



Rapport fra produksjon 2020 på lokaliteten Skrubbolmen



<i>Rapport</i>		<i>Rapport 1. halvår 2020</i>		
<i>Dato</i>	<i>Revisjon</i>	<i>Beskrivelse</i>	<i>Utført av</i>	<i>Kontrollert av</i>
14.09.2020	0	I henhold til målkriterie 6.1 Produksjonssyklus	Trude Olafsen Henning Holm Hege Sekkenes Anniken Mork Jan Inge Tjølsen	Ragnar Sæternes Tronn-Ove Øren Frode Oppedal

Innhold

1	Sammendrag	4
2	Innledning	9
3	Metode.....	9
4	Rapportering av biologiske parametere	11
4.1	Miljø	11
4.1.1	Formål	11
4.1.2	Registreringer.....	11
4.1.3	Resultater	11
4.2	Fiskens helse og velferd	15
4.2.1	Formål	15
4.2.2	Registreringer.....	15
4.2.3	Resultater	15
4.3	Fiskens adferd	17
4.3.1	Formål	17
4.3.2	Registreringer.....	17
4.3.3	Resultater	17
4.4	Lakselus.....	23
4.4.1	Formål	23
4.4.2	Registreringer.....	23
4.4.3	Resultater	23
4.5	Produksjonsdata	26
4.5.1	Formål	26
4.5.2	Registreringer.....	26
4.5.3	Resultater	26
4.5.4	Dødelighet.....	27
5	Rapportering av teknologiske parametere	29
5.1	Luftkuppel	29
5.1.1	Formål	29
5.1.2	Registreringer.....	29
5.1.3	Resultater	29
5.2	Lastmålinger i fortøyning og notkonstruksjon	30
5.2.1	Formål	30



5.2.2	Montering og registreringer	30
5.2.3	Resultater	31
5.3	Målinger på flytekragen	33
5.3.1	Formål	33
5.3.2	Registreringer	33
5.3.3	Resultater	33
5.4	Utføringssystem	33
5.4.1	Formål	33
5.4.2	Registreringer	33
5.4.3	Resultater	33
6	Konklusjoner og anbefalinger	34

1 Sammendrag

Atlantis Subsea Farming har i henhold til målkriterier for prosjektet utarbeidet et måleprogram. Hensikten med programmet er å bidra til å definere måloppnåelse sett opp mot de delmål prosjektet har og som er beskrevet i den opprinnelige søknaden. Eksempelvis vil det være viktig å finne ut om luseutfordringene blir mindre, om fiskevelferden generelt er god (krever blant annet jevnlig bruk av luftkuppel) og om hensynet til rømmingssikring ivaretas. Programmet vil også kunne gi viktige bidrag til forbedringer av de teknologiske løsningene underveis og i etterkant av prosjektperioden. Denne rapporten omhandler rapportering fra produksjonen på Skrubbholmen første halvår 2020.

Måleprogrammet har omfattet registreringer knyttet til:

- Miljø med vekt på vannkvalitetsparametere
- Fiskevelferd – målt i form av SWIM/ FISHWELL
- Risikobaserte og vitenskapelige lusetellinger
- Fiskeadferd - observert ved kamera
- Svømmehastighet – etter en metode etablert av Havforskningsinstituttet og som nyttes for å vurdere hvorvidt fisken har etterfylt svømmeblæren eller ikke.
- Produksjonsdata innhentet etter etablerte metoder (gjennomsnittsvekt, dødfisk, appetitt, utføret mengde, slaktedata).

Det ble satt ut ca 100 000 fisk i Atlantis 18. februar og slaktet ut 25 000 fisk i slutten av april og de resterende i begynnelsen av juni. De nedsenkede periodene utgjorde henholdsvis 112 og 61 dager. Utsett av fisk var opprinnelige planlagt i november 2019, men på grunn av uforutsette hendelser kombinert med dårlig vær måtte utsettet forsinkes til februar 2020.

Lokalitet

Miljømålingene på lokaliteten Skrubbholmen viser at lokaliteten er en værutsatt lokalitet når det gjelder vind og vindgenererte bølger fra sør/sørvest. Temperaturmålingene i vannsøylen viser at nede på ca 30-45 meter der fiskebiomassen stort sett oppholdt seg var det i produksjonsperioden ca 7°C, mens det i overflatelaget varierte fra mellom 4 og 5°C i vintermånedene. Saltholdighetsmålingene viser at Skrubbholmen har en saltholdighet på rundt 33 promille i vintermånedene, og med relativt lite variasjon gjennom vannsøylen. Fra midten av mai avtar saltholdigheten i overflaten til ca. 30 promille, men holder seg på 33 promille i dypet. Selv om lokaliteten er en relativt strømsvak lokalitet viser oksygenmålingene at oksygenverdiene på lokaliteten var bra (>85% metning).

Velferd

Fisken ble ved utsett i Atlantis avluset med Optilicer. 20 fisk ble undersøkt og gradert etter Fishwell standarden. Velferdsscoren viste at det var noe redusert finnestatus (aktiv skade: 1,05), snutesår (0,85) og skjelltap (1,15) og det ble registrert enkelt fisk med vintersår. Ellers hadde fisken normal kondisjon (1,24) og en gjennomsnittsvekt på 3,01 kg. Fiskens velferd- og helsestatus ble ansett som tilfredsstillende ved oppstart.

Fisken sto fra 18.02-08.06 i nedsenket posisjon, men med 1 dag i overflate ved slakt av 25 000 fisk. Fiskegruppen ble overvåket daglig gjennom kameraene som var plassert i merden. Vi har gjennom dette utsettet hentet inn et større datagrunnlag enn ved første utsett på Gjerdinga. Det gjør at vi med større sikkerhet kan si noe om fiskens helse- og velferd i nedsenket merd. Det blir ikke registrert noen

systematiske tegn på nedsatt velferd og de resultater som foreligger tyder på at fiskens velferd er like godt ivare tatt i nedsenket merd som i en kommersiell merd. Samtidig er det fortsatt noen usikkerhetsmomenter knyttet til adferden som observeres i kuppel og den adferden som observeres ved heving av merd og fjerning av tak/tilgang på luftspeil. Ut ifra de observasjoner som er gjort av fisken gjennom daglig oppfølging og fôring så er total vurderingen bra. I nedsenket posisjon viser fisken ingen tegn på nedsatt trivsel, dette gjenspeiles i adferd, appetitt og slakteresultater.

Adferd

Som observert ved forrige utsett på Gjerdinga var fisken relativt rolig ved senking og heving av merden, også ved første senking. Innledningsvis var fisken litt treg med å bli med merden ned, men tilpasset seg senkingen etter hvert. Mot slutten av senkingen begynte fisken å søke oppover; denne adferden opphørte etter kort tid. Da merden hadde stabilisert seg på +25 meter, fordelte fisken seg fint utover hele merdvolumet og fant raskt notgang igjen. Fisken ble nøye overvåket med kamera de neste timene og var tilbake på fôr allerede dagen etter nedsenkning. Fra start senkning til slutt senkning tok det ca.30 minutter. Den normale adferden vedvarer under hele perioden merden er senket ned. Fiskens svømmemønster avviker ikke fra konvensjonell drift.

Fiskens svømmehastighet ble målt daglig og den varierte fra 0,6 til 1,1 fiskelengde per sekund gjennom hele perioden. Selve hastigheten er godt innafor det man anser som normalt. Det som er den viktigste observasjonen er at hastigheten ikke endrer seg utover i forsøksperioden og etter lengre tid i nedsenket posisjon. Dette er en sterk indikasjon på at fisken tilpasser seg tilværelsen i den nedsenka merden godt. Større laks som ikke etterfyller svømmeblæren viser omtrent 60% økning i hastighet etter få dager, mens liten fisk gradvis øker hastigheten.

Appetitten utover i forsøksperioden var hele tiden normal ut fra biomasse, temperatur og snittvekt. Fôringen i nedsenka posisjon var prosentvis lik og tidvis bedre enn ved konvensjonell drift. Dette er også en sentral faktor i vurderinga av fiskevelferd og hvordan fisken aksepterer nedsenket tilstand. Tidligere er det i forsøk hos Havforskningsinstituttet sett at appetitten avtar etter 10-14 dager dersom laks ikke har etterfylt sin svømmeblære. Fôrfaktor var i perioden 1,16 for første gruppe av fisk som ble slaktet ut i april og 1,30 for Gruppe 2 som ble slaktet ut i juni. Tilveksten var like god som i de andre merdene og den akkumulerte dødeligheten var i perioden på 6 %.

Det ble tidlig observert fisk i kuppelen, og det ble gjort registreringer av fisk som brøt vannspeilet. Den første tiden var det derimot vanskelig å se at fisken aktivt snappet luft. Denne adferden endret seg i løpet av testperioden, og de siste ukene ble det registrert at fisken aktivt hentet luft fra kuppelen. Dette samsvarer med fiskens generelle adferd med normal svømmehastighet og ingen observasjoner av tiltet svømming med hodet oppover. Vi observerte ingen tegn til nedsatt svømmeblærefylling. Det ble utført en systematisk registrering av svømmeblærefylling, ved telling av fisk som fylte luft i kuppel over en gitt tidsperiode. Målingene viste en tilfredsstillende fyllefrekvens i forhold til biomasse i merden.

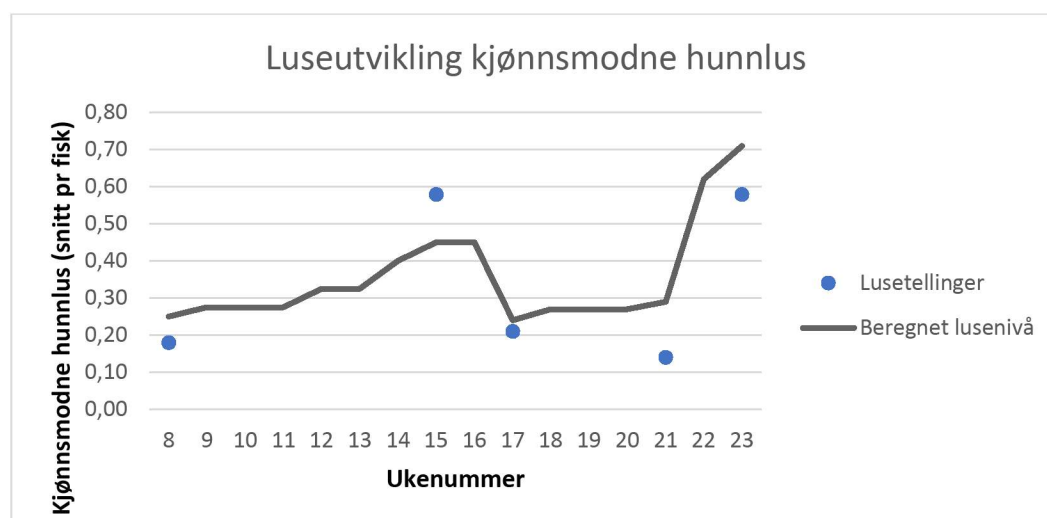
Når merden heves og det skal utføres en arbeidsoperasjon som krever fjerning av tak eller åpning av uttakslomme får fisken tilgang til vannspeil og mulighet for fylling av svømmeblære andre steder enn i luftkuppel. I denne testperioden ble dette gjort ved lusetelling, avlusning og før slakteføring. Det observeres en adferdsendring hos fisken når dette vannspeilet gjøres tilgjengelig for fisken. Overflateaktiviteten øker umiddelbart og vedvarer over en lengre periode (opptil flere timer) før den avtar og fiskens gjenvinner normal adferd.

Årsaken til denne adferdsendringen og økte overflateaktiviteten er sannsynligvis sammensatt av flere faktorer, og ble også observert ved forrige utsett. Denne adferden og mulige årsaker bør utredes nærmere ved neste utsett.

Lus

Det ble talt lus ved 5 anledninger, ved overflytting fra kommersiell merd til Atlantis, ved 3 ulike tidspunkt under testperioden og i forbindelse med slakteføring. Det har vært påslag på fisken både før og i forsøksperioden og lusa har utviklet seg.

Generelt ser vi at beregnet luseutvikling (modell utviklet av Havforskningsinstituttet) og faktiske lusetellinger i grove trekk følger hverandre gjennom testperioden. Dette indikerer at beregnet lusenivå basert på vitenskapelige lusetellinger (alle stadier, avlivet fisk) og modeller for luseutviklinger kan gi et tilnærmet riktig bilde på lusesituasjonen i merden. Dette forutsetter at man har et godt datagrunnlag med et stort nok og representativt utvalg fisk i tellingene.



Figur 1 Utviklingen av kjønnsmodne hunnlus i perioden 18.02.2020 - 08.06.2020. Heltrukket linje viser beregnet lusenivå basert på vitenskapelig lusetellinger og HIs modell for luseutvikling. Blå punkter viser faktiske lusetellinger gjennomført etter lokalitetens interne prosedyrer inkludert vitenskapelige lusetellinger. I uke 17 ble det gjennomført avlusning.

I testperioden har ikke lusens livssyklus og utvikling i Atlantis skilt seg nevneverdig ut fra det vi kjenner som normal/forventet utvikling i tradisjonelle overflatemerder. Siden det registreres lusepåslag i nedsenket posisjon, tyder det på at noen larver har befunnet seg på dypet i det de når det infektive stadiet. Det har også tidligere vært registrert påslag på andre lokaliteter hvor fisk har stått dypt, men da i mindre grad enn i tradisjonelle overflatemerder. I denne testperioden har det ikke vært kontrollmerder på lokaliteten som kan sammenlignes mot luseutviklingen i Atlantis og det vanskeliggjør diskusjon og konklusjon rundt lusas utvikling i Atlantis.

Luftkuppel

Luftkuppelen fungerte rent teknisk på samme måte som på Gjerdinga. Vi hadde en stabil luftlomme som ikke var formet helt som en sirkel, mer som en halvmåne, men som ville tilsvare en sirkel med ca 2 meter i diameter. Vi kontrollerte luftkuppelfyllingen manuelt ved hjelp av kamera hver dag og etterfylte

luft hvis det var nødvendig. Luftkuppelen fungerer greit, men det er behov for tekniske forbedringer knyttet til vekt og størrelse på luftlomme.

Måling av krefter i konstruksjonen

Lastsjakler ble montert på punkter i konstruksjonen der modelleringer viste at det virket mest krefter i konstruksjonen; i kjetting fra bøye til koblingsplate, i tre haneføtter og i krysstau i tak.

Resultatene fra målingene viser at kreftene i systemet på mange måter var de samme som det vi avdekket under selve funksjonstesting før utsett. Resultatene viste at:

- Gitt den begrensning at merden ikke skal heves hvis H_s er større enn 1,7 meter, virker det mest krefter i systemet i nedsenket posisjon
- Kreftene i innfestingsløkken i taket viste seg å være lavere enn antatt. Kreftene i de andre innfestingsløkkene kan være både lavere og høyere da vi ikke vet om det er lik last i alle krysstau i taket. Sannsynligvis er det ikke det på grunn av deformasjon av flytekragen. (deformasjon er naturlig i en fleksibel konstruksjon)
- Mest krefter registreres i lastsjaklene som er plassert i midtre hanefot og mellom bøye og koblingsplate
- Alle målinger ligger godt innenfor de maksverdier funnet ved analyser i AquaSim

Merd

Det ble ikke observert noe prinsipielt avvik i oppførselen til merden i forhold til utsett på Gjerdinga. Ved stasjonærtilstand i senket posisjon var dybdemålingene relativt stabile og gav ikke utfordringer under utsett.

Dybdemålerne viste at flyterings dybde lå på 29–30m og med et maksimalt avvik på ca. 1 m mellom dybdemålerne etter at rammefortøyningen var strammet opp og tunet inn. Dette viser at merden lå med svært liten krengning (ca. 1,6 grad).

Heving og senking under produksjonsprosessen fulgte normalt forløp og gikk uten problemer.

Fôringssystem

Det nye fôringssystemet på flåten som ble benyttet på Skrubholmen bruker et conveyorsystem på å frakte fôret fra silo til sluse og et integrert vannfôringsanlegg basert på vanninntak under vannlinjen samt sluseløsning for å få fôret inn i vannstrømmen. Totalt fører dette til en betydelig energibesparelse i forhold til det anlegget man anvendte på Gjerdinga.

Ved vannbåren fôring har man en betydelig lenger transporttid fra flåte til merd som også ved dette utsett ble opplevd som greit og uten store problemer av røkterne. Ved stoppsignal har man da en forsinkelse på ca. 5 min der man får (teoretisk) dårlig utnyttelse av det fôret som er i slangen.

Hovedkonklusjoner og anbefalinger

Hovedkonklusjonen når det gjelder Atlantis nedsenkbar merd er at fiskens adferd og velferd var god, og den lærte seg å bruke luftkuppelen for å fylle svømmeblæren. Produksjonsdata som fôrfaktor, tilvekst, dødelighet og slakteresultat viser normale verdier sammenlignet med en ordinær produksjon.



I testperioden har ikke lusens livssyklus og utvikling i Atlantis skilt seg nevneverdig ut fra det vi kjenner som normal/forventet utvikling i tradisjonelle overflatemerder. Siden det registreres lusepåslag i nedsenket posisjon, tyder det på at noen larver har befunnet seg på dypet i det de når det infektive stadiet. Det har også tidligere vært registrert påslag på andre lokaliteter hvor fisk har stått dypt, men da i mindre grad enn i tradisjonelle overflatemerder. I denne testperioden har det ikke vært kontrollmerder på lokaliteten som kan sammenlignes mot luseutviklingen i Atlantis og det vanskeliggjør diskusjon og konklusjon rundt lusas utvikling i Atlantis.

Det anbefales at det jobbes med følgende punkter til neste utsett:

- Bedre forstå fiskens oppførsel når merden heves til overflaten
- Etterstrebe å sette ut mest mulig lusefri fisk, på hele anlegget
- Etterstrebe å telle flere fisk når vi teller lakselus vitenskapelig
- Teknisk vil det bli jobbet med forbedrede løsninger når det gjelder luftkuppel, kablingssystemet og bøylene.

2 Innledning

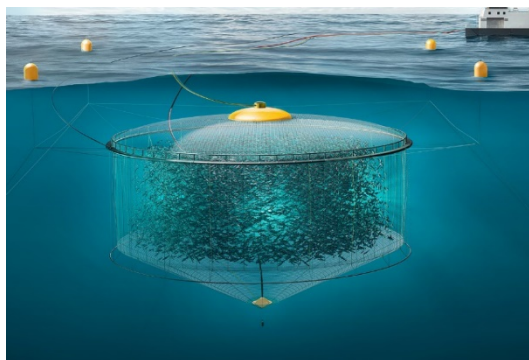
Atlantis Subsea Farming har i henhold til målkriterier for prosjektet utarbeidet et måleprogram som beskriver formålet med programmet, samt en beskrivelse av hvilke registreringer som skal gjøres. Hensikten med det totale måleprogrammet er å bidra til å finne ut om prosjektet som helhet har vært en suksess eller ikke sett opp mot de delmål prosjektet har og som er beskrevet i den opprinnelige søknaden. Eksempelvis vil det være viktig å finne ut om luseutfordringene blir mindre, om fiskevelferden generelt er god (krever blant annet jevnlig bruk av luftkuppel) og om hensynet til rømmingssikring ivaretas. Programmet vil også kunne gi viktige bidrag til forbedringer av de teknologiske løsningene underveis og i etterkant av prosjektperioden.

I henhold til målkriterie 6 Produksjonssyklus skal det leveres halvårlige sammendragsrapporter fra produksjonen i henhold til prosjektets måleprogram, og denne rapporten omhandler andre utsett i Atlantis fra produksjonen på Skrubbholmen fra februar til juni 2020.

Dokumentasjon av resultater i driftsfasen vil i hovedsak være knyttet til fiskens biologiske prestasjon og velferd, samt en oppsummering av de erfaringer som er gjort av mer teknologisk karakter.

3 Metode

I utsett nr to er det satt ut en nedsenkbar merd på Skrubbholmen og Figur 2 under viser i prinsippet oppsettet for denne merden.



Figur 2 Atlantis som prinsipp

Måleprogrammet har omfattet registreringer knyttet til:

- Miljø med vekt på vannkvalitetsparametere
- Fiskevelferd – målt i form av Fishwell
- Risikobaserte og vitenskapelige lusetellinger
- Fiskeadferd - observert ved kamera
- Svømmehastighet – etter en metode etablert av Havforskningsinstituttet og som forteller hvorvidt fisken fyller svømmeblæren eller ikke.
- Produksjonsdata innhentet etter etablerte metoder (gjennomsnittsvekt, dødfisk, appetitt, utfôret mengde, slaktedata).

Måledata vil bli registrert og rapporter via Fishtalk og fiskehelseAPPen til Anteo, samt egne skjema der det er nødvendig. Fiskevelferd vil scores etter FISHWELL standarden.



Måleprogrammet har blitt fulgt opp av følgende personell:

- Ansatte på lokaliteten Skrubholmen
- Fiskehelseansvarlige i Sinkaberg Hansen og Hege Sekkenes v/Val FoU
- Frode Oppedal m. flere v/Havforskningsinstituttet

De eksterne partene har kvalitetssikret Måleprogrammet.

4 Rapportering av biologiske parametere

4.1 Miljø

4.1.1 Formål

Formålet med å måle oksygen, saltholdighet og temperatur i vannmassen var å kunne relatere dette til fiskebiomassens oppførsel. Disse parameterne vil kunne bidra til å forklare fiskens oppførsel i merden. Miljøparametere kan også gi forklaringer knyttet til fiskens generelle helsetilstand. Temperatur er i tillegg en faktor på hvordan tidsutviklingen av lus er i anlegget.

Det var ikke relevant å måle utvikling i sedimenter da Skrubholmen er en lokalitet med god miljøtilstand i utgangspunktet. Strøm ble målt for å få en bedre forståelse av kreftene som virker på konstruksjonen.

4.1.2 Registreringer

Temperatur og saltholdighet ble målt ved bruk av en CTD måler som måler verdiene på alle dyp, og målingen ble gjennomført en gang per dag.

Oksygen ble målt inne i merden på to dyp – ca 30 og 40 meter.

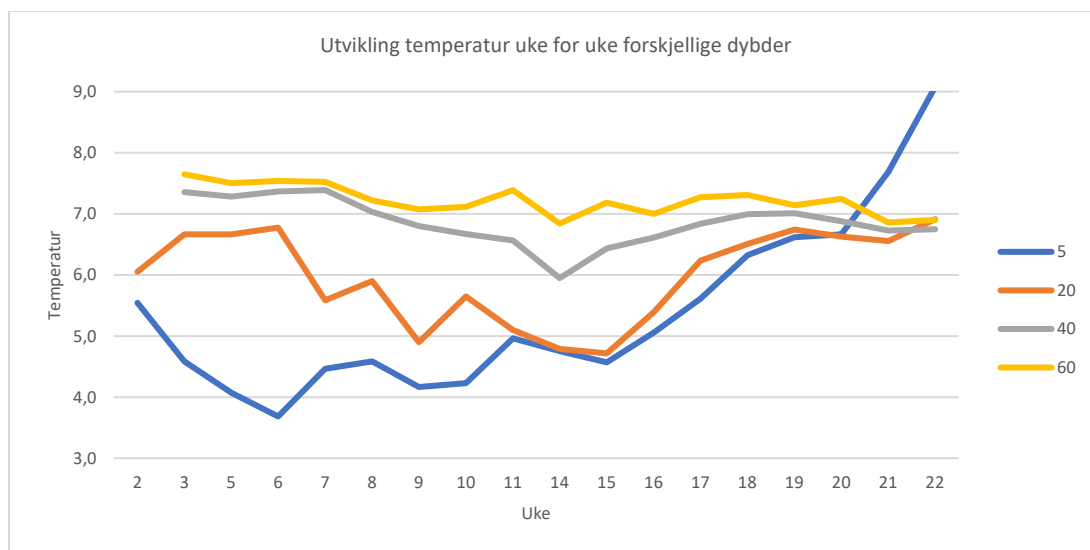
Vind ble målt ved hjelp av en vindmåler på flåten.

Strømmålingene ble dessverre ikke gjennomført i henhold til planen, men her har vi gode historiske data.

4.1.3 Resultater

4.1.3.1 Temperatur

Figur 3 viser sjøtemperatur på tre forskjellige dybder (20, 40 og 60 meter) fra uke 2 til uke 22– det vil si fra en måned før utsett til utslakting. Selve flyteren stod på ca 30 meter, mens luftkuppelen var på 22-25 meter. Temperaturen målt på 40 meter er mest interessant da fiskebiomassen i stor grad oppholdt seg der. Temperaturen var nokså stabil rundt 7 grader, og i overflaten var det i vintermånedene 4-5 grader. Ved å ha laks i 2-3 grader varmere vann vil den normalt ha potensiale for å vokse betydelig bedre gjennom vintermånedene. Basert på Skretting sin fortabell vil laksen kunne vokse med 0,36 vs 0,18 % per dag ved henholdsvis 7 og 4 grader. Dette illustrerer potensiale for hvordan en nedsenket merd kan gi betydelig bedre tilvekst om vineteren enn en standard overflatemerd. Direkte sammeligninger mot kontrollmerder ble ikke utført i denne uttesting, men bør gjøres ved en senere andledning.

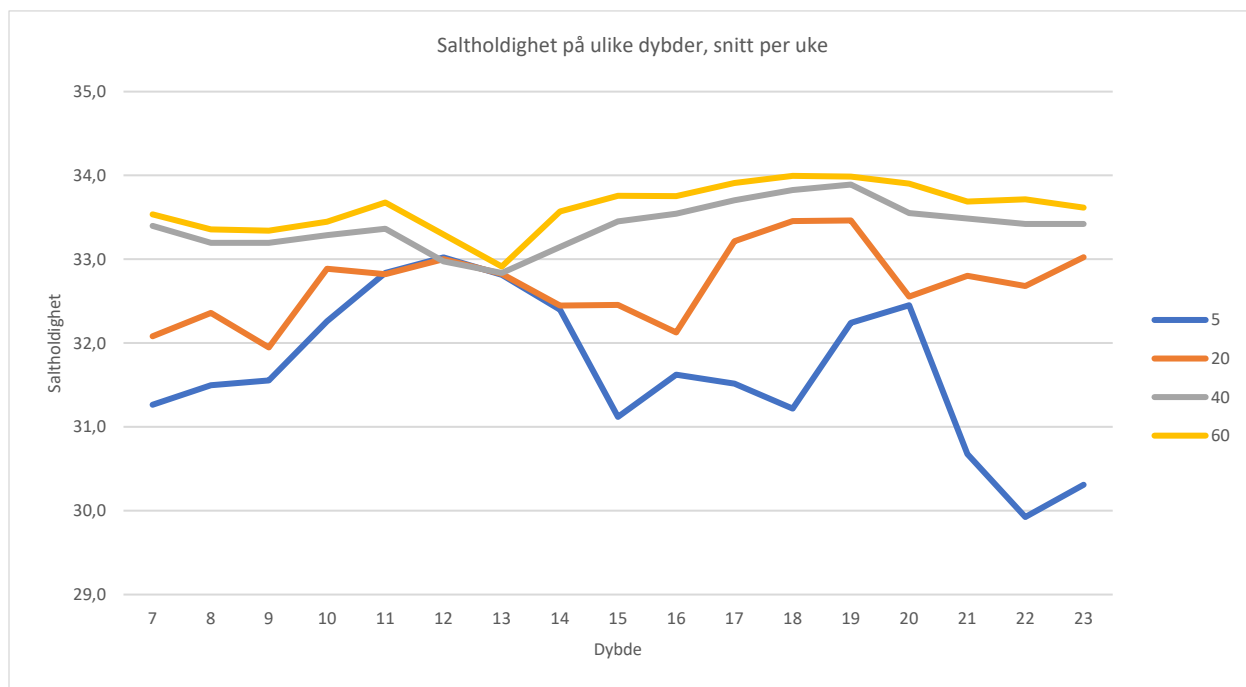


Figur 3 Utvikling i temperatur på ulike dybder i uke 2-22 2020 ved Skrubholmen

4.1.3.2 Saltholdighet

Figur 4 viser målinger av saltholdighet i samme periode som for målingene av temperatur.

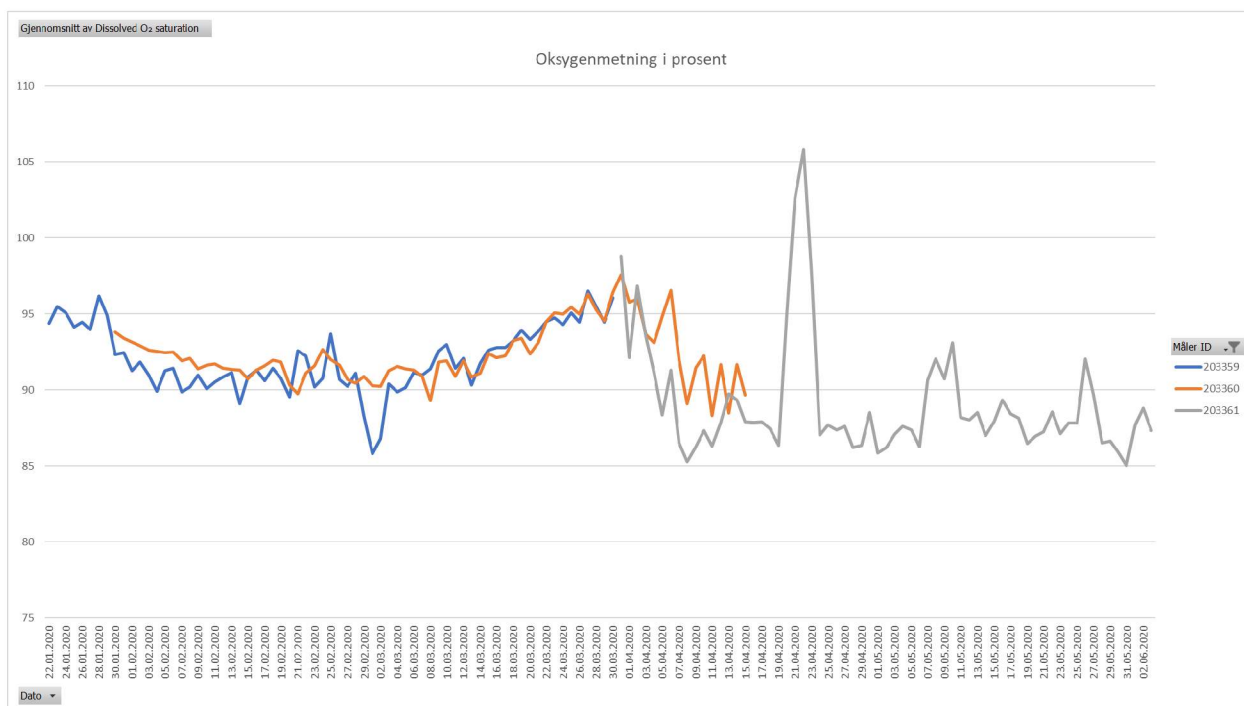
Saltholdigheten varierer fra 31 til 34 promille gjennom vintermånedene og i dypet var det saltholdighet rundt 33 promille. I overflaten ser vi at saltholdigheten går ned i uke 20-21 i midten av mai, noe som antagelig skyldes at lokaliteten påvirkes av flomvann fra vårmeltingen. Disse saltholdigheter forventes ikke å påvirke dybdefordeling av de infesterende luselarvene.



Figur 4 Saltholdighet på ulike dybder i uke 2-22 2020 ved Skrubholmen

4.1.3.3 Oksygen

Figur 5 viser at oksygenmetningen i perioden januar til juni varierte mellom i overkant av 95 til 85 prosent. En av målerne sluttet å virke i slutten av mars, men siden resultatene var såpass stabile, både mellom målere og dyp, valgte vi å fortsette med en måler. Oksygenverdiene er innenfor normalverdier som ikke forventes å påvirke fisken i negativ grad og de viser dermed en grei oksygen situasjon i merden.



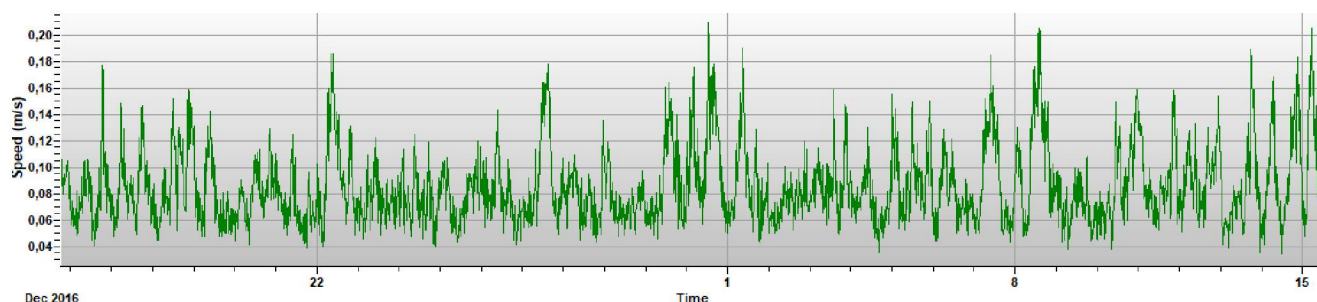
Figur 5 Oksygenmetning i prosent fra januar til juni 2020 ved Skrubbholmen.

4.1.3.4 Strøm

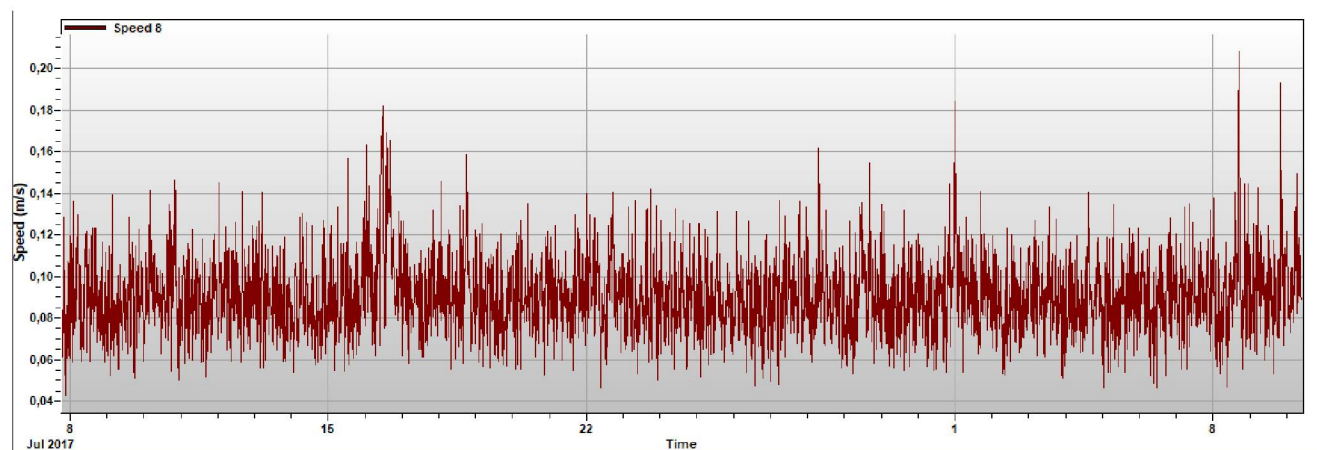
Skrubbholmen er en relativt strømsvak lokalitet. Det er 4 målinger utført siden 2008 på lokaliteten og alle målinger viser et relativt likt strømbilde. Figur 6 og Figur 7 viser de to siste målingene. Alle målinger er utført med doppler og er på så måte sammenlignbare datasett. Gjennomsnitt strøm ligger i område 0,06 m/s til 0,1 m/s, med maks verdier i området på 0,16 til 0,2 m/s.

Trenden i tilgjengelig datasett er relativt like og det forventes at dette strømbildet var likt under perioden Atlantis var i drift på Skrubbholmen.

Hastigheten er normale for en rekke lokaliteter hos SBH og forventes å være tilstrekkelig for normal produksjon, noe som de målte oksygenverdiene er med å underbygge.



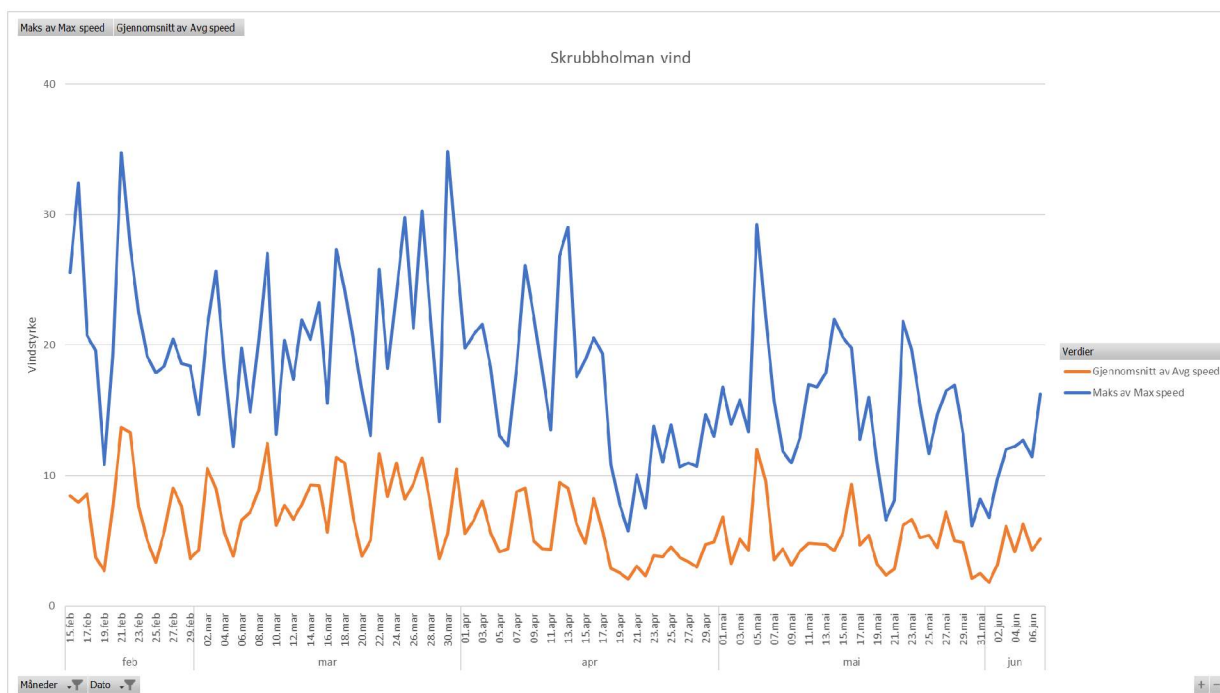
Figur 6 Strømmåling 15m desember 2016 på Skrubbholmen



Figur 7 Strømmåling 15m juli 2017 på Skrubbholmen

4.1.3.5 Vind

Figur 8 viser vind bildet på Skrubbholmen fra februar til juni. Maksimalverdier viser at vinden i perioder var over 20 m/s og i enkelte kast over 30 m/s, samt at gjennomsnittlig vindstyrke per dag varierte mellom 2-13 m/s. Vindmålingene viser det man over flere år har erfart – Skrubbholmen er en vindutsatt lokalitet som genererer mye bølger fra sør og sør-øst. I perioder er det ikke mulig å entre vanlige merder, og når merden senkes ned merkes dette været i svært liten grad. Vanlige operasjoner på anlegget som fôring og dødfiskoppheving fungerer uproblematisk selv om det er dårlig vær.



Figur 8 Vindstyrke på Skrubbholmen fra 15 februar til 6. juni

4.2 Fiskens helse og velferd

4.2.1 Formål

Formålet med overvåking av fiskens velferd var å på et tidlig stadium kunne avdekke om fiskens velferd blir dårligere av at fisken er nedsenket uten tilgang til å fylle luft i overflaten slik at avbøtende tiltak kan settes inn. Det er også viktig å overvåke fisken slik at andre årsaker til reduksjon av fiskens helse og velferd kan avdekkes på et tidlig tidspunkt. Dokumentasjon av velferd ble også utført ved prøvetaking av fisk ved jevne mellomrom.

4.2.2 Registreringer

Når det gjelder overvåking av fiskens velferd ble dette gjort ved daglig kameraovervåking og registrering av svømmehastighet, tiltvinkel, generell adferd, svømmeblærefylling, appetitt og dødelighet. Velferden ble i tillegg undersøkt og dokumentert ved gjennomføring av Fishwellscoringer (velferdsindeks) og vitenskapelig lusetelling av alle stadier, ved tre anledninger. Fiskens vekt og lengde ble også registrert med unntak av prøveuttaket 18.05.20. I perioden fisken var nedsenket ble den tatt opp og avluset med Optilicer under Aqui-S sedasjon en gang.

4.2.3 Resultater

Oppstart

Fisken som ble flyttet fra merd 10 og over til den nedsenkable merden ble ved overføring avluset med Optilicer. 20 fisk ble undersøkt og gradert etter Fishwell standarden. Velferdsscoren viste at det var noe redusert finnestatus (aktiv skade: 1,05), snutesår (0,85) og skjelltap (1,15). Det ble registrert enkelt fisk med vintersår. Ellers hadde fisken fin kondisjon (1,24) og en gjennomsnittsvekt på 3,01 kg. Fiskens velferd- og helsestatus ble ansett som tilfredsstillende ved oppstart.



Slakt

Velferdsscoren ved slakt ble utført på 20 fisk, og det ble gjennomført en grundig undersøkelse av fiskens tilstand. I tillegg ble det gjennomført vitenskapelig lusetelling på 87 fisk. Belastningsskadene fisken hadde fått under avlusningene hadde tydelig bedret seg. Det var mindre aktive finneskader (0,33) og risttapet var bedre (0,7). Snuteskadene var omtrent lik som ved oppstart (0,75). Det ble registrert sår på enkelte fisk, disse ble ansett å være gamle skader og sårene var i helingsprosess. Se kap For mer informasjon om tilvekst.

Fisken sto fra 18.02-08.06 i nedsenket posisjon, men var oppe 17-20.04 for avlusing og utslakt av 25 000 fisk. Fiskegruppen ble overvåket daglig gjennom kameraene som var plassert i merden. Vi har gjennom dette utsettet hentet inn et større datagrunnlag enn ved første utsett på Gjerdinga. Det gjør at vi med større sikkerhet kan si noe om fiskens helse- og velferd i nedsenket merd. Det ble ikke registrert noen systematiske tegn på nedsatt velferd og de resultater som foreligger tyder på at fiskens velferd er like godt ivaretatt i nedsenket merd som i en kommersiell merd. Samtidig er det fortsatt noen usikkerhetsmomenter knyttet til adferden som observeres i kuppel og den adferden som observeres ved heving av merd og fjerning av tak/tilgang på luftspeil. Ut fra de observasjoner som er gjort av fisken gjennom daglig oppfølging og fôring så er total vurderingen bra. I nedsenket posisjon viser fisken ingen tydelige tegn på nedsatt trivsel, dette gjenspeiles i adferd, appetitt og slakteresultater.

4.3 Fiskens adferd

4.3.1 Formål

En viktig faktor for å vurdere laksens egnethet for oppdrett i nedsenket merd er å forstå og tolke fiskens adferd i forhold til normalmerder; det gjelder både stimadferd/ gruppestruktur, svømmehastighet, tiltvinkel, appetitt og ikke minst bruk av kuppel. Avvik fra normal adferd i standard merder kan tyde på at svømmeblæren ikke fylles. Avvikende adferd kan også være tegn på at fisken har andre utfordringer med å være nedsenket.

Hvis fisken ikke klarer å fylle svømmeblæren kan det være et tegn på at luftlommen er feil utformet. Det kan bety at design av kuppelen må justeres slik at fisken ønsker å bruke den.

4.3.2 Registreringer

Følgende målinger ble gjennomført daglig:

- Fiskens appetitt ble vurdert visuelt av den som fører fisken ved bruk av kamera og både utfôret mengde og observasjoner loggført.
- Svømmehastigheten ble målt ved at røkteren, ved hjelp av kamera, beregnet tiden det tok for fisken å passere et bestemt punkt - det vil si tiden fra snute til hale. Ved normal adferd skal den tilsvare normale verdier 0,2 til 1,5 fiskelengder per sekund på denne størrelse fisk, men enda viktigere, ikke øke over tid. 20 fisk ble observert minimum to ganger per dag i minst 4 dager per uke
- Svømmemønster. Det ble registrert om fisken stimer polarisert/systematisk, eller om den oppførte seg desorientert; blir adferden vurdert som normal eller unormal. Det var et spesielt fokus på registrering av fiskeadferd opp mot nottaket.
- Tiltvinkel ble observert, dette er et grovt mål på om fisken er nøytral i vannmassen (horisontal), har negativ oppdrift med positiv tilt (med snuten opp) eller har positiv oppdrift med negativ tilt (med snuten ned). Tiltvinkel gir med andre ord en indikasjon på grad av svømmeblærefylling.

4.3.3 Resultater

Prosjektperioden har gitt oss mange svar, både med tanke på praktisk oppfølging, drift av fisk i nedsenket enhet og det fiskevelferdsmessige perspektivet. Dette er verdifull informasjon som vi er avhengige av for å kunne videreutvikle konseptet og i neste omgang kunne ha et større antall fisk i merden.

Fiskens adferd under første senkning

Før første senkning av merd med fisk i ble det utarbeidet og gjennomgått risikovurdering av arbeidsoperasjonen med tanke på ivaretagelse av fiskevelferden. Underveis ble fiskeadferden nøye overvåket gjennom oppfølging på kameraer (7 stk plassert hhv ca. 3, 8, 13, 23 og 27 meter under kuppel).

Før nedsenkning oppholdt fisken seg hovedsakelig på ca. 20 meters dyp, men flyttet seg noe høyere i vannsøylen da lysene i merden ble skrudd på. Fisken sto på 8-12 meters dyp idet nedsenkningen ble igangsatt. Notgangen (gruppestrukturen) var noe uryddig akkurat i det senkingen foregikk, men fisken fikk fin notgang rett etter senking, dvs at gruppestrukturen til de fleste fisker observert innenfor et område var lik og viste at laksen svømte i en stimende struktur rundt i merden. Innledningsvis var fisken litt treg med å bli med merden ned, men tilpasset seg senkingen etter hvert. Mot slutten av senkingen begynte fisken å søke oppover; denne adferden opphørte etter kort tid. Da merden hadde stabilisert seg

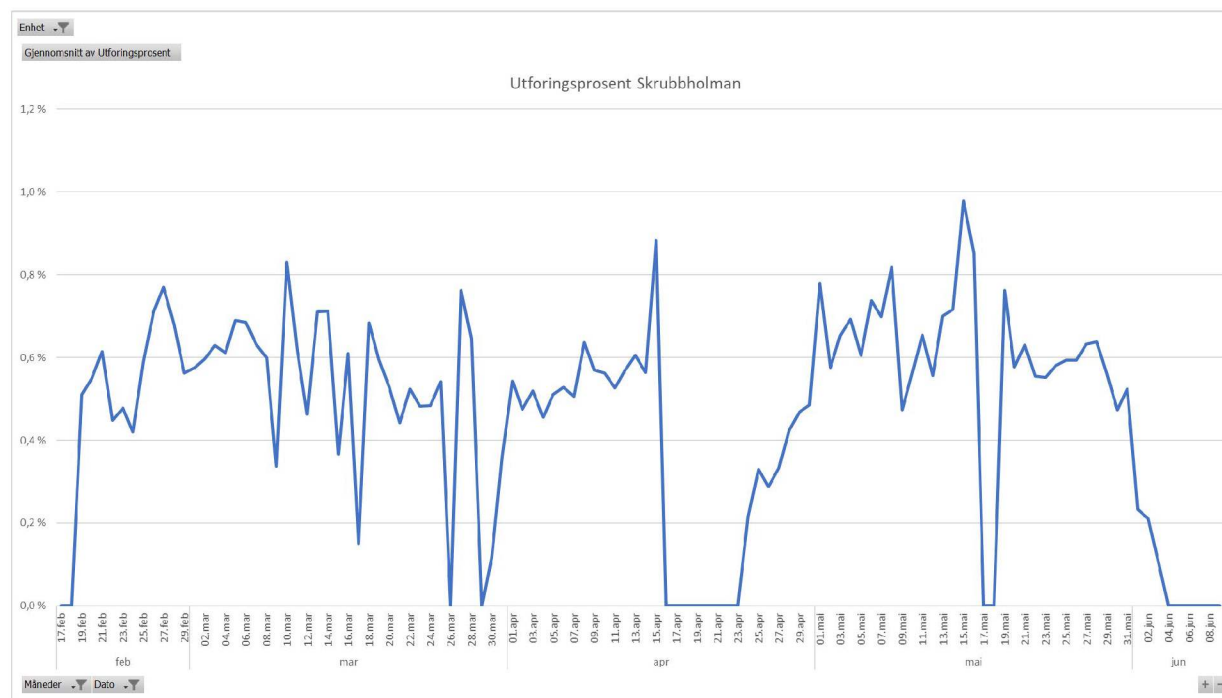
på +25 meter, fordelte fisken seg fint utover hele merdvolumet og fant raskt normal notgang igjen. Fisken ble nøye overvåket med kamera de neste timene. Fra start senkning til slutt senkning tok det ca. 30 minutter.

Utover i forsøksperioden observerte man økt aktivitet i kuppelen. Aktiviteten som ble observert var sammenlignbar med den som er sett i tidligere kuppelforsøk utført av Havforskningsinstituttet. Kameravinkel og lysforhold gjorde det noe utfordrende å konkludere med om aktiviteten var direkte knyttet til svømmeblærefylling. Før neste utsett bør det gjøres en vurdering på kameraets plassering for å sikre et enda bedre bilde av laksens atferd nær luftlommen i kuppelen.

Fôring og appetitt

Det tok noen dager før fisken var tilbake på fôr og appetitten hadde normalisert seg etter første senkning, dette samsvarer ikke med observasjonene på Gjerdinga. Den samme adferden ble registrert i hele anlegget og tilskrives derfor Optilicerbehandlingen som ble foretatt på lave temperaturer og ikke til selve senkningen. Det positive er at fisken i Atlantis var raskere tilbake i normal adferd enn de resterende merdene på lokaliteten. Appetitten økte betraktelig i Atlantis, mye raskere enn resten av anlegget. Dette kan sannsynligvis knyttets til en gunstigere sjøtemperatur og stabile miljøforhold i de dypere vannlagene.

Appetitten utover i forsøksperioden var hele tiden normal ut fra biomasse, temperatur og snittvekt. Fôringen i nedsenka posisjon var prosentvis lik og tidvis bedre enn ved konvensjonell drift. Figur 9 viser utfôringsprosenten per dag fra utsett til slakt. Dagene det ikke er fôret er det sultet i forbindelse med lusetelling, avlusing og slakting. Fôringsadferd er en sentral faktor i vurderinga av fiskevelferd og hvordan fisken tåler nedsenket tilstand.



Figur 9 Utfôringsprosenten i Atlantis merden på Skrubholmen

Svømmemønster

Føringskamera fra Atlantis-merden ble vist i samme skjerm-løsning som merdene fra resten av anlegget. På denne måten hadde man veldig god mulighet til å sammenligne svømmemønster og generell adferd i nedsenka merd med konvensjonell. Driftsoperatørenes erfaring og kunnskap veier også tungt som verktøy for vurdering av normal adferd og velferd. Fisken finner raskt notgang etter senkning, og utøver normal adferd i løpet av første timen etter senkning. Fisken ser ut til å tåle heving og senking av merden godt. Den normale adferden vedvarer under hele perioden merden er senket ned. Fiskens svømmemønster avviker ikke fra konvensjonell drift.

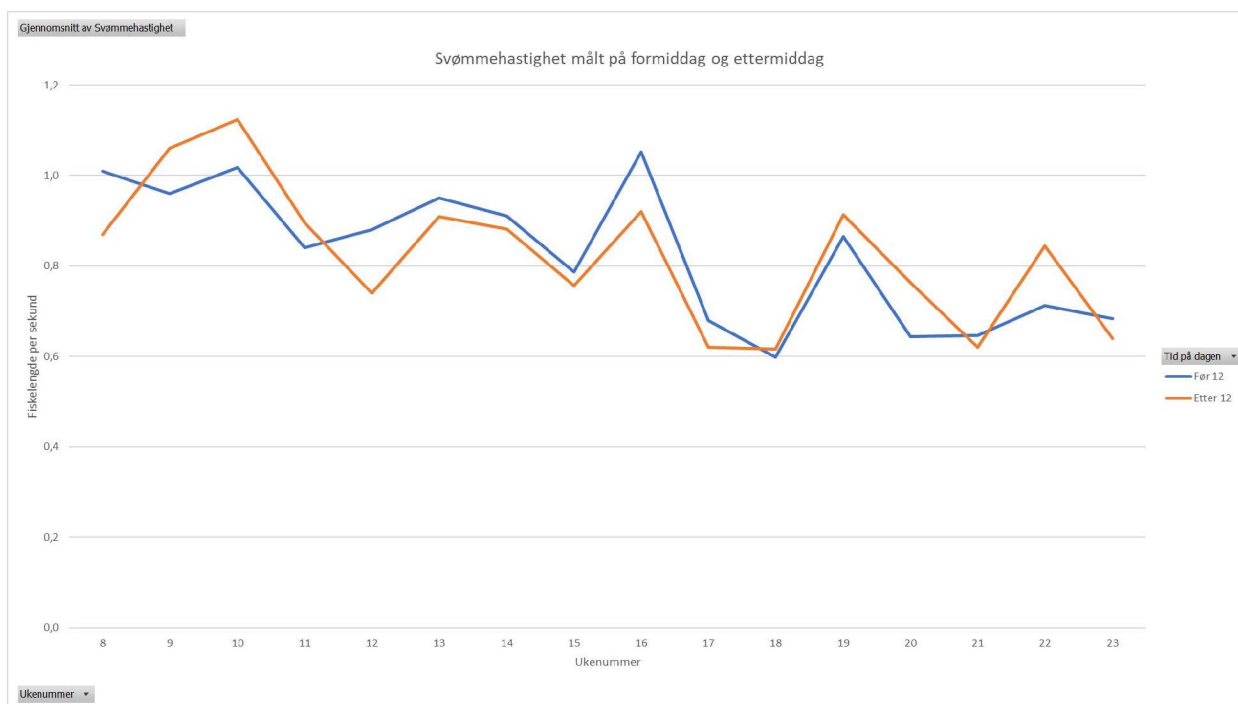
Svømmeblærefylling og bruk av luftkuppel

Det ble tidlig observert fisk i kuppelen, og det ble gjort registreringer av fisk som brøt vannspeilet. Den første tiden var det derimot vanskelig å se at fisken aktivt snappet luft. Denne adferden endret seg i løpet av testperioden, lysforholdene ble bedre, observatørenes erfaring økte og de siste ukene ble det klart og tydelig registrert at fisken aktivt hentet luft fra kuppelen. Dette samsvarer med fiskens generelle adferd, hvor det ikke er observert tegn til nedsatt svømmeblærefylling. Det ble utført en systematisk registrering av svømmeblærefylling rett før slakting ved telling av fisk som fylte luft i kuppel over en gitt tidsperiode. Målingene viste en tilfredsstillende fyllefrekvens i forhold til antall fisk i merden med en overflateaktivitet per fisk per dag i intervallet 0,23-0,55.

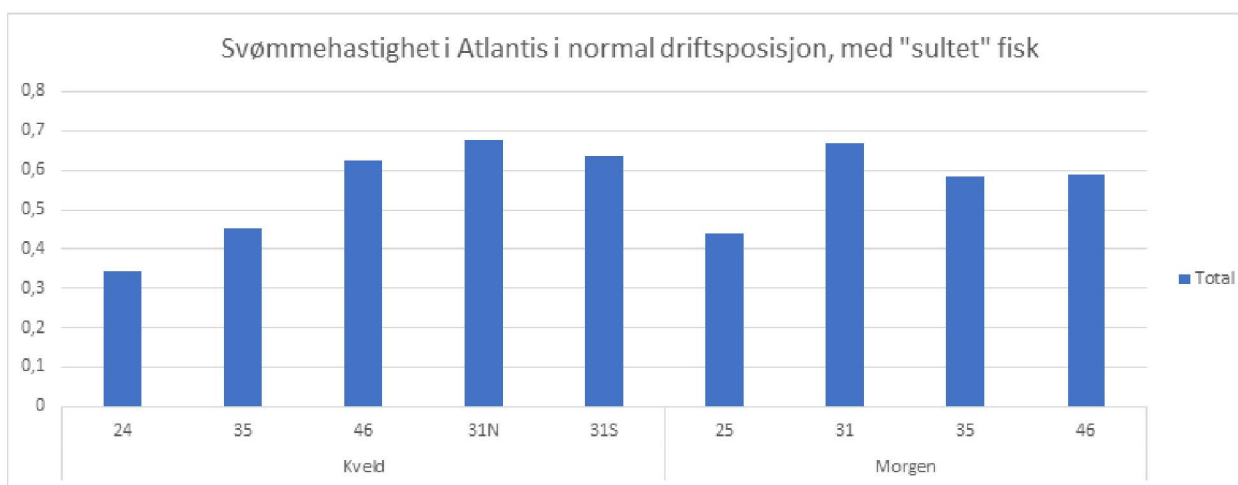
Tiltvinkelen ble vurdert til å være normal. Det ble ikke observert endringer i tiltvinkel. Det eneste som var forskjellig fra konvensjonell drift var at fisken ikke hadde høy fart og bratt vinkel da den steg opp i vannmassene for å fylle svømmeblære. Den fisken vi så som steg oppover opp under kuppel hadde roligere fart og litt slakere vinkel for å treffe under luftlomme/kuppel.

Fiskens svømmehastighet ble målt daglig. Som vi ser av kurven i Figur 10 så er svømmehastigheten innefor 0,6 til 1 fiskelengde per sekund og synkende gjennom perioden. Denne hastigheten er godt innafor det man anser som normalt. Men det som er den viktigste observasjonen er at hastigheten ikke øker utover i forsøksperioden og tid i nedsenket posisjon. Dette er en sterk indikasjon på at fisken takler tilværelsen i den nedsenka merden godt. Det ble jevnlig tatt kontrollmålinger i konvensjonell merd for å sammenligne, i tillegg til visuell sammenligning med kamera og det var ingenting å bemerke.

I tillegg ble det ved én anledning gjort systematiske målinger morgen og kveld på ulike dyp (Figur 11). Som vi ser av resultatene er det en tendens til at fisken som går høyest i vannsøylen har noe lavere svømmehastighet enn fisken som går dypere, muligens som følge av at den grunne fisken har en større svømmeblære/ mer oppdrift pga mindre trykk, gitt lik fyllingsgrad. Alle målingene anses uansett for å være innenfor normal og forventet aktivitet.



Figur 10 Gjennomsnittlige svømmehastighetsmålinger målt som fiskelengde per sekund fra fisk i Atlantis. X-akse viser ukenummer, og y-akse viser gjennomsnittlig hastighet ved målingen, målt som fiskelengde per sekund.



Figur 11 Svømmehastighet på ulike dybder målt morgen og kveld rett før slakting. X-aksen viser dybde i meter og plassering av kamera samt morgen/ kveld og Y-aksen viser hastighet målt som fiskelengde pr sekund.

Overflateaktivitet i hevet posisjon

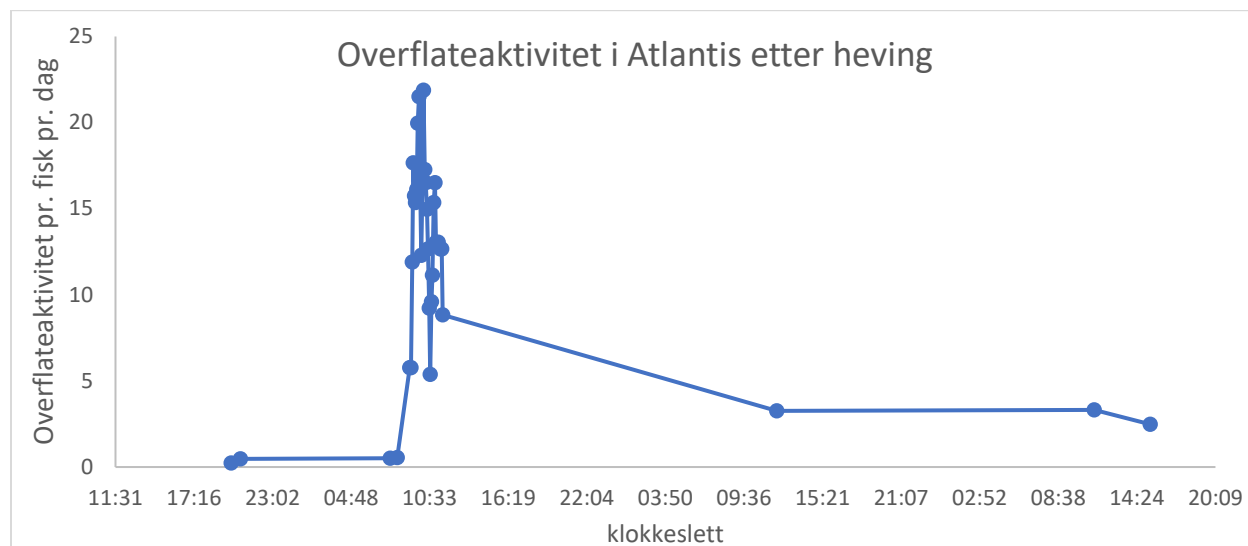
Når merden heves og det skal utføres en arbeidsoperasjon som krever fjerning av tak eller åpning av uttakslomme får fisken tilgang til vannspeil og mulighet for fylling av svømmeblære andre steder enn i luftkuppel. I denne testperioden ble dette gjort ved lusetelling, avlusning og før slakteføring. Det observeres en adferdsendring hos fisken når dette vannspeilet gjøres tilgjengelig for fisken.

Overflateaktiviteten øker umiddelbart og vedvarer over en lengre periode (opptil flere timer) før den avtar og fiskens gjenvinner normal adferd. Figur 12 og Figur 13 viser observert overflateaktivitet ved heving av merden i forbindelse med slaktekjøring. Akkumulert overflateaktivitet er omtrent 1,4 per fisk etter 2,5 timer. Denne verdien er litt høyere enn normal, men innenfor normal variasjon som ligger på 0,5-4 fyllinger per dag per fisk med synkende verdi med størrelse. Målinger gjennomført dagen etterpå viste at overflateaktiviteten da hadde stabilisert seg på et normalt nivå.

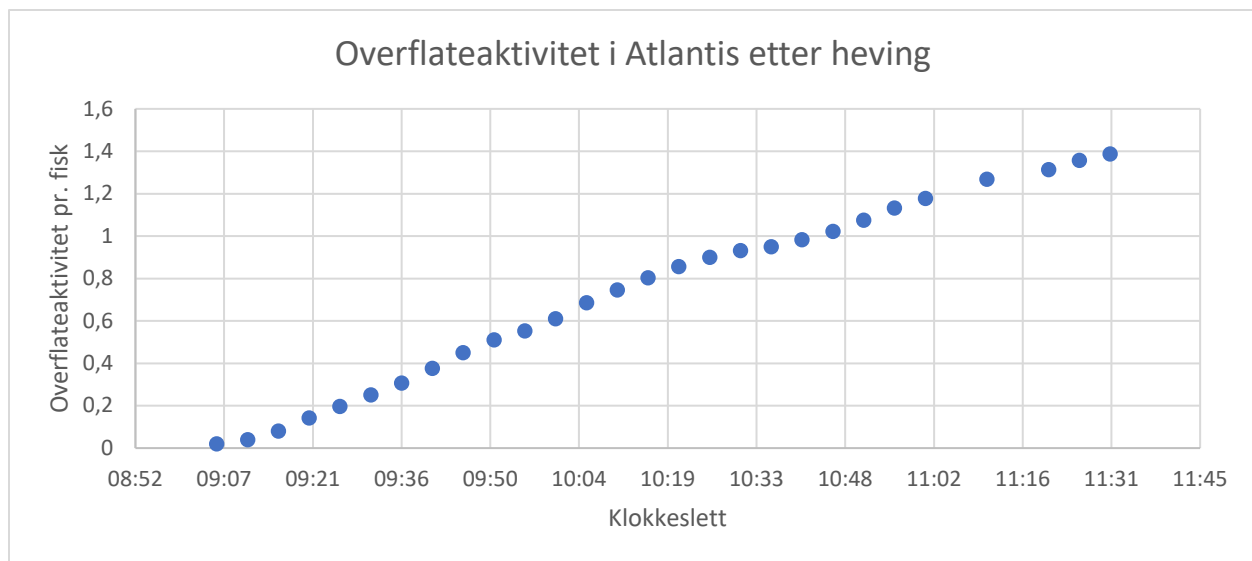
Årsaken til denne adferdsendringen og økte overflateaktiviteten er fortsatt ukjent, og ble også observert ved forrige utsett. Mulige grunner til forøket overflateaktivitet etter heving kan skyldes:

- At mye fisk tømmer svømmeblære på vei opp og må etterfylle/ justere.
 - Det er kjent at stress kan gi tømming av svømmeblære
 - Lavere trykk gir for mye luft i svømmeblæren som må ut og laksen har muligens ikke evne til justere seg inn igjen til det korrekte gjennom tømming, men må gjøre dette ved refylling.
- Har et behov for å etterfylle da den ikke har fylt tilstrekkelig i nedsenket tilstand
- Er «lykkelig» for endelig å ha en full overflate å boltre seg i
- Opplever en endring i miljøet

Denne adferden og mulige årsaker bør utredes nærmere ved neste utsett.



Figur 12 Figuren viser økt overflateaktivitet de første timene heving av merden, før overflateaktiviteten gradvis avtar.



Figur 13 Akkumulert overflateaktivitet de første 2,5 timene etter heving av merden.

4.4 Lakselus

4.4.1 Formål

Formålet med telling av lus er å holde kontroll over utviklingen av lakselus i Atlantis merdene slik at adekvat behandling kan starte hvis man overskrider de lovpålagte grensene i henhold til forskriften om lakselusbekjempelse. En av hypotesene i prosjektet er at det vil bli mindre lus i nedsenkede merder, og denne dokumentasjonen er derfor også vital for prosjektet i det lange løp.

Det ble gjennomført vitenskapelige lusetellinger (alle stadier) for å kunne benytte tallene til å tilbakeberegne påslagsperiode, samt beregne og vurdere lusesituasjonen frem i tid og dermed kunne ha fisken nedsenket over lengre perioder uten ukentlig telling. Vitenskapelig lusetelling ble sett i sammenheng med temperatur og tellingene ble gjort hyppigere ved høy temperatur og sjeldnere ved lav. Tellingene ble gjennomført sjeldnere enn 1 gang per 7. dag, og det ble søkt Mattilsynet om tillatelse til å gjennomføre en risikobasert lusetelling, noe vi fikk tillatelse til.

4.4.2 Registreringer

Følgende lusetellingsprogram ble gjennomført:

- Ved utsett ble 20 fisk telt ved vitenskapelig lusetelling (alle stadier) og velferdsscoret (Fishwell). Fiskene ble avlivet for å sikre høy presisjon på telling. I tillegg ble det gjennomført vanlig lusetelling etter anleggets interne prosedyrer (registrering av fast, bevegelig og kjønnsmoden hunn lus) på 64 fisk. Antallet fisk som telles er oppjustert fra forrige utsett for å sikre et utvidet datagrunnlag.
- 20-30 fisk ble telt med vitenskapelig metode ved hvert prøveuttak, i tillegg ble det ved enkelte uttak telt lus på 30-70 fisk etter anleggets interne prosedyrer (registrering av fastsittende, bevegelig og kjønnsmodne hunn lus)

Vi hadde utfordringer med uttak av fisk i forrige utsett i Atlantis på Gjerdinga og det ble derfor gjort et arbeid med å lage en større uttakslomme og ny hov til utsettet på Skrubholmen. Denne metoden gjorde det mulig å få tak i fisk selv om hovedmengden av biomassen som regel blir stående dypt ved heving av merd.

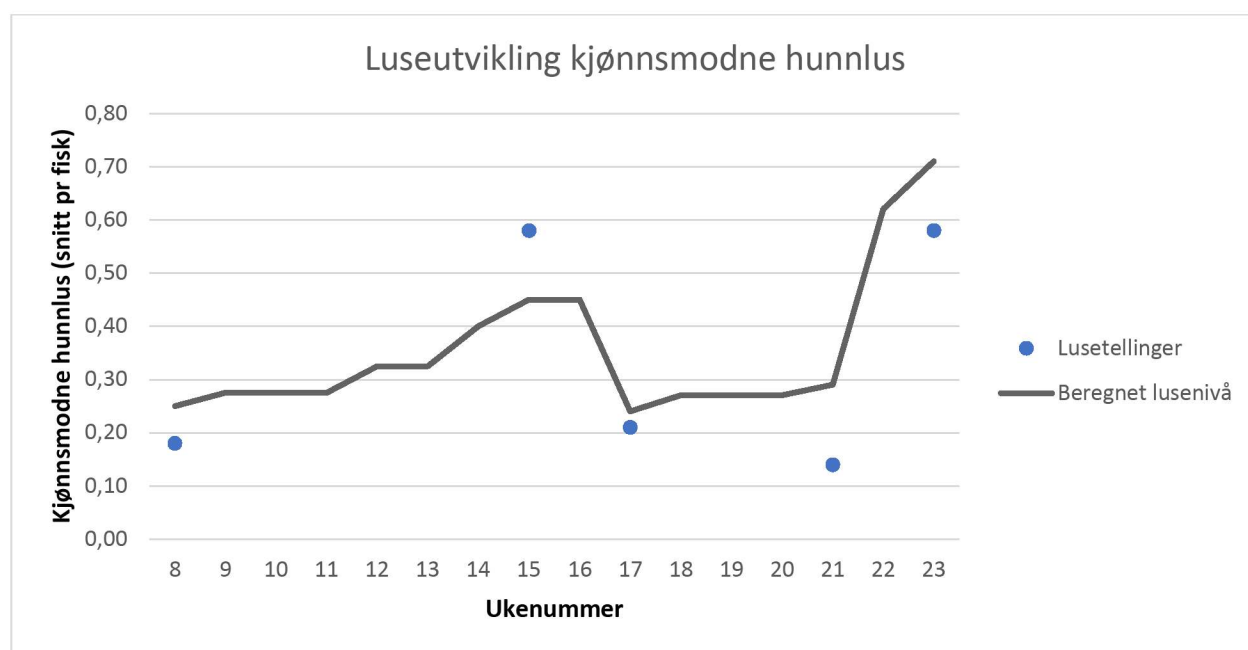
4.4.3 Resultater

Det ble talt lus ved 5 anledninger, ved overflytting fra kommersiell merd til Atlantis, ved 3 ulike tidspunkt under testperioden og i forbindelse med slakteføring. Som det fremkommer av tabell 2 har det vært påslag på fisken før og i forsøksperioden og lusa har utviklet seg.

Ved oppstart/flytting 18. februar ble det registrert 0,18 fastsittende, 0,12 bevegelige og 0,19 kjønnsmodne hunn lus på fisken. Ved slakt 07. juni ble det i gjennomsnitt registrert 0,08 fastsittende, 0,59 bevegelige og 0,58 kjønnsmodne hunn lus pr. fisk. Ved begge tellingene ble det registrert lus på 20 fisk, ved vitenskapelig telling og mellom 0-67 fisk ble telt etter anleggets interne prosedyrer (fastsittende, bevegelig og kjønnsmodne hunn lus). Trenging og utvelgingen av fisk ble foretatt på tilsvarende måte ved oppstart, avlusning og slakt, det vil si trengingen ble foretatt ved hjelp av avkast og kulerekke. Ved telling 30.03 og 18.05 ble lusetellingen foretatt ved hjelp av storhåv, spesialdesignet for Atlantis. Ved samtlige lusetellinger, bortsett fra tellingen i uke 21, fikk man tak i et representativt utvalg av fisk og alle lusetellingene bortsett fra denne anses derfor som sammenlignbare.

Tabell 1 Oversikt over lusetall i Atlantis merd, ved flytting 18.02.20, ved tre ulike tidspunkt underveis i testperioden og ved slakt. N=20-87.

Dato	Fastsittende lus	Bevegelige lus	Kjønnsmoden holus
18.02.20	0,18	0,12	0,19
30.03.20	0,1	1,54	0,58
23.04.20	0,07	0,08	0,21
Etter avlusning			
18.05.20	0,05	1,43	0,14
07.06.20	0,08	0,59	0,58



Figur 14 Viser utviklingen av kjønnsmodne hunnlus i perioden 18.02.2020 - 08.06.2020. Heltrukket linje viser beregnet lusenivå basert på vitenskapelig lusetellinger og HIs modell for luseutvikling. Blå punkter viser faktiske lusetellinger gjennomført etter lokalitetens interne prosedyrer inkludert vitenskapelige lusetellinger. I uke 17 ble det gjennomført avlusning.

Figur 13 viser sammenligning mellom beregnet lusenivå basert på de vitenskapelige lusetellinger og HIs modell for luseutvikling ved gitte temperaturer mot faktiske lusetellinger gjennomført etter lokalitetens interne prosedyrer inkludert vitenskapelige lusetellinger. Ved oppstart av testperiode, uke 8, ble det gjennomført avlusning og lusetelling. Som vi ser av figuren har vi et høyere startpunkt for beregnet lusenivå enn den registrerte lusetellingen. Årsaken til dette er at det beregnede nivået er basert på vitenskapelig telling av 20 fisk, mens den registrerte lusetellingen er basert på flere uttellinger fra avlusningen. Det antas at denne differansen er tilfeldig. Dette blir bekreftet gjennom telling i uke 15, da faktiske tellinger ligger over beregnet lusenivå. Derfor ble det i uke 15 besluttet at antall fisk i hver prøve skulle økes for å sikre et bedre datagrunnlag og redusere sjansen for tilfeldige variasjoner. I uke 17 ble



det gjennomført avlusning, da antall kjønnsmodne hunnlus pr fisk var over tiltaksgrensen. I forbindelse med avlusningen ble det gjort vitenskapelig lusetelling på en større andel fisk, i tillegg til at totalt antall fisk i prøven ble økt. Vi ser da bedre samsvar mellom beregnet lusetall (0,23) og registrert lusetelling (0,21). I uke 21 ble det gjennomført ny lusetelling. Det var da noe utfordrende å få tak i fisk, noe som resulterte i et dårlig utvalg fisk. Dette gjenspeiles i den store differansen mellom det beregnede lusetallet og den registrerte lusetellingen og påvirker også beregningen av luseutvikling de to påfølgende ukene.

Generelt ser vi at beregnet luseutvikling og faktiske lusetellinger i grove trekk følger hverandre gjennom testperioden. Dette indikerer at beregnet lusenivå basert på vitenskapelige lusetellinger og modeller for luseutviklinger kan gi et tilnærmet riktig bilde på lusesituasjonen i merden. Dette forutsetter at man har et godt datagrunnlag med et stort nok og representativt utvalg fisk i tellingene.

I testperioden har ikke lusens livssyklus og utvikling i Atlantis skilt seg nevneverdig ut fra det vi kjenner som normal/forventet utvikling i tradisjonelle overflatemerder. Siden det registreres lusepåslag i nedsenket posisjon, tyder det på at noen larver har befunnet seg på dypet i det de når det infektive stadiet. Det har også tidligere vært registrert påslag på andre lokaliteter hvor fisk har stått dypt, men da i mindre grad enn tradisjonelle overflatemerder. I denne testperioden har det ikke vært kontrollmerder på lokaliteten som kan sammenlignes mot luseutviklingen i Atlantis og det vanskeliggjør diskusjon og konklusjon rundt lusas utvikling i Atlantis.

4.5 Produksjonsdata

4.5.1 Formål

Formålet var å trekke ut sentrale produksjonsdata og sammenligne disse med produksjonsdata fra de andre merdene i anlegget. Disse vil bli benyttet til tidlig å oppdage eventuelle avvik i Atlantis merdene, og dataene vil også bli benyttet til å dokumentere de nedsenkede merdenes suksess (eller fiasko) som produksjonssystem.

4.5.2 Registreringer

Følgende sentrale målinger og produksjonsdata ble systematisert:

- Utfôret mengde
- Tilvekst
- Fôrfaktor
- Dødelighet
- Data fra slakting (superiorandel)

Dette ble registrert i Fishtalk. I tillegg har vi valgt å ta med slaktedata.

4.5.3 Resultater

På grunn av ulikt produksjonsregime, ulike avlusningsintervaller og -metoder, ulike slaktetidspunkt og ulik helsestatus er det vanskelig å sammenligne Atlantis direkte opp mot de andre merdene på lokaliteten.

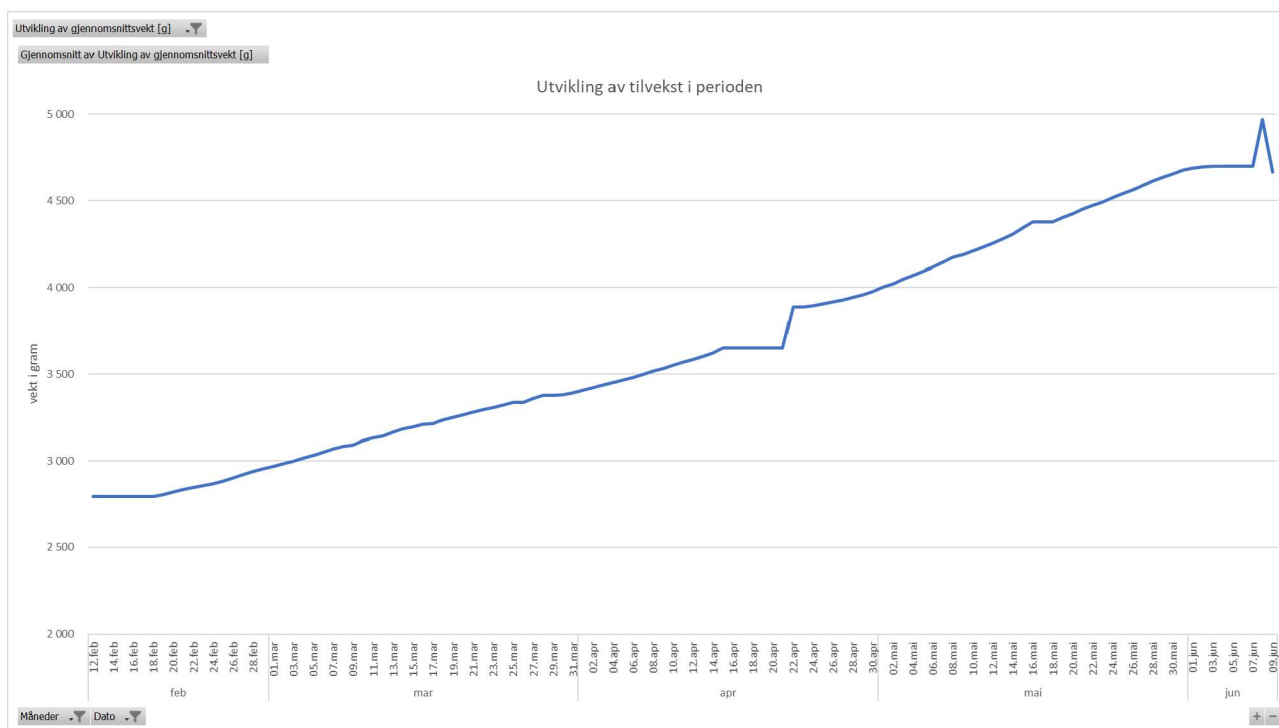
4.5.3.1 Biomasse, fôrforbruk og fôrfaktor

Snittvekt ved senking, basert på tall fra brønnbåten, var 3031 g. Dette gir en beregnet biomasse på 279 126 kg basert på antall fisk registrert i Fishtalk (99 902 fisk). 22.04.2020 ble 25 107 tilfeldig utvalgt fisk slaktet i forkant av avlusing for å sikre at avlusingen kunne foregå i brønnbåt uten å måtte dele biomassen (Gruppe 1). Dette ble også gjort for å unngå å ha merden i overflaten over lengre tid (hindre evt nytt påslag) og for å gi fisken mest mulig skånsom håndtering.

Gruppe 1 hadde ved slakting en gjennomsnittsvikt på 3888 g. Fôrforbruket i perioden frem til første slaktedato var 96 610 kg. Resterende fisk ble slaktet 08.-09.06.2020 (Gruppe 2). Denne fisken hadde en snittvekt på 4543 g. Fôrforbruket i perioden 22.04.2020 - 09.06.2020 var 66 352 kg.

Det er utfordrende å beregne en nøyaktig fôrfaktor i Atlantis i perioden merden sto nedsenket. Dette på grunn av at det vil være en viss feilmargin når fisken telles ut av brønnbåten og fordi deler av biomassen ble tatt ut i slutten av april. Men med noen tilnærminger viser våre beregninger at fôrfaktoren for Gruppe 1 var 1,16 og for Gruppe 2 var 1,30. Det er normalt med økende fôrfaktor med størrelse fisk.

Tilveksten i perioden var ut fra tall fra Fishtalk tilfredsstillende (Figur 15).



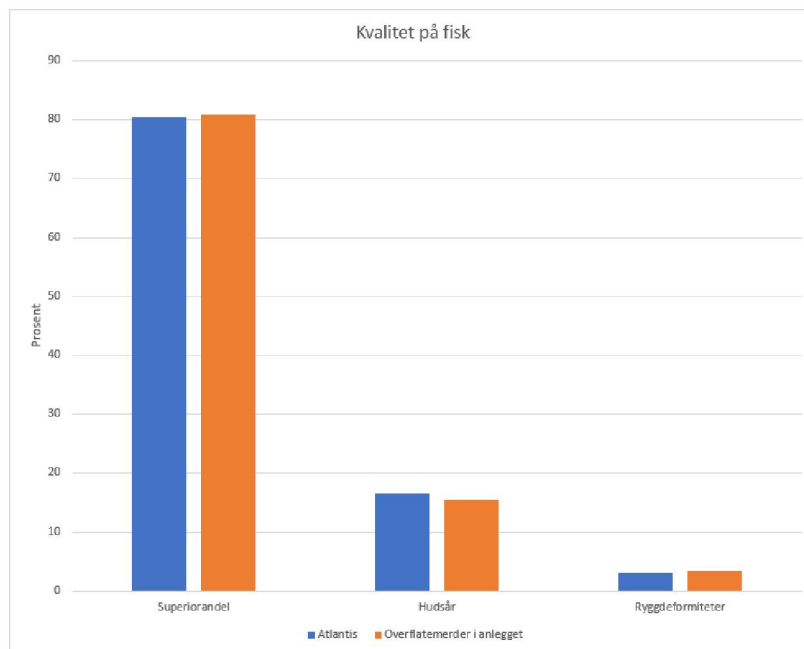
Figur 15 Utvikling av daglig tilvekst i vekt i Atlantis merden fra utsett til slakt (kilde Fishtalk)

4.5.4 Dødelighet

Dødeligheten i Atlantis i perioden 18.02.2020-09.06.2020 var 6 %. Deler av dødeligheten knyttes til følgeskader etter håndtering på lave sjøtemperaturer. Velferdsscoringer ble gjennomført og det ble gjort jevnlig vurderinger av dødfisken underveis. Ingen av disse undersøkelsene indikerer at produksjonsformen gir redusert velferd og økt dødelighet sammenlignet med overflatemerder.

4.5.4.1 Slaktedata

Slaktedata viser at superiorandelen var i overkant av 80 % for både Atlantis og gjennomsnittet for overflatemerdene i anlegget (Figur 16). Nedklassifiseringen som ble gjort var på grunn av hudsår og ryggdeformiteter. Andelen av disse skadene er den samme i Atlantis som for gjennomsnitt av overflatemerdene. Ingen av disse skadene i Atlantis er relatert til at fisken går i en nedsenkbar merd.



Figur 16 Superiorandel, ryggdeformiteter og hudsår

5 Rapportering av teknologiske parametere

5.1 Luftkuppel

5.1.1 Formål

Daglig observasjon av luft i kuppel ved hjelp av kamera ble gjennomført da dette gir en indikasjon om størrelsen på luftlommen i luftkuppelen, og om fisken bruker kuppelen.

5.1.2 Registreringer

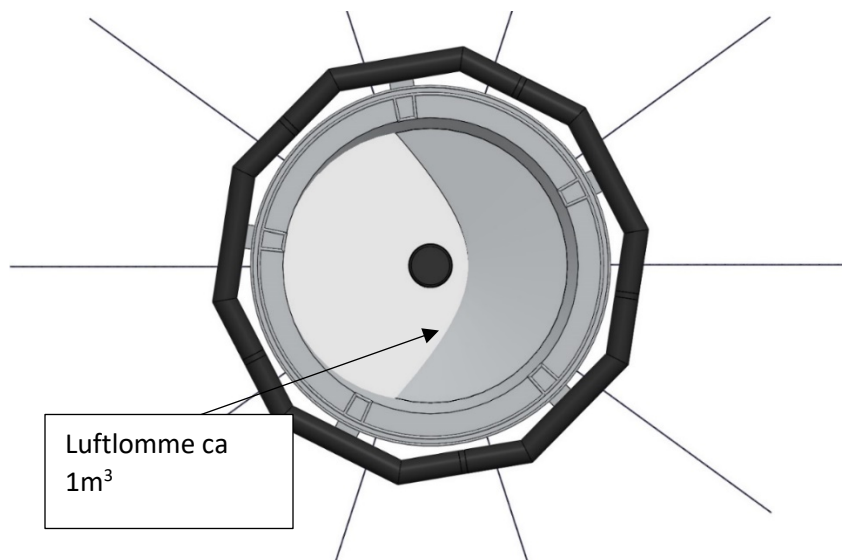
Stabilitet av kuppel ble under funksjonstesting målt ved hjelp av en Aquadopplermåler 400 som ble festet til kuppelen.

Sensoren måler:

- Bevegelse og helning på kuppel
- Dybde. Det er viktig å vite dybde på kuppel og samtidig dybde på merd for å forstå hvordan kuppelen er plassert i forhold til selve merden.
- Strøm – strøm i tre komponenter x, y, z, retning, tilt, trykk og temperatur

5.1.3 Resultater

Gjennom utsettperioden var luftlommen ca 2-2,5 meter i diameter og den plasserte seg til siden for midten av kuppelen på samme måte som den gjorde både på Gjerdinga under funksjonstesting - se Figur 17.



Figur 17 Luftfylt kuppel sett nedenfra og opp i kuppel

I det hele tatt hadde luftkuppelen svært lik oppførsel som på Gjerdinga og både rapporten derfra og funksjonstestingsrapporten viser dette. Vi hadde en stabil luftlomme som ikke var formet helt som en sirkel, men som vil tilsvare en sirkel med 2 meter i diameter. Dette er noe mindre enn det vi hadde planlagt med (ca 3 meter i diameter), men i og med at de fleste fiskene fikk fylt svømmeblæren er det muligens nok med en luftlomme med 2 meter i diameter. Uansett ønsker vi ved neste utsett å ha en litt større luftlomme for å være på den sikre siden.

Vi kontrollerte luftkuppelfyllingen ved hjelp av kamera hver dag og etterfylte luft ca annen hver dag. Fiskens bruk av kuppelen er beskrevet i kapittel 5.3.3.



Figur 18 Måling av pitch, roll og heading i strømmåler montert på luftkuppel.

5.2 Lastmålinger i fortøyning og notkonstruksjon

5.2.1 Formål

Hensikten med denne delen av måleprogrammet er å finne ut om de reelle kreftene som påvirker anlegget er innenfor forventede områder i henhold til AquaSim. Måling av krefter i fortøyningssystemet og på flytekrage/not må sees i sammenheng med miljøkreftene som virker på anlegget.

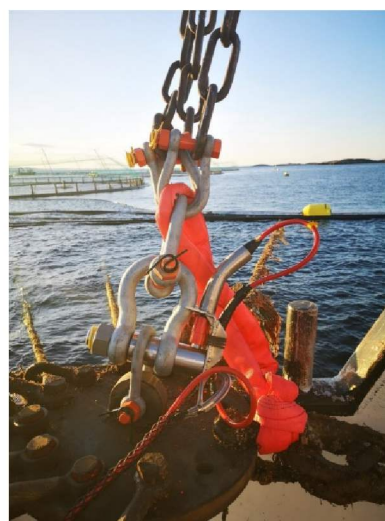
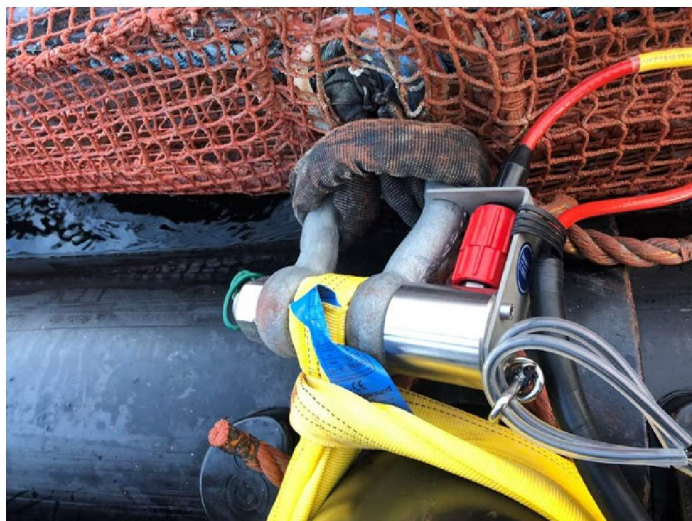
5.2.2 Montering og registreringer

Lastsjaklene ble klargjort og kalibrert før montering. Lastsjaklene er i stål.

Lastsjakler ble montert på fem steder i konstruksjonen der vi gjennom analyser i AquaSim hadde avdekket at det var størst krefter som virket i systemet. Lastsjakler ble montert på følgende steder:

- I kjetting fra bøye til koblingsplate (Figur 16)
- I tre haneføtter
- I krysstau i tak

Alle lastsjaklene ble kablet inn til container på flåte der en egen software tar i mot og behandler signalene fra hver enkelt sjakkel. Teamviewer ble satt opp slik at det er mulig å følge registreringene fra hvilken som helst PC.

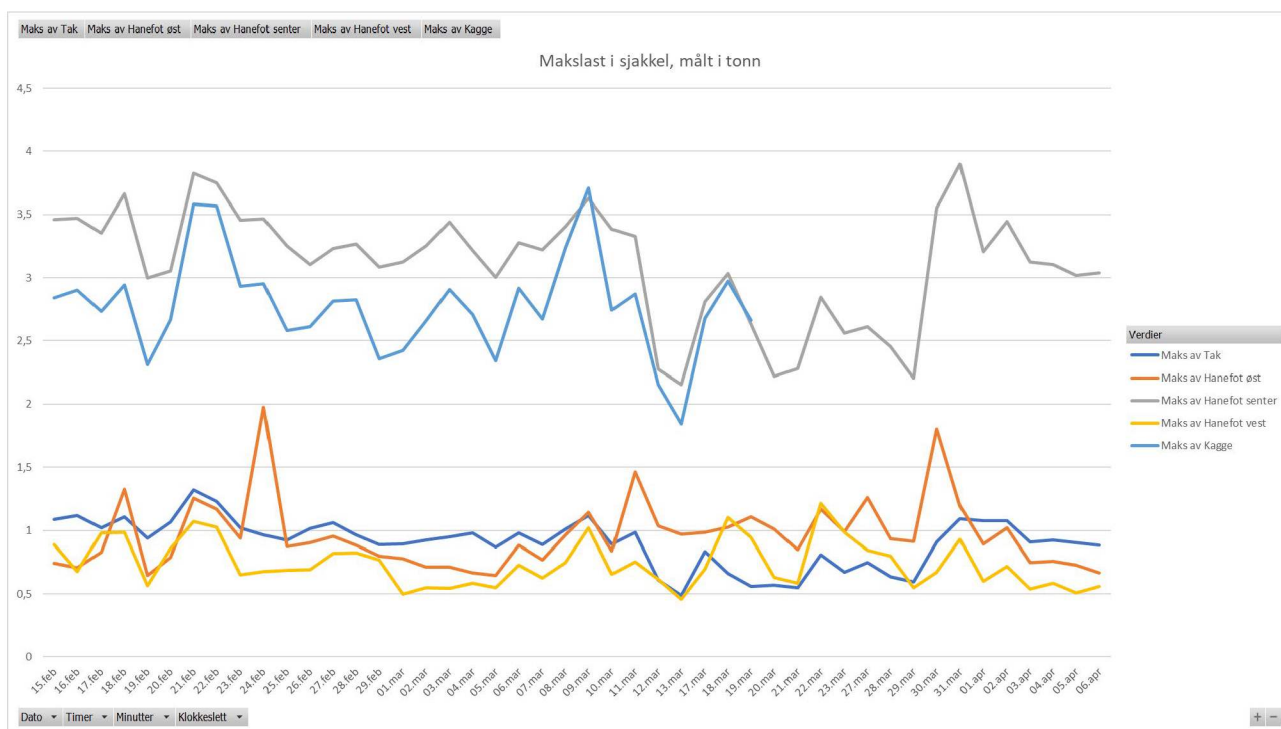


Figur 19 Lastsjakler montert i taket inn mot flytering (venstre bilde) og i kjetting mellom koblingsplate og bøye (høyre bilde)

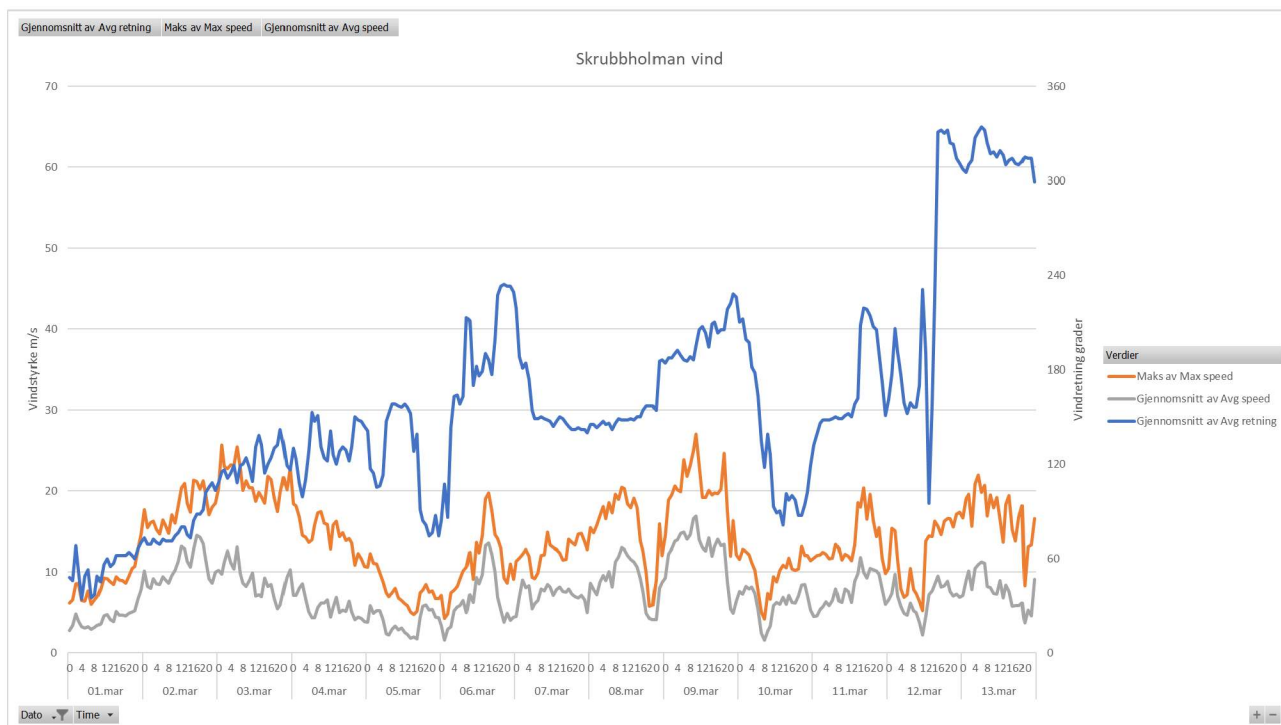
5.2.3 Resultater

Resultatene fra målingene viser at kreftene i systemet på mange måter var de samme som det vi avdekket under selve funksjonstesting før utsett (se egen rapport for flere detaljer). Kort oppsummert var resultatene som følger:

- Gitt den begrensning at merden ikke skal heves hvis H_s er større enn 1,7 meter, virker det mest krefter i systemet i nedsenket posisjon
- Kreftene på målepunktet i innfestingsløyken i taket viste seg å være lavere enn antatt. Kreftene i de andre innfestingsløykene kan være både lavere og høyere da vi ikke vet om det er lik last i alle krysstau i taket. Sannsynligvis er det ikke det på grunn av deformasjon av flytekragen.
- Mest krefter registreres i lastsjaklene som er plassert i midtre hanefot og mellom bøye og koblingsplate (Figur 20)
- Alle målinger ligger godt innenfor de de maksverdier funnet ved analyser i AquaSim
- Figur 20 og Figur 21 viser over tid at selv om vinden varierer mye (5-25 m/s), så er lastene målt i de ulike punktene relativt stabile over tid.



Figur 20 Makslast målt i sjakler på Skrubholmen 2020 (tonn)



Figur 21 Måling av vindstyrke 1-13. mars på Skrubholmen 2020 (m/s)

5.3 Målinger på flytekragen

5.3.1 Formål

Formålet med å måle dybde fire steder på ringen var å finne ut om den ligger vannrett eller om den er skjev i vannsøylen.

5.3.2 Registreringer

Merda er som ved utsettet på Gjerdinga instrumentert med dybdemålere som måler dybde på fire punkter jevnt fordelt rundt omkretsen.

5.3.3 Resultater

Det ble ikke observert noe prinsipielt avvik i oppførselen til merden i forhold til utsettet på Gjerdinga. Ved stasjonærtilstand i senket posisjon var dybdemålingene relativt stabile og gav ikke utfordringer under utsettet.

Dybdemålerne viste at merdens dybde lå på 29–30m og med et maksimalt avvik på ca 1 m mellom dybdemålerne etter at rammefortøyningen var strammet opp og tunet inn. Dette viser at merden lå med svært liten krenkning (ca 1,6 grad).

Heving og senking under produksjonsprosessen gikk uten problemer.

5.4 Utføringssystem

5.4.1 Formål

Litt av hensikten med denne delen av måleprogrammet var å finne ut forbruket av energi i et vannbasert utføringssystem sammenlignet med et system som bruker luft som «transportmedium» for fôret. Det er også viktig å finne ut hvordan fisken oppfatter fôret når det serveres oppbløtt i vann. Røkterens erfaring med den forlengede transporttid er også viktig å registrere.

I forbindelse med flytting fra Gjerdinga til Skrubholmen ble det tatt i bruk en ny type flåte fra AKVA group som har installert et system for vannbåren fôring og conveyor system for fordeling av fôr mellom lagertanker og utføring.

5.4.2 Registreringer

Registreringene det ble lagt opp til er følgende:

- Forbruk av energi per time fôringen er i drift.
- Mengde fôr per dag.
- Røkterens håndtering av forlenget transporttid.

5.4.3 Resultater

Det nye fôringsystemet på flåten som ble benyttet på Skrubholmen bruker et conveyorsystem (skånsom frakting av fôret i rør med skyveplater) på å frakte fôret fra silo til sluse og et integrert vannfôringsanlegg basert på vanninntak under vannlinjen (man slipper å bruke fødepumpe) samt sluseløsning for å få fôret inn i vannstrømmen. Totalt fører dette til en betydelig energibesparelse i forhold til det anlegget man anvendte på Gjerdinga.

Det ble under utsettet kjørt med en vannhastighet på 1,75m/s og dette gav et effektforbruk for pumpen på 3,9 kW og conveyoren 0,27 kW mens fôringen var i gang. Innenfor aktuelle fôringsrater er det ingenting som tyder på at dette varierer med fôringsraten.



Ved vannbåren føring har man en betydelig lenger transporttid fra flåte til merd som også ved dette utsettet ble opplevd som greit og uten store problemer av røkterne. Ved stoppsignal har man da en forsinkelse på ca 5 min der man får (teoretisk) dårlig utnyttelse av det føret som er i slangen.

Røkterne har heller ikke ved dette utsettet opplevd noen forskjell i førets attraktivitet for fôr som har vært i kontakt med vann i 5 minutter. Vannbåren føring er definitivt et system som vil fungere for nedsenkbare merder i framtiden, og det er helt nødvendig å føre med vann hvis man skal ha føret ned på dyp som er større enn 20-25 meter.

6 Konklusjoner og anbefalinger

Hovedkonklusjonen når det gjelder Atlantis nedsenkbar merd er at fiskens adferd og velferd var god, og den lærte seg å bruke luftkuppelen for å fylle svømmeblæren. Produksjonsdata som førfaktor, tilvekst, dødelighet og slakteresultat viser normale verdier sammenlignet med en ordinær produksjon.

I testperioden har ikke lusens livssyklus og utvikling i Atlantis skilt seg nevneverdig ut fra det vi kjenner som normal/forventet utvikling i tradisjonelle overflatemerder. Siden det registreres lusepåslag i nedsenket posisjon, tyder det på at noen larver har befunnet seg på dypet i det de når det infektive stadiet. Det har også tidligere vært registrert påslag på andre lokaliteter hvor fisk har stått dypt, men da i mindre grad enn i tradisjonelle overflatemerder. I denne testperioden har det ikke vært kontrollmerder på lokaliteten som kan sammenlignes mot luseutviklingen i Atlantis og det vanskeliggjør diskusjon og konklusjon rundt lusas utvikling i Atlantis.

Det anbefales at det jobbes med følgende punkter til neste utsett:

- Bedre forstå fiskens oppførsel når merden heves til overflaten
- Etterstrebe å sette ut mest mulig lusefri fisk, på hele anlegget
- Etterstrebe å telle flere fisk når vi teller lakselus vitenskapelig
- Teknisk vil det bli jobbet med forbedrede løsninger når det gjelder luftkuppel, kablingssystemet og bøylene.

Vedlegg 1 Oversikt over registreringer

Biologisk måleprogram

<i>Fortløpende registreringer</i>	<i>Ved prøveuttak</i>	<i>Ved utsett og opptak av fisk</i>
Miljø; - Oksygen, temperatur og salinitet på alle dyp ved bruk av CTD måler på flåte - Strøm, temperatur og salinitet på kuppel - Vind på flåte	Vitenskapelige lusetellinger	Vitenskapelige lusetellinger
Appetitt vurdering	SWIM vurdering	SWIM vurdering
Utfôret mengde	Vekt	Vekt
Dødelighet		
Svømmehastighet		
Svømmemønster		
Tiltvinkel		
Svømmedyp		

Teknologisk måleprogram

<i>Registreringer</i>	<i>Beskrivelse</i>	<i>Måleperiode</i>
Luftfylling av kuppel	Ved bruk av kamera	Daglig
Stabilitet av kuppel	Ved bruk av Aqua Doppler	Kontinuerlig
Dybde flytekrage	Dybdesensorer	Kontinuerlig
Kraft på hanefot	Lastceller på de mest belastede haneføttene	Kontinuerlig
Kraft på bøyekjetting	Lastceller	Kontinuerlig
Energiforbruk vannføringssystem	Avlesning av effektforbruk på utstyr (omformere)	Punktmålinger
Utfôret mengde per dag	Som registrert i Fishtalk	Kontinuerlig
Forlenget transporttid	Subjektiv vurdering	Intervju av røkter



Vedlegg 2 Velferdsscore

Eksempel på SWIM-skjema

Sampling of 20 fish 1/5-14																				
Fish (#)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Length	28,4	31,5	32,5	32,6	31,7	27,5	27,8	32,5	30,2	32	25,3	26,9	28,3	29	30,3	29,8	29,8	25	27,2	24,6
Weight	282	391	405	437	417	255	264	429	337	386	195	241	260	302	331	304	317	162	236	183
Condition factor	1,231	1,251	1,18	1,26	1,31	1,23	1,23	1,25	1,22	1,18	1,2	1,24	1,15	1,24	1,19	1,15	1,2	1,04	1,17	1,23
SWIM1WI: Conditionfactor (1-3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
SWIM1WI: Emaciation (1-3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SWIM1WI: Vertebral deform (1-3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SWIM1WI: Sexual mature (1-4)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SWIM1WI: Smoltification state (1-4)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SWIM1WI: Fin cond (1-4)	4	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	3	3
SWIM1WI: Skin cond (1-7)	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3
SWIM2WI: Eye status (1-5)	2	3	2	2	1	2	3	1	1	3	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2
SWIM2WI: Gill status (1-3)	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1
SWIM2WI: Opercula (1-5)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
New WI: Mouth jaw wound (1-3)	1	1,5	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
New WI: Upper jaw deformity (1-4)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
New WI: Lower jaw deformity (1-4)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Number of Salmon lice																				
Copepodit	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chalimus I-II	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Chalimus III-IV	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Preadult 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Preadult 2 Male	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Preadult 2 Female	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adult Male	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adult Female	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adult Female with eggstrings	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caligus elongatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Preadult - adult sea lice per cm2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SWIM1WI: Sealice (1-5)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

* = Can also be put in manually if weight and length are not available

OWI (1 best to 0 worst) - calculations - individual fish

SWIM 1 scores for individual fish																			
Sea lice	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Condition factor	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	3,0	6,0	6,0
Emaciation state	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
Vertebral deformation	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Sexual maturity stage	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Smoltification state	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Fin condition	0,0	4,3	4,3	4,3	8,7	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	8,7	13,0	4,3
Skin condition	9,0	9,0	9,0	9,0	12,0	12,0	9,0	9,0	12,0	9,0	9,0	9,0	9,0	12,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0

0,8 0,8 0,8 0,8 0,9 0,9 0,8 0,8 0,9 0,8 0,8 0,8 0,8 0,9 0,8 0,8 0,9 0,9 0,8 0,8

Average 0,8 Median 0,8

SWIM 1.1 (in development) scores for individual fish

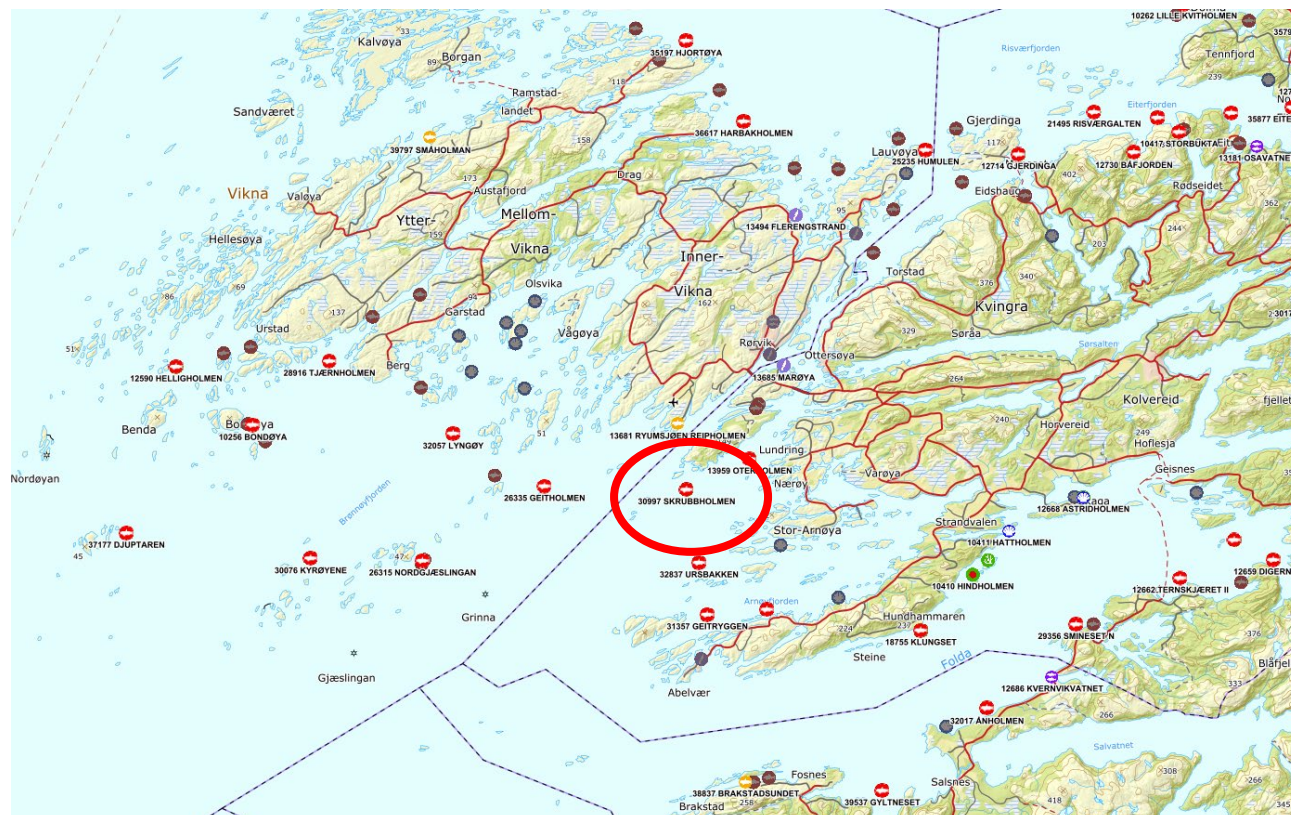
Eye status	7,333	3,667	7,333	7,333	11	7,333	3,667	11	11	3,667	7,333	7,333	7,333	7,333	11	11	7,333	7,333	11	7,333
Gill status	4,5	4,5	9	9	9	9	9	4,5	4,5	9	9	9	9	9	9	9	9	0	4,5	9
Opercula	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Mout jaw wound	6	4,5	6	3	6	6	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

SWIM1.1 (in development) OWI fo 0,8 0,8 0,8 0,8 0,9 0,9 0,8 0,8 0,9 0,8 0,8 0,8 0,8 0,9 0,9 0,9 0,9 0,8 0,8 0,8

Average 0,8 Median 0,8

Vedlegg 3 Lokaliteten Skrubholmen

Geografisk beliggenhet



Figurer og tabeller

Figur 1	Utviklingen av kjønnsmodne hunnlus i perioden 18.02.2020 - 08.06.2020. Heltrukket linje viser beregnet lusenivå basert på vitenskapelig lusetellinger og HIs modell for luseutvikling. Blå punkter viser faktiske lusetellinger gjennomført etter lokalitetens interne prosedyrer inkludert vitenskapelige lusetellinger. I uke 17 ble det gjennomført avlusning.	6
Figur 2	Atlantis som prinsipp	9
Figur 3	Utvikling i temperatur på ulike dybder i uke 2-22 2020 ved Skrubbholmen	12
Figur 4	Saltholdighet på ulike dybder i uke 2-22 2020 ved Skrubbholmen	12
Figur 5	Oksygenmetning i prosent fra januar til juni 2020 ved Skrubbholmen	13
Figur 6	Strømmåling 15m desember 2016 på Skrubbholmen	14
Figur 7	Strømmåling 15m juli 2017 på Skrubbholmen	14
Figur 8	Vindstyrke på Skrubbholmen fra 15 februar til 6. juni	15
Figur 9	Utfôringsprosenten i Atlantis merden på Skrubbholmen	18
Figur 10	Gjennomsnittlige svømmehastighetsmålinger målt som fiskelengde per sekund fra fisk i Atlantis. X-akse viser ukenummer, og y-akse viser gjennomsnittlig hastighet ved målingen, målt som fiskelengde per sekund.	20
Figur 11	Svømmehastighet på ulike dybder målt morgen og kveld rett før slakting. X-aksen viser dybde i meter og plassering av kamera samt morgen/ kveld og Y-aksen viser hastighet målt som fiskelengde pr sekund.	20
Figur 12	Figuren viser økt overflateaktivitet de første timene heving av merden, før overflateaktiviteten gradvis avtar.	21
Figur 13	Akkumulert overflateaktivitet de første 2,5 timene etter heving av merden.	22
Figur 14	Viser utviklingen av kjønnsmodne hunnlus i perioden 18.02.2020 - 08.06.2020. Heltrukket linje viser beregnet lusenivå basert på vitenskapelig lusetellinger og HIs modell for luseutvikling. Blå punkter viser faktiske lusetellinger gjennomført etter lokalitetens interne prosedyrer inkludert vitenskapelige lusetellinger. I uke 17 ble det gjennomført avlusning.	24
Figur 15	Utvikling av daglig tilvekst i vekt i Atlantis merden fra utsett til slakt (kilde Fishtalk)	27
Figur 16	Superiorandel, ryggdeformiteter og hudsår	28
Figur 17	Luftfylt kuppel sett nedenfra og opp i kuppel	29
Figur 18	Måling av pitch, roll og heading i strømmåler montert på luftkuppel.	30
Figur 19	Lastsjakler montert i taket inn mot flytering (venstre bilde) og i kjetting mellom koblingsplate og bøye (høyre bilde)	31
Figur 20	Makslast målt i sjakler på Skrubbholmen 2020 (tonn)	32
Figur 21	Måling av vindstyrke 1-13. mars på Skrubbholmen 2020 (m/s)	32