minutt. Oksygenforbruket øker blant annet med temperatur, forinntak, aktivitet og stress.



**FIGUR 2** Nivå av oksygen (prosent metning) uten (a) og med (b) legemiddel ved bruk av presenningskjørt til 6 m dyp i en 12 m<sup>2</sup> x 12 m merd med 4 m dyp notbunn etter opplining og kalkulert tetthet på 40 kg/m<sup>3</sup>. Ved skjørtsetting uten legemiddel (a) viser verdiene en forventet nedgang i forhold til et teoretisk beregnet forbruk av fisken mens den ved tilsetning av legemiddel (b) forbruker mer oksygen og nivå av oksygen synker raskere og til lavere verdier. Vanntemperatur i forsøket var 9–11 °C.

søkt, var resultatet ulikt. Når oksygen ble tilført gjennom perforerte slanger i et nettverk på 15 m x 15 m i senter av merden, og det samtidig var relativt få fisk i dette området målte vi potensielt skadelig høye verdier av oksygen (>250 prosent metning) i ca. 1/5 del av området (figur 3a) og økende, men normale verdier (80–100% metning) i resten (figur 3b). Det vil være en fordel å benytte en metode for distribuering av oksygen der det tas hensyn til hvor fisken er kombinert med nivå av oksygen. Det er viktig å redusere antall stressfaktorer hos fisken der hyperoksi (høye oksygennivå) er en av dem. Observasjoner med kamera viste at kun enkeltfisk svømte i området fra 0 til 12 m og at fisken hovedsakelig svømte dypere enn skjørttekanten på 15 m etter at skjørtet var ferdig satt og tilsetning av legemiddel fullført.

Således forventes det at meget få fisk opplevde hyperoksi. Dersom fisken tvinges opp i behandlingsvolumet gjennom å line opp notbunnen vil oksygenet som tilsettes bli forbrukt og normale nivåer måles dersom det er samsvar mellom tilsatt mengde og fiskens forbruk (figur 1).

Ved bruk av to mindre rammer med keramiske oksygendiffusorer (12 stk.) og observerte tettheter av laks på 1–5 kg/m<sup>3</sup> var ikke det tilsatte oksygenet målbar (figur 4). Selv ved disse lave tetthetene (se detaljer i annen artikkel) ble det målt relativt lave verdier av oksygen (<55 prosent metning; hypoksi) og en betydelig forverring kan forventes dersom man tvinger fisken opp i behandlingsvolumet ved å line opp noten. De høyeste verdiene av oksygen ble målt dypt i merden. Dette kan tolkes som at på



tross av den høye biomassen var vannstrømmen tilstrekkelig til å opprettholde et oksygennivå på over ca. 70 prosent metning. Dypt i merden kan nedgangen i oksygen fra ca. 85 prosent metning til 70 prosent under avlusing skyldes at tettheten av fisk på dette dypet øker betraktelig (se annen artikkel) eventuelt også kombinert med et økt forbruk som skyldes stresspåvirkning av skjørt, legemiddel og forinntak.

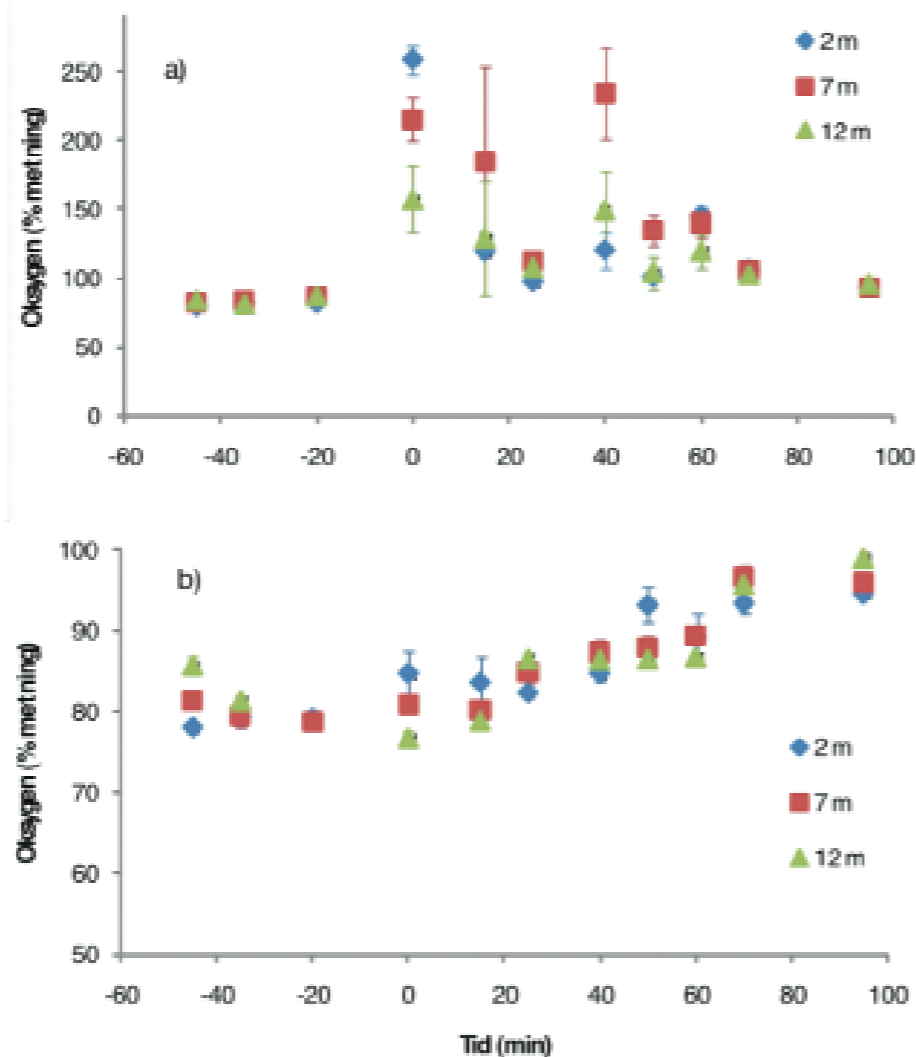
**Oksygenmiljø må kontrolleres og justeres**

De teoretiske beregningene av oksygenforbruk og de faktisk målte oksygenverdiene viser viktigheten av å tilsette oksygen under avlusing med presenningskjørt. Det er viktig at oppdretter er kritisk til metoden for tilsetning av oksygen, og at en har kontroll med oksygenforholdene underveis. For høye eller lave oksygennivå i merdene kan gi en rekke negative konsekvenser for fisken.

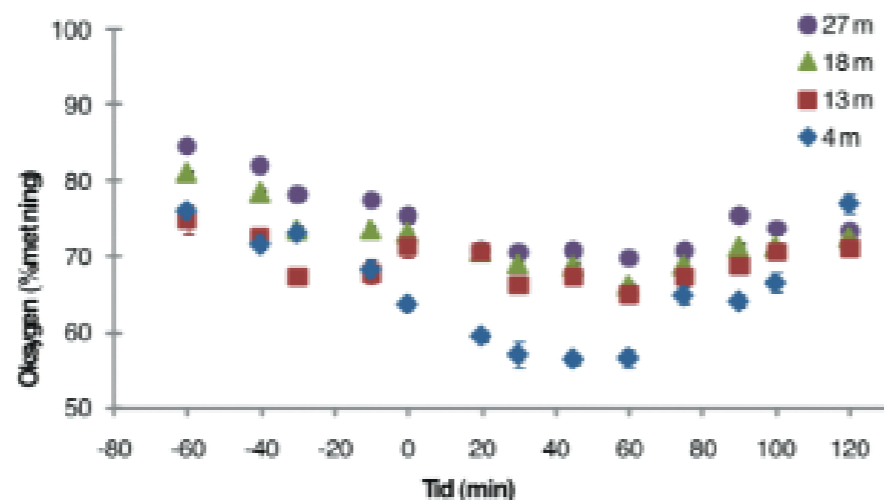
**Oksygenmåling, hvor og når**

I utgangspunktet bør oppdretter måle oksygenforholdene i den verst tenkelige posisjon under avlusing. Dette punktet er per i dag ikke beskrevet i detalj. Etersom laksen ser ut til å prøve å unngå legemiddel ved å svømme mot overflaten eller notbunn (se egen artikkel) vil disse områdene være potensielle. Samtidig har vi ingen god beskrivelse på hvilken vannstrøm fisken selv setter opp under avlusing, men hvis den gjør det, vil den muligens bidra til at friskt vann kommer inn nedenfra. Således vil oksygenmåling nærmere overflaten være en bedre måleposisjon enn nær bunn. Samtidig må oppdretter vurdere tilsetningspunkt for oksygen slik at oksygennivå bør måles både nært og fjernt fra dette for å se at tilsetning har den ønskede effekt. Oksygenmåling, og tilsetning av oksygen, må starte samtidig med setting av skjørt/ pose og ikke avsluttes før skjørtet/ posen er fjernet.

**FIGUR 4**  
Oksygenverdier på fire ulike dyp målt i senter av en sirkelmerd med 157 m omkrets, ca. 35 m dyp (30+18m), omtrentlig biomasse på 999 tonn laks og beregnet tetthet på 15 kg/m<sup>3</sup>. Skjørt satt fra 0 til 15 m dyp. Føring startet ved tid -17 minutter. Det var horisontal variasjon i oksygennivå opp til ti prosentenheter (data ikke vist). Temperatur var 11–12 °C. Notbunn ble ikke linet opp under avlusing og fisken svømte hovedsakelig dypere enn skjørtet og sto kun på 1-5 kg/m<sup>3</sup> innenfor skjørtet. Tilsetning av oksygen med tolv keramiske oksygen-diffusorer plassert på to rammer i nærheten av merdsenter ved tid -10 til 110 minutter, ga ikke tydelig målbar utslag.



**FIGUR 3**  
Oksygenverdier på tre ulike dyp målt i senter av merd (a) og ni m fra merdkant (b) i en sirkelmerd med 157 m omkrets, ca. 25 m dyp og omtrentlig biomasse på 490 tonn laks. Temperatur var 12,5–14,5 °C. Notbunn ble ikke linet opp under avlusing og fisken svømte hovedsakelig dypere enn skjørtet. Målingen i senter er gjort ved eller grunnere enn et nettverk av perforerte slanger hvor tilsetning av oksygen gjøres fra tid -30 til 70 minutt. Vi ser at tilsetning av oksygen kombinert med fravær av fisk øker oksygeninnholdet i vannmassene betraktelig og til potensielt skadelige verdier i området over inndoseringsslengene.



# Utfordringer knyttet til dosering av bademiddel i merd

**BJØRN BJØRU, VETERINÆRINSTITUTTET, SEKSJON FOR MILJØ OG SMITTETILTAK**

Dette er betraktninger basert på erfaringer med sporstoffundersøkelser ved badebehandling mot lus. De første målingene av fordeling av middel ble utført i stålmerd (Bjørnu mfl., 2004). Målinger fra avlusing i stormerd (157-metring) er i gang og vil rapporteres i løpet av året. Måling av sporstoff konsentrasjoner i flere punkter fordelt i tid og rom i en oppdrettsmerd under avlusing kan gi informasjon om hvordan strømmer, vind og fisken påvirker fordeling av løst stoff i merden. Likeledes får man informasjon om hvordan tilsetningsmetodikk og ulik avskjerming av behandlingsvolumet gir utslag på spredning av bademiddel gjennom påvirkning på vannstrøm og vannutskifting. Sporstoff gir generell informasjon som kan brukes for beregninger av alle løste stoffer, nøyaktigheten av beregningene vil være avhengig av forskjeller i løselighet og egenvekt mellom legemiddel og sporstoff. Fasit får man først ved direkte målinger av legemiddelet som brukes. Sporstoffet som ble brukt i disse forsøkene er syntetisk DNA. Det ble tilsatt et kjent antall DNA-sekvenser og mengden sporstoff i hver vannprøve ble bestemt ved en real time PCR.

**Behandlingsanbefalinger for syntetiske pyretrorider**

Det anbefales fra legemiddelprodusenter at man tilsetter en mengde bademiddel slik at man oppnår en konsentrasjon på 3 ppb deltametrin eller 15–20 ppb cypermetrin i 30–40 minutter. Behandlingsvolumet man bruker ved beregning av mengde bademiddel man trenger er ikke det reelle volumet, men volumet ned til fire meters dyp. Dersom man har et avskjermert volum grunnere enn 4 meter bruker man den reelle dybden. I dette volumet skal man ha anbefalt konsentrasjon av legemiddel (figur 1) (Pakningsvedlegg til Alpha Max og Betamax Vet, samt praktisk bruker manual for Betamax Vet).

En slik anbefaling er en balansegang mellom ønsket effekt på lusa og skadelig effekt på fisken, og i stor grad basert på empiriske data



Setting av skjørt som avskjerming rundt stormerd på Frøya august 2008.

på hva som ser ut til å fungere i felt.

**Spredning av bademiddel**

Forsøk med sporstoff viser at bademiddel kan spre seg i hele det tilgjengelige volum, både vertikalt og horisontalt, og det kan skje raskt (Bjørnu mfl., 2004, Treasurer mfl., 2000). Målinger av deltametrin gjort av Pharmaq ved avlusing viser det samme (se Fridell mfl. s.81–83 i dette temanummeret). Fordeling og oppnådd konsentrasjon påvirkes sterkt av strøm, vannutskifting og trolig vind. Temperatur og salinitetssjiktninger kan hemme spredning av bademiddel vertikalt slik at bademiddel får høyest konsentrasjon over sjiktet.

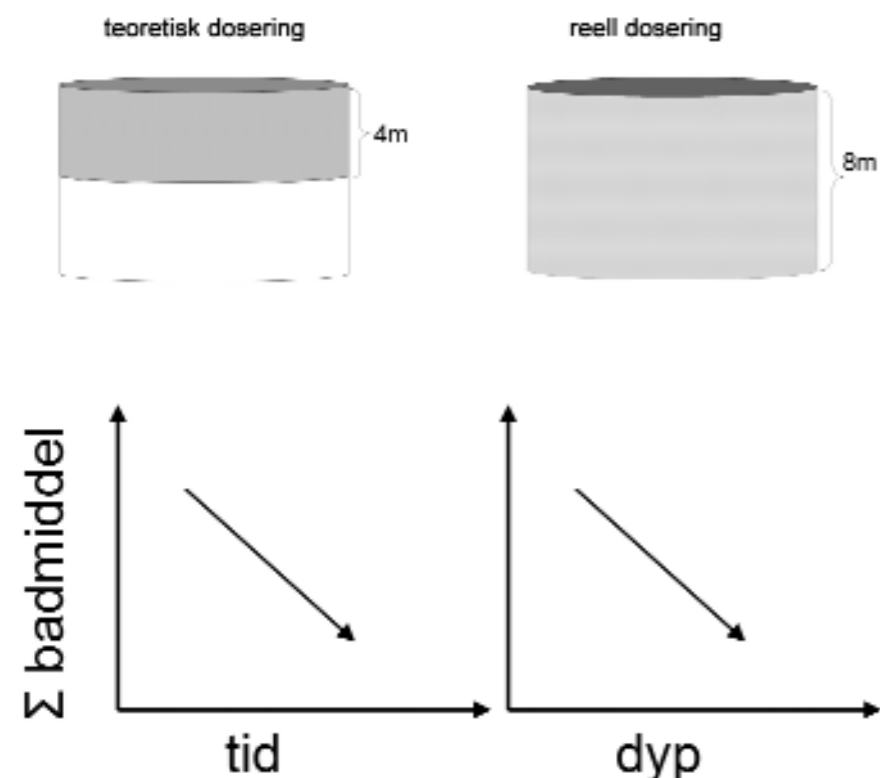
**Lukket avskjerming og behandlingsvolum**

En lukket avskjerming hindrer tap av bade-

middel ut av merda i behandlingsperioden. I følge behandlingsanbefalingene vil det i vannvolumet ned til fire meter være en konsentrasjon på 3 ppb deltametrin eller 15 ppb cypermetrin. Den reelle konsentrasjon dersom middelet fordeler seg jevnt inne i presenningen, vil være vesentlig lavere. Gitt at det avskjerma volumet er åtte meter dypt, vil en ha oppnådd en konsentrasjon på halvparten av terapianbefalingene (figur 1).

Selv i en lukket presenning viser våre forsøk at konsentrasjonen av bademiddel vil variere noe i tid og rom. En stor utfordring ved bruk av lukket presenning er at den faktiske mengden vann inne i presenningen kan variere mye (behandlingsvolumet), slik at man ikke vet hvor kraftig man doserer (Bjørnu mfl., 2004, Treasurer mfl., 2000). Selv om nota heves til fire meter vil det reelle volumet bademiddelet fordeler seg i være i hele det avskjermede volumet, dvs. ned til åtte meter i figuren over. Man kan spekulere i om notveggen og oksygen-





**FIGUR 1**  
Tilsatt bademiddel vil spre seg i hele i hele det tilgjengelige volum. Mengden vann i det avskjerma volumet avgjør hvor sterkt man doserer.

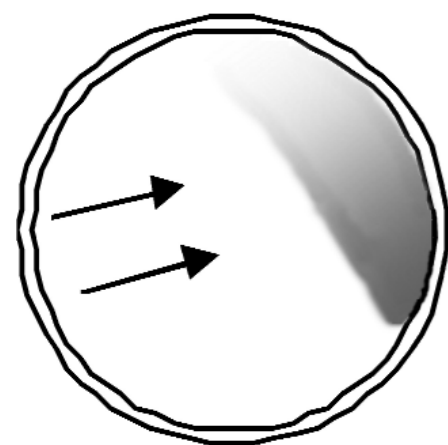
**FIGUR 2**  
Ut fra forsøk med sporstoff, fant vi at mengde bademiddel ved avskjerming med skjørt avtok med økende dyp. Samtidig ble det vist tap av bademiddel ut av merden under behandlingsperioden.



**Vannprøvetaking for å dokumentere spredning av bademiddel i stormerd ved bruk av skjørt.** Fra et samarbeidsprosjekt mellom næringa, Havforskningsinstituttet, Pharmaq, SINTEF, og veterinærinstituttet. Prosjektet er finansiert av FHF.

følge av ufullstendig avskjerming kan medføre ujevn fordeling av bademiddelet slik at det meste av middelet havner på en side av merden. Dette kan gi høy konsentrasjon på en side av merden og lite i resten av merden. Dette kan gjelde både i overflata og nedover i merda (se figur 3).

Mengde middel som lakselus eksponeres for vil avhenge av hvor fisken oppholder seg i merden. Dersom den svømmer i ring kan det meste av lusa bli eksponert for bademiddel, selv med en skeiv fordeling av bademiddel. Atferd til fisk under avlusning er undersøkt under avlusning både i forsøksmerder (Vigen 2008) og i felt (se Oppedal & Vigen s. 84–85 i dette temanumm-



**FIGUR 3**  
Dårlig avskjerming av en merd ved badebehandling kan medføre skjevfordeling av legemiddel pga. strømninger i merden.

entilsetting kan hemme fordelingen til hele volumet. Dette er så vidt vi kjenner til ikke undersøkt.

**Tap av bademiddel ved bruk av skjørt**

Ved bruk av skjørt, dvs. avskjerming på sidene og åpent i bunnen, er oppnådd konsentrasjon og fordeling av bademiddel mindre forutsigbart. Også ved bruk av skjørt bestemmes mengden bademiddel ut fra et tenkt volum ned til fire meters dyp. I tillegg til at bademiddelet sprer seg i hele det avskjerma volumet, fortynnes bademiddelet ved at merden er

åpen i bunnen. Strøm og vannutskifting i merden påvirker oppnådd konsentrasjon i tid og rom betydelig (Bjørn mfl., 2004). I våre forsøk avtok konsentrasjonen av legemiddel med økende dybde i merden. Vi kan anta at nedenfor skjørtet vil konsentrasjonen av bademiddel bli meget lav. Konsentrasjonen av bademiddel, eller den totale mengden av bademiddel i merda, avtok under behandlingsperioden (se figur 2).

**Skeiv fordeling**

Bademiddel tilsettes vanligvis helt i overflata av merden. Sterk vind eller strøm, f.eks. som

eret). Laks ser ut til å unngå legemiddel dersom den får anledning til det. Dette kan medføre at lusa i liten grad blir eksponert for bademiddel. Det er derfor viktig at en holder fisken i behandlingsvolumet ved å line opp nota.

For dagens merder kan det beregnede behandlingsvolumet for de øverste fire meterne være opptil 7850 m<sup>3</sup>. Dette medfører at det ved badebehandling må tilsettes betydelige mengder legemiddel. Dersom dette tilsettes fort og med liten fortykning vil man, i verste fall rett etter tilsetning kunne ha områder i merda med svært høy konsentrasjon og andre med svært lav konsentrasjon bademiddel. Jo bedre man fortykner og sprer bademiddelet i merden ved tilsetning, jo jevnere konsentrasjon oppnår man.

**Behandlingstid**

En annen utfordring, er å få bademiddelet bort når behandlingstiden er over. Dersom det er strømsstille vil bademiddelet ikke forsvinne helt selv om avskjermingen fjernes. Behandlingstiden kan da bli vesentlig lengre enn forutsatt (Treasurer m.fl., 2000, Midttun mfl., 2000, Dobson & Tack 1991). Strømsetting med propell kan tilføre nytt vann og redusere problemet.

**Oppsummering**

Å ha kontroll med dosering i en oppdrettsmerd er ikke enkelt. Ved bruk av skjørt ser det ut til at bademidler i noen tilfeller synker raskt ned og ut fra det avgrensede volumet. Konsentrasjonen av legemiddel kan dermed bli varierende i både tid og rom. Behandlingsdosen blir dermed bestemt av:

- mengde tilsatt legemiddel og hvordan denne fordeles i overflata av merden
- eventuelle lekkasjer av vann inn eller ut fra behandlingsvolumet gjennom skjørt eller den åpne bunnen
- fiskens muligheter til å unngå vannvolumet med legemiddel, dvs. hvor godt nota er lint opp i forhold til lengden på skjørt
- behandlingstid, eller tid fra middelet tilsettes til skjørtene er fjernet og vannet i merden er skiftet ut

Ved bruk av presenning ser det ut til at bademidler fordeles ganske jevnt i hele det avskjermede volumet, og behandlingsdosen blir dermed bestemt av:

- mengde tilsatt legemiddel og reelt vannvolum inne i presenningen
- behandlingstid, eller tid fra middelet tilsettes til presenningen er fjernet og vannet i merden er skiftet ut

**Referert litteratur**

Betamax brukermanual 2002. Utgitt av Scanvacc AS Midtgar, Hvam pb 233, 2151 Årnes.  
 Bjørn B., A. Aunsmo, V. Moen, T. Markussen (2004). Evaluering av badebehandlings-metodikk mot lus i oppdrettsanlegg. VESO rapport 1-2004. ISBN 82-91743-15-0.  
 Dobson D.P. and Tack T.J. 1991. Evaluation of the dispersion of treatment solutions of dichlorvos from marine salmon pens. *Aquaculture*, 95 (1991), 15-32.  
 Midttun B., S. Alexandersen, B. Martinsen 2000. Valg av strategi og metode med hovedvekt på badebehandling. Særtrykk, *Norsk Fiskeoppdrett* Nr 10.  
 Treasurer J.W., A. Grant, P.J. Davies 2000. Physical constraints of bath treatments of Atlantic Salmon (*Salmo Salar*) with a sea lice burden (*Copepoda Caligidæ*). <http://dpc.uba.uva.nl/ctz/vol69/nr1a14>. *Contribution to Zoology*, 69(1/2)(2000).  
 Vigen J. 2008. Oxygen variation within a sea cage. European master in aquaculture and fisheries. Universitetet i Bergen.

The advertisement features a large image of a fish farm with salmon pens in the water. At the top, there is a logo for 'NORWAY ROYAL SALMON' with the tagline 'THE BEST OF NATURE'. Below the image, the text reads 'Oppdretternes eget salgs- og innkjøpsselskap'. At the bottom, there are two columns of contact information for Trondheim and Kristiansand.

**Trondheim:**  
 Olav Tryggvasonsgt. 40  
 Postboks 2603, Sentrum  
 7414 TROMSHEIM  
 Tel: +47 73 92 43 00  
 Fax: +47 73 92 43 01

**Kristiansand:**  
 Gravane 3  
 Postboks 110  
 4662 KRISTIANSAND  
 Tel: +47 38 12 26 66  
 Fax: +47 38 12 26 79



# Krafttaket mot lakselus sponses av:

 **SinkaBerg Hansen AS**

Marøya  
7900 Rørvik  
Tlf. 74 38 91 70  
Fax: 74 39 40 30

Hordaland fylkeskommune legg til rette for auka verdiskaping i marin sektor og utvikling av ei variert og berekraftig havbruksnæring



 **BOLAKS**  
N-5640 EIKELANDSOSEN  
Tlf.: 56 58 06 00  
Fax: 56 58 06 01  
e-post: bolaks@bolaks.no

**Arnøy Laks AS**

9194 LAUKSLETTA  
Telefon: 77 77 79 74  
Faks: 77 77 79 80  
post@arnoylaks.no  
www.arnoylaks.no

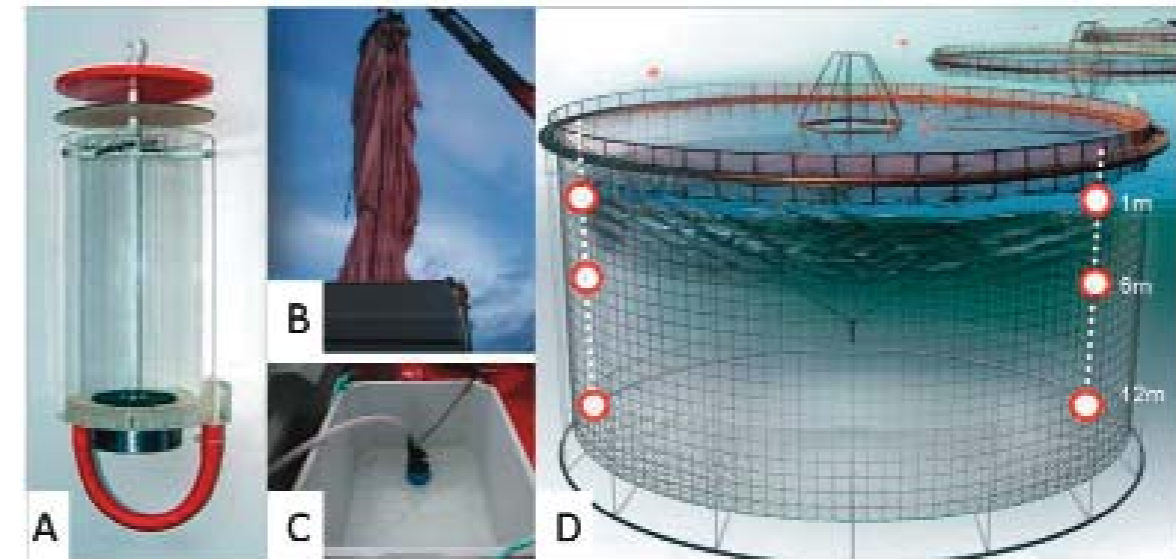


Telefon: 75 09 19 00  
Faks: 75 09 19 01  
www.novasea.no

**Opplev livet på et moderne og miljøbasert havneanlegg**

 **Namdal Akvasenter**

Namdal Akvasenter AS  
Bjørøystøa, 7770 Flatanger  
Tlf: +47 74221998 • Fax: +47 74221999  
E-post: post@namdalakvasenter.no



**FIGUR 1**  
Forsøksoppsett. A) Vasshentar for å ta prøvar frå ulike djupn ([www.kptnaturfag.no](http://www.kptnaturfag.no)). B) Skjørtet blir løfta ut av transportbrønn. C) Kar for blanding av Alphamax før utdosering. D) skisse av stormerd med prøvetakingsposisjonar ([www.akvagr.no](http://www.akvagr.no)). Prøvetakingsposisjonane (minimum to posisjonar) vart plasserte i ytterkantane i forhold til doseringsslangen, og det vart teke prøvar frå 1, 6 og 12 meters djupn ved alle lokalitetane.

## Avlusing av store merdar – korleis bør den gjennomførast?

Undersøkingane som er presenterte i denne artikkelen er gjort på oppfordring frå næringa. Føremålet er å kome fram til ein kunnskapsbasert dokumentasjon om korleis ein på ein trygg og effektiv måte skal gjennomføre badbehandling ved hjelp av presenning og skjørt.

**FRØDE FRIDELL, BERNT MARTINSEN, SVEIN ALEXANDERSEN. PHARMAQ AS**

### Bakgrunn

*Lakselus og legemiddel*  
Lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) er, og har i lang tid vore, ein smittsam og problematisk parasitt på vill og oppdretta laksefisk langs heile norskekysten. I oppdrett blir lakselusmengda kontrollert ved å ha gode drifts-rutinar, ved innslag av leppefisk i merden saman med laksen og ved hjelp av legemiddel. Dersom talet på lus overstig grenseverdiar sett

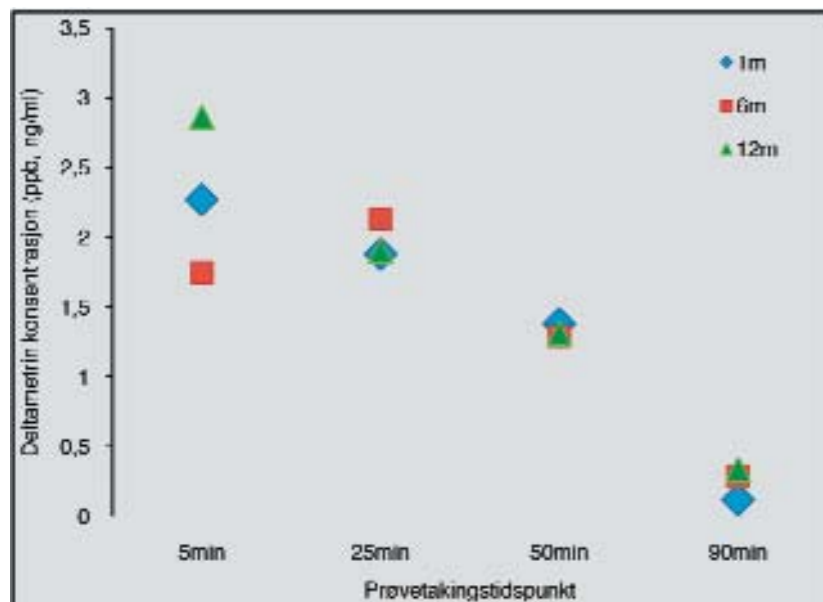
i «forskrift 9.juli 2008 nr. 797 om bekjempelse av lus i akvakulturanlegg», må ein behandle fisken enten ved bad eller oralbehandling. Pr. i dag er det tre produkt mot lakselus som har marknadsføringstillating hjå Statens Legemiddelverk: Alpha Max (Pharmaq), Slice (Intervet Schering-Plough Animal Health) og Ektobann Vet (Skretting), og av desse er dei to fyrste tilgjengelege for sal i Noreg. I tillegg er også Betamax Vet (Novartis) og Salmosan (Fish Vet Group, UK) tilgjengelege under eit spesielt godkjenning-fritak. Bortsett frå Slice og Ektobann Vet (oralt), blir alle andre produkt administrerte

ved bad av den lusinfiserte fisken. Det er berre bruk av tette einingar (heildekkande presenning eller brønnbåt) som er godkjent badbehandlingsmetode i forhold til gjeldande godkjenning frå Statens legemiddelverk.

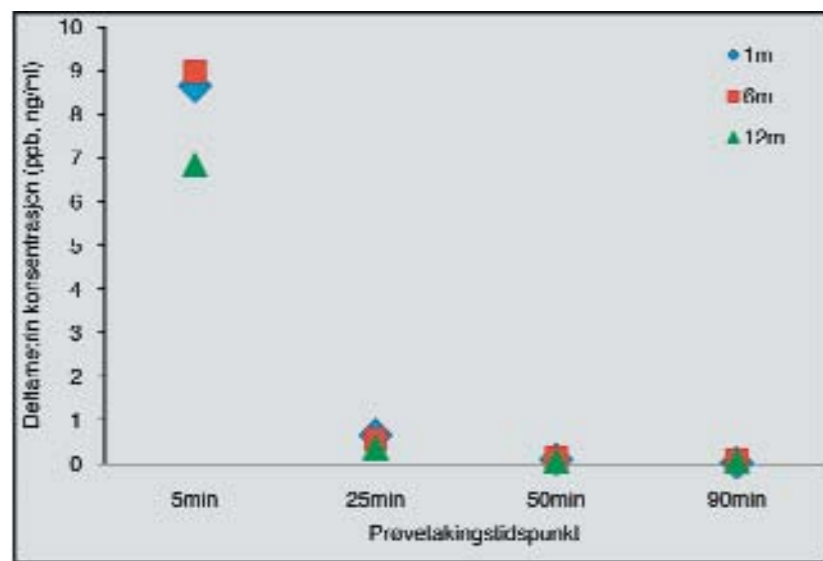
### Avlusingsmetodar

Avlusing i brønnbåt gir eit nøyaktig behandlingssvolum, men er ein dyr, arbeidskrevjande samt en stressende prosess for fisken. Difor blir avlusing i brønnbåt vanlegvis gjort samstundes med at fisken blir sortert, eller i situasjonar der dårleg ver ikkje gjer det mogeleg å nytte presenningssløyser.





**FIGUR 2** Resultat frå måling av deltametrin konsentrasjon ved ulike djup og tid etter utdosering. Fisken vart ikkje lina opp under avlusing. Fem minutt etter dosering er Alpha Max fordelt i heile vassøyla, og det er stabile konsentrasjonar på omlag 2 ppb fram til ein starta med å fjerne skjorta (40 minutt).



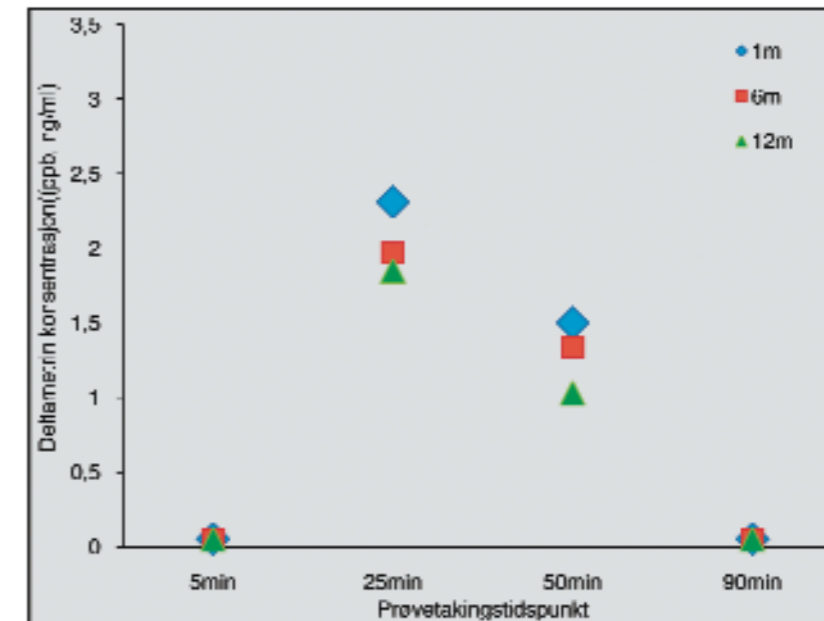
**FIGUR 3** Resultat frå måling av deltametrin-konsentrasjon ved ulike djup og tid etter utdosering. Fisken vart ikkje lina opp under avlusing. Målepunktet er ved doseringslange. Konsentrasjonen er høg ved fem minutt på alle målte djup. Etter 25 minutt er deltametrin nesten ikkje målbar ved nokon av posisjonane, og etter 50 og 90 minutt er konsentrasjonen omlag null. Dette er truleg ein effekt av fortyning av badmiddelet og manglande overlapp av skjorta.

**Metode**

*Direkte måling av deltametrin*  
 Deltametrin er den aktive substansen, virkestoffet, i Alpha Max. Våren 2008 vart det utvikla ein metode ved Central Science Laboratory i England som kunne brukast for påvisning av deltametrinkonsentrasjonen direkte i sjøvatn i konsentrasjonar som er relevant for kommersiell badbehandling. Denne metoden er basert på gasskromatografi-massespektrometri / massespektrometri (GC-MS/MS), og har ein høg sensitivitet som gjer det mogeleg å påvise ein hundredel av anbefalt dose. Presisjonen i metoden vart undersøkt ved å lage ulike kjente konsentrasjonar av Alpha Max i sjøvatn (blanda ut i kar på land), og deretter sende inn fleire vassprøver (50 milliliter) frå kvar konsentrasjon for analyse. Resultata frå metodeevalueringa viste god overinstemming mellom teoretisk og målt konsentrasjon

Den mest vanlege måten å gjennomføre badbehandling på, er ved å bruke presenning: enten i heildekkande variant med fast botn, eller som eit skjørt som stikk nokre meter ned i vatnet langs notveggen (storleik varierer). Ved bruk av skjørt bør ein line opp nota og heve botnen (SLK publikasjon 2000). Dei siste åra har det vore ei rask teknologisk utvikling på anleggssida med blant anna større merdar som resultat. Frå stålanlegg med 20x20 meter bur og sirklar på 90 meter i omkrins, er sirkelmerdar på 157 meter i omkrins ikkje uvanleg i dag. På sikt kanskje endå større.

*Fordeling av badmiddelet*  
 I samband med oppskalering av merdane, har ein stilt seg spørsmålet: Klarer ein å badbehandle slike einingar effektivt, og korleis fordelar badmiddelet seg i merden under avlusing? Fram til 2004 har denne dokumentasjonen basert seg på effektdata, samt berekning av behandlingssvolum. I 2004 vart det gjort ein studie i regi av Veso (Bjørn mfl., 2004) der ein brukte ein DNA-markør som indikator på fordeling av badmiddelet. Denne studien tyder på at ved bruk av skjørt er det stor variasjon i konsentrasjon og at det er ulike sjikt med badmiddelet og tap av konsentrasjon, under behandlingstida. Ved bruk av heildekkande presenning derimot, oppnår ein eit meir definert behandlingssvolum, og den berekna verdien av badmiddelet vert stabil både i tid og rom under behandlinga.



**FIGUR 4** Resultat frå måling av deltametrin-konsentrasjon ved ulike djup og tid etter utdosering. Fisken vart ikkje lina opp under avlusing. Fem minutt etter dosering hadde Alpha Max ikkje fordelt seg til måleposisjon, dette skuldast at doseringa starta på motsatt side av nota. Ved 25 og 50 minutt etter utdosering er legemiddelet godt fordelt ved målepunkt

av deltametrin i sjø (undersøkt frå 0,1 til 10 ppb). Etter validering av metoden vart det hausten/vinteren 2008/2009 teke vassprøvar under kommersielle avlusingar. Målet med studiane var å måle deltametrinkonsentrasjonen og sjå korleis Alpha Max fordelte seg i merda.

*Dokumentasjon av kommersielle avlusingar ved bruk av skjørt*

Fire oppdrettsanlegg vart valt ut til å vere med i studiet, og alle desse hadde erfaring med bruk av Alphamax til avlusing. Anlegga er lokaliserte frå Rogaland til Trøndelag. Det vart dosert ut 10 til 13 flasker Alpha Max som vart utblanda i 500 til 1000 liter vatn, og behandlingstida var 40 min (30 min er godkjent for behandling ved heildekkande presenning). Storleiken på merdane var 157 meter i omkrins. Under kvar avlusing som var med i studiet vart det nytta ulikt teknisk utstyr, og praksisen varierte både når det gjeld lengd og høgde på skjørt, svelting og føring, bruk av oksygen, utdoseringsregime og observasjon av oksygen og åtferd. Det vart teke vassprøver ved minst to prøvetakingsposisjonar på kvar merd, frå ulike djup ved hjelp av vasshentar (KPT Naturfag) og ved ulike tidspunkt etter utdosering av legemiddel (figur 1). Resultata frå undersøkingane vil kunne gi svar på korleis dei ulike avlusingssregima påverka Alpha Max fordeling i tid og rom. Det vart også registrert avlusingseffekt og miljøforhold ved kvar avlusing.

**Resultat og diskusjon**

På ein av avlusingane som er presenterte i denne artikkelen, blei det både kvantifisert

DNA-markør (slik som i Veso-studien frå 2004) og deltametrin. Begge metodane blei evaluerte og gav like resultat under praktisk avlusing, noko som gjer at ein kan trekkje inn data frå desse 2004-studiane i den vidare diskusjonen (sjå artikkel av Bjørn i dette nr. av Norsk Fiskeoppdrett for metode og resultat).

*Skjørt eller tett presenning?*

Avlusing med badbehandling bør gjennomførast med tett presenning eller i brønnbåt sidan dette sikrar jamn fordeling av badmiddelet i tid og rom. Fisken sin symjeaktivitet, dosering over eit stort område i merden samt oksygenering vil då føre til at all lusa blir eksponert for terapeutisk dose. utfordringa er at tett presenning pr. i dag ikkje er masseproduisert og tilgjengeleg for store merdar (157 meter i omkrins eller større), og difor blir skjørt brukt i store delar av næringa. Anlegg har heller ikkje nødvendig trening, utstyr og erfaring med avlusing i tett presenning til at dei på kort sikt kan gå over til denne avlusingssmetoden.

Studiane viser at det krev mykje kunnskap, erfaring og nøyaktigheit for å gjennomføre avlusing med skjørt på ein tilfredsstillande måte. Det er viktig med god overlapp (skøyt) mellom skjørta, samt at fisken blir lina opp og halden i dei øvre vassmassane under behandlinga. Vidare viser resultatane frå studiane at ein oppnår betre spreiding av bademiddel dersom ein gjennomfører dosering ved hjelp av perforert slange som ein dreg rundt på overflata.

*Målte verdiar av deltametrin*

I merdar som var omkrinsa av skjørt var det forventa å observere måleverdiar på omlag 2 ppb, men variasjon i dette vart observert på dei

ulike anlegga. Ved korrekt gjennomføring viser resultatane at 1–2 ppb er oppnåeleg ved bruk av skjørt, og at ein då oppnår god effekt (95–100 prosent) av avlusinga. Som forventa er det målt høge konsentrasjonar ved munningen av utdoseringsslangen (10 ppb), samt at det var vist låge konsentrasjonar (0 ppb) dersom skjørta ikkje dekkar merden fullstendig (rask utvasking). Døme på fordeling av deltametrin i sjøvatn under ulike avlusingar er vist i figur 2, 3 og 4.

**Konklusjon**

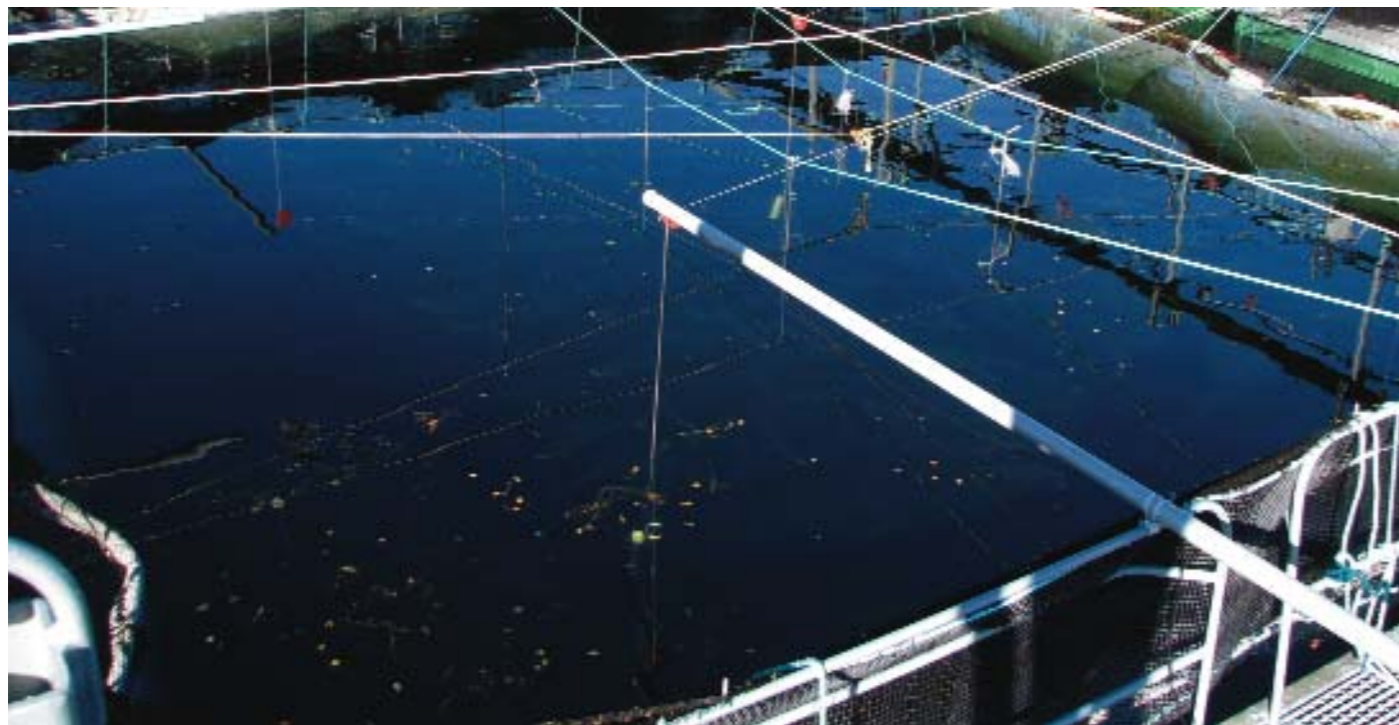
Det er mogleg å gjennomføre sikre og effektive avlusingar i stormerdar (157 meter i omkrins) ved bruk av skjørt dersom ein:

- har sensitiv lus i anlegget
- oksygenerar
- set skjørta med god overlapp
- linar opp fisken
- blandar ut badbehandlingssmiddelet i stort volum
- doserer med perforert slange som blir bevega frå side til side

**Referansar**

Bjørn B, Aunsmo A, Moen V, Markussen (2004) Evaluering av badebehandlingssmiddelet mot lus i oppdrettsanlegg. Veso rapport. ISBN 82-91743-15-0.  
 Jensen PM (1998) Lakselus – vanskelige å vere lus. Norsk fiskeoppdrett nr. 22.  
 SLK publikasjon (2000). Terapianbefaling: Behandling mot lakselus i oppdrettsanlegg. SLK publikasjon 2000:2, Statens legemiddelkontroll, Oslo. ISSN 1502-2692





# Laksen prøver å unngå avlusingsmiddelet

FRODE OPPEDAL – FRODEO@IMR.NO,  
HAVFORSKNINGSINSTITUTTET  
JANNICKE VIGEN – JANNICKE.VIGEN@STUDENT.UIB.NO

Lus på stor oppdrettslaks blir ofte fjernet ved badebehandling hvor man bruker presenningskjørt eller pose rundt merden og legemiddel blandes inn i vannmassene som fisken oppholder seg i. Dette ble tidligere gjort med akseptable resultat og under kontrollerbare forhold i små merder. Ertersom næringen de senere år har tatt i bruk større og større merder, er det ikke lenger så enkelt. Nylige studier har avdekket at det er vanskelig å holde fisken innenfor volumet med legemiddel. En klar anbefaling fra studiene er at ved avlusning med skjørt må noten lines opp over skjørtets nedre kant for å tvinge fisken til å oppholde seg i behandlingsvolumet.

## Badebehandling mot lakselus er et kritisk punkt i produksjonen

Lakselus er definert som et problem for en eksisterende og fremtidig bærekraftig oppdrettsproduksjon av laks i Norge. Utfordringen er å ha et tilstrekkelig lavt nivå av kjønnsmodne lus på oppdrettslaksen slik at villaksen ikke

blir skadelidende på grunn av store mengder luselarver i sjøen som kommer fra oppdrettsanleggene. Den vanligste metoden for avlusning av stor laks i merder i sjøvann, er å avgrense vannvolumet nær overflaten ved hjelp av flere presenningskjørt og tilsette ett av flere kommersielt tilgjengelige legemiddel i 30–40 minutter. Dessverre er det rapportert varierende suksess med slik badebehandling i dagens store og til dels ukontrollerbare merder. Ufullstendig eksponering av lus for dødelige doser av legemiddel vil ikke ha ønsket avlusningseffekt og kan også raskt føre til at lus som er mindre følsomme for legemiddelet blir dominerende, og mer resistente populasjoner kan oppstå. I den senere tid er det derfor utført flere studier med fokus på laksens atferd under avlusning for å vurdere potensial for forbedrede behandlingsrutiner eller forvaltningsrettede tiltak.

## Undersøkelser i små og store merder

I småskala og relativt kontrollerbare merder med kommersiell oppdretstetthet ble laksens atferd observert ved bruk av presenningskjørt med legemiddel (hypoksi+legemiddel) og

uten legemiddel (kun hypoksi). Laksens svømmedyp og fisketetthet ble observert med ekkolodd, og generell atferd vurdert ved hjelp av undervannskamera. Lignende observasjoner ble gjort under avlusning med legemiddel i kommersielle 157-meter omkrets merder med volum på opp mot 70 000 m<sup>3</sup> og 120-200 000 fisk involvert. Figur 1 illustrerer fiskens atferd ved skjørtsetting i en liten og relativt kontrollerbar merd (12mx12m) i merdmiljølaboratoriet til Havforskningsinstituttet, Matre.

## Laksen prøver å unngå legemiddel

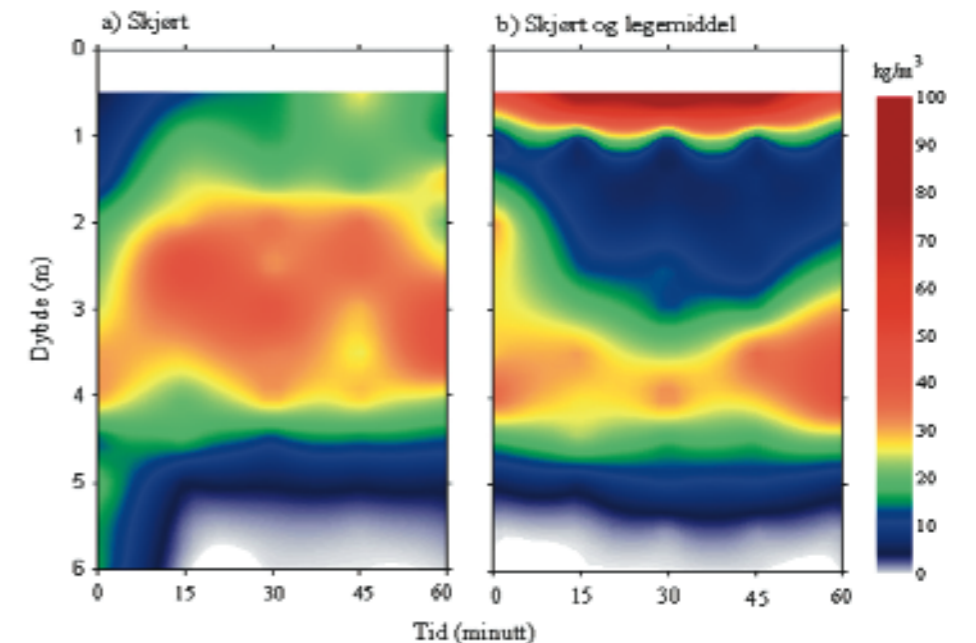
Fiskens svømmedyp var jevnt fordelt i merden ved bruk av presenningskjørt uten legemiddel (figur 1a). Fisketettheten varierer mellom 20 og 45 kg/m<sup>3</sup> i hele merdvolumet fra overflaten og ned til ca. 4,5 m dyp. Dette samsvarer med at den beregnede tetthet i merden var ca. 40 kg/m<sup>3</sup> med notbunn/ blyline dratt opp til ca. fire m. Noen dager senere ble skjørtsetting repetert, og denne gangen med tilsetning av legemiddel i henhold til foreskrevet dose. Laksen valgte da hovedsakelig å svømme mot overflaten med en tetthet på over 100 kg/m<sup>3</sup>, eller mot merdbunn med tetthet opp mot 40 kg/m<sup>3</sup> (figur 1b). Det virker som om

laksen ikke prøver å unngå de lave oksygenverdiene (figur 1a) (oksygennivå; se artikkel om oksygen under avlusning) som var tilstede under avlusning uten middel, men legemiddelet i seg selv (figur 1b). Laksen prøvde tilsynelatende å unngå behandlingsvolumet hvor legemiddelet var tilstede, og midt i merdens dybde var tettheten av fisk kun 10 kg/m<sup>3</sup>.

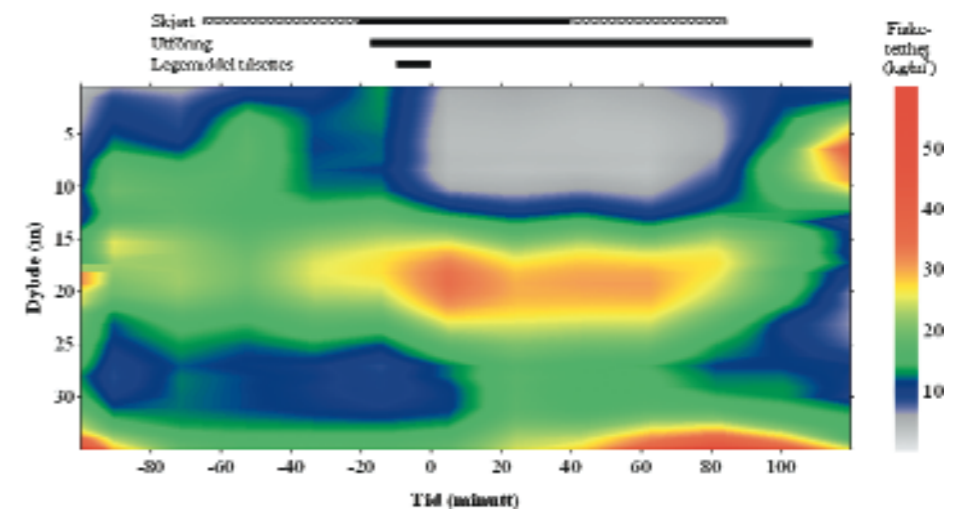
I de kommersielle stormerdene som ble undersøkt, var ikke noten linet opp og laksen valgte da å svømme unna behandlingsvolumet og stå tettere under skjørtekanten (figur 2). Før tilsetning av legemiddel fordeler laksen seg relativt jevnt nedover i dypet med 0,5–1,5 ganger beregnet tetthet. Halvveis i setting av skjørt trekker noe av fisken unna overflaten, men den kommer delvis tilbake når føring starter etter to dagers sulting. Etter endt tilsetning av legemiddel unngår laksen behandlingsvolumet (0,1–0,3 ganger beregnet tetthet) ved å stå tettere (1,5–2,5 ganger beregnet tetthet) under skjørtekanten på 15 m dyp. Konsentrasjon av legemiddel i området under presenningskjørtet forventes å være minimal i forhold til innenfor, og lus på denne fisken må forventes å ha opplevd meget lave doser av legemiddel.

## Nøtene må lines opp under behandling

Basert på observasjonene av fiskens svømmedyp og tetthet, kan det se ut til at dagens praksis er utilfredsstillende og en rekke forbedrede behandlingsrutiner kan foreslås. Det viktigste er at nøtene må lines opp under kanten på presenningskjørtet for å sikre at laksen og dens påsittende lus er innenfor vannvolumet hvor legemiddel tilsettes. Sulting i noen dager, og oppføring av fisken til volumet med legemiddel, ser ikke ut til å være en tilstrekkelig metode da kun en liten andel av fisken står i dette området (figur 2). Flesteparten av laksen i merden ser ut til å ha en sterkere unnvikelsestrang mot legemiddelet enn ønske om å spise, selv etter å ha gått i to dager uten mat. Dersom mange lakselus blir utsatt for lave/ikke-dødelige doser vil det umiddelbare resultat være at lus ikke fjernes fra fisken og selve avlusningen kan karakteriseres som mislykket. Men den enda verre langsiktige effekten vil være en seleksjon mot lus som er mindre følsomme for legemiddelet og til slutt vil det hovedsakelig være igjen populasjoner av lus som ikke lenger er følsomme for legemiddelet, og resistens er utviklet. Dette vil på sikt gi store problemer for fremtidig avlusning. Lignende problemstilling hadde vi i 1990-årene da lus var blitt resistent mot daværende avlusningsmiddel basert på organofosfater. Den gang ble løsningen de utviklede midlene basert på pyretroider, men utvikling av nye avlusningsmiddel tar tid og er ikke veien å gå dersom resistensutvikling kan minimeres ved mer optimal avlusningsmetodikk.



FIGUR 1  
Observert fisketetthet uten (a) og med (b) legemiddel ved bruk av presenningskjørt til 6 m dyp i en 12 m x 12 m merd med 4 m dyp notbunn etter opplining og kalkulert tetthet på 40 kg/m<sup>3</sup>. Ved begge skjørtsettinger ble det ikke tilsatt oksygen og hypoksi (<60 prosent metning) oppstod. Uten legemiddel fordelte fisken seg jevnt i merdvolumet (20-45 kg/m<sup>3</sup>) mens den etter tilsetning av legemiddel (tid = 0 minutt) prøvde å svømme mot notbunn eller overflate på 2–3 ganger normal tetthet.



FIGUR 2  
Observert fisketetthet under avlusning i en stor sirkelmerd med omkrets 157 m og 30+18 m dyp not. Den totale biomassen i merden var 999 tonn, som gir en kalkulert tetthet på ca. 15 kg/m<sup>3</sup>. Presenningskjørtene (to stk. à 90 m lang og 15 m dyp) er lukket når linjen er heltrukket svart, mens setting og fjerning er indikert med xxxx. Laksen var sultet i to dager og utføring startet sju minutter før legemiddel ble tilsatt (tid = 17 minutter) og vi kan antyde en liten effekt av at føring tiltrekker fisken mot overflaten. Når legemiddelet tilsettes (tid = 0 minutter) forsvinner laksen fra volumet avgrenset av presenningskjørtene og er nesten borte (1-5 kg/m<sup>3</sup>) etter at legemiddel er ferdig tilsatt (tid 0 minutt). Mesteparten av fisken står da dypere enn skjørtet på tettheter 20-40 kg/m<sup>3</sup>. Etter at begge skjørt ble fjernet (tid 80 minutt) utnyttet laksen igjen hele merdvolumet på lignende vis som før legemiddel var tilsatt.





Før presenningen settes ut, må oksygenutstyret legges ut i merden sammen med medikamentslangen.

# Ikke noen sak å avluse store merder med helpresenning

De første avlusningene av stor merd med helpresenning er gjennomført, og dette har vært svært vellykket. Det kan se ut som om én av de mange utfordringene med lakselus er løst. Avlusning av stor merd er ikke noen komplisert prosedyre, ifølge serviceteamleder Roy Strøm ved Marine Harvests anlegg i Flatanger.

ELISABETH NODLAND  
elisabeth@kyst.no

– Jeg har tidligere vært med på mange avlusninger med helpresenning på 96 meters ringer og har derfor mye erfaring med dette sier Roy Strøm i Marine Harvest. Det er ikke spesielt arbeidskrevende å avluse med tett presenning sammenlignet med skjørt, bortsett fra at bunnringen må heises opp til seks meter før presenningen settes ut.

Ved bruk av hel presenning får man et stabilt sjøbasseng for laksen og det er enkelt for oppdretterne å ha kontroll over doseringen.

### Avlusningsprosessen

– Selve prosedyren starter med at nota heises opp til omtrent fem meters dyp, samtidig som bunnringen løftes opp til seks meter, forteller Strøm. Presenningen settes motstrøms. Det er en fordel at det er litt strøm i sjøen slik at presenningen strekker seg godt ut, samtidig som man får fylt volumet inne i presenningen helt fullt. Selve duken er lett og smidig å jobbe med da den er laget av finvevd duk uten coating.

Før presenningen settes ut, må oksygenutstyret legges ut i merden sammen med medikamentslangen. I tillegg må fire blytau, til å strekke ut presenningen, legges ut under nota. Presenningen kjøres ut med rekkemontert kraftblokk og den heves med hjelp av vinsjer og spesialutviklede oppdriftspølser. Når presenningen er på plass, må medikamentet doseres ut gjennom den perforerte brannslangen. Behandlings-tiden varierer mellom 30 og 50 minutter, avhengig av hvilket lusemiddel en bruker. Under hele prosessen er det viktig å overvåke atferden på fisken, samt logge oksygenivået for å forhindre dødelighet, understreker Strøm. Etter at behandlingen er ferdig, fjernes presenningen ved at oppdriftspølsene tømmes for luft og presenningen synker ned



Fire blytau må til for å strekke ut presenningen. Disse legges ut under nota.



Presenningen kjøres ut med rekkemontert kraftblokk og den heves med hjelp av vinsjer og spesialutviklede oppdriftspølser.



Medisinen blandes ut i en beholder før den doseres ut i merden.

De luftfylte oppdriftspølsene har gjort at arbeidet med helpresenningsavlusing er blitt mye lettere. Oppdriftssystemet som er utviklet er patentsøkt.



Når presenningen er på plass må medikamentet doseres ut gjennom den perforerte brannslangen.



under nota. Presenningen heises opp i servicebåten ved hjelp av den rekkemonterte kraftblokk og krana. Til slutt tas oksygenutstyret (Netox) opp. Det er viktig å få friskt sjøvann inn i merden så raskt som mulig etter behandling. Det gjøres ved at man kjører inn propellsjø, noe som er spesielt viktig ved lave strømhastigheter, forklarer Strøm.

Det føres journal under behandlingen, og antall lus på fisken skal telles både før og etter behandling i samme merd for å kunne vurdere effekten.

### Del av en helhetlig strategi

Avlusning med hel presenning av store merder inngår i en helhetlig strategi som skal være

Presenningen tar mye plass, og det vi ønsker å få til er å utvikle en trommel vi kan rulle duken inn på etter bruk, sier Roy Strøm. På den måten blir den enkel å rydde vekk og lettere å desinfisere.





Arbeidslaget tar en pust i bakken etter sin første avlusning med hjelpresenning på stor merd. Fra venstre: Arne Ugseth, Roy Frendalsvik, Tommy Olsen, Per Ivar Brumo, Even Myren og Roy Strøm i midten foran.

med å få kontroll over den uønskede parasitten. Foruten optimalisering av behandling for å oppnå korrekt dosering, er det nå tatt i bruk bioassay, eller prøvebehandling, før valg av lusemiddel for å redusere faren for resistensutvikling. Andre tiltak for å bekjempe lusa er også svært viktig. Her kan nevnes samordning av utsett, områdebrakklegging og bruk av lok-

alfanget leppefisk til vårsmolten.

**Ingen økt dødelighet**

Marine Harvest har nå gjennomført tre avlusninger av store merder i perioden november 2008 til april 2009.

– Totalt ble 17 merder avluset. Ved en

temperatur på 5,3 grader er det avluset en biomasse på opp til 700 tonn, ved 9,6 grader opptil 600 tonn pr merd. Det ble ikke registrert noen problemer underveis og heller ikke noen økt dødelighet i forbindelse med behandlingen, til tross for at det var påvist Hjertesprekk (CMS) i anlegget før behandling i januar og april.

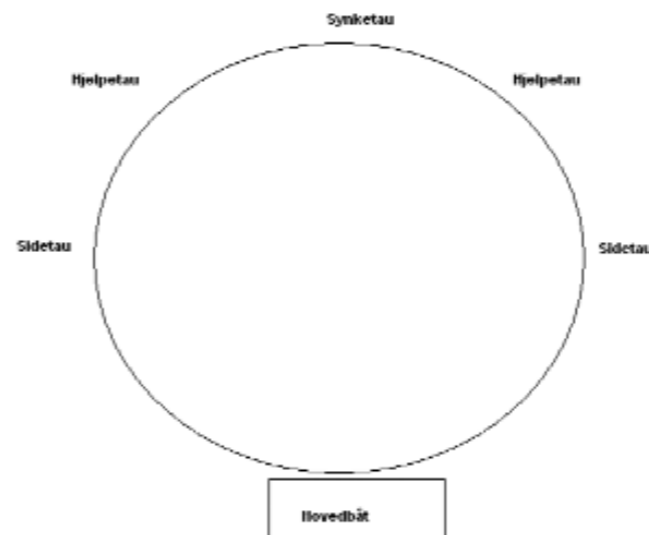
**Få anlegg bruker hel presenning**

– Det å avluse så store merder som 157-meterringer med hjelpresenning, er noe man nylig har startet med, sier Strøm. Grunnen til at det ikke har blitt gjort tidligere, er blant annet mangel på utstyrssiden. Avlusning med hjelpresenning er en gammel metode som var i bruk allerede fra midt på 80-tallet på mindre merder, og metoden har vært brukt i Flatanger frem til man sluttet med 96-metringene og gikk over til større enheter. Det ble igangsatt et samarbeid med Rantex i Mo i Rana om videreutviklingen av avlusningssystemet, og i november 2008 var det første gang at så store merder ble avluset med tett presenning. Oppdriftssystemet som er utviklet er patentsøkt. De luftfylte oppdriftspølsene har gjort at arbeidet med hjelpresenningsavlusing er blitt mye lettere.

Foreløpig er det ikke mange aktører som bruker hel presenning på store merder.

Bruken av hel presenning er ikke vanskelig, sier Strøm, men det skal også sies at man ikke bør sette i gang med dette før en har sett

**Plassering av tau på storpresenning**



Klargjøring for avlusning. Selve prosedyren starter med at nota heises opp til omtrent fem meters dyp, samtidig som bunnringen løftes opp til seks meter

hvordan utstyr og metode virker i praksis, legger han til. Spesielt viktig er det å se hvordan prosedyren gjennomføres dersom man ikke har erfaring med avlusning med hel presenning av små mindre merder.

**Videreutvikling og forbedringer**

– Presenningen er stor å håndtere, sier Strøm. Vi snakker om en diameter på 68 m og areal mellom 3000 og 4000 kvadratmeter. Den tar endel plass, og det vi ønsker å få til er å utvikle en trommel hvor vi kan rulle duken inn på etter bruk. På den måten blir den enkel å rydde vekk og lettere å desinfisere. (Planen er å desinfisere presenningen ved hjelp av temperatur og ikke kjemikalier. Vi vil derfor ikke forurense miljøet med giftige kjemikalier.) I tillegg bør det komme på plass utstyr slik at bunnringen kan heves med en mindre båt, for å frigjøre den store arbeidsbåten til selve avlusningen. Målet er å nå en avlusningskapasitet på minst tre ringer per dag under forutsetning av at det er gunstige værforhold. Vi ønsker også å skaffe oss mer kunnskap om fordelingen av medikamentet på de ulike dypene under behandlingen.

**PRESENNINGER FOR AVLUSNING**

**PLANY**

PLANY AS NO-6082 Gausvik NORWAY  
 T: +47 70 02 68 20 F: +47 70 02 68 21  
 salg@plany.no www.plany.no



# Mer effektiv lusebehandling

Dagens lusemidler kan beholde sin virkning lenge nok til at det kommer nye alternativ – hvis vi bruker dem riktig. Betingelsen er at havbruket har vilje og evne til variert behandling og kombinasjon av flere midler. Alternativet vil vi helst ikke tenke på.

Av LEIV AARFLOT, NOVARTIS AQUA NORGE

Trusselen fra lakselusa er svært alvorlig og kanskje verre enn den samlede trusselen fra PD, ILA, HSMB og CMS. Vi snakker ikke lenger om «reduert effekt», «skade på fisk», «tapt tilvekst», i det mest ekstreme tilfellet kan vi stå overfor delvis ødeleggelse av en næring. I denne situasjonen må alle ta ansvar og arbeide sammen for å løse problemet.

Nye virkemidler mot lus har en lang utviklingshorisont. Fram til da må vi stole på de løsningene som allerede er tilgjengelige, og det krever samarbeid mellom alle involverte – bransjen, farmasøytisk industri, myndigheter, miljøbevegelser og den enkelte ansatte i næringen.

## Det farmasøytiske bidraget

Hva er bidraget fra et farmasøytisk selskap som Novartis i denne felles innsatsen? Novartis har, som andre farmasøytiske selskaper, mye ekspertise på sykdomsbekjempelse. Noen mulige løsninger er allerede testet og utprøvd, andre ideer må følges opp i laboratoriet og i felt. Vi vil nevne tre områder som er av spesiell interesse.

1. Nye virkestoffer
2. Synergi og potensiering
3. Immunstimulering

## Nye virkestoffer

I en situasjon med truende resistensutvikling er det svært verdifullt å finne nye klasser av aktive stoffer. Novartis har investert mye på dette området og har nettopp tatt i bruk en dedikert avdeling for screening av lakselusprodukter ved forsknings- og utviklingsavdelingen på Prince Edwards Island i Canada.

Dette kommer i tillegg til det arbeidet som allerede blir utført for Novartis ved eksterne institusjoner og som oppgraderer letingen etter nye aktive stoffer mot lakselus. En egen gruppe arbeider med å identifisere nye molekyler som kan danne grunnlag for nye produkter. Slike molekyler kan finnes blant stoffene som allerede er tilstede i veterinærmedisin, humanmedisin og avlingsbeskyttelse i landbruket. Det kan også tenkes at det blir funnet helt nye molekyler. Et stort antall mulige stoffer er under testing på forskjellige stadier.

## Den viktige variasjonen

Muligheten til å kunne veksle mellom flere produktgrupper er noe av nøkkelen til å unngå eller utsette utviklingen av resistens hos en parasitt. Slik variasjon krever ikke bare tilgang til flere stoffgrupper. Du må også være villig til å variere. Dersom oppdrettsnæringen kun velger ut fra pris og brukervennlighet, vil dette avgjørende prinsippet stå i fare.

Det er liten tvil om at de overveldende luseproblemene i Chile skyldes nettopp

manglende vilje og forståelse for konsekvensene av manglende rotasjon mellom produktgrupper. Det kan være nødvendig å bruke produkter som ikke er optimale, nettopp for å bryte en resistensutvikling.

## Farlig ensretting

Det var to grunner til at pyretroidene erstattet organofosfatene i badebehandlinger med ett slag midt på 1990-tallet. Pyretroidene hadde et større behandlingsspekter, og det var utstrakt resistens mot organofosfatene. Da emamectin kom på markedet noen år senere, ble det også en total utskifting av de konkurrerende produktene som ble gitt med føret, selv om årsakene her var noe ulike. Dette var selvsagt ikke en ideell løsning, I dag er de erstattede produktene enten tilbake eller på vei tilbake til markedet, og næringen må være villig til å bruke disse mindre optimale produktene for å løse et gryende problem.

Novartis advarer sterkt mot å tro at et eventuelt nytt produkt basert på en helt ny stoffgruppe skal erstatte de eksisterende produktene. I stedet må vi se det som en utvidelse av arsenalet. Derfor må de produktene vi har i dag håndteres slik at levetiden blir lengst mulig.

## Synergi og potensiering

Synergi og potensiering betyr å kombinere lusemidler for å gjøre behandlingen mer effektiv.

Novartis er involvert i flere prosjekter som ser på hvordan eksisterende produkter kan bli mer effektive og potente, og mindre utsatt for resistens når de blir brukt sammen. Inkludert i disse prosjektene er også bruken av to badeprodukter med ulik virkningsmekanisme i samme behandling. Populært kalles en slik behandling en cocktail.

Prinsippet med å kombinere produkter med ulike virkningsmekanismer er akseptert i de vitenskapelige miljøene. Det kan være i form av en samtidig behandling eller ved å tilføre produktene i en bestemt rekkefølge med det formål at resultatet skal bli bedre enn om produktene hadde blitt brukt hver for seg.

Det finnes lite grundig feltdokumentasjon fra denne typen behandling foreløpig. Konseptet blir derfor nå studert i et samarbeidsprosjekt med tre deltagende selskaper. Målet

er å optimalisere framgangsmåten innenfor akseptable konsentrasjoner for de enkelte produktene. Den beste metoden er ikke nødvendigvis samtidig bruk av produktene, men rekkefølgen kan være avgjørende for å oppnå økt effekt og redusert fare for resistens.

## Immunstimulering

Immunstimulering med helsefôr før lusebehandling kan svekke fastsittende lus og gjøre den mer disponert for behandling.

Når copepoditten fester seg, vil fiskens immunsystem bli undertrykt, mest sannsynlig lokalt rundt påslagsstedet. Dermed kan lusa uhindret etablere en sterk forbindelse. Fôr som styrker fiskens immunforsvar vil motvirke lusas immunundertrykkende effekt, og det blir verre for den å etablere seg.

Flere rapporter viser at badebehandling i Skottland og Norge er blitt mer effektiv når fisken har fått immunstimulerende fôr før avlusingen (personlig meddelelse fra Simon Wadsworth, Ewos). Videre arbeid blir nå gjort for å kvantifisere denne effekten og beskrive et optimalt fôringsregime.

## Sluttord: Helhetlig bekjempelse

Variasjon i bekjempelsesmetodene er et av de viktigste tiltakene mot resistens. Vi vil sterkt understreke at kampen mot lus krever en helhetlig strategi der kjemisk behandling er én av flere brikker.

I den kjemiske behandlingen bør ikke det samme middelet brukes mer enn to ganger etter hverandre, og det er svært viktig at behandlingene blir gjennomført på riktig måte og med riktig dosering. Under og etter behandlingen må effekten overvåkes løpende.



I den kjemiske behandlingen bør ikke det samme middelet brukes mer enn to ganger etter hverandre, og det er svært viktig at behandlingene blir gjennomført på riktig måte og med riktig dosering.

Ved tegn til resistens bør det gjennomføres en laboratorietest av lus for resistens (bioassay).

Utviklingen av nye lusemidler og eventuelle vaksiner, er langsiktige prosjekter som strekker seg over mange år. I mellomtida er det

svært viktig at de midlene vi har beholder sin effekt. Konsekvensene av en situasjon der havbruket står maktesløse overfor lakselus vil vi helst ikke tenke på.

## Sammendrag

Oppdrettsnæringen i Norge har fortsatt tilgang på effektive lusemidler, og selv om en ser til dels alvorlige eksempler på resistensutvikling, er det mange muligheter til å forbedre det eksisterende arsenalet av produkter.

Det vil komme nye virkemidler i kampen mot lus, men det vil ta tid. Fram til da er det avgjørende at vi tar i bruk et bredt og variert spekter av behandlingsbaserte løsninger i tillegg til de driftsmessige tiltakene. Levetiden til eksisterende produkter kan forlenges med kunnskap fra flere miljøer og samarbeidsprosjekter på tvers av eksisterende konkurransebarrierer.

Vi vil sterkt understreke at kampen mot lus krever en helhetlig bekjempelsesstrategi der kjemisk behandling bare er én av flere brikker, slik det går fram av andre artikler i denne utgaven av Norsk Fiskeoppdrett.

Alsaker  Fjordbruk

N- 5694 Onarheim

Tlf. +47 53 43 01 00

www.alsaker.no



# Hydrogenperoksid som avlusingsmiddel

Hydrogenperoksid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) er et miljøvennlig kjemikalie som lett brytes ned til vann (H<sub>2</sub>O) og oksygen (O<sub>2</sub>). Kjemikaliet er etsende, kraftig oksiderende og utvikler sterk varme ved nedbrytning. Det er lett å lagre og håndtere, men krever at det tas visse sikkerhetshensyn. Produktet anvendes kun som vannløsning og er fullstendig oppløselig i og blandbart med vann.

**PER ANDERSEN, MARINKONSULENT I NORDTRØNDELAG**  
marinkonsulent@flatanger.kommune.no  
**EIVIND SOLHEIMSNES, CHEMCO AS**  
eivind.solheimsnes@chemco.no

Hydrogenperoksid produseres industrielt av Eka Chemicals i Norge. Produksjonen brukes for det meste til produksjon av andre kjemikalier, bleking av cellulose- og papirmasse og tekstiler samt andre prosesser som avløpsbehandling. Mindre kvanta brukes også i humanrelaterte applikasjoner, slik som næringsmiddel tilvirkning, desinfeksjon, drikkevannsbehandling og hårbleking.

I løpet av 1990–1991 utviklet Eka Chemicals i samarbeid med Institutt for tekniske fag, Norges Landbrukshøgskole, en kostnadseffektiv metode for avlusning av laks ved bruk av hydrogenperoksid (Thommasen, 1990). Metoden ble i første omgang utprøvd i liten skala ved Aquaforsks anlegg på Averøy, hvor det ble fastsatt optimale behandlingsetingelser. Fra november 1991 har metoden vært anvendt på en rekke anlegg både i Norge og i andre land.

I korte trekk går metoden ut på å trenge fisken noe sammen i et lukket bad. Deretter å tilsette hydrogenperoksid til en gitt konsentrasjon, som holdes i en gitt tid før vannet skiftes ut igjen. Konsentrasjonen kan kontrolleres etter tilsetning for å oppnå optimale betingelser.

Hydrogenperoksid ble brukt til avlusning av laks i Norge fra 1991 til 1998, med bra resultat. Hovedutfordringen i denne perioden var



Troy Berglind, hentet fra Sverige (Eka Chemicals) for å analysere konsentrasjon av hydrogenperoksid i berget av prøver som ble tatt under forsøket.

håndteringen av de store behandlingens volumene som trengtes.

Behandling med hydrogenperoksid har de siste månedene møtt økende interesse i oppdrettsnæringen. Det har vært gjort et omfattende arbeid for å finne frem til utstyr og arbeidsmetoder som kan gjøre det mulig å håndtere hydrogenperoksid som avlusingsmiddel på en moderne og hensiktsmessig måte. 13. mai 2009 ble det gjennomført demonstrasjon av metoden med nytt utstyr i regi av styringsgruppen i Nord-Trøndelag, samtidig som det ble gjort omfattende målinger av innblandingsskinetikken ved behandling med hydrogenperoksid i brønnbåt.

Det er først og fremst behovet for flere midler med ulike virkemåter som er årsaken til at hydrogenperoksid trekkes frem som et aktuelt avlusingsmiddel, men der er også flere positive sider ved bruk av hydrogenperoksid.

## Virkemåte

Behandlingskonsentrasjoner av hydrogenperoksid kan påvirke lusa på flere måter:

- Gjennom oksidering frigjøres store mengder oksygen. Oksygenet kan virke stressende, lammende på nervesystemet, bedøvende og fatalt for lusa.
- Frigjort oksygen kan samles i lusa som gjør at den løsner fra vertsfisken.
- Reaksjonene med kopperinnholdet i blodet på lakselusa kan forårsake dannelse av kopperoksid og eller dikopperoksid. Uorganiske kopperforbindelser er giftige og kan virke bedøvende, lammende eller drepende på lakselusa.
- En baktericidal effekt av hydrogenperoksid hevdes å være gjennom dannelsen av hydroksyl-radikaler som virker direkte på DNA (Imlay, 1987).
- Schäperclaus (1954) foreslo at molekylært oksygen som frigjøres fra hydrogenperoksid

som et resultat av katalase aktivitet er årsaken til død for protozoer og monogener når disse blir eksponert for hydrogenperoksid.

Store mengder oksygen blir frigitt inne i lakselusa når denne eksponeres for hydrogenperoksid. En mulig virkemekanisme kan være at den rent mekaniske virkningen av økt internt trykk lammer lusa. Som et resultat av den økte oksygenmengden inne i lusa, vil lusa ha en tendens til å flyte opp mot overflaten. Dette er temperatur og konsentrasjonsavhengig.

Etter hydrogenperoksidbehandling virker lakselusene totalt livløse. Overføres lusene til friskt vann vil en del begynne å bevege seg igjen etter noen timer (3–6 timer). Det har vært vist (Holm, 1993) at lus som livner til kan feste seg til laks. En forutsetning er imidlertid at laks og lus er i nær kontakt med hverandre, da lakselus kun kan svømme kortere avstander (Johnson et al. 1993). Der er ikke rapportert om plutselig reinfisering med alle stadier etter en vellykket behandling med hydrogenperoksid, hvilket tyder på at faren for reinfisering er liten.

Det vites foreløpig ikke noe om reproduksjonsmulighetene hos lakselus skades ved hydrogenperoksidbehandling, derimot har Johnson et al. (1993) vist at overlevelsen av luseegg er sterkt hemmet, og at de få nauplier som klekkes ikke utvikles videre.

## Effektivitet

Effekten på lakselus er temperatur-, konsentrasjons- og tidsavhengig. Effekten er mer konsentrasjonsavhengig ved lave temperaturer enn ved høye. Hydrogenperoksid er toksisk for både lakselus og laks.

Det må utvises nøyaktighet ved behandling med hydrogenperoksid, ettersom kjemikaliet også er toksisk for laksen. Det er et forholdsvis smalt terapeutisk vindu hvor det oppnås god effekt på lusa samtidig som fisken ikke blir skadet. Overdosering eller for lang behandlingstid kan skade gjellene eller i verste fall være fatal for fisken.

Det antas at hydrogenperoksid virker kraftigere på lusene enn på fisken fordi krepsdyrene har kopper i blodet, ikke jern. Kopperforbindelsen vil akselerere nedbrytningen av hydrogenperoksid i lusa. Laks kan tåle svært høye konsentrasjoner over kort tid, men kun små konsentrasjoner over lengre tid. Toksiteteten øker med stigende vanntemperatur. Regnbuørret er mer følsomt mot hydrogenperoksid enn laks.

Hydrogenperoksid er effektiv både mot lakselusa, dens larver og andre parasitter. Behandling med hydrogenperoksid vil gi en desinfiserende effekt og bidrar til en fin sårhelning for fisken.

Det er etablert gode tabeller for inndosering og effekt under ulike betingelser. Forskjellige kombinasjoner av tid og konsentrasjon brukes

til avlusning. Valg av betingelser må være et kompromiss mellom vissheten om en effektiv fjerning av lakselus og sikkerheten for fisken.

Hydrogenperoksid bioakkumuleres ikke og det har tidligere ikke vært tilbakeholdstid ved behandling med hydrogenperoksid.

En fordel med hydrogenperoksid er at det er raskt og enkelt å måle behandlingens konsentrasjon i vannet, selv mens behandlingen pågår. Kontrollerte innblandingsforhold vil bidra til å øke effekten ved bruk. Kjemikaliet er i utgangspunktet meget lett blandbart og gir raskt god homogenitet i behandlingens volumet. Fordi vi har et relativt smalt terapeutisk vindu ved behandling med hydrogenperoksid, er denne egenskapen nyttig. Særlig ved behandling i stor merd vil det være viktig å få kontrollert innblandingen nøyte, ettersom det ofte er vanskelig å fastslå eksakt mengde vann i merdene. Tidligere bruk av hydrogenperoksid viste at en kunne bomme mye når en skulle beregne behandlingens volumet ved merdavlusing.

## Resistens

Det er ingen grunn til å anta at lusa ikke kan få nedsatt følsomhet overfor behandlingens konsentrasjonene av hydrogenperoksid. Det har vært observert behov for å øke behandlingens konsentrasjonene i Norge, og erfaringer fra Skottland viser at det har vært registrert tilfeller av feilsått behandling på grunn av nedsatt følsomhet mot hydrogenperoksid (J. W. Treasurer, S. Wadsworth & A. Grant, 2000).

En av de viktigste fordelene med hydrogenperoksid er at det har en ulik virkemåte fra andre preparater. Dette vil gi oppdrettsnæringen større fleksibilitet i forhold til resistensproblematikken.

## Håndtering

Håndtering av hydrogenperoksid er forbundet med visse faremomenter, og det kreves at alle som håndterer hydrogenperoksid får tilstrekkelig opplæring og at det etableres gode sikkerhetsrutiner. Dette gjelder særlig hydrogenperoksidløsninger med mer enn 35 prosent hydrogenperoksid. Løsninger med under en prosent hydrogenperoksid kan betraktes som helt ufarlige.

Konsentrert hydrogenperoksid er en stabil forbindelse ved lav pH, men er følsom for påvirkning. Nedbrytning kan startes eller påskyndes av forurensning, lys, varme eller høy pH. Konsentrert hydrogenperoksid brenner ikke, men ved søl på brennbart materiale er det risiko for selvantennelse.

Det bør utarbeides risikoanalyse for å identifisere og minimere potensielle risikomomenter ved håndtering og bruk av hydrogenperoksid.

Utstyret som skal brukes til hydrogenperoksid må vurderes grundig med tanke på materialkompatibilitet, og klargjøres før bruk. Renhold og renslighet er viktig ved

håndtering av hydrogenperoksid. Hydrogenperoksid skal beskyttes mot enhver risiko for forurensning, holdes adskilt fra brennbart materiale, samt oppbevares svalt og mørkt. Utstyret bør vedlikeholdes regelmessig for å unngå spill.

Det har vært gjort mye arbeid for å utvikle et hensiktsmessig utstyrsoppsett som kan gjøre håndteringen av hydrogenperoksid sikker og effektiv. Utstyret som anbefales er bygget kompakt, på en fleksibel plattform, for å kunne brukes på brønnbåt, servicebåt eller direkte på oppdrettsanlegg til merdavlusing.

## Hydrogenperoksid som et ledd i en totalstrategi

Fordi lakselusa har vist seg som en usedvanlig tilpassningsdyktig art, virker det stadig tydeligere at oppdretterne må arbeide strategisk og planmessig for å kontrollere lakselusa.

For å lykkes i kampen mot lakselusa bør alle aktører samarbeide for å koordinere innsatsen. Virkemidlene mot lakselus må bygge på langsiktige strategier, hvor en samordner flere tiltak innen geografiske områder. En totalstrategi kan for eksempel inneholde planer for:

1. Strategisk områdebruk, med soneplanlegging, generasjonsskille og brakklegging.
2. Bruk av leppefisk.
3. Lokale avlusinger basert på lusetellinger.
4. Koordinert avlusning av alle anlegg innen geografiske områder (for eksempel vinteravlusing).
5. Planmessig bruk av midler for å holde nede lusebestandene og samtidig unngå utvikling av resistens. Det bør veksles på bruk av preparater og bruken av disse må gjøres mest mulig effektiv. Avlusingsmidler bør ikke brukes unødige, og når de brukes bør det gjøres optimalt.

Avlusning med hydrogenperoksid anses å være mest aktuelle ved:

1. Avlusning av liten fisk i brønnbåt (gir mange fisk per behandling i brønnen).
2. Vinteravlusing i merd (det er større sikkerhetsmargin om vinteren når vannet er kaldt).
3. Flytting eller sortering av fisk med brønnbåt (når fisken likevel skal inn i brønnbåt).
4. Transport til slakteri. Det kan være gunstig å avluse slaktefisk når fisken transporteres til slakt. Det fører til mindre arbeid med selve slaktingen og reduserer spredningen av lakselusyngel fra eventuelle slaktemerder.
5. Avlusning av fisk med nedsatt følsomhet mot andre midler.

Chemco AS er distributør av hydrogenperoksid til fiskeri- og havbruksnæringen og innehar nødvendig tillatelse til omsetning av hydrogenperoksid som legemiddel til avlusning av laks.





Hydrogenperoksid har en annen virkemekanisme enn de andre avlusningsmidlene og kan ha en viktig rolle i en totalstrategi for lusbekjempelse. Erfaringene viser at det er mulig å sette sammen utstyrspakker som gjør håndteringen av store mengder hydrogenperoksid til en trygg og enkel arbeidsoperasjon.

# Forsøk med bruk av hydrogenperoksyd i brønnbåt

**PER ANDERSEN, MARINKONSULENT I NORDTRØNDELAG**  
 marinkonsulent@flatanger.kommune.no  
**EIVIND SOLHEIMSNES, CHEMCO AS**  
 eivind.solheimsnes@chemco.no

## Bakgrunn for forsøket

Lakselus (*Lepepotheirus salmonis*) er et parasittisk krepsdyr som spiser av laksens hud og slim. Formerings- og spredningsstrategien til lakselus er likt det mange insekter har, med et stort antall egg og med et stort potensial for spredning der det er kort avstand mellom vert-

sindividene. Egenskapen med å ha et stort antall avkom gjør også at denne type parasitter har en stor tilpasningsevne og kan relativt fort utvikle redusert følsomhet for medikamentene vi prøver å ta livet av dem med. Preparatene blir mindre effektive og det er en situasjon som har blitt mer fremtredende de siste årene. For å hindre at parasitter utvikler motstandsdyktighet, er det viktig å bruke medikamenter med forskjellig virkningsmekanisme. Effektiv mengde av behandlingsmiddelet må opprettholdes i hele behandlingsvolumet i angitt tid. Strategien som er brukt som «arbeidsmodell» er beskrevet i tabell 1.

En viktig del av denne strategien er at fiske skal være ren for lakselus når temperaturen og lyset kommer om våren (vinteravlusning) i større «naturlige» områder.

Håndtering av lakselus og bekjempelse av denne er helt sentralt for å sikre optimale driftsforhold, og har derfor stor økonomisk betydning. Lite lakselus på oppdrettsfisk reduserer også infeksjonstrykket i forhold til villaks og sjøørret som befinner seg i området.

## Formålet med forsøket

Hydrogenperoksid har en annen virkemekan-

Fiskekategori / behandling	Små leppefisk	Stor leppefisk	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> i brønnbåt.	Badebehandling i sjø/merd	Peroral behandling/for
Vårsmolt 1. år i sjøen	x	x	X		
0-åring. 1. år (høst) i sjøen	x	x	X		
0-åring. 2. år i sjøen		x	X	x	x
Vårsmolt 2. år i sjøen				x	x

isme enn de andre avlusningsmidlene og kan ha en viktig rolle i en totalstrategi for lusbekjempelse. Vi ønsket å teste og demonstrere en avlusningsmetode for bruk av hydrogenperoksid i et lukket, definert behandlingsvolum i brønnbåt, og vurdere innblandingsegenskapene til hydrogenperoksid i behandlingsvolumet.

Vi er, i dette tilfellet alle oppdrettsbedriftene som er representert i Namdalen, veiledningsapparatet i Nord-Trøndelag, Norwegian Aqua Solution, Chemco AS i Bergen og Eka Chemicals AS på Rjukan som leverer hydrogenperoksid.

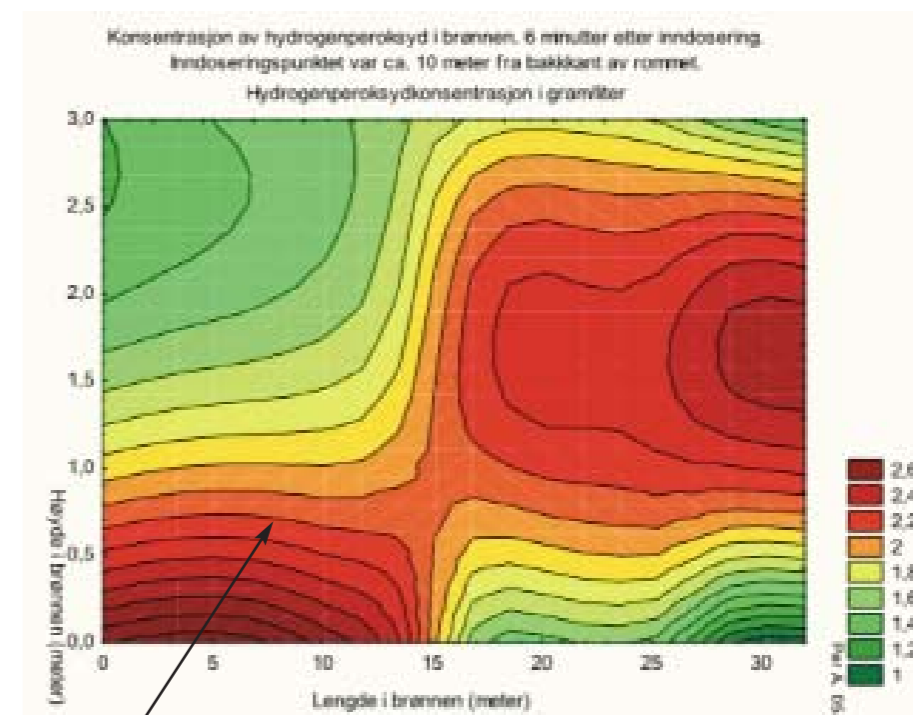
Arbeidsgruppen med samarbeidspartnere ble sammensatt for å sikre tverrfaglighet.

## Kort om forsøksoppsettet

Brønnbåt ble avsatt til formålet og brønnen på 500 m<sup>3</sup> ble fylt med sjøvann. I dette forsøket var det ikke fisk i rommet. Hydrogenperoksid, i dette tilfelle 1500 liter, ble pumpet inn i rommet i løpet av kort tid, ca. ett minutt. For å måle konsentrasjonen av hydrogenperoksid i behandlingsvolumet ble det, med forhåndsdefinerte intervaller, tatt ut prøver for å sjekke konsentrasjonen av hydrogenperoksid. Målepunktene i brønnen ble valg for å dekke områdene med antatt størst konsentrasjonsforskjeller. Vanlig terapeutisk konsentrasjon er rundt 1,8 g/l.

## Foreløpige resultater

- Utstyret som ble presentert fungerte som planlagt og ga svært rask innmating, 1500 liter hydrogenperoksid ble pumpet inn i løpet av ett minutt.
- Hydrogenperoksid er ekstremt vannløslig, likevel tok det ca. seks minutter før hydrogenperoksidet var tilnærmet jevnt fordelt i brønnen. Se figuren under.
- Med bruk av alle muligheter for utskifting, etter endt behandlingstid, tok det ca. fem minutter å redusere hydrogenperoksidnivået til det halve. Hastigheten på reduksjon av hydrogenperoksidnivået var ulikt på forskjellige plasser i rommet.
- Hydrogenperoksid er tyngre enn sjøvann, noe som viste seg tydelig, spesielt i tidlige fase av forsøket.



Inndoseringspunkt

## Kort punktvis «diskusjon»

- Det er viktig med rask innmating av hydrogenperoksid, god fordeling og rask tømming. Dette stiller store krav til teknisk utstyr for å mate hydrogenperoksid inn i vannmassen på en måte som sikrer jevn fordeling.
- Brønnbåter er forskjellige, og måling av hydrogenperoksidkonsentrasjonene i rommet må trolig vurderes i hver enkelt brønnbåt.
- Hydrogenperoksid er ekstremt vannløslig, likevel tar det seks minutter å oppnå tilnærmet like konsentrasjoner i hele behandlingssystemet.
- Fisk i rommet vil trolig bidra til noe bedre omrøring av det aktive stoffet.
- Tilsynelatende god omrøring i rommet og mye bråk fra pumpene fører ikke nødvendigvis til god innblanding. Aktiv prøvetaking må til for å sjekke resultatet av innmatingen av det aktive stoffet.
- Forsøket danner et grunnlag for å konstru-

ere et mer effektivt innmatingssystem/spredningssystem for hydrogenperoksid i brønnen.

- Det er grunn til å stille spørsmål med hvor god innblandingen av andre, mindre vannløselige avlusningsmidler er. Et definert vannvolum er en av faktorene som er viktige, like viktig er innblandingshastighet ved forskjellige inndoseringssystemer. Her ligger nok årsaken til mange av de dårlige avlusningsresultatene ved bruk av brønnbåt og lite løsbare avlusningsmidler.

Erfaringene fra demonstrasjonen viste at det er mulig å sette sammen utstyrspakker som gjør håndteringen av store mengder hydrogenperoksid til en trygg og enkel arbeidsoperasjon. Inndoseringen av kjemikaliet fungerte som planlagt og kan gjøres helt nøyaktig. Det er likevel viktig med opplæring, vedlikehold og sikkerhet.



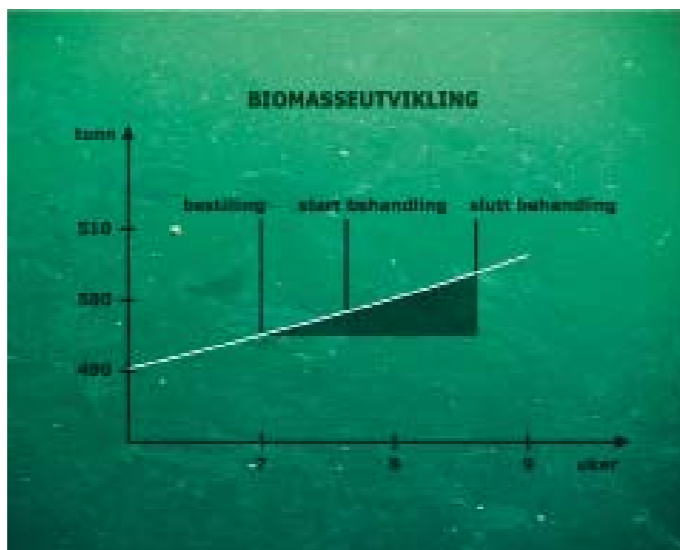
# Kvalitetssikring av orale behandlinger

Oral medisinerer av fisk er en stor utfordring sammenliknet med medisinerer av varmblodige dyr. Tar du hunden eller katten din til veterinæren er det enkelt å måle størrelse, beregne og administrere korrekt dose samt måle effekten av behandlingen. For fisk er dette en mye større utfordring da en ikke på samme måte har kontroll med enkeltindividet, men behandler en hel populasjon hvor en ikke har 100 prosent kontroll med biomassen, dvs. antall og / eller snittvekt. Hvordan kan vi sikre at hvert individ får en optimal dose av det medisinerede fôret?

Av EIVIND ISDAL,  
INTERVET SCHERING-PLOUGH ANIMAL HEALTH

Sett opp mot normalfôring bruker en gjerne i størrelsesorden 550 dager på å føre en laks frem til slakt, og en forsøker til enhver tid å mette opp fisken på best mulig måte. Fiskens appetitt styrer opptaket, og variasjon i det daglige fôropptaket er til en viss grad underordnet så lenge en over tid klarer å mette fisken på en tilfredsstillende måte. Stopp i utfôring noen få dager vil i denne sammenheng være udramatisk, mens ved medisinfôring forandrer dette bildet seg. En oral medisinfôringskur vil normalt gå over 1-14 dager avhengig av hvilket virkestoff en benytter. Dette stiller høyere krav til presisjon enn ved normalfôring, og fôringsstopp vil kunne ha stor betydning for behandlingens effekt.

For å oppnå et best mulig resultat er det avgjørende at en har god kontroll på antall og den stående biomassen en skal behandle. Det



**Gode biomasse-estimat er viktig. Husk å ta høyde for tilvekst fra bestilling til slutt av behandling**

er derfor viktig at dødfiskregistreringer er nøyaktige, og at en har best mulig kontroll med det til enhver tid stående antall og snittvekt. Sjekk gjerne regelmessig den faktiske utfôring i hver enkelt enhet opp mot den som er registrert på dataen. Husk også å ta høyde for at stående biomasse varierer mellom de ulike enhetene, og at tildelt mengde i hver enhet derfor kan variere noe.

Det er også avgjørende at en velger riktig styrke av det legemiddel som skal benyttes. Forskrift om foreskrivning, tilvirkning og distribusjon mv. av medisinfôr til dyr, fugler, fisk og andre akvatiske organismer (§4-1) sier at: «Anbefalt døgndose av legemidlet skal blandes inn i en mengde fôr som tilsvarer minst halve døgndosen av fôr til dyrene som behandles». Dette krever at en også må tilpasse styrken av legemiddel i fôret i forhold til fiskens appetitt. I tillegg må en sikre at fôret distribueres på en best mulig måte.

Den beste måten å sikre dette på, er å ha størst mulig andel av døgndosen som medisineret fôr, fortrinnsvis at alt fôret som føres fisken under behandlingen er medisineret fôr. Dette vil også lette den praktiske bruken av middelet ved at en kan bruke det vanlige fôringsystemet på anlegget. Ved antibakteriell behandling kan det her være aktuelt å rense silo etter kuren før normalfôr igjen fylles på.

Enhver forandring i de normale fôringsrutinene vil kunne påvirke fiskens fôropptak,

slik at det er en klar anbefaling å føre på mest mulig lik måte som ved normalfôring, dvs. benytte eksisterende fôringsystemer. Som regel anbefales det at ca. 90 prosent av døgndosen gies gjennom anleggets normale fôringsanlegg, men at en samtidig håndfører en mindre del av kuren (± ti prosent). For liten fisk kan en gå noe over ti prosent som håndfôring, mens for stor fisk kan en gjerne gå en god del under disse anbefalte ti prosent. Formålet med denne håndfôringen er å sikre at fisken langs kanten i merdene får tilbud om fôr, samtidig som det bidrar til økt observasjon av fisken og på den måten ytterligere kvalitetssikrer behandlingen.

Hvis medisinfôr ikke utgjør hele dagsrasjonen har tidligere anbefaling vært å gi medisinfôret i et stort morgenmåltid. En utfordring her er at vi ikke har kunnskap om all fisk spiser i hvert måltid, eller om noe fisk foretrekker morgenmåltidet mens kanskje en annen del av populasjonen foretrekker ettermiddagsmåltidet. Imidlertid har erfaringene med dette regimet vært tilsynelatende bra. Det som er viktig er at om en har meget god appetitt i populasjonen bør en først føre med noe normalfôr for å mette de mest glupske individene for deretter å føre medisinfôret i et stort måltid. Videre er det viktig at en velger den pelletstørrelsen som fisken er vant til. Hvis dette av forskjellige årsaker ikke skulle være mulig, kan det være formålstjenlig å gå ned på pelletstørrelsen for å sikre at en når

Middel	Virkestoff	Styrke / (% daglig utfôring)	Dose	Veiledende tilbakeholdelsestid	Registreringsstatus
Slice © vet medisinpellet	Emamectin benzoat	3,3 mg/kg (1,5 %) 5 mg/kg (1,0 %) 10 mg/kg (0,5 %) 20 mg/kg (0,25 %)	50µg/kg daglig i 7 påfølgende dager	175 døgngreder	Registrert til Atlantisk laks og regnbueørret. MRL til laks
Ektobann vet	Teflubenzuron	2g/kg (0,5 %)	10mg/kg daglig i 7 påfølgende dager	96 døgngreder	Registrert til Atlantisk laks. MRL til laks
Lepsidon vet	Diflubenzuron	0,6g/kg (0,5-1 %)	3-6mg/kg daglig i 14 påfølgende dager	105 døgngreder	Registrert til Atlantisk laks. MRL til laks

**TABELL 1**  
Aktuelle medisinfôr mot lakselus

størst mulig andel av fisken som skal behandles. For å øke sannsynligheten for at fisken tar medisinfôret, kan oppstart av fôring gjerne utsettes 30 minutt, eventuelt kan en sulte fisken dagen før oppstart av behandling. En utsatt oppstart av fôringen kan medføre at fisken er mer «på hugget» og i større grad aktivt vil oppsøke fôret.

Skulle en oppleve at en behandling ikke har ønsket effekt, kan det være flere årsaker til dette. Noen av de mest opplagte årsakene er:

- feil biomasse/feil dosering
- appetittsvikt, f.eks. ved sykdom
- endrede opptaksforhold i tarmen, for eksempel ved sykdom
- feil ved preparatet
- nedsatt følsomhet / resistens

Husk at i de tilfeller hvor fisken er syk eller av andre årsaker har nedsatt appetitt, ikke er i stand til å fordøye fôret eller har nedsatt følsomhet/er resistent mot legemiddelet, skal en ikke behandle med orale middel. Det må påpekes at ved nedsatt følsomhet mot et hvilket som helst legemiddel må en unngå gjentatt behandling med stoff av samme virkningsmekanisme. Videre er det viktig å unngå ensidig behandling og at en veksler mellom og tar i bruk de behandlingsformer som er tilgjengelig (leppeskisk, bademiddel, orale middel samt driftsmessige tiltak som fellesavlusninger, generasjonsskille og brakklegging).

For at en på best mulig måte skal sikre at behandlingen blir utført riktig, anbefales følgende:

- Rådfør deg med din fiskehelsetjeneste om valg av behandlingsmetode.
- Kjør rutinemessige bioassay – Dette øker sannsynlighet for «riktig» valg av produkt/middel.
- Dobbelsjekk biomasseberegninger - Se på siste ukers normalfôring og kalkuler inn tilvekst underveis i behandlingen. Ikke stol blindt på tallene i dataen.



**Ta vare på fôrprøver til effekt av behandling er evaluert.**

- Bruk de fleksible styrker som er tilgjengelig – Husk at medisinfôr skal utgjøre minimum 50 prosent av døgndosen, fortrinnsvis så nær opptil full dagsrasjon som mulig.
- Kjør behandlingen helt ut, ikke kort ned på antall dager som fisken skal føres med medisinfôr – Dette for å sikre riktig dose av legemiddelet i fisken (effektiv dose) og for å forebygge utvikling av resistent lus. Fôring over flere dager øker sannsynligheten for at all fisk tar opp sin tilmålte rasjon.
- Ta vare på representative fôrprøver av medisinfôr. Oppbevar tørt og kaldt inntil effekt av behandling er evaluert for å ha mulighet til å sjekke konsentrasjon av legemiddel i fôr om en opplever behandlingssvikt.
- Ta 5–10 vevsprøver 24 t etter endt behandling. Frys ned inntil effekt er evaluert for å ha mulighet til å sjekke restkonsentrasjon i muskel/skinn

Før bruk av enhver medikamentell behandling må en alltid avklare med fiskehelsetjenesten hva som er best egnet behandlingsform. For å være sikker på at en velger riktig behandlingsform, kan en i forkant av



**Bruk av eksisterende fôringsanlegg er å anbefale ved oral medisinerer.**

behandling teste lakselusens følsomhet for et middel ved hjelp bioassay. Ved valg av oral behandlingsform må en videre drøfte med fiskehelsetjenesten hva som er best egnet styrke på behandlingen for fiskegruppen som skal behandles. Ut fra temperatur, fiskestørrelse, utfôringsprosent og helsestatus vil fiskehelsetjenesten kunne anbefale et optimalt behandlingsregime. I regioner er det viktig at helsetjenestene samarbeider og i størst mulig grad koordinerer behandlingene både i tid og på virkestoff. Lus har et stort spredningspotensial, og om et naboanlegg har nedsatt følsomhet for et virkestoff er sannsynligheten stor for at andre i samme område har tilsvarende problem.

Det er også viktig å huske på at ingen stoff har 100 prosent effekt, og det derfor er viktig å evaluere behandlingens effekt i ettertid. Orale middel blir tatt opp og omsatt i fisken. Dette betyr at en ved lave temperaturer kan oppleve at det tar noe tid før en kan se en klar effekt av behandlingen. Tilsvarende vil effekten komme til syne betydelig raskere ved høyere temperaturer sommerstid. Forhør deg med helsetjenesten eller legemiddelprodusenten om hva som er normalt ved den aktuelle temperatur.



Artikkelen er skrevet med utgangspunkt i: «Plasma concentrations of emamectin benzoate after Slice™ treatments of Atlantic salmon (*Salmon salar*): differences between fish cages, sites and seasons.», Aquaculture (2008).

# Store variasjoner i opptak av lakselusmiddel i medisinfôr i merd, på lokalitet og ved varierende årstid

Riktig valg av legemiddel, riktig dosering og riktig bruk er avgjørende ved alle behandlinger mot lakselus. Selv ved riktig bruk, vil også andre faktorer i og rundt fisken påvirke fordeling av medisinfôret i merd og opptak av fôr og virkestoff. Sykdomsutbrudd gir dårlig opptak av virkestoff mot lakselus i medisinfôr hos laks.

**ANNE-GRETHE T. BERG**  
STIPENDIAT, HØGSKOLEN I NORD- TRØNDELAG

Medisinfôr og badebehandling har vært dominerende behandlingsregimer i bekjempelse av lakselus. Badebehandling skjer i merd med bruk av skjørt eller presenning og krever tilpasset utstyr, mannskap og tid. I tillegg er badebehandling en påkjenning for fisken med fare for forgiftninger. I de siste årene har det vært en økende bruk av lakselusfôr, (Slice) med virkestoffet emamectin benzoate. Lakselusfôret er enklere å administrere med mindre behov for personell, og gir mindre stress og farer for fisken. Riktig valg av et legemiddel med riktig dosering og riktig gjennomføring til riktig tid, er avgjørende for å lykkes i all medisinsk behandling. Ved bruk av medisinfôr på oppdrettsanlegg er behandlingsresultatet avhengig av jamn fordeling av fôret i merdene for å sikre at all fisk får en tilstrekkelig dose.

## Lokaliteter og årstider

Forsøkene som blir presentert i denne artikkelen, viser at opptak av virkestoff mot lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*, *Caligus elongatus*) hos laks i samme merd og på samme lokalitet kan

varierte betydelig, noe som kan gi en utilstrekkelig behandling og effekt. To lokaliteter, lokalitet 1 og 2, på to forskjellige steder i Trøndelag ble fulgt opp med uttak av blodprøver dagen etter avsluttede behandlinger med Slice . Medisinfôringen ble utført som foreskrevet. Doseringen var 50 g emamectin benzoate per kg fisk daglig i syv dager. Det medisinerende fôret ble gitt i en utføringsgrad på 0, 5 prosent av biomassen per dag i syv påfølgende dager. Behandlingene ble gjennomført på høstutsatt smolt. 50 blodprøver ble tatt fra laks i tre merder på begge lokaliteter både vår og høst. Av disse ble til sammen 298 prøver analysert for virkestoffet emamectin benzoate. Undersøkelsene ble foretatt i merder mindre enn 157 meter.

## Lakselus

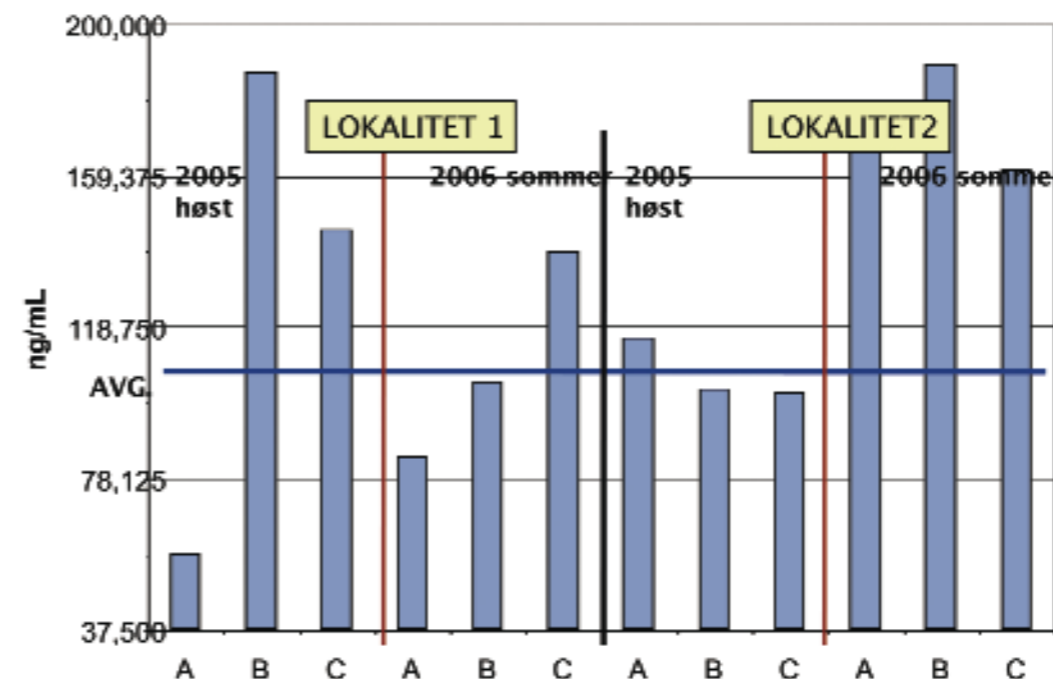
Virkestoffet påvirker lusus nervesystem. Lusetellinger ble foretatt 15, 36 og 64 dager etter behandling. Etter behandling om høsten var effekten på antall lakselus som forventet, og nesten nede i null lus (T=9 °C) på begge lokal-

iteter. Om sommeren steg antall lakselus etter behandling på lokalitet 1 (T= 11, 5° C) (tabell). Gjennomsnittlig plasmakonsentrasjon av emamectin benzoate var lavere på denne lokaliteten enn den andre, i tillegg var ikke alle merdene på lokaliteten behandlet. Lokaliteten hadde også sykdomsutbrudd om sommeren.

## Virkestoff og variasjoner

Konsentrasjonene av emamectin i blodplasma hos all fisken som det ble tatt prøver av, varierte fra 6–440 ng/ml. Gjennomsnittsverdien var 116 ng/ml, som er i tråd med andre undersøkelser. 80 prosent av laksen i forsøket oppnådde en konsentrasjon av emamectin i blodet (64 ng/ml) som gir effekt. Variasjonene var minst på lokalitet 2 om høsten, og størst på lokalitet 1 også om høsten. Det var statistiske forskjeller mellom opptaket av virkestoff mellom de tre merdene på lokalitet 1 både høst og sommer, mens på lokalitet 2 var det ingen forskjeller på konsentrasjonen av virkestoffet mellom merdene verken høst eller sommer (figur). Lokalitet 1 hadde statistisk forskjell i opptaket av

## EMAMECTIN I LAKSE PLASMA mean, 95% konfidens intervall



Oversikt over fordeling av virkestoffet emamectin benzoate i blodplasma til laks høst og sommer på to lokaliteter i Trøndelag i 2005/2006.

TABELL 1

Tabell over forskjeller i plasmakonsentrasjon av emamectin benzoate mellom lokaliteter, merder og årstider og lusetall.

	Gjennomsnittlig konsentrasjon av emamectin benzoate (EB ) i blodplasma	Fôring	Sykdomsutbrudd på lokalitetene	Forskjeller i konsentrasjon av EB mellom merder	Forskjeller i konsentrasjon av EB på lokaliteten mellom høst og sommer	Forskjeller i konsentrasjon av EB mellom lokalitetene i årstider	Total prosent lakselus 64 dager etter behandling sammenlignet med lusetall for behandling
<b>Lokalitet 1</b>					Ja		
<b>Høst</b>	110 ng/ml	Håndfôring	Sykdom	Ja		Nei	2
<b>Sommer</b>	107 ng/ml	Håndfôring	Sykdom	Ja		Ja	223
<b>Lokalitet 2</b>					Nei		
<b>Høst</b>	89 ng/ml	Håndfôring	Sykdom	Nei		Nei	0
<b>Sommer</b>	166 ng/ml	Automatisk	Ikke sykdom	Nei		Ja	7

emamectin mellom årstidene, noe som ikke var tilfelle på lokalitet 2. Når en sammenligner årstidene, var det ikke forskjeller i opptaket mellom lokalitetene på høsten 2005, noe som var tilfellet på sommeren 2006.

## Sykdom

Det var utbrudd av sykdom (IPN og HSMB) på begge lokaliteter om høsten. Lokalitet 2 hadde ikke sykdomsutbrudd om sommeren. Det ble funnet en klar sammenheng mellom

sykdomsutbrudd og lavt opptak av virkestoffet i medisinfôret. Ved appetittsvikt går opptak av fôret ned, samtidig antar en at fordøyelighet av fôret går ned og dermed også at opptak av virkestoff blir nedsatt. Det ble ikke funnet noen sammenheng mellom fiskens vekt og konsentrasjon av virkestoff i fiskens blod. Forhold på lokaliteten og årstiden behandlingen blir gjennomført i, påvirker opptaket av fôring og opptak av fôr og virkestoff. Dette bør undersøkes videre.

## Etterlevelse av behandling

God etterlevelse av behandlingsregime ved riktig valg av lakselusmiddel og god opplæring av røktere som gjennomfører behandlingen, er av avgjørende betydning for resultatet. Ved bruk av medisinfôr må fordelingen i merdene være jamn. Kunnskap en sitter igjen med etter denne undersøkelsen, er at medisinfôr bør føres automatisk, som det vanlige fôret.





Norge skiller seg fra andre lakseproduserende land ved at det skal rapporteres fra den merden med mest lus i anlegget. Illustrasjonsfoto: Gustav-Erik Blaaid

# Telling av lus

**P.A. HEUCH, VETERINÆRINSTITUTTET, G. GETTINBY, C. REVIE, F. LEES, M. BAILLIE, STRATHCLYDE UNIVERSITETET, GLASGOW UK.**

Telling av lus har, i henhold til dagens forskrifter og krav, stort sett tre formål:

- Rutinemessig telling etter krav i luseforskriften. Dette gjøres vanligvis hver 14. dag, og gjennomsnittlig antall voksne hunnlus og bevegelige lus (preadulte lus og voksne lus) rapporteres for hver merd
- Telling etter gjennomført behandling mot lus
- Telling før strategisk behandling av større områder for å vurdere om lokaliteten skal avluses sammen med resten av sonen

Til alle disse formålene blir i dag brukt den telleprotokollen som står beskrevet i «Retningslinjer for lusetelling i oppdrettsanlegg» fra Mattilsynet. I denne står at det skal undersøkes minst 20 fisk fra minst to merder. Den

ene av disse skal være den som erfaringsmessig har hatt mest lus. Dersom minst den ene av disse to merdene har mer lus enn den gitte grensen, skal hele anlegget avluses. Merk at man ikke forsøker å beregne et gjennomsnittlig antall lus i hele anlegget (se ramme), men i enkeltmerder, og at det er nivået i enkeltmerder som utløser avlusning.

Såvel oppdrettsanleggene som lusesituasjonen, har endret seg siden denne protokollen ble laget, og det er kommet forskningsresultater som viser at den ikke er god nok. Noe av denne forskningen er gjort i det såkalte «Hardangerfjordprosjektet» (finansiert av FHF og NFR). Man har i tillegg endret bekjempelsesstrategi for lus i Mattilsynet, og det er her formål 3 i listen over kommer inn. I strategiske avlusninger av større områder er det viktig at alle anlegg omfattes, dvs. avluses samtidig. For å få til dette, settes det en spesielt lav grense for hvor mye lus som er akseptabelt, og oppdrettere som har mer enn dette må behandle innenfor fastsatt periode. Sist,

men ikke minst viktig, er at det er funnet lus som er resistente mot et av de mest brukte middel mot lus i Norge, Slice (emamectin benzoat). Ved avlusninger vil det være svært viktig å forsikre seg om effekt av behandlingen slik at eventuelle resistente lus kan oppdages. Man er i hht. forskriftene pålagt å avluse med et alternativt middel dersom resistens blir påvist, og det er viktig at man kan demonstrere at dette da har virket, slik at man er sikker på at de resistente lusene er fjernet. Tellemetoder må i disse tilfellene kunne vise at det er tilnærmet null lus i anlegget. Det er på grunn av dette at formål 2 er spesifisert.

For tiden er Mattilsynets grenser spesifisert i form av gjennomsnittlig abundans, dvs. gjennomsnittlig antall lus av et gitt stadium per undersøkt fisk, i enkeltmerder (se ramme). Her skiller Norge seg fra andre lakseproduserende land, der formålet med tellingen er å beregne et gjennomsnitt for lokaliteten. Metoden er altså basert på at det rapporteres fra den merden med mest lus i anlegget (enten det

**Gjennomsnittlig abundans:** Gjennomsnittlig antall lus (totalt eller av et bestemt stadium) på de fiskene man har undersøkt. Eksempel: man undersøker 20 fisk, og finner totalt ti voksne hunnlus. Da er gjennomsnittlig abundans av voksne hunner  $10/20 = 0,5$ .

**Prevalens:** Prosentandel infiserte fisk (totalt eller av et bestemt stadium). Eksempel: Man undersøker 20 fisk, og det er lus på ti av dem. Da er prevalens av lus 50 prosent. Av de ti infiserte fiskene er det bare fem som har voksne hunnlus. Da er prevalens av voksne hunnlus 25 prosent.

er den antatt mest infiserte eller en annen). Tall fra flere års forskning i Hardanger viser imidlertid at det ikke er statistisk forskjell på lusenivå i de to merdene fra hvert anlegg. Dette kan ha flere årsaker: a) På anlegget vet man vet ikke hvilken merd som er verst, b) man unngår den som er verst, eller så c) er det faktisk liten forskjell på merdene. Dersom a) eller b), kan man risikere å ha et anlegg som har for mye lus uten at dette blir gjort noe med. Hvis c) er tilfelle, vil tallene fra en hvilken som helst merd tilsvare gjennomsnittet, slik at det vil være rimelig å avluse hele anlegget hvis de rapporterte verdiene overstiger grensen. Ny forskning fra Skottland og Norge viser at forskjeller i abundans mellom merder i anlegg er svært vanlig. Slike forskjeller gjør det vanskelig å beregne gjennomsnittlig abundans for enkeltanlegg nøyaktig når bare to merder undersøkes. Dette er fordi det ved å telle på fisk fra to av flere merder er stor sannsynlighet for å ikke få med de høyeste og laveste lusenivåene i anlegget. Dette arbeidet viser at man får et bedre estimat for gjennomsnittlig abundans hvis fisk fra flere merder inngår, faktisk jo flere desto bedre. Det er imidlertid ikke nødvendig å telle på så mange som 20 fisk fra hver merd, 5–10 vil holde hvis man får tatt representative utvalg.

Bruken av gjennomsnittlig abundans kan også diskuteres. Dette er et intuitivt greit mål som er brukt både i oppdrett og vitenskap, men det har klare ulemper, særlig når man teller etter avlusning eller ønsker å demonstrere meget lav gjennomsnittlig abundans. Pro-

blemet er først og fremst at antall fisk som må undersøkes for å beregne korrekt abundans blir høyt ved svært lav prevalens, dvs. lav andel infiserte fisk. Da har de fleste av fiskene man skal inkludere i gjennomsnittet null lus. Statistisk teori kan brukes til f.eks. å regne ut hvor mange fisk som må undersøkes for å beregne abundans med en spesifisert nøyaktighet (avvik) og konfidensintervall. I forbindelse med forarbeidene til den nye luseforskriften ble det foreslått å halvere den gamle grensen, dvs. la ny grense være 0,25 lus per fisk. Dersom man skal være 95 prosent sikker på at beregnet gjennomsnittlig abundans er maksimum 10 prosent unna dette, vil man måtte undersøke 1600 fisk. Hvis man kan godta 20 prosent avvik fra 0,25 lus vil man måtte se på ca. 400 fisk. Dette altså 20 ganger flere enn før. Disse regnestykkene gjelder dersom hele anlegget regnes som en enhet, hvilket jo ikke er tilfelle. Fordi det sannsynligvis er forskjeller mellom merdene, hadde man måttet ta fisk fra alle merder.

Teoretisk sett er det en lineær sammenheng mellom gjennomsnittlig abundans og prevalens, slik at man kan regne om fra det ene til det andre målet. En grense på 0,25 lus per fisk vil tilsvare 22 prosent prevalens, dvs. at én av fem fisk har minst én lus. Dersom prevalens er 20 prosent vil man måtte undersøke 14 fisk for å være 95 prosent sikker på å finne én som er infisert. Dette betyr også at dersom man ser på 14 fisk og finner minst én som er infisert, så er det nok til å konkludere at abundans er 0,25 eller mer. Igjen er dette utregninger som ikke

tar hensyn til at anlegget er delt opp i merder, så 14 fisk vil strengt tatt kun gjelde dersom anlegget besto av én merd.

Bruk av prevalens har lenge vært brukt til kvalitetskontroll i produksjon av partier med industriprodukter. Hvor mange enheter skal være defekte for å kaste hele partiet, og hvor mange enheter må man undersøke for å finne det ut? Til denne typen problemstilling er det utviklet kompliserte flertrinns undersøkelser som kanskje fremtidens lusetellingsprotokoll kan bygges fra. Denne utviklingen vil imidlertid involvere både tyngre statistiske vurderinger og utprøving i felt, for fiskeoppdrett er ikke maskinell produksjon i et helt forutsigbart miljø.

Det synes i alle fall sikkert at når det er veldig lav prevalens eller man ønsker å vise prevalens ned mot 0 prosent (formål 2 og 3 over), så er dagens 20 x 2 protokoll ikke egnet. Sannsynligvis vil man måtte spesifisere forskjellige protokoller for rutinetelling i forhold til 0,5 voksne hunnlus-grensen, for telling i forhold til grenser under dette, og for å vise at alle lus er borte etter avlusning. Det er også meget tvilsomt om anlegg med stormerder vil kunne bruke de samme protokollene som anlegg med mange mindre merder.

## Litteratur

- Baillie, M., Lees, F., Gettinby, G., and Revie, C. W. (2009). The use of prevalence as a measure of lice burden: A case study of *Lepeophtheirus salmonis* on Scottish Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) farms. *Journal of Fish Diseases* 35, 15-25.
- Revie, C. W., Hollinger, E., Gettinby, G., Lees, F., and Heuch, P. A. (2007). Clustering of parasites within cages on Scottish and Norwegian salmon farms: Alternative sampling strategies illustrated using simulation. *Preventive Veterinary Medicine* 81, 135-147.

Mattilsynets retningslinjer for lusetelling finnes på [www.mattilsynet.no](http://www.mattilsynet.no)



Ny oppsamler



**LIFTUP**  
Dødfisk håndtering

Telefon: +47 5658 2711  
E-post: [mail@liftup.no](mailto:mail@liftup.no)

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



Leppéfisk strømpe





# Lusefabrikken AS

På Havforskningsinstituttet er det bygget opp et system for å holde og formere lus i laboratoriet. Enkle, men avgjørende løsninger er nøkkelen til at man har fått det til, mener designeren bak systemet, stipendiat Lars Are Hamre.

Av PÅL MUGAAS JENSEN  
palmj@kyst.no

Da Havforskningsinstituttet for alvor begynte å gjøre forsøk med lus på fisk på begynnelsen av dette tiåret, var man avhengig av å få lus innsendt fra lakselakteriene rundt om. Man innså raskt at tilgangen ble for ustabil og at kvaliteten på lusene var veldig varierende.

– Det begynte som et stunt der jeg holdt et kar med laks med lus til forsøkene. Jeg fikk høre at man hadde forsøkt å holde laboratoriestammer av lus før og ikke fått det til, men jeg mente at dette likevel burde la seg gjøre, sier stipendiat Lars Are Hamre.

Han forklarer at man tidligere klekket egg fra lus i stagnante systemer som ble oppbevart i

klimarom og skiftet vann på én gang i døgnet.

– Jeg laget i stedet et klekkesystem med kontinuerlig vannflow, og det skulle vise seg å være det rette, sier han.

Delene i systemet består av enkle komponenter som man finner i enhver våtlab. Hvite bøtter, akvarieslanger, og polykarbonat er blant hovedkomponentene. Ingenting som krever store innhugg i instituttets budsjetter.

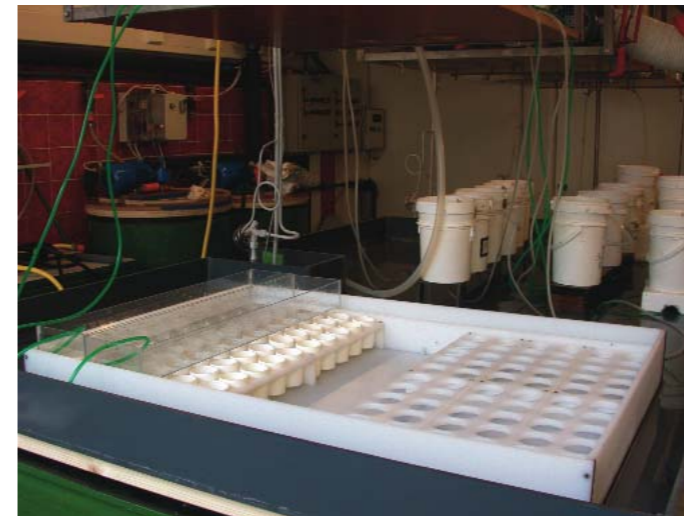
– Her kan vi klekke egg fra opp til 240 lus hver for seg i små individuelle inkubatorer med individuell vannforsyning. Det er veldig greit når man driver med lakselusavl, og generelt ellers ved studier av andre lusearter som for eksempel torskelus og skottelus. De små inkubatorene er også laget slik at de kan bringes med til en lupe (stående i en petriskål med vann) for inspeksjon uten å skade innholdet. De store bøttene her har et volum på to liter, og i dem kan vi produsere opp til 15 000 copepoditter pr. bøtte, det er for eksempel nok til å infisere 250 fisk, sier han.

Foruten klekkesystemet, mener Hamre at en god overvåkning av både fisk og lus, samt å ikke bruke for liten fisk som verter for lusen, er nøkkelen til suksessen.

### Enkle prosedyrer

Lusen befrukter eggstrengene sine idet de presses ut. Etter dette kan de lett plukkes av

Stipendiat Lars Are Hamre slo seg ikke til ro med de gamle stagnante systemene for å dyrke lus som ikke var særlig effektive. Derfor utviklet han et nytt system med rennende vann. Dermed lot det seg gjøre å holde stammer av lus i lab over lang tid, noe som er en stor fordel når det skal drives forskning. De eldste stammene en har i dag er fra 2002.



Slanger, bøtter og bakker. Et enkelt, men genialt system sikrer jevn og stabil tilgang på lus med de egenskapene man har bruk for. Foto: Lars Are Hamre.

Her ligger eggstrenger klare til klekking. Foto: Lars Are Hamre.



Nærbilde av en eggstreng fra torskelus med ikten udonella. Foto: Lars Are Hamre.



Eggstrengene blir befruktet når de presses ut av hunnen. Etterpå kan de plukkes av og legges til klekking. Her en moden eggstreng med strukturen som fester den til hunnlusen. Foto: Lars Are Hamre.

### Vaksine- og resistensforskning

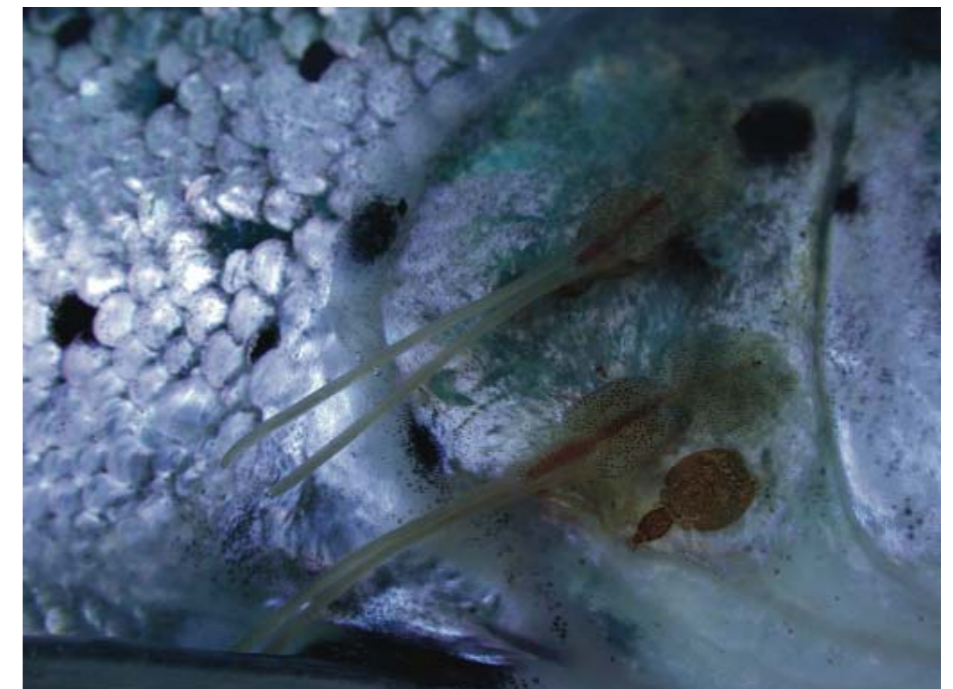
Å studere geners funksjon ved å manipulere deres uttrykk har vært en viktig del av forskningen på om det lar seg gjøre å produsere en vaksine som er effektiv mot lus. Og det har vært et viktig satsningsfelt for luseforskerne på HI de siste årene.

I det siste har også forskning på lus som er blitt resistent mot de kjemiske bekjempningsmidlene, blitt mer og mer aktuelt. I et samarbeidsprosjekt mellom HI, NVH og UiB blir resistent lus studert, bl.a. gjennom selektiv avl, for å se på om det er kostnader ved å være resistent. I tillegg arbeides det med å finne de genetiske årsakene/mekanismene i lusen som har gjort dem resistente.

### Viktig for luseforskningen

Hamre er ikke i tvil om hva det har betydd å ha klart å utvikle dette systemet.

– Det hadde vært håpløst å drive med forskning i den skala vi driver med her uten en jevn og stabil tilgang på lus av god kvalitet. Vi slipper for eksempel å forholde oss til lus og egg med påvekst lenger. Å ha lusene under kontrollerte forhold er også essensielt for reproduserbarheten i det vi gjør, som igjen er et vesentlig aspekt innen forskningen, sier han.



I laboratoriet har man hatt enkelte lusestammer siden 2002. Her to hunner og en hann. Foto: Lars Are Hamre.



# Resistens

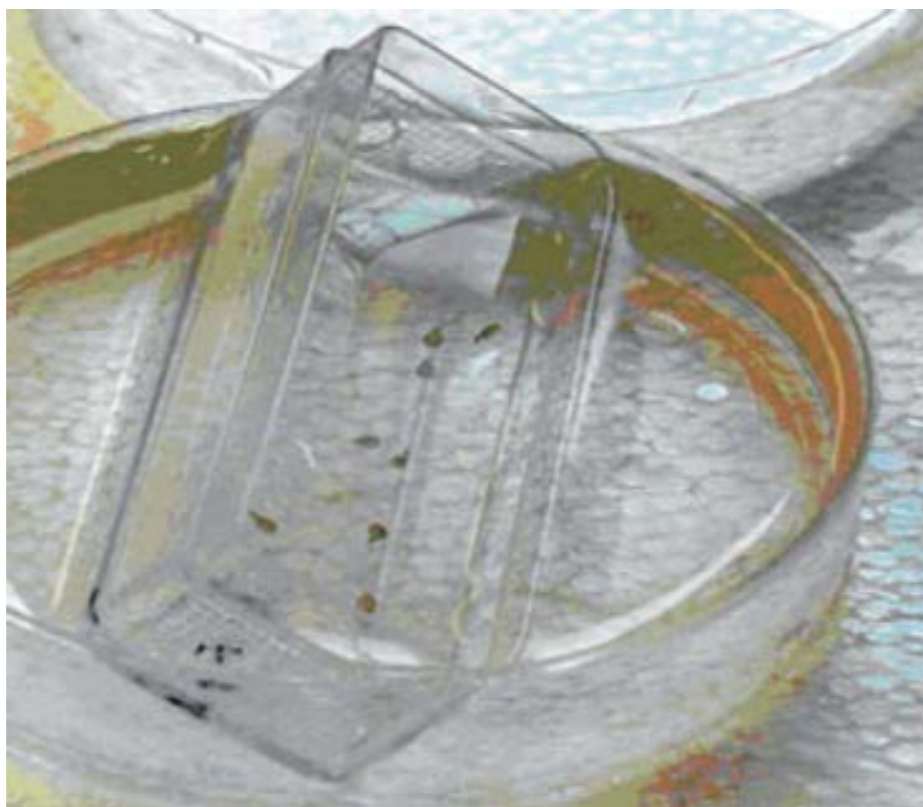
## – et økende problem

Hva vil skje dersom lakselus resistente mot emamektin (Slice) og pyretroider (Alpha Max, Beta-max) etablerer seg langs hele Norskekysten? Utryddes villaksen? Sjøørreten? Oppdrettsnæringa? Eller kan en slik situasjon fortsatt håndteres?

TOR E. HORSBERG, NORGES VETERINÆRHØGSKOLE

Resistente lakselus har vært påvist i Norge siden 1991. De første rapportene baserer seg på behandlingssvikt, men de senere år er resistensen bekreftet ved toksikologiske metoder (bioassays, figur 1). De første tilfellene av organofosfatresistens kom etter ensidig bruk av bademidler med organofosfater siden tidlig på 80-tallet. Etter hvert fikk man problemer med effekt av midlene diklorvos (Nuvan) og azametifos (Salmosan) i en rekke anlegg spredt over store deler av kysten. Resistensen «bet seg fast». Etter at nye behandlingsmidler er tatt i bruk er det registrert tilfeller med sviktende effekt mot flere: Hydrogenperoksid (Skottland 2000), pyretroider (Rogaland 1998), emamektin (Nord-Trøndelag 2007). I motsetning til organofosfatresistensen på 90-tallet har disse tilfellene stort sett vært sporadiske. Etter utslaktning og brakklegging av de affiserte anleggene er resistensen blitt borte, for senere å dukke opp i nye enkeltanlegg. Felles brakklegging av større områder vil sannsynligvis ha enda bedre effekt. Men stadig flere rapporter om dårlig behandlingseffekt i 2008 gir grunn til bekymring, og kan peke på at resistens er i ferd med å bite seg fast i noen områder.

Resistens har vært et større problem i andre land. I Skottland og Irland har det også vært isolerte tilfeller med resistens mot pyretroider, men som i Norge er disse stort sett forsvunnet etter utslaktning og brakklegging. Emamektin (Slice) ble introdusert i Skottland, Irland og Chile litt senere enn i Norge. Midlet har vært brukt i større utstrekning i disse landene enn i Norge. I 2005 begynte man å se sviktende effekt, og i løpet av 2006 ble emamektin nærmest ubrukelig i Irland og Chile. Det ble da besluttet å gi midlet ett års pause i Irland, mens man i Chile valgte å øke doseringen og behandlingshyppigheten i håp om å kunne kontrollere situasjonen. Dette mislykkedes, og den chilenske lakselusa, *Caligus rogercresseyi*, lar seg ikke lenger kontrollere med emamektin i Region X der ca. 85 prosent% av den chilenske lakseproduksjonen



FIGUR 1  
Evaluering av følsomhet ved bioassay

foregår. I Irland ser det imidlertid ut til at lakselusa nå på ny lar seg knekke av emamektin, om enn ikke overalt.

Behandlingshyppigheten mot lakselus ser ut til å ha økt mer enn produksjonen av laks og ørret de siste fem årene. Vi har sikre tall for forbruket av lakselusmidler i Norge (tabell 1) og kan ut fra disse beregne antall kilo laksefisk som er avluset. Dette kan igjen sammenliknes med biomassen laksefisk i sjøen ved inngangen til året (figur 2). Selv under optimale behandlinger blir sjelden alle parasittene drept. De tøffeste overlever, og deres gener overføres til neste generasjon, slik at følsomheten synker. Iblant ser man bare en

moderat nedsettelse av følsomheten, og en økning av dosen kan gi fullgod effekt. Men enkelte resistensmekanismer kan gi en så betydelig nedsatt følsomhet at selv doser som dreper fisken ikke tar livet av lakselusa. Den viktigste drivkraften i denne utviklingen er gjentatte behandlinger med det samme midlet. Jo flere ganger på rad samme midlet brukes, jo større er faren. Spesielt risikabelt vil det være å bruke samme middel dersom man allerede har mistanke om resistens. Behandlings-effekten må derfor kontrolleres etter hver avlusning.

Stadig strengere tiltaksgrenser medfører også mer avlusning. Men dersom man skifter

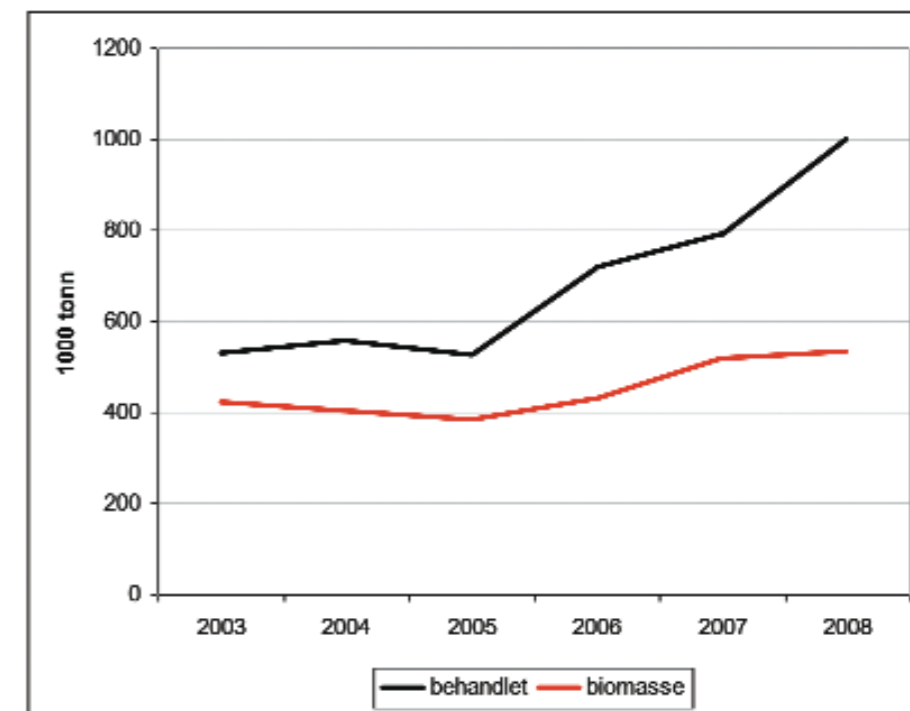
til et annet middel med en annen virkningsmekanisme, kan man drepe lusa som har utviklet resistens mot det første midlet. Det er imidlertid fare for at resistens også kan utvikles mot dette midlet og at lusa blir multiresistent. Dette har man erfaring med fra andre artropoder, og slik multiresistens kan være svært vanskelig å håndtere.

En annen drivkraft i resistensutvikling er underdosering. I slike tilfeller dreper man bare den mest følsomme lusa, og de med moderat nedsatt følsomhet får anledning til å formere seg igjen og gi opphav til lus som er enda mer resistent. Tilfeldige mutasjoner oppstår hele tiden, og når slike fører til nedsatt følsomhet mot lusemidlene, får parasitten en fordel under behandlingen: «*Survival of the fittest*». Lakselusa som overlever gir opphav til neste generasjon. Men ikke alle overlevende lakselus har nedsatt følsomhet mot behandlingsmidlet. Dersom fisken (og lusa) unngår behandlingen, f.eks. fordi fisken går så dypt under skjørtbehandling at lusa ikke blir utsatt for noe særlig lakselusmiddel, vil mange følsomme lakselus også overleve. Men behandlingseffekten blir naturligvis mye dårligere, og risikoen for å selektere ut lus med nedsatt følsomhet er stor. Slike suboptimale behandlinger må derfor unngås. Lakselus som ikke utsettes for kjemiske midler vil naturligvis ikke utvikle resistens. Dersom disse kan kontrolleres på annen måte, f.eks. av leppefisk, kan denne populasjonen bevare sin normale følsomhet.

Lakselus har et stort spredningspotensial. Når nypåslag i hovedsak kommer utenfra, vil følsomheten bli mer lik følsomheten i den nypåslåtte lusa. Dersom denne er resistent mot lakselusmidlet, får man et problem. Men er nypåslaget med følsom lus, kan man også bli kvitt det resistensproblemet man hadde. Følsomheten kan i de neste generasjonene synke såpass at man igjen får full effekt av behandlingen. Det er derfor et poeng å bevare lommer med følsom lakselus for å kunne reversere resistensproblemer. Iveren etter å kontrollere lakselusa må ikke føre til at all følsom lakselus drepes. Hvordan kan så det gjøres? Siden resistensutvikling er sterkt korrelert til hyppighet av behandlinger med samme middel, vil alle tiltak som reduserer bruken av kjemiske midler hjelpe. Avlusning med leppefisk der dette er mulig vil være et nøkkeltiltak. Men det forutsetter at det tillates noe lakselus på fisken. Leppefisk må jo ha mat. Det betyr ikke nødvendigvis at anlegg som bruker leppefisk vil produsere flere lakseluslarver, siden de store, saftige hunnlusene spises først. Og de larvene som likevel produseres vil altså kunne ha en positiv virkning i anlegg som sliter med resistens. Anlegg som vil satse på leppefisk må derfor gis reelle muligheter til dette. De flinkeste, som har holdt på med leppefisk noen år, kan kanskje klare å holde de nye tiltaksgrensene for

TABELL 1  
Salg av lakselusmidler i Norge i perioden 2003 – 2008, angitt i kilo virkesubstans (Grossistbasert legemiddelstatistikk, Nasjonalt folkehelseinstitutt, 2009)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
azametifos	0	0	0	0	0	66
cypermetrin	59	55	45	49	30	32
dellametrin	16	17	16	23	29	39
emamektin	23	32	39	60	73	81
SUM	98	104	100	132	132	218



FIGUR 2  
Estimering av antall 1000 tonn laksefisk avluset hvert år i forhold til biomassen laks og regnbueørret i sjøen ved inngangen til året (biomassetall fra Fiskeridirektoratet)

lakselus med minimal bruk av kjemiske midler, men det tar tid å opparbeide seg den ekspertisen.

Det er ingen nye lakselusmidler som vil være klare til bruk kommende sesong. Men det er mulig å børste støv av noen gamle. De siste årene er det stort sett emamektin og pyretroider som har vært brukt, men den økende resistensutviklingen har også gjort at organofosfater azametifos er kommet tilbake. Man har også kitinsyntesehemmerne diflubenzuron og teflubenzuron i reserve. På kort sikt kan man lage en gjennomtenkt rotasjonsplan mellom de tilgjengelige midlene. Men siden de alternative avlusningsmidlene ikke har samme effekt på alle lakselusas utviklingsstadier som pyretroider og emamektin, må kanskje oppdrettere, helsetjenester og myndigheter akseptere en noe dårligere behand-

ingseffekt. Det er vel likevel bedre enn ingen effekt?

De viktigste tiltakene mot resistensutvikling kan oppsummeres i følgende punkter:

- Koordinerte produksjonssykluser og felles brakkleggingsperioder i større områder.
- Overordnet bekjempelsesplan for hele produksjonssyklusen der alle tilgjengelige metoder og medikamenter inngår i en rotasjon.
- Ikke-kjemisk lakselusbekjempelse (for eksempel leppefisk) der dette er mulig
- Optimale behandlingsmetoder.
- Systematisk kontroll av behandlingseffekt
- Bytte til midler med annen virkningsmekanisme ved mistanke om resistens.



# Resistens hos lakselus i Norge

SIGMUND SEVATDAL, VESO

Årsaken til resistens er genetisk, og når det utvikles resistens så øker frekvensen av et resistent allel i en populasjon (allel – variant av et gen). Vi tenker oss videre at homozygot resistente (to resistente alleler) er mer resistente enn heterozygote, dvs. de som har et resistent allel og et følsomt allel. Et teoretisk eksempel på dette er vist på figur 1.

Dersom det er selektert effektivt mot resistens, vil det være få følsomme alleler i populasjonen. De fleste individene vil være homozygotresistente. I dette tilfellet opprettholdes resistens lenger fordi det er få følsomme alleler som kan «fortynne» denne egenskapen i populasjonen. Vi tenker oss videre at nedsatt følsomhet i figur 1 skyldes heterozygote individer som har både resistent og følsomt allel. I dette tilfellet er det like høy frekvens av begge alleler. Dersom seleksjon opphører (f.eks. ved bytte av lakselusmiddel) vil populasjonen raskere bli følsom igjen fordi det er høy andel følsomme alleler, og det kan være knyttet en kostnad til resistent allel (økt metabolisme etc). Fallang et al. (2004) fant lakselus med nedsatt følsomhet for azametifos (Salmosan). Disse individene hadde to typer acetylcholinesterase (AChE), en som ble hemmet av azametifos, og en som kun ble hemmet til et visst nivå. Det er nærliggende å tolke resultatet slik at disse var heterozygote, og hadde et allel for følsomt og et allel for resistent AChE. Det er også verd å merke seg at disse individene ble samlet inn flere år etter at azametifos var brukt i dette området. Dette er en resistensmekanisme som hadde lav kostnad, og ikke raskt ble selektert bort ved skifte av lakselusmiddel. Hvordan resistensdynamikken henger sammen for de ulike behandlingsmidlene og resistensmekanismene, er imidlertid ikke fullstendig klarlagt. I eksempelet overfor kan det også ha vært to ulike gener involvert, dvs. et gen som koder for hver sin type AChE.

## Resistensmekanismer

Nedsatt følsomhet overfor pyretroider (Alpha Max og Betamax) kan skyldes metabolsk detoksifisering ved økt enzymaktivitet. Det er funnet indikasjoner på dette fra lakselus i Norge (Sevatdal et al., 2005). Dersom det er snakk om stor forandring av følsomhet, dvs. resistens (x10), vil det i de fleste tilfelle være forårsaket av endret virkested. Det er også funnet typisk kdr («knockdown»-resistens) mutasjon i Na-kanalen hos lakselus, og dette stemte overens med følsomhetsmålinger med bioassay (Fallang et al., 2005). Pyretroider virker ved å påvirke Na+

## Resistens

Den klassiske definisjonen på resistens er følgende: «Utvikling av individer (stamme) som overlever doser som er dødelige for majoriteten i en normal populasjon». Iht. litteraturen er det ikke resistens før resistensratio (målt følsomhet / kontrollfølsomhet) er endret 10 x. Dersom resistensratio er under 10 x, er det nedsatt følsomhet. En annen definisjon på nedsatt følsomhet og resistens, er at ved nedsatt følsomhet kan effekt oppnås ved å øke dosene, mens ved resistens hjelper det ikke lenger å øke dosene.

kanalen i nervecellene, slik at nervecellen sender ukontrollerte repetitive nervesignaler. Dette fører til depolarisering og død. Ved kdr-resistens forandres Na-kanalen slik at effekten av pyretroider endres dramatisk.

Organofosfater. Som nevnt i eksemplet ovenfor er det funnet lakselus med to typer AChE. Dette er et tilfelle av endret virkested fordi angrepspunktet for lakselusmiddelet er forandret.

Avermektiner (Slice – emamektin benzoat). Avermektiner virker gjennom påvirkning av kloridkanalene i nervecellene (glutamatstyrte kloridkanaler), slik at disse åpnes og Cl-ioner kommer inn. Dette ødelegger cellefunksjonen og ødelegger nerveimpulsen. Det er foreløpig ikke funnet noen resistensmekanisme, men ulike mekanismer kan være aktuelle:

- Metabolsk detoksifisering.
- Endret virkested på klorid-kanalen, slik at denne ikke påvirkes.
- Forandring i opptak, dvs. avermektiner pumpes aktivt ut av «pumper» (P – glycoproteiner) i cellemembranen.

## Situasjon vedrørende resistens i Norge

Det utføres en rekke følsomhetsmålinger med bioassay i Norge på oppdrag fra oppdrettsnæringen. De resultatene jeg kjenner til viser at forekomsten av nedsatt følsomhet eller resistens mot pyretroider og emamektin benzoat er økende. Jeg har imidlertid ikke fullstendig oversikt over dette, og har heller ikke lov til å vise detaljerte resultater. Resultatene gir uansett ikke noen korrekt bilde av den generelle situasjonen, fordi det måles hovedsakelig på anlegg der det er mistanke om nedsatt følsomhet eller resistens. Følsomhetsmålinger har imidlertid bidratt til at fiskeoppdretterne har benyttet andre midler enn de som det er funnet resistens mot. Dette bidrar til en mer effektiv bekjempelse og kan bidra til å reversere utviklingen.

## Framtiden

Det har vært problemer med resistens tidligere. Fra starten av 90-tallet var lakselusa i Norge mer eller mindre resistent mot organofosfater, hovedsakelig pga. ensidig bruk. I Chile har lakselusa (*Caligus rogercresseyi*) utviklet resistens mot emamektin benzoat, også pga. ensidig bruk. Fra landbruk og både human- og veterinærmedisin er resistens godt dokumentert. Vi vet at ensidig bruk av et legemiddel fører til resistens før eller senere. Dersom oppdrettsnæringen skal ha effektive behandlingsmidler i fremtiden, må oppdrettsnæringen utvikle samarbeidet om bekjemping ytterligere.

Resistens kan forhåpentligvis reverseres ved å benytte andre typer lakselusmidler, og andre bekjempingsmetoder som bruk av leppefisk, brakklegging, strategiske behandlinger av større områder. En effektiv bekjemping samtidig som utvikling av resistens hindres, avhenger av at oppdrettsanlegg som påvirker hverandre i et område samarbeider om bruk av midler, dvs. felles rotasjon av midler, og strategiske og synkron behandling. Dette vil nødvendigvis kreve felles utsett, slaktning og brakklegging av området. Jeg tror personlig at det er mulig å reversere utviklingen dersom oppdrettsnæringen har tre, eller aller helst fire ulike midler (som virker på ulike mekanismer) til rådighet, og kan rullere synkront mellom disse. Dette vil kreve ytterligere samarbeid. De viktigste tiltakene for å hindre og reversere resistensutvikling er:

- **Koordinert produksjonssyklus** innen områder der anleggene påvirker hverandre mhp. lakselus, dvs. felles utsett, felles rotasjon mellom lakselusmidler og felles brakklegging.
- **Strategiske synkron behandling** innen så store områder som mulig (f.eks. vinteravlusningene på Vestlandet i 2008 og 2009).
- **Ikke-kjemisk bekjempelse** med bruk av leppefisk der det er mulig og brakklegging mellom produksjonssykluser

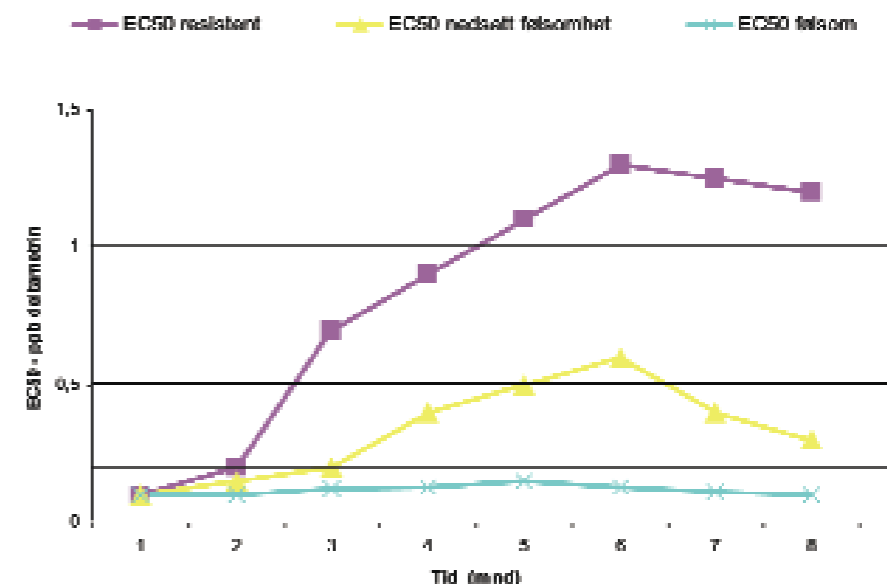
- **Optimale bekjempingsmetoder**, dvs. behandle hele anlegget innen så kort tid som mulig, ved optimal metode (lukket presenning, eller ved føring; når fisken har god appetitt).
- **Registrere behandlingseffekt**, undersøke følsomhet og benytte midler som lakselusa er følsom overfor.

## Referanser

Fallang A, Ramsay M J, Sevatdal S, Burka J F, Jewess P, Hammell K L and Horsberg T E 2004 Evidence for occurrence of an organophosphate resistant type of acetylcholinesterase in strains of sea lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer). Pest Management Science. 60, 1163–1170.

Fallang A, Denholm I, Horsberg T E and Williamson M S 2005. Novel point mutation in the sodium channel gene of pyrethroid resistant sea lice *Lepeophtheirus salmonis* (Crustacea: copepoda). Diseases of aquatic organisms 65, 120–136.

Sevatdal S, Fallang A, Ingebrigtsen K and Horsberg T E 2005 Monooxidase mediated pyrethroid detoxification in sea lice (*Lepeophtheirus salmonis* K.). Pest Management Science. 61(89), 772–778.



FIGUR 1 Populasjonsdynamikk ved resistens. EC50 = «Effective concentration» = dosen som inaktiverer 50 prosent av individene. Se også forklaring i teksten under

## På lag med naturen

Sjøtroll Havbruk AS,  
produsent av laks og aure



# Lus på torsk – erfaringer fra Rogaland og Hordaland

Av **VETERINÆR SOLVEIG M R NYGAARD,**  
**FISKEHELSE OG MILJØ AS**  
solveig@fom-as.no

Undertegnede har jobbet i primærhelsetjenesten for havbruk i Rogaland og Hordaland siden 1985.

Det meste av vårt arbeid har omfattet laks og regnbueørret, men på slutten av 80-tallet og de ti siste årene har vi også hatt oppdrettsanlegg for torsk som kunder.

På 80-tallet hadde vi tre anlegg som føret fram mindre mengder innfanget torsk til slakt.

De siste ti årene har vårt firma hatt helsekontroll på sju lokaliteter med torsk i sjø i Hordaland og Rogaland. to lokaliteter hadde kun 4–5 000 torsk over 2–3 år. De andre lokalitetene hadde torsk i merd over flere år og gruppenes størrelse var fra femti til flere hundre tusen fisk.

Lokalitetene har hatt kontroll fra fire til åtte ganger pr. år avhengig av antall fisk i anlegget og helsesituasjonen.

## Kun ett tilfelle av lus på torsk

Da oppdrett av torsk startet opp igjen for ca. ti år siden, ropte enkelte fagpersoner høgt om at lusa kom til å bli et like stort problem i torskoppdrett som den var i lakseoppdrett.

På denne bakgrunn har alltid parasitundersøkelse blitt spesielt vektlagt i tillegg til vanlige undersøkelser for bakterie- og virus-



Skader i hud på torsk etter *Caligus elongatus*. Pilene viser skadene. Foto: Solveig Nygaard

sykdommer. Spådommene har hittil ikke slått til fordi det kun er registrert lus og skader av lus på torsk i ett tilfelle hos oss gjennom disse årene.

Lusa har heller ikke vist seg i situasjoner der vi skulle forvente det med mange svimere og stor dødelighet på grunn av *Francisella*-sykdom.

## Skader av *Caligus elongatus*

I oktober 2004 ringte en kunde i Rogaland som hadde en liten gruppe torsk i merd. Han hadde observert sår i hodet på fisken og lurte på om det var lus.

Det var ca. 4000 torsk i anlegget fordelt på to små merder med snittvekter på hhv. 1,5 kg og 1 kg.

Dødeligheten var lav og appetitten akseptabel for en sjøtemperatur på 11 grader C.

Fisken kom villig opp i overflaten ved føring og det ble observert sår i nakken og på siden av hodet på all synlig fisk. Vi kunne også se rikelig med lus på fisken fra merdkanten.

To fisk ble fanget ved føring. Begge to hadde sår i hodet og blødninger og epitelsskader på siden av hodet. Lusene satt løst festet på fisken og ble for en stor del slått av under innfangning og avlaving. Lusene ble artsbestemt til *Caligus elongatus* (skottelus) og diagnosen ble bekreftet av Veterinærinstituttet.

Anlegget behandlet fisken mot lus og appetitten økte til tross for fallende sjøtemperatur.

Oppsummering: Lus på torsk har ikke vært noe problem i Rogaland og Hordaland

Innsamlingsmetodene skulle sikre et bredest mulig utvalg av parasitter, men var ikke egnet til å gi et kvantitativt mål på luseinfeksjonen. Voksne lus hopper lett av fiskene, både i håv, ruse og holdekar, men de fire chalimusstadiene er forankret med en sterk tråd, og ble sett i undersøkelsene. Det var bare noen få lus, dvs. *Caligus elongatus* og *C. curtus* på oppdrettstorskene, mens det på vill torsk ble funnet flere hundre. Villfanget oppdrettstorsk hadde færre lus enn villtorsk i Øksfjord.

## CODPAR

**P.A. HEUCH, P.A. JANSEN, HAakon HANSEN & ERIK STERUD, VETERINÆRINSTITUTTET, W. HEMMINGSEN, UNIVERSITETET I TROMSØ, K. MCKENZIE, UNIVERSITETET I ABERDEEN**

Parasitter kan fritt bevege seg mellom fisk i åpne merder og ville fiskebestander i området rundt. Prosjektet CODPAR ble igangsatt for å se på utviklingen av parasittfaunaen hos vill og oppdrettet torsk i områder med intensivt torskoppdrett. Innsamling og undersøkelse

av fisk skjedd i vår og høst 2006–2008, og analyse av data foregår i 2008/2009. Både lokal fjordtorsk, klekkeriprodusert torsk og levendefanget torsk (Øksfjord) til oppdrett ble undersøkt vår og høst i tre områder: Øksfjord i Vest-Finnmark, Kvarøy, Seløy og Brønnøy i Nordland, og i Brandal ved Ålesund. 15–20 fisk fra hver gruppe ble undersøkt ved hvert besøk. All fisk ble brakt levende til laboratoriet i et kar, og undersøkt en og en umiddelbart etter avlaving. Over 700 fisk ble undersøkt, og det ble funnet 46 taksonomiske grupper av parasitter, derav fem arter krepsdyr.

# Krafttaket mot lakselus sponses av:



Postboks 4, 8764 Lovund  
Tlf. 75 09 20 20  
Fax: 75 09 20 21  
E-post: hans@lovundlaks.no



- fiskevelferd i fokus  
www.hi.no



Lingalaks AS  
Lingavegen 206,  
5630 Strandebarm  
www.lingalaks.no



Velkommen til Hardanger Akvasenter landets første visningsanlegg for laks  
www.akvasenter.no



KVARØY FISKEOPPDRETT  
8743 INDRE KVARØY

norsk **fiskeoppdrett**

www.kyst.no

FAGSTOFF FOR FAGFOLK

**STRØMSNES AKVAKULTUR AS**

Tlf. 56 14 92 73 • 5307 ASK

PRODUSENT AV SMOLT



# Krafttaket mot lakselus sponses av:



SOGN OG FJORDANE  
FYLKESKOMMUNE

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



SØR-TRØNDELAG  
FYLKESKOMMUNE

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



NORD-TRØNDELAG FYLKESKOMMUNE

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



**Bremnes Seashore**

BREMNES SEASHORE AS

5430 Bremnes  
Tlf. 53 42 82 00  
Fax: 53 42 12 73



**LERÖY**  
Lerøy Hydrotech AS

Bentnesveien 50, 6512 Kristiansund N  
Tel.: 71 56 62 00 • Fax.: 71 56 62 01  
[hydrotech.gruppen@hydrotech.no](mailto:hydrotech.gruppen@hydrotech.no)  
[www.hydrotech.no](http://www.hydrotech.no)

**Kunnskap og råd for  
rike og rene hav-  
og kystområder**

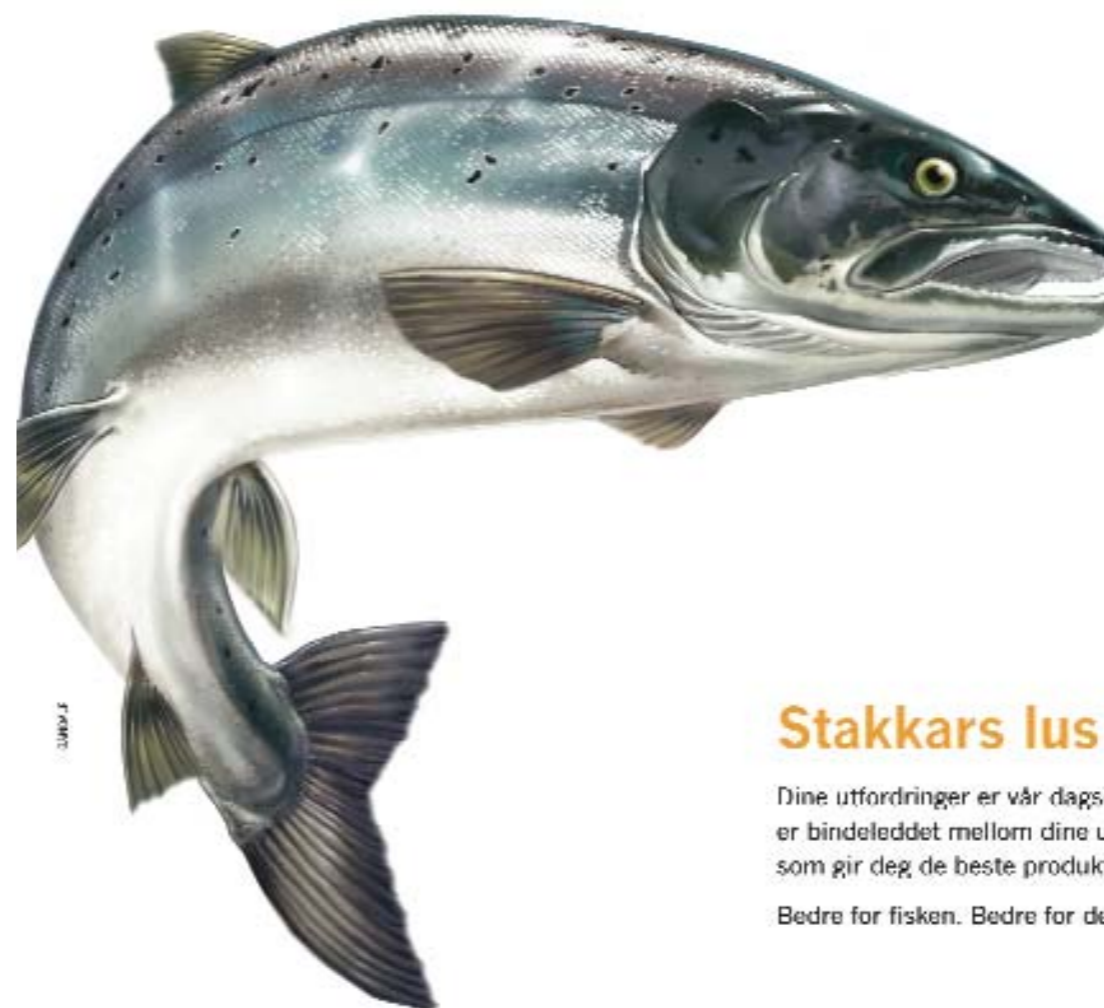


**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**  
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH  
[www.imr.no](http://www.imr.no)

EVERY OCEAN. EVERY FISH.



**NOVARTIS**  
ANIMAL HEALTH



## Stakkars lus

Dine utfordringer er vår dagsorden. Novartis Aqua Norge er bindeleddet mellom dine utfordringer og FoU-ressursene som gir deg de beste produktene for å løse dem.

Bedre for fisken. Bedre for deg. Verst for lusa.



**SMART**  
*feed™*

BIOMAR

FORSKNING GIR FORSPRANG



## Fiskehelse – på naturlig vis

Vi tar lusa på alvor.  
Leppefeien gjør en god jobb, men kan ikke gjøre alt alene.  
Avlusningsmidler er nødvendig – ved betydelige lus påslag.

*focus lice™* - med råvare som reduserer lus påslag.  
Vel verd å prøve.

**focus lice™**

- originalen, et dokumentert funksjonelt før i SMARTfeed-sortimentet.



ESKIMOTT FISH FEED SOLUTIONS