

Vedlegg 1.

Svar på bestilling om forvaltningsstøtte om fiskevelferd hos triploid laks

Utarbeidet av Tore S Kristiansen, Thomas Torgersen, Lars Stien og Tom Hansen

Fra bestillingsbrev:

Fiskevelferdsgruppa ved Havforskningsinstituttet (HI) er involvert i utarbeiding av forvaltningspraksis for etterlevelse og tilsyn med krav til dokumentasjon av ny metodikk/teknologi (jf. akvakulturdriftforskriftens §20). Mattilsynets avklaringer av hva som forventes av slik dokumentasjon (se lenke nederst) ligger bl.a. til grunn for dette arbeidet.

For at MT skal kunne gjennomføre en faglig forsvarlig saksbehandling ber Mattilsynet om forvaltningsstøtteråd fra HI om spørsmålene skissert nedenfor. Vi ber om at dette gjøres i samsvar med den forvaltningspraksis knyttet til nye metoder og teknologi, som HI hjelper oss med å utvikle.

1. Foreligger det dokumentasjon på at det er velferdsmessig forsvarlig å produsere triploid laks i kommersielt oppdrett?

Havforskningsinstituttets rapport "Oppdrett av steril fisk" (Hansen m.fl. 2012) presenterer og diskuterer tilgjengelige relevante data frem til 2012. Hovedkonklusjonene i denne rapporten var at triploid laks gjennomgående har høyere dødelighet i alle livsstadier, har noe større forekomster av og tilbøyelighet til å utvikle deformiteter og katarakt, samt mindre toleranse for lavt oksygennivå og høye temperaturer. At triploide laks har større krav til vannkvalitet er senere bekreftet i nye forsøk ved Havforskningsinstituttet. I kar med sjøvann har triploid laks vist høyere appetitt enn diploider ved 3, 6 og 9°C, lik appetitt ved 12°C, og lavere appetitt ved 15 og 18 °C. Den lavere appetitten ved høyere temperaturer korresponderer med lavere oksygenforbruk og reflekterer trolig lavere aerob kapasitet ved høye temperaturer hos triploider.

Siden denne rapporten kom ut er det publisert to studier hvor diploid og triploid laks sammenlignes under tilnærmet kommersielle forhold. I det første (Taylor m.fl. 2013) ble det ikke funnet forskjeller i dødelighet verken i ferskvannsfasen eller i sjøvann. Triploidene vokste fortere i ferskvann, men noe langsommere i sjøvann slik at den totale veksten gjennom livssyklus var lik. Det var ingen forskjeller i utvikling av deformiteter i ferskvann, men et signifikant høyere innslag (kjeve og virvelsøyle) i sjøvann. Både innslaget av deformiteter og innslaget av katarakt var lavere enn i tidligere studier og det antydes at disse problemene muligens kan løses med triploidspesifikke dietter. Det andre studiet (Fraser m.fl. 2013) ble gjennomført i triplikate merder og med totalt 20000 individer av hver ploiditet. Eggene ble inkubert ved lav temperatur (ca 6°C), siden forsøk hadde vist at høyere inkubasjonstemperatur er en risikofaktor for utvikling av deformiteter i triploider. Triploidene var 15% større ved overføring til sjøvann, men 10% mindre ved slaktetidspunktet. Den triploide laksen hadde signifikant høyere dødelighet selv om dødeligheten var lav i forsøket (Dip1,2-1,5%, Trip1,8-2,2%). Triploider hadde også lavere andel superior kvalitet ved slaktning (89,6 vs 83,7) og høyere innslag nedgradering til produksjon (6,5% vs 2,4%) og utkast (2,1% vs 0,9%). Den viktigste årsaken til utkast var 'liten' fisk og den viktigste årsaken til nedklassing til produksjon var deformiteter. Ingen av disse studiene brukte dietter som var spesialdesignet for triploid fisk.

Resultater fra de pågående FHF prosjektet "Økt bærekraft i lakseoppdrett ved å løse flaskehalser i oppdrett av triploid laks" viser at mye av problemene knyttet til deformiteter

trolig kan løses ved hjelp av lavere temperatur (redusert fra 8°C til 6°C) under egginnkuberingen, og økt fosforinnhold i ferskvannsstadiet (1,2% fosfor). Det blir også undersøkt om høyere forekomst av katarakt i triploid laks i sjøvannsfasen kan reduseres med tilsetning av histidin i fôret (Hansen m.fl. 2014) (<http://www.fhf.no/prosjektdetaljer/?projectNumber=900723>).

Når det gjelder i hvilken grad fullskala merdproduksjon av triploid laks på ulike lokaliteter ivaretar tilstrekkelig velferd for fisken, og også overlevelse, vekst og kvalitet, har vi foreløpig ikke nok datagrunnlag til å vurdere dette. Praktisk oppdrett innebærer operasjoner som er stressende for fisken, som avlusing, sortering, notskift etc. Vi har ikke nok grunnlag for å avgjøre om triploid laks er mer følsomme for dette stresset enn diploid fisk, og hvordan følsomheten for akutte stressorer avhenger av temperatur og oksygennivå. Vanlig praksis i oppdrett av diploid laks i dag er å unngå stressende operasjoner i perioder fisken opplever belastning med høy temperatur og lavt oksygennivå. Denne problemstillingen vil trolig forsterkes med oppdrett av triploid fisk, først og fremst i regioner som typisk opplever lengre perioder med høy temperatur.

Et stort prosjekt for testing av fullskala produksjon av triploid laks startet opp i 2013 i regi av seks norske oppdrettselskaper til sammen har satt ut ca 1 million triploid laks i ulike geografiske områder langs kysten. Aquagen leverer trykkbehandlet (triploidisert) rogn til prosjektet og Havforskningsinstituttet bidrar til evaluering av resultatene. Denne fisken vil ikke bli slaktet før i 2015, så resultatene fra dette prosjektet er fortsatt ikke tilgjengelige.

(<http://www.fiskeridir.no/akvakultur/aktuelt/2013/0113/oppdrett-av-steril-laks-vil-kunne-bevare-villaksen> <http://www.forskning.no/artikler/2013/august/364484>)

Nødvendig dokumentasjon for å vurdere om det er velferdsmessig forsvarlig å produsere triploid laks i kommersielt oppdrett vil således ikke være tilgjengelig før tidligst i 2015.

2. Vil det etter HIs vurdering være behov for at MT stiller særlige vilkår til tillatelser for produksjon av triploid laks, for:

- a) å redusere risiko for dårlig velferd ved slik produksjon**
- b) å tilrettelegge for tilsyn med velferd ved slik produksjon**

Siden vi fortsatt ikke har ferdig utviklede protokoller og erfaring med kommersiell produksjon av triploid laks foreslår vi at MT bør stille krav om at ny kunnskap som kan redusere ulemper og bedre fiskevelferden fortløpende blir implementert i produksjonsmetodene. Eksempler her er lav egg-inkuberingstemperatur (6°C) og fôsforsuring av settefiskfôr.

Vi mener at den større følsomheten for høy temperatur og lavt oksygennivå hos triploider er godt dokumentert (Hansen m.fl. 2012). For å sikre velferden må lokalitetene for triploid produksjon tilby gjennomgående gode oksygenforhold og lave til midlere temperaturer (<15°C). Det er videre trolig at problemer med oksygensvikt på grunn av tilgrodde nøter vil inntreffe ved et lavere begroingsnivå ved produksjon av triploid fisk, og lav begroingsgrad på nøtene bør derfor sikres ved triploid produksjon. MT bør derfor vurdere å stille krav om gode oksygenforhold og dokumentasjon av oksygenivåer og temperatur i anleggene.

Økt tilsyn med fiskevelferd ved produksjon av triploider vil bedre kunnskapen om velferden til fisken i besetningen man har tilsyn med spesielt, og om velferden til triploid laks i fullskala

oppdrett generelt. En mulig overvåkningsprotokoll er vår SWIM-scoring (Salmon Welfare Index Model, Stien m.fl. 2012) eller tilsvarende. Ekstra overvåking av deformiteter på slaktelinjen, og uttak av fisk til røntgenundersøkelse bør gjøres for å få dokumentert andelen med ryggradsdeformasjoner i de ulike produksjonene.

3. Kan HI gi en redegjørelse mht av hvor i utviklingsløpet følgende luseteknologi er: luseskjørt (1) og lusespyler (2).

For hver av de to grupperingene ber Mattilsynet om at redegjørelsen innebærer:

- a) kartlegging over ulike metoder/teknologi som er testet ut, er under uttesting og/eller som er i handel**
- b) vurdering av om det foreligger dokumentasjon på at metodene/teknologien er velferdsmessig forsvarlig**

(1) Luseskjørt

Lakseluslarver er positivt fototaksiske, dvs. at de svømmer mot lys og dermed mot overflaten. Larvene vill derfor typisk forekomme i størst konsentrasjoner i den øverste delen av vannsøylen hvor det også er mest sannsynlig at den treffer på utvandrende smolt (Hevrøy m.fl. 2003, Heuch m.fl. 1995, Thorstad m.fl. 2011). Luseskjørt er et forsøk på å utnytte dette: En finmasket, ”lusetett”, duk tres rundt laksemerder for å hindre direkte kontakt mellom det luselarveinfiserte vannet i de øvre vannlag utenfor merden og vannet innenfor skjørtet. Per i dag er det i hovedsak to produsenter av luseskjørt Calanus AS og Botngård AS. Begge produktene er tilgjengelig på markedet og produsentene oppgir økende salgstall (Røen 2014). Et alternativ til luseskjørt er snorkelmerder. Her er det et tak i merden som holder laksen unna de øverste meterne av vannsøylen. Laks har åpen svømmeblære og er avhengig av tilgang til overflaten for å fylle svømmeblærene og regulere likevekten. Fra taket i en snorkelmerd går det derfor en tett ”plastduk-tunell” (snorkel) opp til overflaten som laksen kan svømme opp gjennom for å fylle svømmeblæren i overflaten (Oppedal m.fl. 2014). Snorkelmerder produseres av Egersund Net AS.

Calanus AS sitt produkt er en planktonduk med 350 µm maskevidde og lysåpning på 50% på reine duker (<http://lusedata.no/fou/luseskjort-virkemate-og-testresultater/>). Formålet med å bruke planktonduk er at duken hindrer luselarver å passere, samtidig som nytt oksygenrikt vann kan strømme inn i merden. Calanus AS har i samarbeid med Nordlaks AS, Vesterålen fiskehelsetjeneste AS og Veterinærinstituttet utført en rekke forsøk med 6 og 10 meter dype merder (FHF prosjektnr: 900834, Luseskjørt: Dokumentasjon av praktisk bruk og nytteverdi). Kort oppsummert viser disse studiene en betydelig reduksjon i påslag av lakselus for merder med 6 m dype skjørt, og enda større reduksjon for merder med 10 m dype skjørt. (Næs m.fl. 2014)

Botngård AS sitt produkt er en semipermeabel duk i vevd stoff. Botnegård holder på med et omfattende studie av effekter fra 5 m dype luseskjørt i samarbeid med bla Sintef, Veterinærinstituttet og Havforskningsinstituttet (FHF prosjektnr: 900711, Permanent skjørt for redusering av luspåslag på laks). Foreløpige resultater er blandet; med både eksempler med betydelig reduksjon i lusepåslag og eksempler på at skjørtene har hatt liten effekt (pers. kom prosjektleder Andreas M. Lien). Det ansees som svært sannsynlig at hvorvidt skjørtene har effekt er lokalitets og tidsavhengig. Spesielt for skjørt som er kun 5 meter dype er det et problem at sterk strøm kan får de til å heves og at de dermed mister sin skjermende funksjon.

Ved en duk som bare er 5 m dyp skal det også relativt lite til for at nedadgående strømmer vil føre lakseluslarvene ned til under skjørtedybde. I tillegg så har lakseluslarver liten toleranse for brakkvann. Dette gjør at selv om de svømmer mot lyset så vil de stoppe mot et eventuelt brakkvannslag (Heuch 1995). I perioder med mye nedbør og snøsmelting kan brakkvannslaget være betydelig og redusere effekten av et grunt skjørt.

Selv om både luseduken til Calanus og Botngård sitt permaskjørt slipper gjennom noe vann så fører begge til betydelig redusert vanngjennomstrømning (Botngård 2014, Næs m.fl. 2012) og dermed potensielt dårlige vannkvalitet; både med hensyn på at partikler og organismer kan oppkonsentreres innenfor skjørtet, samt at fisken innenfor skjørtet forbruker mer oksygen enn det som blir erstattet av nytt innkommende vann, hvilket fører til synkende oksygeninnhold i vannet. Begge produsenter har derfor fokus på oksygenmetning innenfor skjørtet og trekker frem at skjørtene er permeable. Per dags dato er det mest tilgjengelig data for Calanus sin planktonduk. Her viser oksygendata fra flere langtidsforsøk at oksygennivåene stort sett følger nivåene i nabomerder uten skjørt (Næs m.fl. 2014). Men også at det er enkelt målinger med sterkt redusert metning (minimum måling på 35,5 %). Forsøkene med luseskjørt fra Botnegård har eksempler hvor oksygenforholdene innefor skjørtene er nær identiske med referanseverdiene utenfor merden (Botngård 2014), men noen oppdrettere har også rapportert sterkt reduserte oksygenverdier (pers. kom prosjektleder Anrdeas M. Lien). Ekkoloddata som er innhentet tyder imidlertid på at fisken unngår dette miljøet og velger å stå dypere (Botngård 2014). Dette er imidlertid ufullstendige data basert fra relativt korte observasjonsperioder.

Tidvis lave oksygenverdier stemmer overens med et forsøk med 3 m dypt skjørt utført i 2011 (Stien m.fl. 2012). Her gikk oksygenverdiene ned fra nær 90 % ved utplassering av skjørt til nær 40 % metning. På grunn av fare for nedsatt fiskevelferd ble skjørtet fjernet og oksygenmetningen gikk nesten øyeblikkelig opp igjen til 90 % metning. I Næs m.fl. (2014) fremheves det at grunnen til at en bare unntaksvis har sett kritisk lave oksygenverdier skyldes at vann kan strømme inn gjennom duken. De har også en hypotese om at selv om det er perioder med strømsstille så genererer fisken en strøm inni merden, og at denne strømmen trekker nytt oksygenrikt vann inn i merden. I Stien m.fl. (2012), var en stor del av populasjonen infisert med PD og stod og sturet i overflaten. Populasjonen stod altså i ro og genererte ingen strøm.

I Egersund Net AS sine snorkelmerder skal fiskene være under taket hvor det ikke er en duk som begrenser vanngjennomstrømningen, og enkeltfisk bare svømme opp i snorkelen når de har behov for å fylle svømmeblæren. Egersund Net har i samarbeid med Havforskningsinstituttet (FHF prosjektnr: 900884, Snorkelmerd: Produskjonseffektivitet, atferd og velferd) utført flere forsøk med 5 m dyp snorkelmerder. Disse forsøkene viser en betydelig reduksjon i lusepåslag og at laksen ved god røkting har normal atferd og normal vekst i forhold til laks kontrollmerder (Oppedal m.fl. 2014). Det kan imidlertid være utfordringer mhp at fisken får snuteskader når svømmer mot nottaket (Lars Stien, personlig obs). Hittil har snorkelmerd bare blitt testet for relativt små merder (12x12 m). Det er derfor viktig at det foretas tester av industriskala snorkelmerder (160 metringer) og at det i disse forsøkene er fokus på hvordan fisken takler denne nye oppdrettsmetodikken og om den skader seg mot taket. I større merder med større snorkel er de også en større risiko for at mye fisk blir stående i snorkelen, med mulig risiko for okygenmangel.

For å konkludere, så er det basert på tilgjengelig dokumentasjon sannsynlig at luseskjørt og snorkelmerder har potensial til å øke velferden til fisken gjennom redusert lusepåslag og færre avlusinger. Samtidig så vil luseskjørt føre til redusert vanngjennomstrømning. Det er mulig at

strøm generert av fiskens svømmeatferd i perioder kan kompensere noe for dette. Men, laks i merd endrer adferd etter årstid, størrelse, tetthet, tid på døgnet og sykdom kan få fisken til å slutte å stime (Stien m.fl. 2012, Oppedal m.fl. 2011). For at luseskjørt skal være velferdsmessig forsvarlig bør det derfor være døgnskategorisk overvåking av oksygennivå og eksistere tiltak som raskt kan iverksettes ved vedvarende lave oksygenivå. Mengde av fisk i merdene må også tilpasses oksygentilførselen til merden, og i hvilken grad fisken oppholder seg i dukområdet.

(2) Lusespyler

Et alternativ til medikamentell eller kjemisk behandling mot lus er mekanisk fjerning av lus ved spyling med vann. Systemene som er utviklet baserer seg på at fisken trenges sammen og suges inn gjennom store rør hvor de passerer dyser med kraftig vannstrøm som spyler lusa løs fra fisken.

Flatssetsund Engineering AS har laget ei ejetorpumpe som både kan brukes til flytting og telling av fisk og avspyling av lus (<http://www.fls.no/no/avluser>). Fjernet lus samles opp i et filtersystem. Innledende feltutprøvinger ble foretatt i 2010 (Nilsen m.fl. 2010). Her rapporteres det at *”Det ble ikke påvist stress ved registrering av muskel-pH og ved atferdsobservasjon under behandlingen. Ved uttak av fisk før og etter behandling for evaluering av ytre skader ble det funnet små forskjeller i forekomst av håndteringsrelaterte skader på behandlet fisk sammenlignet med ubehandlet kontrollfisk, og det er ikke mulig å si sikkert om det skyldes håndtering av fisken ved selve prøvetakingen, håndteringen ved avlusing eller andre forhold. Det ble ikke registrert økt dødelighet i observasjonsperioden på 2 uker etter gjennomføring av forsøk 1.”* Etter dette har systemet blitt forbedret med aksialsug for bedre kapasitet, optimalisering av spyledyser for avlusing, og modifisering av rørdimensjoner. Resultater fra 2012 viste at det fortsatt kan oppstå nakkeskader ved for mye fisk i systemet, men det har ikke vært dødelighet selv etter flere spylinger av samme fisk. Spylerne er effektive og klarer > 85% fjerning av kjønnsmodne lus, og bedre på de andre stadiene (Øren 2012 <http://lusedata.no/wp-content/uploads/2013/03/Mekanisk-avlusing-Flatssetsund-avluser-Frank-Øren-Marine-Harvest.pdf>).

«SKAMIK Lusesenter» som er utviklet av Geir Skarstad og Frode Mikalsen i samarbeid med Oppdretternes Miljøservice AS og Norsk Fisketransport (NFT) er også basert på mekanisk fjerning av lakselus ved hjelp av spyling (<http://www.ilaks.no/god-test-av-lusespyler/>). Fisken suges også her opp fra merden og kjøres gjennom lusespyleren som er plassert på et båtdekk. Mer detaljerte opplysninger om teknologien er ikke offentliggjort. Aoife Karina Westgård, veterinær i Aqua Kompetanse skriver på [kyst.no](http://www.kyst.no) (http://www.kyst.no/?page_id=120&article_id=103857): *”Oppdretterne i Nord-Trøndelag har på eget initiativ krevd at fiskehelsepersonell skal være tilstede under alle utprøvinger av SKAMIK lusespyler, for å sikre at fiskevelferden blir ivaretatt. Veterinær og/eller fiskehelsebiolog fra Aqua Kompetanse har deltatt på samtlige feltutprøvinger og har i samarbeid med fiskehelsebiolog fra Val videregående skole nøye overvåket behandlingen mener skinnhelsen blir godt ivaretatt og sier i et leserinnlegg at slik lusebehandling er velferdsmessig forsvarlig). De kan dokumentere at SKAMIK lusespyling er en skånsom behandlingsmetode som ikke gir redusert skinnhelse og som er fiskevelferdsmessig forsvarlig”. Westgård rapporterer videre at: ”Lusetelling ble utført kategorisk på fisk før og etter spyling mens behandlingen foregikk. Slimlag, risttap, rødbyk og eventuelle merknader ble registrert for hver fisk. Det ble ikke registrert redusert slimlag, risttap eller rødbyk på laksen som kunne tilskrives behandling med SKAMIK lusespyler. Det ble ved ett tilfelle*

registrert forøket påkjenning på laksen som kunne tilskrives lusespyleren. Behandling ble da raskt avbrutt og årsakssammenheng umiddelbart utredet. Mekaniske feil ble avdekket og rettet opp. Utprøvningsanlegg rapporterer om at fisken har hatt god appetitt samme dag eller dagen etter avsluttet behandling. Vi har ikke registrert senskader i form av sårdødelighet 1-2 måneder etter spyling. Vi anser appetitt som en velferdsindikator og tolker derfor dette, i tillegg til observasjoner underveis og i ettertid, som en indikasjon på at behandlingen er fiskevelferdsmessig forsvarlig”.

Begge typer lusespylere ser ut til å behandle fisken relativt skånsomt, og ser ut som en metodikk som er lovende for fjerning og oppsamling av lakselus, og som kan være dyrevelferdsmessig forsvarlig. Denne metoden er også trolig minst like skånsom som mange av lusebehandlingsmetodene som er i bruk i dag. Vi har imidlertid ikke hatt tilgang til tallmaterialet bak undersøkelsene, med unntak av Nilssen 2010, og det bør legges frem ytterligere testdata som dokumenterer effekt og akseptabel dyrevelferd ved bruk av systemene. Mattilsynets krav til dokumentasjon og utprøving av metoder og tekniske løsninger i akvakultur bør for øvrig legges til grunn ved fremlegging av dokumentasjon

(http://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/fiskevelferd/krav_til_dokumentasjon_av_fiskevelferd_ved_utproving_av_metoder_og_tekniske_loesninger_i_akvakultur.8136)

4. Vil det være knyttet annen risiko til bruk av ny luseteknologi hos triploid laks enn hos ordinær oppdrettslaks?

Det eksisterer ikke data som kan brukes til å besvare om det er større risiko knyttet til bruk av ny luseteknologi hos triploid laks enn hos ordinær oppdrettslaks. Velferdsproblemer (og dødelighet) som måtte opptre hos diploid laks også ved bruk av disse teknologiene vil ved høy temperatur og lave oksygenverdier trolig være større hos triploid laks. Vi har ingen kunnskap om eventuelle forskjeller i risiko ved avlusing mellom diploider og triploider er større eller mindre ved bruk av nye teknologier enn ved bruk av de konvensjonelle.

5. Har HI i så fall forslag til særlige vilkår som MT kan stille for:

- a) å redusere risiko for dårlig velferd ved bruk av slik teknologi hos triploid laks**
- b) å tilrettelegge for tilsyn med bruken av slike metoder/teknologi hos triploid laks**

For oppdrett av triploid laks bør en være ekstra påpasselig for å unngå lokaliteter med høye temperaturer og lave oksygenverdier. For å være føre var anbefaler vi at det kjøres egne tester av lusereduksjons- og -lusespylingsmetodene med triploid fisk etter Mattilsynets krav til dokumentasjon (ovenfor), før de tas i bruk i næringen. Det kan tenkes at triploid fisk har en annen atferd enn normal laks som kan påvirke vannmiljø og velferd, for eksempel at mer fisk vil stå inne i skjortet, eller at de er mer sårbare for mekanisk belastning og akutt stress.

REFERANSER

- Botngård K., 2014. Permaskjørt hindrer påslag av lus. Kommende innlegg i Norsk Fiskeoppdrett.
- Fraser, TWK., Hansen, T., Skjæraasen, JE., Mayer, I., Sambraus, F., Fjellidal, PG. 2013. The effect of triploidy on the culture performance, deformity prevalence, and heart morphology in Atlantic salmon. *Aquaculture* 416-417, 255-264.
- Hansen, T., Fraser, TWK., Sambraus, F., Fjellidal, PG. 2014. Triploid laks krever tilpassete produksjonsbetingelser. *Havforskningsrapporten 2014*. 21-22.
- Hansen, T., Wargelius, A., Taranger, GL., Fjellidal, PG. 2012. Oppdrett av steril fisk. Rapport fra Havforskningen nr 18. 44 sider.
- Heuch P. A. 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.
- Heuch P. A., Parsons A., Boxaspen K., 1995a. Diel vertical migration: A possible host-finding mechanism in salmon louse (*Lepeophtheirus salmonis*) copepodids? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 52, 681-689.
- Hevrøy E. M., Boxaspen K., Oppedal F., Taranger G. L., Holm J. C., 2003. The effect of artificial light treatment and depth on the infestation of the sea louse *Lepeophtheirus salmonis* on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) culture. *Aquaculture* 220, 1-14.
- Lien A. M., Volent A., Jensen Ø., Lader P., Sunde L. M., 2014. Shielding skirt for prevention of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) infestation on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in cages – A scaled model experimental study on net and skirt deformation, total mooring load, and currents. *Aquacultural Engineering* 58, 1-10.
- Nilsen, A., Erikson, U. Ausmo, A, Østvik, A., Heuch, P.A. 2010. Mekanisk fjerning av lakselus "FLS avlusersystem" – test av ejectorpumper fra Flatsetsund Engineering AS, Veterinærinstituttets rapportserie Rapport 11, 2010
- Næs M., Heuch P. A., Mathisen R., 2012. Bruk av «luseskjørt» for å redusere påslag av lakselus *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer) på oppdrettslaks. NCE Aquaculture.
- Næs M., Grøntvedt, R., Kristoffersen, A.B., Johansen, B. 2014 Feltutprøving av planktonduk som skjerming rundt oppdrettsmerder for å redusere påslag av lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) Nordlaks, Veterinærinstituttet, Faglig rapport 4. mars 2014
- Oppedal F, Dempster T, Stien LH, 2011. Environmental drivers of Atlantic salmon behaviour in sea-cages: a review. *Aquaculture* 311, 1-18.
- Oppedal F., Dempster T., Bui S., Stien L. H., 2014. Snorkelmerd gir reduksjon i påslag av lakselus og normal tilvekst hos stor laks. Lusedata.no.
<http://lusedata.no/fou/snorkelmerd-gir-reduksjon-i-paslag-av-lakselus-og-normal-tilvekst-hos-stor-laks/>
- Røen S. R., 2014. Skjørtleverandørene godt rustet for sommeren. Kyst.no.
http://www.kyst.no/?page_id=119&article_id=105970
- Stien, L. H., Bracke, M. B. M., Folkedal, O., Nilsson, J., Oppedal, F., Torgersen, T., Kittilsen, S., Midtlyng, P. J., Vindas, M. A., Øverli, Ø. and T. S. Kristiansen 2012. Salmon Welfare Index Model (SWIM 1.0): A semantic model for overall welfare assessment of caged Atlantic salmon: review of the selected welfare indicators and model presentation. *Reviews in Aquaculture* 4: 1–25
- Taylor, JF., Sambraus, F., Mota-Velasco, J., Guy, DR., Hamilton, A. Hunter, D., Corrigan, D., Migaud, H. 2013. Ploidy and family effects on Atlantic salmon (*Salmo salar*) growth, deformity and harvest quality during full commercial production cycle. *Aquaculture* 410-411, 41-50.
- Øren, F. 2012 Flatsetsund lusspyler. <http://lusedata.no/wp-content/uploads/2013/03/Mekanisk-avlusning-Flatsetsund-avluser-Frank-Øren-Marine-Harvest.pdf>