

3.5.2 FRA UTSETT TIL SLAKT

I dette studiet fulgte vi vannmiljø og fiskeadferd gjennom en produksjon av laks fra utsett i sjø til slakt. Variasjon i vannmiljø ble relatert til daglig tilvekst og sykdomsutbrudd på anlegget. Observasjonene fra studiet viser at fisken posisjonerte seg både i henhold til vannmiljø og beitestrategi. Det er også indikasjoner på at fiskeadferd kan bli brukt som tidlig varslings av sykdomsutbrudd. Økt grad av overvåking og forståelse av hvordan miljøet i merden påvirker fisken vil i fremtiden være med på å sikre en bærekraftig oppdrettsproduksjon og dokumentere god fiskevelferd.

Lars Helge Stien

lars.helge.stien@imr.no

Tore Kristiansen

tore.kristiansen@imr.no

Trine L. Danielsen

trine.danielsen@marineharvest.com
Center for Aquaculture Competence (CAC)

Thomas Torgersen

thomas.torgersen@imr.no

Frode Oppedal

frode.oppedal@imr.no

Jan Erik Fosseidengen

jan.erik.fosseidengen@imr.no

Store verdier, lite kunnskap

Atlantisk laks er det viktigste oppdrettsdyret i Norge med en årlig verdi på over 15 milliarder kroner fra produsent. De økonomiske verdiene som står på spill i merdene er med andre ord enorme. Til tross for dette er det lite tilgjengelig kunnskap om hvilke miljøforhold og utfordringer en

oppdrettslaks må mestre i løpet av sitt liv. Det finnes i dag så godt som ingen datasett hvor fiskens produksjonsparametre, adferd og oppdrettsmiljø er observert over hele produksjonsperioden fra utsett i sjø til slakt. Vi har derfor i de siste årene begynt å utvikle teknologi og metoder for å hente inn slike data på en enkel måte. Målet er å komme frem til ny kunnskap om sammenhenger mellom vannmiljø, fiskeadferd, fiskevelferd og fiskehelse. Dette er nødvendig for å kunne gi bedre råd til både oppdretterne og forvaltningen.

Studie i kommersielt anlegg

Ved oppdrettsanlegget Center for Aquaculture Competence (CAC) i Gardssundfjorden i Hjelmland kommune i Rogaland har vi fulgt laks i merder fra utsett til slakt. Anlegget består av tolv stålmerder (24 x 24 m, Figur 3.5.2.1) og en tilstøtende flåte med førhall, kontor, laboratorium og verksted (Figur 3.5.2.2). Anlegget er dedikert til forskning og utvikling, og målt i oppdrettsvolum er det verdens største forsknings-

stasjon for merdoppdrett av laks. Noen av de mange fordelene med å benytte dette anlegget er at det er godt utstyrt med måleutstyr for ulike vannparametre (levert av AKVA group), at alt som skjer på anlegget blir nøye loggført, og at de som jobber på oppdrettsanlegget er høyt kvalifiserte og kunnskapsrike.

Vi presenterer her resultater fra én av merdene i anlegget som ble spesielt nøye overvåket. Temperatur, oksygen og saltholdighet i hele merdens vannsøyle ble registrert med miljømålere som kontinuerlig ble senket ned og heist opp i merden. Fiskens dybdefordeling ble kontinuerlig registrert med ekkolodd. I tillegg registrerte vi fiskens appetitt (målt som utføret mengde fôr), vekst, dødelighet og sykdomsutbrudd.

Utsett

Den valgte merden ble 9. mai fylt med 68 598 smolt med en snittstørrelse på 70 gram, noe som ga en biomasse på 4,8 tonn.



Figur 3.5.2.1

Oppdrettsanlegget som ble fulgt i dette studiet har totalt 12 rektangulære 24 x 24 m stålmerder med 20–30 m dype nøter. The fishfarm we followed in this study has twelve 24 x 24 m steel cages with 20–30 m deep nets.



Figur 3.5.2.2

Oppdrettsanlegget har en flåte med førhall, verksted, lab og kontor tilknyttet stålmerdene. The fishfarm has a barge with feed hall, workshop and office connected to the steel cages.

Fra utsett ble det benyttet 20 m dype nøter. Dette ga et merdvolum på 11 520 m³ og en fisketetthet på kun 0,42 kg/m³ (tillatt fisketetthet i Norge er 25 kg/m³). Denne lave tettheten ble valgt for å sikre at fisken skulle vokse opp under nær optimale forhold og at det ikke skulle bli nødvendig å fordele fisken i flere merder senere i produksjonen. Hvis man antar at fisken ved slakt vil ha en snittvekt på 5 kg og at nøtene da er 30 m dype, ville tettheten bli maksimalt 19,8 kg/m³.

Observasjoner i august 2007

1. august hadde fisken nådd en snittvekt på 270 gram. Dette gir en total tilvekst fra utsett på 1,7 % per dag. I begynnelsen av august var det relativt jevn overgang i temperatur fra 15 °C i overflaten til 11 °C i bunnen av merden (Figur 3.5.2.3), og oksygenivået var på nær 100 % metning i bortimot hele vannsøylen. Fisken befant seg imidlertid i to hovedgrupper, hvor den ene gruppen svømte nær overflaten mens den andre svømte på rundt 16 meters dyp (Figur 3.5.2.4). Dette endret seg rundt midnatt, da all fisken svømte nær overflaten. Fisken gjorde trolig en avveining av å svømme i overflaten hvor den ble føret med pellets og det var noe varmere, mens det lenger nede var svakere lys og mindre fare for predasjon. Om natten er det lite lys i overflaten, dvs. lav predasjonsfare, og all fisken samlet seg der. I tillegg er det bare i overflaten det om natten er nok lys til å opprettholde stiming. Utover i måneden økte overflatetemperaturen, og hele merden fikk en temperatur på over 15 °C.

Nær overflaten var det tidvis temperaturer opp mot 18 °C. Til tross for dette beholdt fisken hovedstrukturen i todelingen, men med flere fisk som svømte mellom de to gruppene. Den høye overflatetemperaturen gjorde at fisken var kortere perioder i overflaten enn tidligere før den svømte ned igjen. Dette kan ses ved at det ble stadig mer og mer fisk nede i merden ettersom overflatetemperaturen økte. Det er tidligere indikert at laks i sjøvann har en preferert temperatur på rundt 17 °C og at den unngår høyere og lavere temperatur hvis mulig. I slutten av måneden strømmet det opp noe kaldere og mer oksygenfattig vann, og i de øverste meterne kom oksygenmetning ned mot 60 % de to siste dagene i måneden (Figur 3.5.2.3). Det kan se ut som at fisken unngikk overflaten disse to dagene. I løpet av august hadde fisken en gjennomsnittlig daglig tilvekst på 1,6 % og den oppnådde en snittvekt på 434 gram.

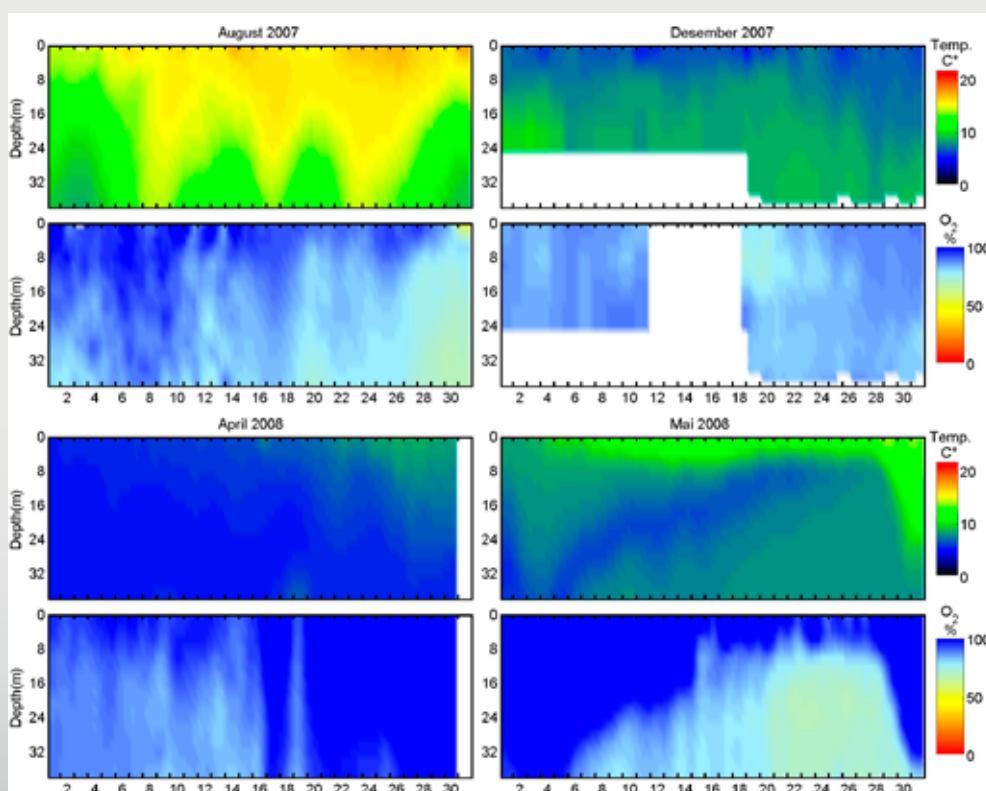
Observasjoner i desember 2007

Fra 31. august til 1. desember hadde fisken en daglig tilvekst på 1,3 % og nådde en snittvekt på 1,3 kg. I desember lå gjennomsnittstemperaturen i vannet på 6–7 °C ved 1 til 7 m dyp og rundt 9 °C ved 20 m dyp (Figur 3.5.2.3). Oksygenivået fluktuerte over tid mellom 70 og 90 % metning i alle dyp. Fiskens adferd hadde ikke lenger en tydelig todelt struktur som i august, og fisken utnyttet også vannvolumet i mye større grad (Figur 3.5.2.4). Frem til 20. desember var fisken spredd ut om natten, med en overvekt av fisken i de øverste vannlagene, mens den var samlet i

en relativt tett gruppe på 8–15 meters dyp midt på dagen. Denne adferden kan skyldes at fisken om dagen har nok tilgjengelig lys til å stime tett sammen i det noe varmere vannet dypt i merden. Fisken føres imidlertid i overflaten, og fisk med høy appetitt vil normalt oppholde seg der. Det kan derfor ses på som et tegn på redusert appetitt at fisken nesten ikke er til stede øverst i merden om dagen. Etter at under vannslys (1000 watt på 7 og 15 m dyp) ble slått på den 20. desember, fikk laksen en kontinuerlig 'dagadferd' og holdt seg dypt i merden hele døgnet. Ved å gi lys til laksen om vinteren 'fremskyndes sommeren', og laksen utsetter kjønnsmodningen med ett år. Innen den tid er laksen slaktet, færre fisk vil bli nedklassert på slaktelinjen som følge av kjønnsmodning, og laksens generelle velferd økes ved at færre fisk får sårskader og problemer med regulering av saltinnhold. Samtidig som lyset ble slått på, ble det observert utbrudd av pankreassykdom (PD) i merden. En latent PD-infeksjon kan ha uttrykt seg i nedsatt appetittadferd. PD ble påvist av veterinær 10. januar 2008. Et eksempel på typisk appetittadferd ses i dagene etter julehelgen hvor det ble føret i underskudd. De påfølgende dagene trakk fisken mer mot overflaten på dagtid. I desember hadde fisken en daglig tilvekst på kun 0,3 %, og snittvekten denne måneden økte bare fra 1,3 til 1,5 kg.

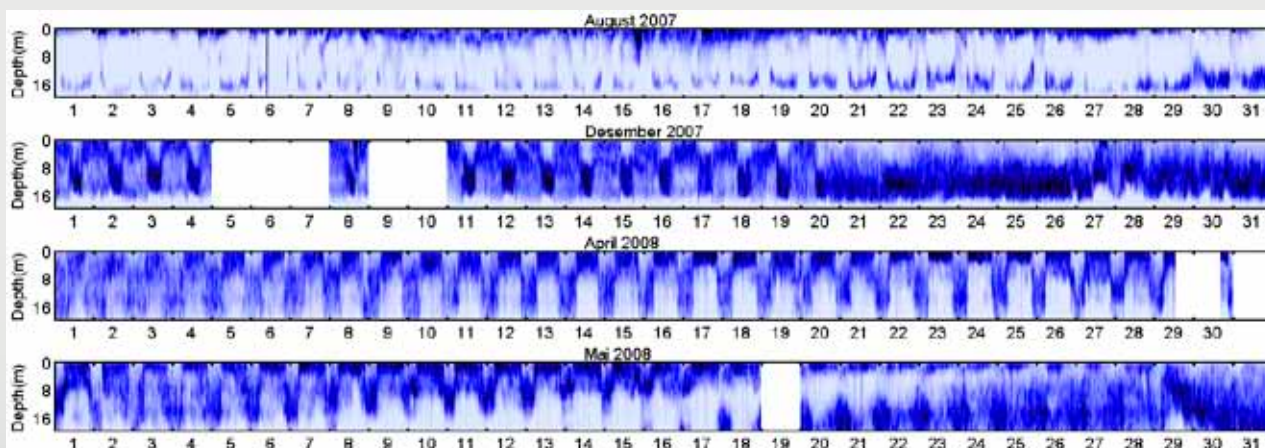
Observasjoner i april 2008

I januar 2008 ble det byttet fra 20 m dype nøter til 30 m dype nøter, men brorpar-



Figur 3.5.2.3

Vanntemperatur og oksygenmetning i den utvalgte merden for august og desember 2007 og for april og mai 2008. Water temperature and oxygen saturation in the selected cage in August and December 2007 and April and May 2008.



Figur 3.5.2.4

Svømmedyp og relativ dybdefordeling av laksen for august og desember 2007 og for april og mai 2008.

Avmerking på horisontalaksen indikerer midnatt.

Swimming depth and relative depth distribution of salmon in August and December 2007 and April and May 2008.

Ticks on the horizontal axis indicate midnight.

ten av fisken befant seg i de øverste 20 meterne vist i ekkoloddfigurene. Dette kan forklares med at fisken ble føret fra overflaten og at undervannslýsene som også tiltrekker seg fisk var plassert på 7 og 15 meters dybde. I perioden januar–april var den daglige tilveksten på kun 0,2 % og snittvekten økte bare fra 1,5 til 1,7 kg i løpet av disse tre månedene. Den lave tilveksten skyldes sannsynligvis en kombinasjon av PD-utbruddet, langsom tilvekst ved lave temperaturer (5–7 °C)

og en normal nedgang i vekst som følge av årstid og påsett av lys. I begynnelsen av april var temperaturen nede på 5 °C gjennom hele merden. Utover i måneden ble det varmere, først i overflaten (Figur 3.5.2.3) med temperaturer på omtrent 8 °C i de øverste 8 meterne. Denne temperaturøkningen sammenfaller med en økning i appetitten fra 0,35 til 0,65 tonn utføret per dag fra start til slutten av måneden. Fisken viser igjen en tydeligere døgnvandring, men omvendt av den som ble sett i

august og desember. Fisken svømmer nå nær føret om dagen, mens den om natten svømmer rundt undervannslýsene. I april 2008 hadde fisken en daglig tilvekst på 0,4 % og ble 2,0 kg ved utgangen av måneden.

Observasjoner i mai 2008

Tiltrekkingen mot overflaten fortsetter i mai (Figur 3.5.2.4) og kan tolkes som høy appetitt, men kan også være en tiltrekking mot den økende temperaturen i overflaten; 15 °C mot 8 °C dypere nede. Fra 19. mai skjedde det en klar endring ved at noe fisk svømte i en bred gruppe fra ca. 8 meter og nedover, mens en annen gruppe svømte i de øverste 5 meterne. Tyngdepunktet i todelingen var mot overflaten og føret om dagen, men mot undervannslýsene om natten. Den økte appetitten ses igjen ved at tilveksten økte til 0,6 % i mai, og snittvekten nådde 2,4 kg på slutten av måneden.

Observasjoner av sykdomstegn og deformiteter

Fisken var i generell god stand med få synlige skader og sykdomstegn. Det fantes bare noen få enkeltindivider med ryggradsdeformitet (Figur 3.5.2.5) og noen enkeltfisk med katarakt (blakking av øyelinsen). Et mye større problem var såkalte taperfisk (Figur 3.5.2.6). Det ble estimert at 3–4 % av fisken som ble satt ut i merden, var eller ble til taperfisk. Taperfisk er fisk som av ukjent grunn ikke klarer å holde tritt med hovedpopulasjonen, og kan ses som små tynne individer som holder seg for seg selv utenfor hovedstimen, gjerne nær overflaten. Disse fiskene representerer et velferdsproblem i norsk akvakultur siden de kan holde seg i live i flere måneder før de dør av underernæring eller sykdom. Taperfisk er også mindre motstandsdyktig for sykdom og kan dermed være en latent smittekilde. Det bør derfor utvikles system for innhenting og destruering av taperfisk.



Figur 3.5.2.5

Eksempler på ryggradsdeformiteter; lordose og korthale.

Some individual fish had spinal deformities as lordosis (upper image) and short-tail (lower image).



Figur 3.5.2.6

Eksempel på taperfisk, også kalt pinne og skiftenøkkel.

Example of looser fish. These are fish that are not able to keep up with the general population and are typically seen as small and thin individuals outside the main school.



Figur 3.5.2.7

Leppefisk (her grønngylt) ble brukt til å beite lakselus av laksen i merden. *Labridae* (in this case Corkwing wrasse) eat salmon lice and are put inside the sea cages to keep the level of salmon lice down.

Sent i august 2007 ble det observert flytende hvite tråder i merdene. Dette var bendelorm (cestoder, i.e. *Eubothrium* sp.). Disse parasittene ses på som et lite problem i norsk akvakultur, men er mer vanlig i vårsmolt (som i denne produksjonen) enn i høstsmolt. Fisken ble føret med pellets inneholdende Praziquantel i september og oktober (etter standard prosedyre). Dette middelet fører til at bendelormen mister taket og blir presset ut av tarmen.

I desember 2007 ble det oppdaget PD på anlegget. PD fører til celledød i den delen av bukspyttkjertelen (pankreas) som produserer fordøyelsesenzymer og gir dermed nedsatt appetitt. PD er et stort problem i oppdrettsanleggene på Vestlandet, og det finnes i dag ingen behandlingsmetode. Det pågår imidlertid en betydelig forskningsinnsats for å finne frem til en effektiv vaksine, og den første PD-vaksinen er nå kommet på markedet. Det faktum at fisken ikke trakk mot overflaten under føring i ukene før PD ble konstatert, kan ha vært en konsekvens av latent PD i populasjonen (Figur 3.5.2.4). Dette og lignende adferd (fisken stiller seg oppstrøms apatisk på ei rekke) kan utnyttes i fremtiden som tidlig

tegn på sykdom. Således kan en for eksempel unngå å sette i gang håndteringsrutiner som stresser fisken. Det er gjentatte ganger observert massedød hos PD-infisert fisk som har blitt utsatt for stress.

På CAC-anlegget i Rogaland benyttes leppefisk (Figur 3.5.2.7) som relativt effektivt spiser lakselus og holder nivået nede. I tillegg ble laksen avluset ved hjelp av virkestoffet emamectinbenzoat (Slice®) tilsatt i føret i desember 2007. Dette var en del av den regionale forebyggende ”avlusingsplanen” i Rogaland. Merden ble i tillegg avluset med badebehandling (alfametrin) seks uker før slakt i oktober 2008.

Utslakt og konklusjon

Fisken i merden ble slaktet 26.–28. november 2008 med en snittvekt på 5,3 kg. Fra utsett i mai 2007 gir dette en daglig tilvekst på 0,8 %. 95 % av slaktefisken ble klassifisert som førsteklasses (superior, Figur 3.5.2.8). Totalt ble 53 192 fisk slaktet. Med andre ord døde 22 % eller 15 406 fisk under produksjonen, dvs. litt i overkant av gjennomsnittet for norske anlegg. Dette viser at to av ti fisk ikke mestret forholdene i merden, og at vi trenger mer

kunnskap om hvilke faktorer som påvirker dette. Bedre og mer nøyaktig overvåking av miljøforhold og fiskeadferd er nødvendig for å finne disse svarene. Spesielt interessant er muligheten til å kunne bruke fiskens adferd som et tidlig varsel for nedgående helsetilstand og sykdom.

From Transfer into Sea Water until Slaughter

In this study we followed how water environment and fish behaviour varied throughout an entire seawater production of Atlantic salmon and related it to growth rate and disease history. The study showed that the fish positioned themselves according to both water environment and feeding strategy. There were also indications of that fish behaviour can be used as a warning of latent disease in the population. This was seen in that the fish stopped moving towards the surface to feed in the period before an outbreak of Pancreas disease which occurred in late December 2007. As the fish recovered from the outbreak during April and May 2008, the fish regained their appetite and moved towards the surface during feedings. An alternative explanation is that the fish moved towards the surface to benefit from higher temperatures or oxygen concentrations. But the fact that this change in behaviour already started to occur in early April when the water environment was the same throughout the sea cage, supports that high appetite is an important factor behind this behaviour. It should, however, be underlined that these results are preliminary and in need of further study.



Figur 3.5.2.8

95 % av slaktefisken ble klassifisert som førsteklasses (superior). Bilde fra Skretting. 95% of the fish were classified as first class (superior) at slaughter.