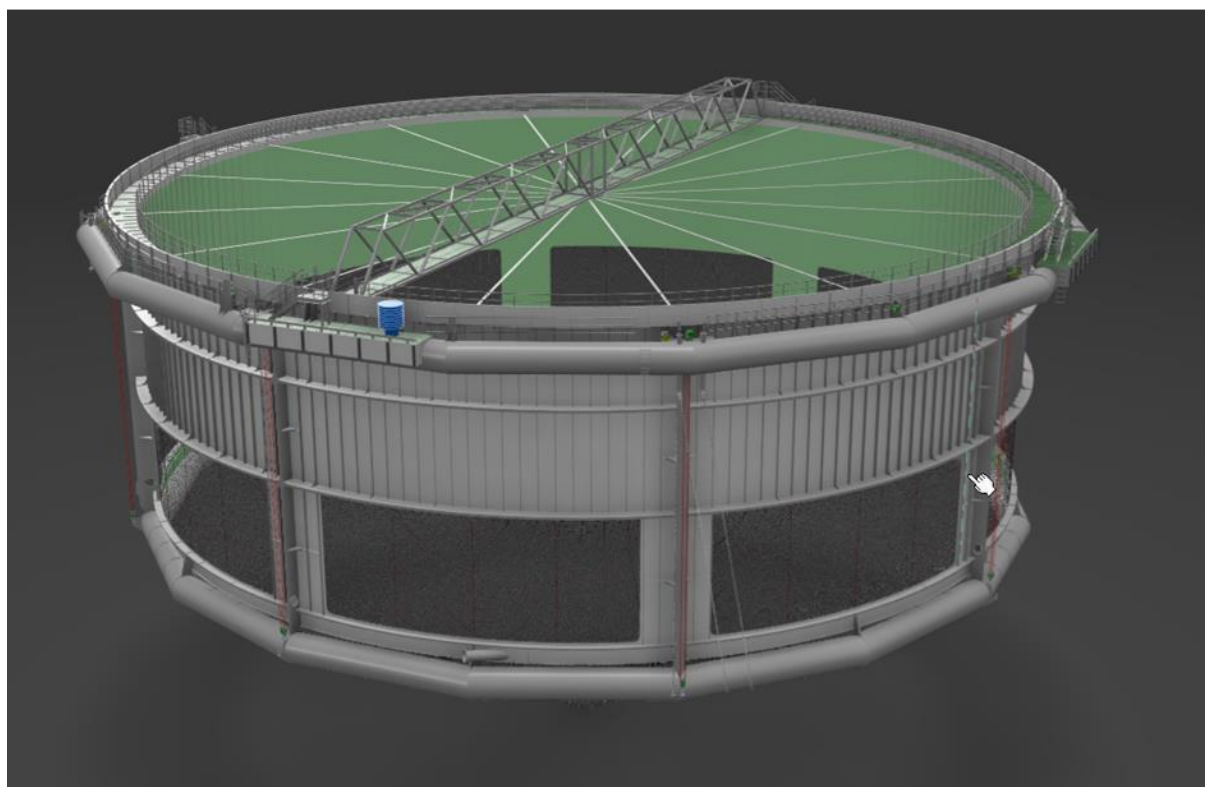


Halvårsrapport for Aquatraz: Program for å dokumentere biologiske resultater i driftsfasen – pilotmerder i Eiterfjorden

Dokument nr.: AQT-MNH-BIO-002



Rev	Dato	Bakgrunn for utgivelse	Laget av	Sjekket av	Godkjent av
0	08.05.2019	Halvårsrapport i henhold til plan	TS	SH	FØ

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning.....	3
2.	Oppsummering.....	4
3.	Helseparametere, overlevelse og produksjonsparametere.....	5
3.1.	Dødelighet	5
3.2.	Behandling.....	6
3.3.	Notskifte og notspyling.....	6
4.	Helseovervåking med vekt på gjellehelse og hjertehelse	7
4.1.	Overvåking gjellehelse.....	7
4.2.	Overvåking av hjertehelse.....	7
4.3.	Overvåking av generell helse.....	8
5.	Lakselus	9
5.1.	Hovedfunn	9
5.2.	Grafisk framstilling	10
6.	Adferd og akustisk telemetri	12
6.1.	Formål.....	12
6.2.	Bakgrunn	12
6.3.	Metodikk	12
6.4.	Resultat og diskusjon.....	13
6.4.1	Vertikalprofiler for salinitet og temperatur (CTD).....	13
6.4.2	Dybdebruk og horisontal fordeling	14
6.5.	Videre arbeid.....	17
6.6.	Oppsummering.....	17
6.7.	Referanser	17
7.	Vannkvalitet.....	18
7.1.	Totalgassmetning	18
7.2.	Vannkjemi.....	18
7.3.	Vannbårne agens.....	19
8.	Vannstrøm.....	21
9.	Produktkvalitet	22
9.1.	Materiale og metode.....	22
9.2.	Resultater	22
10.	Datalagring og deling av data	26
	Vedlegg: Individkontroller/ velferdsscore	27

1. Innledning

Det vises til «Aquatraz: Program for å dokumentere biologiske resultater i driftsfasen – pilotmerder i Eiterfjorden» med vedlegg. Dette programmet beskriver den dokumentasjonen som er planlagt.

Fisk ble overført fra konvensjonell merd til Aquatraz 16.10.2018, og parallelt er en kontrollmerd fulgt opp. Denne halvårsrapporten beskriver hovedtrekkene i den dokumentasjonsjobben som er gjort så langt. Det er kun mindre avvik i forhold til plan.

På grunn av feilmargin ved tellingen som ble gjort av brønnbåten ved innflytting av fisken så er noen parametere beheftet med en viss usikkerhet. Av den grunn må deler av oppsummeringen vente til fisken er slaktet ut, noe som vil skje i løpet av sommeren/ tidlig høst 2019.

Et møte mellom prosjektledelsen/ prøvetakingsansvarlige i Midt-Norsk Havbruk og samtlige samarbeidspartnere i prosjektet ble gjennomført på Gardermoen 20.03.2019. Her var tema erfaringer så langt i prosjektet, arbeidet med denne halvårsrapporten samt videre arbeid mot biologiprogram for neste versjon av Aquatraz.

2. Oppsummering

«Aquatraz: Program for å dokumentere biologiske resultater i driftsfasen – pilotmerder i Eiterfjorden» er fulgt opp med kun mindre endringer i forhold til plan. Resultatene viser generelt små eller ikke signifikante forskjeller mellom Aquatraz og kontrollmerd. Det skal bemerkes at halvårsrapporten beskriver en periode der det generelt er få utfordringer mht vannkvalitet og det har vært lite lusesmitte på lokaliteten. Det er heller ikke gjennomført noen håndteringsoperasjoner i perioden, med unntak av avlusing med bruk av ferskvann ved overføring av fisken.

At det er små forskjeller mellom Aquatraz og kontrollmerd er som forventet så langt i prosjektet. Det er først på høyere belastning og senere versjoner at en forventer å se differanser av betydning.

Prøveuttak og prosessering har gått stort sett i henhold til plan. Dette arbeidet gir et godt grunnlag for sammenligning mot senere versjoner og danner basis for utforming av biologiprogram til senere versjoner av Aquatrazmerden.

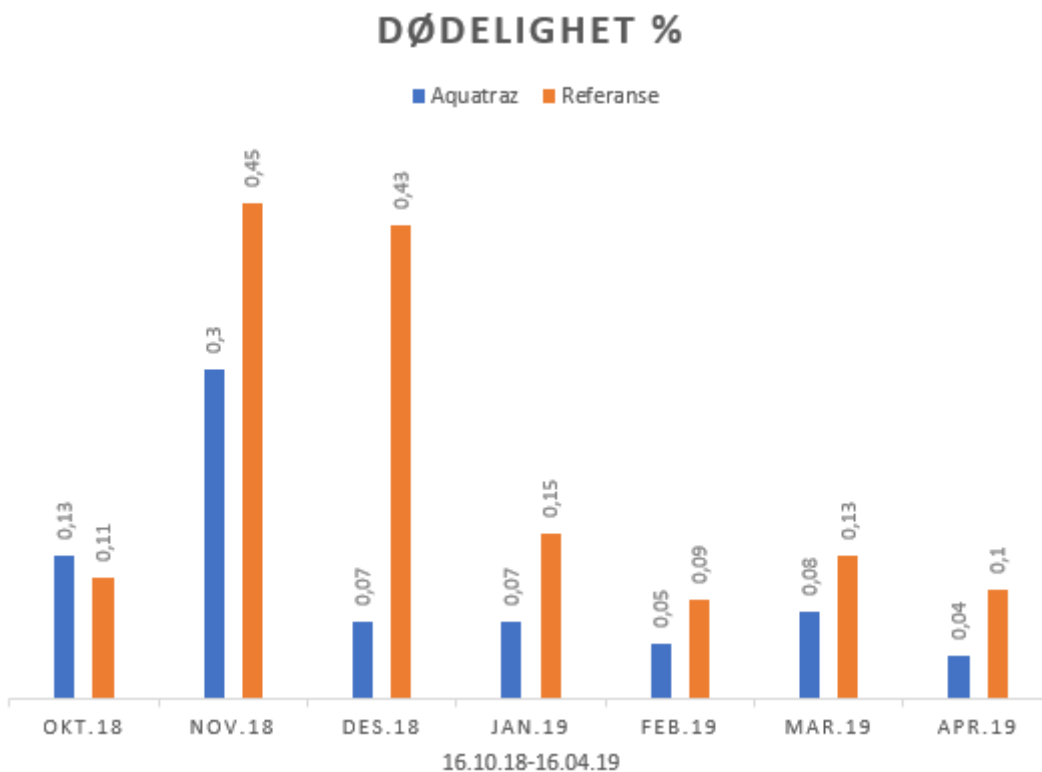
3. Helseparametere, overlevelse og produksjonsparametere

Det henvises til biologiprogrammets vedlegg 1. Som beskrevet i innledningen er det en viss usikkerhet knyttet til antall fisk i Aquatraz og kontrollmerd, slik at en rekke parametere først lar seg oppsummere presist etter utslakting. Av den grunn er det kun noen få nøkkelparametere som omtales i denne halvårsrapporten.

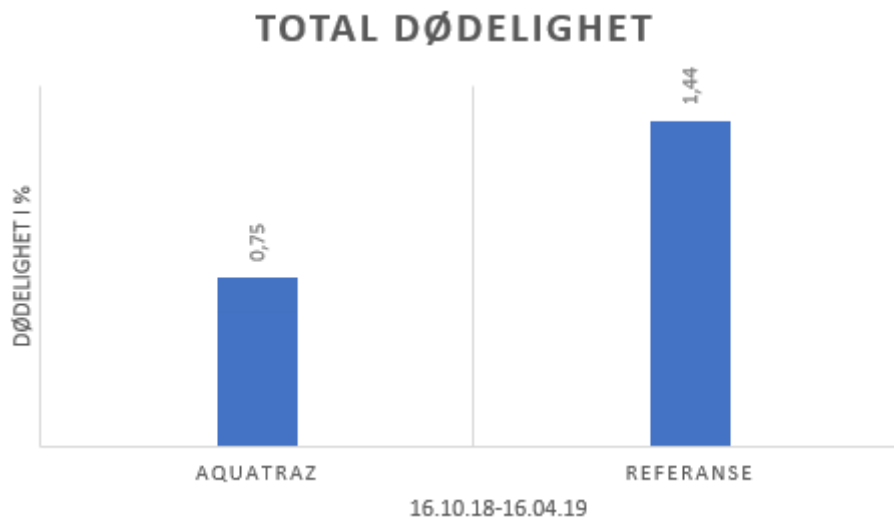
Etter et halvår i sjø 16.04.2019 er det registrert 183.219 individer i Aquatraz og 130.149 individer i kontrollmerd. Tettheten er likevel sammenlignbar, da det er ulikt volum i de to merdene.

Det er gjennomført månedlige individkontroller/ velferdsscore i henhold til Fishwell-standarden. Det er svært likt resultat mellom fisken i Aquatrazmerden og fisken i kontrollmerden på disse kontrollene, det er kun noen få parametere som viser relativt små forskjeller. Oppsummering av disse kontrollene er presentert som vedlegg til denne rapporten.

3.1. Dødelighet



Figur 3.1. Månedlig dødelighet i Aquatraz og kontrollmerd i perioden 16.10.18-16.04.19.



Figur 3.2. Total dødelighet i Aquatraz og referansemerd i perioden 16.10.18-16.04.19.

Dødelighetstallene inkluderer både dødfisk i perioden og taperfisk /«pinner» som er fisket ut og avlivet. Fisken ble flyttet inn i Aquatraz 16.10.18 og frem til 16.04.19 har det blitt fisket opp 486 pinner som utgjør 35,3% av all død fisk i perioden i Aquatraz. I referansemerden er det i samme periode fisket opp 465 pinner, som utgjør 24,5% av all dødfisk i perioden.

3.2 Behandling

Fisken i Aquatraz og kontrollmerd er ferskvannsbehandlet i forbindelse med innflytting, men er ikke behandlet noe utover det.

3.3. Notskifte og notspyling

Notskifte er utført i kontrollmerden 04.12.2018. Det ble da skiftet til ei not med større maskeåpning.

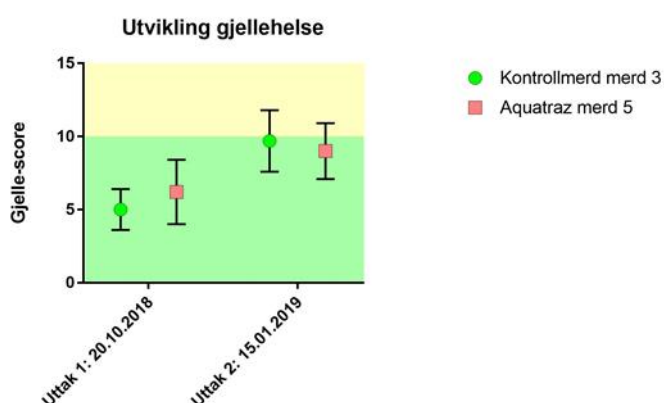
Notspyling er utført to ganger i kontrollmerd, 20.11.2018 og 10.04.2019. I Aquatraz er det utført notspyling kun en gang, nemlig 11.04.2019.

4. Helseovervåking med vekt på gjellehelse og hjertehelse

4.1. Overvåking gjellehelse

Gjellehelsen overvåkes på lokaliteten med makroskopisk vurdering i forbindelse med rutinemessig helsekontroll. Ansvarlig for dette er Midt Norsk Havbruk. I tillegg tas det ut prøver for histologi. Ansvarlige for analyse av disse er Pharmaq Analytiq. Prøveuttak finner sted månedlig, hvor prøver overføres til 4% formalin. Ved hvert uttak tas det ut 10 gjeller fra hver av Aquatraz og kontrollmerd. Av disse analyseres prøver tatt ut hver 3. måned med oppstart ved utsett i Aquatraz og kontrollmerd. Det analyserte materialet beskrives kvantitativt ved hjelp av gjelle-score, samt kvalitativt ved patologisk beskrivelse av eventuelle forandringer.

Så langt har to uttak blitt analysert. Første uttak for analyse fant sted 20.10.2018, mens andre uttak fant sted 15.01.2019. Basert på disse uttakene framstår gjellehelsen som vurdert ut fra histopatologisk vurdering som god, og Aquatraz presterer like bra på gjellehelse som konvensjonell merd (bilde 4.1).

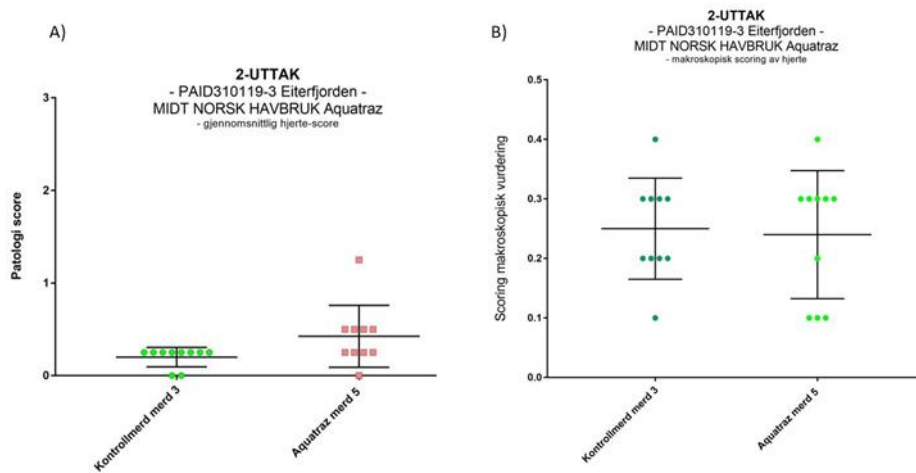


Figur 4.1. Diagram som viser utvikling av gjellehelse (gjennomsnitt og standardavvik, n=10 for hvert plott). Generelt gjelder at en score til og med 10 tilsvarer milde forandringer, mens en score fra 11 til og med 20 tilsvarer moderate forandringer. Det er ingen signifikant forskjell i gjellehelse mellom de to systemene

4.2. Overvåking av hjertehelse

Hjertehelsen overvåkes både i form av makroskopisk vurdering samt ved hjelp av histologi. Ansvarlige for analyse Pharmaq Analytiq. Prøveuttak finner sted månedlig, hvor prøver overføres til 4% formalin. Ved hvert uttak tas det ut 10 hjerter fra hver av Aquatraz og kontrollmerd. Av disse analyseres prøver tatt ut hver 3. måned med oppstart ved utsett i Aquatraz og kontrollmerd. Det analyserte materialet beskrives kvantitativt ved hjelp både makroskopisk- og histologisk hjerte-score, samt kvalitativt ved patologisk beskrivelse av eventuelle forandringer.

Så langt har to uttak blitt analysert. Første uttak for analyse fant sted 20.10.2018, mens andre uttak fant sted 15.01.2019. Basert på disse uttakene framstår hjertehelsen som vurdert ut fra både makroskopisk- og histopatologisk vurdering som god, og Aquatraz presterer like bra på hjertehelse som konvensjonell merd (bilde 4.2).



Figur 4.2. Framstilling av overvåking hjertehelse. A) Histologisk hjertescore for 2. prøveuttak. Variasjon mellom de to systemene er ikke-signifikant og antas å kunne tilskrives tilfeldig variasjon. B) Makroskopisk hjertescore som viser lav forekomst av avvik som er tilnærmet lik for de to systemene.

4.3. Overvåking av generell helse

For samme uttak hvor gjeller og hjerter undersøkes, undersøkes også fire organpakker fra hvert system (i første uttak: 10 organpakker fra hvert system) som et ledd i generell helseovervåking. Ansvarlig for dette er Pharmaq Analytiq. I undersøkte organpakker av dato 20.10.2018 (n=20) og 15.01.2019 (n=8) er det ikke observert avvik av betydning, og vurdert ut fra histopatologien framstår fiskehelsen i de to merdsystemene som god. Det foreligger ingen systematiske forskjeller i funn mellom de to merdsystemene.

5. Lakselus

5.1. Hovedfunn

Våren 2018 ble det utarbeidet et dokument med forsøksoppsett for Aquatraz-merden.

Det er ingen grunnleggende endringer i forsøksoppsettet, men det er foretatt justeringer i forhold til tidspunkt for forsøksstart og lokalisering av forsøksmerd.

Hovedpunkt i forsøksopplegget er følgende påstand: Det er ingen signifikant forskjell i påslagsfrekvens og utvikling av lus i en Aquatraz-merd i forhold til tradisjonell oppdrettsmerd.

Aquatraz-merden og kontrollmerden har nå stått ca 6 måneder i sjøen med fisk. Forskjellene mellom merdene er fortsatt liten for alle stadier av lakselus og for skottelus.

Det blir regelmessig tatt prøver for å påvise luselarver i vannprøvene. Det gjenstår å se om antall larver når et slikt antall at en kan finne sammenhenger med lusetellingene i merdene

Dersom vi får gode registreringer av luselarver i vannprøvene er det to viktige tilleggsobservasjoner:

A: Registrere hvordan Aquatraz-merden påvirkes av en puls med luselarver i forhold til kontrollmerd.

B: Hvordan er utviklingshastigheten av lakselus i Aquatraz-merden når lusetallet begynner å stige, i forhold til kontrollmerd.

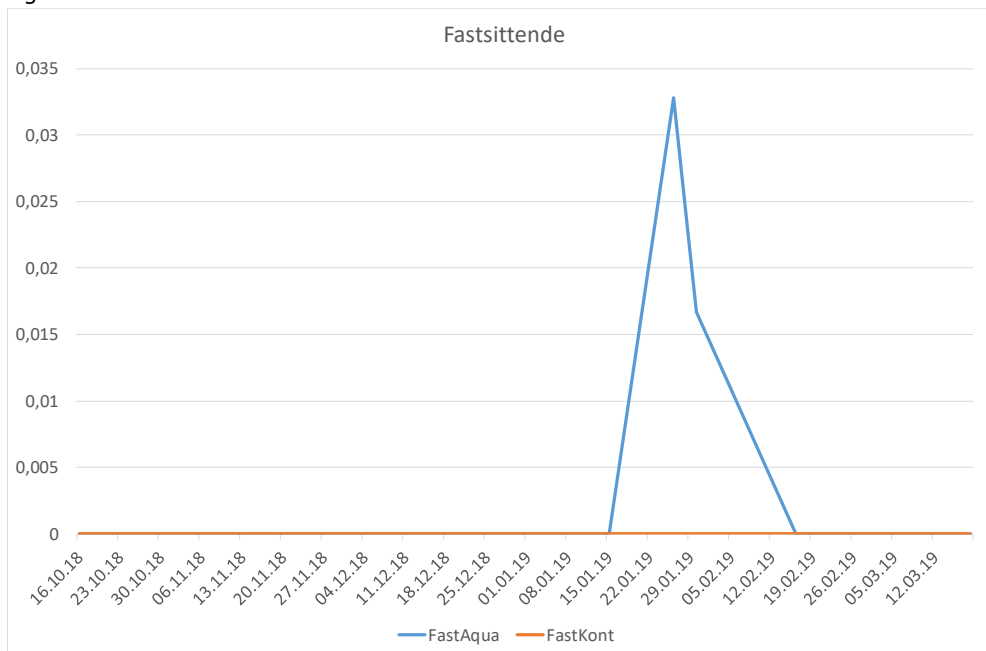
Det er for tidlig å sette opp noen konklusjon enda. Lusebelastningen har vært liten i Eiterfjorden i forhold til de andre lokalitetene i sonen. Forsøket startet i oktober og temperatur og lusutvikling er generelt lav i den perioden vi har vært inne i. Det forventes betydelig større utfordringer fra midten av juni og utover sommeren.

Det er gjennomført lusetellinger i henhold til plan, det vil si lusetelling på 60 fisk hver uke, både i Aquatrazmerden og i kontrollmerden.

5.2. Grafisk framstilling

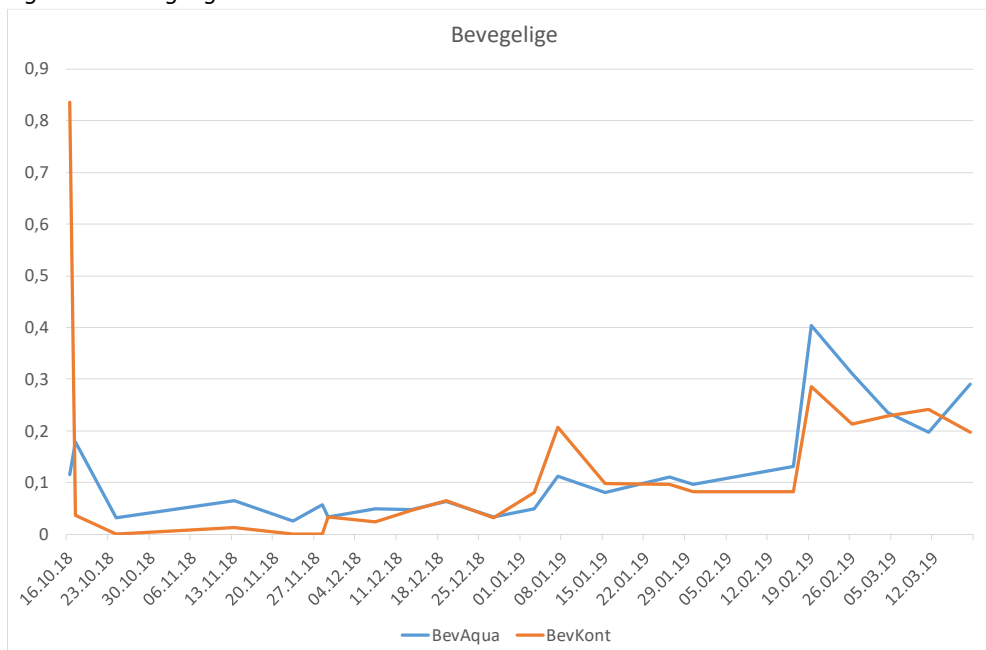
En grafisk framstilling av resultatene følger.

Figur 5.1. Fastsittende lus.



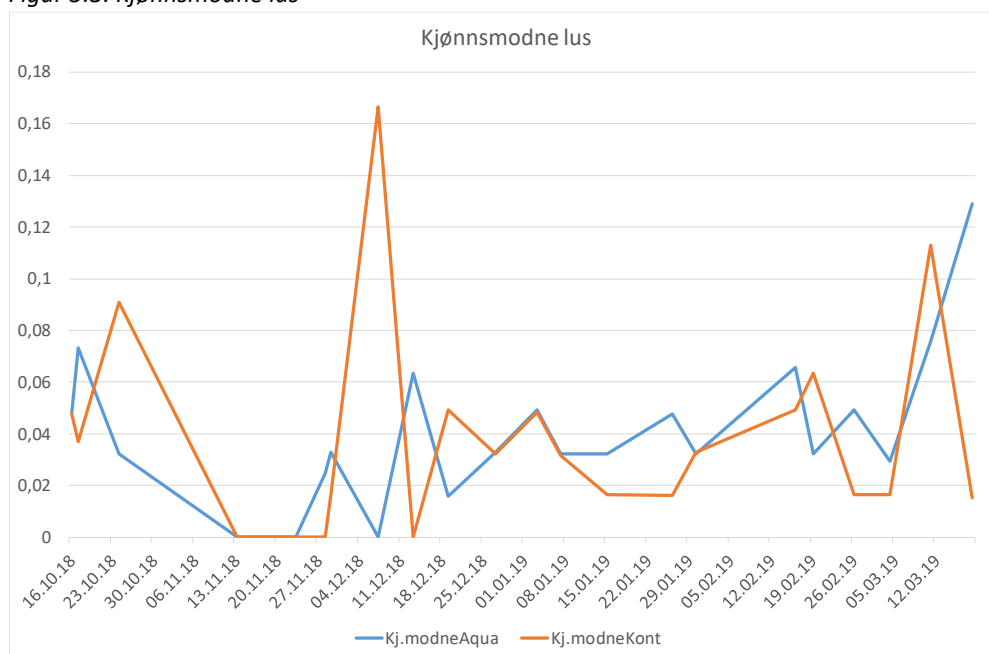
Forsøksmerder	Summerte lusetall	Statistikk
Aquatraz	0,05	
Kontroll	0,00	

Figur 5.2. Bevegelige lus



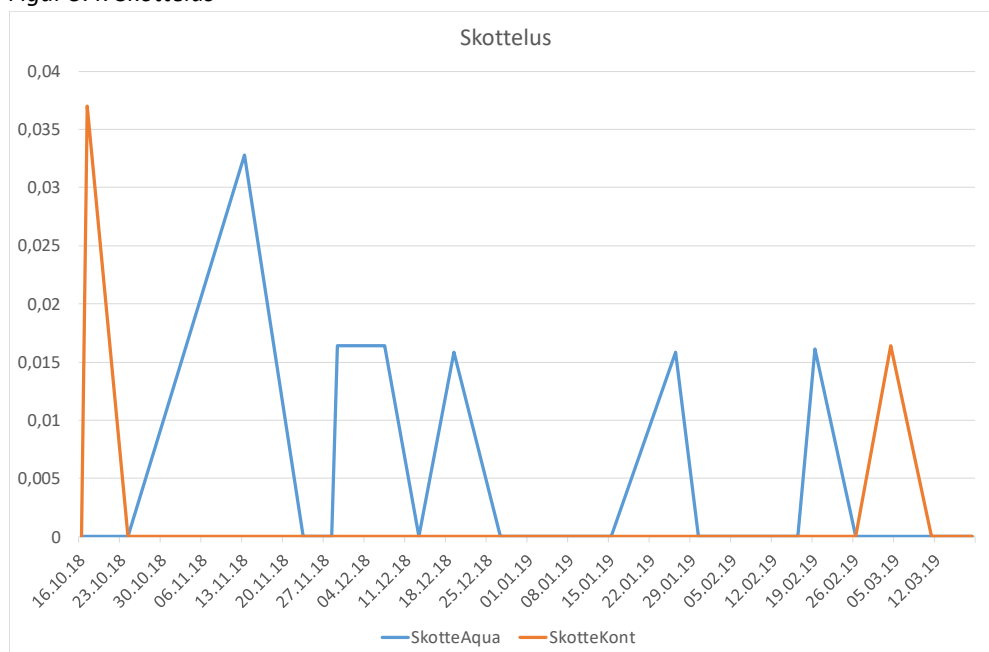
Forsøksmerder	Summerte lusetall	Statistikk
Aquatraz	2,72	
Kontroll	2,90	

Figur 5.3. Kjønnsmodne lus



Forsøksmerder	Summerte lusetall	Statistikk
Aquatraz	0,89	
Kontroll	0,86	

Figur 5.4. Skottelus



Forsøksmerder	Summerte lusetall	Statistikk
Aquatraz	0,11	
Kontroll	0,05	

6. Adferd og akustisk telemetri

6.1. Formål

Formålet er å skaffe ny, detaljert kunnskap om fiskens adferd i Aquatraz ved bruk av akustisk telemetri. Der tre underpunkt skal belyses:

- 1: Adferd i merd, fordeling av fisken i vanlig drift
- 2: Adferd ved strømsetting
- 3: Adferd og stress ved trenging

6.2. Bakgrunn

MNH Produksjon har fått utviklingstillatelser til sitt Aquatraz-konsept. Adferd til laks under varierende miljø- og driftsforhold (foring, trenging, pumping) er en kunnskapsmessig kritisk komponent for dokumentasjon av dette nye produksjonssystemet. Det er også viktig å kjenne til hvordan ulike miljøvariabler som strømforhold, lys (kunstig og naturlig), temperatur og ikke minst tiltak for å øke gjennomstrømningen i merden (i dette tilfellet strømsettere) påvirker adferden til laksen.

Detaljert kunnskap om adferd hos et representativt utvalg av laks vil dokumenteres gjennom å merke fisken med akustiske sendere. Det tenkes anvendt merker med integrert dybde- og akselerasjonssensor, for detaljerte studier av adferd og svømmedyp. Ved utplassering av multiple akustiske mottakere vil en sikre detaljert sporing av fiskens bevegelser.

6.3. Metodikk

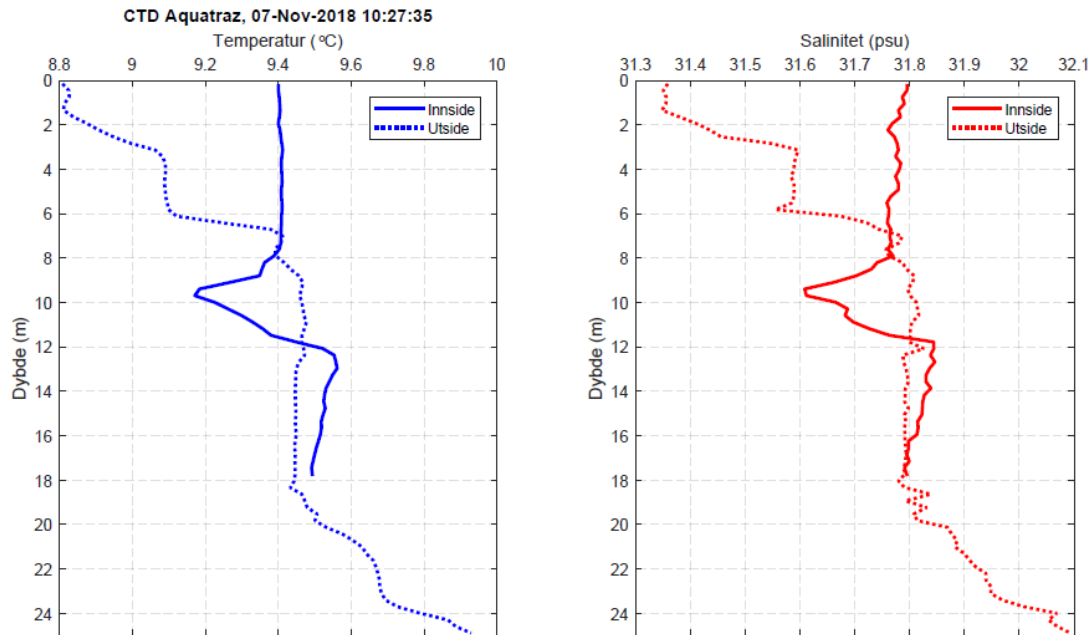
Det er gjort kartlegging av akustiske transmisjonsforhold i merd med bruk av MN-ring og i Aquatraz for endelig spesifikasjon av mottakere og sendere. Basert på dette ble det merket 30+30 laks (52,4±3,9 cm) i Aquatraz og i kontrollmerd (merd 3) med akustiske sensormerker den 7.november. 20 av laksen med 9 mm 60-90 sek utsendingsintervall og 10 laks med 7,3 mm 20-40 sek i hver med hyppigere utsendingsintervall (20-40 sek.) etter standard kirurgiprotokoll (Urke m fl 2013) Tillatelse fra Forsøksdyrutvalget (FOTS ID 15491).

Hver merd ble utstyrt med tre mottakere (Thelma Biotel TBR700RT) med overflatemodul for tidssynkronisering basert på GPS-signaler (Hassan m.fl. 2019, Ulvund m fl 2019). Alle data lagres og tidsstemples nøyaktig i hver mottaker slik at fiskens posisjon i merden kan beregnes. Data lastes ut og analyseres etter behov. Sammen med telemetridataene registreres i tillegg fôringstidspunkter/perioder, dødfisk og andre relevante observasjoner angående hendelser (pumping/trenging) og driftsforhold i merden, og miljødata som temperatur og salinitetsprofiler, strøm, lys og værforhold

6.4. Resultat og diskusjon

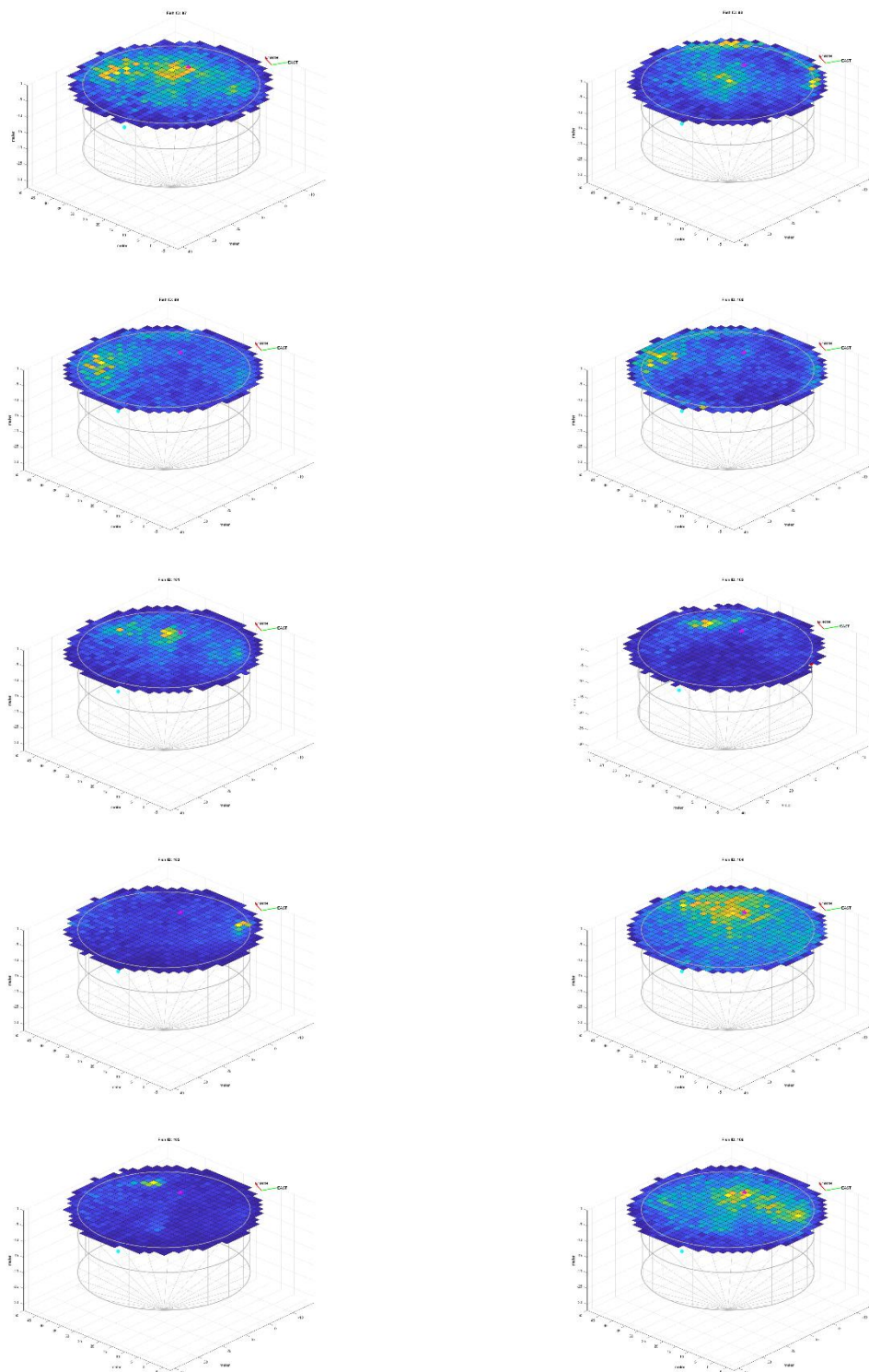
6.4.1 Vertikalprofiler for salinitet og temperatur (CTD)

Det er etablert måleprogram med innsamling på fem stasjoner (innside og utside av forsøksmerder og referansestasjon) i gang per uke. Figur 6.1 viser situasjonen på innsiden og utsiden av Aquatraz 7. november 2018. Vi ser at der er en tydelig forskjell både i salinitet og temperatur i de øverste 8- 10 meterne.

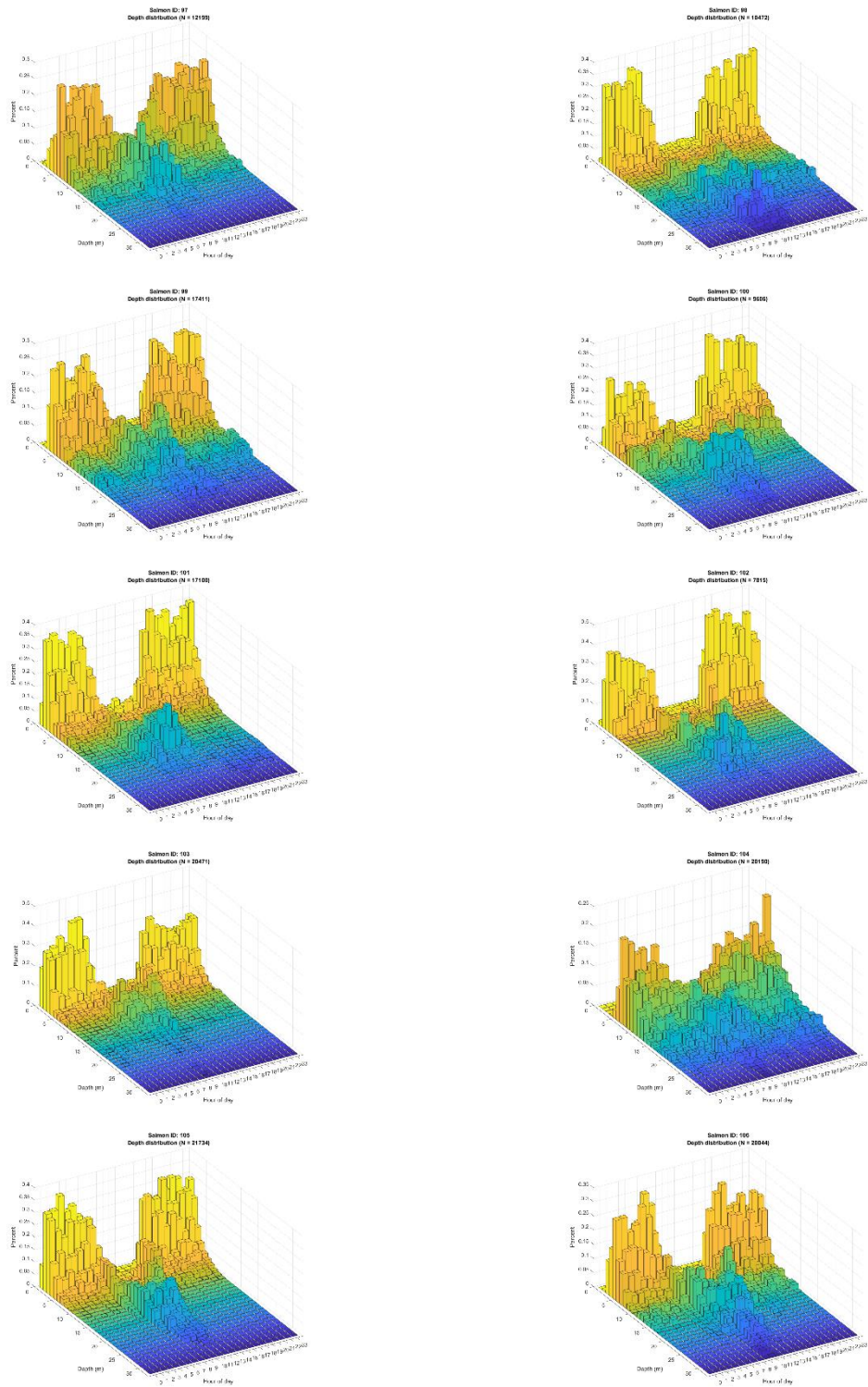


Figur 6.1. Salinitet og vanntemperatur på innside og utside av Aquatraz 7. november 2018. Måleprogram er etablert med innsamling 1 /uke.

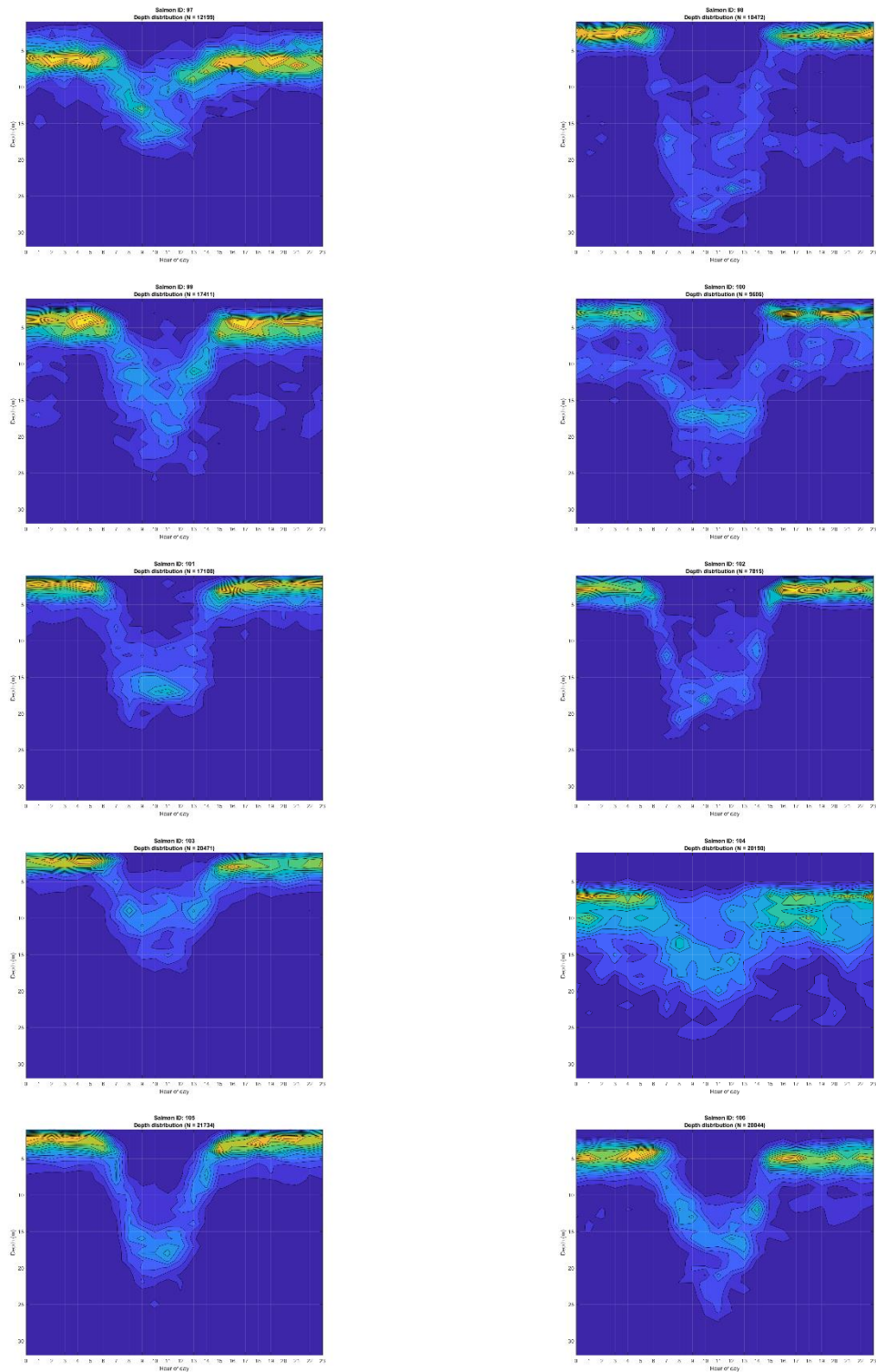
6.4.2 Dybdebruk og horisontal fordeling



Figur 6.2: Horisontal fordeling av 10 individ i Aquatrax over en periode på 24 dager i nov./des. 2018.



Figur 6.3: Dybdefordeling gjennom hver time av døgnet for 10 individ i Aquatraz over en periode på 24 dager i nov./des. 2018.



Figur 6.4: Dybdetethetskontur gjennom hver time av døgnet for 10 individ i Aquatraz over en periode på 24 dager i nov./des. 2018.

6.5. Videre arbeid

Analysér av datasett med 3D-sporing av merket fisk

- Laksens bevegelse og bruk av Aquatraz i forhold til drifts- og miljøforhold
- Dybde og områdebruk (volum)
- Treningseffekter- aktivitet rate- tilt/roll

Uttesting av sann tids overføring (). En vil på sikt se på etableringen av et permanent online overførings- og presentasjonssystem for fisketelemetridata inn mot foringsentral etc., slik at vesentlig informasjon fra sensorene kan observeres og brukes uten videre analyser påkrevd fra brukeren. Erfaringer på dette er innhentet og vil kunne testes ut i fullskala høsten 2019 (Hassan m fl 2019; Kjelsvik 2019).

Dokumentasjon på fisken respons før under og etter trenging gjennomføres i slutten av mai. Der trolig filming av fiskens adferd under trenging og pumping kobles mot informasjon fra sensorene.

6.6. Oppsummering

Det er innhentet detaljert informasjon om individualferd. Datasett på dette vil genereres frem til utslakting.

6.7. Referanser

Alfredsen, J.A. (2018). Aquaculture in the perspective of Industry 4.0. International Workshop on Far Offshore Mariculture 5-9 Dec. 2018, Ocean University of China, Qingdao, China.

Hassan W., Føre M., Ulvund J.B., Alfredsen J.A. (2019). Internet of Fish: Integration of acoustic telemetry with LPWAN for efficient real-time monitoring of fish in marine farms. Computer and Electronics in Agriculture, submitted Sept. 25, 2018.

Hassan W., Urke, H. A., Kristensen, T., Føre M., Ulvund J.B., Alfredsen J.A. (2019b). Real-time Fish Positioning and Monitoring System for Commercial Marine Farms- Based on Acoustic Telemetry and Internet of Fish (IoF). *Accepted* ISOPE.

Kjelsvik, P. A. 2019. Masteroppgåve in prep.

Ulvund, J. B., Kristensen, T., Urke, H. A. and Alfredsen. (2019). Optimized use of *Cyclopterus lumpus* in the fight against *Lepeophtheirus salmonis* in salmon farming - An acoustic telemetry approach to further the knowledge of fish biology and effective measurements of cleaner fish and Atlantic salmon in commercial salmon production. *In prep.* Aquaculture.

Urke, H. A., Kristensen, T. Arnekleiv, J. V., Haugen, T. O. Kjærstad, G., Stefansson, S O., Ebbesson, L.O.E and Nilsen, T. O. (2013). Seawater tolerance and post smolt migration of wild Atlantic salmon x brown trout hybrid smolts. Journal of Fish Biology 82, 206-227.

7. Vannkvalitet

7.1. Totalgassmetning

Det er gjennomført måling av totalgassmetning 01.11.2018 og 16.01.2019 (ca. hver 3. måned) på ca. 0.5 meters dyp i Aquatraz, referansemerd og tom merd. Aqua Kompetanse AS har foretatt målingene manuelt med håndholdt måleapparat. Gjennomsnittlig totalmetning har vært like i underkant av 100 % ved alle målepunkt og -tidspunkt.

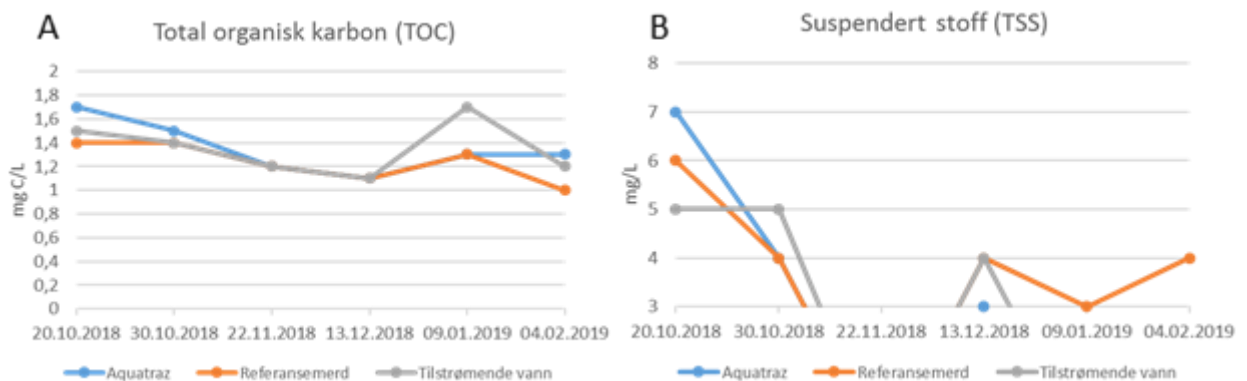
7.2. Vannkjemi

Oksygen, temperatur og salinitet overvåkes i sanntid ved hjelp av fastmontert og online sensorikk, parameterne logges hvert 10 minutt. Sensorene er plassert på 7 m dyp i tilstrømmende vann, Aquatraz og i referansemerden. Gjennomsnitt fra perioden 1. nov 2018 til 1.mars 2019 er gitt i tabellen under.

Tabell 7.1: Miljøparametere

Parameter	Tilstrømmende vann (7m)	Aquatraz (7m)	Referansemerd (7m)
Oksygen (O ₂ ; % metning)	90±3	80±5	86±5
Temperatur (°C)	6,85±1,6	6,99±1,58	6,95±1,56
Salinitet (ppt)	32,1±1,1	33±1,1	31,9±0,9

Verdier er gitt som gjennomsnitt ± standardavvik



Figur 7.1: **A)** Total organisk karbon (TOC; mgC/L) og **B)** Suspendert stoff (TSS mg/L) i prøvene fra stasjonene: Aquatraz 7 m (blå), tilstrømmende vann 7 m (grå) og referansemerd 7m (oransje) hele prøveperioden fra 20.10.18 til 04.02.19.

Det ble også tatt ut prøver for sammenligning av vannets partikkelinnhold mellom tilstrømmende vann, Aquatraz og referansemerden. Partikkelinnholdet måles som total organisk karbon (TOC) og total suspendert stoff (TSS) og analyseres av Kystlab AB, resultatene vurderes av NIVA. Prøver er tatt med vannhenter fra 7 m dyp på samtlige prøvetakingsstasjoner. Fra utsettet i sluttet av okt. 2018 og fram til og med 4. feb 2019 var konsentrasjon av TOC lav på alle prøvetakingsstasjonene (fig. 7.1), og dette korrelerer også godt med den lave algebiomassen (fig. 7.2). Det er heller ingen indikasjoner på akkumulering av partikler i aquatraz eller i referansemerd, siden det ikke er noen trend til økte

mengder TOC eller TSS i disse enhetene sammenlignet med tilstrømmende vann. Ved første uttak var TSS noe høyere i alle prøvetakingsstasjonene, men ved øvrige prøveuttak er TSS under 4 mg/ml. I 3 av de 6 prøvene fra Aquatraz var TSS under nedre deteksjonsgrense på 3 mg/L.

7.3. Vannbårne agens

Vannbåren smitte er en annen sentral problemstilling, og risiko som kan minimaliseres ved å ta hensyn til patogene organismers biologi og implementere gode tekniske løsninger. Innstrømningsdyp vil sannsynligvis ha betydning for introduksjon av både infeksiøse og ikke infeksiøse agens (eks. alger og maneter), men strømbildet i merden vil antagelig også kunne påvirke mengden patogene organismer. Dette programmet fokuserer på skadelige mikroalger, zooplankton (laxselus) og maneter (sommerstid). Planktoniske alger kan påvirke fisk på to ulike måter, enten ved mekanisk skade på gjellene eller ved at de produserer og skiller ut toksiner som virker negativt på gjellene (og/eller andre organer). Prøvene vil derfor bli analysert for forekomster av kjente fisketoksiske og gjelleirriterende arter, samt totalforekomster på gruppenivå (kiselalger, fureflagellater, flagellater). NIVA har satt opp prøvetakingsprogrammet og utfører analysene. Prøvene tas av personell på anlegget og sendes til NIVA. Algeprøver tas med vannhenter fra 7 og 15 m dyp i tilstrømmende vann og fra 7 m dyp i Aquatraz og referansemerd. Håvtrekk for zooplankton prøver tas fra 15 m dyp opp til overflaten på alle prøvetakingsstasjonene.

Zooplankton

Tabellen under viser antallet luselarver observert på de ulike prøvetakingsstasjonene kort etter fisk ble satt ut fram til siste uttak i mars. Totalt sett har bare et fåtall luselarver blitt observert i prosjektet. Alle var nauplius-larver i første stadium, unntatt den 14.03.2019 i Aquatraz merden dette var en nauplius i andre stadium. Det vil påpekes at prøvene er fikserte, og dette gjør at man ikke kan skille mellom nauplius larver og skottelus. At det er svært få lus i prøvene, til tross for replikate håvtrekk per stasjon, gjør det vanskelig å sammenlikne lusemengdene mellom de ulike prøvetakingsstasjonene. Imidlertid stemmer dette overens med det lave lusepresset registrert på lokaliteten.

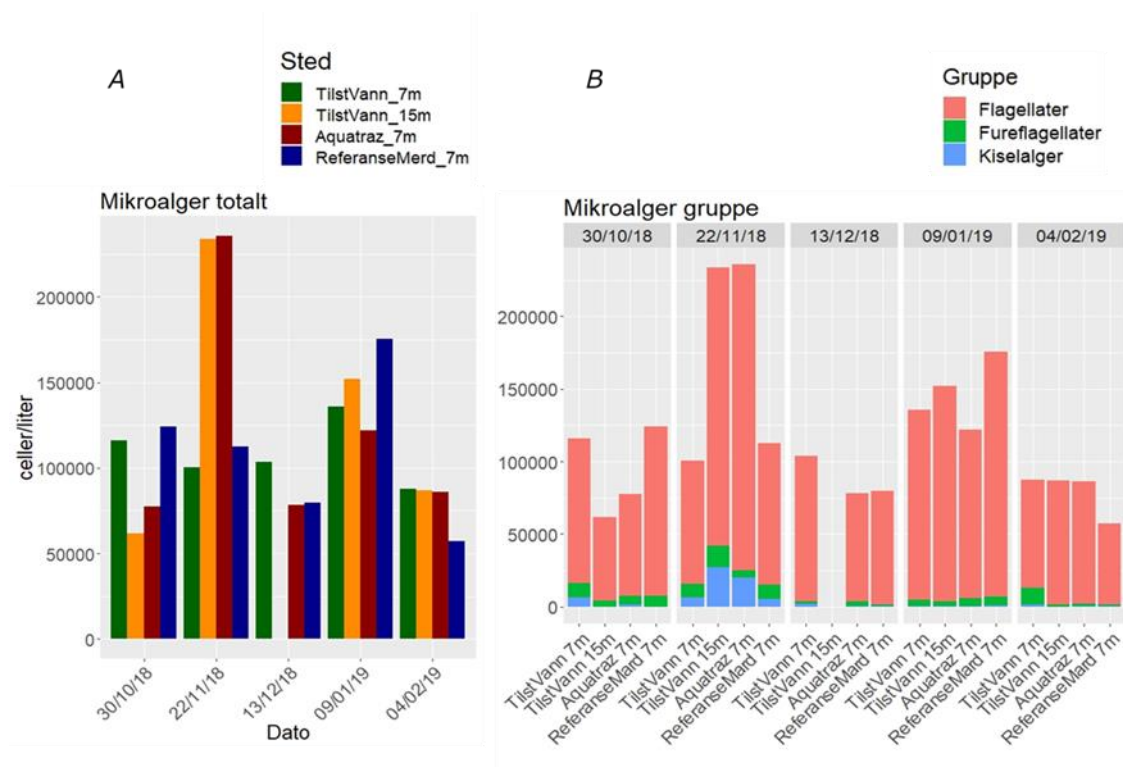
Tabell 7.2: Antall luselarver i prøvene

	30.10.2018	22.11.2018	13.12.2018	09.01.2019	04.02.2019	14.03.2019
Tilstrømmende vann	0	0	2	0	0	0
Referanse-merd	0	0	0	0	0	0
Aquatraz-merd	1	0	0	3	0	1

Mikroalger

Generelt siden oppstart har antallet algeceller og algebiomasse vært svært lav (Fig. 7.2). På alle stasjonene ved begge uttak var celleantallet og biomassen dominert av ubestemte små flagellater (<5 um). Det ble observert noen få celler av kiselalgerartene *Skeletonema* spp. og *Chaetoceros* spp. som har stive glassbørster som stikker ut fra skallet, og som har vært assosiert med gjelleskader hos laks tidligere. Imidlertid er disse artene svært vanlige i vårblostringen langs kysten og det er ikke trolig at de mengdene vi har sett vil ha skadelige effekter på fisken. Ingen bekymrende mengder av kjente fisketoksiske algearter ble observert i perioden. Det er ikke påvist å være mer eller mindre alger i Aquatraz sammenlignet med referansemerd, eller at algesammensetning er mer lik noen av

prøvetakingsstasjonen (7 eller 15 m) i det tilstrømmende vann. Antakelig vil slike trender bli lettere å oppdage på vår/sommeren når det generelt er mer alger i vannet.



Figur 7.2: **A)** Totale antallet celler (celler / liter) i prøvene fra stasjonene: tilstrømmende vann 7 m (grønn), tilstrømmende vann 15 m (oransje), Aquatraz 7 m (rød) og referansemerd 7m (blå) hele prøveperioden fra 30.10.18 til 04.02.19. **B)** Total antall celler (celler/liter) av hovedgruppene (Flagellater-rød, fureflagellater-grønn og kiselalger-blå) på det ovennevnte stasjonene hele prøvetakingsperioden fra 30.10.18 til 04.02.19.

8. Vannstrøm

Aqua Kompetanse AS har i samarbeid med Midt-Norsk Havbruk AS og Seafarming Systems AS gjennomført vannstrømmålinger ved uttesting av strømsettere. Strømningsforsøket ble gjennomført på lokalitet Eiterfjorden i perioden 30.10-01-11.2018, hvor både horisontal og vertikal vannbevegelse ble undersøkt. To forskjellige strømsettertechnologier er benyttet, henholdsvis ejektor og propell, og strømsetterne er testet hver for seg, og i kombinasjon. Retningen og magnituden av de horisontale og vertikale strømkomponentene viste seg å være generelt mer stabile og større ved propellstrømsetting, enn ved ejektorstrømsetting.

Det er planlagt videre uttesting av strømsettere, hvor både horisontal og vertikal vannbevegelse satt opp av et utvalg propellstrømsetter-kombinasjoner (antall og effekt) skal undersøkes.

9. Produktkvalitet

For å avdekke effekten av strømsetting i Aquatraz på produktkvalitet, ble laks fra en konvensjonell nabomerd (merdnummer 3) og fra Aquatraz (merdnummer 5) sendt til Nofima, Ås for kvalitetsvurdering. Startuttak ble gjort like etter overføring av fisk til Aquatraz (24. oktober 2018) da prøvefisken veide 1,5 kg i snitt. Første uttak for sammenligning ble gjort etter tre måneder (24. jan 2019), denne fisken veide 2,8 kg.

9.1. Materiale og metode

For begge uttak ble 10 sløyd og individmerket fisk, med tilhørende innvollspakke, per merdtype sendt på is til Nofima. Ved ankomst til Nofima dagen etter slakt ble kjønn registrert og det ble tatt vekt og lengde av fisk, og vekt av innvollspakke. Slaktutbytte og kondisjonsfaktor (KF) ble beregnet. Det ble så tatt en generell vurdering av velferden til fisken (e.g. katarakt, skader på ryggfinne). Mengde innvollsfett og fett på hjerte og lever ble bedømt ved bruk av standardisert skala. Det samme ble gjort for farge på lever. Hjerte og lever ble veid, og indeks for disse ble beregnet (% av rund kroppsvekt).

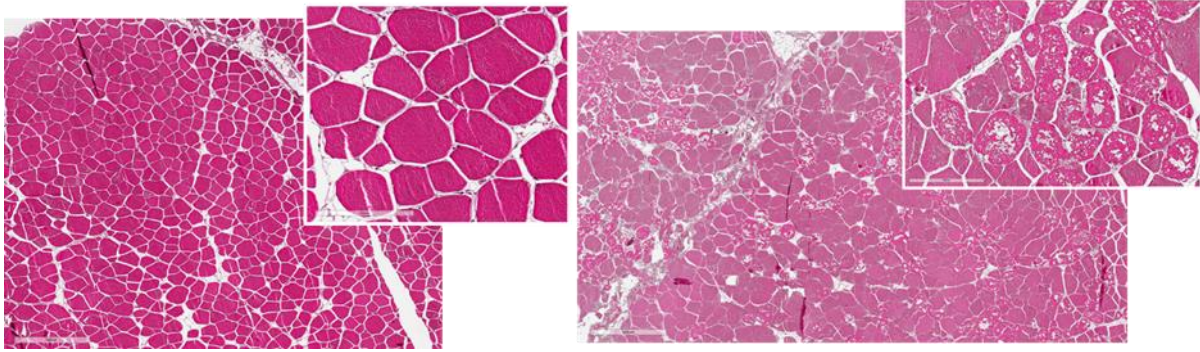
Fisken ble så filetert for hånd, og filetutbytte av både rund- og sløydvekt ble beregnet. Begge fileter ble vurdert for mørke flekker ved bruk av FHF-skalaen (Mørkøre 2012). Fra venstre filet ble det tatt prøve av dorsal muskel til histologi, og norsk kvalitetssnitt (NKS) ble tatt til kjemiske analyser. Høyre filet ble lagret på is til dag 7 post mortem, da visuell farge (DSM SalmoFan, utført av samme person for all fisk) av dorsal del av NKS, filetpalting (Andersen et al. 1994) og fasthet i muskel (instrumentelt, Mørkøre & Einen 2003) ble målt. Fasthet ble målt på to plasser: i dorsal del av NKS og av posisjon i forkant av ryggfinner. Fett- (Folch, 1957) og astaxanthininnhold (Bjerkeng, 1997) i NKS ble målt kjemisk.

9.2. Resultater

Resultater fra begge uttak er oppsummert i Tabell 9.1 under.

Uttak før oppstart

Ved uttaket før oppstart av forsøket hadde all fisk normal kroppsfasong og kvalitet. Histologi av muskel viste at noen fisk hadde mange nedbrutte muskelfibre (Figur 1). Det er usikkert hva dette avviket kan komme av, men vil bli fulgt opp i kommende uttak (dog ikke tids nok til denne rapporten). Fett-innhold (%) i NKS ble målt kjemisk for fem tilfeldige fisk per gruppe, og det var ingen signifikant forskjell mellom gruppene (13,4 og 15,1 % for henholdsvis Kontroll og Aquatraz, $P=0,19$).



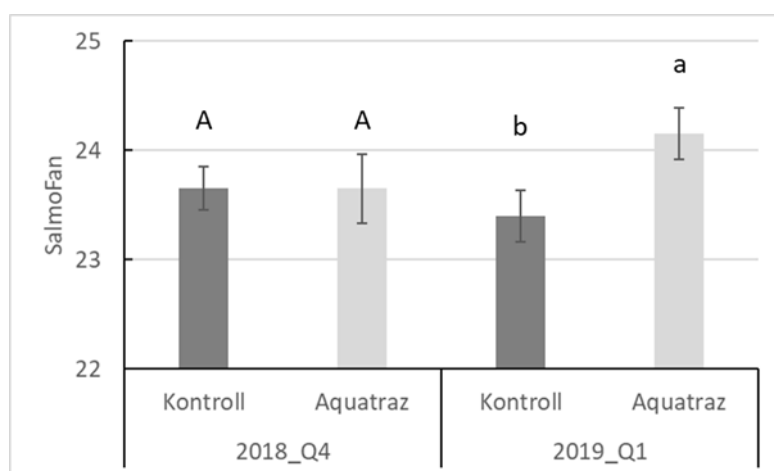
Figur 9.1. Histologi av muskel ved startuttak. Til venstre: normal muskel; til høyre: muskel med degenererte muskelfibre.

Uttak etter tre måneder

Etter tre måneder av forsøket var fisken som ble evaluert generelt av god kvalitet, og det var små forskjeller mellom Kontroll og Aquatraz. Den eneste signifikante forskjellen var for filetfarge vurdert visuelt med SalmoFan, der SalmoFan-verdiene for fileter av laks fra Aquatraz-merden var 0,8 høyere enn Kontrollmerden i gjennomsnitt (Figur 2). Selv om variasjonen i fiskestørrelse/vekt av fisken som ble tatt ut var større enn ønsket for begge grupper (1,9-3,7 kg totalt), var det ingen signifikant effekt av størrelse på filetfarge. Kjønn hadde heller ingen signifikant effekt på fargen. Antallet hann/hunn-fisk for de 10 fiskene per gruppe var henholdsvis 7/3 og 4/6 for Kontroll og Aquatraz.

Tabell 9.1: Oppsummering av resultater fra kvalitetsvurdering av 10 laks per merdtype ved uttak før oppstart (Q4 2018) og tre måneder senere (Q1 2019).

	Q4 2018		Q1 2019		P-verdi Q1
	Kontroll	Aquatraz	Kontroll	Aquatraz	
Rundvekt (g)	1486 (1153-1776)	1540 (1096-1889)	2763 (1878-3677)	2873 (2008-3679)	
Sløydvekt (g)	1301 (1001-1552)	1355 (989-1687)	2379 (1624-3169)	2503 (1719-3272)	
Lengde (cm)	47.7 (44-50.5)	48.5 (44.5-52)	59.3 (53.5-64)	58.8 (52-66.5)	
Kondisjonsfaktor (rundvekt)	1.36 (1.24-1.46)	1.34 (1.2-1.46)	1.31 (1.2-1.4)	1.4 (1.22-1.56)	0.06
Slakteutbytte (%)	87.5 (86-88.8)	88.0 (86.4-90.2)	86.2 (83-89.8)	87.1 (85.6-89)	
Katarakt (0-4 poeng)	0	0	0	0	
Ryggfinne (0-4 poeng)	1.4 (1-3)	1.5 (1-2)	0.8 (0-2)	1.3 (0-3)	
Synlig fett på hjerte (0-2 poeng)	0.1 (0-1)	0 (0-0)	0.6 (0-2)	0.3 (0-2)	
Synlig fett på innvoller (0-5 poeng)	2.7 (2-3)	2.7 (2-3)	2.4 (2-3)	2.1 (1-3)	
Leverfarge (0-5 poeng)	2.5 ± 0.2	2.8 ± 0.1	2.2 ± 0.2	2.4 ± 0.1	
Levervekt (% av rundvekt, HSI)	1.08 (0.9-1.27)	1.12 (1.04-1.22)	1.3 (1.09-1.63)	1.17 (0.99-1.41)	0.06
Hjertevekt (% av rundvekt, CSI)	0.12 (0.11-0.13)	0.12 (0.1-0.14)	0.13 (0.11-0.15)	0.12 (0.1-0.14)	
Filetutbytte (% av rundvekt)	65 (61.1-67.7)	66.1 (62.4-69.3)	65 (60.4-70.5)	65.3 (61.2-68.8)	
Filetutbytte (% av sløydvekt)	74.3 (70.2-77.2)	75.1 (70.8-79.3)	75.4 (70.2-80.2)	75 (70.5-78.3)	
Gaping venstre filet (poeng)	0.3 (0-2.5)	0.3 (0-2)	0.2 (0-2)	0.2 (0-1)	
Mørke flekker i filet (poeng)	0.5 (0-2)	0.6 (0-3)	0.6 (0-2)	0.3 (0-2)	
Filetfarge (SalmoFan, poeng)	23.7 (23-25)	23.7 (21.5-25)	23.4 (22.5-25)	24.2 (23-25.5)	0.04
Fasthet i filet (Newton)	6.7 (6.0-7.1)	6.7 (5.8-7.4)	9 (8-10)	8.8 (6.9-10.7)	
Fett i NKS (% , 5 fisk)	13.4 (10.3-15.5)	15.1 (13-16.4)	18.9 (18.4-19.7)	20.8 (18-24.2)	
Astaxanthin i NKS (mg/kg, 5 fisk)	-	-	4.7 (3.7-5.4)	4.8 (4.3-5.3)	



Figur 9.2. Filetfarge ved bruk av DSM Salmofan for laks fra Aquatraz- og Kontroll-merd ved staruttak (2018_Q4) og tre måneder senere (2019_Q1). Forskjellige bokstaver per tidspunkt indikerer signifikante forskjeller mellom de to gruppene.

Astaxanthin- og fettinnhold ble målt på et utvalg av fisken fra uttaket i januar 2019: for å redusere usikkerheten knyttet til fiskestørrelse ble fem fisk per behandling, med vekt rundt snittet, selektert til disse analysene. De fem fiskene per behandling hadde gjennomsnittlig rundvekt 2,7 og 2,8 kg,

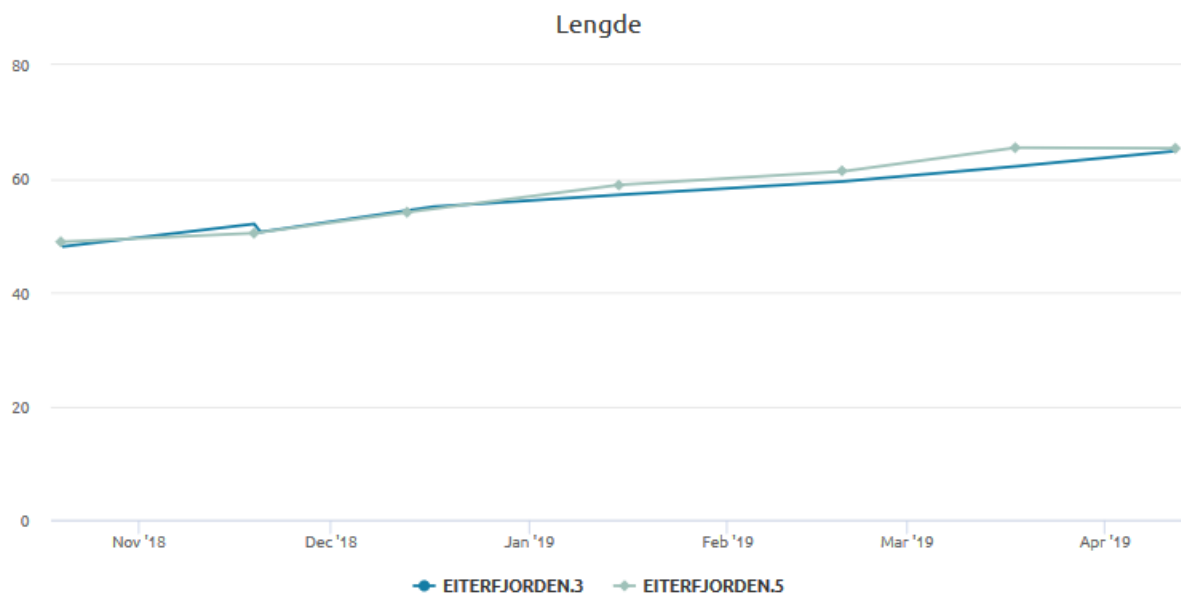
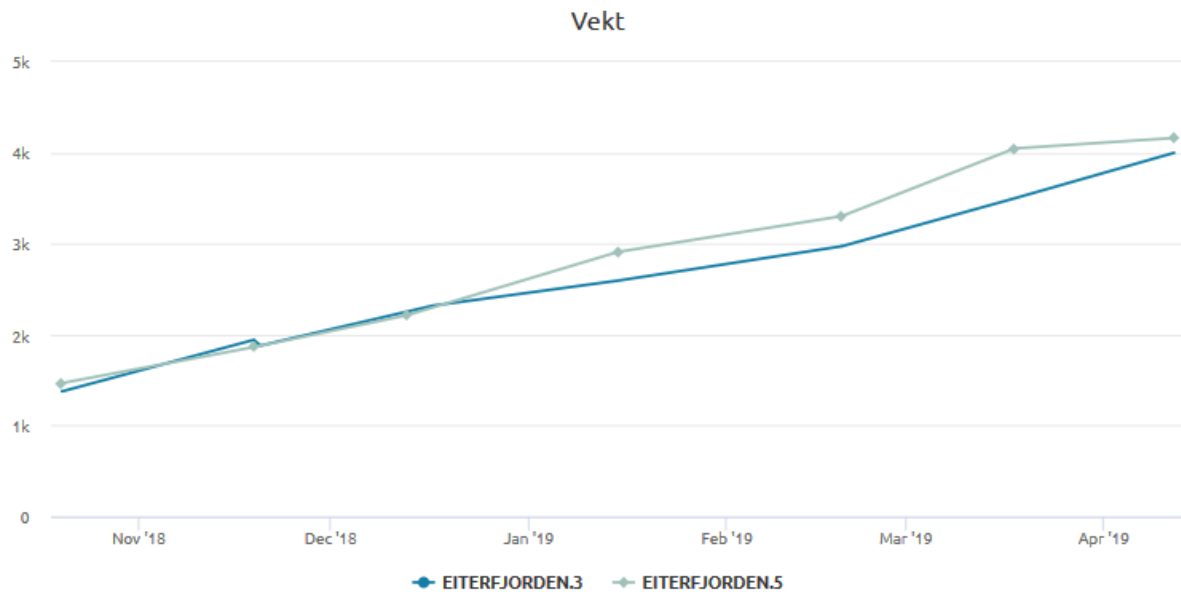
filetfarge 23,7 og 24,3 SalmoFan-poeng, astaxanthin-innhold 4,7 og 4,8 mg/kg og fett-innhold 18,9 og 20,8 %, for henholdsvis Kontroll og Aquatraz. Det var ingen signifikante forskjeller mellom gruppene for noen av parameterne ($P > 0,12$). Det var ingen signifikant effekt av kjønn for hverken fett- eller pigmentinnhold. Filetfarge og pigmentinnhold i muskelen vil bli fulgt opp med bildeanalyse (Photofish, AkvaGroup) for prediksjon av fett- og astaxanthininnhold og for objektiv prediksjon av filetfarge.

10. Datalagring og deling av data

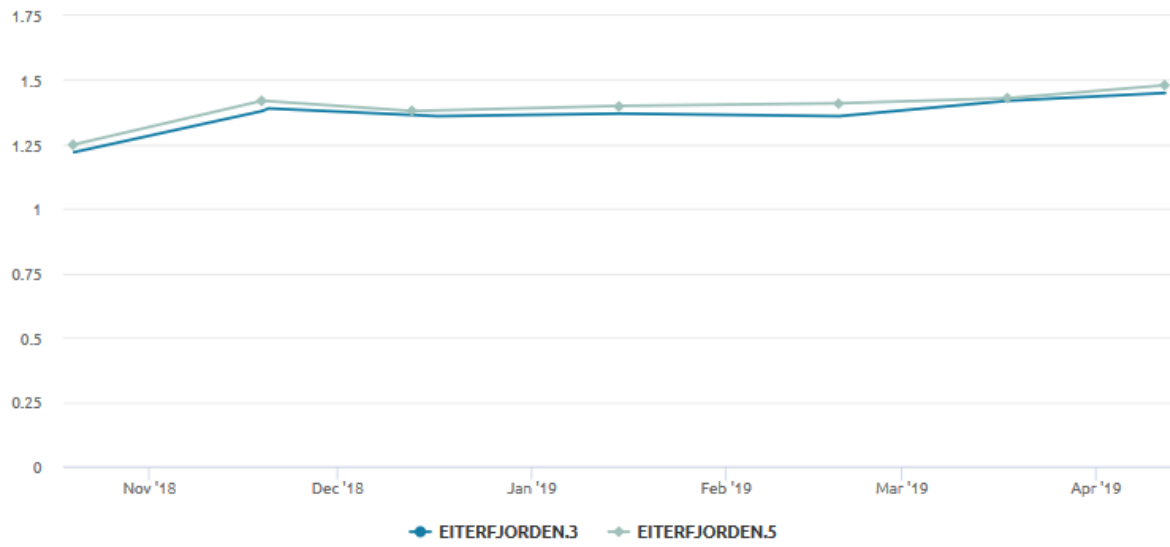
Moveo har utarbeidet en løsning for lagring og utveksling av data via en egen Sharepointløsning for Aquatraz biologi-prosjektet. Dette har fungert etter intensjonene, og har blitt utviklet gjennom perioden. Ved gjennomgang i mars 2019 er det identifisert og implementert nye funksjoner, og man har et godt grunnlag for å lage en tilsvarende god løsning for neste biologiprogram.

Vedlegg: Individkontroller/ velferdsscore

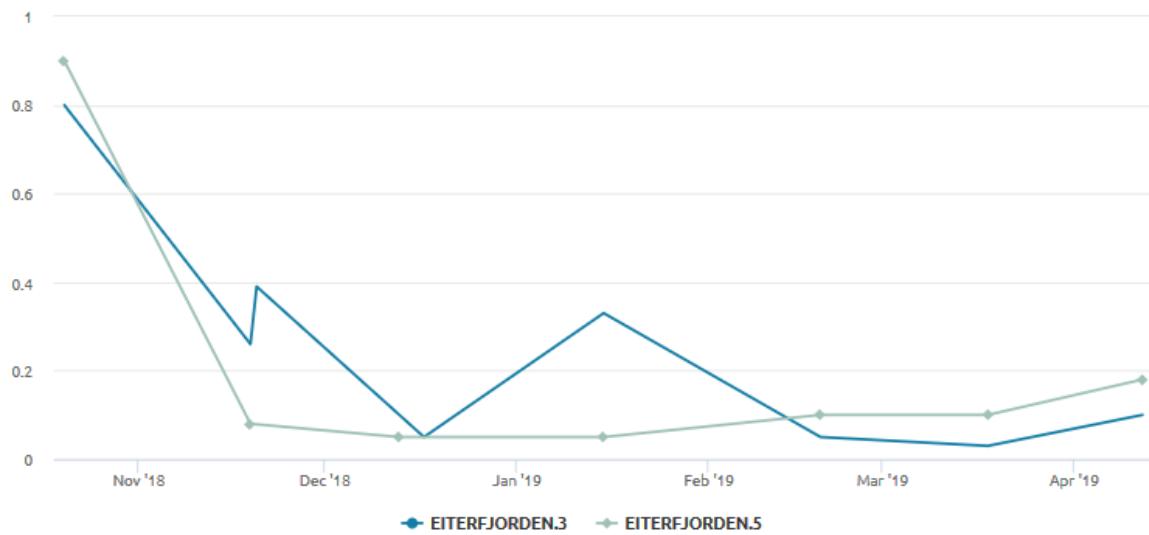
Individkontroller/ velferdsscore er utført månedlig på 40 fisk i Aquatrazmerden og 40 fisk i kontrollmerden, etter Fishwell-standarden (beskrevet i Noble, C., Nilsson, J., Stien, L. H., Kolarevic, J. & Gismervik, K. (2018). Velferdsindikatorer for oppdrettslaks: Hvordan vurdere og dokumentere fiskevelferd 312pp). Nedenfor er oppsummerende grafiske framstillinger av resultatene, der Aquatrazmerden er Eiterfjorden 5 og kontrollmerden er Eiterfjorden 3. Det er ulik skala på y-aksen.



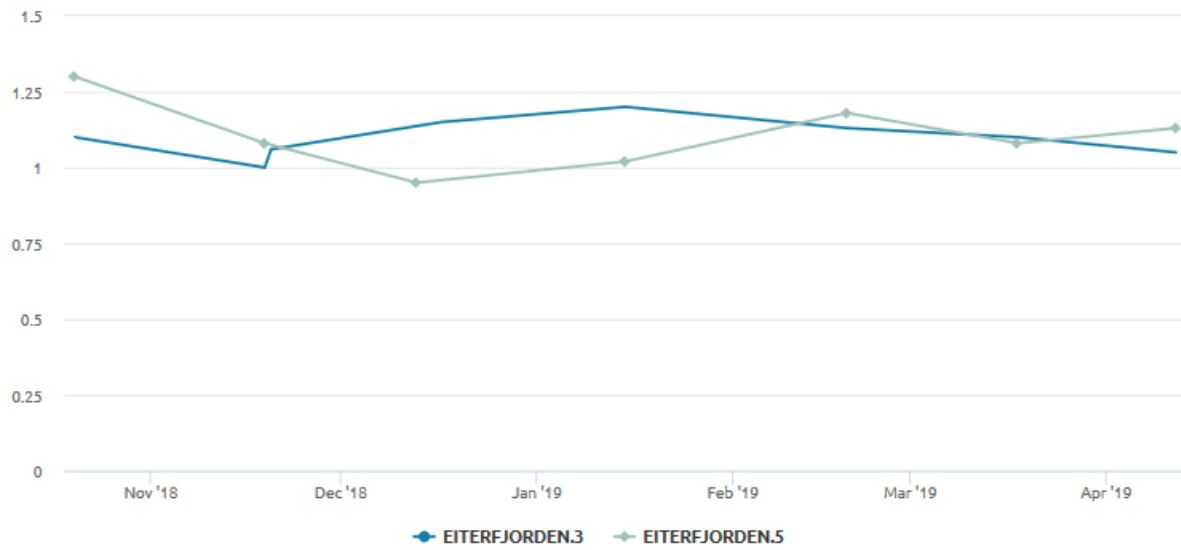
Kondisjonsfaktor



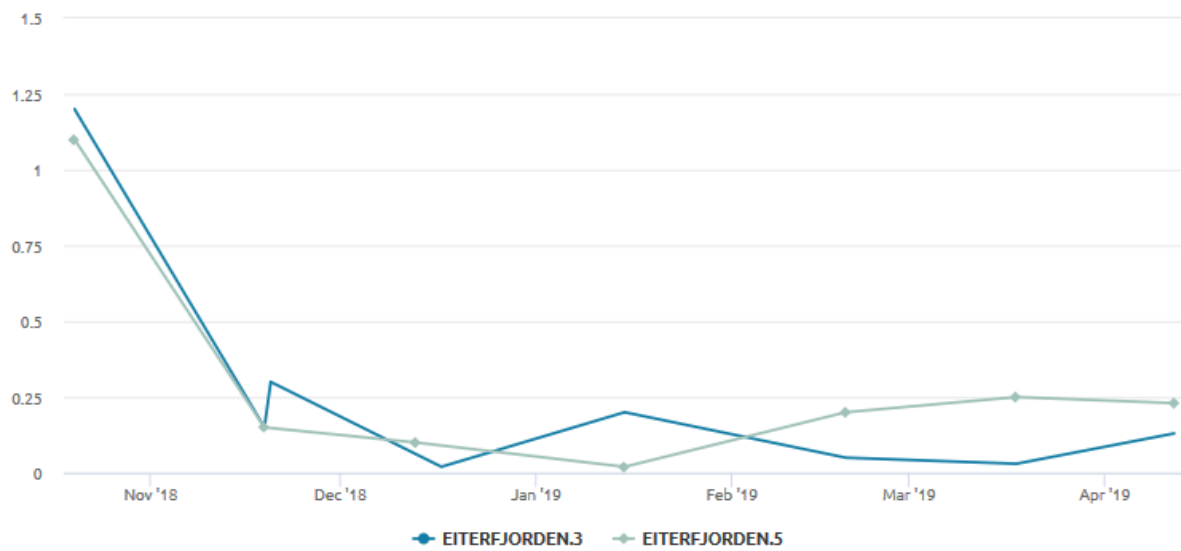
Aktiv ryggfinneskade



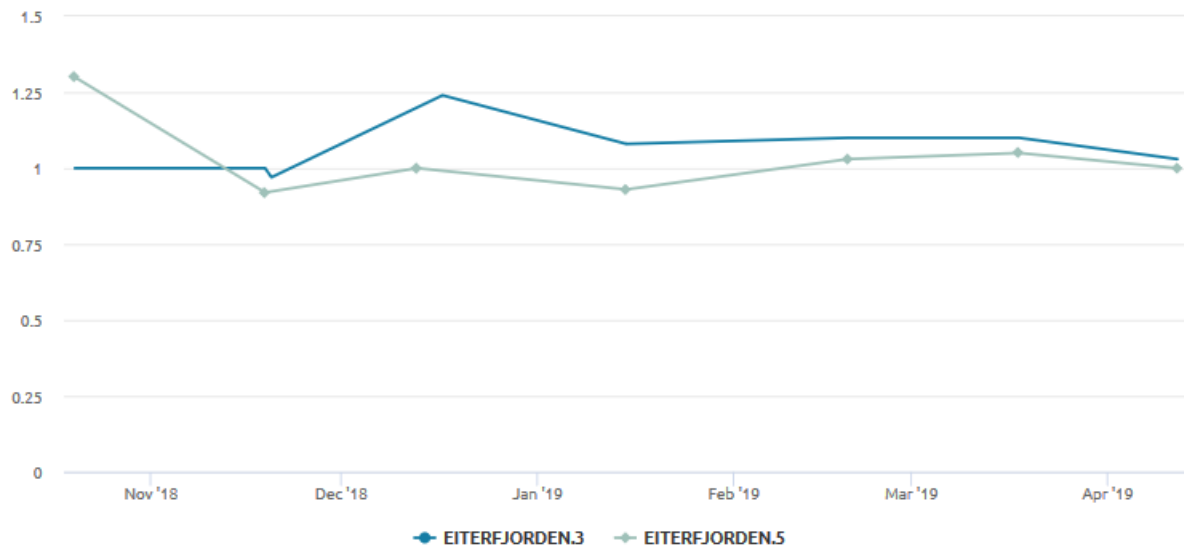
Helbredet ryggfinneskade



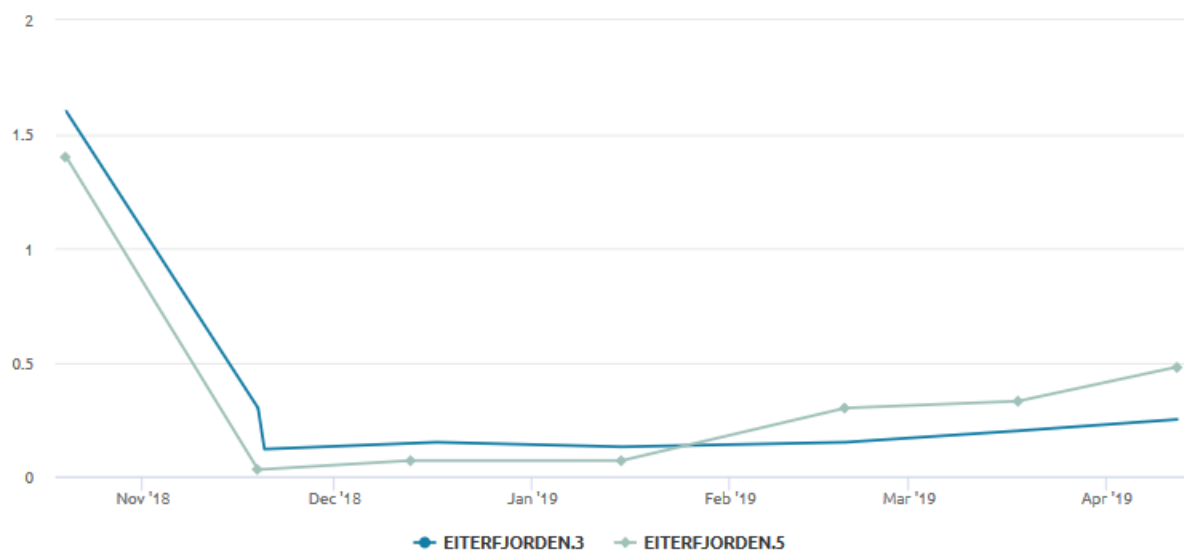
Aktiv brystfinneskade

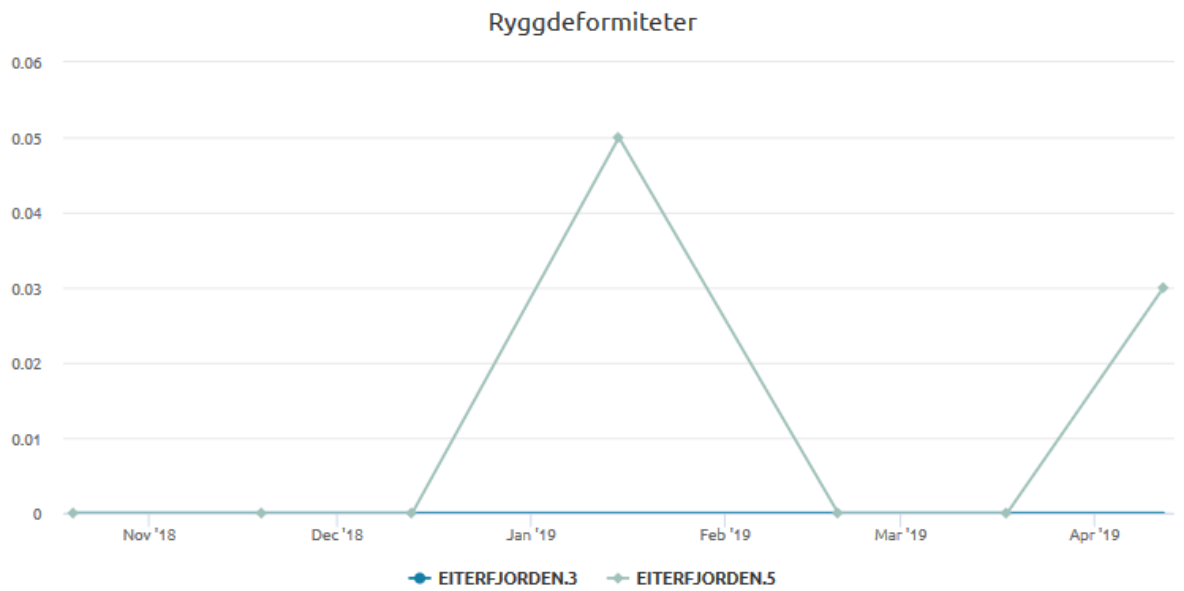
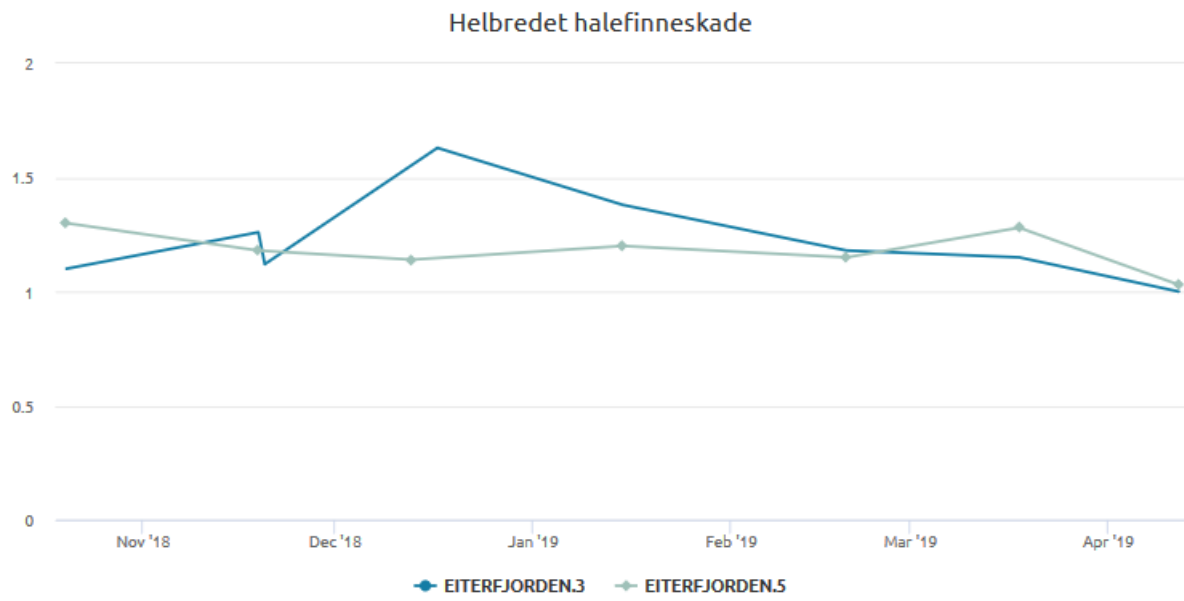


Helbredet brystfinneskade

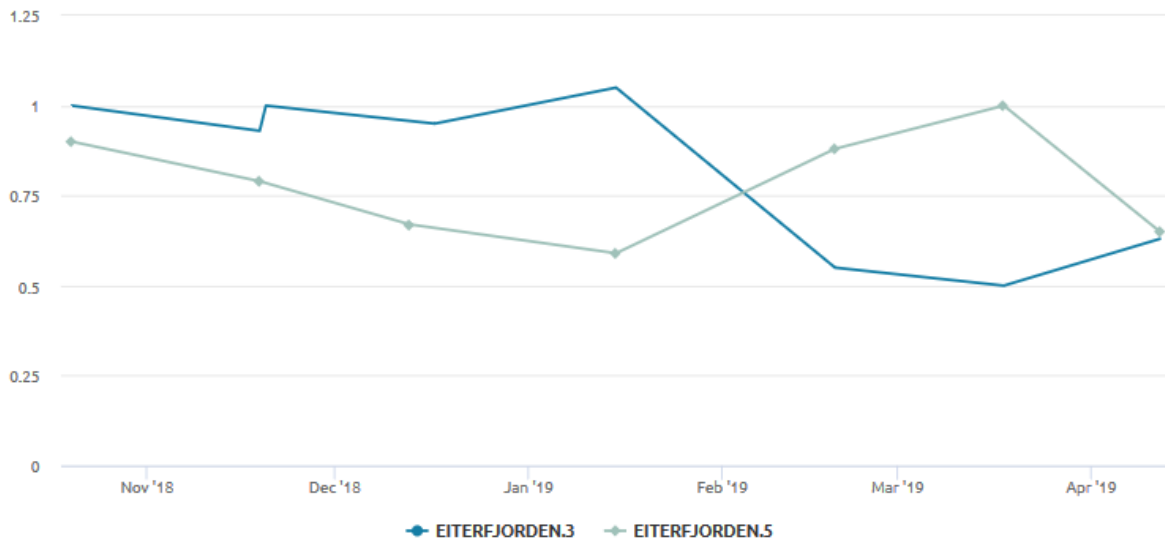


Aktiv halefinneskade

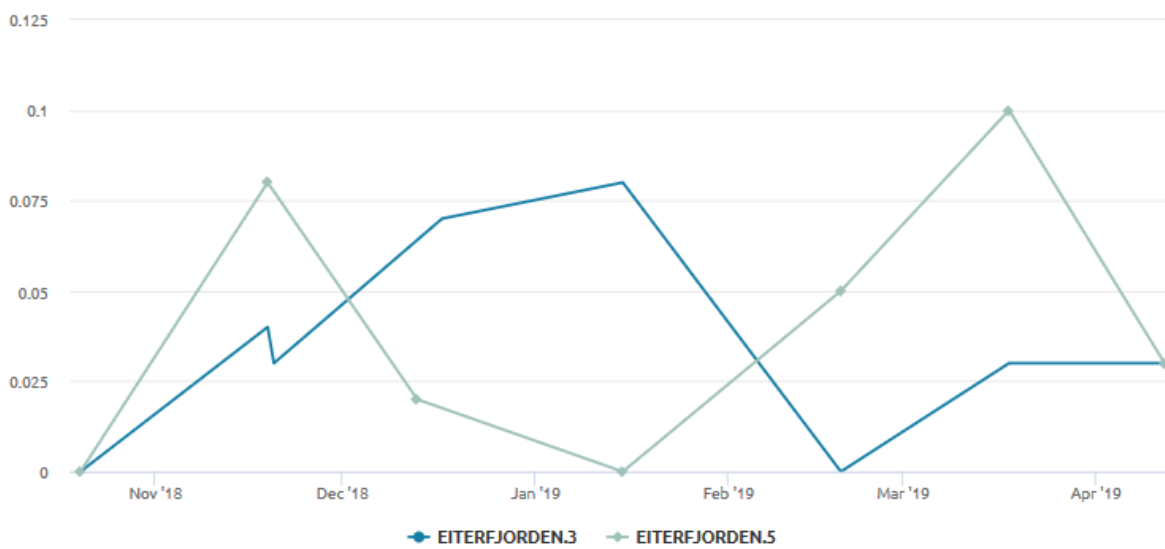




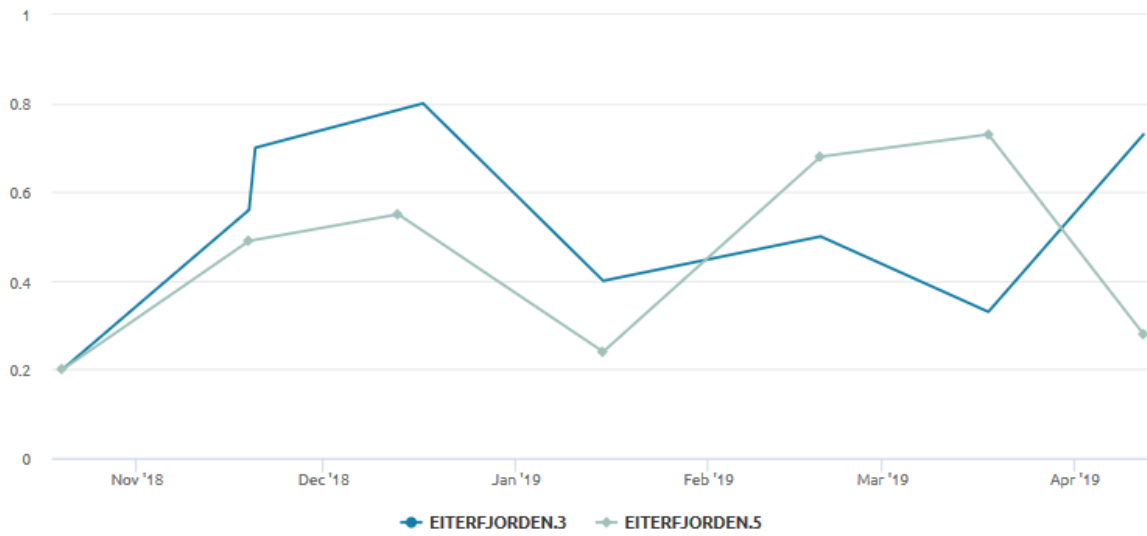
Skjelltap



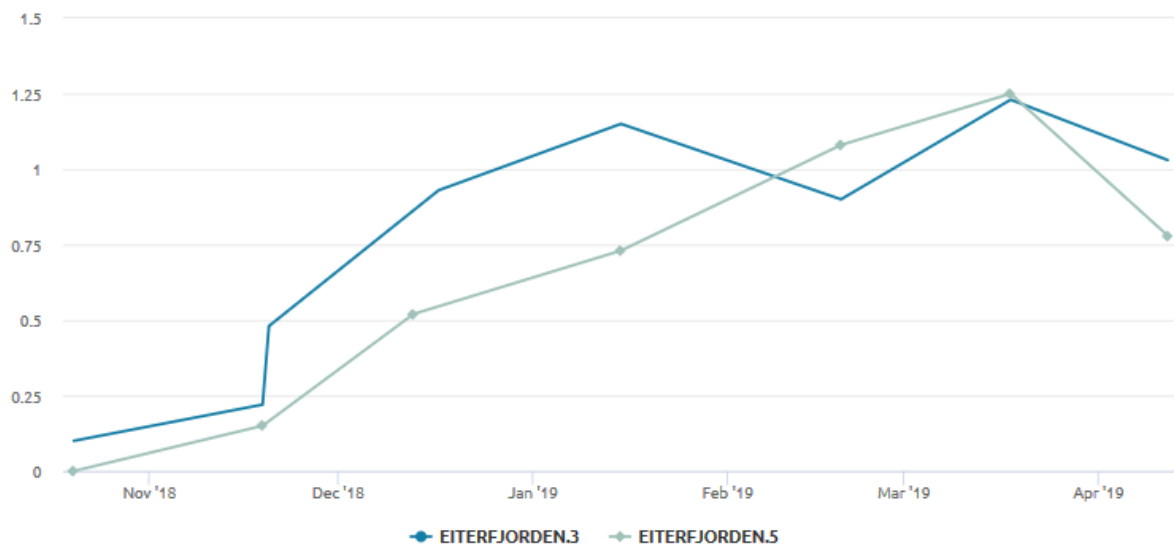
Sår



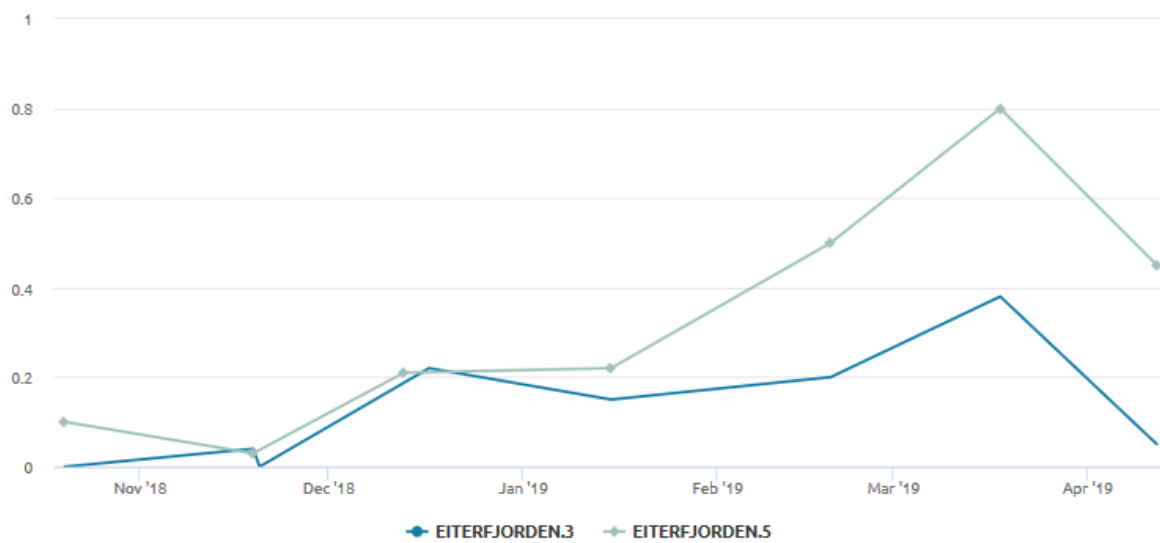
Hudblødning



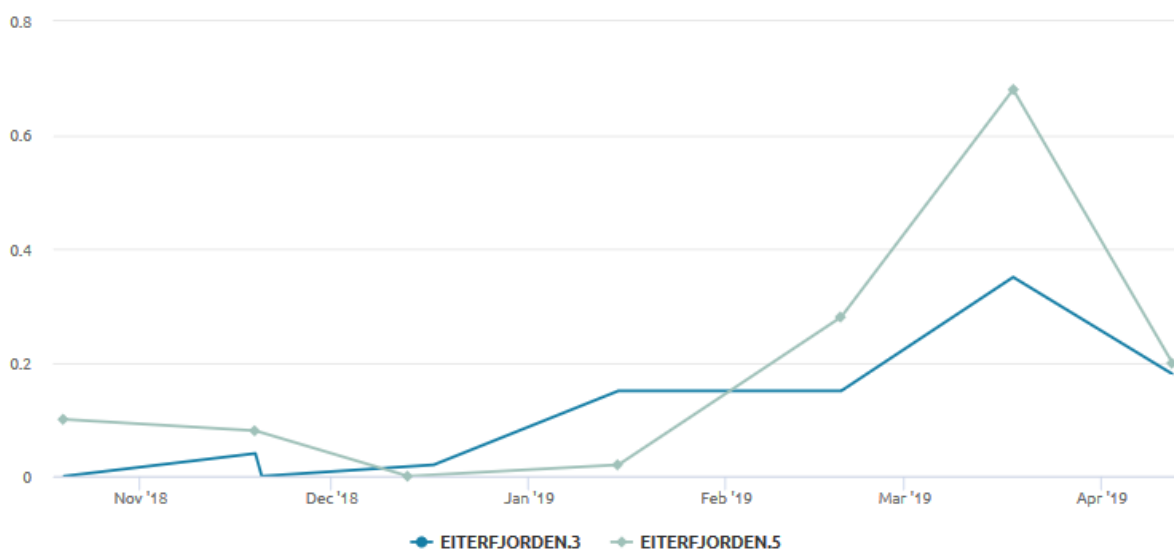
Snuteskade



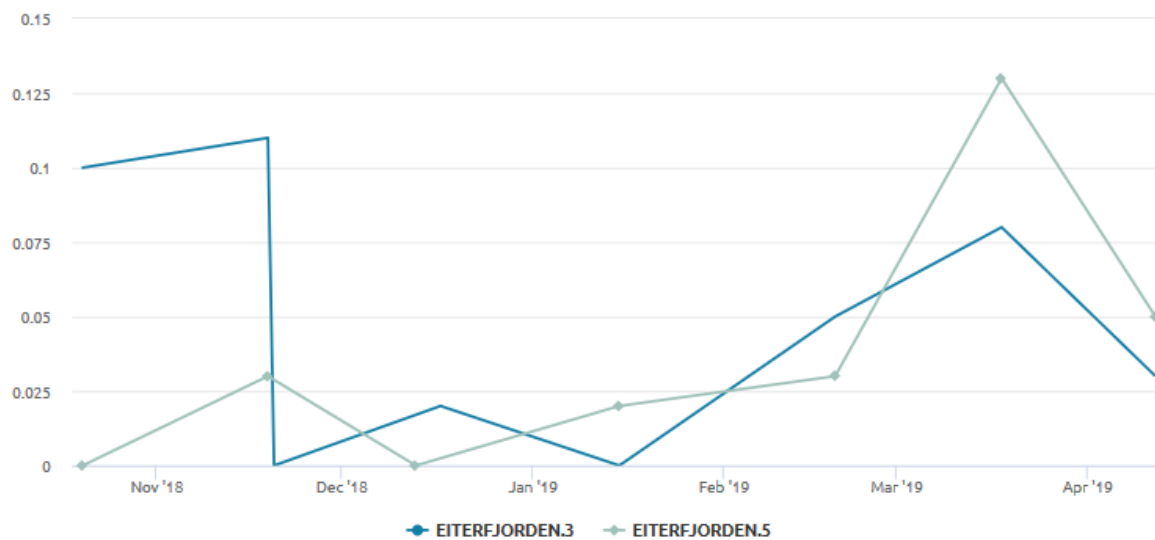
Øyeskade



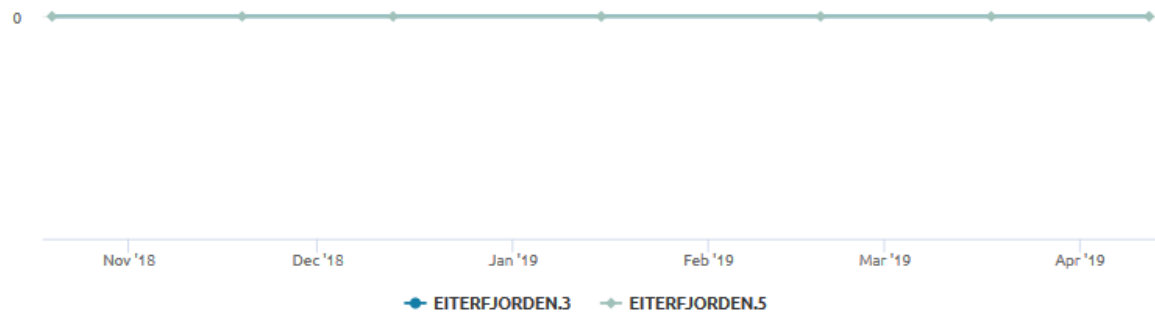
Utstående øye



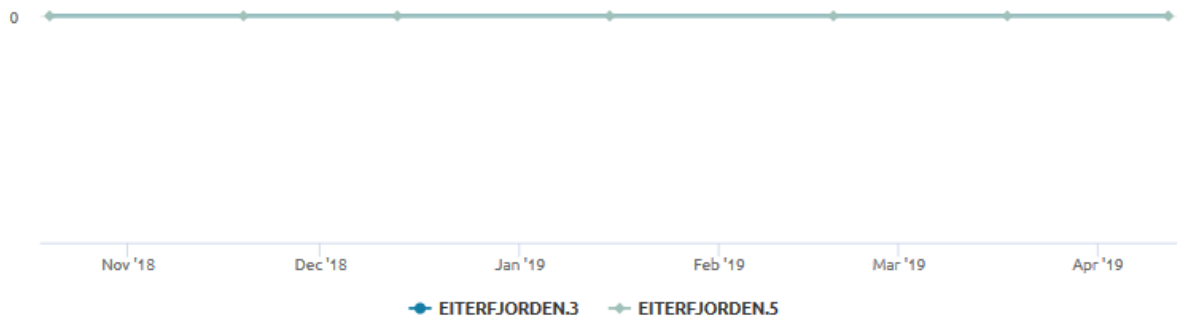
Gjellelokkskade



Overkjeve deformitet



Underkjeve deformitet



Katarakt

