

Bjørklund, Richard Hasan
Lauridsen, Jan Inge
Madsen, Erlend Stangebye

Horisontal og vertikal fordeling av villfisk rundt oppdrettsmerder over tid

Bacheloroppgave i Biomarin Innovasjon
Veileder: Gansel, Lars Christian; Tuene, Stig Atle
Mai 2021

Bjørklund, Richard Hasan
Lauridsen, Jan Inge
Madsen, Erlend Stangebye

Horisontal og vertikal fordeling av villfisk rundt oppdrettsmerder over tid

Bacheloroppgave i Biomarin Innovasjon
Veileder: Gansel, Lars Christian; Tuene, Stig Atle
Mai 2021

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for naturvitenskap
Institutt for biologiske fag Ålesund



Kunnskap for en bedre verden

Summary

Coastal farming activity is known to attract large aggregations of wild fish (Dempster et. al, 2009). The main cause for this attraction is thought to be waste feed from coastal farms, but there are likely several factors at play. The goal of this case study was to deliver data about horizontal, vertical and temporal distribution of wild fish around coastal farms that can contribute to a more detailed understanding of these factors for aggregation. By filming wild fish around a salmon farm in Norway, it was found that the structure of the sea cage itself had a minimal impact on fish aggregation. It was also found that the abundance of saithe (*Pollachius virens*) around the farm was reduced drastically in february, which seems to correlate with the migration patterns of saithe that was described in the early 1970s (Jakobsen, 1974). The wild fish were found in greater aggregations near cages that were actively feeding out food pellets, compared to cages that were not. In addition, as much as a third of the total registered wild fish was found in close proximity to the fish food extruder, which supports claims of waste feed being a major factor for aggregation (Tuya. et al, 2006). 3336 wild fish were counted in total and the majority was found in the water depth strata between 20 and 40 meters, which is consistent with results from earlier studies (Dempster et. al, 2009).

Sammendrag

Oppdrettsaktivitet langs kysten er kjent for å tiltrekke seg store aggregeringer av villfisk (Dempster et. Al, 2009). Hovedårsaken til denne attraksjonen antas å være spillfôr, men det er sannsynligvis flere faktorer som spiller inn. Målet med denne case studien er å levere data om horisontal, vertikal og tidsmessig fordeling av villfisk rundt oppdrettslokaliteter, som kan bidra til en mer detaljert forståelse av disse faktorene. Ved å filme villfisk rundt et lakseoppdrettsanlegg i Norge, ble det funnet at selve strukturen til en oppdrettsmerd hadde minimal evne til å tiltrekke villfisk. Rundt anlegget ble det funnet store mengder sei (*Pollachius virens*), som ble redusert drastisk ved siste filming. Denne reduksjonen ser ut til å korrelere med seiens vandringmønster, som ble beskrevet tidlig på 1970-tallet (Jakobsen, 1974). Villfisken ble funnet i større aggregeringer nært merder som aktivt matet ut fôrpellets, sammenlignet med merder som ikke gjorde det. I tillegg ble så mye som en tredjedel av den totale registrerte villfisken funnet i nærheten av fôrautomatene, noe som støtter påstanden om at fiskefôr er en viktig faktor for tiltrekning av villfisk (Tuya. Et al, 2006). Totalt ble 3336 villfisk telt og flertallet ble observert i sjiktet mellom 20- og 40 meter, noe som er i god overensstemmelse med litteratur, som fant store mengder villfisk på samme dybder (Dempster et. al 2009)

Forord

Tema for denne oppgaven ble valgt på grunnlag av et arbeid vi gjorde for NTNU i Ålesund sommeren 2021, hvor det ble samlet inn videomateriale av villfisk ved en oppdrettslokalitet. Arbeidet førte til at vi ønsket å vite mere om villfiskens adferd og hva som er årsak til at det samles så mye fisk rundt anleggene. Under første informasjonsmøte med veileder ble det presentert en mulighet for å samle inn data ved et oppdrettsanlegg ved Gjermundnes i Vestnes kommune, hvor det skulle gjennomføres flytting av oppdrettslaks mellom to merder. Vi så på dette som en fin mulighet til å undersøke aggregering av villfisk over tid når det blir tilført fisk i en tom merd.

Vi ønsker å rette en stor takk til Lars Christian Gansel og Stig Atle Tuene for å være gode veiledere og gode støttepartnere når vi trengte hjelp. Vi vil rette en spesiell takk til Kana Banno for gode tilbakemeldinger på arbeidet vårt og tålmodigheten hennes ovenfor de utallige henvendelsene fra oss. Håvard Kaland for gode tilbakemeldinger og feltarbeidet han deltok i, og Alberto Maximiliano Crescitelli for hjelpen med å ekstrahere bilder.

Summary	0
Sammendrag	1
Forord	2
1 Innledning	5
1.1 Fiskeri- og havbruksnæringen i et internasjonalt perspektiv	5
1.2 Forholdet mellom havbruk og villfisk	7
1.2.1 Villfisk og oppdrettsanlegg	7
1.2.2 Dybdefordeling av villfisk	8
1.2.3 Sykdom	9
1.2.4 Flytende strukturers evne til å tiltrekke villfisk	9
1.2.5 Spillfôr	10
1.3 Formål og hypoteser	11
2 Materiale og metode	13
2.1 Lokaliteten	14
2.1.1 Biomasse og fôringsmengde for merdene	15
2.3 Innsamling av data	18
2.3.1 Kamerarigg og annet utstyr	18
2.3.2 Gjennomføring av feltarbeid	19
2.4 Mappedstruktur	22
2.4.1 Skjermtutklipp fra video	22
2.4.2 Lagring og navngivning av videofiler	23
2.5 Manuell telling av fisk	23
2.6 Behandling av data	26
3 Resultater	27
3.1 Registrert fisk for hele perioden	27
3.2 Fordeling av villfisk vertikalt og horisontalt	28
3.3 Villfiskens plassering i forhold til merd	29
3.4 Dybdefordeling av villfisk for hele perioden	32
3.5 individuelle målinger for hver enkelt merd	34
3.5.1 Merd 1	34
3.5.2 Merd 2	35
3.5.3 Merd 3	37

3.5.4 Merd 4	39
3.5.5 Merd 5	40
3.6 Sammenheng mellom registrert villfisk, beholdning og føring	42
3.7 Effekt av sultingsperiode	43
4 Diskusjon	44
4.1 Diskusjon metode	44
4.1.1 Feltarbeid	44
4.1.2 Kamera og tilhørende utstyr	45
4.1.3 Metode for telling	46
4.2 Diskusjon resultater	47
4.2.2 Horisontal fordeling av villfisk	47
4.2.3 Effekt av sulting og beholdning i merd	48
4.2.4 Strukturens effekt for aggregering av villfisk	50
4.2.5 Dybdefordeling av villfisk	50
4.2.6 Reduksjon av antall villfisk over tid	51
4.2.7 Total antall fisk ved oppdrettsanlegget	52
5 Svar på hypoteser	54
5.1 Anbefaling for videreføring av arbeid	56
Litteraturliste:	57
Vedlegg	63

1 Innledning

1.1 Fiskeri- og havbruksnæringen i et internasjonalt perspektiv

Forbruk av matfisk har vokst raskere enn forbruk av alle andre animalske proteinkilder (kjøtt, meieriprodukter, m.m.) de siste 60 årene. Globalt sett spiste hver innbygger over dobbelt så mye fisk i 2018 som det de gjorde i 1961 (FAO, 2020). Globalt hadde forbruk av matfisk en gjennomsnittlig årlig økning på 3,1 prosent i perioden 1961 til 2017, mens forbruk av kjøtt, meieriprodukter, m.m. hadde en samlet årlig vekst på 2,1 prosent i samme periode. Den gjennomsnittlige årlige økningen i verdens befolkning i samme periode var 1,6 prosent (FAO, 2020). Økning i forbruk av fisk kan grovt sett begrunnes med økt etterspørsel som følge av større fokus på helsegevinster av sjømat, økt kjøpekraft og teknologiske fremskritt. Dette har gitt høyere produksjon og muligheter for eksport av fisk over hele verden.

Den store veksten i næringen på 70- og 80 tallet, førte til overfiske av enkelte arter (FAO, 2020). På 90-tallet ble det derfor innført strengere regler og kvotesystemer som hindret overfiske, men som også førte til at veksten innenfor fiskerinæringen stagnerte med en stabil årlig fangst på omtrent 85 millioner tonn (FAO, 2020). Havbruk har siden 90-tallet stått for storparten av den videre veksten innenfor sjømatnæringen med en årlig økning i produksjon på 18,7 prosent fra 1990 til 2018 (ekskludert oppdrett av marine alger og ornamentale skjell). I 2018 stammet 46 prosent av den globale produksjonen innenfor fiskeri- og havbruksnæringen fra akvakultur, som er en økning fra 25,7 prosent sammenlignet med produksjonen i 2000 (FAO, 2020)

Havbruksnæringen er en av Norges viktigste næringer. Norge er den nest største eksportøren av sjømat i verden i forhold til eksportverdi (FAO, 2020), hovedsakelig på grunn av den høye verdien av laks (*Salmo salar*). Kina er det eneste landet som har høyere verdiskapning fra havbruksnæringen (FAO, 2020).

I dag bruker de fleste anlegg åpne merder, som vil si at vannstrømninger skjer fritt gjennom merden. Åpne merder betyr derfor en direkte interaksjon mellom miljø utenfor og innenfor merdene, noe som medfører en kompleks interaksjon mellom fysiske, kjemiske og biologiske faktorer. For eksempel vil miljøet rundt merder påvirkes av tilgjengeligheten av mange verter til parasitter og sykdommer, så er det sedimentering og eventuelle effekter av medikamenter. Merdmiljø og oppdrettsfisk påvirkes av vannkvalitet utenfor merdene og biologiske faktorer, som predatorer, toksiske alger.

En faktor som er diskutert som viktig, men som vi har liten kunnskap om er interaksjoner mellom fisk i og utenfor merdene, både med hensyn til potensielle effekter av villfisk på oppdrettsfisk og omvendt. Faktorer som fôrspill, medikamenter, parasitter og økt sedimentering, kan tenkes å ha påvirkninger på ernæring og migrasjonsmønsteret til villfisk, og på smittespredning (Holmer et al., 2007; Kutti et al., 2008; Colquhoun et al., 2018; Otterå og Skilbrei, 2014; Torrison et al., 2016). Det følger en oversikt over kunnskap vi kjenner til om villfisk og oppdrettsanlegg i Norge per i dag.

1.2 Forholdet mellom havbruk og villfisk

1.2.1 Villfisk og oppdrettsanlegg

Sei er en av artene det har blitt funnet mest av rundt oppdrettsanlegg og det er godt dokumentert at den spiser fôrpellets rundt anlegg for laksefisk i sjøen (Carss, 1990; Dempster, et. al 2009; Nofima, 2016). Seien kan ha et hjemmeområde ved selve oppdrettsanlegget eller i nærliggende områder. Når villfisken har nærliggende hjemmeområder svømmer den daglig til og fra anlegget for å spise fôrpellets (Bjørndal og Johnson, 1993). Sei kan oppholde seg fra 1 til 7 måneder på samme oppdrettslokalitet (Bjørndal og Skar, 1992). Sammenlignet med andre fisker i torskfamilien (*Gadoids*) viser seien en mer pelagisk atferd og liker bedre å svømme i stim (Scott and Scott, 1988, sitert av Otterå og Skilbrei, 2014). Sei som spiser fôrpellets beregnet til oppdrettslaks, med høyt innhold av fett og proteiner fra landbruk, viser seg å få en høyere k-faktor og et høyere innhold av omega- 6 og 9 fettsyrer. I tillegg reduseres innhold av de sunne omega 3 fettsyrene, som den ellers ville fått fra et normalt kosthold (Fernandez-Jover et. al, 2011) Det er gjort forholdsvis lite forskning på hvordan denne endringen i diett påvirker gyteadfærd eller kjønnsmodning hos seibestander (Boge, 2017).

Undersøkelser viser at sei gyter utenfor kysten i perioden januar/februar til mars/april, basert på observasjoner fra Lofoten, Mørebankene og Haltenbanken på 70-tallet (Jakobsen, 1974). I 2014 ble gytemønsteret til sei undersøkt igjen, og resultatene viser samsvarer med det som har blitt beskrevet tidligere i litteraturen. Gytemønsteret fremsto som upåvirket av den enorme utbredelsen av sjøbasert lakseoppdrett, men det er mye som tyder på at oppdrettsindustrien påvirker den lokale fordelingen av seibestander (Otterå og Skilbrei, 2014).

I 1972 ble det kartlagt 2 mulige gyteområder for sei langs de ytre Mørebankene og ved Haltenbanken utenfor Trøndelag med bruk av ekkolodd og trål. Store mengder sei ble registrert fra 90 til 180 meters dyp ved Haltenbanken og område omkring Mørebankene (Skateneset,

Steinmaren og Stormannseset). Fanget sei var stort sett 7 og 8 år gamle, men det ble funnet yngre og eldre sei (6 og 10 år). Data fra undersøkelsene viste at 0 prosent av seien hadde lagt egg den 11. februar, 2 prosent den 22. februar, 63 prosent den 6. mars, 86 prosent den 14. mars og 98 prosent den 26. april. (Jakobsen, 1972; Jakobsen 1974).

1.2.2 Dybdefordeling av villfisk

Målinger i åpen sjø har indikert at seien hovedsakelig oppholder 0-5 meter over havbunnen uavhengig av tid på døgnet (Neilson et. al, 2003). Det ser ut til å være en sesongmessig forskjell i vertikal fordeling, fordi seien trekker i større grad opp fra havbunnen i perioden mellom desember og januar. Fangststatistikk underbygger dette ved at det har blitt registrert høyere fangstrater av sei i samme periode (Neilson et. al, 2002). Dempster et. al sammenlignet 9 oppdrettsanlegg med 9 kontroll lokasjoner fra juni til august i 2007 for å se hvilke arter av villfisk som befant seg rundt oppdrettsanlegg, og på hvilke dybder de befant seg på. Det ble funnet 6 til 1000 ganger større ansamlinger av villfisk ved oppdrettsanleggene i forhold til kontroll lokasjoner. Fisk fra torskefamilien, som torsk (*Gadus morhua*), hyse (*Melanogrammus aeglefinus*) og sei var majoritet ved oppdrettsanleggene. Sei og torsk ble registrert på alle dybde sjikt brukt i studiet (0 til 110 meter) ved oppdrettsanleggene og kontroll lokasjoner. Det ble funnet signifikante mengder torsk og hyse i sjiktet mellom havbunnen og 5 meter over havbunnen, både under oppdrettsanleggene og på kontroll lokasjonene. Sei ble funnet i spesielt store mengder på steinbunn i forhold til sand- og mudderbunn under oppdrettsanleggene.

1.2.3 Sykdom

Utvikling av sykdom fra bakterielle infeksjoner og virus har økt i takt med oppdrettsnæringen. Sykdommer som tidligere har vært et fenomen hos villfisk har utbredt seg på grunn av store populasjoner og mange smittebærere i tråd med oppdrettsnæringen (Colquhoun, 2018). En mulig årsak for dette er at villfisk og oppdrettsfisk lever i stor grad i samme miljø. På grunn av oppdagelse av stadige nye fiskesykdommer, har det blitt økt fokus på kontinuerlig beredskap og registrering av nye funn for å prøve å oppdage sykdom så tidlig som mulig. Det er likevel et stort risiko element for at mer alvorlige sykdommer kan forekomme, og at det tette miljøet mellom villfisk og oppdrettsfisk kan føre til en negativ utvikling innenfor fiskeri- og havbruksnæringen (Colquhoun, 2018).

1.2.4 Flytende strukturers evne til å tiltrekke villfisk

Pelagisk villfisk blir ofte tiltrukket og funnet rundt flytende objekter i havet (Freon og Dagorn, 2000). Dette kan være biologisk materiale, som trestammer, tang og tare, men også ødelagt fiskeutstyr og andre menneskeskapte strukturer, som fiske-aggregering enheter (FAD), sjøsatt med hensikt å tiltrekke seg fisk (Beets, 1989; Freon og Dagorn, 2000). Det har blitt dokumentert at fangstvolum av gulfinnetun (*Thunnus albacares*) og bukstripet bonitt (*Katsuwonus pelamis*) er 3 til 4 ganger høyere rundt undervannsfjell og ved bruk av FAD's i forhold til åpen sjø (Buckley et al, 1988). I Skottland har det blitt funnet store ansamlinger av sei rundt oppdrettslokaliteter for regnbueørret (Carss, 1990) og i Middelhavet har det blitt påvist en signifikant større artsrikdom i lokale bestander nært oppdrettsanlegg i forhold til kontroll områder (Dempster et al. 2002) Det ble også påvist en signifikant forskjell mellom kontroll områder og oppdrettslokaliteter i Norge. Ved oppdrettslokalitetene ble det funnet fra 6 til 1000 ganger større aggregeringer av villfisk

(Dempster et al. 2009). Ved å merke seibestander og følge individer over tid ble det bevist at sei oppholder seg i lengre perioder ved anleggene og at aggregering av villfisk påvirker fordelingen til den lokale bestanden (Otterå og Skilbrei, 2014)

1.2.5 Spillfôr

Det er kjent at fôrspill kan være en hovedfaktor for aggregering av villfisk rundt oppdrettslokaliteter i sjø (Tuya. et al, 2006). Data fra fangst av villfisk rundt oppdrettsanlegg over en 3 års periode har vist at opptil 50% av villfisken har konsumert større mengder laksefôr, og at 78-100% av magesekkens innhold besto av fôrpellets (Nofima, 2016). Det er antatt at villfisk spiser en tredjedel av fôrspillet fra oppdrettslokaliteter i Norge og i Middelhavet, som fører til økt kondisjonsfaktor og endring i fettsyreprofilen hos villfisk (Dempster et al., 2009; Sanchez-Jerez et al. 2011) På den andre siden vil konsumet av spillfôr redusere sedimentering av partikulært organisk materiale (spillfôr) på benthos og tilhørende infauna (Kutti et al, 2008; Hallerud og Langvatn, 2017). Ved fangst av villfisk utenfor oppdrettsmerder ble det beregnet at fisken i gjennomsnitt vil ha 14,2 g spillfôr i magesekken på enhver tid og det ble konkludert med at 6- til 7 prosent av utfôret mengde går til spille (Dempster et. al, 2009). Størsteparten av fôrspillet blir spist eller sedimentert innenfor en 250 meters rekkevidde fra anlegget, men det varierer med strøm- og bunnforhold. Det har blitt registrert endringer av fettsyreprofilen og $\delta^{13}\text{C}$ isotopet i bunnprøver opptil 900 meter fra anlegget (Kutti et. al, 2007).

1.3 Formål og hypoteser

Det er påvist at strukturer og oppdrettsanlegg tiltrekker villfisk (Freon og Dagorn, 2000; Dempster, et. al, 2009). Det er også mye som tyder på at villfisk tiltrekkes av spillfôr fra oppdrettsmerder (Tuya. et al, 2006; Sanchez-Jerez et al. 2011). Kunnskapen vi har så langt på aggregering av villfisk rundt oppdrettsmerder og samspillet mellom vill- og oppdrettsfisk baseres mye på enkelte «case» studier. Det er fortsatt mangel på informasjon om, blant annet hvordan biomassen inne i merden og spillfôr påvirker horisontal og vertikal fordeling av villfisk. Det finnes også lite litteratur om villfiskens tiltrekning av strukturen sammenliknet med spillfôr, og hvordan dette påvirker gyteadferden til seibestander som lever rundt på oppdrettslokaliteter.

Hovedformålet med oppgaven er å levere data på villfisk på oppdrettsanlegg - her med fokus på horisontal, vertikal og tidsmessig fordeling av villfisk. Sammenligning mellom merder med fisk og fôring og merd uten, samt overvåking i en tidsperiode der det kan forventes migrasjon av sei til gyteområder - for å avdekke om data stemmer overens med det som forventes basert på tall fra 70-tallet (Jakobsen, 1974).

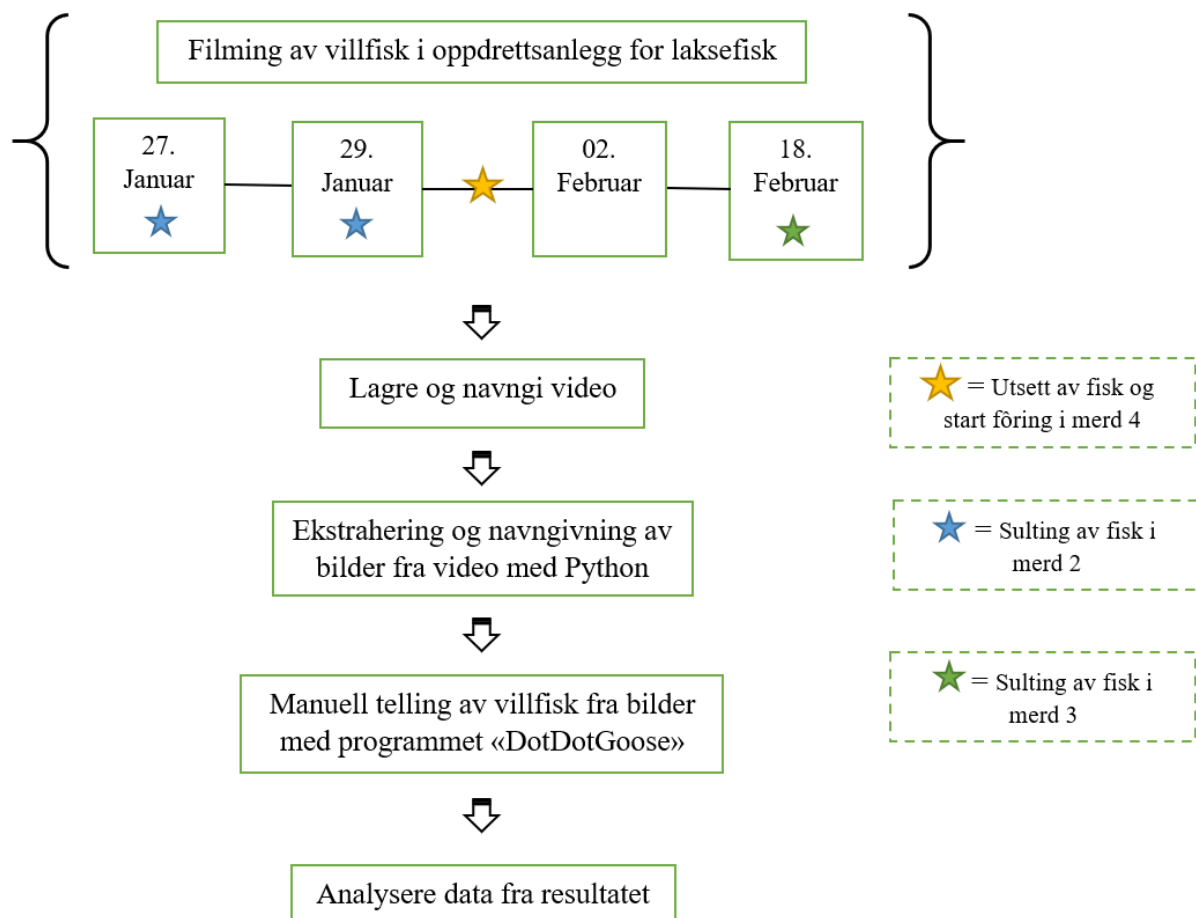
Data fra dette forsøket vil kunne bidra til å belyse om strukturer (nye, uten mye begroing på) i seg selv tiltrekker mye av fisken på anlegget, eller om det er utsett av oppdrettsfisk og fôring som har mest betydning. Resultatene vil også gi informasjon om endringer av antall telt fisk over tid og kan gi en indikasjon på når seien forsvinner fra oppdrettslokaliteten for å gyte. Denne oppgaven vil fremstå som en «case studie» og vil ikke kunne gi et totalt svar. Det trengs mange slike studier for å avgjøre om det finnes generaliserbar informasjon.

Hypoteser

- 1) Det vil stå mer villfisk rundt oppdrettsmerder med oppdrettsfisk og fôring i, enn rundt en ny utsatt merd uten oppdrettsfisk og fôring på samme lokalitet til samme tid.
- 2) Det vil så bli registrert mer villfisk rundt den nyutsatte merden etter utsett av stor biomasse og oppstart av fôring.
- 3) Dersom villfisk tiltrekkes mye av fôrspill, antas det at villfisken vil posisjonere seg der det er mest fôrspill, dvs. nær fôrautomatene.
- 4) Det forventes sei rundt oppdrettsmerdene. Det vil være mer sei ved bunnen av merden enn nærmere overflaten.
- 5) Sei forventes å migrere til gyteområder, og antall villfisk på oppdrettslokaliteten vil derfor synke i løpet av februar.

2 Materiale og metode

Villfisk ble filmet på utsiden av 5 oppdrettsmerder hos et oppdrettsanlegg ved Gjermundnes i vestnes kommune. Filmingen ble gjennomført på fire dager i perioden 27. Januar til 18. Februar. Det ble hentet ut bilder av videomaterialet som ble brukt til å telle hvor mange fisk som samlet seg rundt anlegget og hvilken plassering de hadde i forhold til merdene. Antall villfisk som befinner seg ved lokaliteten sammenlignes før og etter endringer ved merdene gjennomføres for å studere de ulike årsakene til aggregering av villfisk.



Figur 1. Flytskjema for metode.

2.1 Lokaliteten

Innsamling av all data ble gjort ved oppdrettslokaliteten Gjermundnes i Vestnes kommune (62°37'34.0"N 7°11'32.9"E). Anlegget driftes i samarbeid med Salmar farming AS, NTNU og Prophylaxia AS. Innhenting av data ble gjort på fire dager i perioden 27.01.2021 til 18.02.2021. Det var totalt 6 merder på lokaliteten, bare 5 av merdene ble overvåket i denne perioden på grunn av begrenset dagslys og tekniske problemer ble det ikke gjennomført filminger ved den ene merden. Havbunnen rundt anlegget består hovedsakelig av sand, grus og fjellbunn, med mindre innslag av steinbunn. (Larsen og Langvatn, 2012))



Figur 2. Til venstre vises plasseringen av anlegget ved Gjermundnes (Google maps 2020/21) øverst til høyre viser fotografi og nummerering av merdene på anlegget (bilde tatt 29.01.2021). Bildet nederst til høyre viser plassering av 0° markert med oransje stjerne. Gul stjerne viser plassering av fôrautomatene.

2.1.1 Biomasse og fôringsmengde for merdene

Merdene på lokaliteten ble nummerert fra 1 til 6 for å kunne skille dem i oppgaven. Resultatene i oppgaven baserer seg bare på data fra merd 1 til og med merd 5. I det følgende gis det informasjon om oppdrettsfisken i de forskjellige merdene på lokaliteten. **Tabell 2** gir oversikt over antall oppdrettsfisk i hver enkelt merd, snittvekt for fisken, biomassen i merden og fôringen for periodene januar og februar.

Merd 1

Det var mellom 193900 og 194777 laksefisk i merden i perioden 27 januar til 18 februar. Snittvekten var mellom 512 og 640 gram. Det ble foret i gjennomsnitt 629 kg i døgnet for perioden januar og i 785 i perioden februar. Dette tilsvarer en gjennomsnittlig utforing på 200 gram for hver kg biomasse for januar og 180 gram for februar.

Merd 2 - Sulting

Det var mellom 109923 og 184608 laksefisk i merden i perioden 27 januar til 18 februar. Snittvekten var mellom 2353 og 2691 gram. Laksefisken ble sultet under filmingene for januar og det ble foret i gjennomsnitt 1553 kg i døgnet i perioden februar. Dette tilsvarer en gjennomsnittlig utforing på 150 gram for hver kg biomasse for februar. Sulting 27 og 29 januar.

Merd 3 - Sulting

Det var mellom 103114 og 133025 laksefisk i merden i perioden januar-februar. Snittvekten var mellom 3233 og 3500 gram. Det ble foret i gjennomsnitt 2096 kg i døgnet i perioden for januar som tilsvarer 150 gram for for hver biomasse i merden. Fisken ble sultet den 18 februar.

Merd 4 - Tom merd

Det var 0 oppdrettsfisk i merden under filmingene for januar og i gjennomsnitt 74685 oppdrettsfisk i merden for perioden februar. Snittvekten var 2706,2 gram. Det ble foret i gjennomsnitt 946 kg i døgnet i perioden for februar. Dette tilsvarer en gjennomsnittlig utforing på 130 gram for hver kg biomasse for perioden februar. Merden var uten fisk 27 og 29 januar.

Merd 5

Det var mellom 86495 og 88021 laksefisk i merden i perioden 27 januar til 18 februar.

Snittvekten var mellom 338 og 455 gram. Det ble foret i gjennomsnitt 241 kg i døgnet i perioden januar og 303 kg i døgnet for perioden februar. Dette tilsvarer en gjennomsnittlig utføring på 250 gram per kg biomasse for perioden januar og 220 gram per kg i perioden februar.

Merd 6- Ikke filmet

Det ble ikke gjennomført filming ved merd 6. Merden inneholdt omtrent 3 prosent av den totale biomassen for alle merdene og omtrent 5 prosent av den totale utføringen for perioden januar-februar.

Den 30. Januar ble det gjennomført splitting av fisk mellom to merder. Fordelingen ble gjort mellom merd 2 som hadde 184 tusen fisk før flytting og merd 4 som var ny utsatt til formålet. Merd 4 ble filmet to ganger uten fisk, og to ganger etter overføringen av 74 tusen fisk. Antall registrert fisk ved den tomme merden brukes til å undersøke hvor mye fisk som tiltrekkes av selve strukturen og resultatene sammenlignes med antall villfisk som registreres etter fordelingen.

***Tabell 1.** Oversikt over dato for tom merd og dato for sultingsperiode av oppdrettsfisk*

Dato	Merd uten oppdrettsfisk	Sulting av oppdrettsfisk
27.01.2021	Merd 4	Merd 2
29.01.2021	Merd 4	Merd 2
02.02.2021		
18.02.2021		Merd 3

Tabell 2. Oversikt over status for alle merder. Tallene baserer seg for perioden januar - februar og ikke for enkeltdager.

Merd 1	27.01.2021.	29.01.2021	02.02.2021	18.02.2021
Antall oppdretsfisk	194777	194777	193900	193900
Snittvekt gram	512	512	640	640
Biomasse kilo	99800	99800	125000	125000
Foring kilo	19500	19500	22000	22000
Merd 2				
27.01.2021.	29.01.2021	02.02.2021	18.02.2021	
Antall oppdretsfisk	184608	184608	109923	109923
Snittvekt gram	2353	2353	2691	2691
Biomasse kilo	434383	434383	295489	295489
Foring kilo	0	0	43500	43500
Merd 3				
27.01.2021.	29.01.2021	02.02.2021	18.02.2021	
Antall oppdretsfisk	133025	133025	103114	103114
Snittvekt gram	3233	3233	3500	3500
Biomasse kilo	430178	430178	360951	360951
Foring kilo	65000	65000	44000	0
Merd 4				
27.01.2021.	29.01.2021	02.02.2021	18.02.2021	
Antall oppdretsfisk	0	0	74685	74685
Snittvekt gram	0	0	2706,2	2706,2
Biomasse kilo	0	0	202112	202112
Foring kilo	0	0	26500	26500
Merd 5				
27.01.2021.	29.01.2021	02.02.2021	18.02.2021	
Antall oppdretsfisk	88021	88021	86495	86495
Snittvekt gram	338	338	455	455
Biomasse kilo	29757	29757	39313	39313
Foring kilo	7500	7500	8500	8500
Merd 6				
27.01.2021.	29.01.2021	02.02.2021	18.02.2021	
Antall oppdretsfisk	94893	94893	94408	94408
Snittvekt gram	301	301	424	424
Biomasse kilo	29408	29408	40000	40000
Foring kilo	7000	7000	9000	9000

2.3 Innsamling av data

2.3.1 Kamerarigg og annet utstyr

Filmingen under vann ble gjort fra gangbanen rundt oppdrettsmerden ved bruk av en kamera-rigg og metode utviklet av tidligere bachelor-studenter ved NTNU (Steffensen et al. 2020). Rikken besto av et rør av polyetylen, som målte 11 cm i diameter og 50 cm i høyden. En pleksiglassplate på 30 cm x 30 cm var festet med et vertikalt sagsnitt i øvre del av røret for å redusere horisontal rotasjon fra vannstrøm (Steffensen et al. 2020). Rundt rikken var 3 fester for GoPro jevnt fordelt med 120° mellomrom (**se figur 5**). I tillegg var det et tilsvarende feste montert på toppen av rikken for å filme vertikalt oppover i vannsøylen. På bunn av rikken var det brukt lodd på (750 gram). Flyteelement og festemekanisme beskrevet av (Steffensen et al. 2020) ble ikke tatt i bruk. Til forskjell fra tidligere forsøk ble et tau på 50 meter merket og fargekodet for å kunne skille mellom de forskjellige dybdene ute i felt (7, 13, 20, 30, og 40 meter). Tauet ble festet i toppen av rikken med en tilpasset treplate i den andre enden. Treplaten med håndtak var en forbedring ovenfor metode av Steffensen et al. og ble brukt for å surre sammen og oppbevare tauet i mellom hver posisjon, med sikte på bedre hastighet for gjennomføring av filmingen (**se figur 6**). En stoppeklokke med en vanntett mappe ble benyttet for å sikre nøyaktig tid på hver dybde i forhold til planen (**se tabell 3**). Kamera av typen gopro hero 4, 5 og 8 ble brukt til filmingen. Kameraene var fabrikkinnstilt, foruten endring av oppløsning til 1920x1080 pixler, 30 FPS (bilder i sekundet) og wide-angle (vidvinkel). Vidvinkel-funksjonen gir hvert kamera et synsfelt på 122,6° (Gopro, 2019) Undervannshuset, som var konstruert med en flat glassplate mellom linsen og vannet vil derimot påvirke synsfeltet og redusere dette til ca. 80° (Subspace, u.å.) Til sammen utgjorde dette et totalt synsfelt på 240° rundt rikken. Hver kameraholder ble merket med en bokstav for å kunne differensiere videofilene.



Figur 5. Kamerarigg.

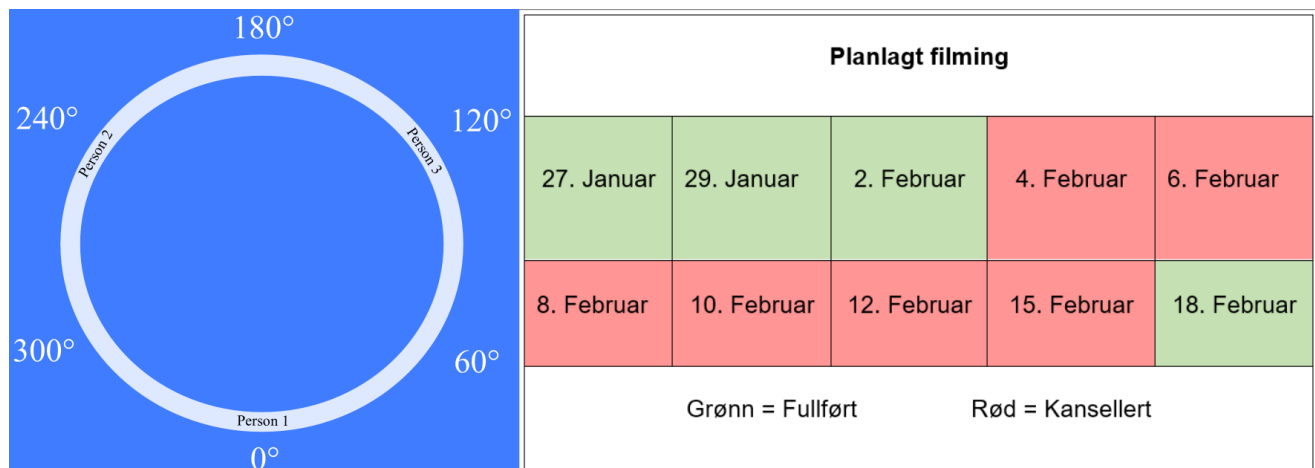


Figur 6. Tau markert med dybder.

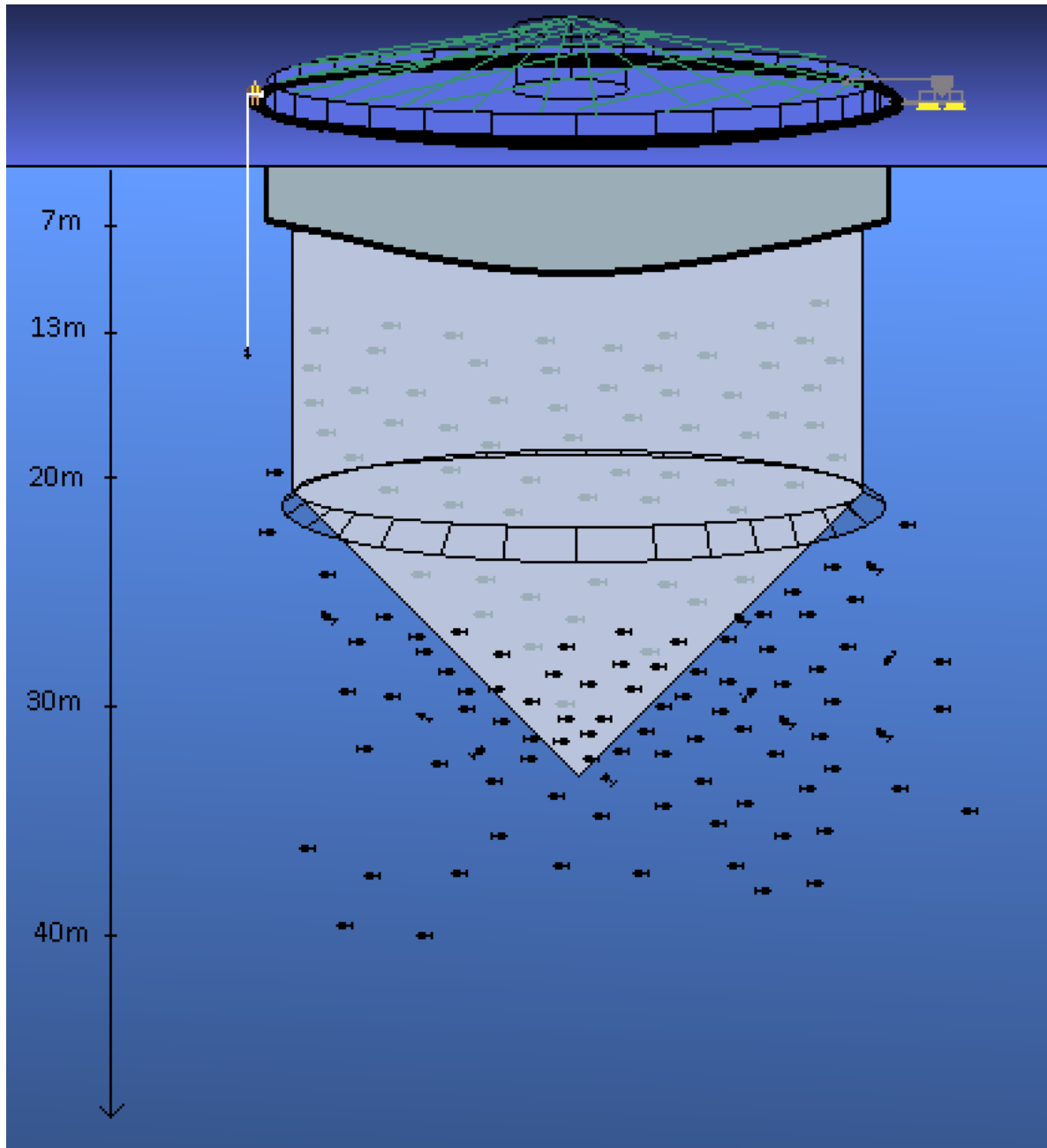
2.3.2 Gjennomførelse av feltarbeid

Filmingen ble gjennomført på kortest mulig tidsperiode for at drift og miljøforholdene skulle være mest mulig det samme gjennom hele prosessen. Målsettingen var å filme alle merdene under samme lysforhold for å minske avvik i bildekvalitet og unngå ufullstendige observasjoner. På denne årstiden ved våre breddegrader er det begrenset tilgang på lys, som fører til et begrenset vindu for sollys. Dette ville ikke vært tilfelle om sommeren. Ved lengre tids mellomrom på filmingen kan skjevhet i lyskvalitet forekomme, og forutsetning for å sammenligne data blir dårligere. Dette kan føre til ulik bildekvalitet på filmmaterialet for den dagen som igjen påvirker resultatet. Hvor mange dybder som skulle filmes og hvor lang tid kamera skulle filme på hver enkelt dybde ble valgt for å redusere totaltid til filmingen. Endring i fôringsmengde kan også påvirke observasjonene, derfor ønsker man å filme merden under samme fôringsmønster for at dataen kan sammenlignes med merder som har andre forhold. Ved å bruke lang tid på filmingen øker sannsynligheten for slike endringer som antas å påvirke fordelingen av villfisk rundt merdene.

Gjennomførelsen av prosjektet foregikk under tilstrekkelig tilgang på sollys fra 9:00 til 16:00. For innsamling av data ble det brukt 3 personer med hver sin kamerarigg. Estimert tid var 6 timer og 30 minutter hver dag. Hver person filmet 2 faste posisjoner på hver merd. Filmingen ble gjennomført ved senk av kamerarigg på planlagte dybder med et tidsskjema å forholde seg til. Tidsskjema beskriver de faste tidsintervallene man skal følge etter opptaket starter. Det ble gjennomført batteribytte ved behov. Utstyret består av totalt 12 kameraer fordelt på 3 kamerarigger. Personene med hver sin rigg startet nedsenk på ulike posisjoner (kompass grader) på merden. Posisjonene ble merket før filming. Person 1 startet på 0°, person 2 på 120° og person 3 på 240° (se figur 7). 15 minutter ble brukt på filming og forflytting på hver posisjon før man beveger seg med klokka til neste posisjon. For å filme ble riggen senket ned på følgende dybder: 7, 13, 20, 30 og 40 meter. Det ble filmet i 2 minutter på hver dybde, hvor 30 sekunder av denne tiden var forbeholdt senking av kamerarigg. Dette gjøres likt for alle dybder og posisjoner. En tidtaker ble brukt for å sikre at tidsintervallene ble overholdt, som gjør det mulig å automatisk ekstrahere og navngi bilder fra video i ettertid.



Figur 7. Bilde til venstre viser plassering av grader i forhold til merden. Person 1-3 viser posisjonene som filmes likt før forflytning med klokken. Bildet til høyre viser planlagte dager for filming.



Figur. 8 Illustrasjonsbilde for nedsenk av kamera. Bildet illustrer hvordan kamerarigg senkes ned og filmer i 2 minutter på hver dybde.

2.4 Mappedstruktur

2.4.1 Skjermtutklipp fra video

Bildene som ble brukt til telling av fisk ble hentet ut av video-filene ved hjelp av programmeringsspråket Python. Metoden ble utviklet av medlemmene i bachelorgruppen i samarbeid med Lars Christian Gansel og Alberto Maximiliano Crescitelli i juli 2020, der Crescitelli sto for selve kodingen. Python-scriptet som ble brukt for ekstrahering og navngivning av bilder er ikke presentert i oppgaven av hensyn til opphavsrett.

Python-scriptet gjør det mulig å ta ut tusenvis av bilder og gi de riktig navn på kort tid. Kameraene filmer i 2 minutter på hver dybde. Det ble tatt ut skjermbilder etter at kameraet hadde stått stille i 30 sekunder, for at fisk som kunne blitt skremt av nedsenket av riggen skal få mulighet til å tilvenne seg objektet. Første uttak blir dermed 60 sekunder inn i videofilen. Det ble tatt ut 5 skjermbilder med 10 sekunders mellomrom. Grunnen til at det ble tatt ut flere bilder på hver dybde var for å kunne generalisere data i større grad ved å telle fisk fra 5 bilder og dele resultatet på 5 (**se tabell 3**).

Tabell 3. Tabellen viser tidene som ble fulgt etter start av opptak for hver posisjon rundt merden. Denne ble også brukt til automatisk ekstrahering av bilder (skjermtutklipp fra video). Første utklipp skjer 30 sekunder etter at kameraet har stått stille på dybden. De 4 neste bildene ble tatt med 10 sekunders mellomrom.

Time to extract in minutes:seconds					
Depth	1. photo	2. photo	3. photo	4. photo	5. photo
7m	01:00	01:10	01:20	01:30	01:40
13m	02:40	02:50	03:00	03:10	03:20
20m	04:40	04:50	05:00	05:10	05:20
30m	06:40	06:50	07:00	07:10	07:20
40m	08:40	08:50	09:00	09:10	09:20

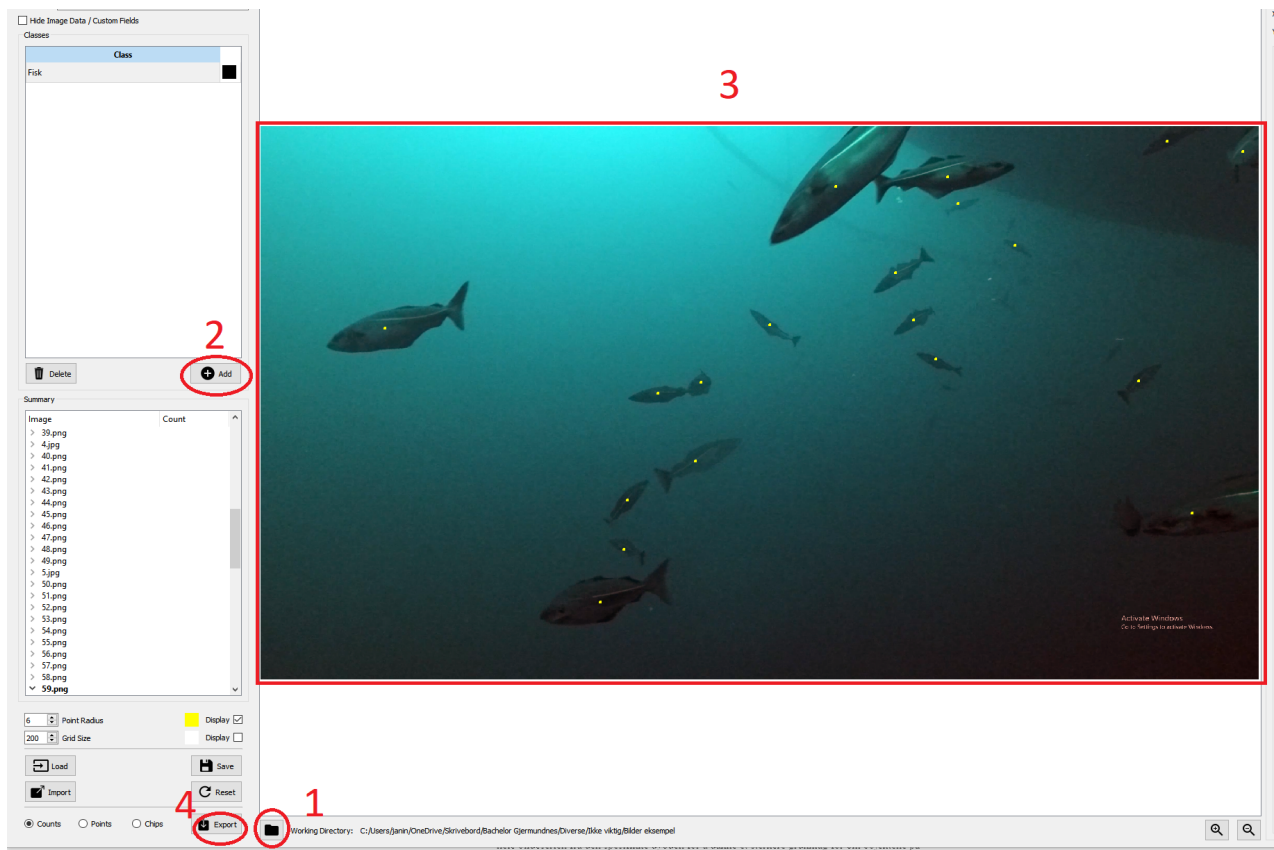
2.4.2 Lagring og navngivning av videofiler

Bildene ble lagret i egne mapper som inneholdt alle bildene fra en posisjon ved en merd for en dag. På denne måten blir det opprettet et eget excel dokument for hver posisjon når den manuelle tellingen gjennomføres. De totalt 8570 bildene ble fordelt på 120 mapper med omtrent 70 bilder i hver mappe. Filnavnene inneholder den informasjon som er viktig for å kunne skille dem fra hverandre. Eksempel på filnavn **20210127_Cage3_0deg_20m_CamD_005.png**. Filen viser **(dato_merdNr_grader_dybde_kameraNr_bildeNr)**.

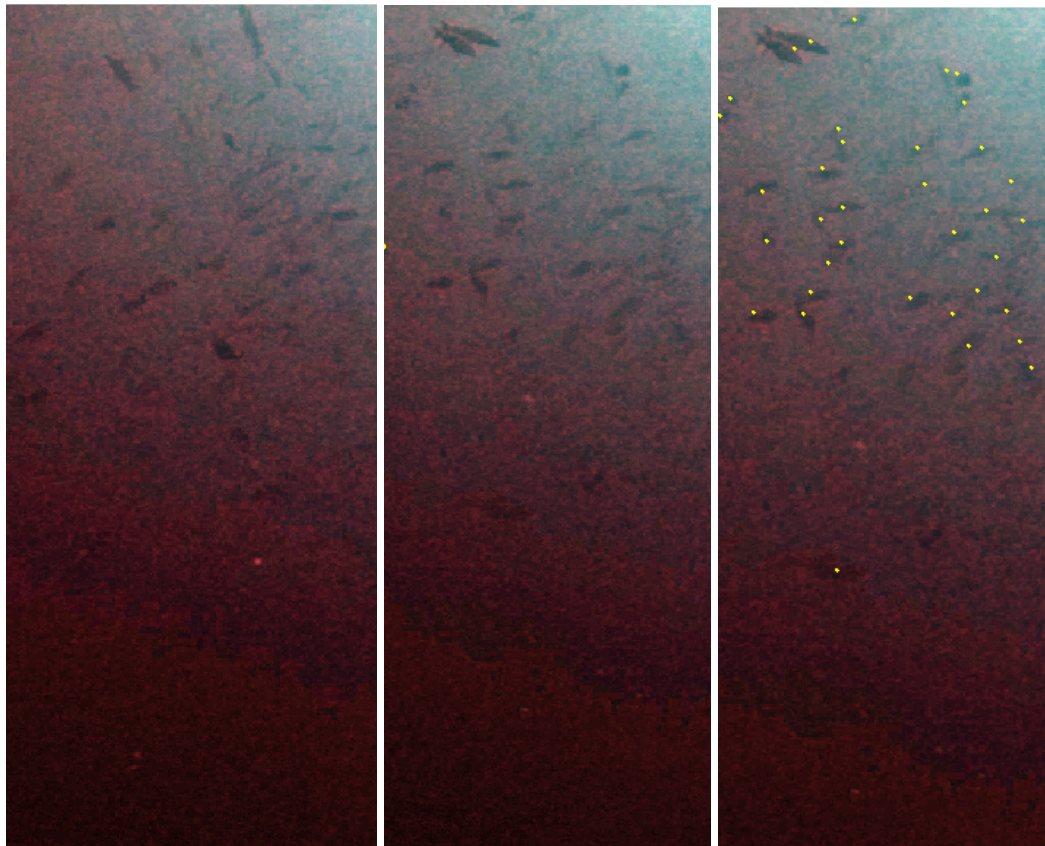
2.5 Manuell telling av fisk

For den manuelle tellingen ble det brukt et program som heter Dot Dot Goose. Programmet er gratis og tilgjengelig for nedlastning fra nettsiden til AMNH (American Museum of Natural History, 2020). (se figur 8)

Alle tydelig fisker ble telt, Noen av bildene som ble tatt på 40 meter fikk mørke felt nederst på bildene på grunn av begrenset solly, merdene i seg selv kunne også bidra til begrenset lystilgang. Korrigerende tiltak ble gjennomført under tellingen ved at man registrerte utydelige objekter når de hadde konturen til en fisk og hvor det kunne bekreftes andre fisk på bildet eller på bildeserien fra den spesifikke dybden (se figur 9). Bildene med mørke felt utgjorde omtrent 20 prosent av alle bildene på 40 meter og det ble ikke gjort noen tiltak for å estimere fisk som kunne gjemt seg i disse mørke områdene. Resultater fra 40 meter vil derfor trolig være underestimert.



Figur 8. DotDotGoose gjør det mulig å telle med å bruke en datamus, finger eller pen og markere det som skal telles. Resultatene lagres automatisk i en liste som kan eksporteres som en CSV-fil. Dette tillater rask og sikker telling.



***Figur 9.** Eksempel på bilde fra 40 meters dyp og hvordan flere bilder brukes til å sammenligne hva som er fisk ved uklare bilder. første bildet viser objekter som ser ut som fisk, mens bilde nummer to gir et sterkere grunnlag for hva som er fisk. Det siste bildet har markert gule prikker på hva som registreres som villfisk. Det registreres ikke fisk i de nedre del av bildene i dette eksempelet på grunn av mangel på lys.*

Det ble gjennomført automatisk telling med artificial intelligence (AI). Programmet (YOLOv4) var trent til å gjenkjenne fiskeart og var opplært til å kun gjenkjenne fisk som var ganske nært kamera. Disse innstillingene førte til at AI bare registrerte 36 prosent av fisken, sammenlignet med den manuelle tellingen, og ville derfor gitt en grov underestimering av total antall fisk. Vi valgte derfor å ikke bruke disse tellingene (se vedlegg 1, 2 og 3).

2.6 Behandling av data

CSV-filer fra Dot Dot Goose ble overført i excel. Det ble laget et individuelt excel dokument for hver merd, som viser registrert villfisk i forhold til grader og dybde for hver dag. Data fra alle merdene ble lagt sammen i et overordnet excel dokument som danner en total oversikt over alle registrerte villfisk og utviklingen over tid.

Det ble beregnet gjennomsnitt antall villfisk basert på fem bilder for hver dag, merd, posisjon og dybde. Videre ble det laget gjennomsnitt antall fisk for hver merd, hver posisjon og for hver dybde. Alle beregninger ble gjort i Microsoft Excel versjon 2016.

Data for indre faktorer ved merdene (antall laks, snittvekt, biomasse og fôringsmengde) ble sammenlignet med antall villfisk som ble registrert ved de forskjellige merdene for å studere eventuelle påvirkninger de forskjellige faktorene har på aggregering. Ut fra dette ble det dannet en gjennomsnittlig aggregerings effekt for hver faktor.

Det ble mistet data fra et 1 av de 9 kameraene som ble brukt 29. januar. Korrektur for tap av data ble gjort ved at antall registrert villfisk ble økt med 33 prosent på de posisjonene kameraet filmet.

Volumet for villfisken som ble observert rundt en merd ble beregnet til 62832 Kubikkmeter. Volumet beregnes ut fra at sikten var omtrent 10 m fra hver kameraposisjon, merdens diameter på 40 m og en filmet dybde på 40 m. Dette gjør det mulig å bruke formel for hul sylinder for beregning av volum (**se vedlegg 4** for beregning av volum). Da forenkler man volumet til en sylindrisk not.

3 Resultater

3.1 Registrert fisk for hele perioden

Det ble registrert 3336 villfisk på anlegget fordelt på 5 merder. Høyest antall fisk ble registrert ved merd 3 som sto for 52 prosent av den telte fisken, merd 3 var også den merden med desidert høyest utføring de 3 første dagene. Det ble registrert minst villfisk ved merd 4 hvor det bare ble registrert 3 prosent i forhold til den totalt registrerte fisken, merd 4 var merden som var tom under de første to filmingene.

Villfisk i forhold til volum for hele prosjektet var 2,7 villfisk for hver 1000 kubikkmeter med vann.

Det ble registrert mest villfisk de tre første dagene og bare 5% av den totalt registrerte fisken ble filmet 18. februar. (Se tabell 5)

Det var en stor nedgang i antall fisk i perioden mellom den tredje og fjerde filmingen. Den 2. februar ble det registrert totalt 1006 villfisk ved anlegget og den 18. februar ble det registrert 168 villfisk. (Se vedlegg 5)

Det var stor variasjon for antall registrert fisk mellom merdene fra dag til dag. Antall registrert villfisk ved merdene varierte fra 0 til 766 mens gjennomsnittet for en merd fordelt på alle målinger for hele perioden var 176 fisk.

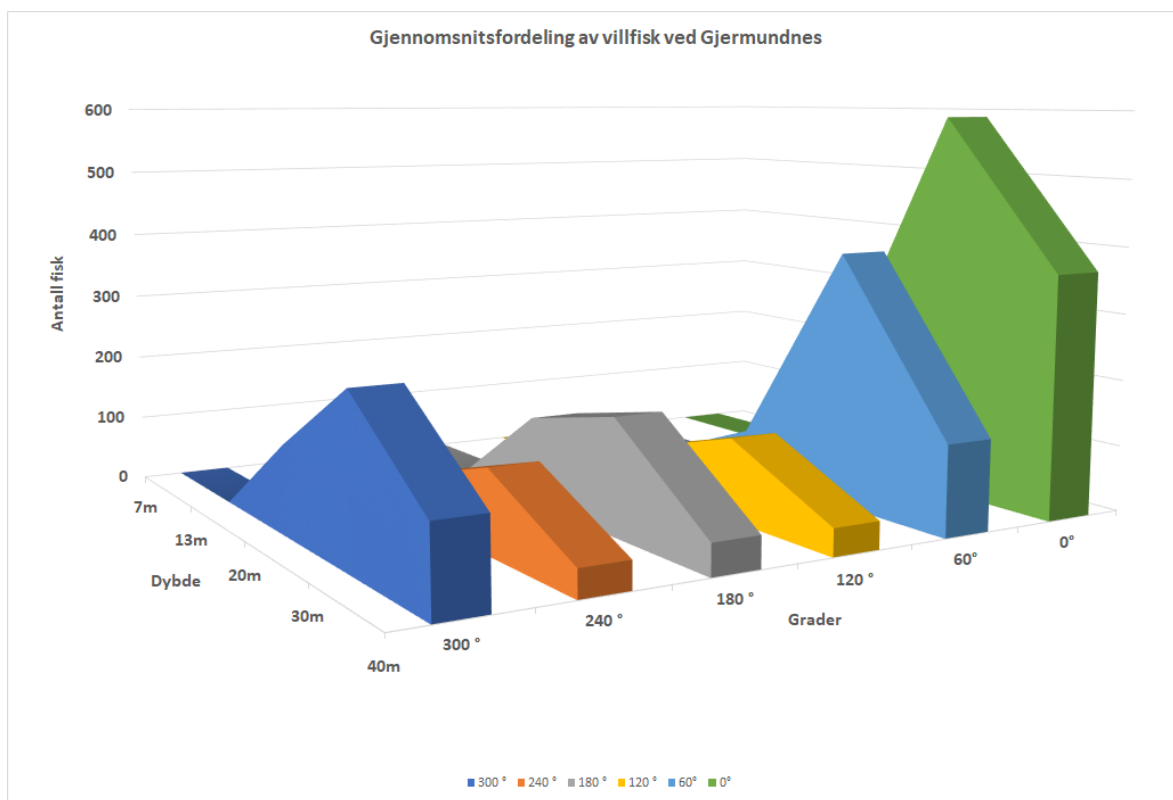
Tabell 5. Viser total oversikt over registrert villfisk for alle merder over hele perioden.

Fargekoden skiller merdene fra hverandre.

Dato	Merd 1	Merd 2	Merd 3	Merd 4	Merd 5	Sum	Gjennomsnitt	Prosentdel
onsdag, januar 27, 2021	199	182	766	1	73	1220	244	34 %
fredag, januar 29, 2021	148	208	346	0	240	942	188	26 %
tirsdag, februar 02, 2021	71	233	609	92	Ingen data	1006	251	35 %
torsdag, februar 18, 2021	10	97	26	24	10	168	34	5 %
Sum alle dager	428	720	1747	116	324	3336	176	100 %
Gjennomsnitt	107	180	437	29	108	176		
Prosentdel	13 %	22 %	52 %	3 %	10 %	100 %		

3.2 Fordeling av villfisk vertikalt og horisontalt

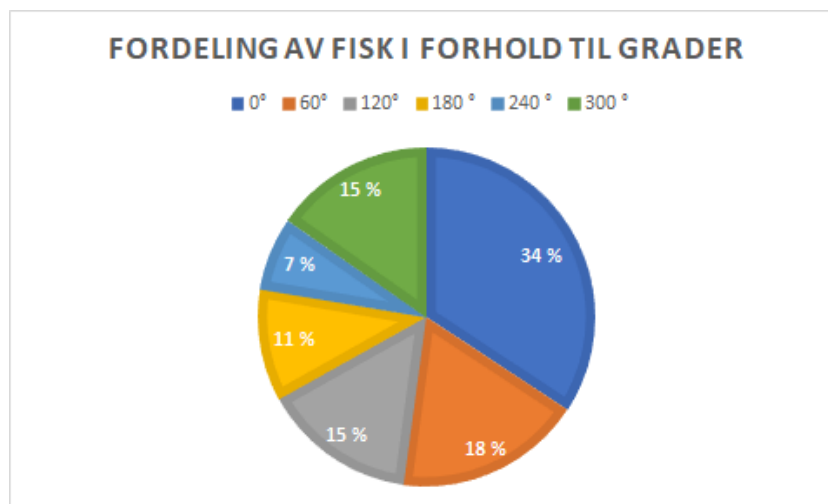
Antall villfisk varierte mellom merdene og det var stor variasjon mellom dagene på enkeltmerder. Gjennomsnittsfordelingen av registrert villfisk var høyest ved 0 grader som er posisjonen nærmest foringsautomatene. Nest mest villfisk ble registrert ved 60 og 300 grader som er på hver side av 0 grader. Minst villfisk ble registrert ved 120, 180 og 240 grader. Det ble registrert mest fisk på 30 meters dybde og bare 22 prosent av villfisken ble observert mellom 7 og 20 meter. (Se **figur 10** og vedlegg 7)



Figur 10. Viser gjennomsnitt fordelingen av villfisk fordelt på alle merder basert på grader og dybder for hele perioden. Storparten av fisken ble registrert ved 0 grader og på 30 meters dybde.

3.3 Villfiskens plassering i forhold til merd

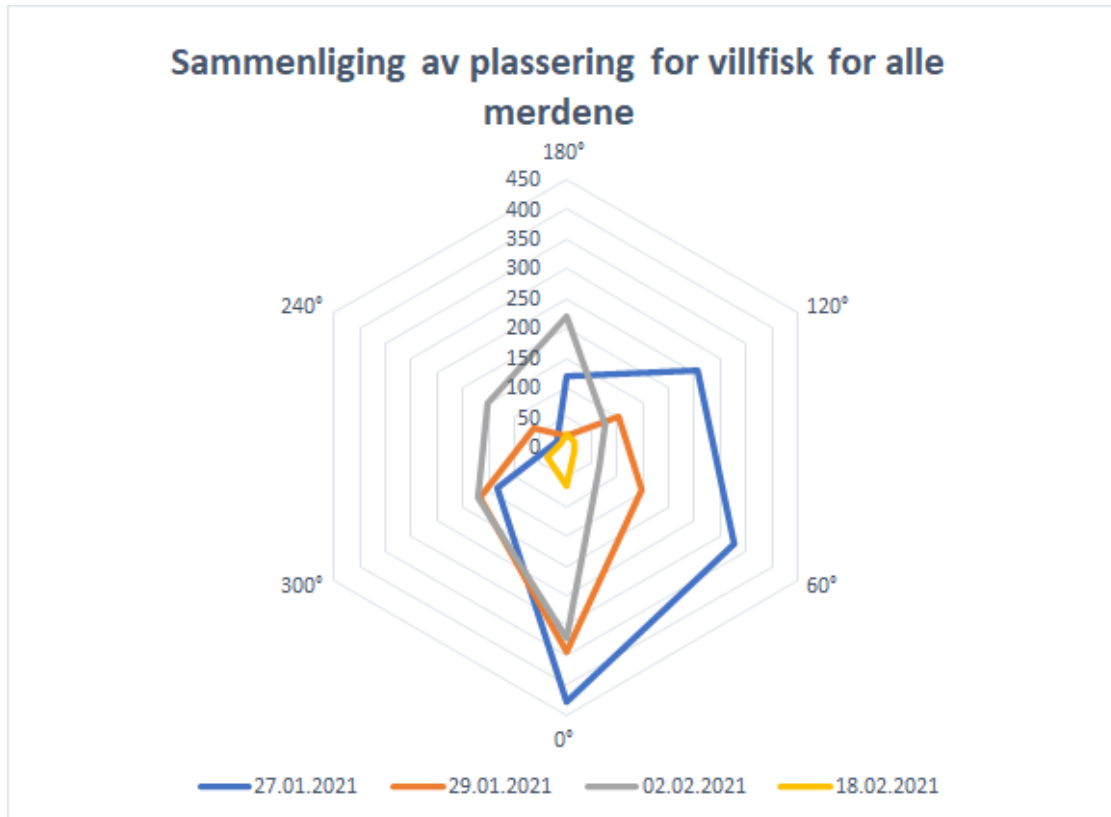
Det ble registrert mest villfisk ved 0 grader hvor omtrent $\frac{1}{3}$ av fisken ble observert. Videre ble omtrent $\frac{1}{3}$ av fisken registrert ved de nærliggende posisjonene (60 grader og 300 grader), mens det ble registrert $\frac{1}{3}$ ved de tre posisjonene som befant seg på motsatt side av forautomatene (120, 180 og 240 grader). (Se figur 11)



Figur 11. Plassering av villfisk i forhold til grader. gjennomsnittlig fordeling av villfisk for perioden. Fargekodene viser hvilken posisjon fisken ble registrert på.

0 grader var den eneste posisjonen rundt merdene med en stabil aggregering av villfisk, og var relativt lik alle de 4 dagene, med en variasjon fra 32 til 40 prosent av totalt registrert villfisk. Gjennomsnittet er preget av denne posisjonen siden den hadde mest registrert fisk. Ved 60 grader var det synkende antall registrert villfisk med 27 prosent total registrert fisk den første dagen og til 9 prosent den siste dagen. 120 grader har også synkende antall registrert villfisk med 21 prosent av total registrert fisk den første dagen med en gradvis nedgang til 9 prosent den siste dagen. Ved 180 grader var det lite registrert fisk de to første dagene (8 og 1 prosent) med en økning til 22

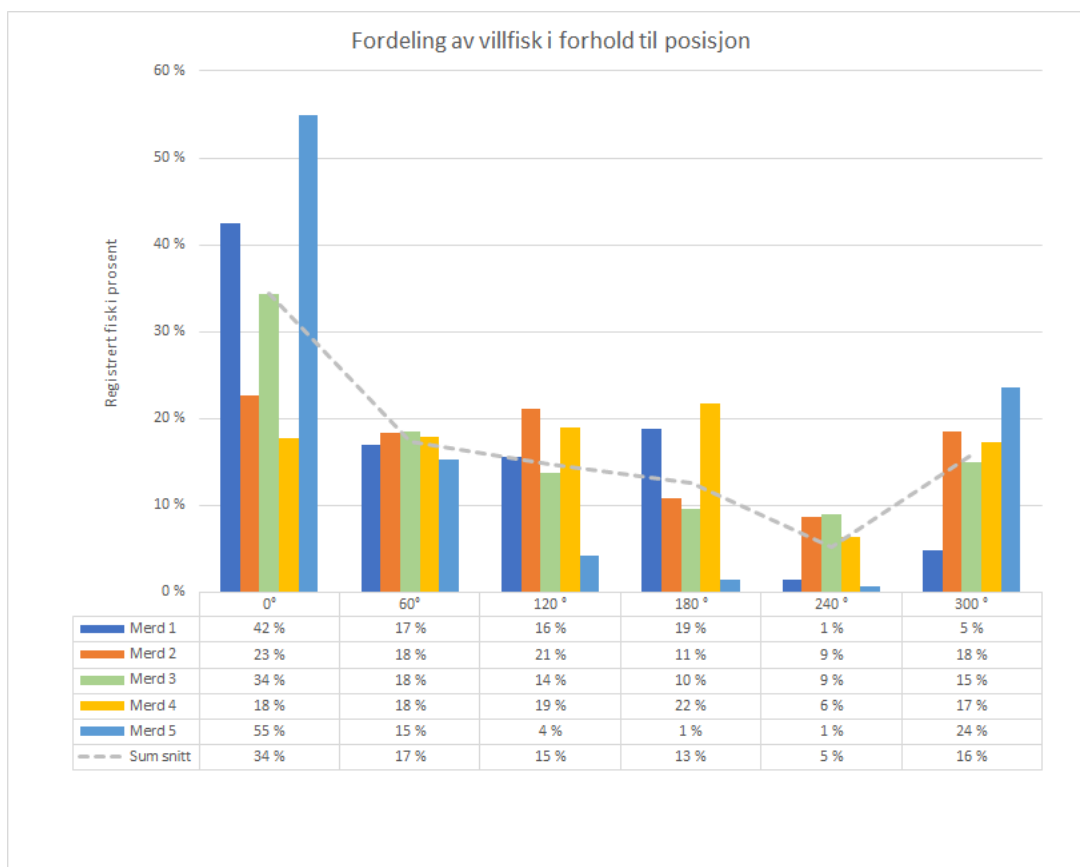
prosent den 2. februar, og en nedgang til 13 prosent den 18. februar. Ved 240 grader var det en gradvis økning fra 1 prosent den første dagen til 15 prosent den tredje dagen, med en nedgang den siste dagen til 7 prosent. Ved 300 grader var det en stabil økning fra dag til dag, fra 11 prosent den 27. januar til 22 prosent den 18. Februar. (Se figur 12)



Figur 12. Gjennomsnittlig plassering av fisk i forhold til merd basert på totalt registrert villfisk for alle dager. Fargekoden viser hvilken dag fisken ble observert. Størrelse og plassering av markert felt viser hvor villfisken ble observert og hvor mange villfisker som ble registrert.

Fordelingen av villfisk i forhold til grader på merden var noe varierende, størst variasjon ble observert ved merd 4 og 5.

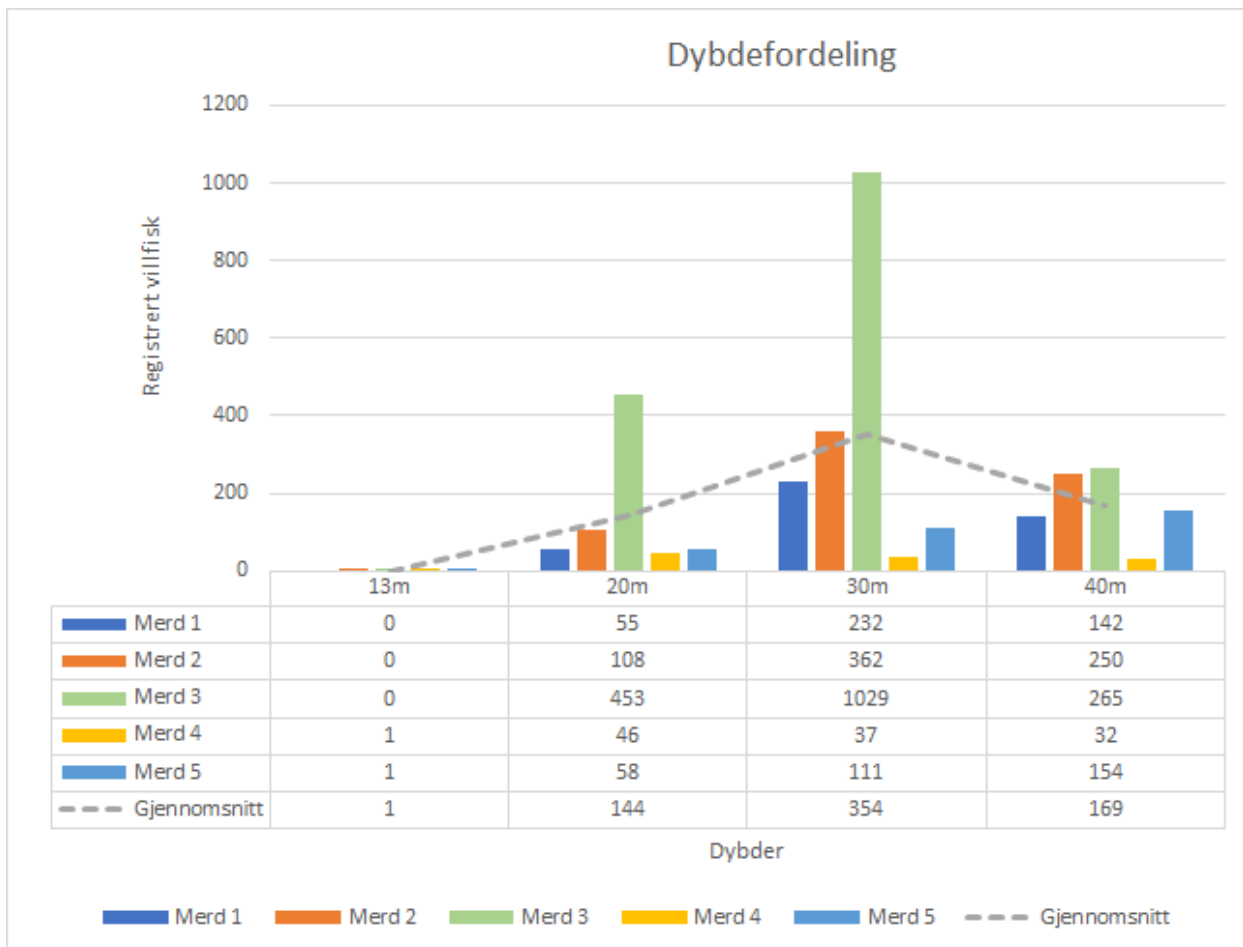
Prosentandelen registrert villfisk var mest stabil ved 60 grader for alle merdene mens størst variasjon ble registrert for merd 1, 4 og 5 ved 0 og 180 grader. Det var stor forskjell mellom merdene i forhold til grader. Merd 3 var mest lik gjennomsnittsfordelingen, 60 grader var den posisjonen som hadde mest stabil fordeling. (se figur 13)



Figur 13. Prosentfordeling av villfisk i forhold til posisjon. Y-aksen viser prosentandel registrert villfisk for perioden. X-aksen viser posisjon på merden hvor fisken ble observert. Fargekoden viser de forskjellige merdene. Grå stiple linje viser gjennomsnittet for alle merdene for den gitte perioden.

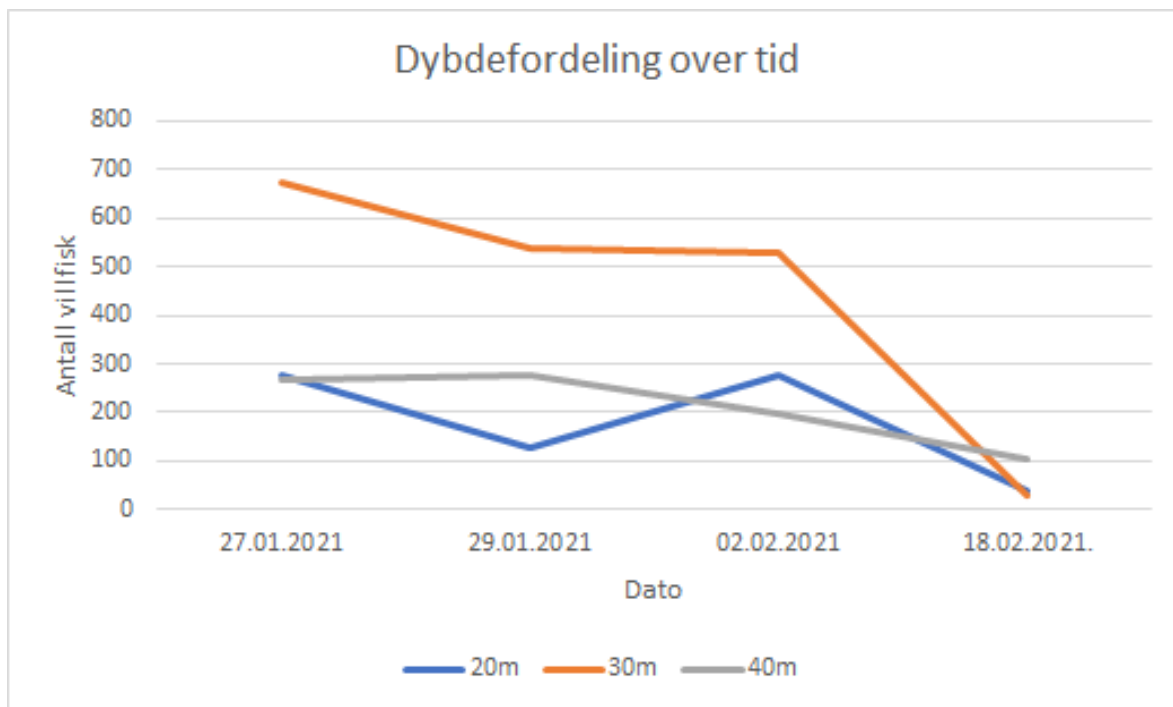
3.4 Dybdefordeling av villfisk for hele perioden

Det ble ikke observert villfisk på 7 meters dybde. Dybdefordelingen for registrert villfisk for alle merdene var henholdsvis < 0,1 prosent villfisk registrert på 13 meter, 22 prosent på 20 meter, 53 prosent på 30 meter og 25 prosent på 40 meters dybde. **Se figur 14** for oversikt over dybdefordeling for alle merder. **Se vedlegg 6** for total oversikt over dybdefordeling for enkeltdager.



Figur 14. dybdefordeling for enkelt merder.

Dybdefordelingen var noe stabil de tre første målingene med noe større andel villfisk dypere i vannsøylen den 29 januar. Dybdefordelingen av villfisk varierte mest 18. februar i forhold til gjennomsnittet for de andre dagene. Det ble også registrert mindre villfisk 18. februar og fisken ble observert noe dypere. 62 prosent av villfisken som ble registrert 18. februar befant seg på 40 meter. Dette tilsvarer en økning på 38 prosent sammenlignet med gjennomsnittet for de tre andre dagene. (se Figur 15)



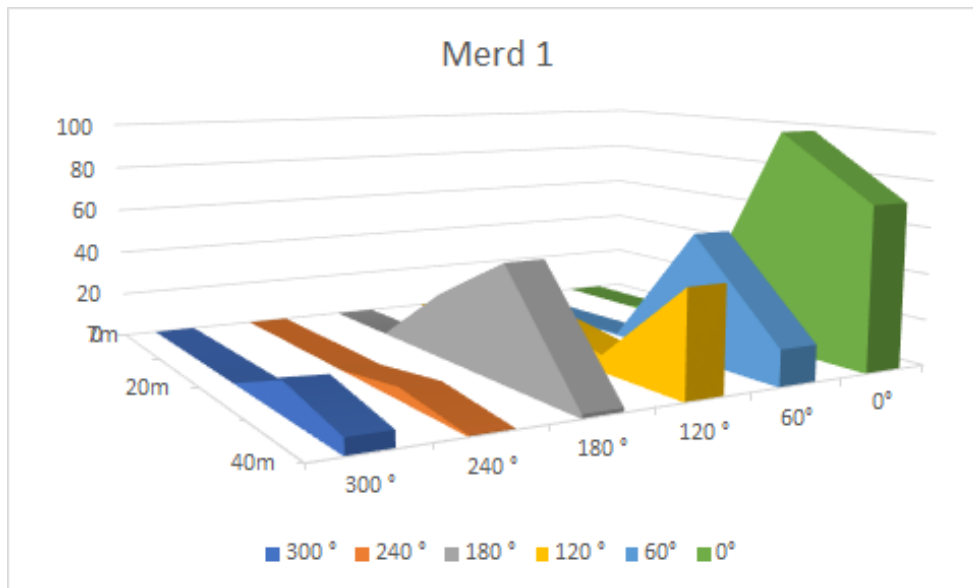
Figur 15. Dybdefordeling over tid. Y-aksen viser prosentdel av den registrerte fisken mens x-aksen viser dato når filmingen ble gjennomført. Fargekoden viser hvilke dybde fisken ble registrert på.

3.5 individuelle målinger for hver enkelt merd

3.5.1 Merd 1

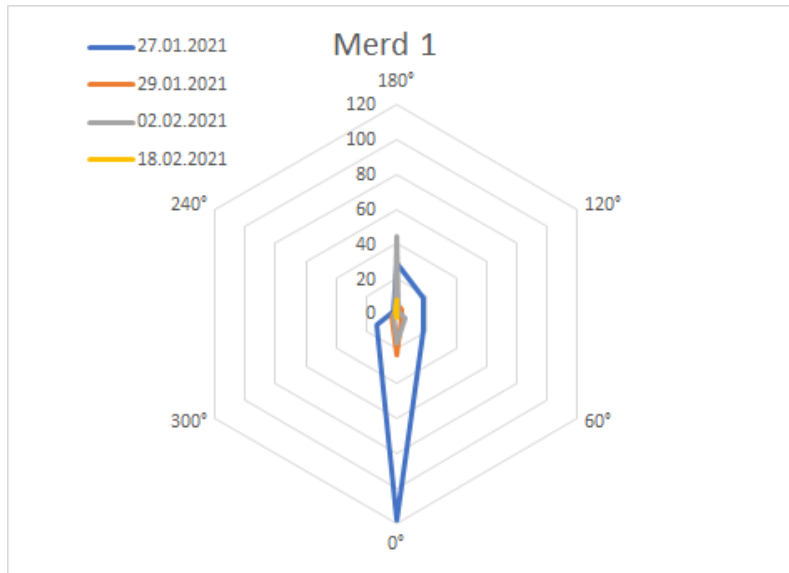
Det ble totalt registrert 428 villfisk ved merd 1 for hele perioden. Høyest antall villfisk ble registrert den første dagen hvor det ble observert 199 fisk. Se **vedlegg 9** og **vedlegg 10** for totaloversikt for merd 1.

Det var registret lite villfisk ved 240 og 300 grader ved merd 1. Størparten av villfisken som ble registrert for denne merden befant seg på 0, 60 og 180 grader basert på hele perioden. Se **figur 16** for oversikt over plassering av villfisk ved merd 1.



Figur 16. Viser gjennomsnitt fordelingen av villfisk basert på grader og dybder for hele perioden..

Det ble registrert en tydelig økning i antall villfisk ved merd 1 den 27. januar i forhold til målingene de andre dagene. Villfisken som ble registrert befant seg i hovedsak ved 0 grader for alle dagene.



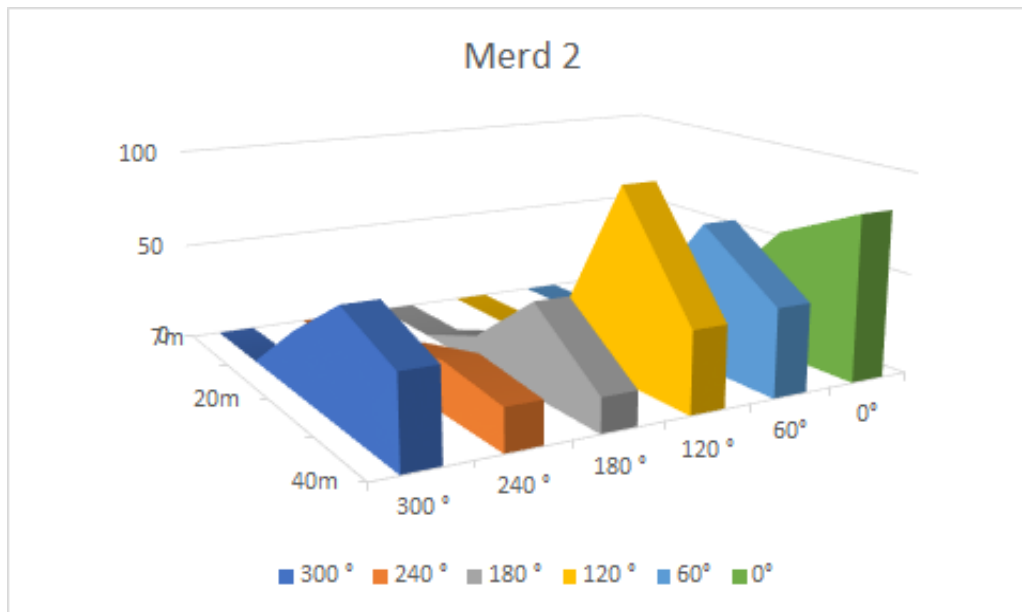
Figur. 17. Utvikling over tid. Figuren viser antall registrert villfisk for merden for dagene som ble filmet.

3.5.2 Merd 2

Det ble registrert en reduksjon den 27 og 29. januar på henholdsvis 15 og 8 prosent i forhold til normalfordelingen for merd 2.

Det ble totalt registrert 720 villfisk ved merd 2 for hele perioden. Flest fisk ble observert den første dagen hvor det ble registrert 164 fisk. Størst endring i forhold til gjennomsnittet for alle dager ble observert ved 0 grader hvor det ble registrert 12% mindre fisk enn gjennomsnittet for alle merdene. Se **vedlegg 11** og **vedlegg 12** for totaloversikt for merd 2.

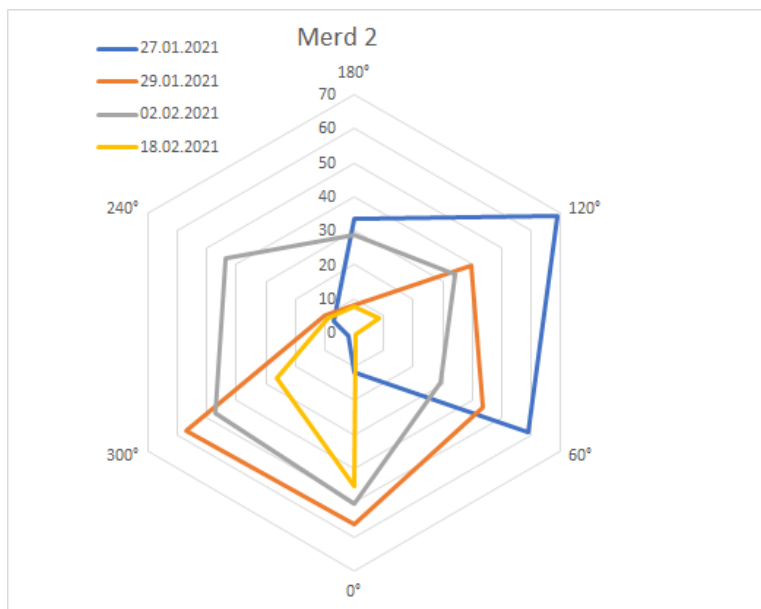
Merd 2 hadde en noe jevnere fordeling av villfisk i forhold til grader enn gjennomsnittet og det ble registrert reduksjon av villfisk ved 0 grader, og en høyere andel ved 120 grader enn gjennomsnittet for alle merdene. Se **figur 18** for oversikt over gjennomsnittsfordeling alle dager for merd 2.



Figur. 18. Gjennomsnitt fordeling av villfisk i forhold til grader og dybder

Ved sulting av oppdrettsfisk den 27. januar ble det registrert flere villfisk ved 60 og 120 grader enn ved fôring. Oppdrettsfisken ble også sultet 29. januar da var fordelingen av villfisk forholdsvis jevnt fordelt mellom 300, 0, 160 og 120 grader. Se **figur 19**.

Det ble registrert en større spredning av villfisken i forhold til grader den 27 og 29 januar når fisken ble sultet sammenlignet med de andre merdene. Det ble også registrert en noe større spredning under sultingsperioden sammenlignet med samme merd når det ble tilført fôr.



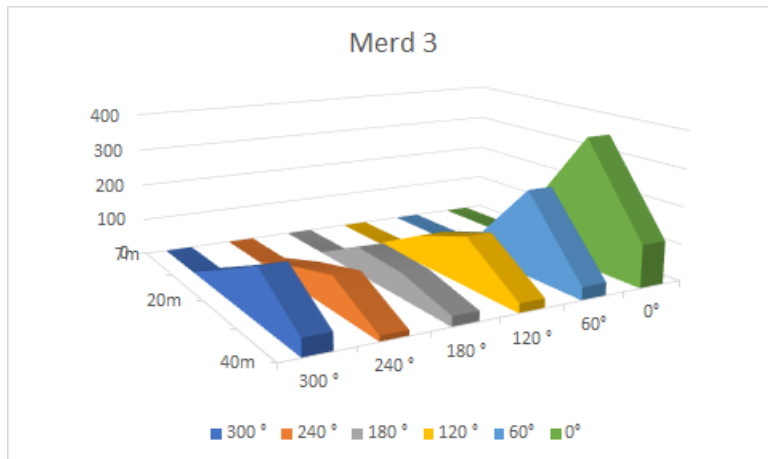
Figur 19 utvikling over tid. Figuren viser antall registrert villfisk for merden for dagene som ble filmet.

3.5.3 Merd 3

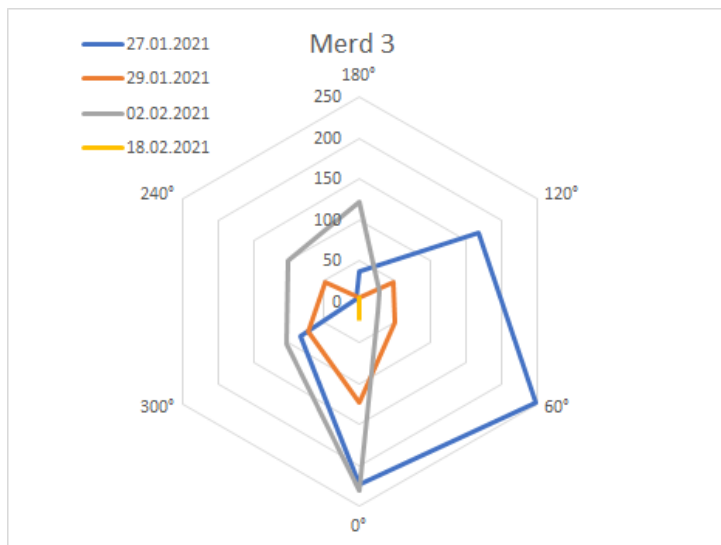
18. februar ble oppdrettsfisken sultet og det ble registrert en reduksjon av antall villfisk på 28 prosent i forhold til den gjennomsnittlige normalfordelingen for alle dager ved merd 3 som var 44 prosent.

Det ble totalt registrert 1747 villfisk ved merd 3 for hele perioden. Det ble registrert 346 villfisk 29. januar som er omtrent halvparten av gjennomsnittet for filmingen før og etter. Størst endring i forhold til gjennomsnittet ble registrert ved 40 meter hvor det ble registrert 10% mindre fisk enn for gjennomsnittet for alle merdene.

Merd 3 var mest lik gjennomsnittet for alle dagene med bare 1 % endring i forhold til grader. Det ble derimot registrert noe mindre fisk på 40 meter. Se **vedlegg 13** og **vedlegg 14** for totaloversikt for merd 3.



Figur 20 Gjennomsnitt fordeling av villfisk i forhold til grader og dybder

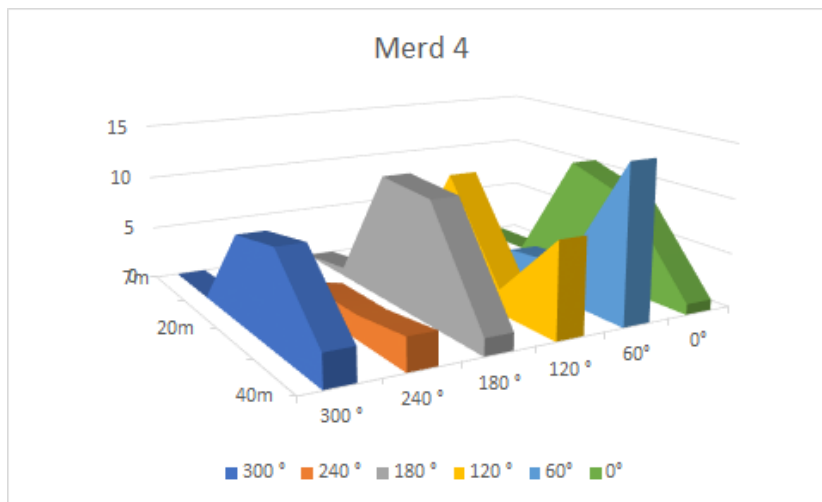


Figur 21 utvikling over tid. Figuren viser antall registrert villfisk for merden for dagene som ble filmet.

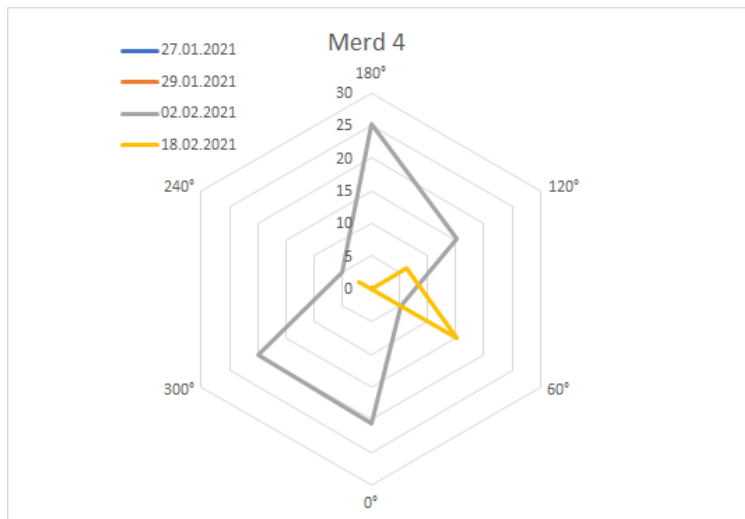
3.5.4 Merd 4

Det ble totalt registrert 116 villfisk ved merd 4 for hele perioden. Det ble registrert 1 fisk 27 januar og 0 fisk den 29. januar når merden var tom. Etter tilførsel av omtrent 70 tusen oppdrettsfisk den 30. januar så ble det registrert 92 villfisk ved denne merden. Størst endring i forhold til gjennomsnittet ble registrert ved 30 meter hvor det ble registrert 21 prosent mindre villfisk, og på 20 meter hvor det ble registrert 18 prosent flere fisk enn gjennomsnittet for alle merdene. Det ble også observert 16 prosent mindre villfisk ved 0 grader i forhold til gjennomsnittet. Se **vedlegg 15** og **vedlegg 16** for totaloversikt for merd 4

Merd 4 hadde en ujevn fordeling av registrert villfisk i forhold til gjennomsnittet både i forhold til dybder og grader. Villfisken befant seg noe høyere i vannsøylen og samlingen av villfisk var mindre konsentrert enn ved de andre merdene.



Figur 22 Gjennomsnitt fordeling av villfisk i forhold til grader og dybder

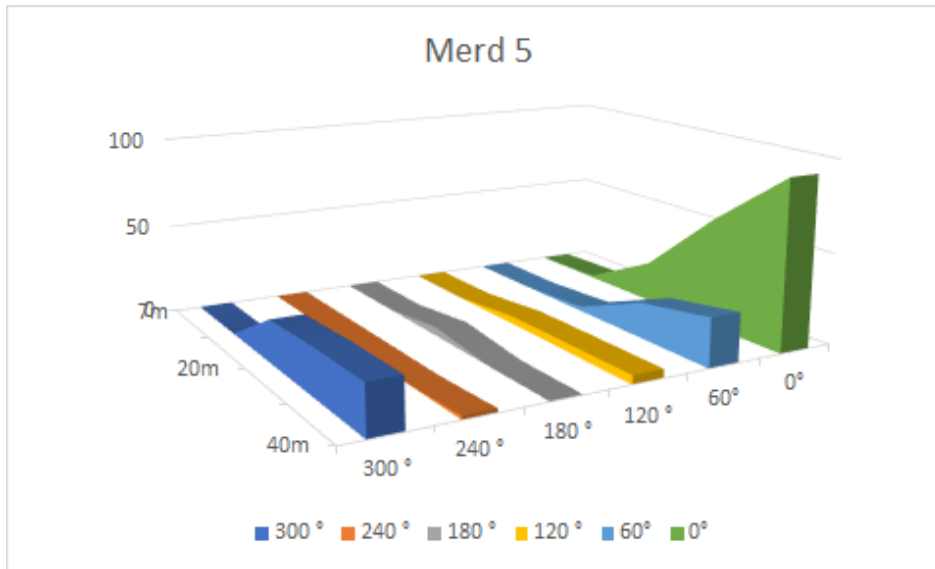


Figur 23 utvikling over tid. Figuren viser antall registrert villfisk for merden for dagene som ble filmet.

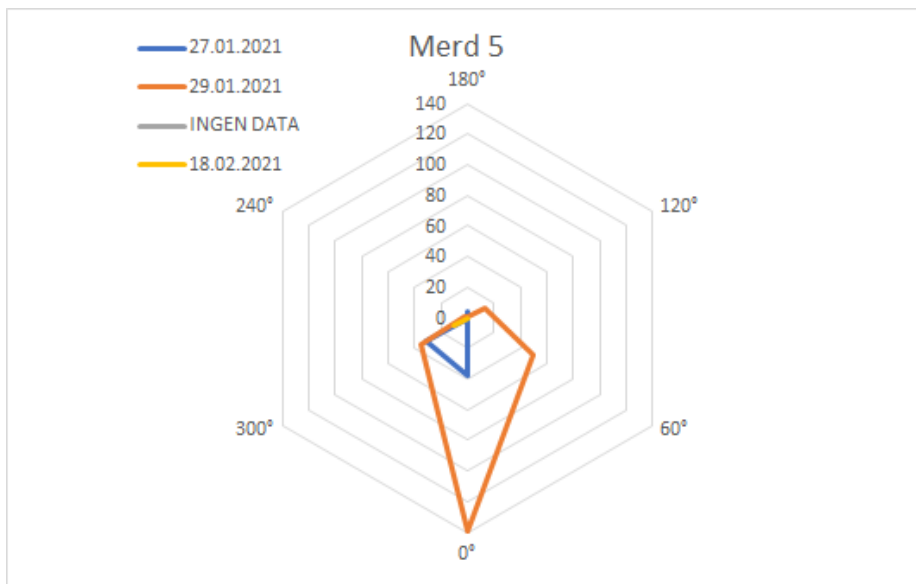
3.5.5 Merd 5

Det ble totalt registrert 324 villfisk ved merd 5 for hele perioden. Det ble ikke gjennomført filming den 2 februar. Størst endring i forhold til gjennomsnittet ble registrert ved 30 meter hvor det ble registrert 19 prosent mindre villfisk, og 40 meter hvor det ble registrert 22 prosent flere fisk enn gjennomsnittet for alle merdene. Det ble også observert 21 prosent flere villfisk ved 0 grader i forhold til gjennomsnittet. Se **vedlegg 17** og **vedlegg 18** for totaloversikt for merd 5

Merd 5 hadde større konsentrasjon av villfisk ved 0 grader og veldig lite fisk rundt 120, 180 og 240 grader.



FIGUR 24 Gjennomsnitt fordeling av villfisk i forhold til grader og dybder



Figur 25 utvikling over tid. Figuren viser antall registrert villfisk for merden for dagene som ble filmet.

3.6 Sammenheng mellom registrert villfisk, beholdning og fôring

Effekt av biomasse

Sammenhengen mellom biomasse i merden og registrert villfisk for alle målingene er 0,0013 villfisk per kg oppdrettsfisk (gjennomsnitt fra alle merder og dager).

Det vil i teori si at om det er 1000 kg fisk i merden, så vil det være 1,3 villfisk utenfor merden. Mengden villfisk som ble registrert i forhold til biomassen varierte fra 0,0001 villfisk per kg oppdrettsfisk (18. februar ved merd 3) til 0,0020 villfisk per kg oppdrettsfisk (27. januar ved merd 1). (se vedlegg 8)

Effekt av antall oppdrettsfisk

Sammenhengen mellom antall villfisk og antall oppdrettsfisk i merden basert på alle målinger er 0,0016 villfisk per stk oppdrettsfisk (gjennomsnitt for alle merder og dager)

Faktoren varierte fra 0,00005 villfisk per stk (18. februar ved merd 1) til 0,0059 villfisk per stk (2. februar ved merd 3). (se vedlegg 8)

Effekt av tom merd

Ved tom merd ble det bare registrert 1 villfisk sammenlagt for to dager. Det ble registrert 115 fisk sammenlagt for to dager etter det ble tilført 74 tusen oppdrettsfisk og fôring var satt i gang i merden.

Effekt av fôring

Sammenhengen mellom registrert villfisk og fôring er 0,0077 villfisk per kg fôr for periodene januar-februar (gjennomsnitt for alle merder og dager). Effekten av fôringen varierte fra 0,005 (18 februar ved merd 1) til 0,0321 (29 januar merd 5) (se vedlegg 8) Registrert villfisk i forhold til kg fôr som tilføres merden vil ligge rundt 0,231 for enkeltdager, beregningen baserer seg på data fra hele perioden og ikke eksakt utfôring for enkeltdager.

3.7 Effekt av sultingsperiode

Samlet data fra merd 2 og 3 når oppdrettsfisken ble sultet viser en reduksjon på 30 prosent ved sammenligning av snitt fordelingen av registrert villfisk for hver enkelt merd før og etter sulting. (Se **tabell 5** for oversikt over prosentfordelinger av villfisk under sulting av laks.)

Merd 2 og 3 sto for 42 prosent hver av den totale biomassen på anlegget den 27 og 29. januar. Oppdrettsfisken ble sultet ved merd 2 disse to dagene, mens fôringen i snitt var 2096 kg for merd 3. Den gjennomsnittlige mengden registrert villfisk i forhold til den totale registrerte mengden fisk for disse dagene var 18 prosent for merd 2 og 50 prosent for merd 3. Dette viser til 32 prosent mindre villfisk ved merd 2 under sulting sammenlignet med merd 3 med lik biomasse.

Det ble også registrert en 12 prosent økning av villfisk ved merd 2 to dager etter at biomassen ble redusert med 202112 kg og fôring var startet.

Tabell 5. Viser prosentfordeling i forhold til foring, biomasse i merd og registrert villfisk ved den enkelte merden. Rødt felt viser dager hvor oppdrettsfisken ble sultet, blått felt viser merd med fôring.

Merd 2	27.01.2021.	29.01.2021	02.02.2021	18.02.2021	Snitt
Prosentdel av total foring	↓ 0 %	↓ 0 %	⇒ 28 %	↑ 40 %	17 %
Prosent av total biomasse	↑ 42 %	↑ 42 %	⇒ 28 %	⇒ 28 %	35 %
Prosentdel av total registrert villfisk	↓ 15 %	⇒ 22 %	⇒ 23 %	↑ 58 %	30 %
Endring i forhold til gjennomsnitt	↓ -15 %	↓ -7 %	↓ -6 %	↑ 28 %	
Gjennomsnitt villfisk dager med foring	41 %				
Gjennomsnitt villfisk dager merd sulting	18 %				
reduksjon ved sulting	22 %				
Merd 3	27.01.2021.	29.01.2021	02.02.2021	18.02.2021	Snitt
Prosentdel av total foring	↑ 66 %	↑ 66 %	⇒ 29 %	↓ 0 %	40 %
Prosent av total biomasse	⇒ 42 %	⇒ 42 %	⇒ 34 %	⇒ 34 %	38 %
Prosentdel av total registrert villfisk	↑ 63 %	⇒ 37 %	↑ 61 %	↓ 16 %	44 %
Endring i forhold til gjennomsnitt	↑ 19 %	⇒ -7 %	↑ 17 %	↓ -28 %	
Gjennomsnitt villfisk dager med foring	53 %				
Gjennomsnitt villfisk dager merd sulting	16 %				
reduksjon ved sulting	38 %				
Gjennomsnittlig reduksjon ved sulting	30 % (merd 2 og 3)				

4 Diskusjon

4.1 Diskusjon metode

4.1.1 Feltarbeid

Under filmprosessen var værforholdene generelt gode med med skyfri himmel den 27. Januar og delvis overskyet alle de andre dagene. Ved lengre tids mellomrom på filmingen kan skjevhet i lyskvalitet forekomme, og forutsetning for å sammenligne data blir dårligere. Ved å begrense antall dybder og bruke planlagte tidsintervaller for hvor lenge man skal filme på hver dybde, ble prosessen tidseffektiv og ekstrahering av bilder lettere i ettertid.

Det var lite algevekst i vintermånedene januar og februar, som ga gode forutsetninger for å se fisk i vannet under filming. På sommeren vil det være høyere algevekst, som fører til høyere turbiditet og dårlig sikt. I motsetning til Steffensen et al. ble det filmet 10 meter dypere, ned til 40 meter. Det ble sett mye villfisk på denne dybden, og bildene var gode nok til å gi en god indikasjon på antall. Det vil derimot være vanskelig å artsbestemme villfisken på 40 meter uten en kunstig lyskilde, fordi merden og biomassen blokkerer sollyset på enkelte posisjoner og dybder. Dette fører til store forskjeller i bildekvalitet. Ytterligere dyp på >50 meter vil trolig gi for dårlig bilder til å bestemme antall. Det anbefales bruk av en kunstig lyskilde eller kameraer med bedre lysfølsomhet for videre forskning, som har bevist at det er mulig å artsbestemmelse og registrere antall fisk ned til 110 meter (Dempster et al., 2009). Det vil også være mulig å ta bilder med blits istedenfor video med “videolys”.

Når data fra den første dagen ble behandlet oppdaget at det var utfordrende å navngi filene, fordi det var uklart hvilken merd og posisjon de ulike videofilene tilhørte. Løsningen ble at man videre i feltarbeidet ropte ut hvilken merd og posisjon man befant seg på før nedsenk.

Det ble filmet 4 forskjellige dager, med et opphold på 16 dager mellom den tredje og fjerde feltdagen. Det ville vært bedre å filme med en mer detaljert tidsoppløsning rundt tiden fisken ble flyttet og når gyteperioden for sei begynner. Dette ville gitt et bedre grunnlag for å diskutere effekten av strukturen for aggregering av villfisk i forhold til føring; samt reduksjonen av villfisk i forhold til forventet migrasjon til gyteområder i februar (Jakobsen, 1974).

4.1.2 Kamera og tilhørende utstyr

Under feltarbeidet brukte de 3 deltakerne hver sin kamerarigg i henhold til metoden fra Steffensen et al., (2020). GoPro Hero 4, 5 og 8 var de variantene som ble brukt for filmingen. GoPro 5, og spesielt GoPro 4 hadde dårligere batterikapasitet og batteriene måtte byttes ofte, som førte til mye tapt tid. GoPro 8 hadde høyere kapasitet og klarte å filme 4-6 posisjoner før batteribytte var nødvendig. Problemer med batteri var grunnen til det bare ble filmet 5, og ikke 6 merder som planlagt. Det anbefales derfor bruk av GoPro hero 8, eller andre kamera med god batterikapasitet, eller mulighet til tilkobling med strømkabel til videre arbeid.

Det ble brukt flere typer dykkerhus under filmingen. Den ene modellen hadde en myk knapp på siden av huset, som førte til at kameraet gikk over i bildetaking når det kom dypere enn 7 meter fra overflaten. Årsaken antas å være at høyere trykk på dypere vann førte til at den ene knappen ble trykket inn som dermed endret modus på kameraet. Det ble filmet en hel dag den 29. januar uten at det ble oppdaget at kameraet bare tok bilder. Korrigerende tiltak for dette var å øke antall telt fisk med en tredjedel. En ukjent feil med feste til kamera holderen førte til at 2 vertikale

kamera løsnet og sank til bunns når riggen skulle heises. Et korrigerende tiltak for å forbedre metoden var å sikre alle festene med teip i tillegg.

4.1.3 Metode for telling

Til å begynne med ble bildene telt manuelt uten et verktøy. Det medførte at bilder med høy konsentrasjon av fisk ble vanskelig å telle nøyaktig. Bruk av programmet Dot Dot Goose gjorde det enklere å følge med på hvilken fisk som allerede ble telt siden fisken markeres i bildet under tellingen. Tellingene ble dermed både raskere og mer presise. Bildekvaliteten ble derimot noe redusert når bildene ble vist gjennom Dot Dot Goose, så det kan være uegnet for enkelte forsøk. Under den manuelle tellingen ble det bare observert sei på bildene som var tydelig nok til at man med sikkerhet kunne si hvilke art det var, men dette var bare et grovt overblikk og det ble ikke utført en artsspesifikk telling.

4.2 Diskusjon resultater

4.2.2 Horisontal fordeling av villfisk

Forskning har bevist at villfisk spiser store mengder spillfôr fra oppdrettsmerdene (Nofima, 2016). Det kan dermed sees en sammenheng mellom hvor fisken plasserer seg rundt merden og tilgang på fôr. Det kan antas at tilgangen på spillfôr er større nærmere fôringsautomaten. Merden har en konisk form med en skråning fra 20 meter ned til bunnen på ca. 40 meter. Fisken vil derfor i større grad kunne svømme direkte under merden på 30- og 40 meter og ikke ha de samme begrensningene i forhold til gradene lengre nede (**se figur 8, side 20**). Mindre avgrensning mellom posisjonene gjør at man kan se fisk fra de andre posisjonene på video fra 30 og 40 meter. Dette kunne påvirke resultatet. Hvis vi ser på spillfôr som en faktor for aggregering, vil strømretning kunne påvirke om spillfôr synker rett ned eller driver med strømmen (Kutti et. al, 2007). Det ble observert mest fisk under den koniske not-delen på 30- og 40 meter.

34 prosent av total registrert villfisk ble observert ved 0 grader som er posisjonen nærmest fôringsautomaten på alle merdene, bortsett fra merd 4 hvor fôrautomaten står mellom 0 og 60 grader. 0 grader er den eneste posisjonen som hadde en stabil aggregering alle de 4 dagene. Den høye og stabile aggregeringen av fisk nært fôringsautomatene kan derfor tyde på at den horisontale fordelingen av villfisk blir påvirket av fôrspill.

$\frac{2}{3}$ av all fisken ble registrert på halvdelen av merden med fôrautomat, og kun $\frac{1}{3}$ av fisken ble registrert på halvdelen på motsatt side av fôringsautomatene. Det ble registrert en del fisk på 300 og 60 grader, som er posisjonene ved siden av fôrautomatene (0 grader). Man vil kunne forvente at fisken på disse posisjonene også kan få tilgang på spillfôr med tanke på horisontal transport av fôrpellets i moderat strøm (Kutti et. al, 2007).

Fordeling rundt enkeltmerder

Det ble totalt registrert 3336 villfisk på anlegget fordelt på 5 merder. 52 prosent av denne villfisken ble registrert på merd 3. Dette fører til at resultatene for gjennomsnitt ved alle merder påvirkes i stor grad av denne merden. Merd 3 hadde høy utfôring når filmingen ble gjort den 27 januar til 2 februar. Nøyaktige tall på mengde daglig fôring har ikke vært mulig å få tak i, men basert på tall hele måneden ble det regnet ut et gjennomsnitt på 2097 kg hver dag i perioden januar. Dette tilsvarer 66% av den totale mengden fôr som ble tilført sammenlagt for alle merdene for 27 og 29 januar. Denne fôringstrategien var spesiell for denne merden, fordi fisken i merd 3 skulle feites opp mest mulig før sulting og slakting.

Fôringen ved anlegget ble innstilt på lokaliteten og det ble ikke benyttet system for å overvåke appetit og adferd til laksen for å tilpasse foringsmengde ("Fjernfôring"), som kan indikere at fisken er mett (Bendiksen og Bergem, 2019). Dersom en antar at fôr er den viktigste attraktanten for villfisk (Tuya, et. al, 2006), så er det mulig at oppdrettsfisken ikke klarte å spise alt fôret og at den store aggregeringen av villfisk på merd 3 kan skyldes spillfôr fra en fôringsstrategi unik til denne merden i perioden fra 27. januar til 12. februar.

4.2.3 Effekt av sulting og beholdning i merd

Resultater fra merd 2 og 3 viser en reduksjon på 30 prosent observert villfisk under sulting i forhold til registrert fisk som befant seg på de samme merdene når det ble tilført fiskefôr. Det ble også registrert 32 prosent mindre villfisk ved merd 2 under sulting sammenlignet med en merd 3, som hadde lik biomasse og fôring på samme dager. (Se **vedlegg 8** for oversikt over beholdning og registrert villfisk)

Det var en stor aggregering av villfisk på merd 2 den 27. og 29 januar. Begge disse dagene var det "sulting" på merden og ingen spillfôr, som kunne tiltrukket seg villfisk. Dette tyder på at biomassen i seg selv kan bidra til aggregering. At villfisken blir tiltrukket og spiser avføring fra oppdrettsfisken, kan også være en mulig årsak. Det kan også være at villfisken hadde tilvendt seg å finne fôr rundt merd 2. Det er derfor mye usikkerhet knyttet til hvordan aggregeringen ville sett ut over tid.

Etter det ble flyttet 84 tusen oppdrettsfisk fra merd 2 over i en tom merd ble fôring gjenopptatt den 2. februar. På dette tidspunktet var biomassen nesten halvert. Antall villfisk rundt merd 2 økte videre fra 208 til 233 fisk. Hvis kun biomassen har effekt for aggregering ville antall villfisk trolig blitt redusert, men her skjedde det altså en økning. Dette tyder på at det er flere faktorer som spiller inn og det vil kreve mye mer data for å få informasjon som kan generaliseres.

Det ble registrert 32 prosent mindre villfisk ved merd 2 under sulting sammenlignet med merd 3, som hadde lik biomasse og fôring på samme dager.

Det ble registrert 0,0013 villfisk per kg biomasse i gjennomsnitt for alle dager. Målingene var veldig varierende og det var trolig flere faktorer som spilte inn. Forholdstall mellom registrert villfisk og kg utfôring basert på periodene januar - februar var 0,0077 villfisk/kg fôr. Basert på enkeltdager for filming vil villfisk/kg utfôring ligge på rundt 0,231. Nøyaktige tall var ikke mulig å beregne siden vi ikke hadde eksakte tall for utfôring for enkeltdager. Dette tyder på at selve fôringen kan ha en større effekt enn selve biomassen, men for å kunne beregne dette tydeligere trengs det mer data. Trolig er bildet mer kompleks enn enkeltfaktorer og en kombinasjon av disse vil trolig ha en økt effekt for aggregering av villfisk.

4.2.4 Strukturens effekt for aggregering av villfisk

Det ble til sammen registrert 1 villfisk utenfor merd 4 på de to første feltdagene (27. og 29. januar). På dette tidspunktet var det kun flyteringen og nyutsatt not uten begroing på merd 4. Antall registrert fisk økte til 92 den 2. Februar. Økningen skjedde to dager etter det ble forflyttet ca. 84 000 fisk over i merden og fôringen var i gang. Det er ukjent om utvikling av begroing på noten hadde ført til et annet resultat, noe som kan være interessant å undersøke i framtiden. Det kan også være andre faktorer som påvirket forsøket, som fôringsfaktor ved de nærliggende merdene, som er kjent som en av hovedfaktorene for aggregering av villfisk (Tuya, et. al, 2006). Utviklingen av total registrert villfisk ved merd 4 før og etter forflytningen, tyder på at selve strukturen til oppdrettsmerden er mindre attraktivt for villfisken ved oppdrettslokaliteten når det er flere merder i nærheten med aktiv fôring og biomasse. Selv om dette bare er en case studie, og det trengs mer data for å generalisere enkeltfunn, tyder resultatene på at flytende strukturer ikke tiltrekker seg villfisk i like stor grad på en oppdrettslokalitet med aktiv fôring og biomasse i andre merder, som de ville gjort i åpen sjø (Beets, 1989; Freon og Dagorn, 2000). For å undersøke merd-strukturens evne til å tiltrekke seg fisk videre burde man studert flere tomme merder på en lokalitet over en periode, hvor fôringen er stoppet og merdene er tomme for oppdrettsfisk.

4.2.5 Dybdefordeling av villfisk

99,92% av villfisken som ble registrert befant seg på 20, 30 og 40 meter, hvor 53% av fisken ble registrert på 30 meter. Dette er veldig likt tidligere resultat fra Steffensen, et al., (2020) som fant 53,7% av fisken på 30 meter. Men det må nevnes at de ikke filmet dypere enn 30 meter. I tillegg ble det registrert mye villfisk (8,1%) på 15 m, som ikke var en dybde som ble undersøkt i denne oppgaven. Dempster et. al (2009) viste at sei hadde en bentopelagisk atferd og ble registrert på alle dybder fra vannoverflaten til havbunnen, og at de spesielt foretrakk steinbunn fremfor

mudder og sand. Havbunnen på Gjermundnes består hovedsakelig av sand, grus og fjellområder. Med noen mindre områder med steinbunn (Larsen og Langvatn, 2012). Det er kjent at gammel og stor sei foretrekker å oppholde seg i dypere vann (Vøllestad, 2021). I åpen sjø har man sett at den største andelen sei befinner seg på havbunnen til 5 meter over havbunnen (Neilson et. al, 2003). På bakgrunn av dette er det derfor sannsynlig at denne undersøkelsen ikke klarte å registrere sei og andre arter villfisk som gikk dypere enn 40 meter. Variansanalysen utført i forsøket til Dempster et. al (2009) viste at det var signifikant større ansamlinger av villfisk rundt oppdrettsmerder på overflatelaget (0-10 meter) og “merd-sjiktet” (10-30 meter) i forhold til de tre andre sjiktene (30 meter til 5 meter over havbunnen, 1-10 meter over havbunnen og 0-1 meter over havbunnen). Resultater fra denne oppgaven viste at 75% av fisken ble registrert på de samme dybdene (0-30 meter) som var signifikante i forsøket til Dempster et. al (2009). Flere studier til forskjellige årstider ga omtrent samme resultat i dybdefordelingen (Referanser til eget arbeid, Dempster et. al, 2009; Steffensen et. al, 2020) Denne signifikante aggregeringen av sei på 0-30 meter er derimot motstridende i forhold data om dybdefordeling i åpen sjø og nært gyteområder (Neilson et. al, 2003.) Derfor trengs det mer data før man kan fastslå i hvilken grad den naturlige dybdefordelingen til seien blir påvirket av oppdrettsanlegg.

4.2.6 Reduksjon av antall villfisk over tid

Filmingen ble gjennomført over en 22 dagers periode hvor de tre første filmingen ble gjort med to dagers mellomrom og den siste filmingen (18. februar) ble gjort 16 dager etter den tredje filmingen. Det ble bare registrert 168 villfisk torsdag 18. februar som tilsvarer 5 prosent av de totalt 3336 registrerte fiskene for de fire dagene til sammen.

Gyting av sei ved Mørebankene skjer i løpet av korte tidsintervaller i perioden mellom februar og april, hvor 2 prosent av seien var utgytt den 22. Februar, og storparten av seien (86 prosent) var

utgytt i midten av mars (Jakobsen, 2013; Jakobsen, 2014). Selv om det er tydelige tegn på at oppdrett påvirker lokal fordeling av seibestander, er det ingenting som tyder på at gytemønsteret til seien har endret seg over tid (Otterå og Skilbrei, 2014). En mulig årsak for den betydelige reduksjonen av registrert villfisk den 18. februar, etter et 16 dagers opphold i filming, kan være at kjønnsmoden sei har dratt ut til gytefelt utenfor møre for å gyte. Perioden hvor endringer finner sted samsvarer godt med litteraturen om gytemønsteret beskrevet av Jakobsen. Det er imidlertid for lite data i dette case-studiet for å gi et totalt svar på dette. Planlagte målinger i perioden mellom den tredje og fjerde filmingen kunne gitt et bedre datagrunnlag for å vise at denne reduksjonen skjedde gradvis i løpet av perioden. Det trengs mange slike studier som dette i fremtiden, både før gyting (desember-februar) og etter (mars-mai) for å se om det kan være en kausal sammenheng mellom endring av antall registrert villfisk (sei) på oppdrettsanlegget og gyteadfærd.

Alderen på fisken som var igjen på anlegget sammenlignet med de som har forsvunnet er ukjent. Vi vet at sei fanget ved gytefelt i Norge er mellom 6- og 10 år, med høyest andel 7- og 8 åringer (Jakobsen, 2013). Det anbefales at det ved videre forskning blir fisket opp sei på oppdrettslokalitetene for å bruke otolittene til å beregne alder (Mehl. et al, 2017). Dette vil kunne gi ytterligere informasjon til å studere gyteadfærd.

4.2.7 Total antall fisk ved oppdrettsanlegget

For å sammenligne data så studeres registrert villfisk på 0-30 meters dybde. I denne bacheloroppgaven ble det registrert 1,1 villfisk hver 500 kubikkmeter. Upublisert data gjennomført på samme lokalitet ved Gjermundnes i perioden juli til august, viser til 0,84 villfisk per 500 kubikkmeter. Fokusområdet for dette forsøket var art spesifisering så man kan tenke seg

at det er blitt registrert noe lavere antall villfisk når de må være tydelig nok til å identifisere fiskene som er på bildene (Banno, unpubl. data).

Det finnes lite informasjon om nøyaktig antall villfisk per volum ved norske oppdrettsanlegg og oppdrettsanlegg andre steder i verden, men man kan sammenligne med det som er tilgjengelig. Målinger gjennomført mellom 0 til 30 meters dybde ved Hitra i Trøndelag viser til 7, 8 og 30 registrerte villfisk per 500 kubikkmeter ved tre merder. Prosjektet ble gjennomført fra juni til august i 2007 (Dempster et. al, 2009). Ved en oppdrettslokaliteten Ørnøya ved Frøya i desember 2019, ble det registrert store mengder villfisk, som kunne ligne på tallene presentert av Dempster (Gansel, unpubl. data). Lokaliteten på Ørnøya ligger i nærhet av Hitra og det kan tyde på at det generelt er mer villfisk i dette område. Villfisken som ble observert her så ut til å være mye mindre og antas å ligge mellom 500 g og 1 kg, mens villfisken ved gjermundnes hadde en snittvekt på 3,8 kg (Tuene, unpubl. data).

På en oppdrettslokalitet ved Seterneset i Moldefjorden ble det registrert 2 villfisk per 500 kubikkmeter mellom 0 og 30 meter (Steffensen, et. al, 2020). Denne oppgaven baserte seg mest på utvikling av metodikk for filming, og mange av bildene ble tatt av interesse for utviklingen av selve metoden. Det vil dermed si at resultatene kanskje ikke er sammenlignbare.

5 Svar på hypoteser

- 1) *Det vil stå mer villfisk rundt oppdrettsmerder med oppdrettsfisk og fôring i, enn rundt en ny utsatt merd uten oppdrettsfisk og fôring på samme lokalitet til samme tid.*

Det ble registrert en betydelig større andel villfisk rundt merdene med biomasse og fôring, i forhold til den nyutsatte merden uten oppdrettsfisk til samme tid. Det ble bare registrert 1 villfisk på den tomme merden iløpet av 27 og 29. januar, og det ble registrert 2161 fisk sammenlagt på de 4 andre merdene som ble overvåket i samme periode. Gjennomsnittlig antall registrert villfisk for alle merder (inkludert den tomme) for 27 og 29. januar var henholdsvis 244 og 188. Flest registrert villfisk ved en enkelt merd for samme periode var 766 fisk, mens lavest antall (eksklusiv den tomme merden) var 73 villfisk.

- 2) *Det vil så bli registrert mer villfisk rundt den nyutsatte merden etter utsett av stor biomasse og fôring*

Det ble registrert en tydelig økning i antall villfisk rundt den nyutsatte merden etter utsett av 202 tonn biomasse og fôring. Det ble registrert 1 villfisk på den tomme merden sammenlagt for 27 og 29 januar, så økte antallet til 92 fisk ved samme merd 2 dager etter utsett av 74 tusen oppdrettsfisk, og påbegynt fôring.

3) *Dersom villfisk tiltrekkes mye av fôrspill, antas det at villfisken vil posisjonere seg der det er mest fôrspill, dvs. nær fôrautomatene.*

$\frac{2}{3}$ av villfisken befant seg på den halvdelen av merden hvor foringsautomatene var plassert, mens bare $\frac{1}{3}$ av villfisken befant seg på den andre halvdelen. Ved en jevn fordeling på 6 posisjoner rundt merden, ble 34 prosent av all villfisken registrert ved posisjonen som var nærmest foringsautomatene.

4) *Det forventes sei rundt oppdrettsmerdene. Det vil være mer sei ved bunnen av merden enn nærmere overflaten.*

Det ble observert mest fisk nært den koniske not-delen mellom 20 og 40 meters dybde. Det ble ikke registrert noen fisk på 7 meter, < 0,1 prosent fisk ble registrert på 13 meter, 22 prosent ble registrert på 20 meter, 53 prosent ble registrert på 30 meter og 25 prosent av villfisken ble registrert på 40 meter. Observasjonene er påvirket av mørke områder på 40 meter, så antallet på denne dybden vil trolig være understimert.

5) *Sei forventes å migrere til gyteområder, og antall villfisk på oppdrettslokaliteten vil derfor synke i løpet av februar.*

Det ble registrert en merkbar reduksjon av villfisk ved merdene mellom 2-18 februar. Noe som er i god overensstemmelse med litteratur, som sier at store deler av seibestander migrerer til gyteområder i løpet av februar (Jakobsen, 1974).

5.1 Anbefaling for videreføring av arbeid

Det anbefales videreføring av arbeidet siden dette kan bidra til å utvikle beregninger for antatt mengde villfisk rundt anleggene basert på biomasse, utføring og årstid. En slik metode vil kunne redusere de negative miljøpåvirkningene som oppstår i perioder med stor tetthet av villfisk rundt anleggene i den voksende næringen.

Det er mye som tyder på at det er store variasjoner i fordeling av villfisk avhengig av årstid, gytesesong og geografisk plassering av oppdrettsanleggene. Det anbefales derfor å bruke stasjonære kamera, som kan filme over en lengre tidsperiode. Dette kan bidra til mer helhetlig og sikker data om fordelingen. På grunn av den store datamengden dette vil generere, og som må behandles, så anbefales det også å tilpasse innstillinger for AI til telling av totalt antall villfisk ,samt utvikling av et velfungerende system for loggføring av resultater.

Litteraturliste:

American Museum of Natural History (2020) *Dot Dot Goose version 1.5.2* Tilgjengelig fra: https://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/dotdotgoose/ (Hentet: 16. April 2021)

Beets, J. (1989) '*Experimental Evaluation of Fish Recruitment to Combinations of Fish Aggregating Devices and Benthic Artificial Reefs*', University of Miami - Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, 44(2), pp. 973–983. Tilgjengelig fra: <https://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/1989/00000044/00000002/art00041> (Hentet: 15 April 2021).

Bendiksen, Å., E., og Bergem, V., K., (2019) *Fra flåteføring til sentralisert fjernføring av oppdrettslaks. Mennesker, omgivelser og teknologi i fôringsprosessen*. Masteroppgave. Nord Universitet. Tilgjengelig fra: <https://nordopen.nord.no/nord-xmlui/bitstream/handle/11250/2630715/BendiksenBergem.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Hentet: 30. April 2021)

Boge, M. L. (2017) *Effekter av oppdrett på vill marin fisk* Tilgjengelig fra: <https://nofima.no/nyhet/2017/09/effekter-av-oppdrett-pa-vill-marin-fisk/> (Hentet: 27. April 2021).

Bjordal, Å. og Skar, A. B. (1992) *Tagging of saithe (Pollachius virens L.) at a Norwegian fish farm: preliminary results on migration*. Tilgjengelig fra: https://imr.brage.unit.no/imr-xmlui/bitstream/handle/11250/100311/CM_1992_G35.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Hentet: 20. April 2021)

Buckley, R. M., David. G, og Buckley, T, W. (1988) *Fish aggregation device (FAD) enhancement of offshore fisheries in American Samoa*. Tilgjengelig fra:

http://coastfish.spc.int/Reports/Wkshop_1988_papers/BP_text_searchable/BP69_Inshore_wkshop_1988.pdf (Hentet: 15. April 2021)

Carss, D. N. (1990) Concentrations of wild and escaped fishes immediately adjacent to fish farm cages, *Aquaculture*, 90(1), s. 29–40. Tilgjengelig fra: doi: 10.1016/0044-8486(90)90280-Z. (Hentet: 23. April 2021)

Colquhoun, D., Garseth, Å., H., Gudding, R., Helgesen, K., Holst-Jensen, A., Lillehaug, A., Løkka, G., Mo, T., A., Qviller, L., og Skaar, I., (2018) *Smitte mellom oppdrettsfisk og villfisk:*

Dempster, T., Sanchez-Jerez, P., Bayle-Sempere., J. T., Casalduero, G. F., Valle, C. (2002) Attraction of wild fish to sea-cage fish farms in the south-western Mediterranean Sea: Spatial and short-term temporal variability. *Mar Ecol Prog Ser*, vol. 242, s. 237-252. Tilgjengelig fra: https://www.researchgate.net/publication/305160756_Attraction_of_wild_fish_to_sea-cage_fish_farms_in_the_south-western_Mediterranean_Sea_Spatial_and_short-term_temporal_variability

Dempster, T. Uglem, I. Sanchez-Jerez P., Fernandez-Jover, D. Bayle-Sempere, J. Nilsen, R. og Bjørn P., A. (2009) Coastal salmon farms attract large and persistent aggregations of wild fish: an ecosystem effect. *Mar Ecol Prog Ser*, 385, s. 1-14. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.3354/meps08050> (Hentet: 23. April 2021)

Ernst, P. J. (2020) *DotDotGoose Quick Guide*.

https://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/dotdotgoose/DotDotGoose.pdf (Hentet: 16. April 2021).

FAO (2020). *Summary of the impacts of the COVID-19 pandemic on the fisheries and aquaculture sector: Addendum to the State of World Fisheries and Aquaculture*. 2020. Rome. doi: <https://doi.org/10.4060/ca9349en> (Hentet: 7. Mai 2021).

Fernandez-Jover, D., Martínez-Rubio, L., Sánchez-Jerez, P., Bayle-Sempere, J. T., López-Jiménez, J. A., Martínez-López, F. J., Bjørn, P. A., Uglem, I., Dempster, T. (2011) Waste feed from coastal fish farms: A trophic subsidy with compositional side-effects for wild gadoids, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 91(4), pp. 559–568. doi: 10.1016/j.ecss.2010.12.009.

Fiskeridirektoratet (2020) *Akvakulturstatistikk: totalt for hele næringen*. Tilgjengelig fra: <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tall-og-analyse/Akvakulturstatistikk-tidsserier/Totalt-hele-naeringen> (Hentet: 12 Mars 2021).

Fréon, P., Dagorn, L. (2000) *Review of fish associative behaviour: Toward a generalisation of the meeting point hypothesis*. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10, 183–207 Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1023/A:1016666108540> (Hentet: 15. April 2021)

Gopro (2019) *HERO5 Black Field of View (FOV) Information*. Tilgjengelig fra: <https://community.gopro.com/t5/en/HERO4-Field-of-View-FOV-Information/ta-p/390285>. (Hentet: 14. April 2020)

Hallerud, C., Langvatn, A, C. (2017) Undersøkelse av punktutslipp for Dravlaus, Åkerblå AS, Tilgjengelig fra: <https://api.fiskeridir.no/env-reports/AR199193921/26273> (Hentet: 25. April 2021)

Kunnskapsstatus og risikovurdering (Rapport 12 - 2018) Tilgjengelig fra: <https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2018/smitte-mellom-oppdrettsfisk-og-villfisk-kunnskapsstatus-og-risikovurdering/> (Hentet: 29. April 2021)

Kutti, T., Ervik, A., Hansen, K., P. (2007) Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. I. Vertical export and dispersal processes. *Aquaculture*, 262 (2-4), s. 367-381. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.10.010>

Kutti, T., Ervik, A. and Høisæter, T. (2008) 'Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. III. Linking deposition rates of organic matter and benthic productivity', *Aquaculture*, 282(1-4), pp. 47-53. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.06.032>

Jakobsen, T. (1972) Storseiundersøkelser på kystbankene fra Møre til Lofoten i tiden 1. - 11., *Fisken og havet* (3), s. 62-65. Tilgjengelig fra: <http://hdl.handle.net/11250/113159>

Jakobsen, T. (1974) *Observations on the spawning grounds of the north sea and Norway coast stock of saithe* Tilgjengelig fra: https://imr.brage.unit.no/imr-xmlui/bitstream/handle/11250/101420/CM_1974_F_44.pdf?sequence=1 (Hentet: 8. Mai 2021)

Larsen, V., S., og Langvatn., A., V (2012) *Miljøundersøkelse (NS 9410); Gjermundnes* (Rapport fra Kystlab-BR126880). Kystlab, Dragsund. Tilgjengelig fra: <https://api.fiskeridir.no/env-reports/AR76149637/10246> (Hentet: 30. April 2021)

Mehl, S., Berg, E., Korsbrekke, K., Olsen, E., og Staby, A. (2017) *Acoustic abundance of saithe, coastal cod and haddock Finnmark – Møre Autumn 2017* (Toktrapport: ISSN 15036294/Nr. 2-2018) Bergen: Havforskningsinstituttet. Tilgjengelig fra: https://www.hi.no/resources/publikasjoner/toktrapper/2018/toktrapport_nr_2_2018_kysttokt.pdf (Hentet: 12. Mai 2021)

Neilson J.D., Annis L., Perley P., Clay, A., Croft, C og O'Connor, M. (2002) Seasonal aggregations of Canadian East Coast pollock as inferred from the commercial fishery and hydroacoustic observations, *Journal of Fish Biology*, 2002, vol. 61 (s. 1067-1084) Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2002.tb02456.x>

Neilson, J. D., Donald, C., Melvin, G., D., Perley, P., Stevens, C., (2003) The diel-vertical distribution and characteristics of pre-spawning aggregations of pollock (*Pollachius virens*) as inferred from hydroacoustic observations: the implications for survey design, *ICES Journal of Marine Science*, Volume 60, Issue 4, 2003, Pages 860–871, [https://doi.org/10.1016/S1054-3139\(03\)00068-7](https://doi.org/10.1016/S1054-3139(03)00068-7)

Nofima (2016) *Kvaliteten til sei som beiter nær oppdrettsanlegg er dokumentert* | Nofima. Tilgjengelig fra: <https://nofima.no/nyhet/2016/08/kvaliteten-til-sei-som-beiter-naer-oppdrettsanlegg-er-dokumentert/> (Hentet: 12 Mars 2021).

Otterå, H. og Skilbrei, O.T., (2014) Possible influence of salmon farming on long-term resident behaviour of wild saithe (*Pollachius virens* L.) *Ices Journal of Marine Science* 71 (9): 2484-2493. doi: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu096> (Hentet: 29. April 2021)

SSB (2020) *Akvakultur (avsluttet i Statistisk sentralbyrå) - årlig, endelige tall - SSB*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/fiskeoppdrett> (Hentet: 12 Mars 2021).

Steffensen, O., Ødegård, S,S. og Hansen, J.S. (2020) *Metodikk for overvåkning av pelagisk villfisk rundt laksemerder*. Bacheloroppgave. NTNU i Ålesund. Tilgjengelig fra: <https://hdl.handle.net/11250/2661281> (Hentet: 12. April 2020).

Subspace (u.å.) *Underwater Optics Expertise* Tilgjengelig fra:
<https://www.subspace.ch/uw-optics-expertise> (Hentet: 10. mai 2021)

Torrissen O, Hansen P. K., Aure J., Husa V., Andersen S., Strohmeier T., Olsen R.E. (2016) *Næringsutslipp fra havbruk – nasjonale og regionale perspektiv*. (Rapport fra Havforskningen, Nr.21-2016). Havforskningsinstituttet, Bergen. ISSN 1893-4536 Tilgjengelig fra:
<http://hdl.handle.net/11250/2409078> (Hentet: 29. April 2021)

Tuya F, Sanchez-Jerez P, Dempster T, Boyra A, Haroun R (2006) Changes in demersal wild fish aggregations beneath a sea-cage fish farm after the cessation of farming. *J Fish Biol* 69:682–697
doi:<https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2006.01139.x>

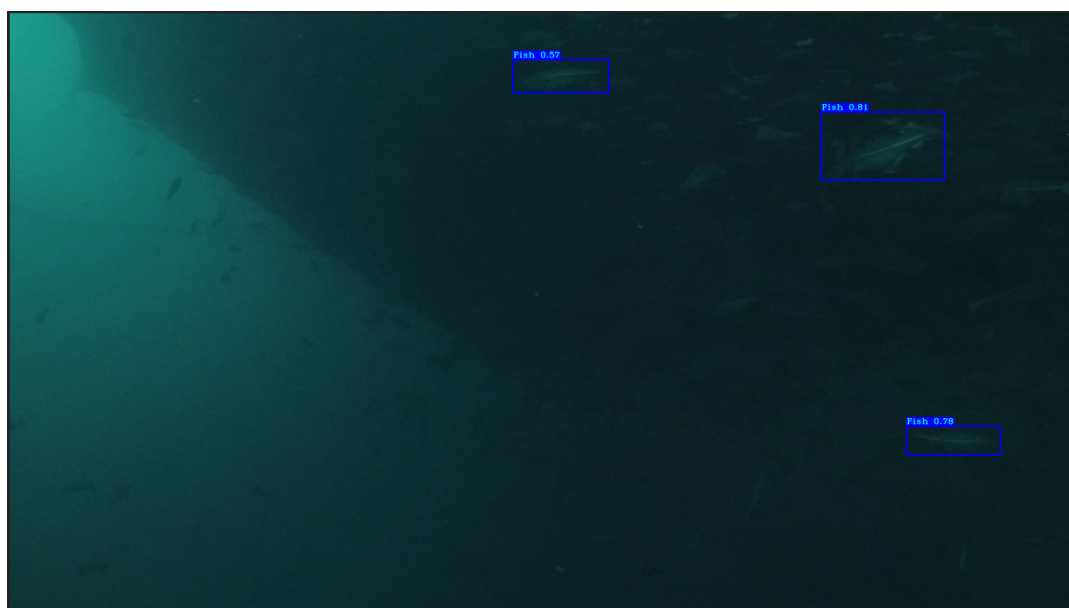
Vøllestad, A. (2021) Sei, *Store Norske Leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/sei> (Hentet: 27. april 2021).

Vedlegg

Vedlegg 1 Tabell som viser sammenligning mellom YOLOv4 og manuell telling. Ved bruk av AI for automatisk telling så ble det bare registrert 36 prosent sammenlignet med den manuelle tellingen

<i>Antall bilder</i>	8570	<i>Bilder per dybde</i>	5
	AI telling	Manuell telling	Prosent for AI
Registrert fisk	6097	16714	
Antall fisk	1219	3336	
Snitt for hvert bilde	0,71	1,95	36 %

Vedlegg 2 Bildet viser registrert fisk ved bruk av YOLOv4
(20210127-Cage3-0deg-20m-CamD-005.png)



Vedlegg 3 Bildet viser registrert fisk ved manuell telling
(20210127-Cage3-0deg-20m-CamD-005.png)



Vedlegg 4 beregning av volum

Hollow cylinder	
Height	40 m ▾
Diameter external	60 m ▾
Diameter internal	40 m ▾

$V = \pi \cdot h \cdot (D^2 - d^2) / 4$

Volume 62,832 m³ ▾

Vedlegg 5 Tabell viser registrert villfisk i forhold til grader for alle dager (Gjennomsnitt fra alle merdene).

Grader	27.01.2021	Prosentdel	29.01.2021	Prosentdel	02.02.2021	Prosentdel	18.02.2021.	Prosentdel	Sum	Prosentdel
0°	391	32 %	364	39 %	320	32 %	67	40 %	1143	34 %
60°	325	27 %	192	20 %	65	6 %	16	9 %	598	18 %
120 °	255	21 %	146	15 %	78	8 %	16	9 %	495	15 %
180 °	102	8 %	14	1 %	220	22 %	21	13 %	357	11 %
240 °	15	1 %	57	6 %	151	15 %	12	7 %	235	7 %
300 °	131	11 %	170	18 %	172	17 %	37	22 %	511	15 %
Sum	1220	100 %	942	100 %	1006	100 %	168	100 %	3339	100 %
	37 %		28 %		30 %		5 %		100 %	

Vedlegg 6 Tabell viser dybde fordeling for alle målinger. Tabellen viser plassering av fisk på de forskjellige dagene for hver merd over hele perioden. Grå tekst viser prosentdelen i forhold til totalen for alle målingene

Dybder	27.01.2021	Prosentdel	29.01.2021	Prosentdel	02.02.2021	Prosentdel	18.02.2021.	Prosentdel	Sum	Prosentdel
7m	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
13m	1	0 %	0	0 %	1	0 %	0	0 %	3	0,08 %
20m	278	23 %	126	13 %	279	28 %	37	22 %	720	22 %
30m	672	55 %	540	57 %	531	53 %	27	16 %	1772	53 %
40m	269	22 %	275	29 %	195	19 %	104	62 %	843	25 %
Sum	1220	100 %	942	100 %	1006	100 %	168	100 %	3339	100 %
	37 %		28 %		30 %		5 %		100 %	0 %

Vedlegg 7 -Tabell over plassering av registrert villfisk i forhold til dybder og grader for alle merder basert på alle dager

Alle merder	0°	60°	120 °	180 °	240 °	300 °	Sum	Prosent
7m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
13m	1	0	0	1	1	0	3	0,08 %
20m	186	74	124	134	68	133	720	22 %
30m	589	387	245	175	124	250	1770	53 %
40m	366	136	125	47	41	127	843	25 %
Sum alle dager	1142	598	494	357	234	510	3336	100 %
Prosent	34 %	18 %	15 %	11 %	7 %	15 %	100 %	

Vedlegg 8 Beregning av påvirkningsgrad til aggregering av villfisk basert på antall oppdrettsfisk i merd, størrelse på oppdrettsfisken, biomassen i merden og foringsmengde for perioden. Tallene baserer seg for månedsperioden de tilhører. Det lot seg ikke gjøre å få data på dagsbasis, derfor vil beregningene være noe misvisende.

Merd 1	27.01.2021.	29.01.2021	02.02.2021	18.02.2021
Antall oppdrettsfisk	194777	194777	193900	193900
Snittvekt gram	512	512	640	640
Biomasse kilo	99800	99800	125000	125000
Foring kilo	19500	19500	22000	22000
Foring/biomasse	0,20	0,20	0,18	0,18
Registrert fisk (merd1)	199	148	71	10
villfisk/Antall oppdrettsfisk	0,0010	0,0008	0,0004	0,0001
Villfisk/Snittvekt gram	0,3887	0,2882	0,1116	0,0159
villfisk/Biomasse kilo	0,0020	0,0015	0,0006	0,0001
villfisk/Foring kilo	0,0102	0,0076	0,0032	0,0005
villfisk/(Foring/biomasse)	1018	755	406	58

Merd 2	27.01.2021.	29.01.2021	02.02.2021	18.02.2021
Antall oppdrettsfisk	184608	184608	109923	109923
Snittvekt gram	2353	2353	2691	2691
Biomasse kilo	434383	434383	295489	295489
Foring kilo	0	0	43500	43500
Foring/biomasse	0,00	0,00	0,15	0,15
Registrert fisk (merd2)	182	208	233	97
villfisk/Antall oppdrettsfisk	0,0010	0,0011	0,0021	0,0009
Villfisk/Snittvekt gram	0,0772	0,0884	0,0867	0,0361
villfisk/Biomasse kilo	0,0004	0,0005	0,0008	0,0003
villfisk/Foring kilo	#DIV/0!	#DIV/0!	0,0054	0,0022
villfisk/(Foring/biomasse)	#DIV/0!	#DIV/0!	1585	660

Merd 3	27.01.2021.	29.01.2021	02.02.2021	18.02.2021
Antall oppdrettsfisk	133025	133025	103114	103114
Snittvekt gram	3233	3233	3500	3500
Biomasse kilo	430178	430178	360951	360951
Foring kilo	65000	65000	44000	0
Foring/biomasse	0,15	0,15	0,12	0,00
Registrert fisk (merd3)	766	346	609	26
villfisk/Antall oppdrettsfisk	0,0058	0,0026	0,0059	0,0003
Villfisk/Snittvekt gram	0,2368	0,1071	0,1741	0,0075
villfisk/Biomasse kilo	0,0018	0,0008	0,0017	0,0001
villfisk/Foring kilo	0,0118	0,0053	0,0139	#DIV/0!
villfisk/(Foring/biomasse)	5067	2292	4999	#DIV/0!

Merd 4	27.01.2021.	29.01.2021	02.02.2021	18.02.2021
Antall oppdrettsfisk	0	0	74685	74685
Snittvekt gram	0	0	2706,2	2706,2
Biomasse kilo	0	0	202112	202112
Foring kilo	0	0	26500	26500
Foring/biomasse	0,00	0,00	0,13	0,13
Registrert fisk (merd4)	1	0	92	24
villfisk/Antall oppdrettsfisk	#DIV/0!	#DIV/0!	0,0012	0,0003
Villfisk/Snittvekt gram	#DIV/0!	#DIV/0!	0,0338	0,0088
villfisk/Biomasse kilo	#DIV/0!	#DIV/0!	0,0005	0,0001
villfisk/Foring kilo	#DIV/0!	#DIV/0!	0,0035	0,0009
villfisk/(Foring/biomasse)	#DIV/0!	#DIV/0!	698,6211	181,5195

Merd 5	27.01.2021.	29.01.2021	02.02.2021	18.02.2021
Antall oppdrettsfisk	88021	88021	86495	86495
Snittvekt gram	338	338	455	455
Biomasse kilo	29757	29757	39313	39313
Foring kilo	7500	7500	8500	8500
Foring/biomasse	0,25	0,25	0,22	0,22
Registrert fisk (merd5)	73	240	Ingen data	10
villfisk/Antall oppdrettsfisk	0,0008	0,0027	#VERDI!	0,0001
Villfisk/Snittvekt gram	0,2155	0,7112	#VERDI!	0,0229
villfisk/Biomasse kilo	0,0024	0,0081	#VERDI!	0,0003
villfisk/Foring kilo	0,0097	0,0321	#VERDI!	0,0012
villfisk/(Foring/biomasse)	289,0793	954,0491	#VERDI!	48,1006

Effekt av faktor (snitt)	Aggregering
villfisk/Antall fisk i merd	0,0016
Villfisk/Snittvekt gram	0,1536
villfisk/Biomasse kilo	0,0013
villfisk/Foring kilo	0,0077
villfisk/(Foring/biomasse)	1358
Aggregering/faktor	
Over gjennomsnitt	
Under gjennomsnitt	
Overste 10 % (Fet skrift)	

Effekt av faktor viser hvilken mengde villfisk som aggregeres for hver enkelt faktor baser på gjennomsnittet for 19 målinger ved 5 forskjellige merder.

Fargekoden for enkelt merder viser hvor endringene skiller seg ut fra gjennomsnittet.
Rødt felt = over gjennomsnitt,
oransje felt = under gjennomsnitt, **fet skrift** = øverste 10% (stor påvirkning denne dag)

Vedlegg 9 -Tabell for plassering av villfisk. Viser gjennomsnitts plassering av villfisk i forhold til grader og dybder for alle dager. Lys grå tekst viser prosentfordeling og endring i forhold til gjennomsnitt registrert villfisk for alle merder

Merd 1	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	Prosent	Sammenlignet med snitt
7m	0	0	0	0	0	0	0	0 %	0 %
13m	0	0	0	0	0	0	0	0 %	0 %
20m	12	1	14	28	0	0	55	13 %	-9 %
30m	98	56	7	51	5	14	232	54 %	1 %
40m	71	16	46	2	1	7	142	33 %	8 %
Sum alle dager	182	72	67	81	6	21	428	100 %	
Prosent	42,42 %	16,91 %	15,56 %	18,87 %	1,39 %	4,86 %	100,00 %		
sammenlignet med snitt	8 %	-1 %	1 %	8 %	-6 %	-10 %			

Vedlegg 10 -Tabell over plassering av registrert villfisk i forhold til dybder og grader for alle dager

Merd 1								
27.01.2021								
Dybder	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	prosent
7m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
13m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
20m	9,6	0,4	13,6	27,6	0	0	51,2	26 %
30m	60	10,2	3,6	1	2,6	10,8	88,2	44 %
40m	48,6	7,4	1	0	0	2,6	59,6	30 %
Sum	118	18	18	29	3	13	199	100 %
Merd 1	59 %	9 %	9 %	14 %	1 %	7 %	100 %	
29.01.2021								
Dybder	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	prosent
7m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
13m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
20m	1	0	0	0	0	0	1	1 %
30m	27,2	42,8	3,6	0	2,34	2	78	53 %
40m	16,4	6,4	42,8	0	0	3	69	46 %
Sum	45	49	46	0	2	5	148	100 %
Merd 1	30 %	33 %	31 %	0 %	2 %	3 %	100 %	
02.02.2021								
Dybder	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	prosent
7m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
13m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
20m	1,2	0,4	0	0,8	0	0	2	3 %
30m	9,8	2,8	0	42	0,4	1,2	56	79 %
40m	6,4	2	1,4	1,8	0	1,2	13	18 %
Sum	17	5	1	45	0	2	71	100 %
Merd 1	24 %	7 %	2 %	62 %	1 %	3 %	100 %	
18.02.2021								
Dybder	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	prosent
7m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
13m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
20m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
30m	1,4	0	0,2	7,6	0	0	9	90 %
40m	0	0	0,4	0	0,6	0	1	10 %
Sum	1	0	1	8	1	0	10	100 %
Prosent	14 %	0 %	6 %	75 %	6 %	0 %	100 %	

Vedlegg 11 - Tabell plassering av villfisk. Viser gjennomsnittsplassering av villfisk i forhold til grader og dybder for alle dager. Lys grå tekst viser prosentfordeling og endring i forhold til gjennomsnitt registrert villfisk for alle merder

Merd 2	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	Prosent	Sammenlignet med snitt
7m	0	0	0	0	0	0	0	0 %	0 %
13m	0	0	0	0	0,4	0	0	0 %	0 %
20m	17	16	15	15	15	31	108	15 %	-7 %
30m	63	73	97	46	26	58	362	50 %	-3 %
40m	83	44	40	17	21	44	250	35 %	9 %
Sum alle dager	164	132	152	78	62	133	720	100 %	
Prosent	23 %	18 %	21 %	11 %	9 %	18 %	100 %		
sammenlignet med snitt	-12 %	0 %	6 %	0 %	2 %	3 %			

Vedlegg 12 - Tabell over plassering av registrert villfisk i forhold til dybder og grader for alle dager

Merd 2	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	
27.01.2021								
Dybder	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	
7m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
13m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
20m	0	2,8	0	4,6	0	0	7,4	4 %
30m	0,4	32,6	51,4	21,8	5,8	0	112	62 %
40m	11,4	23,4	17,4	7	1	2,128	62,328	34 %
Sum	12	59	69	33	7	2	182	100 %
Merd 2	6 %	32 %	38 %	18 %	4 %	1 %	100 %	
29.01.2021								
Dybder	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	
7m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
13m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
20m	9,6	8,4	4	3,12	1,04	10,6	37	18 %
30m	32,4	23,8	24,8	2,6	1,3	32,4	117	56 %
40m	14,4	11,4	11	2,34	0,52	14,2	54	26 %
Sum	56	44	40	8	3	57	208	100 %
Merd 2	27 %	21 %	19 %	4 %	1 %	28 %	100 %	
02.02.2021								
Dybder	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	
7m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
13m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
20m	6,6	4,4	7,8	6,8	13	17,2	56	24 %
30m	28	16,2	17,4	19	17	21,8	119	51 %
40m	15,8	8,8	9,2	2,8	13,6	8	58	25 %
Sum	50	29	34	29	44	47	233	100 %
Merd 2	22 %	13 %	15 %	12 %	19 %	20 %	100 %	
18.02.2021								
Dybder	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	
7m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
13m	0	0	0	0	0,4	0	0	0 %
20m	0,6	0	2,8	0	1,2	3,2	8	8 %
30m	2,6	0,2	3	2,86	1,4	3,4	13	14 %
40m	41,8	0,4	2,8	4,94	5,8	19,8	76	78 %
Sum	45	1	9	8	9	26	97	100 %
	46 %	1 %	9 %	8 %	9 %	27 %	100 %	

Vedlegg 13 -Tabell plassering av villfisk. Viser gjennomsnittsplassering av villfisk i forhold til grader og dybder for alle dager. Lys grå tekst viser prosentfordeling og endring i forhold til gjennomsnitt registrert villfisk for alle merder

Merd 3	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	Prosent	Sammenlignet med snitt
7m	0	0	0	0	0	0	0	0 %	0 %
13m	0	0	0	0	0	0	0	0 %	0 %
20m	124	53	81	75	51	70	453	26 %	4 %
30m	358	235	135	67	91	144	1029	59 %	6 %
40m	116	35	25	27	15	46	265	15 %	-10 %
Sum alle dager	599	323	240	168	157	261	1747	100 %	
Prosent	34 %	18 %	14 %	10 %	9 %	15 %			
sammenlignet med snitt	0 %	1 %	-1 %	-1 %	2 %	0 %			

Vedlegg 14 -Tabell over plassering av registrert villfisk i forhold til dybder og grader for alle dager

Merd 3								
27.01.2021								
Dybder	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	
7m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
13m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
20m	44	46	61	14	1	30	196	26 %
30m	120	179	94	12	3	49	456	60 %
40m	60	24	12	10	2	6	114	15 %
Sum	224	248	167	36	6	84	766	100 %
29.01.2021								
	29 %	32 %	22 %	5 %	1 %	11 %		100 %
Dybder	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	
7m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
13m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
20m	28	2	9	0	8	13	60	17 %
30m	84	39	35	4	41	47	250	72 %
40m	11	8	2	1	1	13	36	10 %
Sum	123	50	46	5	49	73	346	100 %
02.02.2021								
	35 %	14 %	13 %	1 %	14 %	21 %		100 %
Dybder	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	
7m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
13m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
20m	35	4	10	54	42	28	174	29 %
30m	154	17	5	51	47	48	323	53 %
40m	42	3	11	16	12	27	112	18 %
Sum	232	25	27	121	102	103	609	100 %
18.02.2021								
	38 %	4 %	4 %	20 %	17 %	17 %		100 %
Dybder	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	
7m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
13m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
20m	18	0	0	6	0	0	23	89 %
30m	0	0	0	0	0	0	0	1 %
40m	3	0	0	0	0	0	3	10 %
Sum	20	0	0	6	0	0	26	100 %
	78 %	0 %	0 %	22 %	0 %	0 %		100 %

Vedlegg 15 -Tabell plassering av villfisk. Viser gjennomsnitts plassering av villfisk i forhold til grader og dybder for alle dager. Lys grå tekst viser prosentfordeling og endring i forhold til gjennomsnitt registrert villfisk for alle merder

Merd 4	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	Prosent	Sammenlignet med snitt
7m	0	0	0	0	0	0	0	0 %	0 %
13m	0	0	0	1	0	0	1	1 %	1 %
20m	11	3	11	12	2	8	46	40 %	18 %
30m	9	3	2	11	2	9	37	32 %	-21 %
40m	1	15	9	2	3	3	32	28 %	2 %
Sum alle dager	21	21	22	25	7	20	116	100 %	
<i>Prosent</i>	18 %	18 %	19 %	22 %	6 %	17 %	100 %		
<i>sammenlignet med snitt</i>	-16 %	0 %	4 %	11 %	-1 %	2 %			

Vedlegg 16-Tabell over plassering av registrert villfisk i forhold til dybder og grader for alle dager

Merd 4								
27.01.2021								
Dybder	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	
7m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
13m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
20m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
30m	0	0,2	0,4	0	0	0	0,6	100 %
40m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
Sum	0	0	0	0	0	0	0,6	100 %
	0 %	33 %	67 %	0 %	0 %	0 %	100 %	
29.01.2021								
Dybder	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	
7m	0	0	0	0	0	0	0	
13m	0	0	0	0	0	0	0	
20m	0	0	0	0	0	0	0	
30m	0	0	0	0	0	0	0	
40m	0	0	0	0	0	0	0	
Sum	0	0	0	0	0	0	0	
02.02.2021								
Dybder	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	
7m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
13m	0	0	0	0,8	0	0	1	1 %
20m	10,8	2,8	11	11,6	2,2	8	46	51 %
30m	8,8	1,2	1,8	11,2	0	9	32	35 %
40m	1	1,4	2,4	1,6	3	3	12	14 %
Sum	21	5	15	25	5	20	92	100 %
	22 %	6 %	17 %	28 %	6 %	22 %	100 %	
18.02.2021								
Dybder	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	
7m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
13m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
20m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
30m	0	2	0	0	2,2	0	4	18 %
40m	0	13,2	6,4	0	0	0	20	82 %
Sum	0	15	6	0	2	0	24	100 %
	0 %	64 %	27 %	0 %	9 %	0 %	100 %	

Vedlegg 17 - Tabell plassering av villfisk. Viser gjennomsnittsplassering av villfisk i forhold til grader og dybder for alle dager. Lys grå tekst viser prosentfordeling og endring i forhold til gjennomsnitt registrert villfisk for alle merder

Merid 5	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	Prosent	Sammenlignet med snitt
7m	0	0	0	0	0	0,2	0	0 %	0 %
13m	1	0	0	0	0	0	1	0 %	0 %
20m	22	3	4	5	0	24	58	18 %	-4 %
30m	60	20	5	0	0	26	111	34 %	-19 %
40m	94	27	5	0	2	27	154	48 %	22 %
Sum alle dager	178	49	14	5	2	76	324	100 %	
<i>Prosent</i>	55 %	15 %	4 %	1 %	1 %	24 %	100 %		
<i>sammenlignet med snitt</i>	21 %	-3 %	-11 %	-9 %	-6 %	8 %			

Vedlegg 18 - Tabell over plassering av registrert villfisk i forhold til dybder og grader for alle dager

Merid 5								
27.01.2021								
Dybder	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	
7m	0	Ingen data	0	0	0	0	0	0 %
13m	1,2	Ingen data	0	0	0	0	1,2	2 %
20m	5	Ingen data	0,2	4	0	13,8	23	32 %
30m	3,6	Ingen data	0	0	0	12,2	15,8	22 %
40m	28	Ingen data	0	0	0	4,8	32,8	45 %
Sum	38	Ingen data	0	4	0	31	72,8	100 %
	52 %		0 %	5 %	0 %	42 %	100 %	
29.01.2021								
Dybder	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	
7m	0	0	0	0	0	0,2	0	0 %
13m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
20m	17,4	2,6	4	0,78	0	4,2	29	12 %
30m	56,8	19,8	4,6	0	0	13,6	95	39 %
40m	65,6	27	4,8	0	2,08	17	116	48 %
Sum	140	49	13	1	2	35	240	100 %
	58 %		6 %	0 %	1 %	15 %	79 %	
02.02.2021								
Dybder	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	
7m	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	
13m	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	
20m	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	
30m	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	
40m	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	
Sum	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	Ingen data	
18.02.2021								
Dybder	0°	60°	120°	180°	240°	300°	Sum	
7m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
13m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
20m	0	0	0	0	0	5,6	6	54 %
30m	0	0	0	0	0	0	0	0 %
40m	0	0	0	0	0	4,8	5	46 %
Sum	0	0	0	0	0	10	10	100 %
	0 %		0 %	0 %	0 %	100 %	100 %	

