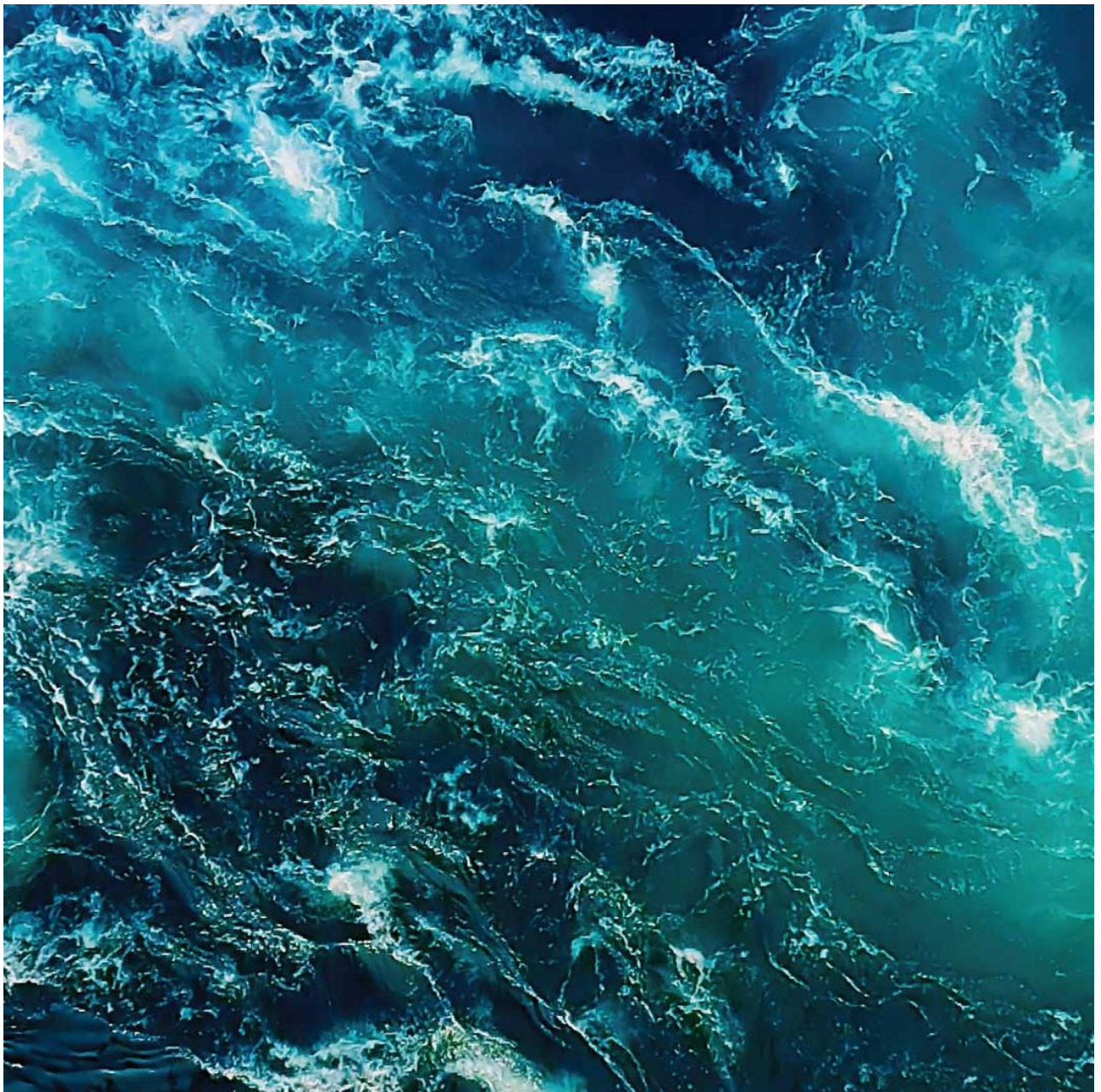


Biologiske effekter av notspyling

MABIT Biologiske effekter av notspyling. MABIT Probotic del B

Akvaplan-niva AS Rapport: 2022 63909.01



Biologiske effekter av notspyling. MABIT Probotic del B

Forfatter(e)	Johanna Kottmann, Mette Remen, Ola Kvaal Brandshaug, Ragnhild Pettersen
Dato	19-12-2022
Rapport nr.	2022 63909.01
Antall sider	16
Distribusjon	Gjennom kunden
Kunde	Probotic AS
Kontaktperson	Mikkel Pedersen

Sammendrag

Denne rapporten beskriver resultater fra andre del av prosjektet "Biologiske effekter av notspyling & Probotics Innovasjon". Prosjektet er finansiert av MABIT og gjennomføres i perioden 2021-2022. Hovedmålet for del B i 2022 var å gjennomføre en pilottest i merder med fisk der dronene testes ut og å utarbeide indikatorer som kan brukes for å dokumentere effekt av nytt utstyr på fiskevelferden.

Godkjenninger

Ragnhild Pettersen

Prosjektleder

Ann V Nythe

Kvalitetskontroll rapport

Innholdsfortegnelse

FORORD	4
1 INNLEDNING.....	5
2 MÅLING AV EFFEKT AV DRONE PÅ FISK I MERD.....	6
2.1 Krav ved utvikling av metoder, utstyr og teknologi akvakultur	6
2.2 Relevante indikatorer	6
3 PILOTTEST AV DRONE: EFFEKT PÅ FISK.....	8
3.1 Metoder.....	8
3.1.1 Lokalitet.....	8
3.1.2 Produksjonsdata	9
3.2 Resultater og diskusjon	9
3.2.1 Temperatur, oksygen, salinitet.....	9
3.2.2 Vekst og utfôring	12
3.2.3 Dødelighet.....	13
4 KONKLUSJONER.....	15
5 REFERANSER.....	16

Forord

Denne rapporten beskriver funn fra del B i forskningsprosjektet "Biologiske effekter av notspyling & Probotics Innovasjon". Prosjektet er delfinansiert av MABIT: et næringsrettet FoU-program innen marin bioteknologi i Nord-Norge. Probotic AS er prosjekteier, og ansvarlig for planlegging og tilrettelegging av feltarbeid. Probotic AS har ansvar for administrativ oppfølging av prosjektet. Akvaplan-niva er faglig ansvarlig for gjennomføring av prosjektet.

Målet med feltarbeid A (2021) var å kartlegge begroingsamfunn og studere effekter av tradisjonell notspyling på laks i oppdrettsmerder. Feltarbeid og datainnsamling ble gjennomført i perioden 01.05.21 til 01.10.21, og resultatene er beskrevet i en egen rapport (2021 62336.01). Del A ble gjennomført i samarbeid med Probotic AS og Ballangen Sjøfarm AS.

Målet med del B (2022) var å gjennomføre en pilottest i merder med fisk der dronene testes ut og å utarbeide indikatorer som kan brukes for å dokumentere effekt av nytt utstyr på fiskevelferden. Del B har blitt gjennomført i samarbeid med Probotic AS og Ballangen Sjøfarm AS.

1 Innledning

Begroing er betegnelse på den ofte uønskede veksten av organismer på overflater under vann, og er en utfordring for alle som har utstyr i sjø. Dette gjelder også i akvakultur. I oppdrettsnæringen byr begroing på praktiske, økonomiske og dyrevelferdsmessige utfordringer i den daglige driften. Håndtering av begroing er estimert til å utgjøre 5-10 % av produksjonskostnadene (Lane and Willemsen 2004), men dette tallet kan variere mye, som følge av ulike strategier for håndtering og geografisk plassering av lokalitetene.

Begroing varierer med årstid og geografi, og innen akvakultur utgjør begroing spesielt en utfordring for nøtene. Begrodde nøter kan føre til redusert vanngjennomstrømming, øke vekt og drag på notstrukturen, samt føre til at rensefisk beiter på begroingen fremfor på lakselus. Det er også knyttet hypoteser til at redusert fiskehelse og fiskevelferd kan ha sammenheng med begroing på not og rengjøring av denne, som følge av at avspylt begroing blandes i vannmiljøet til fisken. Disse utfordringene har ført til at det er et stort fokus på å bekjempe begroing.

Akvakulturnæringa bruker flere metoder for å bekjempe begroing, som f.eks. impregnering, spyling og lufttørking. I forbindelse med spyleprosesser kan enkeltanlegg slippe ut flere titalls tonn begroingsmateriale til omgivelsene hvert år. Dette vaskeavfallet kan bestå av organismer, fragmenter av organismer, larver, patogener, not og impregnering. I sommermånedene hvor biomasseveksten skjer raskest (Bloecher 2013) kan spyling av nøter forekomme så ofte som 1-4 ganger i måneden (Olafsen 2006, Guenther m.fl. 2010). Selv om spyling av nøter fortrinnsvis gjøres nedstrøms, vil det være vanskelig å unngå at noe spyleavfall havner inne i merda i løpet av spyleturen, eller at noe av avfallet havner i nabomerder (Bloecher m.fl. 2018). Både forskere og representanter fra næringa har uttrykt bekymring for hvilken effekt spyleavfallet har på fiskens helse og velferd (Intrafish 2017, Bannister m.fl. 2019, Bloecher m.fl. 2019).

En måte å forebygge negative effekter av notspyling på, er å sørge for at nøtene holdes rene. Probotic AS utvikler en undervannsdrone som kan brukes til inspeksjon og rengjøring av nøter, samt datafangst. Ett av målene er at dronen kontinuerlig overvåker og rengjør merda, slik at man unngår oppvekst av begroingsorganismer og påfølgende spyleoperasjoner. I del A (2021) av dette prosjektet, ble effekter av tradisjonell notspyling undersøkt. I del B gjennomføres en pilotundersøkelse på Tortenneset (Ballangen Sjøfarm AS), der dronen testes ut.

2 Måling av effekt av drone på fisk i merd

En undervannsdrone som kontinuerlig inspiserer og rengjør notveggen utgjør en ny type teknologi til bruk i oppdrettsmerder med laks. Ved bruk av ny teknologi, stilles det krav til at teknologien er testet ut og funnet forsvarlig med hensyn på fiskens velferd (Dyrevelferdslovens §8). I tillegg er det viktig at en ny innretning i merda ikke virker negativt på produksjonen av fisk.

2.1 Krav ved utvikling av metoder, utstyr og teknologi akvakultur

Mattilsynet har utviklet en veileder om fiskevelferd ved utvikling og bruk av metoder, utstyr, teknologi mv. i akvakultur (Mattilsynet 2020a). Veilederen skal tydeliggjøre hva Mattilsynet legger til grunn ved tilsyn av nye metoder. I tillegg er det publisert et skjema for velferdsvurdering på Mattilsynets nettsider, utviklet av Havforskningsinstituttet (Mattilsynet 2020b). I skjemaet går det systematisk gjennom faktorer som kan endres ved bruk av ny teknologi, som kan påvirke fiskevelferd negativt eller positivt. Brukeren blir bedt om å vurdere risiko for negativ effekt, eventuelle risikoreduserende tiltak og å oppgi dokumentasjon på at disse faktorene er undersøkt og vurdert som forsvarlige for bruk. Skjemaet inkluderer merdmiljøfaktorer (temperatur, oksygen, fisketetthet, partikler og avføring i vannet, CO₂, nitrogenforbindelser), skarpe kanter, manuell og maskinell håndtering, individuelle velferdsindikatorer (finneskader, hud- og slagskader, snuteskader, øyeskader), stress og utmattelse, økt dødelighet og andre (ikke-definerte) faktorer.

De fleste forsøk med nytt utstyr og nye metoder krever godkjenning etter Forskrift om bruk av dyr i forsøk (FOR-2015-06-18-761). Alle søknadspliktige forsøk må være tilknyttet en godkjent forsøksdyrvirksomhet (Mattilsynet 2020a).

2.2 Relevante indikatorer

Vårt forslag tar utgangspunkt i at kravene som stilles i Mattilsynets veileder (Mattilsynet 2020a) skal besvares på en god måte. I tillegg er det oppgitt faktorer som kan være relevante for å sikre at produksjonen av fisk ikke påvirkes negativt. Indikatorer er oppgitt i tabellen under (Tabell 1). Dokumentasjon av velferdskonsekvenser skål være basert på målbare velferdsindikatorer og det benyttes etablerte skåringssystem for eksempel som FISHWELL (Noble et al. 2018) eller SWIM (Pettersen et al. 2014).

Det er videre viktig å teste det nye utstyret med et solid vitenskapelig forsøksoppsett, som inkluderer både replikerte merder med og uten drone. Det må registreres både akutte og langtidskonsekvenser for fiskevelferd.

Tabell 1. Relevante indikatorer for måling av effekt av nytt utstyr på fiskevelferd.

Tema	Indikator	Kommentar
Merdmiljø	Oksygen	Mulig negativ effekt pga. stress, eller positiv effekt pga. renere nøter.
	Fisketetthet	Endret adferd og plassering av fisk i merd på grunn av

Tema	Indikator	Kommentar
		unntvikellesadferd ved bruk av drone.
	Partikler	Mulig negativ effekt pga. kontinuerlig lav grad av eksponering for spyleavfall, eller mulig positiv effekt pga. færre tradisjonelle notspylinger med forbigående høyere konsentrasjon av spyleavfall.
	Strøm, bølger, vanntemperatur, pH, salinitet og oksygenmetning	Relevant informasjon om vannforhold.
Operasjonelle, individuelle velferdsindikatorer	Finneskader	Her benyttes etablerte skåringssystem for fiskevelferd for eksempel som FISHWELL (Noble et al. 2018) eller SWIM (Pettersen et al. 2014)
	Hud- og slagskader	
	Snuteskader	
	Øyeskader	
	Gjellehelse	Roboten kan frigi partikler i vannet som kan skade gjeller.
Skarpe kanter	Skarpe kanter	Risiko for mekaniske skader.
Stress og utmattelse	Appetitt Vekst Atferd Blodkjemi (Cortisol, ioner, etc.)	Mulig positiv effekt pga. redusert hyppighet av tradisjonell notspyling eller mulig negativ effekt pga. stress.
Dødelighet	Dødelighet	Mulig positiv eller negativ effekt.

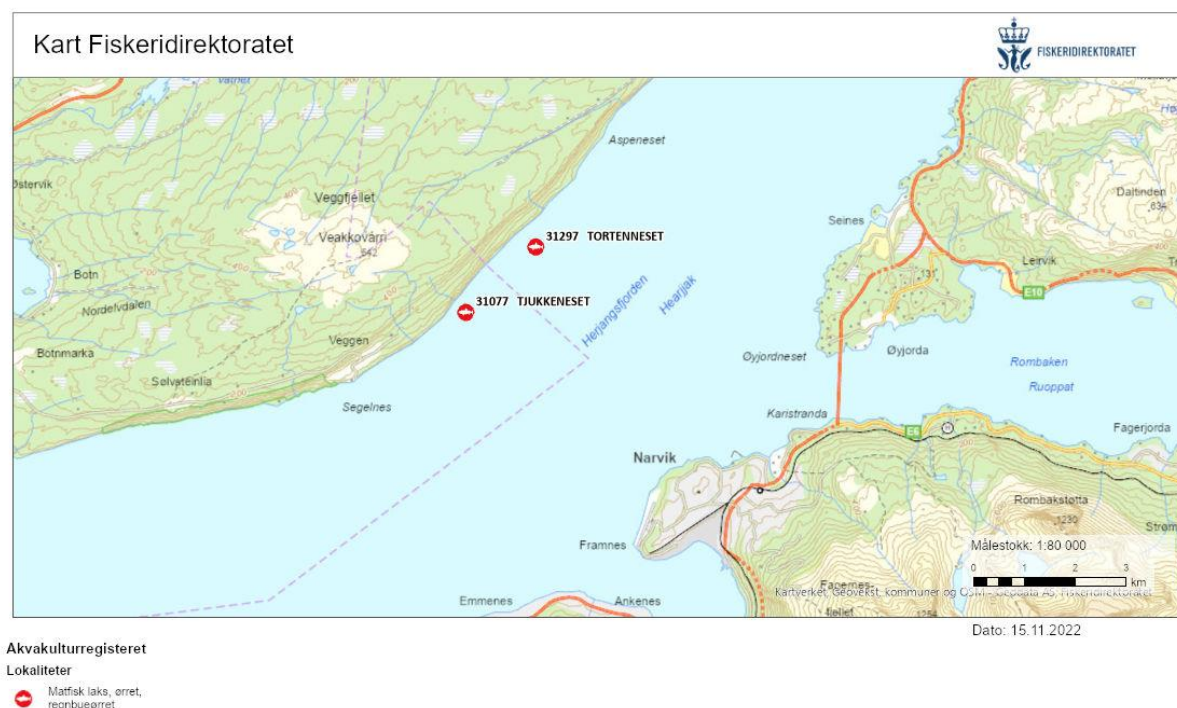
3 Pilottest av drone: effekt på fisk

3.1 Metoder

Pilotstudien baserer seg på analyserte produksjonsdata fra lokaliteten Tortenneset ved Narvik fra juli til september 2022.

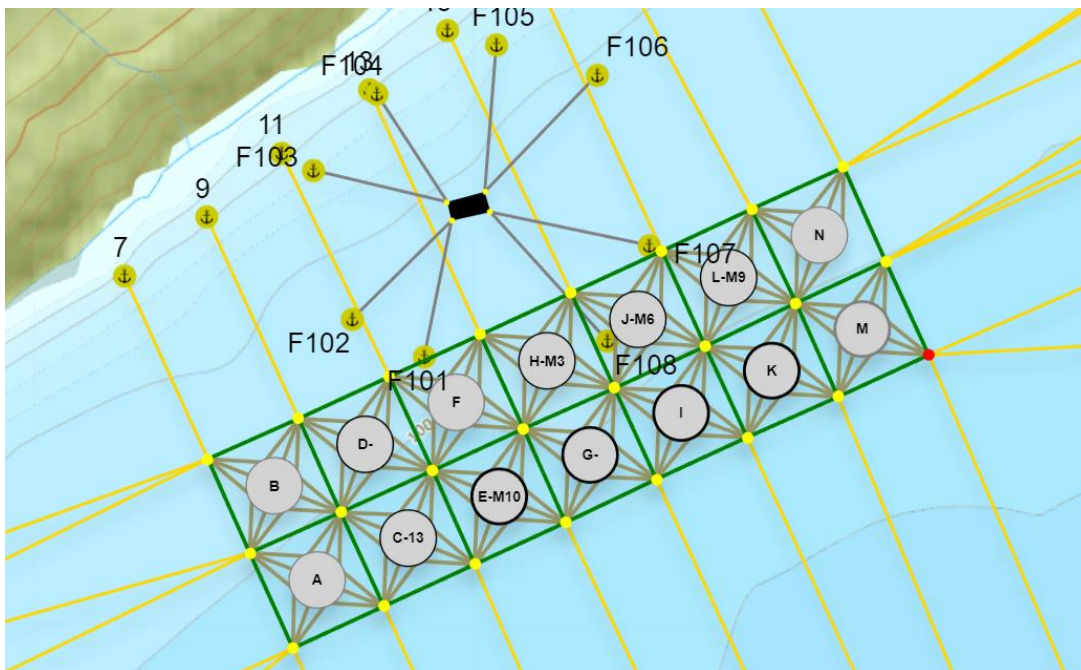
3.1.1 Lokalitet

Lokalitet 31297 Tortenneset er eid og drevet av Ballangen Sjøfarm AS og Cermaq Norway AS. Lokaliteten er klarert for oppdrett av laks og ørret med maksimalt 3120 tonn stående biomasse. Lokaliteten ligger i Herjangsfjorden i Nordland fylke (Figur 1).



Figur 1. Viser lokalitet 31297 Tortenneset, hvor undersøkelser er gjennomført. Kart er hentet hos www.fiskeridir.no og har målestokk 1:80 000.

Merder som ble undersøkt er vist i Figur 2 og inkludert L-M9 (heretter omtalt som M1), H-M3 (heretter omtalt som M2), og J-M6 (heretter omtalt som M3). Alle tre merder ble driftet i henhold til standard driftsprosedyrer for lokaliteten, med unntak av M1, hvor Proboticdronen ble utplassert. M2 og M3 er referansemerder uten drone.



Figur 2. Anlegget ved Tortenneset. Merder som er undersøkt er L-M9, H-M3, og J-M6.

3.1.2 Produksjonsdata

Det er innhentet produksjonsdata for tre enheter fra lokaliteten Tortenneset for perioden 07.07.22-28.09.22. Prosjektet har fått tilgang på følgende produksjonsdata fra produksjonsdatabasen: utføring (% per dag), tilvekst (SGR, % per dag), dødelighet (% per dag), dødelighetsårsaker, snittvekt, og biomasse. Informasjon om datoer for notvask og avlusningsoperasjoner i disse tre merdene er også oppgitt fra lokalitet. Daglig temperatur, oksygen og salinitet er kartlagt på lokalitetsbasis, og ikke tilgjengelig for enkeltmerder.

Datsett fra alle merdene starter fra 07.07.22 da dronen ble satt in i M1. Fisken ble slaktet ut på forskjellige tidspunkter i de tre undersøkte merdene, noe som fører til ulike tidsrammer for datainnsamling; M1 til 28.09.22, M2 til 17.09.22, og M3 til 20.09.22.

Dronen var ikke utstyrt med børster og renses dermed ikke merda aktivt i forsøksperioden. Pilottesten ser derfor på effekten av tilstedeværelsen av dronen i merd. Nøter i alle de tre merdene i studien ble vasket ved bruk av kommersielt tilgjengelige metoder for notspyling underveis i studien.

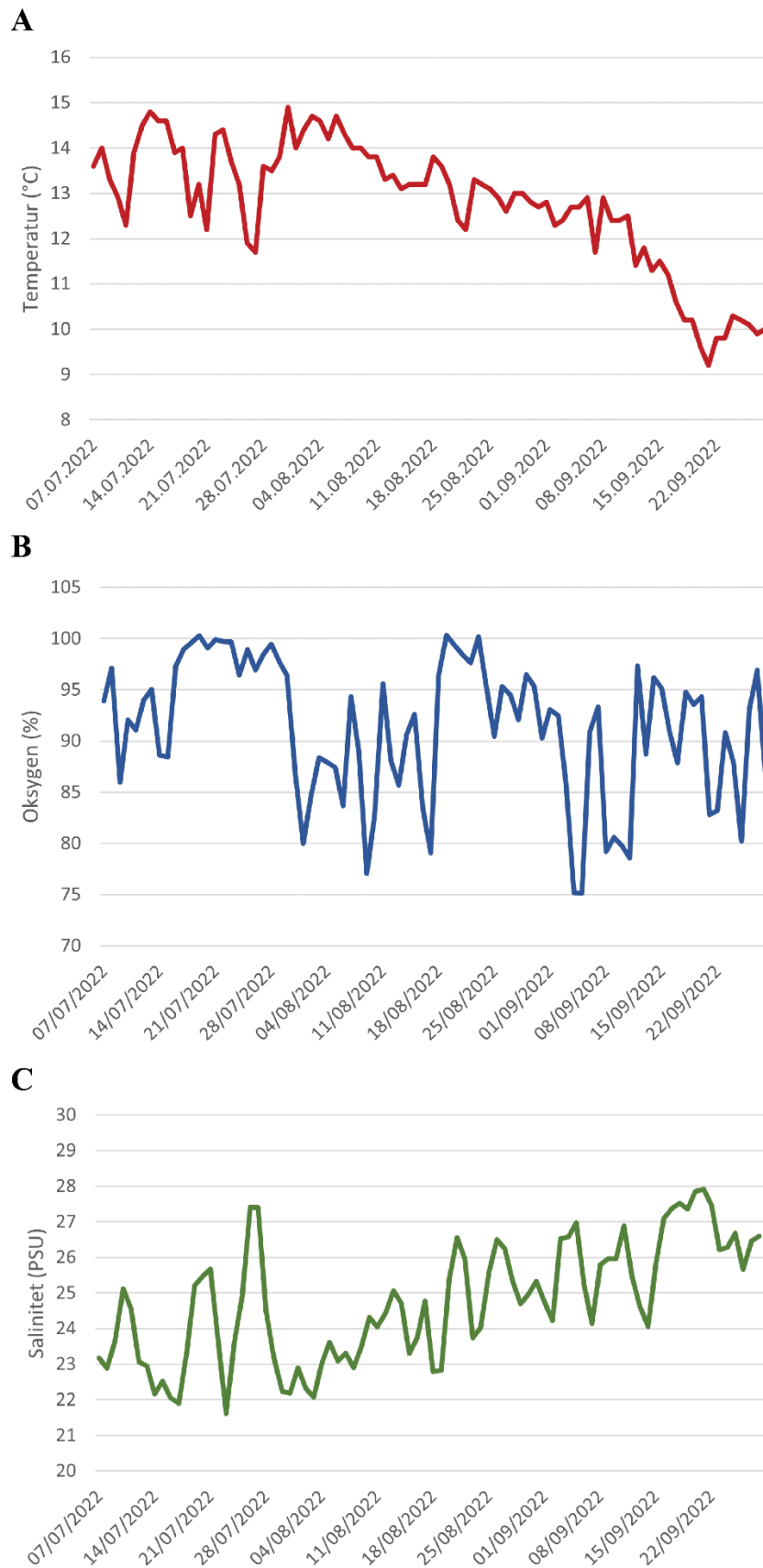
Den gjennomførte studien var et pilotprosjekt. Dette fører til begrenset sammenligningsgrunnlag når det gjelder merd med drone. Følgende data kan derfor ikke analyseres statistisk og resultatene må vurderes med forbehold. For å analysere effekten av Probotic dronen på fiskevelferden, må testen gjentas med et solid vitenskapelig eksperimentelt oppsett, og replikerbare forsøksmerder med og uten drone.

3.2 Resultater og diskusjon

3.2.1 Temperatur, oksygen, salinitet

Temperatur, oksygen og salinitet er vist i Figur 3. Parameterne ble målt daglig ved anleggets miljøstasjon og oppgitt som en verdi for hele anlegget. De ble ikke målt i de enkelte merdene

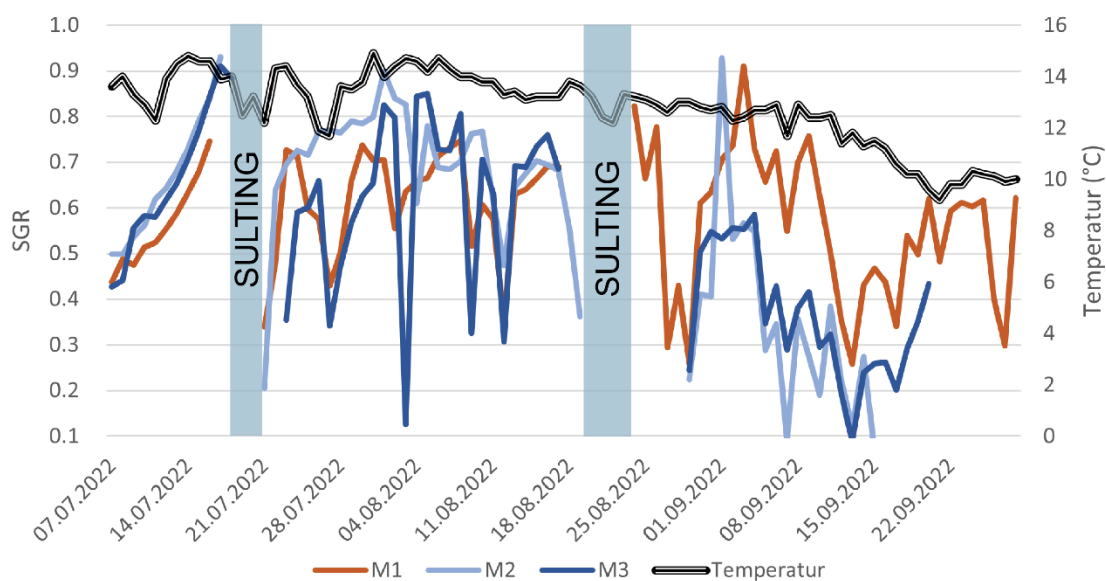
og kan derfor ikke sammenlignes mellom merder med og uten drone. Temperatur, oksygen og salinitet var innenfor intervaller som regnes som optimale for oppdrett av post-smolt laks (Noble et al. 2018). Temperaturen varierte mellom 9,2 og 14,9 °C, mens mesteparten av tiden holdt seg innenfor 12-14 °C før den sank etter midten av september (Figur 3A). Målt oksygen viste noen variasjoner, men holdt seg alltid over 75 % (Figur 3B). Salinitet økte litt over tid og varierte mellom 21,6 og 27,9 PSU (Figur 3C).



Figur 3. Registrert daglig temperatur (A), oksygen (B), og salinitet (C) i anlegg i forsøksperioden.

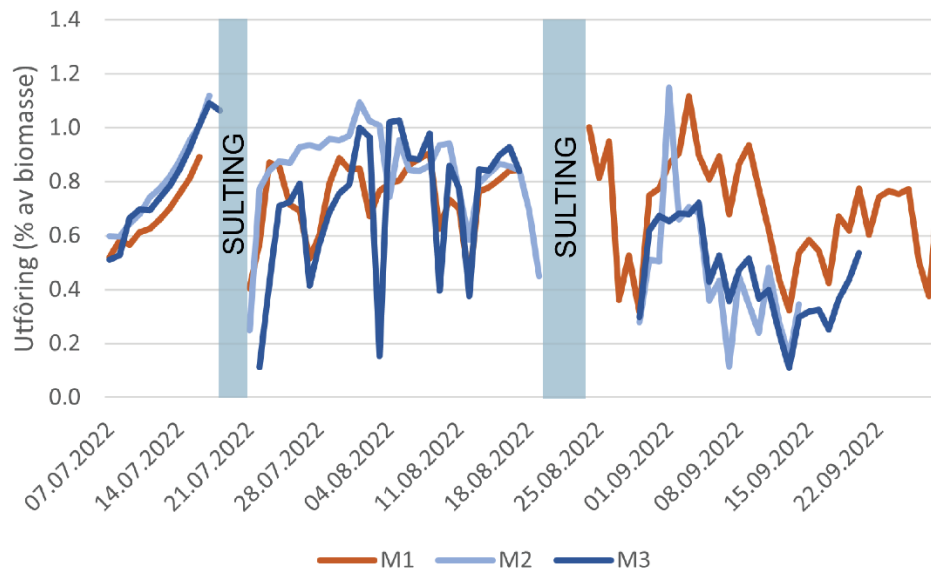
3.2.2 Vekst og utfôring

Registrert "specific growth rate" (SGR, % per dag) er vist i Figur 4. De innrapporterte dataene viste stor variasjon i daglig SGR, men de samme trendene ble funnet for de tre merdene som inngikk i forsøket. I tillegg til daglige variasjoner var det en trend mot lavere tilvekst med synkende temperaturer, noe som er som forventet. Sulteperioder og håndtering førte til redusert vekst i kortere perioder. Det var ingen indikasjoner på lavere SGR i merd der dronen ble plassert (M1). Mot slutten var det en trend til høyere SGR i M1 med dronen sammenlignet med referansemerdene (M2 og M3).



Figur 4. Registrert "specific growth rate" (SGR, % per dag) per enhet og temperatur i anlegg i forsøksperioden. Fargede boks representerer sulteperioder.

Utvikling i daglig utfôringsprosent er presentert i Figur 5. Trenden er den samme som beskrevet for SGR og det var ingen observert effekt av tilstedeværelsen av dronen i merd på appetitten til fisken.

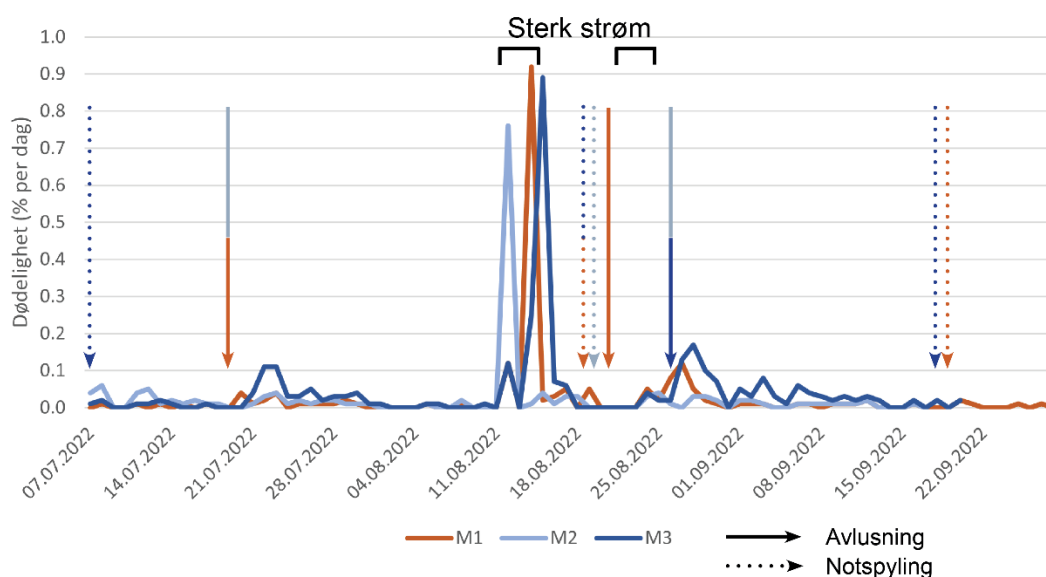


Figur 5. Registrert utfôring (% av biomasse per dag) per enhet i forsøksperioden. Fargede boks representerer sulteperioder.

3.2.3 Dødelighet

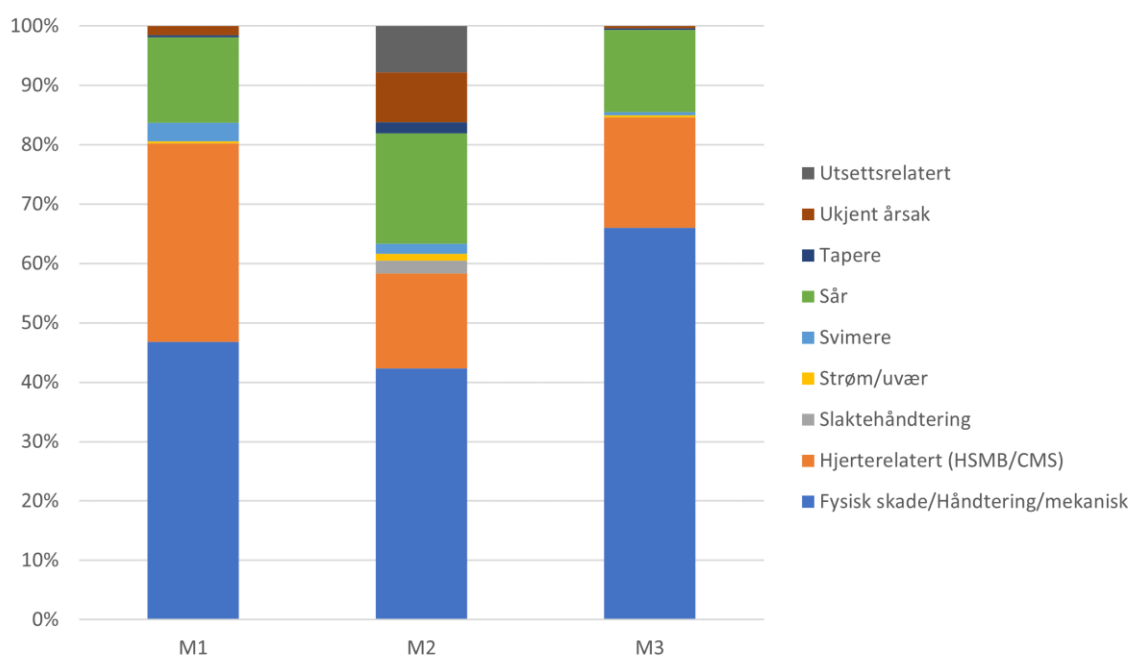
Utvikling av daglig dødelighet er presentert i Figur 6 og var generelt lav gjennom testperioden. Det viste en topp i dødelighet som skjedde i alle tre merdene i uke 32/33, etter en hendelse med svært sterk strøm. Fisken ved lokaliteten var i forkant av hendelsen svekket etter en mekanisk behandling mot lus på lokaliteten, som totalt sett førte til økt dødelighet (personlig kommentar Ballangen Sjøfarm). I tillegg er det to mindre økninger i dødelighet i etterkant av avlusningsoperasjoner.

Notspylinger førte ikke til høyere dødelighet. Det er ingen tegn til høyere dødelighet i merden med dronen til stede sammenlignet med de to referansemerdene.



Figur 6. Registrert dødelighet (% per dag) per enhet i forsøksperioden. Piler indikerer avlusningsoperasjoner og stiplede piler indikerer notspylinger.

Registrerte årsaker til dødelighet for de tre merdene er presentert i Figur 7 og inkluderer alle parametere med >1 % dødelighetsårsak. Trenden virker lik i alle merdene og hovedårsaken til dødelighet er mekaniske skader knyttet til håndteringskrevende operasjoner og mekanisk avlusning. De to andre hovedårsakene er hjerterelaterte problemer og sår. Her ser det ut til å være en trend til høyere hjerterelatert dødelighet i merd med dronen (33,7 %) sammenlignet med de to referansemerdene (16 % og 18,6 %). Dette kan være noe å være oppmerksom på når man vurderer påvirkning på fiskehelse ved utprøving av dronen i andre forsøksoppsett.



Figur 7. Registrerte dødelighetsårsaker for de tre merdene i forsøket.

4 Konklusjoner

Samlet sett viste pilottesten ingen tegn på en negativ effekt på dødelighet eller appetitt av tilstedeværelsen av dronen sammenlignet med merder uten dronen ved samme anlegg og samme fiskegruppe. Det må imidlertid understrekes at dette bare var en pilottest og resultatene må håndteres med forbehold. For å vurdere påvirkningen av dronen på fiskevelferd og adferd i merd, anbefales det å sette opp et vitenskapelig forsøksoppsett med 2-3 replikatmerder med og uten drone. Dronen må aktivt rense merd gjennom forsøksperioden og sammenlignes med referansemerder som utsettes for tradisjonell notspyling. Videre anbefales det også at velferdsparametere, turbiditet, gjellehelse, og adferd analyseres i tillegg til parameterne dødelighet og appetitt som er analysert i pilottesten. Her kan måleprogrammet fra kapittel 2 i denne rapporten tjene som hjelp til å velge viktige indikatorer.

5 Referanser

- Bannister, J., Sievers, M., Bush, F. og Bloecher, N. (2019). Biofouling in marine aquaculture: a review of recent research and developments. *Biofouling*, 35(6), 631-648.
- Bloecher, N., 2013. Biofouling in the Norwegian Salmon Farming Industry. Doctoral thesis, NTNU. ISBN 978-82-471-4778-8.
- Bloecher, N., Powell, M., Hytterød, S., Gjessing, M., Wiik-Nielsen, J., Mohammad, S. N., Johansen, J., Hansen, H., Floerl, O., Gjevre, A. G. (2018). Effects of cnidarian biofouling on salmon gill health and development of amoebic gill disease. *PloS one*, 13(7), e0199842.
- Bloecher, N., Frank, K., Bondø, M., Ribicic, D., Endresen, P.C., Su, B. og Floerl, O. (2019). Testing of novel net cleaning technologies for finfish aquaculture. *Biofouling*, 1-13. Doi: 10.1080/08927014.2019.1663413
- Guenther J., Misimi E. og Sunde L.M. (2010). The development of biofouling, particularly the hydroid *Ectopleura larynx*, on commercial salmon cage nets in Mid-Norway. *Aquaculture*. 300:120–127. doi: 10.1016/j.aquaculture. 2010.01.005.
- Intrafish (2017) <https://www.intrafish.no/nyheter/-notspyling-gir-darlig-gjellehelse/2-1-81813>.
- Lane, A. og Willemsen, P.R. (2004). Collaborative effort looks into biofouling. *Fish Farming Int* September 2004: 34–35.
- Mattilsynet 2020a.
https://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/fiskevelferd/krav_ved_utvikling_av_metoder_utstyr_og_teknologi_i_akvakultur.20090
- Mattilsynet 2020b.
https://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/fiskevelferd/det_er_bare_tillatt_aa_bruke_metoder_og_utstyr_som_er_dokumentert_og_funnet_egent_med_hensyn_til_fiskevelferd.42167
- Noble, C., Nilsson, J., Stien, L. H., Iversen, M. H., Kolarevic, J., Gismervik, K. (2018). Welfare Indicators for farmed Atlantic salmon: tools for assessing fish welfare. ISBN 978-82-8296-556-9
<https://nofima.no/en/fishwell/>
- Olafsen T. (2006). Kostnadsanalyse av ulike begroingshindrende strategier. SINTEF Fisheries and Aquaculture, Doc. nr. SFH80 A066041.
- Pettersen, J. M., Bracke, M. B., Midtlyng, P. J., Folkedal, O., Stien, L. H., Steffenak, H., & Kristiansen, T. S. (2014). Salmon welfare index model 2.0: an extended model for overall welfare assessment of caged Atlantic salmon, based on a review of selected welfare indicators and intended for fish health professionals. *Reviews in Aquaculture*, 6(3), 162-179.