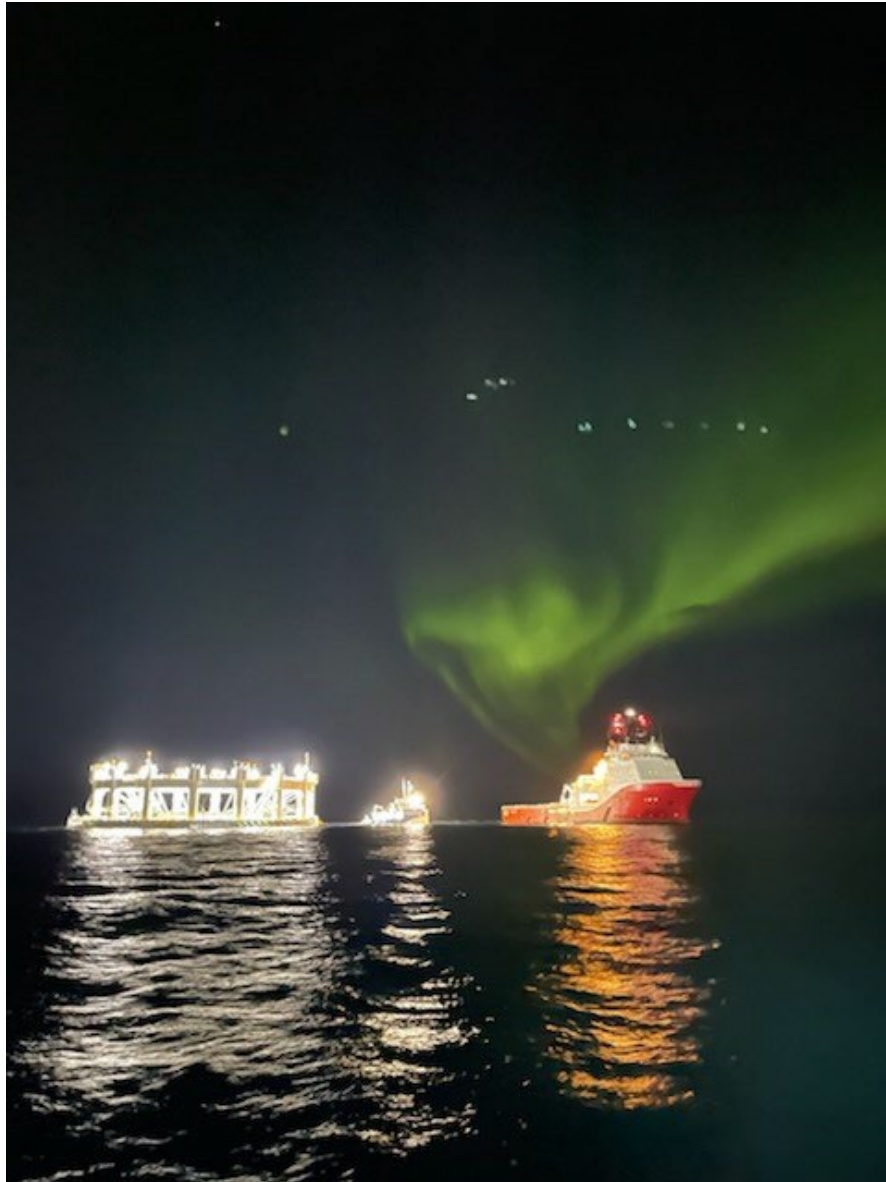


Sammendragsrapport 1 Arctic Offshore Farming





Innhold

1. Innledning2

2. Målekriterier3

3. Måleprogram3

4. Oppsummering måleprogram biologi4

4.1 Miljø4

4.2 Produksjonsdata.....5

4.3 Lakselus7

4.4 Adferd7

4.5 Velferd8

5. Oppsummering måleprogram teknisk.....9

6. Oppsummering måleprogram HMS/operabilitet 10

6.1 Operabilitet 10

6.2 Tilkomst, arbeidsmiljø og sikkerhet 12

1. Innledning

Arctic Offshore Farming (AOF) ble i brev fra Fiskeridirektoratet datert 18. mars 2018 tildelt 7,68 utviklingstillatelser på til sammen 5990 tonn MTB, for realisering av sitt nye oppdrettskonsept for nedsenket drift i værharde omgivelser. Fiskeridirektoratet har i dette brevet nedfelt følgende krav til dokumentasjon: Prosjektet skal levere halvårlige sammendragsrapporter av produksjonen i henhold til avtalt måleprogram til Fiskeridirektoratet. Denne sammendragsrapporten oppsummerer og har hovedfokus på erfaringer i perioden med fisk i anlegget som går fra juli 2023 til januar 2024, i tillegg er erfaringer etter endt installasjon sent i 2021 og driftsforberedelser frem til utsett av fisk tatt med.

Merder, flåte og undervannsslanger ble installert, forankret og sammenkoblet i september-november 2021 på lokalitet Felleholmen i Tromsø kommune. Ved endt installasjonsperiode gikk prosjektet videre til driftsforberedelser og drift uten fisk fra desember 2021. Anlegget har vært i kontinuerlig drift fra vi fikk godkjent anleggssertifikatet den 10. desember 2021.

Første generasjon med fisk ble satt ut på lokaliteten 17. juli 2023. Det ble satt ut 1,2 millioner fisk, som var ca. 2 kg. Fisken ble overført fra annet sjøanlegg i samme sone. Anlegget har fungert etter hensikten i første produksjonssyklus. Første merd ble slaktet ut i desember 2023 og den andre i januar 2024. AOF har i denne perioden opparbeidet verdifull erfaring med nedsenket drift. Andre generasjon fisk planlegges for utsett sommeren 2024.

Arctic Offshore Farming er utviklet basert på biologisk ekspertise og operasjonell erfaring fra Norway Royal Salmon ASA (NRS) sammen med kontraktører og leverandører fra diverse selskaper både med oppdrettserfaring og annen industriell erfaring. NRS ble etter hvert fusjonert med SalMar ASA og Arctic Offshore Farming ble senere solgt til SalMar Aker Ocean AS. Andre relevante aktører som har bidratt inn i prosjektet er tredjepart og akkrediterte selskaper innenfor oppdrett, industri, marine og offshore. Hensikten med prosjektet er å finne en teknisk og operativ løsning for eksponert oppdrett og dermed øke tilgjengelig areal for oppdrett i Norge. Det gjøres gjennom nedsenket drift som reduserer lusepåslag, og sikrer bedre fiskevelferd gjennom gode tekniske løsninger med fokus på fiskevelferd.

Oppdrettsanlegget består av to fastfortøyde merder og en flåte. Transport av fôr, strøm, kommunikasjon, luft og dødfisk gjøres gjennom en undervannsslange til hver enhet. Merden består av en halvt nedsenkbar stålkonstruksjon med dobbel notpose (ytternot og innernot). To ringpongtonger ovenfor hverandre med søyler mellom utgjør flytekragen.

Når anlegget driftes nedsenket vil topp av notpose være ca. 11 meter under havoverflaten, hvilket gir god beskyttelse mot bølger og strøm. Som en del av konstruksjonen er det montert fire luftlommer langs innsiden av nedre flyteringen (pontong). Dette vil sørge for at fisken kan fylle svømmeblæren selv om merden er nedsenket. Ettersom notsystemet er nedsenket under normal drift så vil ikke fisken kunne svømme i

vannoverflaten og sannsynlighet for påslag av lakselus vil derfor reduseres i betydelig grad.

2. Målekriterier

I tilsagnsbrevet for utviklingstillatelsene fra Fiskeridirektoratet, er det beskrevet 9 kriterier for gjennomføring av utviklingsprosjektet. Kriteriene fra 7 til 9 omhandler beskrivelse av plan for dokumentasjon av resultater for driftsfasen fra utsett til slakt, samt rapportering og kommunikasjon av resultater fra drift. Målekriterium 7 i tildelingsbrevet, er et krav om å utarbeide et program som beskriver hvilke registreringer som skal gjøres under driftsfasen av prosjektet og er omtalt som "måleprogram". Målekriterium 8, beskriver at produksjon av alle generasjoner i driftsuttesting skal følge det planlagte måleprogrammet med halvårige statusrapporter. Målekriterium 9 er et krav om en sluttrapport før eventuell søknad om konvertering.

3. Måleprogram

Utviklingsprosjektet skal teste ut en ny oppdrettskonstruksjon med tilhørende utstyrsteknologi for å frembringe kunnskap og erfaringer om drift i værharde forhold og på dypt vann. Kunnskap fra uttesting av denne nye oppdrettsteknologien skal komme hele akvakulturnæringen til gode, og skal bidra til at havområder som ikke er i bruk i dag, kan tas i bruk.

Dokumentasjonen fra utprøving vil generere verdifulle erfaringer for videre utvikling av driftsprosedyrer for denne type

produksjonsteknologi, samt kunne danne grunnlag for kommersialisering og videreutvikling av teknologien for ytterligere eksponerte arealer.

Hovedmålet er å dokumentere fullskala uttesting av AOF-konseptet og tilhørende utstyrsteknologi, for deling av kunnskap til hele næringen.

Dokumentasjonsløpet har følgende delmål:

1. Dokumentasjon av fiskevelferd og adferd
2. Beskrivelse av tilvekst og slaktekvalitet
3. Beskrivelse av operabilitet og resultater av teknisk utprøving av konstruksjon og tilhørende systemer i fullskala, i ulike værforhold
4. Beskrivelse av ulike behov for operasjoner gjennom produksjon
5. Beskrivelse av sikkerhet og adkomst til både merd og spesifikke områder på konstruksjon, ved ulike operasjoner.

For å oppnå hovedmål og de beskrevne delmål, er dokumentasjon av fullskala uttesting av AOF delt inn i tre måleprogram: biologisk, teknisk og operabilitet.

4. Oppsummering måleprogram biologi

Dokumentasjon for den biologiske delen av måleprogrammet blir ivaretatt gjennom omfattende instrumentering og bruk av teknologiske løsninger. Dette gjennom sensorer for miljødata (temperatur, oksygen, strøm, bølger og vind) som blir registrert i ABB sitt styringssystem 800XA, og danner grunnlag for vurdering av fiskevelferden. I tillegg registreres produksjonsdata som tilvekst, dødelighet og slaktekvalitet løpende i Fishtalk. Det blir brukt ulike metoder for vurdering av adferd med kamera, akustiske tagger og ekkolodd. Disse blir analysert av ulike fagmiljøer og fagekspertter for å vurdere fiskens bruk av luftlommer, adferd under ulike værforhold og adferd under fôring.

Velferd og fiskehelse blir overvåket av ekstern fiskehelsetjeneste, med fysiske tilsynsbesøk på lokalitet og slakteri. Velferdskamera og akustiske tagger ble benyttet til å vurdere individuelle velferdsindikatorer, både i normal drift, ved dårlig vær og i tillegg ved heving og senking av enhetene. Luftblærefylling ble også vurdert velferdsmessig ved å observere forekomst av tilt samt ekkostyrke. I tillegg til de tekniske hjelpemidlene benyttet man dagskjema for vurdering av blant annet adferd og appetitt.

4.1 Miljø

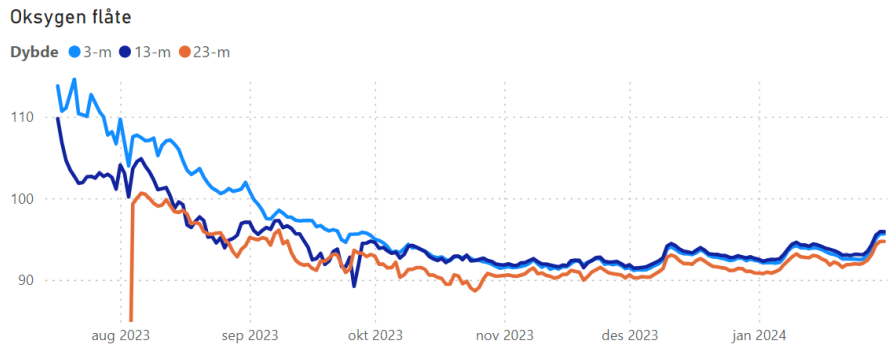
Miljødata logges daglig. Parametere som logges er oksygen, strøm og bølger, samt værdata. Oksygen og temperatur måles i forskjellige dybder ved flåte og i merder. Strøm måles i ulike

dybder ved flåte. Bølger måles av en forankret bøye. I tillegg er det montert en værstasjon på flåte og det gis spesialvarsel fra Storm GEO. Lagring av data skjer i systemet ABB800XA, og informasjon benyttes i analyse og vurderinger i daglig drift.



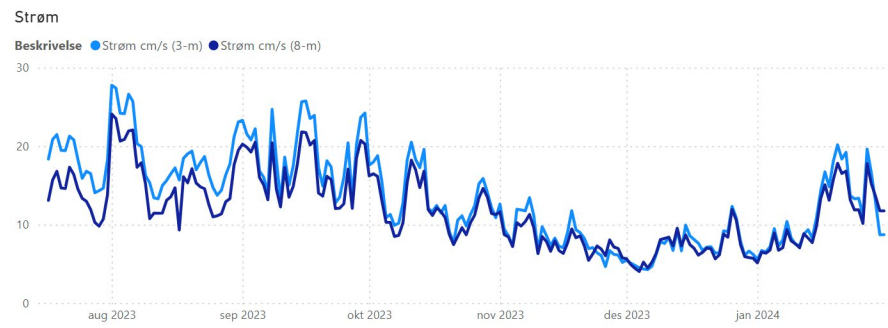
Figur 1 Sjøtemperatur målt på hhv. 3, 13 og 23 meter gjennom produksjonsperioden.

Gjennom produksjon var temperatur på produksjonsdyp relativt stabil.



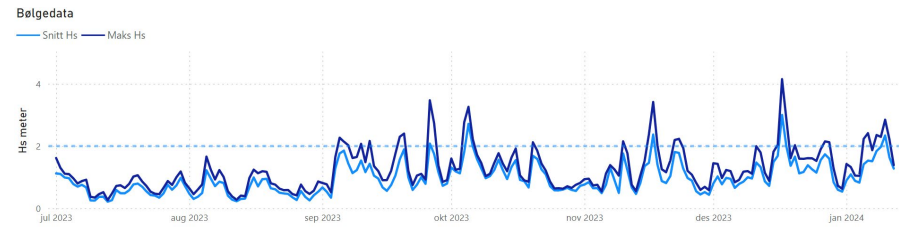
Figur 2 Oksygenivå målt ved flåte på hhv. 3, 13 og 23 meter gjennom produksjonsperioden

Oksygenforholdene var stabile og gode gjennom produksjonsperioden.



Figur 3 Strøm (cm/s) målt ved flåte på 3 og 8 meters dyp

Strømforholdene var relativt jevne, og svingte mellom 4 og 28 cm/s i overflatevann (3 og 8 meters dyp) i løpet av produksjonen.



Figur 4 Bølgedata gjennom produksjonen målt ved forankret bølgebøye

Frem til september var værforholdene relativt stabile, mens det fra høsten og frem til ferdig utslakt i januar var flere uværsperioder. Snitt Hs for produksjonsperioden var 0,9, mens høyeste Hs ble målt til 4,15 i desember 2023.

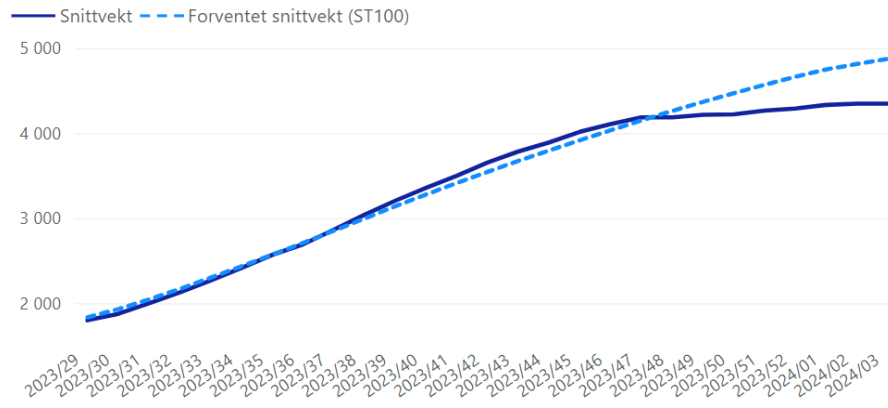
4.2 Produksjonsdata

Fisken hadde god tilvekst målt som VF3 og ST (tabell 1, figur 5 og 6). ST er SalMars tilvekstmatrix basert på gjennomsnittlig tilvekst oppnådd i SalMar siste 5 år, hvor 100 er gjennomsnittet.

Resultater	Merd A	Merd B	Total
ST	94,4	100,0	97,4
VF3	2,9	3,1	3,0
Bfcr	1,27	1,17	1,22
Efcr	1,38	1,23	1,3
Dødelighet %	4,67 %	2,55 %	3,61 %
Slaktet volum (tonn lwt)	2 231	2 666	4 897
Snittvekt (lwt)	4,06	4,73	4,4
Slaktet volum (tonn gwt)	1 919	2 292	4 211
Snittvekt (gwt)	3,49	4,06	3,78
% SUP	47 %	74 %	62 %
% PROD	53 %	26 %	38 %

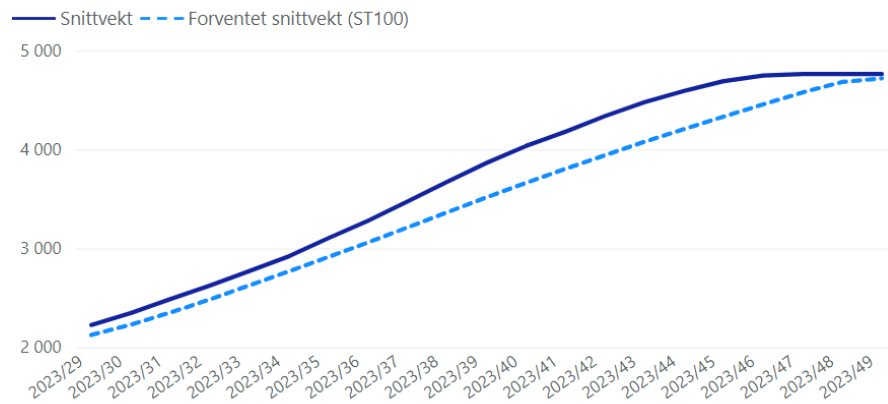
Tabell 1 produksjon- og slaktedata

Snittvekt merd A



Figur 5 Utvikling av snittvekt gjennom produksjonen for merd A

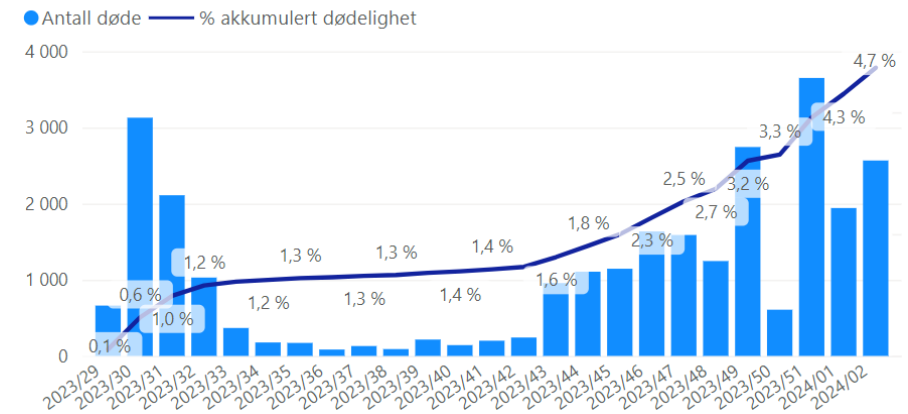
Snittvekt merd B



Figur 6 Utvikling av snittvekt gjennom produksjonen for merd B

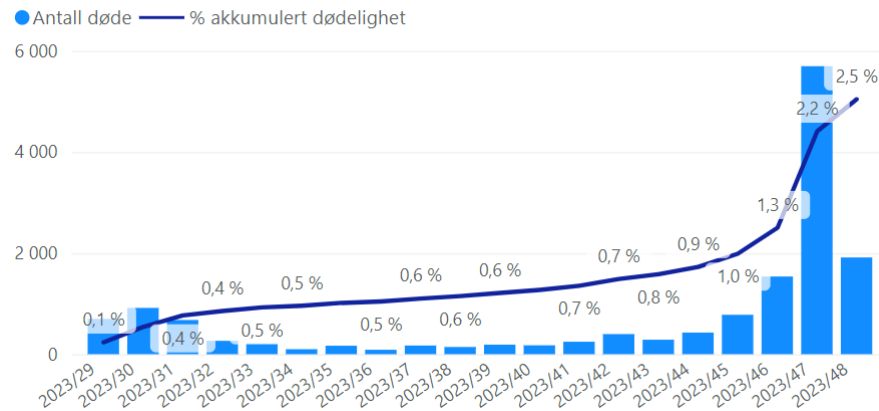
Dødelighet ble 3,6% totalt for anlegget. Merd A endte på 4,67% ved slakt i januar. Merd B ble slaktet i desember og endte på 2,55%. Dødelighet var svært lav fra utsett til oktober/november, deretter hadde man en økning fram mot slakt hovedsakelig på grunn av sår. Ved slakt var superiorandel 74% i merd B, mens den lå på 53% i merd A. Nedklassingsårsak var dominert av sår. Perlesnormanet var observert i anlegget i november 23 og medførte høyere sårforekomst.

Dødelighet merd A



Figur 7 Dødelighet i antall og akkumulert dødelighet i % for merd A

Dødelighet merd B

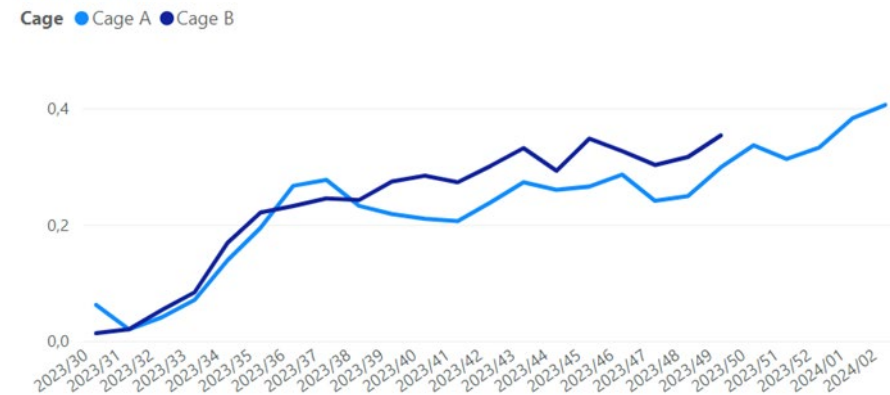


Figur 8 Dødelighet i antall og akkumulert dødelighet i % for merd B

4.3 Lakselus

Telling av lakselus og skottelus har vært gjort ved bruk av kamerateknologi (Aquabyte) i begge merder. Metoden var godkjent av Mattilsynet. Ettersom begge merder har vært nedsenket under drift har velferdskameraene gitt løpende oversikt over utvikling av lusesituasjonen. Det var en sakte utvikling av kjønnsmoden lakselus gjennom produksjonen. Det ble ikke behov for avlusing i løpet av produksjonen på Fellesholmen, men det ble gjennomført avlusing i forbindelse med utsett grunnet utsett av fisk fra lokalitet med lusesmitte.

Kjønnsmoden lus



Figur 9 Utvikling kjønnsmoden lus gjennom produksjonen i henholdsvis Cage A og B

4.4 Adferd

Målinger av fiskens adferd i AOF systemet gjennomføres for å kunne vurdere:

- laksens bruk av luftlommer og mulig tiltrekning ved lys
- laksens adferd ved undervannsfôring
- laksens generelle adferd i AOF systemet
- unormal adferd ved manglende fylling av svømmeblære

Fiskens adferd har blitt registrert ved bruk av tre ulike metoder; kamera, ekkolodd og akustisk biotelemetri (Thelma Biotel). I tillegg ble adferd og svømmeblærefylling vurdert og registrert i dagskjema av ansatte på lokalitet. Det ble ikke observert større avvik i adferd hos fisken gjennom produksjonen.

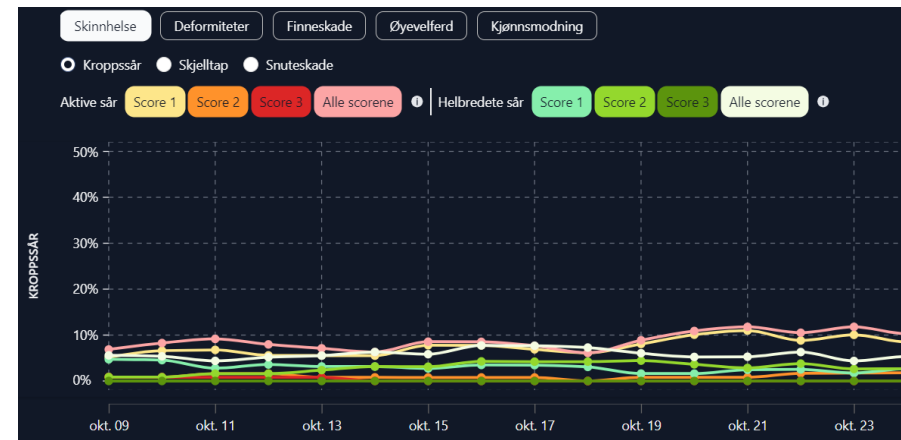
4.5 Velferd

Fiskens velferd ble overvåket daglig gjennom hele produksjonen. Det ble gjennomført ved dokumentasjon av adferd, tekniske registreringer og data fra sensorikk som registrerer miljøfaktorer. Velferdsindikatorer ble også kontinuerlig vurdert i Aquabytes velferdsmodul. Dette, i kombinasjon med eksterne helsetilsyn av fiskehelsepersonell, et utvidet screeningprogram for sykdomsagens, daglig kameraovervåkning og scoring av fisken gir et godt bilde av fiskens velferdsstatus.

Velferdsregistreringer vil analyseres videre for å vurdere sammenheng med ulike miljø- og værforhold samt i forbindelse med heving og senking av merd og lignende.



Figur 10 Merdene i hevet (til venstre) og senket (til høyre) posisjon



Figur 11 Bilde fra Aquabyte velferdskamera, oversikt over sår i Cage A i perioden 9-23. oktober

5. Oppsummering måleprogram teknisk

Det tekniske måleprogrammet har som målsetning å dokumentere hvordan systemer og konstruksjon fungerer i drift under ulike værforhold. Videre vil registreringer brukes kontinuerlig for å følge opp systemer under drift. Ved uventede hendelser eller registreringer vil alarmsystemer gi fortløpende beskjed for å sikre både konstruksjon, fisk og arbeidsmiljø. Lagring av informasjon fra de ulike styringssystemene skjer ved bruk av ABB800XA. Flåtens integrerte styringssystem (AKVAConnect) kontrollerer funksjoner som fôring, ensilasje, kraftforsyning og fôrlager. Alle funksjoner i styringssystemene både for merdene og flåten kan fjernopereres fra landbasen.

Tekniske løsninger og konstruksjonsmessige forhold dokumenteres i drift og medfører oppfølging av undernevnte områder;

- Hovedfunksjon merdkonstruksjon og merdsystemer under drift:
 - Dypgang og trim (ballastering / deballastering)
 - Overvåke nivå ballasttanker
 - Vanninntrenging
 - Stabilitet
 - Fylling av luftlommer
 - Forankring og bevegelser
 - Overvåke not under drift

- Funksjon flåtesystemer under drift:
 - Vannfôring
 - Dødfisksystem/ensilasjehåndtering
 - Kraftforsyning
 - Dypgang og trim (ballastering / deballastering)
 - Sikker entringsløsning
 - Osmoseanlegg

Funksjonstest-perioden med fastlagt program ble gjennomført fra september 21 til utsett av fisk juli 23. Grunnet forsinkelse på utsett av fisk med bakgrunn i biologiske og tekniske årsaker, ble funksjonstestperioden lengre enn planlagt. Dette innebar daglige driftsoperasjoner i tillegg til modifikasjoner/service av kritiske komponenter.

Modifikasjoner og service som ble utført som en del av funksjonstest-perioden;

- Modifikasjoner på deler av notsystemet (ytternot):
 - Endring av innfestingssystemet
 - Utskifting av noen stavtau til annen type
 - Utskiftning av type notmateriale i deler av ytternot
- Innkjøring av batteripakke opp imot generatorer for optimalisering av hybrid løsningen
- Montering av kran på begge merdene
- Testing av overføringssystemer for fisk
- Endret ventilering av ballastsystemet

- Div. mekaniske oppgraderinger og generelt vedlikehold

Læringspunktene fra installasjon og testperioden for merd A ble loggført fortløpende og systematisk gjennomgått.

Læringspunktene ble tatt med videre ved oppstart på merd B. Senere ble forbedringspunktene oppdatert på begge merdene fra hele driftsperioden som beskrevet ovenfor.

Merdenes konstruksjon og tekniske funksjonalitet var tilfredsstillende, etter noen justeringer og modifikasjoner. Flåtens konstruksjon og tekniske funksjonalitet var også tilfredsstillende.

6. Oppsummering måleprogram HMS/operabilitet

Måleprogrammet for HMS og operabilitet skal dokumentere hvordan enhetene fungerer ved driftsoperasjoner, og i tillegg være en trygg arbeidsplass for operativt personell. Dette medfører behov for dokumentasjon av følgende områder:

Dokumentasjon av operabilitet:

- Tilkomst til merden: hvilke behov er det for tilkomst, og gir ulike værforhold hindringer?
- Når er det behov for endring av dypgang (heving og senking)?
- Hvilke behov er det for eksternt utstyr (arbeidsbåt, brønnbåt, kranbåt, ROV, eksternt notvasker etc.)?

Dokumentasjon av arbeidsmiljø:

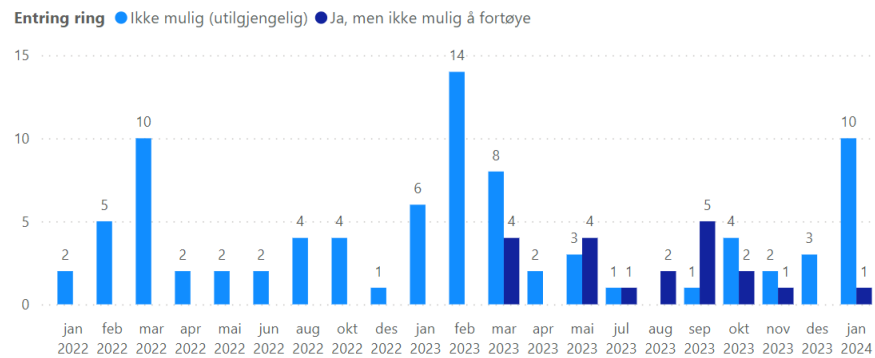
- Utførelse av arbeidsoppgaver, behov for tilpasninger og tilkomst til de spesifikke områder og utstyr.
- Sikkerhet ved utførelse av arbeidsoperasjoner
- Sikkerhet ved entring av;
 - Merd
 - Flåte

6.1 Operabilitet

Dokumentasjon av operabilitet skal gi oversikt over behov for tilkomst, behov for endring av dypgang, utilgjengelighet, samt behov for eksternt utstyr.

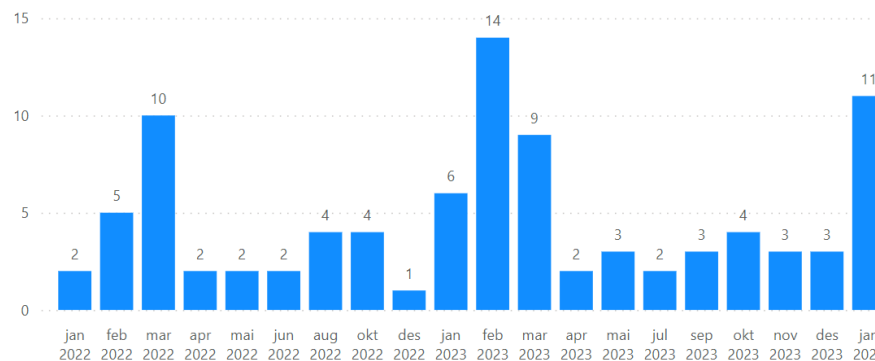
De værmessige forholdene på Felleholmen er dokumentert gjennom målinger som er samlet inn fra anlegget. Dette har gitt et variert datagrunnlag både i form av bølge-/vindmålinger, daglige registreringer og bilder/videoer av anlegget i alle vær-situasjoner. Gjennom daglige registreringer er dager hvor anlegget har vært utilgjengelig blitt loggført. Disse registreringene skiller mellom at anlegget er helt utilgjengelig og det ikke er mulig å entre, og en delvis utilgjengelighet hvor personell kan entre, men fartøy kan ikke ligge fortøyd til flåte eller merd. Man skiller også mellom utilgjengelighet til flåte og til merdene.

Utilgjengelighet merder



Figur 12 Dager hvor merder er registrert som utilgjengelig/ikke mulig å fortøye fra jan 2022 til jan 2024

Utilgjengelighet flåte



Figur 13 Dager hvor flåte er registrert som utilgjengelig fra jan 2022 til jan 2024

Fra januar 2022 til og med januar 2024 ble det registrert totalt 106 tilfeller hvor merdene var utilgjengelig. I samme periode er flåten registrert med 92 utilgjengelighetsdager. 62% av alle

utilgjengelighetsdager for flåten har blitt registrert i første kvartal av året (januar, februar og mars). Bølgedata samsvarer med utilgjengelighetsdata da man ser en direkte sammenheng mellom dager med mye bølger (høy Hs) og dager utilgjengelighet er registrert. I driftsfasen ble det registrert 19 utilgjengelighetsdager for flåten og 23 for merdene. I 6 av de 23 tilfellene var det mulig å entre merdene, men ikke mulig å fortøye.

Behov for ballastering og de-ballastering av merden mellom service og operasjonsdypgang er loggført med årsak. Behov for endring av dypgang kan være ulike operasjoner som utsett av fisk, lusetelling, feilretting ved driftsutfordringer, samt senking ved bølgehøyde over Hs 3.

Merd B har blitt hevet 5 ganger med fisk i merd, og har totalt stått hevet 10 dager i løpet av produksjonsperioden, 7 av disse var i forbindelse med levering av slaktefisk. Prosentvis utgjør antall dager hevet i driftsfasen 7 % for merd B. Merd A ble hevet 6 ganger. En ekstra ballastering ble gjennomført grunnet uvær i slakteperiode. Antall dager hevet utgjør 14,3% av produksjonsperioden for merd A.

Ballastering har som hovedsak blitt gjennomført for å starte, eller fortsette på arbeid som er avbrutt på grunn av værforhold på lokaliteten. Disse endringene i dypgang forekommer på slutten av produksjonsperioden for å klargjøre og gjennomføre slakt. Grunn til nedsenkning var i hovedsak avsluttet arbeid eller værforhold over 3m Hs som har avbrutt en arbeidsoperasjon.

Merd	2023	2024	Totalt
Merid A	8	2	10
HS > 3	1	1	2
Inspeksjon/service	2		2
Lusetelling/ prøvetaking	2		2
Plassering av utstyr	1		1
Slakting/ trenging av fisk	1	1	2
Utsett av fisk	1		1
Merid B	10	1	11
HS > 3	2	1	3
Inspeksjon/service	1		1
Lusetelling/ prøvetaking	2		2
Plassering av utstyr	3		3
Slakting/ trenging av fisk	1		1
Utsett av fisk	1		1
Totalt	18	3	21

Figur 14 Registrerte hev/senk med årsak i løpet av produksjonsperiode

6.2 Tilkomst, arbeidsmiljø og sikkerhet

Dokumentasjon av tilkomst, arbeidsmiljø og sikkerhet har blitt gjennomført ved å registrere ulike forhold;

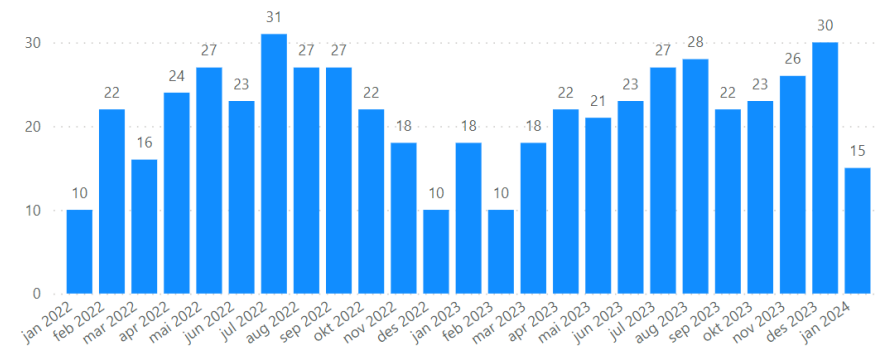
- Hvilke områder på merden det er behov for tilkomst
- Nødvendig tilkomst til utstyr.
- Værforhold ved arbeid.

Den største tilkomstutfordringen under produksjonsperioden har vært entringsmulighetene til flåte og merd. Flåten har 2 langsider med entrings- og fortøyningsmulighet på begge sider. Fortøyning av personalbåter gjennomføres på lik måte som ved

tradisjonelle flåter med tamper fra båt til fortøyningspunkter. I tillegg er det en Slipway i bakerste del av flåten som skal sørge for sikker entring av flåte. Grunnet tekniske utfordringer og plassering av anlegg har denne ikke blitt brukt i så stor grad.

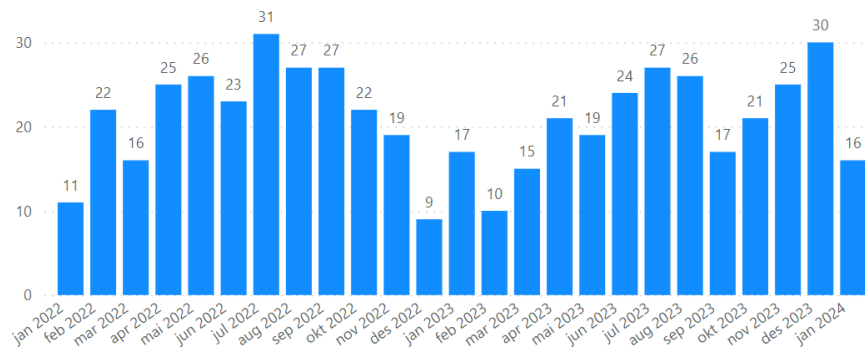
I perioden januar 2023 til januar 2024 ble det registrert 4 avvik relatert til entring. 2 avvik førte til skade på personell, og 2 avvik er registrert som nestenulykker. Avvikene omfatter entring både for personalbåt og servicebåt til merd og flåte. Som tiltak for å redusere risiko ved entring fra servicebåt ble det laget en entringstrapp som kunne monteres på båten før ankomst til anlegget. Når det gjelder personalbåten har man i løpet av driften opparbeidet seg erfaringsbasert kunnskap om hvilke vær- og vindforhold som øker farene ved entring. Som et tiltak ble det innført en prosedyre med operasjonskriterier for ulike arbeidsoppgaver. Prosedyren setter begrensninger på hvilke arbeidsoppgaver som skal gjennomføres med tanke på været.

Entring flåte



Figur 15 Registrerte dager med entring av flåte fra jan 2022 til jan 2024

Entring merder



Figur 16 Registrerte dager med entring av merder fra jan 2022 til jan 2024

Det er registrert behov for entring til flåte og merd i over 250 tilfeller både i 2022 og 2023. I 2023 var daglig tilsyn årsak til 89 % av entringstilfellene til flåte, og 70 % av tilfellene til merd. Rigging har en større andel av entringene i 2022 sammenlignet med 2023. Dette henger sammen med type arbeid som har blitt gjennomført. Figur 15 viser at behovet for entring har vært høyest under perioder ved utbedringer og utsett av not (juni-august 22), mottak av fisk (juli 23) og slakt (november-desember 23).