

Mattilsynet

v/ saksbehandler Inger Fyllingen

Mattilsynets referanse: 2007/15481

Forberedt av Frode Oppedal, Havforskningsinstituttet, 6/2-2009.

Innspill til utfordringer knyttet til økende merdstørrelse

Direkte forskning på hvordan oppdrett i store merder fungerer i forhold til små er fraværende. Tilstrekkelig vitenskaplig begrunnede diskusjoner vil derfor være vanskelig å legge ut på. De følgende diskusjoner er derfor basert på IMR sin mer generelle kunnskap rundt oppdrett i merder.

I et dyrevelferdsperspektiv er det viktig å vurdere om fisken i større merder kan mestre det miljøet den blir gitt (NFR, 2005; Branson, 2008). Volumet i større merder øker og miljøet som tilbys fisken kan utgjøre større valgmulighet som igjen vil kunne være mer tilpasset enkeltindivider sitt prefererte miljø. Men samtidig vil oksygenforholdene bli potensielt dårligere ettersom den økte biomassen forbruker mer oksygen og det oksygenrike vannet som strømmer inn i merden vil bli oksygenfattigere før det strømmer ut av store merder i forhold til i mindre merder. Totalt sett vil således miljøet i merdene bli dårligere i større merder hvis en opprettholder samme tetthet, som igjen er negativt for individene som oppdrettes.

Det er en rekke utfordringer knyttet til økende merdstørrelse. De viktigste utfordringene med større merder er dårligere oksygenmiljø for fisken, større konsekvenser ved rømming, operasjonelle utfordringer og redusert kontroll med produksjonen.

Større merder gir:

- Økt volum
- Økt biomasse
- Flere individer
- Større konsekvenser av rømming
- Lavere bæreevne (kg/m^3)
- Dårligere oksygenmiljø ved samme fisketetthet
- Større krav til lokalitetsvalg og minimum vannstrøm
- Operasjonelle utfordringer (funksjonalitet, større utstyr, mer not, notvask, notskift, nottørking, større fortøyning, uttak, sortering, avlusing, medisinbehandling, dødfiskhåndtering, slakt)
- Mindre kontroll
- Økt krav til overvåking
- Smittepress og parasitter (øker lokalt, men kan reduseres regionalt)
- Økt lokal eutrofiering

Økt volum, biomasse og flere individer

Merdene øker i størrelse gjennom økt areal (lengde og bredde for firkantmerder og omkrets for sirkler) og dyp. Generelt ser vi at merdene i områder med dypt vann og tidvis varmt overflatevann (Vestlandet) også øker i dybde, mens merder i grunnere områder og med fravær av ekstremt høye temperaturer (Midt-Norge) kun øker i areal. Historisk sett har merdene økt i størrelse fra 12 m * 12 m og 5-15 m dyp via normale 24 m * 24 m, bortimot 30 m dype og til dagens største firkantmerder på 40 m * 40 m og dybder på bortimot 50 m. Sirkelmerdene har økt fra omkretser på under 50 m via den gang store sirkler med omkrets 100-120 m og til dagens store ringer med omkrets på 157 m (diameter på 50 m) og dyp bortimot 50 m. Fremtidsvisjoner indikerer merdstørrelser på mer enn 100 m (300 m) i diameter.

Antall individer i merdene har økt med størrelse og dermed også biomassen. Med dagens regler om maksimalt 25 kg/m³ vil en kunne ha opp 3000 tonn og 600 000 individer a 5 kg i dagens store merder. Det er i dag ikke uvanlig med over 200.000 fisk og biomasse på over 1000 tonn i en stor sirkelmerd før utslakting starter.

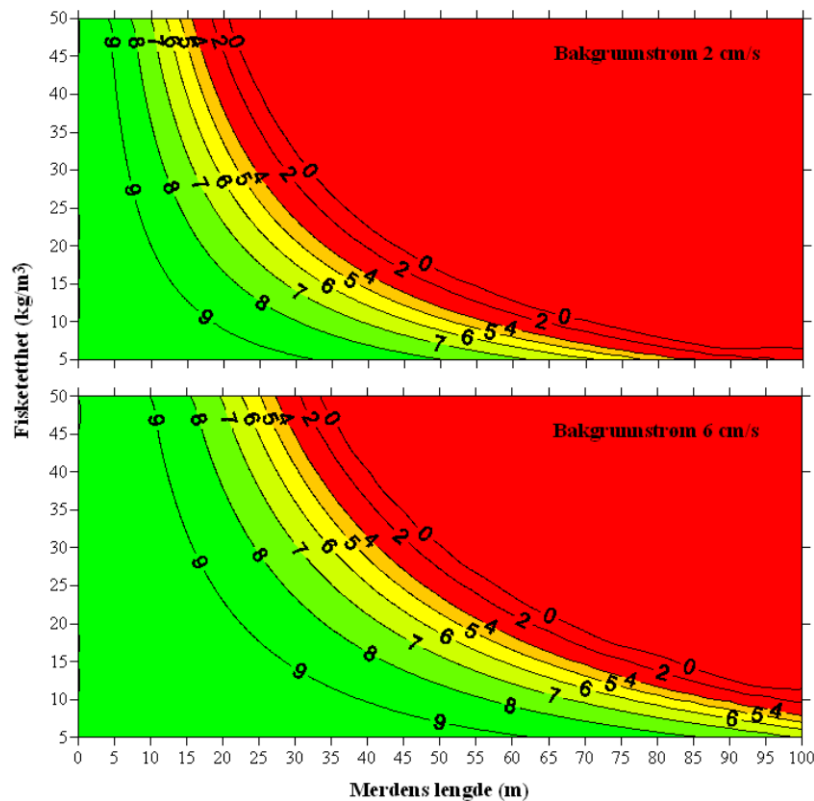
Rømming får større konsekvenser

Dersom rømming skjer fra store merder vil det sannsynligvis være et stort antall individer som rømmer i forhold til mindre antall i mindre merder. Dette kan få store konsekvenser for lokale laksestammer i form av genetiske interaksjoner og vil potensielt være en trussel i forhold til overføring av patogener og parasitter til ville populasjoner av laksefisk. Den norske oppdrettsnæringen har blitt så stor i forhold til ville laksestammer at selv med 1 % rømming vil dette gå hardt utover forvaltning og bevaring av villaksen (ICES 2006; 2007). The rømte individene vil kunne spre sykdom og parasitter og endre på den genetiske sammensetningen av stammene gitt at den klarer å krysse seg inn (Ferguson et al., 2007; Jonsson and Jonsson 2006; Naylor et al., 2005; Skaala et al., 2006). En global vurdering (Ford and Mayers, 2008) indikerer at lakseoppdrett har redusert overlevelsesraten til ville lakse- og ørrepopulasjoner i en rekke land.

Redusert oksygenmiljø og bæreevne i større merder

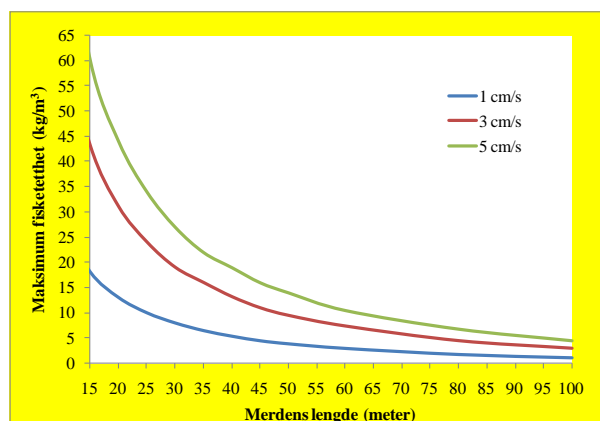
Laks forbruker oksygen i forhold til størrelse, temperatur, aktivitet, akklimeringsstatus og mengde spist fôr. Tilførsel av oksygen til en merd skjer ved at oksygenrikt vann strømmer gjennom notveggen og inn til fisken i merden. Ettersom fisken i merden forbruker oksygen synker gradvis nivået gjennom merden. Samtidig vil fiskebiomassen i seg selv redusere vannstrømmen gjennom merden som fører til raskere nedgang i oksygenivået. Basert på observasjoner er det utviklet en forenklet modell hvor vannutskiftning og oksygenforhold i fiskeoppdrettsanlegg beregnes ut fra bakgrunnsstrøm, fisketetthet og merdstørrelse (Aure et al., 2009). Modellen er basert på en tidligere publisert modell for bæreevne i et blåskjellanlegg (Aure et al., 2007). Desto større merden er i lengde/ diameter desto lavere vil oksygenivået falle gjennom merden, se figur 1. Samtidig vil oksygenivået falle raskere ved økende tetthet. Risikoen for at det oppstår ugunstige oksygenivå øker med størrelsen på merden. Resultatene viser at store merder er betydelig mer følsomme for periodevis lave oksygenverdier enn mindre merder som følge av eksempelvis adferdsmessige endringer i fisketettheten. En rekke studier viser at det er mer en regel enn unntak at den observerte fisketettheten varierer i merden og *vanligvis observeres tettheter på 1,5 til 5 ganger den beregnete tetthet basert på kalkulasjon av totalt* Havforskningsintitutet, februar 2009

merdvolum og biomasse (Fernö et al., 1995; Oppedal et al., 2001; Juell et al., 2003; Juell and Fosseidengen 2004; Johansson et al., 2006; 2007; Oppedal et al., 2007).



Figur 1. Beregnet midlere oksygenkonsentrasjon (mg/l) i en fiskemerd som funksjon av fisketetthet (kg/m³) og merdens lengde (m) i en sommersituasjon (sjøvann, 15 °C, 120 % oksygenmetning) med lite (2 cm/s) og relativt god bakgrunnstrøm (6 cm/s). Over lengre tid bør laks oppdrettes på oksygenverdier over 7 mg/l. Modellen og figuren illustrerer at risikoen for lavere oksygenverdier (gul/ rød farge) øker med størrelsen på merden og økende fisketetthet. Økende bakgrunnsstrøm på lokaliteten øker kapasiteten, men begrenses likevel av økende merdstørrelse.

Aure et al. (2009) konkluderer med at fisketettheten i store merder må være betydelig lavere enn i små for å kunne opprettholde god vannutskifting og vi kan si at bæreevne målt som tetthet er lavere i store enn små merder. Større anlegg fører til økt friksjon og dermed redusert vanntilførsel. I tillegg må vannet også passere flere fisk enn tidligere. Dette fører til en økt risiko for periodevis lave oksygenverdier i merdene. Dette bekreftes av undersøkelser i store merder hvor oksygenmetninger under 30 % er målt i strømsvake perioder (Vigen, 2008) og regelmessige lave oksygenverdier målt i 'normale' kommersielle anlegg (Johansson et al., 2006; 2007). De potensielt største problemene med oksygenunderskudd i merdene oppstår som oftest om sommeren og tidlig høst når fiskens oksygenforbruk er på det høyeste og vannets innhold er på det laveste på grunn av høy temperatur. I store merder (både kompaktanlegg med firkantmerder og sirkelmerder) må det være en betydelig redusert fisketetthet i forhold til små merder for å sikre en god vannutskifting.



Figur 2. Beregnet maksimal midlere fisketetthet (kg/m^3) i en merd (bæreevne) som en funksjon av merdens lengde (m) og vannstrøm (1, 3 og 5 cm/s) for en sommersituasjon (sjøvann, 15 °C, 120 % oksygenmetning). Laveste akseptable midlere oksygenverdi i merden er satt til 7 mg/l og oksygeninnholdet i upåvirket sjøvann er 10 mg/l. Bakgrunnsverdiene for oksygen er satt basert på normale verdier som observeres årlig ved de fleste anlegg i sør- og midt-Norge. Ofte observeres mye dårligere forhold. Vi ser at økningen i bæreevnen med økende minimum vannstrøm avtar med økende størrelse på anlegget og er ca 3 ganger større for merdlengde lik 25 m enn for merdlengde lik 50 m. Det er verdt å merke seg at for et 100 m langt anlegg vil bedre strømforhold bare gi en ubetydelig økning i bæreevnen i form av økt maksimal fisketetthet. Flere merder etter hverandre eller kompakte anlegg kan sees på som en merdenhet.

Større merder krever mer stabil minimum vannstrøm ettersom forbruket i store merder er høyere og risikoen for lave oksygenforhold betydelig. Således vil det kun være gode, ofte eksponerte lokaliter med stabil vannstrøm som vil være egnet for oppdrett i store merder. Lokaliteter med strømsstille perioder over ti-talls minutter som følge av at tidevannet snur vil ikke være egnet.

Det er alminnelig kjent at lave oksygenverdier (hypoksi) fører til negative konsekvenser for fisken. Oksygen er uunnværlig i alle energikrevende prosesser hos laks. Tilstrekkelig oksygentilførsel er avgjørende for å kunne ta opp mat og omdanne denne til energi og vekst. Oksygenverdier som ligger under trivsels- og ikke minst toleransegrensene gir ikke bare dårlige produksjonsresultat for oppdretteren gjennom dårlig appetitt og fôrutnyttelse men også redusert sykdomsmotstand og dårlig velferd. Dersom fisken over lengre tid ikke får dekket oksygenbehovet vil den konsentrere opp melkesyre i muskulaturen og dø. Nylige forsøk indikerer at fluktuerende hypoksiverdier ned mot 40 % kan være dødelig, mens verdier ned mot 60 % gir dårligere appetitt, vekst, kondisjon og større andel fisk med sårskader.

Operasjonelle utfordringer (funksjonalitet, større utstyr, mer not, notvask, nottørking, notskift, større fortøyning, uttak, sortering, avlusing, medisinbehandling, dødfiskhåndtering, slakt)

På et generelt grunnlag kan man påstå at de fleste arbeidsoperasjoner blir vanskeligere å utføre i større merder. Dette stiller høyere krav til utstyr som skal benyttes og kunnskap om bruken av utstyret. Utstyr og metoder som var funksjonelle i mindre merder er ikke nødvendigvis egnet i større merder. Nøtene er mindre håndterbare i form av økt størrelse, dybdeplassing og tyngde. Håndtering av nøter krever større utstyr og bruk av mer krefter som igjen kan få større konsekvenser dersom noe går galt. Arbeidsdybdene er ofte større og vanskeliggjør arbeid med rengjøring og kontroll. Notvasking med dykkere er fremdeles mulig på større dyp, men tid reduseres og risiko økes. Maskinell notvask lar seg gjøre på notvegger, men med redusert kontroll med dyp. Normalt vil det

være mindre begroing med dypet i forhold til noen begroingsarter, men flere arter vokser uavhengig av dyp eller erstattes av andre arter på større dyp. Tørking av not for å redusere begroing blir vanskeligere. Notskift krever større utstyr og kompetanse samtidig som flere fisk er involvert som igjen øker konsekvensene av potensielle negative effekter på fisken.

Fortøyning krever mer planlegging og simulering av krefter for de større kreftene som vil virke ved bruk av større nøter. Utstyr som kreves, ikke minst for håndtering vil vokse i størrelse og krav til kvalitet og kompetanse vil øke. Deler av denne kompetansen er tilgjengelig hos blant annet SINTEF fiskeri og havbruk per i dag og kan videreutvikles sammen med offshoreindustri.

Uttak. Muligheten for representative uttak reduseres med størrelsen på merdene. Per i dag benyttes en rekke ulike måter for uttak av fisk som er av variabel kvalitet. Fremtidige større nøter vil kreve en videreutvikling og kvalitetssikring av metoder. Som et eksempel kan det nevnes at dagens metoder for uttak av fisk til telling av lakselus ofte ikke er representative og høyst variable mellom anlegg.

Ved sortering og store uttak av fisk fra not gjennom tørking av not vil konsekvensene av uforutsett hendelser få større konsekvenser i større merder. Eksempelvis dårligere velferd på flere fisk og evt. flere rømte individer ved rømming. Rutinene for behandling av nøter krever videreutvikling, kvalitetssikring og økt krav til kompetanse.

Avlusing med badebehandling

Lus på stor oppdrettslaks blir ofte fjernet ved badebehandling hvor man bruker presenningsskjørt 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, men ettersom 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 og at oksygenivå raskt blir utilfredsstillende (Vigen 2008; Oppedal og Vigen 2009). I tillegg er det i flere studier vist at legemiddelets fordeling i store merder er problematisk og potensialet for videreutvikling av utdosering er stort (Bjørn et al., 2004). Det anbefales, og er spesifisert i godkjenning/bruksanvisning for legemiddel at ved avlusing med skjørt må noten lines opp over skjørtet. Dette er ikke praktisk gjennomførbart i mange av dagens eksisterende store merder. Det er derimot mulig med videreutvikling og bruk av riktig utstyr og kompetanse. Det er nylig rapportert om vellykket avlusing med heldekkende presenning i dagens store merder. Oksygenivå under avlusing blir i dagens merder ikke opprettholdt under avlusing. Mulighetene er tilstede for at oksygenivå under avlusing kan måles og at akseptable verdier kan justeres inn ved tilsetning av oksygen i dagens store merder og eventuelle fremtidige større.

Ettersom dagens praksis ikke fungerer tilfredsstillende er det åpenbart at enda større merder vil by på ytterligere problemer rundt avlusing med badebehandling.

Medisinering/ avlusing med oralt middel

Det er et generelt problem at sykk fisk har dårlig appetitt. I tillegg spiser enkeltindivider til ulike tider gjennom døgnet. Det er således et problem å sikre at alle individer i en merdpopulasjon får i seg tilstrekkelig mengde medisinfôr. Samtidig vil overføring av medisinfôr bli mat for villfisk med tilhørende konsekvenser. Dette problemet vil sannsynligvis øke i større merder.

Avlusing med leppefisk

Et potensielt problem med større nøter er at det finnes en hypotese om at leppefisk ikke beiter effektivt på laks som svømmer langt unna notveggen. Dette er begrunnet med at leppefisken hovedsakelig oppholder seg i området nær notveggen og ikke kommer i kontakt med laks som oppholder seg kontinuerlig nærmere senter av merden. Dette er en hypotese uten støtte i data per dags dato.

Dødfiskhåndtering

Variierende utstyr for oppsamling av dødfisk i store merder finnes i dag og det er mulig å videreutvikle prinsippene også for større merder. Det er derimot utfordringer med kontroll av dødfisk som ikke samler seg i oppsamlingsenheten. De store mengdene med dødfisk som kan forekomme krever at større fiskebåter eller lignende med egnet pumpe/ håve utstyr må benyttes for å ta seg av avfallet.

Slakt

Ved slakting kan kun deler av store merder transporteres om gangen. Dette innebærer at ved standard sultingsregimer vil mye fisk gå uten mat i perioder. Dette er normalt ikke et problem for fisken, ettersom stor laks med god almenntilstand og ernæringsstatus tåler å sulte i 12 uker (Ernæringsinstituttet, 1996). Men utsatte grupper av fisk (bærere av latente infeksjoner, eksgytere, fisk med skader, stresset fisk) vil trolig tåle sulting dårligere. Oppdretter vil derimot tape noen dager med effektiv produksjon pga av stans i utfôring til hele biomassen i merden ved sulting. Ved uttak av fisk fra not gjennom tørking av not vil konsekvensene av uforutsett hendelser få større konsekvenser i større merder. Eksempelvis dårligere velferd på flere fisk og evt. flere rømte individer ved rømming.

Fôrkontroll

Utfôring skjer i dagens oppdrett vanligvis gjennom en eller flere luftslanger per merd med ulik form for spredning eller direkte med fôring fra spreder montert på båt. Fôret blåses fra et sentralt fôrlager og ut til merden eller båten har med fôret ombord. Disse prinsippene kan overføres til større merder ved å øke antallet og kapasiteter på utstyret. Dagens utfôring er basert på kombinasjoner av beregnet mengde fra tabell (fiskestørrelse, temperatur) og varierende grad av oppfølging av appetitt og/ eller spillfôr. Eksempler på appetittregistrering er direkte observasjon av overflateaktivitet eller fôringsatferd ved bruk av kamera; spillfôr kan samles opp med ulik teknologi eller observeres med kamera eller ulikt fungerende sensorer. Dagens kontroll med spillfôr er høyst varierende og vanskeligere i store merder enn små. Ved bruk av større merder vil problemene med korrekt utfôring

øke og graden av kontroll synke med tilhørende økt fare for overføring som øker belastning på miljøet samt tiltrekking og oppføring av villfisk.

Kontroll og overvåking

Det sier seg selv at med større merder, mer not, økende volum og antall individer er det vanskeligere å ha kontroll med hva som skjer med not, utstyr, miljø og ikke minst hvert enkeltindivid i merdene. Automatisk overvåking av merder og fortøyninger er fraværende i dag, men slikt utstyr kan muligens utvikles for fremtiden.

Dyrevernloven sier i klartekst at dyr som holdes i fangenskap ikke skal lide unødig og derimellom ligger det at dyrene skal oppleve et normalt miljø for arten. For å kunne sikre at miljøet tilfredsstiller artens krav må oppdretter måle og logge de viktigste fysiske parametere som fisken opplever med en høy nok grad av oppløsning i tid og rom. Allerede i dagens middelstore merder ser vi alarmerende lave oksygenverdier og til tider høye temperaturer (Johansson et al. 2006; 2007; Vigen 2008). Disse problemene vil øke i større merder. Ulike systemer for å kunne måle miljø og vurdere verdiene i forhold til fiskens velferd og metabolske kapasitet er utviklet eller under utvikling. Disse systemene må utvikles videre og tas mer i bruk i dagens middelstore merder og er enda viktigere i større merder. Tiltak for å begrense skadevirkninger av dårlig miljø er få og mangelfulle, men ytterligere forskning på området vil kanskje delvis kunne bøte på dette.

Smittepress og parasitter (Veterinærinstituttets innspill vil være mer utfyllende)

Dersom flere individer samles på samme plass vil smittepress mellom individene øke og smitte som overføres ved nærkontakt vil øke med økende antall individer i større merder.

Dersom avstanden mellom større merder er større enn småmerder vil det potensielt kunne oppstå et laver smittepress mellom merder og dersom det samtidig er lenger avstand mellom anlegg bestående av store merder vil det bli lavere regionalt smittepress.

Parasitter som lakselus vil få lettere fotfeste i en stor populasjon enn en liten, men ved en begrenset mengde infiserende larver vil antallet per vert gå ned.

Eutrofiering

Lokal eutrofiering (gjødsling) vil kunne oppstå, men med økt krav til gjennomstrømming av lokaliteter med større merder vil dette sannsynligvis ikke bli et problem. Denne faktoren er omdiskutert av ulike fagmiljø og innspill fra flere parter er nødvendig for å trekke konklusjoner. Områder med ulik topografi vil respondere meget forskjellig på eutrofiering og variasjoner i vær og vind kan skape kortvarige perioder problem.

Økt lokal belastning på bunn med økt mengde organisk stoff vil kunne forekomme. Men med et sterkere krav til lokaliteten i utgangspunktet blir ikke dette nødvendigvis et problem. Overvåking av dette vil kunne forgås med dagens MOM undersøkelser.

Referanser

Aure, J., Vigen J. og Oppedal, F. 2009. Hva bestemmer vannutskiftning og oksygenforhold i oppdrettsmerder?, kap 3.5.5 i Kyst og Havbruksrapporten 2009 (kommer ut i mars 09, men artikkelen er vedlagt som tekst fil).

Aure, J., Strohmeier, T. and Strand, O., 2007. Modelling current speed and carrying capacity in long-line blue mussel (*Mytilus edulis*) farms. *Aquaculture Research* 38, 304-312.

Bjørnu, B., Aunsmo, A., Moen, V., og Markussen, T., 2004. Evaluering av badebehandlingsmetodikk mot lus i oppdrettsanlegg. VESO Trondheim.

Branson, E.J., Fish Veterinary Society, 2008. Fish welfare. Fish Veterinary Society : Blackwell, Oxford, XVI, 319pp.

Ernæringsintitutttet, 1996. Effekt av sult på vekst, ernæringsstatus og helse hos stor laks. Et rapport 1996. Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt. 44s.

Ferguson, A., Fleming, I., Hindar, K., Skaala, Ø., McGinnity, P., Cross, T. F., and Prodöhl, P. 2007. Farm escapes. In: *The Atlantic Salmon: Genetics, Conservation and Management* (Verspoor, E., Stradmeyer, L., and Nielsen, J. L., eds.). Blackwell Publishing Ltd, 357-398.

Fernö, A., Huse, I., Juell, J.-E. and Bjordal, A., 1995. Vertical distribution of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in net pens - trade-off between surface light avoidance and food attraction. *Aquaculture* 132, 285-296.

Ford, J. S., and Myers, R. A. 2008. A global assessment of salmon aquaculture impacts on wild salmonids. *PLoS Biol* 6(2): e33. doi:10.1371/journal.pbio.0060033.

ICES (International Council for the Exploration of the Sea) 2006. Report of the working group on North Atlantic salmon. ICES CM 2006/ACFM:23, 254 pp.

ICES (International Council for the Exploration of the Sea) 2007. Report of the working group on North Atlantic salmon (WGNAS). ICES CM 2007/ACFM:13, 253 pp.

Johansson, D., Ruohonen, K., Kiessling, D., Oppedal, F., Stiansen, J.E., Kelly, M. and Juell, J.-E. 2006. Effect of environmental factors on swimming depth preferences of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and temporal and spatial variations in oxygen levels in sea cages at a fjord site. *Aquaculture*, 254, 594-605.

Johansson, D., Juell, J.-E., Oppedal, F., Stiansen J.E. and Ruohonen, K. 2007. The influence of the pycnocline and cage resistance on current flow, oxygen flux and swimming behaviour of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in production cages. *Aquaculture*, 265, 271-287.

Jonsson, B., and Jonsson, N. 2006. Cultured Atlantic salmon in nature: a review of their ecology and interaction with wild fish. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 1162-1181.

Juell, J.-E., Oppedal, F., Boxaspen, K. and Taranger G.L., 2003. Submerged light increases swimming depth and reduces fish density of Atlantic salmon *Salmo salar* L. in production cages. *Aquaculture Research*, 34, 469-477.

Juell, J.-E., Fosseidengen, J.E. 2004. Use of artificial light to control swimming depth and fish density of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in production cages. *Aquaculture* 233, 269-282.

Naylor, R., Hindar, K., Fleming, I.A., Goldberg, R., Williams, S., Volpe, J., Whoriskey, F., Eagle, J., Kelso, D., and Mangel, M. 2005. Fugitive salmon: assessing the risks of escaped fish from net-pen aquaculture. *BioScience*, 55: 427-437.

NFR, 2005. Forskningsbehov innen dyrevelferd i Norge. Rapport fra styringsgruppen. Norges Forskningsråd, Oslo. 356 s.

Oppedal, F., Juell, J.-E., Taranger, G.L. og Hansen, T., 2001. Artificial light and season affects vertical distribution and swimming behaviour of post-smolt Atlantic salmon in sea cages. *Journal of Fish Biology*. 265: 70-81.

Oppedal, F., Juell, J.-E. and Johansson, D., 2007. Thermo- and photoregulatory swimming behaviour of caged Atlantic salmon: Implications for photoperiod management and fish welfare. *Aquaculture* 265, 70-81.

Oppedal, F. og Vigen J., 2009. Laksen unnviker avlusingsmiddel – dersom den blir gitt mulighet, kap 3.5.1 i Kyst og Havbruksrapporten 2009 (kommer ut i mars 09, men artikkelen er vedlagt som tekst fil).

Skaala, Ø., Wennevik, V., and Glover, K. A. 2006. Evidence of temporal genetic change in wild Atlantic salmon, *Salmo salar* L., populations affected by farm escapees. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 1224-1233.

Vigen, J. (2008) Oxygen variation within a seacage. European Master in Aquaculture and Fisheries, Department of Biology, University of Bergen.