

3.6.4 VELFERDSMETER

De siste årene har gjennomsnittstørrelsen på oppdrettsmerdene økt kraftig både i areal og dybde. Det har blitt vanskeligere for oppdrettere å danne seg et helhetlig bilde av hvordan fisken har det i merdene og hvilke miljøforhold fisken lever under. Viktige driftsmessige og strategiske avgjørelser kan dermed bli tatt på mangelfullt grunnlag og føre til betydelige økonomiske tap. Det vil i fremtiden også stilles økende krav til dokumentasjon av fiskens velferd. Det er følgelig avgjørende å utvikle et system for kontinuerlig overvåking av oppdrettsmiljø og fiskevelferd i oppdrettsmerder.

Lars H. Stien
lars.stien@imr.no

Trygve Gytre
trygve.gytre@imr.no

Thomas Torgersen
thomas.torgersen@imr.no

Jan Erik Fosseidengen
jan.erik.fosseidengen@imr.no

Tore Kristiansen
tore.kristiansen@imr.no

Sammenhengen mellom god dyrevelferd og økonomi er klart dokumentert i oppdrettsnæringen. Til tross for at en merd inneholder millionverdier, er overvåkingsnivået under daglig drift lavt. Med lite kontroll på miljøparametre og fiskeatferd, er det vanskelig å vite noe om årsakssammenhenger mellom miljø og produksjonsresultat, og en kan ikke dokumentere om fiskevelferden har vært akseptabel. Årsaken til for lavt overvåkingsnivå skyldes både mangel på egnet overvåkingsutstyr til akseptabel pris og mangel på systemer for å håndtere og fortolke de store datamengdene.

Havforskningsinstituttet har derfor i samarbeid Tendo Tech AS, SAIV AS og Morten Hammersland programvare utviklet en prototyp på et system som gir en profil av miljøforholdene i en merd, fortolker dataene på en vitenskapelig måte, og presenterer dem lett forståelig for brukerne på en internettside. Prototypen har fått navnet Velferdsmeter og er nå på uttesting på et oppdrettsanlegg tilknyttet Havforskningsinstituttet. Velferdsmeteret består av en profilerende målesonde (Figur 3.6.4.1), en kontrollenhet, en database, et ekspertprogram og en internettside.

Målesonde, kontrollenhet og database
Den profilerende målesonden er en standard STD (engelsk CTD). En STD er et instrument som måler saltholdighet, temperatur og dyp. I tillegg til dette er det også festet sensorer for å måle oksygen, turbiditet og fluorescens på målesonden. Målesonden dras opp og ned i merden av en vinsj på kontrollenheten, og sender data til kontrollenheten via radio. Dagens prototype måler saltinnhold, temperatur, oksygen, turbiditet og fluorescens for hver halvmeter nedover i merden.



Figur 3.6.4.1

Velferdsmeteret ble første gang utprøvd på Havforskningsinstituttets merdmiljølaboratorium på Solheim utenfor Matre. Velferdsmeterets målesonde består hovedsakelig av en radiosender (øvre del) og en STD (nedre del).

The Welfaremeter was first time tested at Institute of Marine Research's sea cage environmental lab at Solheim near Matre. The profiling probe of the Welfaremeter consists mainly of a radio transmitter (upper part) and a CTD (lower part).

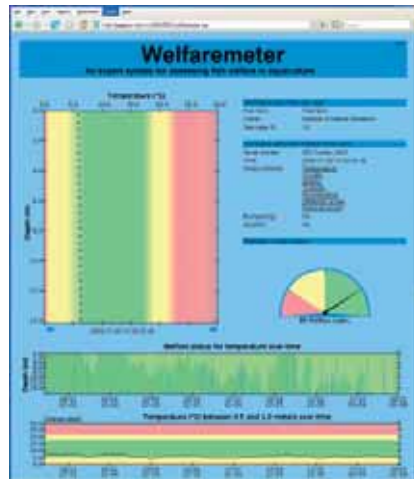
Kontrollenheten består hovedsakelig av en vinsj og en mobiltelefonterminal, og har to hovedoppgaver:

- 1) å heve og senke målesonden, og
- 2) å sende målingene til sonden videre til en database på Norsk marint datasenter (NMD) ved Havforskningsinstituttet.

Dataene blir sendt som en GPRS-melding (GPRS = General Packet Radio Service) via GSM-mobiltelefonnettet. Systemet er med andre ord ikke avhengig av internettforbindelse på oppdrettsanlegget, bare mobildekning. For å sikre trygg lagring av dataene er databasen lokalisert på NMD, som har solid IT-infrastruktur med brannmur, avbruddsfri strømforsyning (UPS), backup-systemer og SMS-varsling til driftspersonell ved problemer. Databasen har historisk hatt høy oppetid.

Ekspertprogram

Når nye data ankommer databasen, blir de analysert av ekspertprogrammet som gir en evaluering av miljøforholdene som enten gode, mindre gode eller potensielt skadelige for fisken. Ekspertprogrammet beregner også en velferdsindeks fra 0 (katastrofalt) til 100 (perfekt). I tillegg til en konkret vurdering av miljøet, modellerer ekspertprogrammet fiskens potensial til vekst (metabolsk margin) og robusthet overfor stress (relativ metabolsk margin) under de rådende miljøforhold. Disse to målene skal hjelpe oppdretteren å avgjøre hvor mye fisken bør føres og hvorvidt det kan iverksettes operasjoner på anlegget som kan virke stressende på fisken (f.eks. trenging i forbindelse med avlusing). Målingsdataene og resultatene fra ekspertprogrammet legges direkte ut på internettsiden.



Internettside

Første versjon av internettsiden er tilgjengelig på www.imr.no/welfaremeter og viser "live" data fra et oppdrettsanlegg tilknyttet Havforskningsinstituttet (Figur 3.6.4.2). Siden består hovedsakelig av tre grafer og et speedometer. Speedometeret angir velferdsindeksen. Den øverste grafen på siden gir et øyeblikksbilde av forholdene i merden fra topp til bunn. Målingene til sonden er indikert med punkter, x-aksen gir skalaen for miljøparameteren og y-aksen gir dybden. Bakgrunnen til grafen er delt opp i røde, gule og grønne soner. Hvis en måling er i den røde sonen betyr det at forholdene på dette dypet er potensielt skadelige for fisken. Den gule sonen angir mindre gode forhold, og grønn sone angir gode forhold. Brukeren kan lett velge mellom de ulike miljøparametrene ved å trykke på en meny ved siden av grafen. De to andre grafene er basert på lignende prinsipp, men angir utvikling over tid.

Velferdsmeteret vil i tiden fremover bli brukt til å øke kunnskapen vi har om

Figur 3.6.4.2

Internettsiden til velferdsmeteret (www.imr.no/welfaremeter). I dette tilfellet har brukeren valgt å se på temperaturen. Hovedgrafene viser et øyeblikksbilde for den aktuelle merden fra topp til bunn. De to mindre grafene viser utvikling i velferd og temperatur over tid.

The Welfaremeter internet page (www.imr.no/welfaremeter). The user has selected to view temperature. The main graph shows the current temperature from top to bottom of the sea cage. The two other graphs show welfare and temperature over time.

hvordan ulike miljøforhold, og ikke minst hvordan endringer i miljøforhold, påvirker fiskevelferd. Det endelige målet er å utvikle velferdsmeteret til et standardprodukt i fiskeoppdrett. Alle bør vite velferdsstatusen til fisken de har ansvar for. Fremtidige versjoner av ekspertprogrammet vil også gi mulige grunner til sub-optimale miljøforhold og råd for hvordan oppdretteren, hvis mulig, kan rette opp i situasjonen, eller i det minste gjøre de skadelige konsekvensene for fisken minst mulig.

Velferdsberegninger

Metabolisme er summen av alle kjemiske reaksjoner i en organisme som fører til fortsatt liv, vekst og reproduksjon. Velferdsmeteret benytter matematiske modeller av metabolismen til fisken til å klassifisere velferden til fisken under de rådende miljøforhold.

Metabolsk margin

Metabolsk margin er differansen mellom maksimalt tilgjengelig oksygenopptak under de rådende forhold og metabolsk nødvendig oksygenopptak. Vedvarende negativ metabolsk margin betyr at fisken ikke får nok oksygen til å dekke sin basalmetabolisme. Fisken vil i så fall konsentrere opp melkesyre i muskulaturen og på sikt dø.

Relativ metabolsk margin

Relativ metabolsk margin er forholdet mellom maksimalt tilgjengelig oksygenopptak og metabolsk nødvendig oksygenopptak. Relativ metabolsk margin mindre enn 1 betyr at fiskens oksygenopptak er for lavt til å dekke oksygenbehovet. Relativ metabolsk margin kan i praksis benyttes som et mål for hvor mye vannkvaliteten kan forringes eller hvor mye stress fisken kan tolerere før den tar skade.

Foto: Ingunn Bakkefjell



Figur 3.6.4.3

Velferdsmeteret blir demonstrert til fiskeriminister Helga Pedersen under Aqua Nor 2007. Minister of fisheries Helga Pedersen watches a demonstration of the Welfaremeter at Aqua Nor 2007.

Hvordan vannmiljøet påvirker fisken

Saltholdighet

I sjøvannsfasen er laksen tilpasset høy saltholdighet. Spesielt ved lave temperaturer er toleransen for ferskvann lav. På den andre side er laks mindre utsatt for enkelte sykdommer og parasitter når vannet har lav saltholdighet, for eksempel mindre påslag av lakselus.

Temperatur (°C)

Ved lav vanntemperatur (0–4 °C) går de kjemiske prosessene i cellene saktere. Høyere temperatur gir økt aktivitetsnivå og økt metabolisme (energiomsetning). Ved altfor høy temperatur bryter metabolismen sammen. Tilfredsstillende temperatur for laks ligger i intervallet mellom ca. 7 og ca. 17 °C.

Oksygen

Mengden av oppløst oksygen i vannet er avgjørende for metabolisme og vekst, og er ansett som den viktigste miljøparameteren for laksens velferd. Ved høy temperatur, høy aktivitet eller høy appetitt, forbruker fisken mer oksygen. Hvis vanngjennomstrømmingen i merden er lav og fisketettheten høy, kan fiskens eget oksygenforbruk overskride tilgjenge-

ligheten av nytt oksygen slik at oksygenkonsentrasjonen blir for lav. Siden for lite oksygen fører til nedsatt metabolisme og i ekstreme tilfeller til død, er det særdeles viktig å måle oksygeninnholdet i merder ofte.

Turbiditet

For mye partikler i vannet (høy turbiditet) kan skade fisken. Partikler kan avleires på gjellene og føre til økt fare for gjelleinflammasjon (PGI). Patogener som bakterier, virus, parasitter og sopp kan også være festet til partiklene. Det er rapportert at høye konsentrasjoner av partikler fører til redusert appetitt og vekst.

Fluorescens

Fluorescens gir et mål for hvor mye planteplankton det er i vannet. En typisk effekt av høy konsentrasjon av planteplankton er sterk variasjon i oksygennivå mellom dag og natt. Planktonet produserer oksygen om dagen (fotosyntese) og forbruker oksygen om natten (respirasjon). Enkelte planteplanktonarter kan være direkte skadelige for fisken, enten ved at de produserer toksiner eller ved at de setter seg fast mellom gjellelamellene og forårsaker nedsatt vanngjennomstrømming.

For de måleteknisk interesserte

Saltholdighet

Saltholdighet er et mål for den totale mengde oppløste salter per kg sjøvann og oppgis i promille. Målesystemet i Velferdsmeteret beregner saltholdigheten ved samtidig å måle vannets elektriske ledningsevne og temperatur. Den sentrale komponenten i ledningsevnesensoren er et åpent kvartsrør, ca. 1 cm i indre diameter og ca. 3 cm langt. Målekretsene som omgir røret, genererer en spenningsforskjell mellom rørendene og måler hvor sterk ionestrøm denne spenningsdifferansen driver gjennom røret. Jo sterkere strøm, dess høyere er ledningsevnen. Saltholdigheten beregnes med en nøyaktighet på ± 0,01 promille.

Temperatur (°C)

Sensoren for temperatur er et ohmsk motstandselement der motstanden R varierer med temperaturen T etter en logaritmisk kurve. Ved kalibrering finnes en formel for sammenhengen mellom R og T . Denne formelen er lagt inn i måle-

systemets mikroprosessor, som umiddelbart beregner og logger sann temperatur hver gang det måles. Nøyaktigheten er ca. 0,01 °C.

Oksygen

Sonden måler oksygen ved hjelp av en galvanisk type oksygensensor. Sensoren har en membran som slipper oksygenmolekyler selektivt inn til en galvanisk målecelle der katoden er av sølv og anoden av sink. Jo høyere konsentrasjon av oksygenmolekyler som befinner seg på utsiden av membranen, dess større blir transporten av oksygenmolekyler gjennom membranen. Målecellen omformer strømmen av oksygen til en tilsvarende elektrisk strøm mellom anode og katode. Via et formelverk som ligger i systemets mikroprosessor uttrykkes, oksygenmengden enten som prosent metning eller som konsentrasjon i mg/liter.

Turbiditet

Turbiditet (gjennomsiktighet) er et mål på partikkelkonsentrasjonen i vannet. Partiklene kan bestå av både alger, dødt organisk materiale og mineraler. Jo høyere turbiditetstall, dess mer grumset er vannet.

The Welfaremeter

The depth of aquaculture sea cages is increasing. Cages can now be more than 30 meters deep. It has therefore become next to impossible for fish farmers to form a complete picture of the welfare situation of the fish. Important decisions can therefore be taken on deficient grounds leading to great economical losses. It is consequently all-important to develop an automatic system for continuous assessment of fish welfare in sea cages.

One such system under development is the Welfaremeter. The Welfaremeter consists of a profiling probe (CTD), a control unit, a database, an expert software program and an internet webpage. The probe measures temperature, oxygen, salinity, fluorescence and turbidity for each half meter downwards in the cage. The control unit directs how often the probe performs a profiling and sends the measurement data via the mobile phone network (GPRS) to a database at the Norwegian Marine Data Centre, Institute of Marine Research. These data are then analysed by the expert software which gives an evaluation of the environmental conditions in the cage as either very good, good or potentially harmful for the fish.

The goal is to develop the Welfaremeter into a standard product in aquaculture. All fish farmers should know and be able to document the welfare situation of the fish they are responsible for. Future versions of the expert software will also give possible reasons for poor environmental conditions and advice for how the farmers, if possible, can remedy the situation or at least diminish harm to the fish.

Den mest brukte måleenheten for turbiditet er FTU (Formazin Turbidity Unit.)

Fluorescens

Fluorescens benyttes som mål for konsentrasjonen av planteplankton. Fluorescensnivået måles med et fluorometer. Fluorometeret er et optisk instrument som sender blå lyspulser ut i vannet. Dersom vannet inneholder levende alger med klorofyll, vil klorofyllmolekyler nær sensoren som treffes av det blå lyset, fluorisere og sende tilbake røde lyspulser med bølgelengde rundt 685 nanometer. Det røde lyset detekteres av en fotodiode, og instrumentet generer et utgangssignal som er proporsjonalt med klorofyllkonsentrasjonen og derved også med algekonsentrasjonen.