



SINTEF



# Rapport

## Presisjon ved telling av laks (PRESAL)

### Faglig sluttrapport

#### Forfatter(e):

Andreas Misund (SINTEF Ocean), Morten Bondø (SINTEF Ocean), Oscar Nissen (SINTEF Ocean), Hans Tobias Slette (SINTEF Ocean), Harald Ian Muri (SINTEF Ocean), Leif Magne Sunde (SINTEF Ocean), Malin Johansen (NCE Aquaculture), Ann-Cecilie Hilling (NCE Aquaculture) og Kari Thyholt (NCE Aquatech)

#### Rapportnummer:

2023:01614 - Åpen

#### Oppdragsgiver(e):

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF) og Fiskeridirektoratet

# Rapport

## Presisjon ved telling av laks (PRESAL)

Faglig sluttrapport

**EMNEORD**Havbruk  
Antallskontroll  
Tellenøyaktighet  
Brønnbåt**VERSJON**

1.2

**DATO**

21.12.2023

**Forfatter(e)**

Andreas Misund (SINTEF Ocean), Morten Bondø (SINTEF Ocean), Oscar Nissen (SINTEF Ocean), Hans Tobias Slette (SINTEF Ocean), Harald Ian Muri (SINTEF Ocean), Leif Magne Sunde (SINTEF Ocean), Malin Johansen (NCE Aquaculture), Ann-Cecilie Hilling (NCE Aquaculture) og Kari Thyholt (NCE Aquatech)

**OPPDRAKSGIVER(E)**

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF) og Fiskeridirektoratet

**OPPDRAKSGIVERS REFERANSE**

901684

**PROSJEKTNUMMER**

901684

**ANTALL SIDER**

106

**SAMMENDRAG**

Rapporten presenterer og summerer opp resultatene fra FHF-prosjektet «Presisjon ved telling av laks» (PRESAL). Prosjektet har anvendt en tverrfaglig metodisk tilnærming for å undersøke hva som er mulig nøyaktighet med dagens metoder for telling av laks. Resultatene viser at det kan være store variasjoner i tellenøyaktighet på ulike tellere på samme fartøy. Fiskerate (høy/lav, fisk per minutt), forstyrrelser i vannet (oksygenering) og mangelfull kalibrering er blant de største påvirkningsfaktorene på nøyaktigheten under feltforsøkene. Gjennomgang av produksjonsdata mellom brønnbåt og slakteri viser at ingen av båtene i studien hadde konsistent avvik under 2-3%. Potensialet for nøyaktig kontroll av antall laks i sjøfasen med hjelp av brønnbåttellinger er vanskelig å fastslå. Basert på datamaterialet fra denne studien kan det sies at det er urealistisk å forvente avvik mindre enn  $\pm 2\%$  om grunnlaget er brønnbåttellinger.

**UTARBEIDET AV**

Andreas Misund

SIGNATUR

**KONTROLLERT AV**

Birger Venås

SIGNATUR

**GODKJENT AV**

Jan Tore Fagertun

SIGNATUR

## Oppsummering av sentrale funn

I PRESAL- prosjektet har det vært benyttet en tverrfaglig tilnærming for å undersøke potensialet for nøyaktig telling av fisk. Dette inkluderer intervjuer, analyser av produksjonsdata og feltarbeid på brønnbåt.

I intervjustudien ble flere mulige feilkilder som kan påvirke antallskontrollen i løpet av en produksjon beskrevet.

- Ujevn pumping og fiskerate ved telling ble fremhevet.
- «Falskluft», objekter og partikler kunne forstyrre tellingen
- Mangelfull kalibrering av teller
- Mangelfullt vedlikehold av linser/linsevindu
- Estimering av dødelighet ble nevnt på både settefisk, matfisk og slakteri
- Splitting/sortering av smolt etter vaksinerings. På settefiskanlegget eller ved lasting/levering til matfiskanlegg

I gjennomgang av produksjonsdata ble det synliggjort flere tilfeller i løpet av produksjonen hvor avvik kunne oppstå.

- Variasjon i telleavvik på settefiskanlegget, med avvik på opptil 5% ved gjentakende telling av samme kar.
- Gjennomsnittlig absolutt avvik på 2.19% og tilsvarende median på 1.63% samlet for alle observerte brønnbåter. Disse verdiene indikerte at mens det var en viss grad av variasjon i dataene, er de fleste avvikene relativt moderate (1-2%), med en tendens til større avvik i enkelte tilfeller.
- Arbeidsoperasjoner involverte ofte avlusning, med tellinger som sjelden påvirket oppdatering av beholdning i styringsverktøy

Sentrale funn under feltforsøk indikerte at det er flere driftsbetingelser som påvirker tellenøyaktigheten på brønnbåt. Avvikstallene oppgitt er fra et begrenset antall feltforsøk (5 caser). Sentrale feilkilder med mulig påvirkningsgrad er:

- Funksjonsfeil på teller – teller sluttet å registrere i flere minutter og det var tilfeller med feilmeldinger om vedlikehold som resulterte i at det ble trukket fra fisk. Resulterte i et -40% avvik i en case.
- Høy/lav fiskerate – gjelder både fullvannsteller og tørrteller (mulig avvik  $\pm$  0-7%)
- Oksygenering som forårsaket «tåket» vann gjennom fullvannsteller (mulig avvik  $\pm$  0-16%).
- Feil kalibrering (mulig avvik  $\pm$  0-4%)

## Innholdsliste

1	<i>Introduksjon</i>	4
2	<i>Bakgrunn</i>	5
2.1	Tidligere forskning	6
2.2	Dagens tilgjengelige teknologi	7
3	<i>Mulig nøyaktighet med dagens tilgjengelige metoder</i>	8
3.1	Kvalitativ studie- Identifisering av feilkilder og erfaringer med antallskontroll	8
3.2	Diskusjon av resultater fra intervjustudien	26
3.3	Sammendrag av resultater fra kvalitativ studie	27
4	<i>Kvantitativ studie - Nøyaktighet i henhold til produksjonsdata</i>	29
4.1	Resultater	33
4.2	Diskusjon	49
4.3	Sammendrag overordnede resultater	52
5	<i>Feltforsøk på brønnbåt - påvirkningsgraden fra kjente feilkilder</i>	54
5.1	Case 1	57
5.2	Case 2	64
5.3	Case 3	69
5.4	Case 4	75
5.5	Case 5	77
5.6	Diskusjoner av resultater fra feltarbeidet – Case 1 til Case 5	84
6	<i>Tiltaksforslag rettet mot økt presisjon i antall fisk – kategorisering og evaluering av mulige tiltak basert på identifiserte feilkilder</i>	87
6.1	Påvirkningsgraden til sentrale feilkilder	88
6.2	Tiltaksforslag rettet mot økt presisjon ved telling av fisk.	90
6.3	Andre feilkilder og påvirkningsfaktorer	102
7	<i>Avslutning og konklusjon</i>	104

# 1 Introduksjon

Rapporten utgjør den faglige sluttleveransen i «Presisjon ved telling av laks» (PRESAL) finansiert av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF) og Fiskeridirektoratet, FHF- 901684. Prosjektet har hatt som målsetting å undersøke hva som er mulig nøyaktighet med dagens metoder for telling av laks.

Arbeidet har vært organisert i tre arbeidspakker:

- **Arbeidspakke 1:** Dokumentere hva som er mulig nøyaktighet med dagens tilgjengelige metoder for kontroll av antall laks gjennom produksjonen under realistiske arbeidsforhold.
- **Arbeidspakke 2:** Kartlegge påvirkningsgraden til viktige feilkilder i tellenøyaktigheten, både under kontrollerte forhold og gjennom vanlige arbeidsoperasjoner med brønnbåt.
- **Arbeidspakke 3:** Identifisere og evaluere hvilke tiltak (organisatoriske, teknologiske og operasjonelle) som kan bidra til økt nøyaktighet og/eller komplementere bruken av dagens teknologier.

Arbeidspakkene i prosjektet anvender ulike metodiske tilnærminger for å best kunne favne tematikken antallskontroll. Problemstillingen er kompleks og sammensatt ettersom det er ett omfattende aktørbilde, flere transport- og håndteringsledd, samt ulike teknologier, utstyr og praksiser knyttet til antallskontroll. Overordnet har prosjektet hatt ett mål om å fremskaffe kunnskap som kan bidra til å redusere unøyaktighetene i antallskontroll. Resultatene fra prosjektet vil være anvendelig og næringsnyttig ved å:

- 1) Etablere et kunnskapsgrunnlag som kan benyttes av både forvaltning og industri som en veileder for kontroll av antall fisk, og som bidrar til å redusere usikkerheten og forekomsten av avvik i antall fisk.
- 2) Oppdatere prosedyrer tilknyttet ulike arbeidsoperasjoner med formål å øke presisjonen i tellingen.

## Organisering

SINTEF Ocean har ledet og gjennomført prosjektet. Prosjektgruppen har bestått av næringsklyngene NCE Aquaculture (Malin Johansen & Ann-Cecilie Hilling) og NCE Aquatech (Kari Thyholt).

## Referansegruppen:

- Jøran Skaar, Lerøy Midt
- Ragnar Sæternes, Sinkaberg Hansen AS
- Eivind Osnes, Mowi Ulvan ASA
- Brit Uglem Blomsø, Sjømat Norge
- Tor Hugo Hestnes, LetSea AS
- Eirik Vikingstad, Fiskeridirektoratet

**Faglig ansvarlig fra FHF:** Kjell Maroni.

## 2 Bakgrunn

Bakgrunnen for prosjektet er Fiskeridirektoratets behov for mer kunnskap om hva som er et realistisk krav til antallskontroll i laksenæringen. Lakseoppdrettere er pålagt å rapportere inn beholdningen i hver merd til Fiskeridirektoratet månedlig. Utfordringen som både forvaltning og næringsaktører står ovenfor er at det kan være usikkerhet knyttet til antall laks som befinner seg i hver enkelt merd, selv om det gjerne, totalt på anleggsnivå, er mer nøyaktig. Viktigheten med antallskontroll synliggjøres ved mistanke om rømming fra anlegg ettersom både oppdretterne og tilsynsmyndighetene er avhengige av en pålitelig referanseverdi for å kunne vurdere/anslå mer nøyaktig konsekvensene av slike hendelser. I et høringsforslag<sup>1</sup> fra 2021 ble det fremlagt en foreslått endring i Akvakulturdriftforskriften: «*Antall fisk i hver produksjonseenhet skal til enhver tid kunne angis med en nøyaktighet på mindre enn  $\pm 1\%$ . Kravet gjelder for laks og regnbueørret.*»

Rømming av oppdrettslaks utgjør en trussel mot den ville laksebestanden gjennom genetiske endringer i villaksbestanden på grunn av innkryssing ved gyting i elver (Grefserud *et al.*, 2023). Rømming av laks er en av de mest etablerte bærekraftsindikatorer for havbruk med tanke på ytre påvirkning på miljø, i tillegg til den negative virkningen det har på omdømmet til næringen. Fiskeridirektoratet understreker likevel at estimatene av rømt oppdrettslaks kan være vage på grunn av usikkerheter rundt datakvalitet. Ifølge Fiskeridirektoratet skal oppdretter rapportere inn rømmingstall når de har fått oversikt over omfanget, men at dette kan ta alt fra et par dager til et år. Det påpekes at det ved større rømmingshendelser ofte blir gjennomført tellinger, men at det likevel er utfordringer med å få pålitelige tall og oversikt over omfanget<sup>2</sup>.

I vurderingene av tillatelsessystemet diskuterte Havbruksutvalget i NOU 2023:23 ulike tilnærminger til mengdebegrensninger. Det eksisterende MTB-systemet ble vurdert opp mot regulering av antall utsatt fisk. Regulering etter antall fisk ble drøftet, blant annet som et insentiv for å forbedre fiskevelferd og redusere dødelighet, men ble ikke anbefalt. Uavhengig av hvilken mengdebegrensning som velges vil antallskontroll være avgjørende for myndighetenes evne til tilsyn. Utfordringer ved dagens teknologi og utsiktene til bedre kontroll ble omtalt:

*«I dag er det kun ved slakt det er praktisk mulig å finne nøyaktige tall for antall fisk og samlet vekt på fisken, men da bare på de delene av fisken som slaktes og ikke for svinn og dødfisk i løpet av produksjonen. Det har blitt enklere å telle antall fisk i merdene, og dette er i dag en mer direkte observerbar størrelse enn stående biomasse. Det finnes teknologi for telling av levende fisk i produksjonen, og denne blir stadig mer presis. Med dagens metoder oppgis det som oftest en feilmargen i telleresultater på 2 pst. Imidlertid kan flere faktorer påvirke dette, slik at feilmarginen i praksis kan være høyere. Det er derfor et stykke igjen før tilgjengelig teknologi muliggjør helt presis telling av antall fisk og stående biomasse.» (NOU 2023:23, 2023)*

<sup>1</sup> <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Dokumenter/Hoeringer/horing-av-forslag-til-endringer-i-akvakulturregelverket>

<sup>2</sup> <https://www.fiskeridir.no/akvakultur/Tall-og-analyse/Roemningsstatistikk/om-dataene-rommingsstatistikk>

## 2.1 Tidligere forskning

Telling refereres til som estimeringen av et antall objekter innenfor et avgrenset område (Zhang *et al.*, 2020). Ifølge Li *et al.*, (2021) kan det være utfordrende å telle objektet i seg selv. Dette kan være forårsaket av at fisken/objektet har ulike former, størrelser og overlapp/okkludering forårsaket av bevegelse og transport. Samtidig kan bakgrunnsmiljøet være en bidragsyter til forstyrrelser og feilkilder (forstyrrelser i vannstrøm, etc.). Det har imidlertid vært få prosjekter som retter fokus på antallskontroll i den norske havbruksnæringen. I arbeidsområde 4 av Excatus-prosjektet (NFR:199788/40) ble det fokusert på både biomasse og antallskontroll, herunder blant annet for å bidra med kunnskap om drift og operasjon av måleutstyr.

Faktorer som kunne bidra til at man mistet kontroll over antall var estimering av dødfisk, splitting og sortering, «telling av vann», feilkobling av slanger på settefisk og kalibrering. I Bjelland *et al.* (2012) ble det understreket et behov for å videreutvikle eksisterende utstyr eller nytt utstyr som var mer tilpasset de operasjonsforholdene utstyret kunne utsettes for under arbeidsoperasjonene. Det ble også påpekt at utstyret måtte kunne takle variasjoner som ujevn innmating, pumpehastighet, bølger og strøm (Bjelland *et al.*, 2012). Et forskningsbehov for å «kartlegge nøyaktigheten til ulike tellesystemer ved ulike forutsetninger, som vektclasser og telleforhold» ble understreket.

I rapporten ble det også beskrevet hvordan pumping fra brønnbåt og settefiskanlegg kunne være problematisk ved telling av fisk. Her ble det påpekt at prinsippene ved bruk av vakuumpumper ga pulser i vannstrømmen som vanskeliggjorde jevn innmating av fisk til teller. I tillegg var det problematisk mot slutten når siste del av brønnvannet skulle pumpes ut, og at brønnbåtene i tilfeller ikke kunne telle siste 30% av lasten ved bruk av fullvannsteller (Bjelland *et al.*, 2012).

I den tekniske rapporten (Haugholt *et al.*, 2010) fra Excatus-prosjektet, ble det gjennomført en teknologisk gjennomgang av teknologier som i fremtiden kunne benyttes til bl.a. telling og vektestimering.

Kamerabaserte løsninger består her i hovedsak av linjekamera og «computer vision»/datasyn. Bilder blir automatisk lagret og kan benyttes for validering av telling i etterkant. I gjennomgangen ble det påpekt at rørtellere/fullvannstellere var mer pålitelige når det ble benyttet pumper som baserte seg på hvert prinsipp, mens de var mer upålitelige ved bruk av vakuum (Haugholt *et al.*, 2010). I Misund & Eilertsen (2021) ble flere alternative teknologier beskrevet. Alternative teknologier inkluderer hydroakustisk telling som registrerer fisk ve hjelp av sonar eller ekkolodd. I hovedsak egner denne teknologien seg best til å estimere biomasse, ikke å skille ut enkelt individer med fisk. Elektrisk resistans telling innebærer bruken av elektroder som måler den elektriske resistansen til alt de kommer i kontakt med (Misund and Eilertsen, 2021). I tillegg har det vært gjennomført forsøk på fisketelling med røntgen, men ble vurdert som en kostbar løsning ved utprøvingstidspunktet. Teknologi som baserer seg på IR-lys i en V-kanal som singulariserer fisken finnes på markedet.

I Aunsmo *et al.* (2013) ble nøyaktigheten og presisjonen ved levering av slaktefisk undersøkt. I studien ble data fra 240 merder analysert. Funnene i studien viste at det kunne være variasjoner i antall mellom merder, men at det totalt på anleggene var mindre avvik (Aunsmo, Skjerve and Midtlyng, 2013).

## 2.2 Dagens tilgjengelige teknologi

Teknologileverandørene av tellesystemer til havbruksnæringen oppgir en feilmargen på  $\pm 2\%$ , men det understrekes at det forutsetter optimale forhold/bruk og korrekt kalibrering. Teknologien som er mest utbredt i den norske havbruksnæringen er datasyn for å identifisere objekter. Fisken transporteres over en lyskilde med linjekamera (line-scan cameras) for å danne en silhuett av objektet (fisken) som passerer. Bildet av objektet blir deretter prosessert og analysert. Enkelte type tellere benytter seg også av laserstråler eller lysbryting, som detekterer fisken når den passerer sensoren. Flere av leverandørene lagrer bildene/opptakene fra tellingen og tilbyr validering av tellingen i etterkant. I Misund & Eilertsen (2021) fremkom det at enkelte leverandører følger telleprinsipper hvor det telles silhuetter ved bruk av maskinlæringsalgoritmer, og at både kamera og stereokamera ble brukt i tellerene. Tellesystemene er i hovedsak å finne på settefiskanlegg, brønnbåter og avlusingslektere. De ulike typen tellere som ofte brukes i havbruksnæringen er listet opp i tabell 1 (listen er ikke uttømmende):

**Tabell 1:** Oversikt over leverandører av telleteknologi.

Leverandør	Modell	Prinsipp	Type fisk	Oppgitt feilmargen	Fiskestørrelse	Hastighet
Vaki	B-type	Tørr	Smolt/matfisk	2% eller bedre	50g-12kg	n/a
	Y-type	Tørr	Smolt/matfisk	2% eller bedre	50g-12kg	
	Smolt counter	Tørr	Smolt/matfisk	2% eller bedre	50g-12kg	
	Nano counter	Vann	Yngel/smolt	1% eller bedre	0,05g-30g	
	Macro counter	Tørr	Yngel/smolt	n/a	0,1g-400g	
	Micro counter	Tørr	Yngel/smolt	n/a	0,1g-200g	
	Excel counter	Vann	Yngel/smolt	1% eller bedre	0,2g-800g	
FLS	Calculus	Fullvann	Matfisk	2% eller bedre	1 til 20 kg	3m/s
Wingtech	WFD(G)1000/1200	Tørr	Smolt/matfisk	2%	50g-15Kg	3-4 m/s
	WFD(G)500/777	Tørr	Smolt/matfisk	2%	20g-10Kg/20g-15Kg	3-4 m/s
	WFP1200/1600/2000/3000	Fullvann	Matfisk	2%	0,5-15Kg	3-4 m/s
Aquascan	CSE1600/2500/3150/3500	Tørr	Yngel/smolt	2% eller bedre	1g-600g/5g-3000g/30g-12000g	2,5-3 m/s
	CSF1000/1600/2000/2500/3150/3500/400/4500/5000/6000	Fullvann	Smolt/matfisk	2% eller bedre	5g-350g/10g-1000g/25g-2000g/50g-7000g/100g-12000g/100g-18000g/500g-24000g/500-26000g/500g-30000g	2-3 m/s, 3-4 m/s



### 3 Mulig nøyaktighet med dagens tilgjengelige metoder

I arbeidspakke 1 som skulle «dokumentere hva som er mulig nøyaktighet med dagens tilgjengelige metoder for kontroll av antall laks gjennom produksjonen under realistiske arbeidsforhold» har det blitt innhentet praktisk og erfaringsbasert kunnskap i form av intervjudata, produksjonsdata og gjennomførte feltforsøk.

I prosjektet har vi skilt mellom presisjon ved telling og antallskontroll. Sistnevnte omhandler mer hvordan det jobbes generelt med å holde kontroll på fisken gjennom produksjonssyklusen, mens presisjon ved telling retter seg mer direkte inn mot bruken av tellesystemer på brønnbåt eller settefiskanlegg. Presisjon ved telling inngår dermed under paraplyen antallskontroll.

#### 3.1 Kvalitativ studie- Identifisering av feilkilder og erfaringer med antallskontroll

Det kvalitative arbeidet fokuserte på å identifisere og beskrive feilkilder som kan forekomme gjennom produksjonssyklusen/verdikjeden til laksefisk – fra settefisk til slakt. Selv om sjøfasen er primærfokuset i prosjektet, er det fordelaktig å plassere antallskontroll inn i et helhetlig perspektiv. En mer holistisk tilnærming kan bidra til å avdekke følgefeil, gi økt innsikt om sammenhengene og årsakene, samt gi muligheten til å diskutere potensielle tiltak og løsninger med operatører og personell fra de ulike produksjonsleddene. Formålet har vært å innhente erfaringsbaserte perspektiver om feilkilder, samt fremheve operasjonelle og miljømessige utfordringer som kan forekomme.

Gjennom prosjektperioden ble det gjennomført semi-strukturerte dybdeintervjuer med informanter fra industrien. Totalt gjennomførte to forskere fra SINTEF 11 intervjuer over Teams eller telefon. Oversikt over utvalget:

- To informanter fra settefiskanlegg
- Tre informanter fra matfiskanlegg
- Tre informanter fra brønnbåter
- Tre informanter fra slakteri

Informantene ble kontaktet per telefon eller e-post. Rekrutteringen av informanter var ved hjelp av nettverk og direkte kontakt med selskaper. Informantene ble informert om samtykke og personvern ved deltakelse i studien. Intervjustudien er meldt inn til Sikt. Under intervjuene ble det benyttet lydopptaker. Lydfilene ble i etterkant av intervjuene transkribert og anonymisert med hensyn til personvern. Intervjuguiden var formulert med hovedsakelig åpne spørsmål rundt antallskontroll for å få informantene til å reflektere rundt problemstillingen, med små tilpasninger avhengig av hvilket produksjonsledd de arbeidet i, og hvilken kompetanse eller erfaringer de hadde med antallskontroll.

Intervjuguiden inkluderte blant annet temaer som:

- Hvor kan det oppstå avvik hos dere?
- Hva forårsaker avvik?
- Hvordan jobbes det med antallskontroll?
- Hva er utfordringene med deres tellesystemer?

I tillegg til de nevnte intervjuene ble utfordringer med telling på brønnbåt og avlusingslektere diskutert med mannskapet under feltforsøkene. Videre ble det gjennomført 4 arbeidsmøter med næringen. Disse samtalerne ble ikke tatt opp, men det ble tatt notater underveis. I analysen er det brukt direkte sitater fra intervjuene (disse er uthevet i kursiv). Informasjon fra arbeidsmøtene er skrevet inn som tekst uten bruk av direkte sitater.

## Resultater

### Antallskontroll på settefiskanlegg

Settefiskfasen kan sies å sette grunnlaget for kontrollen på antall laks i hver merd i sjøfasen. I dette delkapittelet rettes fokuset mot hvordan det jobbes med tallskontroll på settefiskanlegg – fra mottak av rognkorn fram til levering av smolt til matfiskanlegg.

### Mottak av rogn

Settefiskanleggene mottar rognkorn fra rognleverandører. Rogna leveres oftest i isoporkasser fordelt på brett, hvor "liter" benyttes som måleenheten for tallskontroll. Settefiskanlegget har et mål på størrelsen på rognkornene og får oppgitt hvor mange liter de mottar.

*"Vi mottar rognen i isoporesker. Vi har et mål på hvor stort selve rognkornet er, så er det så og så mange rognkorn per liter. Så får vi oppgitt at vi får så og så mange liter rogn. Historisk sett så gjorde vi en sånn kontrolltelling når rognen kom da. At vi telte opp 200 rognkorn for å telle at det på en måte stemte. (...) Rognleverandørene har blitt såpass mye bedre at det har vi slurvet litt med, så det er vi ikke like flinke til å gjennomføre." (Settefisk 2)*

*«En liter rogn kan ha en størrelse på 6000 rognkorn, hvis du vet du har to liter brettet så kan du telle hele brettet, eller kassen. Da skal du i utgangspunktet ha 12 000 individ. Tidligere så gjorde rognleverandørene det, veide det her opp med litermål. Altså en liter rogn i esken, to liter rogn i esken og da tok de kontrolltelling med linjal og en regnemodell som viser her er det akkurat det antallet inni.» (Settefisk 1)*

Det ble påpekt at det var mulig å gjennomføre stikkprøver for å få en pekepinn på antallet. Men på grunn av det høye antallet rognkorn som leveres så er kontrolltelling av hele partiet vanskelig.

Rognsorteringsmaskiner er tilgjengelig på markedet, og sorterer ut ubefruktede, døde eller skadede rogn. I hovedsak er det rognleverandøren som benytter seg av denne type teknologier. Tilliten til antallet oppgitt av rognleverandørene er derfor høy.

### Klekking og første sortering

Rogna blir lagt inn i klekkeriet på settefiskanlegget hvor den ligger inkubert frem til klekkeprosessen starter. Tidsperioden fra klekking frem til startføring er temperaturavhengig. En informant beregnet rundt 400-500 døgngader (døgn \* gjennomsnittstemperatur) fra klekking. Yngelen føres opp til den blir noen gram før den sorteres første gangen.

*"Noen ganger sorterer vi på 3 gram og andre ganger på 5-6 gram. Det har litt med kapasiteten, hvor store anleggene er. Fordi vi må ha plass til å sortere dem til da. Og de første sorteringene her de er ikke like, vi stoler ikke helt på tallene. På det ene settefiskanlegget som vi har der har vi en litt mindre sorterer som vi er litt tryggere på, men selv den er vi ikke like trygg på. Vi legger inn de tallene som vi får." (Settefisk 2)*

*"Men fisken står da frem til 15 gram før den sorteres første gang. Da er det første gang fisken blir introdusert for tellesystem på land. Vi bruker (Leverandør A), og opplever at den gir oss rimelig rette tall. Under at du har forutsetningen om at du har kontroll over vannmengde og kalibrering som skal gjøres på maskinen til enhver tid. Hvis du slurver eller bommer på renhold av speil og utstyret (...) senere av feilregistreringer. Så når fisken er sortert første gang på 15 gram så står den i ro til den er 40 gram før den da går inn og vaksineres." (Settefisk 1)*

Første tellepunkt er når fisken er noen gram. Snittvekten kan variere fra 3 – 6 til 15 gram, avhengig av settefiskanlegg. Fisken telles under første sortering, og tallene som produseres registreres i produksjonsstyringsverktøy (Mercatus eller FishTalk) som et cirka antall. Ifølge en av informantene så sorteres fisken igjen når snittvekten er ca. 30 gram. Under denne sorteringen vaksineres også fisken, hvor stor og mellomstor fisk vaksineres, mens mindre fisk går til et eget kar for videre vekst og vaksinerings ved et senere tidspunkt. Noen fortalte at de føret fisken frem til 15 gram før den ble sortert første gangen. Etter første sortering ble fisken føret opp til en snittvekt på 40 gram før den ble sortert og vaksinert. Tellesystemet som benyttes under første sortering ble omtalt av informanten som relativt pålitelig med tanke på nøyaktighet.



**Bilde 1:** Sortering av smolt. Foto: Hans Tobias Slette, SINTEF Ocean.

### Telleteknologien på settefiskanlegg

Informantene ble spurt om deres erfaringer med tellerne som ble brukt på anleggene deres. Her ble det understreket betydningen av kalibrering, vedlikehold og kontroll over parametere som vannmengder under tellingen.

«Vi har brukt (Leverandør C) hele veien. Vi ser jo at den .... spesielt på liten fisk, når vi sorterer første gangen så er det veldig sårbart så de tallene stoler vi ikke på. Da ser vi at vi finner igjen ganske mye fisk ved neste sortering. Det har litt med at den sorteringsmaskinen vi har er utformet både for å kunne sortere liten fisk og stor fisk, og det har noen "drawbacks" for å si det sånn. Så da er det gjerne at noe små fisk havner med på lasset når vi sorterer da» (Settefisk 2)

«Vi har testet flere tellere gjennom årene før vi endelig landet på den biten der. Det var basert på erfaringer fra andre. Vi har vært innom (Leverandør C). Det hadde vi frem til 2010 så gikk vi over til (Leverandør A). Det var tellere som egentlig registrerte fisken i vann i rør. Var overhodet ikke i nærheten av å være bra nok. Så en 5-6 år siden gikk vi over til (Leverandør C) og da fikk sammenheng mellom vaksinerings og sorteringstall. Det finnes mye telleutstyr på markedet som ikke er godt nok. Men igjen du er avhengig av at du har godt vedlikehold på de tellerne som du har. Den (type teller) til (Leverandør C) den kan gi feil tall hvis du ikke har rutiner på kalibrering og justering av maskin før telling.» (Settefisk 1)

Informanten kunne videre fortelle at tellerenheten hadde en garanti på 1% feilmargin, og at tallene fra telleren harmoniserte godt med tallene de fikk fra vaksineringsmaskinen. De hadde endret på pumpe-systemet inn til teller.

«Vi har gjort grep på pumpesiden også. Tidligere så hadde vi vakuumpumper som ga fisken støtvis, hvor du fikk mye fisk og så var det en pause, så fikk du mye fisk. Nå har vi gått over til system som gjør at du får..... Du bestiller fisk, antall fisk i timen eller i minuttet til maskinen. Du pumper og regulerer med et kamera på et nivå hvor du får en konstant mengde frem til tellingen til enhver tid. Det er klart det her virker også positivt. Vannflowen inn til telleren bør være så stabil som mulig. Får du pulser hvor du får tusen fisk i minuttet og så får du 50 fisk i neste minutt så vil det bli en unøyaktighet.» (Settefisk 1)

Kontroll på mengden fisk kan reguleres ved hjelp av et nytt pumpe-system. I Haugholt *et al.* (2010) ble det påpekt at fullvannstellere var mer sensitive mot vakuumpumper, slik også erfaringene til informant (Settefisk 1) er.



**Bilde 2:** Sortering av smolt. Foto: Hans Tobias Slette, SINTEF Ocean.

## Dødelighet

Dødelighet av yngel ble tatt opp som en mulig feilkilde underveis i smoltproduksjonen av to informanter.

*«Når du for eksempel har plommeseekkyngel så er han 0.2 gram og hvis du da har stor dødelighet så står du ikke og teller hver enkelt. Da lager du en måleenhet da. Du måler opp at en desiliter er så og så mange og det blir bare cirka.» (Settefisk 2)*

*«Men, selvfølgelig om du har massedødelighet, i startfôringen etter 14 dager kan du få det som heter "startsfôringsdødelighet". Når yngelen ikke har livets rett – det kan være snakk om 1 til 2% av fisken som går ut i løpet av noen få dager. Da kan du få store antall og da kan det hende at man blir nødt til å kjøre fisken med snittveiinger, det blir biomasse dødfisk delt på snittet på fisken. Bommer du på 0.1 gram eller 0.05 gram på snittvekten så får det konsekvenser for antallet. Hvis fisken er 0,18 gram så hvis du bommer med noen desimaler der da har du lagt grunnlaget for å få en feilregistrering.» (Settefisk 1)*

Estimering av dødfisk ved store dødelighetshendelser kan forekomme på settefiskanlegg, og her kan små variasjoner i snittvekten ha betydning for nøyaktighet i antall når dette beregnes/estimeres.

## Vaksinering

Vaksineringstillene omtales og vurderes av flere informanter som de mest nøyaktige og pålitelige tallene som registreres i løpet av verdikjeden, sammen med slaktetallene. Ofte omtalt som fasitene for en fiskegruppe.

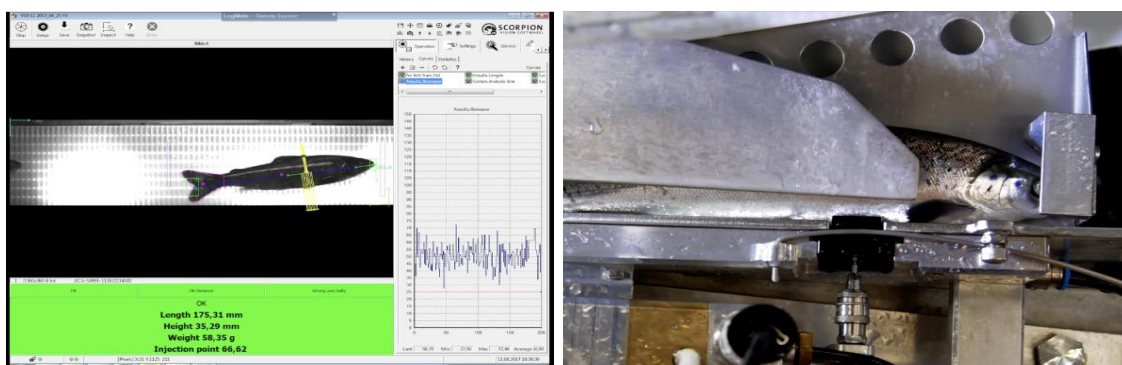
*"Antallssikringen vår, det vi er tryggest på, er tallene vi får etter vaksinering. For da blir hver enkelt fisk registrert i vaksinemaskinen som vaksinert, og de tallene er vi trygge på at de er rett. Hos oss så kommer problemstillingen hvis vi har vært nødt til å håndtere fisken etter vaksinering, så vi mister oversikten over tallene." (Settefisk 2)*

*"Da får vi en kontroll på sorteringstillene våre gjennom Maskon sin vaksineringsmaskin. Der hvert enkelt stikk er da en fisk, hver enkelt fisk som blir registrert vaksinert blir da en fisk. Den registrerer også utkastet, hvor mye fisk som enten er for liten til vaksinering eller blir tatt ut på grunn av deformitet eller andre ting. Den står og har gode tall." (Settefisk 1)*

Vaksineringsmaskinen bedøver fisken, tar bilde og registrerer/teller hver enkelt injeksjon/vaksinedose som blir satt. I tillegg til vaksinering sorterer vaksineringsmaskinen utkastfisk og fisk med deformiteter som går til destruksjon. I intervjuene og arbeidsmøtene var det ingen som fremhevet store utfordringer med den automatiserte vaksinasjonsmaskinen, men det kunne ikke utelukkes at menneskelige feil kunne forekomme.

*«De tallene stemmer så lenge alt har blitt gjort rett rundt vaksineringen. Vi teller over antall doser, poser og måler antall fisk per pose. Slik at vi skal være trygge på at det er for mye vaksine som går inn i enkeltfisk. Det kalibrerer vi mot det antallet som kommer ut. Vi har flere faktorer å spille på. Men menneskelig svikt kan bestandig skje så det må vi bare ta høyde for.» (Settefisk 2)*

Av menneskelig svikt rundt bruk av vaksineringsmaskin så ble det i hovedsak trukket frem feilkoblinger til kar eller omkoblinger hadde blitt glemt eller ikke dobbeltsjekket før oppstart. Vaksinasjonsmaskinen til Skala Maskon skal ifølge en informant fra studien til Misund & Eilertsen (2021) ha en nøyaktighet 99,7%.



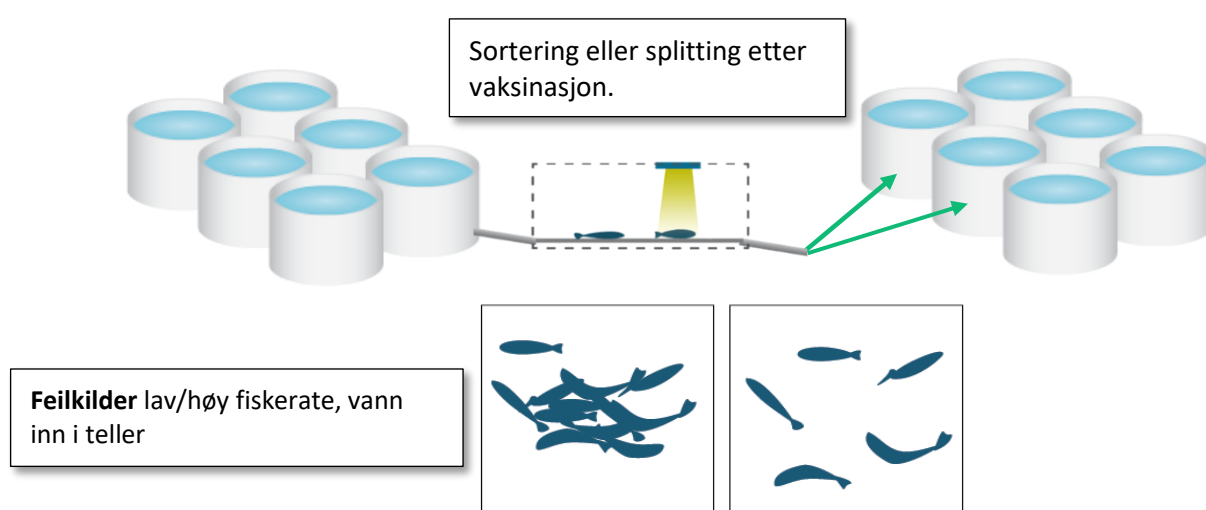
**Bilde 3:** Vaksineringsprosessen på settefiskanlegg. Foto: Skala Maskon.

Unøyaktige smolttall kan oppstå dersom det blir nødvendig med sortering av smolt etter vaksinerings. Ifølge informanten forekommer dette sjeldent, men det kan oppstå situasjoner der slike tiltak må gjennomføres, ofte på grunn av manglende kapasitet i avdelingen på anlegget grunnet høy biomasse.

*«I utgangspunktet så er vi trygg på de tallene vi har etter vaksinerings, men så har det jo også skjedd at..når vi får avvik på... i de verste tilfellene så er avvikene oppe i 20 000 på ei levering på 200 000 fisk, og det er... Da begynner det å bli ganske dramatisk.» (Settefisk 2)*

*«Men så kan det være uoverensstemmelser når vi da har splittet fisken vår etter vaksinerings, så skal han da telles ut i brønnbåt og da blir det hummer og kanari for å si det rett ut» (Settefisk 2)*

Splitting etter vaksinerings med påfølgende telling ut av brønnbåt ved levering kan bidra til økt avvik. Mer håndtering og flytting av fisk øker kompleksiteten og vanskeliggjør antallskontroll, her med tanke på at det produseres ulike tall på samme kar/fiskegruppe og det er vanskelig å vite hvilke tall som er mest korrekt.



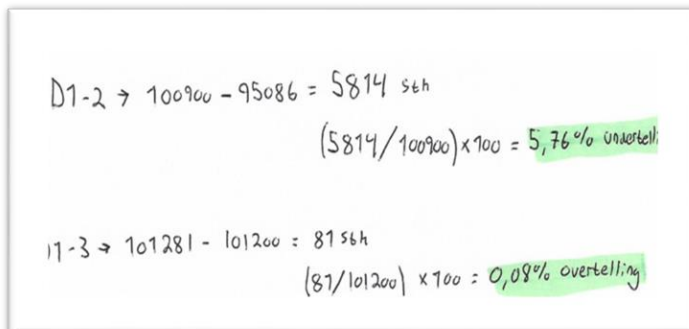
**Illustrasjon 1:** Sortering eller splitting etter vaksinasjon med potensielle feilkilder. Illustrasjon: Mats Mulelid, SINTEF Ocean.

## Transport fra settefiskanlegg til matfiskanlegg – lasting og lossing

I enkelte turrapporter var det inkludert utregninger av avviket mellom tall fra settefiskanlegg og tall fra tellesystemet om bord i fartøyet (Bilde 4).

I én turrappport fra en brønnbåt var det notert i kommentarfeltet:

*«Lastingen ble først utsatt pga været. Da vi begynte å laste kom vannet fra settefisk alt for fort over avsiler/teller om bord. Avsileren klarte ikke å ta unna alt vannet og da ble tellingen helt feil. Enighet i å avbryte lastingen. Går til lokalitet med det vi har fått.»*



$$D1-2 \rightarrow 100900 - 95086 = 5814 \text{ sht}$$

$$(5814 / 100900) \times 100 = 5,76\% \text{ undertell}$$

$$17-3 \rightarrow 101281 - 101200 = 81 \text{ sht}$$

$$(81 / 101200) \times 100 = 0,08\% \text{ overteiling}$$

**Bilde 4:** Utklipp fra turrappport.

Flere av informantene i studien har beskrevet ulike praksiser rundt transport av smolt til matfiskanlegg, med flere tilnærminger for antallskontroll ved overføring fra settefisk til brønnbåtbrønnene, og ved lossing av smolt til merd.

Når smolten oppnår ønsket størrelse og er klar for videre vekst i matfiskanlegget, hentes den med brønnbåt. Ifølge informantene så er det mest optimalt at antallet med vaksinert fisk er fordelt i kar på settefiskanlegget, det vil si at antallet som oppdretter skal ha befinner seg i et kar som føres direkte over til merd uten at man er avhengig av telling (1 kar = 1 merd). Fisken overføres direkte til et av brønnbåts brønner/lasterom og losses direkte ut i merden. Denne tilnærmingen vurderes som den beste måten å holde kontroll på antallet og redusere håndtering av fisken. Likevel så er det tilfeller/situasjoner hvor fisken telles inn og ut av brønnbåten når den hentes fra settefiskanlegget.

*"Der varierer det lite grunn. Der er det sånn at hvis de for eksempel har vaksinetallet, som de har i karene, da får vi den batchen i det rommet. Så får vi et kar til og en "batch" i det andre rommet. Så blir det fordelt i to nøter. Rom for rom, not for not. Så har du den andre måten. Det er at vi har et stort kar så skal vi ha alt med oss, så da teller vi hele karet og så teller vi sånn at når vi har fått halvparten av det karet basert på vaksinetallene, men vi tenker at hvis de oppgir for eksempel at det skal være 85 tusen så teller vi 42,5 med vår teller i et rom, så switcher vi rom og teller vi 42 i det andre – så lossar vi ut. Da kan vi egentlig velge om vi bare vil losse det slik det er eller om vi vil telle de ut. Der har vi prøvd begge delene og da stemmer for så vidt inn og ut-tallene ganske godt på disse smolttellerene." (Brønnbåt 1)*

Presisjonen til smolttelleren omtales av brønnbåtinformanten som relativt nøyaktig, men oppfatninger av nøyaktigheten til inn- og uttellingene varierer mellom informantene avhengig av produksjonsledd. Splittes fisken etter vaksinerings med smolttellerene om bord i brønnbåten så kan tallene sprike på merdnivå, men totalt på anleggsnivå er antallet korrekt ifølge en matfiskinformant.

*"Så i den grad vi må splitte ...at vi tar ut mer fisk med båten så vi kan plassere de i hver sine merder så må vi splitte han og telle han ut i ulike merder da. Der kan det oppstå feiltellinger ut, så vi sitter*

*med feil antall i hver merd. Sånn totalt sett så er jo erfaringen at tallene stemmer da, totalt på det utsettet fra den båten. Utfordringen da er at det kan bli avvik på antall på merdnivå." (Matfisk 1)*

Disse betraktningene harmonerer med resultatene fra Aunsmo, Skjerve and Midtlyng, (2013), hvor det kunne være tydelige avvik på merdnivå, men det totale uslaktede antallet på anleggsnivå viste at avvikene var mindre omfattende.

*"Når vi sammenligner så er de vaksineringsstallene med brønnbåten sine tall når fisken eventuelt telles inn i brønnbåt så stemmer de aldri, det er aldri likt. I normalsituasjoner så er det 2-4 prosent forskjell og i ekstremisituasjoner så er det mye større forskjeller, og da blir vi fryktelig usikker." (Settefisk 2)*

Det oppgis en mulig feilmargin på 2-4% i en normalsituasjon, men det fremheves også at i ekstremtilfeller så kan dette være betydelig høyere. Kapasiteten til settefiskanlegget er en faktor som har blitt trukket frem. Forskjellige settefiskanlegg har ulik kapasitet med tanke på antallet fisk de kan ha i hvert kar. Enkelte anlegg har kar som kan huse 100 000 smolt eller 200 000 smolt, mens enkelte anlegg har kar som kan huse 400 – 500 000 smolt.

*«Det kan også være så enkelt at hvis du leverer et stort kar med 400 000 fisk, da er du avhengig av at det er en jevn fiskegjennomstrømming hele tiden. Går det for sakte eller går det plutselig veldig fort så du får veldig mange så vil du få utslag på telling. Sånne store leveranser vil ta mellom 6 og 10 timer å tømme et sånt stort kar til båt. Det er på en måte ganske lang tid denne fiskestrømmen skal være jevn og trutt hele tiden. Det vil være en viss fare for at du kan få noe telleavvik på grunn av det selv om det reelt sett ikke er avvik.» (Matfisk 3)*

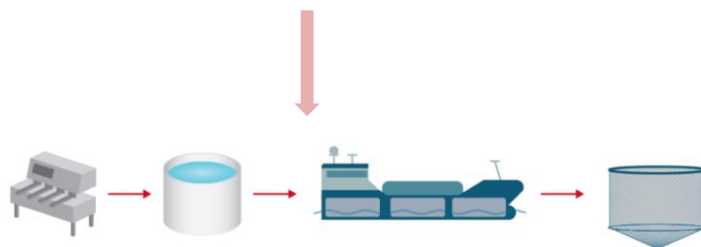
Store leveranser krever mye tid å laste, og det kan være krevende å holde en jevn flyt av fisk inn i brønnbåten. Både for sakte og hurtig lasting kan påvirke tellenøyaktigheten.

*«Det er da erfaringsmessig det kan bli feil tall, når man skal telle den ut. Det viser seg i 90% av tilfellene at hvis det er avvik så er det på grunn av at det har vært feil på tellingen ut i de merdene. Hvis vi går tilbake til det vi hadde på settefiskanlegget så stemmer de tallene, hvis man tenker på det svinnet man har frem til slakt.» (Matfisk 3)*

En informant tilegner 90% av avvikene til feiltelling ut i sjø ved splitting av kar. Sammenlignes tallene fra settefisk med slaktetall og akkumulert dødelighet gjennom produksjonen så korresponderte de.



## Levering til sjø

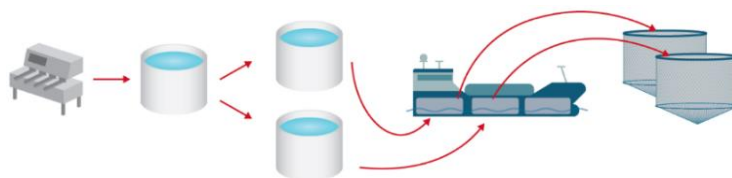


Vaksinert fisk til ett kar videre til brønnbåt og lossing ut i én merd

Ulike praksiser ved levering av smolt til sjø.



Sortering eller splitting ut i merd



Splitting etter vaksinerings på settefiskanlegget

**Illustrasjon 2:** Ulike praksiser ved levering av smolt. Illustrasjon: Mats Mulelid, SINTEF Ocean.

## Antallskontroll på matfiskanlegg

Smolten som settes ut har vanligvis en snittvekt på 150 – 200 gram. I enkelte produksjoner har det også blitt vanlig å benytte post-smolt som kan ha snittvekt 500-1000 gram.

### Dødelighet som usikkerhetsmoment

I matfiskfasen er daglig registrering av dødfisk en av de viktigste kontrollparametrene forbundet med antall- og biomassekontroll, i tillegg til å sikre god hygiene og biosikkerhet på anlegget. Totalt i havbruksnæringen var det 16,1% av den stående biomassen som døde på landsbasis (Sommerset, *l. et al.*, 2023). Dødfisken registreres i produksjonsstyringssystemet (FishTalk, Mercatus, etc.) hvor det trekkes i fra antallet fisk som ble satt ut i produksjonsenheten.

Overgangen fra settefiskanlegg til matfiskanlegg er en sårbar fase for smolten, hvor man har en kombinasjon av miljøskifte og håndtering av fisken i overføringsfasen. Forøket dødelighet i de første ukene

i sjø er ikke uvanlig. I en nøyaktighetskontekst så kan smolt være vanskeligere enn ordinær dødelighet av større laks.

*"Før vi fikk kameraføring så var vi mer obs på at vi måtte kalkulere inn litt ekstra (dødelighet) når fisken var liten. Vi satt igjen med inntrykket av at det var lett å underestimere avgangen på småfisk. Spesielt hvis det var høy avgang nå den var liten så klarte vi ikke å registrere nok ut i starten, men i dag med at du har undervannskamera så har du en bedre kontroll på det som skjer nede i merden." (Matfisk 1)*

De fleste oppdrettere benytter seg av undervannskameraer som primært benyttes til overvåkning av føring og appetitt, men kameraene har også andre bruksområder, som kontroll av dødfisk. Ved å senke kameraene ned i merden kan antallet dødfisk i bunnen av noten overvåkes. Dette er et hjelpemiddel som muliggjør en visuell overvåkning av mengden dødfisk og om røkterne får opp alt ved hjelp av dødfisksystemene (dødfiskhåv eller LiftUp).

Denne fisken telles manuelt, hvor hvert individ registreres når fisken tas opp. Det forekommer likevel hendelser som vanskeligjør den manuelle telleprosessen.

*"Det blir telt individuelt, men det er klart om det er mange tusen og det er mennesker som står og teller så er jo muligheten for feilkilder der. Det kan jo skje. Og at du ikke får opp all fisken kan også være et problem. Noen av de konstruksjonene som har vært på noen av de nøtene, spesielt når de begynner å bli...noten krymper under vask, og bruk faktisk, og da kan du få nesten som poser i noten. Du får kanter før det går ned i spissen, og der kan det legge seg fisk. På vinter, la oss si du har vintersår og fisken er liten og det skal litt til før den faller ned så kan det fort ligge noen hundre fisker i en sånn lomme." (Matfisk 3)*

Mengden dødfisk er en faktor som trekkes frem som problematisk, hvor et høyt antall døde individer øker risikoen for svinn. Én informant diskuterte dette i kombinasjon med predatorer som torsk på utsiden av noten som spiser av dødfisken. Det fortelles også om at det kan dannes lommer i noten hvor dødfisken samles utenfor rekkevidden til dødfisksystemet. Andre predatorer som fugl og oter ble også nevnt i intervjustudien.

Andre hendelser som forårsaker massedødelighet omtales også som en bidragsyter. Algeangrep, sykdomsutbrudd og avlusingsoperasjoner med hardhendt håndtering kan resultere i en dødelighetsmengde som er vanskelig å håndtere med manuell registrering. Ved slike uønskede hendelser hyres det inn ensilasjefartøy som pumper opp dødfisken.

*"(...) det har skjedd det at vi har måttet ha rekvirert båt for å pumpe direkte opp, og det er klart at de tallene der de blir jo også litt usikker. De fakturerer oss per kubikk de tar opp, vi har ikke full kontroll på om det de oppgir er korrekt eller ikke. Der kan det ligge en feilkilde da. Helst tror jeg kanskje at det blir overestimert svinn med den type opptak. De har ikke gode nok systemer for å registrere antall når de pumper den opp." (Matfisk 1)*

«De suger opp et visst antall kubikk og så må man på en måte estimere antallet fisk. Du vil ikke få et nøyaktig antall. Har du flere sånne hendelser i løpet av et år så er det selvfølgelig en fare for at det kan gi et større avvik enn hvis det er den normale dødeligheten som plukkes opp dag for dag i løpet av året.» (Matfisk 3)

Disse fartøyene pumper opp store mengder dødfisk, men uten antallsregistrering. Dødfiskvolumet måles her i kubikk. Ut ifra antall kubikk så estimeres det antall dødfisk ved hjelp av snittvekt.

Usikkerhet og tillit til tall etter høy dødelighet ble eksemplifisert av en oppdretter som delte tall fra et utsett med høy dødelighet. Oppdretteren rapporterte at de hadde høy dødelighet på smolt og småfisk de første seks månedene i sjø. Tabell 2 viser én case hvor høy dødelighet skapte usikkerhet hos oppdretter.

**Tabell 2:** Tall fra FishTalk, en brønnbåt etter avlusing og slakteri.

	Antall - FishTalk	Antall Brønnbåt	Antall Slakt	Differanse FishTalk - Slakt	Differanse Brønnbåt - Slakt
<b>M1</b>	47 331	44 809	43 706	-7,70%	-2,40%
<b>M2</b>	48 409	45 087	43 915	-9,30%	-2,50%
<b>M3</b>	47 296	42 216	40 090	-15,20%	-5,03%
<b>M4</b>	50 660	45 056	44 139	-12,90%	-2,03%
<b>M5</b>	79 157	68 358	66 434	-16,10%	-2,80%
<b>M6</b>	81 549	70 911	68 113	-16,50%	-3,90%

Fisken ble telt ved avlusing 2 måneder før slakt. Tallene i FishTalk (utsettstall + dødelighetstall) ble ikke justert etter brønnbåt-tallene. Differansen mellom tallene i FishTalk og slaktetallene var betydelig høyere enn brønnbåttallene vs. slaktetallene. Ifølge oppdretteren så endret de ikke på beholdningstallene i FishTalk siden de ikke hadde tillit til tallene fra brønnbåt. Det er i dette eksempelet/casen ikke kjent om det ble estimert dødfisk eller benyttet ensilasjefartøy.

### Påvirkningsfaktorer på tellinger under arbeidsoperasjoner med brønnbåt

Under arbeidsoperasjoner med brønnbåt eller avlusingslekter trenges fisken sammen med en orkastnot eller kulerekke mens den pumpes om bord. Orkastnoten lines opp gradvis underveis i pumpeprosessen for å sikre en kontinuerlig og jevn strøm av fisk inn i fartøyet. Orkastnoten løftes også opp i bakkant med hjelp av kran (Bilde 5). Det benyttes kulerekke ved bruk av Catchlice-not eller når noten skal tømmes helt. Ved levering til slakt og under sortering benyttes de samme metodene som for tømming av merd.

En av de påvirkningskildene som ble trukket frem av informantene var utfordringer med graden og prosessen rundt trenging av fisk.



**Bilde 5:** Trenging av fisk med orkastnot. Foto: Andreas Misund, SINTEF Ocean.

*"(...) det har litt med trenging å gjøre. Så hvis du laster en fisk som er fra 3.5 kilo og oppover så kan du gjerne ha en vannhastighet på kanskje imellom ... på rundt 3. Allikevel så vil fisken komme hver for seg så du vil få dannet et bilde av areal på fisken og dermed en korrekt telling som mulig. Hvis du liner fisk som er f.eks. 1 kg hardt så du får store mengder inn og har en stor vannhastighet så er det større sjanse for å ikke telle så godt." (Brønnbåt 1)*

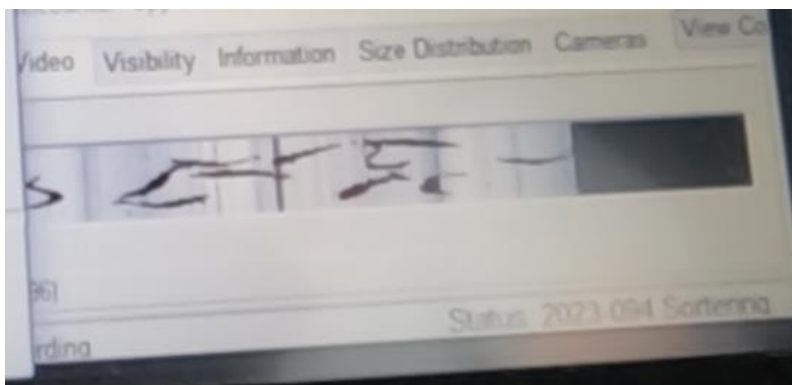
*"Trengingen som varierer. Det er i mine øyne det største potensialet for feilkilde. For visst... selv den best kalibrerte telleren har sine parametere som den må jobbe innenfor. Den har en såkalt "single fish pick-out" som det heter, så ved jevne mellom så må den ha enkeltfisk for å hente seg inn igjen. Hvis den ikke får det så går det ut på nøyaktigheten på tellingen." (Brønnbåt 3)*

*"Hvis du trenger fisken, spesielt liten fisk – om du trenger den mye og fisken går igjennom pumpe slangene på siden av hverandre vil jo det kunne bli en feilkilde da." (Matfisk 3)*

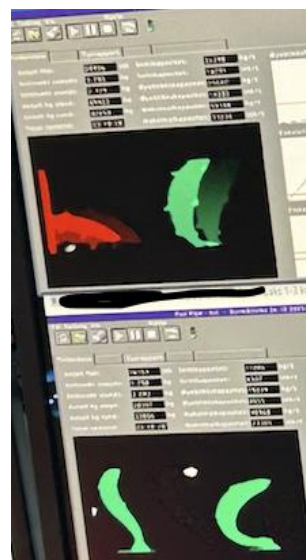
Flere påvirkningsfaktorer nevnes av informantene som bidragsytere til ujevn presisjon i tellingene. Vannhastighet, størrelsen på fisken og mengdene med fisk inn i systemet ved hard trenging trekkes frem som kilder som kan påvirke nøyaktigheten. Okkludering av fisk (overlapping/«klumping») vanskeliggjør identifiseringen av individuelle fisker når de passerer kameraet til tellesystemet. Vanskelighetene med å differensiere mellom individuelle fisk ble fremhevet av en tellesystemleverandør under et åpent seminar. Det ble påpekt at rørdimensjonene hadde økt og bidratt til at okkludering lettere kunne forekomme ved bruk av fullvannstellere. Større dimensjoner på rør muliggjør passeringen av flere fisk gjennom teller samtidig. I manualen til en teknologileverandør står det at nøyaktigheten til tellingen kan påvirkes om fisken ligger oppå hverandre.

«Det går så veldig fort at det blir veldig tett så klarer den ikke å skille ut enkeltindivider i like stor grad, og vi ser vi kan få et avvik på nøyaktigheten på tellingen.» (Brønnbåt 3)

Ifølge informanten forårsaket høy fisketetthet ofte feiltellinger. De brukte å ligge på samme vannhastighet uansett om det var «sort slange», som de omtalte høy tetthet, eller om det var enkeltindivider som passerte. Utfordringen oppstår når bildet av fiskene kan fremstå som bare én fisk. Bilde 6 viser hvordan individuelle fisker skilles fra hverandre ved hjelp av silhuetter.



**Bilde 6:** Eksempel på silhuetter av fisk fra to forskjellige tellere/leverandører. Foto: Andreas Misund, SINTEF Ocean.



I en presentasjon under PRESAL-seminaret<sup>3</sup> 8. september 2022 ble blant annet orienteringen til fisken gjennom teller trukket frem som en faktor som kunne påvirke nøyaktigheten. Men dette ble i hovedsak knyttet opp til estimering av snittvekt når fisken passerte teller.

Ulike størrelser på fisken ble også fremhevet i løpet av intervjustudien. Flere har påpekt at det er mer komplekst og vanskelig å telle smolt f.eks. enn det er å telle større fisk. Spesielt når det kommer bolker med fisk i høyt tempo.

«Mye mer komplisert på smolt. Når vi snakker om slaktefisktellere og tørrtellere er det mer snakk om snittvekt, pga tetthet på transport og risiko der. Mens, på smolten så er det antall, naturligvis. Lastetempo, store batcher, hvordan du sender fisken gjennom tellerne har stor betydning i forhold til om du får riktige tall.» (Brønnbåt 2)

Utsagn fra en leverandør under et seminar pekte også på repetisjon og forutsigbarhet. Noe av det som påvirket tellingene er at det er lite repeterbarhet i en del av arbeidsoperasjonene, og at tellerene skal kunne håndtere ulike type operasjoner og fiskestørrelser på kort tid. Ved kjøring av laster med slaktefisk fra samme anlegg over en periode og under samme driftsbetingelser og miljøforhold kunne tellingene bli mer nøyaktige etter hvert. Dette ble også poengtert i Misund & Eilertsen (2021).

<sup>3</sup> Åpent seminar arrangert på Værnes 8. september, 2022. Presentasjonene fra seminaret ligger tilgjengelig på: <https://tekmar.no/biomassekontroll/>

## Kalibrering

Kalibrering av tellere kan ifølge flere informanter, både fra brønnbåt- og settefisksegmentet ha stor påvirkning på tellenøyaktigheten.

*"Det er for store avvik om du ikke er nøye med kalibrering. Det gjelder alle tellerne. Dreier seg om hvor enkelt det er med kalibrering." (Brønnbåt 2)*

*"Den sikreste verifikasjonen vi får på antall fisk, det er tilbakemelding som vi får når vi har levert slaktestisk til slakteriet, og den fisken er slaktet. Da får vi et nøyaktig antall og ei nøyaktig snittvekt. Den bruker vi til å kalibrere tellerne våre, vi bruker (Leverandør A) på de fleste båtene, så har vi (Leverandør B) på (Fartøynavn), det siste tilskuddet vårt. Vi er helt avhengig av å få tilbakemelding slik at vi får kalibrert." (Brønnbåt 3)*

Brønnbåtene mottar telldata fra slakteriene når fisken er ferdig prosessert, både nøyaktig snittvekt og antall. Snittvekten på fisken er et gjennomgående element som fremheves av informanter ifra alle ledd. Desto mer nøyaktig snittvektstallet er desto mer presis blir tallene fra tellesystemene. Under levering av fisk hvor den samme brønnbåten kjørte og hentet fra samme fiskegruppe/produksjonsenhet så ble tellingene mer presise etter hvert som brønnbåten kalibrerte tellesystemet med tall fra slakteriet.

*"(...) at hvis vi har en feil på tre prosent så korrigerer vi 1.5 for å være litt forsiktig. Det er noen variabler som jeg sa tidligere som påvirker tellingen her, og det er tetthet, hvor fort laster man, og hastigheten på telleren om bord i båten. For slik som (Leverandør A) de skal ha mellom 2.4 og 3.4 i vannhastighet meter per sekund når du teller fisken. For å få de beste optimale forholdene. Så det er litt sånn at vi er forsiktige når vi justerer og så skriver vi det opp i et slikt kalibreringsark som vi har, slik at vi kan gå tilbake og følge med om det her ble bedre." (Brønnbåt 1)*

*«Vi bruker en såkalt vektfaktor som vi legger inn som er en prosentangivelse for å få snittvekt, og vi har ingen verifikasjon på den snittvekten når vi ligger i en avlusingsoperasjon kontra når vi går til slakt. For det er ikke noe som veier hos oss.» (Brønnbåt 3)*

*"Sånn som på den tellingen her så har vi fått 4594 ved hjelp av disse vektfaktorene. Så vi bruker det tallet da når vi kalibrerer på de tilbakemeldingene vi får fra slakteriene. Når de sier fisken er 4,6 så er vi absolutt innenfor, men hvis de kommer plutselig og sier at hør her denne fisken var 4,8 så må vi gå inn og justere litt." (Brønnbåt 3)*

Flere informanter nevnte at nøyaktigheten kunne variere mellom arbeidsoperasjonene som ble gjennomført. Årsaken var at de er avhengige av å få verifisert tallene mot slaktetall. En informant så en trend hos en leverandør hvor nøyaktigheten varierte ut ifra snittvekten. Snittvekt og en vektfaktor er de tingene som kan føres inn i programvaren før oppstart. En informant sa at vekt faktoren for deres del var utarbeidet basert på tilbakemeldingene fra slakteri. Det ble også påpekt at det kunne være vanskelig å kalibrere enkelte systemer.

«I og med at det er litt komplisert begynner brønnbåtmannskapet å justere, og fort gjort å stille seg bort. På (Leverandør B) har du mye mer support og kan sende inn prøvetelling og få kalibrert nærmest umiddelbart.» (Brønnbåt 2)

Som informanten påpeker så er det ulik oppfølging fra leverandørene når det gjelder kalibrering av tellerene. Hos enkelte leverandører så er mannskapet mer avhengig av å utføre dette selv, og at det kan bidra til at det oppstår unøyaktigheter og feil.

«Jeg mener å ha lest en såkalt "count factor" også. Men vi har aldri brukt å korrigere den. Du kan kjøre en kalibrering først. At du sier at de første 100 fiskene skal vi laste rolig. Men vår sin erfaring med det er at da får vi en mer unøyaktig telling. Så vi har droppet kalibrering. Så er vi mer avhengig av at vi har korrekt snittvekt når vi starter dette.» (Brønnbåt 3)

I manualen til en leverandør står det at man kan kalibrere ved å pumpe gjennom cirka 125 enkelt fisker. Erfaringene til den ene operatøren var at den kalibreringen var mer unøyaktig.



**Illustrasjon 3:** Kalibrering av teller. Illustrasjon: Mats Mulelid, SINTEF Ocean.

### Støy (luftbobler, tilsatt oksygen, partikler og andre arter)

Andre påvirkningsfaktorer som kan ha innvirkning på nøyaktigheten til tellingene er andre objekter som går over teller eller som påvirker «vannkvaliteten» som f.eks. partikler, «falskluft» og tilsatt oksygen.

«Jeg vet at ting som at du har sugd luft mens du har pumpet, at det har kommet luft inn i pumpe-slengen så vil den kunne påvirke tellingen. Da teller den luftbobler og sånne ting. Det vet jeg har kunnet vært et problem.» (Matfisk 2)

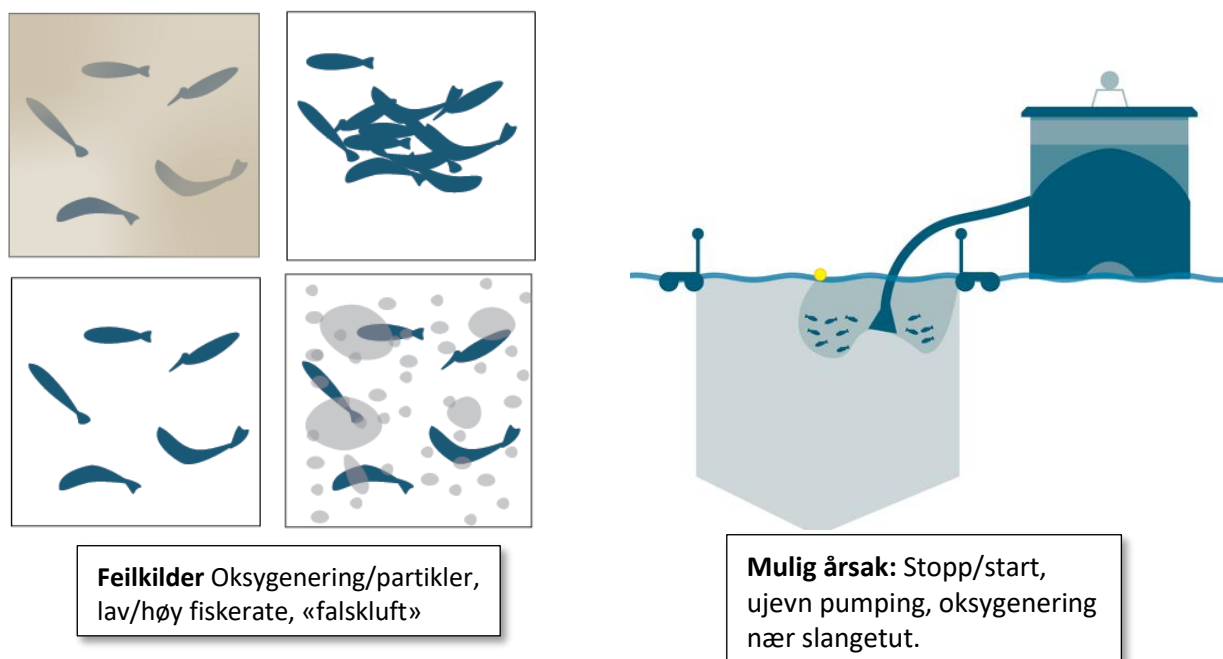
«Så ser vi jo også det at hvis vi laster i fra ei not som er grodd, altså at det er mye tang og tare i notveggen, når du begynner å jobbe med dette så løsner det og går igjennom telleren, og telleren skiller ikke imellom om det er fisk eller tang. Han registrerer et objekt som går forbi.» (Brønnbåt 3)

Ifølge enkelte av leverandørene så skal telleren kunne skille mellom laks og andre arter som rensesk (Misund & Eilertsen, 2021). Innblanding av villfisk i merden som f.eks. sei og torsk kunne ifølge en leverandør være mer utfordrende å skille ut. Informanten fra brønnbåtsiden sier derimot at telleren registrere de objektene som passerer som f.eks. tangblader. Tilsatt oksygen under arbeidsoperasjonen kan bidra til at vannet blir «grumsete» og uklart. Dette vanskeliggjør nøyaktig registrering av fisk som passerer telleren.

Andre påvirkningsfaktorer som ble nevnt av operatører på brønnbåter var stopp/start av pumpingen, spesielt ved notlinsug ved bruk av fullvannsteller.

*«Det kommer noen enkeltstykker i starten som gir oss en god start på den tellingen. Hvis vi da suger lin og må stoppe så gjør vi i utgangspunktet ikke noe med trengingen, vi tar bare bort linet og starter på nytt. Og når vi da må suge opp vannsøylen for å få hevert-effekten som vi bruker, da kan det komme fisk med som ikke blir telt. Fordi vi kan ikke stoppe telleren før telleren er luftfri. Så i fra du har fått vann gjennom systemet til at det er luftfritt så får du et gap som gir unøyaktig telling.» (Brønnbåt 3)*

Årsaken til notlinsug kunne være at det ikke ble linet godt nok under pumpingen slik at det ble dannet løslin. Ifølge en styrmann på et brønnbåtfartøy kunne slike hendelser resultere i at flere hundre fisker ble feilregistrerte. Ved stopp/start eller andre pauser i pumpingen så var det også en risiko for tilbakesvømming. Spesielt om det var fisk som var frisk og sprek. Dette var også nevnt av en teknologileverandør under Presal-seminaret 8. september, 2022.



**Illustrasjon 4:** Feilkilder i form av "støy", høy/lav fiskerate og notlinsug. Illustrasjon: Mats Mulelid, SINTEF Ocean



## Vedlikehold

Vedlikehold av tellerenheten ble fremhevet av en informant. Her ble både skitt og kondens omtalt som faktorer som kunne påvirke nøyaktigheten.

*«De bruker som sagt kamera og optikk for telling. Hvis du får skit inn i systemet. Nå skal det i utgangspunktet være ganske lukket, men det kan jo komme både kondens og alt mulig rart inn å forurense tellerene. Og det går utover nøyaktigheten.» (Brønnbåt 3)*

Tellerenheten hadde en funksjon i programvaren som oppga hvor godt bilde den har. Tellerenhetene var ekstremt sensitive for «smårusk» og objekter. Det ble videre fortalt om at en teller som hadde feil var forårsaket av en bit fra en O-ring i et hjørne. Dette ble oppdaget under inspeksjonen av telleren. Det fantes også andre funksjoner i programvaren som varslet operatørene om vedlikehold.

*«Vi får jo opp, i hvert fall med (Leverandør A), opplyst i programvaren at du får "warning rub window", og da skal du i utgangspunktet stoppe ned operasjonen, og så er det å åpne telleren og tørke over med en fuktig klut. Så tørke over (..) på kameranlinse og akrylglasstet.» (Brønnbåt 3)*

Utfordringen her er at man burde pause operasjonen for å gjennomføre vedlikehold, noe som potensielt kan være ugunstig med tanke på pumping, tid og fiskevelferd.

## Miljøforhold

Værforhold som vind, bølger og strøm har blitt tatt opp mulige påvirkningsfaktorer under telling. Turrapporten nevnt tidligere i under *Transport fra settefiskanlegg til matfiskanlegg* viser et tilfelle hvor tellingen ved lastning av smolt ble avbrutt på grunn av dårlige værforhold og for mye fisk over avsilingsrist. I intervjuene var det ikke ofte at miljøforholdene under arbeidsoperasjonen ble trukket frem som en sentral utfordring, men det ble nevnt.

*«Det vi gjør vi tar og setter opp en oversikt over alle brønnbåttallene inn, de setter vi opp imot ferdige slaktetallene for å kunne avdekke om det er noen store avvik på tellerne til brønnbåten i forhold til det vi pakker. Også der, hver gang vi teller fisken og i hvert fall om du er ute i sjø så er du avhengig av en jevn fiskestrøm. Det må gjerne være godt vær og gode forhold og alt det her. Vi vet jo at vi holder til på en del av kysten hvor det er stort sett fra liten kuling til liten storm, og delvis krevende forhold med strøm i havet og sånt også. Så det er ikke så ofte at det er kjempegode forhold, men vi sjekker ut hver tur i forhold til hva vi pakker for å avdekke om vi har noe systematisk feil på telleutstyret. Da vil vi kanskje vurdere å gå inn og be de om å kalibrere, for å treffe bedre.» (Matfisk 3)*

Hos enkelte aktører jobbes det systematisk med innsamling av data fra brønnbåter og slakteri. I utsagnet diskuteres det også at værforholdene kan ha innvirkning på arbeidsoperasjonene og tellingen. I enkelte av slaktedataene som ble oversendt så var også til tider kommentert at det var dårlig vær under lastning/lossing, men det var ikke detaljert noe mer.

## Slakteri

I likhet med vaksineringsstallene så omtales slaktetallene som de tallene i løpet av produksjonskjeden som var blant de sikreste og mest pålitelige. Likevel så fremkom det i enkelte intervjuer at det kunne oppstå avvik på slakteriene også.

*«Vår er en teller levert av (Leverandør slakt A) og den andre levert av (Leverandør slakt B). Prøver å sammenstille disse tallene så godt som mulig. Vi ønsker jo fortsatt at disse kunne vært bedre.» (Slakteri 1)*

Teknologien som benyttes på slakteriene varierer, her med tanke på hvilket utstyr som benyttes og fra hvilken leverandører. Tilstanden og hvor nytt utstyret som benyttes har også innvirkning på antallskontroll, ble det sagt i et arbeidsmøte med representanter fra slakteri.

Utkastfisk ble diskutert av flere informanter. Dette er fisk som ansees som uegnet for videre prosessering og salg. Dette er primært på grunn av deformiteter, taper eller pinnefisker eller fisk med andre skader. Hvordan denne fisken tas ut og registreres varierer. *«De blir registrert manuelt, eller om det er mye så tar vi i kar og regner en snittvekt og veier» (Slakteri 1)*. Ved større mengder med utkastfisk blir det estimert antall ved å veie kar som deles på snittvekt. Samme metode kunne forekomme ved høy dødelighet på matfiskanlegg. En informant påpekte at hos de så var det forbedringspotensiale.

*«Operatørene som hiver ut har kontroll på det. Både dødfisk og utkastfisk. Nøyaktigheten er langt fra bra nok. Det er sånn cirka.» (Slakteri 2)*

*«Når det er mye kjønnsmoden så blir det fort litt volum da. I verste fall, ekstremtilfelle, så kan det være 15% kjønnsmoden fisk.» (Slakteri 2)*

Det var også perioder med mer utkastfisk enn vanlig, som f.eks. når det var mye kjønnsmoden fisk. Fisken går helt til slutt i prosesseringen til en pakkegrader.

*«Det kan forekomme at det ligger igjen en fisk på slutten av dagen. Men da finner renholdere den og legger til side så den registreres på utkast dagen etter.» (Slakteri 1)*

Gjenglemt fisk ble nevnt, men det ble også påpekt at de har gode rutiner på registrering av fisk de finner etter produksjonen.

### 3.2 Diskusjon av resultater fra intervjustudien

Erfaringene som har blitt fremhevet i den kvalitative studien peker på flere potensielle kilder til avvik – i alle ledd. Flere av feilkildene har vært nevnt tidligere i Bjelland *et al.* (2012) og Misund & Eilertsen (2021). Flere av informantene fortalte om praksisene rundt levering av smolt, kalibrering av tellersystemene, og jevn pumping/flyt av fisk over teller. Tettheten av fisken – eller «sort slange» forårsaket av faktorer som varierende trenging eller for hard pumping, ble omtalt som blant de mest kritiske. Både varierende trenging og pumpehastighet kunne forårsake feil ved at det ble store variasjoner i mengde fisk over teller. Pumpehastighet kan i noen tilfeller også være avhengig av om fisken har påvist sykdommer eller er i generell dårlig tilstand (stress, mye håndtering tidligere, ol.), hvor man må tilpasse både trenging og pumping deretter.

Vedlikehold var også et tema diskutert av informanter fra brønnbåt og settefisksiden. Rengjøring av linser/vindu var viktig for å unngå at oppstod feilregistreringer. Teknologien er sensitiv for smuss og objekter som kunne forstyrre tellingene. «Falskluft» ble også nevnt som et element som kunne gi feilregistreringer ved at telleren registrerer luftboblene.

Tilliten til tellesystemene som blir brukt virker å variere mellom informantene. Ingen vi har snakket med justerer tallene i produksjonsstyringsverktøyene etter tellertallene i løpet av produksjonen i sjø – med unntak av splitting/sortering.

De ulike praksisene rundt smoltleveranser ble diskutert av aktører fra settefisk, matfisk og brønnbåt. Mye tyder på at ved levering av smolt kan det oppstå avvik på produksjonsenhetnivå når smolten telles ved lasting eller om den fordeles på flere merder. Sortering eller splitting av fisk etter vaksinerings på settefiskanleggene ble også fremhevet i denne konteksten. Her med tilfeller hvor fisken ble sortert/splittet etter vaksinerings og deretter telles ved lasting/lossing. Dette kan bidra til å øke avviket på merdnivå, men det kan ikke utelukkes at det også kan ha korrigerende faktor. Vaksineringsstallene har gjennom studien blitt omtalt som det mest pålitelige tallet – sammen med slaktetallet. Det er derimot ulike måter å vaksinere smolt, her med tanke på at det er enkelte settefiskanlegg hvor dette fortsatt utføres manuelt. I et åpent møte ble det også sagt at det er ulike leverandører av vaksinasjonsmaskiner og at nøyaktigheten kan muligens variere mellom leverandørene.

Kalibrering er en påvirkningsfaktor som ble trukket frem av både brønnbåt og settefisk. Brønnbåtene mente dette var til tider utfordrende siden de er avhengige av en fasit for å kunne kalibrere optimalt. Slaktetall var det som mange brønnbåter benyttet seg av. Hvor godt man får kalibrert avhenger litt av tilbakemeldingene man får fra slakteriene, men for noen brønnbåter kan dette være mer utfordrende om de må gjennomføre avlusinger f.eks. i lengre perioder. For avlusingslektere er dette utfordrende siden de ikke transporterer noe fisk. På slakterisiden ble det nevnt at estimering av utkast/dødfisk kunne forekomme. Dette kan gi en feil i fasiten, men det ble ofte omtalt som et mindre avvik.

### 3.3 Sammendrag av resultater fra kvalitativ studie

#### Påvirkning på teller

- Renhold/vedlikehold av linser/vindu til tellerenhet
- Mengden vann over/inn i teller (tørrteller)
- Pumping av fisk – ujevn flyt av fisk
  - Stopp/start - tilbakesvømming
- Kapasitet
  - Fiskerate – fisk/timen
  - Trenging av fisk
- Kalibrering
  - Kalibrere mot slaktetall
  - Behov for gode snittvektstall fra oppdretter
  - Setter parameterne som telleren operer innenfor
  - Ulik support og oppfølging mellom leverandører på kalibrering
- Objekter som tang/tare, ol.
- «Falskluft»
  - Pumpslangen suger inn luft
- Orienteringen til fisken gjennom teller
- Andre arter i noten
  - Villfisk
  - Rensefisk

#### Antallskontroll – Settefisk

- Estimering av dødfisk – sensitiv for ujevn snittvekt
- Splitting av fisk etter vaksinerings – gir usikkert antall i kar
- Nedtapping av kar – kan gi ujevn flyt
- Ulike praksiser rundt levering/lasting av smolt
  - 1) telles inn
  - 2) telles-splittes ut
  - 3) direktelevering

#### Antallskontroll – Matfisk

- Estimering av dødelighet – estimering med snittvekt eller opptak med ensilasje fartøy (kubikk)
- Predatorene – kan forårsake små avvik
- Svinn – høy dødelighet av smolt – fisken råtner før opptak

#### Antallskontroll – Slakteri

- Utkastfisk estimeres hos enkelte aktører
- «Gulvfisk» - uklart i hvilken grad denne registreres



## 4 Kvantitativ studie - Nøyaktighet i henhold til produksjonsdata

I arbeidspakke 1, i den kvantitative analysen, var målet å undersøke potensialet for kontroll av antall laks i sjøfasen basert på gjennomgang og analyse av mottatte produksjonsdata. Ved å utforske tilgjengelig data, samt identifisere mulige trender og sammenhenger gjennom statistiske metoder, ble det forsøkt å danne et objektivt og kunnskapsbasert bilde av nåværende status for antallskontroll i havbruksnæringen. Formålet i arbeidspakke 1 var å *dokumentere og vurdere mulig nøyaktighet*, samt fremheve utfordringer relatert til datahåndtering og antallskontroll underveis i produksjonsskjeden.

Resultatene i den kvantitative analysen er basert på individuelle case-studier i henhold til mottatte datasett, og må derfor ikke ses som representativt for havbruksnæringen som helhet. Resultatene har som formål å illustrere og fremheve hvor og i hvilke arbeidsoperasjoner det kan oppstå tellefeil og gi en indikasjon på størrelsesordenen på avvikene.

Datamaterialet omfattet bidrag fra flere aktører i næringen og fra ulike steg i produksjonssyklusen - herunder også data fra brønnbåtrapporter. Selv om PRESAL-prosjektet har hovedfokus på sjøfasen var det stor grad hensiktsmessig å se på data fra settefiskanlegg og slakteanlegg i tillegg. Det komplette datasettet involverte relevante data mottatt fra individuelle aktører fra alle faser av produksjonssyklusen (Tabell 3).

**Tabell 3:** Oversikt over datamateriale for hver produksjonsfase.

Produksjonsfase	Datakilder	Tidsperiode	# Aktører	Kommentar
<b>Settefiskfasen</b>	<u>Settefiskanlegg</u> : flytteskjema, kontrolltelling, leveringskjema, slakteavvik.	Jan. 2018 - Jun. 2023	2	Inkluderer data fra lastning på brønnbåt ved utsett til sjø.
<b>Sjøfasen</b>	<u>Sjøanlegg</u> : styringsverktøy, brønnbåtrapporter, tidslinjer <sup>4</sup> , oversikt over beholdningsendringer, smoltutsett.	Des. 2019 – Aug. 2022	4	Data relatert til produksjonen mellom settefisk- og slaktefasen.
<b>Slaktefasen</b>	<u>Slakteanlegg</u> : slaktedata, avviksskjema, brønnbåtrapporter.	Des. 2019- Des. 2022	3	Inkluderer telling fra brønnbåt til ventemerer eller direkte til anlegg.

Det ble definert kategoriske referanseverdier for settefisk-, sjø - og slaktefasen for å vurdere nøyaktigheten til tellingene for hver fase. Referanseverdiene ble definert basert på antatt *sanne verdier* for henholdsvis settefisk-, sjø- og slaktefasen (se Tabell 4). Dokumentering av mulig nøyaktighet i de ulike produksjonsfasene var hovedsakelig basert på avviket mellom brønnbåttelling og den korresponderende referanseverdien.

**Tabell 4:** Oversikt over referanseverdi for hver produksjonsfase.

Produksjonsfase	Referanseverdier
<b>Settefiskfasen</b>	Vaksinasjonstall og etterfølgende registrering av svinn (automatisert og manuell registrering).
<b>Sjøfasen</b>	Tall fra utsett og etterfølgende dødfiskregistrering i produksjonsstyringsverktøy (manuell registrering).
<b>Slaktefasen</b>	Registrerte slaktetall (automatisert registrering).

<sup>4</sup> Tidslinje generert av produksjonsverktøy med oversikt over produksjonen og tilknyttede aktiviteter.

Basert på relevante referanseverdier for produksjonsfasen, ble avviksverdiene beregnet som følger:

**Avviksberegning:**  $\text{Avvik} = \text{Telt antall} - \text{Referanseverdi}$

**Prosentvist avvik:**  $\text{Avvik}(\%) = \left( \frac{\text{Avvik}}{\text{Referanseverdi}} \right) \times 100.$

### Kategorisering og klargjøring av datasett

Proessen med å håndtere og analysere produksjonsdata startet med en innsamling av rådata mottatt fra flere aktører og ulike datakilder. Datasett ble kategorisert ut ifra hver fase av produksjonen: settefisk-, sjø- og slaktefasen. Hvert datasett omfattet primærdata, som besto av data samlet og tilpasset fra produksjonsstyringsverktøy og rapporter. Primærdata inkluderte også beregninger av avvik mellom etablerte referanseverdier og resultater fra telleoperasjoner. Videre inneholdt datasettene tilleggsinformasjon som leverings skjemaer, registreringer av endringer i beholdning, tidslinjer og annen kvalitativ informasjon. Kombinasjonen av kvantitative målinger og tilleggsinformasjon var essensiell for å få en fullstendig og nøyaktig forståelse av antallskontrollen i produksjonen.

Generell forståelse av mottatte data, forbehandling og feilkorrigerings var vesentlige forutsetninger for å muliggjøre en meningsfull analyse. All mottatt data fra styringsverktøy kom med varierende struktur, noe som krevde standardisering til et enhetlig format. Denne prosessen involverte nøye gjennomgang av datasettet slik at det var anvendelig for analytiske formål. Åpenbare feil som datofeil, hull i data og lignende ble fjernet eller rettet opp.

Etter korrigerings og fjerning av åpenbare feil, ble IQR-metoden<sup>5</sup> anvendt for å identifisere mulige oversette avvik som kunne skyldes mindre åpenbare feil eller uregelmessigheter i det gitte datasettet. Alle identifiserte tilfeller av oversette avvik ble manuelt kontrollert for å utelukke feil uavhengig av gjennomføringen av telleoperasjonene. Dette kunne eksempelvis være grunnet tastefeil, oversette feil på grunn av datasettets struktur, eller feil ved registrering av data under splitting og flytting av fiskegrupper. Alle avvik definert av IQR-metoden ble undersøkt for å avdekke potensielt underliggende årsaker, som kunne gi grunn til at disse verdiene måtte fjernes.

Den grundige dataevalueringen var ikke bare en forberedelse til analysen, men også en integrert del av den analytiske prosessen i seg selv, som en del av identifiseringen av mulige feilkilder og forbedringstiltak tilknyttet datahåndteringen for antallskontroll.

### Dataanalyse i henhold til produksjonsfase

Med varierende omfang og kvalitet forbundet med datasettene, og ulik grad av tillit til referanseverdiene, var det nødvendig å tilpasse tilnærmingen til datanalysen for hver enkelt produksjonsfase.

### Settefiskfasen

---

<sup>5</sup> IQR-metoden er basert på hva som forventes ut ifra variasjonen i datasettet (The MathWorks, Inc., 2023)

Målet med analysen i settefiskfasen var å evaluere nøyaktigheten av antallskontrollen, både på settefiskanlegget og på brønnbåt under transport til sjø.

Basert på mottatt produksjonsdata, ble følgende analyser utført for settefiskfasen:

1. **Avvik på settefiskanlegget under deling av kar:**

- **Formål:** Å undersøke og dokumentere nøyaktigheten av telleoperasjoner ved settefiskanlegget for å vurdere referanseverdiens pålitelighet.
- **Datakilder:** Kontrolltelling gjennomført av settefiskanlegget.
- **Metode for datanalyse:** Grunnleggende deskriptiv statistikk.

2. **Avvik mellom settefiskanlegg og brønnbåt:**

- **Formål:** Vurdere nøyaktigheten i antallskontrollen mellom referanseverdi på settefiskanlegget og telling utført på brønnbåt ved lasting.
- **Datakilder:** Flytteskjema og brønnbåtrapporter.
- **Metode for datanalyse:** Grunnleggende deskriptiv statistikk.

3. **Avvik settefiskanlegg og slaktetall:**

- **Formål:** Undersøke og dokumentere konkluderende antallskontroll på settefiskanlegg og gi en indirekte oversikt over antallskontrollen i sjøfasen (relatert til dødfiskregistrering).
- **Datakilder:** Rapport slakteavvik (utsatt antall, dødfisk antall, slaktet antall).
- **Metode for datanalyse:** Grunnleggende deskriptiv statistikk.

**Sluttkommentar om analysemetodikk:** Begrensinger i datasettenes omfang og representativitet<sup>6</sup> begrenset mulighetene for mer omfattende statistiske analyser. Derfor var analysen for settefiskfasen hovedsakelig basert på utvalgte observasjoner i datasettet, nok til å danne en grunnleggende forståelse av avvik og sammenhenger, men ikke tilstrekkelig for generaliserte konklusjoner.

## Sjøfasen

I sjøfasen fokuserte analysen av produksjonsdata på å kartlegge utfordringer og usikkerheter i antallskontrollen, heller enn detaljerte kvantitative analyser. Usikkerheten var hovedsakelig knyttet til tvil om nøyaktigheten av referanseverdier basert på dødfiskregistreringer, noe som begrenset vår evne til å trekke pålitelige konklusjoner basert kun på tall og data. Derfor konsentrerte vi oss om å identifisere og vurdere mulige kontrollpunkter for antallskontrollen i sjøfasen.

Basert på mottatt produksjonsdata, ble følgende analyser utført for sjøfasen:

1. **Oversikt over arbeidsoperasjoner i sjøfasen:**

- **Formål:** Kartlegge potensielle kontrollpunkter gjennom typiske arbeidsoperasjoner som involverer telling i sjøfasen.
- **Datakilder:** Produksjonsstyringsverktøy og tidslinjer for arbeidsoperasjoner (avlusning, flyttinger, splittings, slakt osv.)
- **Metode for dataanalyse:** Gjennomgang av tidslinjer basert på styringsverktøy.

2. **Evaluering av telleoperasjoner og prosedyrer i styringsverktøy:**

<sup>6</sup> Dataene reflekterer ikke tilstrekkelig bredden av aktører (inkl. brønnbåter) eller forhold i næringen.



- **Formål:** Undersøke hvordan oppdretter anvender og integrerer data fra brønnbåttellinger i produksjonsstyringsverktøyet og om det har innvirkning på antallskontrollen. Spesielt fokus på å identifisere tellinger med varierende nivåer av avvik.
- **Datakilder:** Produksjonsstyringsverktøy, tidslinjer, brønnbåtrapporter og rapporter tilknyttet beholdningsendringer.
- **Metode for dataanalyse:** Utforskning av data relatert til arbeidsoperasjoner og oppdateringer i styringsverktøyet.

**Sluttkommentar om analysemetodikk:** I likhet med settefiskfasen var det ikke grunnlag for en omfattende statistisk analyse i sjøfasen. Datasettet for sjøfasen hadde større omfang og god representativitet, men også redusert troverdighet tilknyttet alle avviksberegninger ved bruk av referanseverdiene.

### Slaktefasen

Slaktefasen hadde et mer robust datagrunnlag enn settefisk- og sjøfasen, som muliggjorde en mer omfattende statistisk analyse. I likhet ved vaksinerings på settefiskanlegget, håndteres fisken på slakteriet enkeltvis slik at tellingen er en naturlig del av prosessen. Nøyaktigheten og presisjonen er dermed høy og tallene brukes ofte som en fasit for hele produksjonen. Med slaktetallene som en pålitelig referanseverdi og et betydelig antall tilhørende brønnbåttellinger, ble det utført en statistisk analyse som fokuserte på de observerte avvikene.

Basert på mottatt produksjonsdata, ble følgende analyser utført for slaktefasen:

#### 1. Avviksfordeling for alle brønnbåter:

##### a. Formål:

- I. Forstå typen avvik som oppstår – systematiske eller tilfeldige avvik relatert til over- og underestimering av telt antall på brønnbåt.
- II. Utforske fordelingen av avvik over tid.
- III. Dokumentere mulig nøyaktighet for mottatt produksjonsdata.

##### b. Datakilder:

 Slaktedata, avviksskjemaer og brønnbåtrapporter.

##### c. Metode for dataanalyse:

 Deskriptiv statistikk og grafisk analyse.

#### 2. Avviksfordeling per brønnbåt:

##### a. Formål:

 Sammenligne avvik mellom ulike brønnbåter.

##### b. Datakilder:

 Slaktedata, avviksskjema og brønnbåtreporter mottatt fra slakteanlegg.

##### c. Metode for dataanalyse:

 Deskriptiv statistikk. Sammenligning av alle brønnbåter med minst 10 telleoperasjoner og en nærmere titt på de tre brønnbåtene med flest tellinger.

#### 3. Sesongvariasjon i avviksfordelingen:

##### a. Formål:

 Utforske mulig sesongvariasjon observert i foregående analyser av avviksfordeling for brønnbåt.

##### b. Datakilder:

 Slaktedata, avviksskjema og brønnbåtreporter mottatt fra slakteanlegg.

##### c. Metode for dataanalyse:

 Grafisk analyse av månedlige- og periodebaserte avvik og en nærmere gjennomgang av månedlig gjennomsnittlig avvik.

**Sluttkommentar analysemetodikk:** Gjennomføringen av den statistiske analysen for slaktefasen var delvis inspirert av metodikken presentert i *Aunsmo, Skjerve and Midtlyng, 2013*. I motsetning til Aunsmo, som baserte analysen på innmeldt (forventet) antall fra sjøfasen, fokuserte vi på rapportert antall fra brønnbåter under leveringen til slakt. Målet med denne tilnærmingen var å dokumentere nøyaktigheten med kortere tidsrom mellom registrert brønnbåttelling og slaktetall, for å redusere usikkerheten i resultatene.

## 4.1 Resultater

Resultatene er basert på metodikken for dataanalysen og presenterer en kategorisk fremstilt oversikt over avvik for relevante tellepunkter, potensielle feilkilder og kontrollpunkter.

### Settefiskfasen

Datasettet mottatt fra settefiskanlegget danner grunnlaget for å evaluere antallskontrollen ved transport fra settefiskanlegg til matfiskanlegg. Med andre ord ga tall fra settefiskanlegget og brønnbåten en mulighet til sammenligning og kvalitetskontroll av hva vi kan forvente av nøyaktighet i sjøfasen.

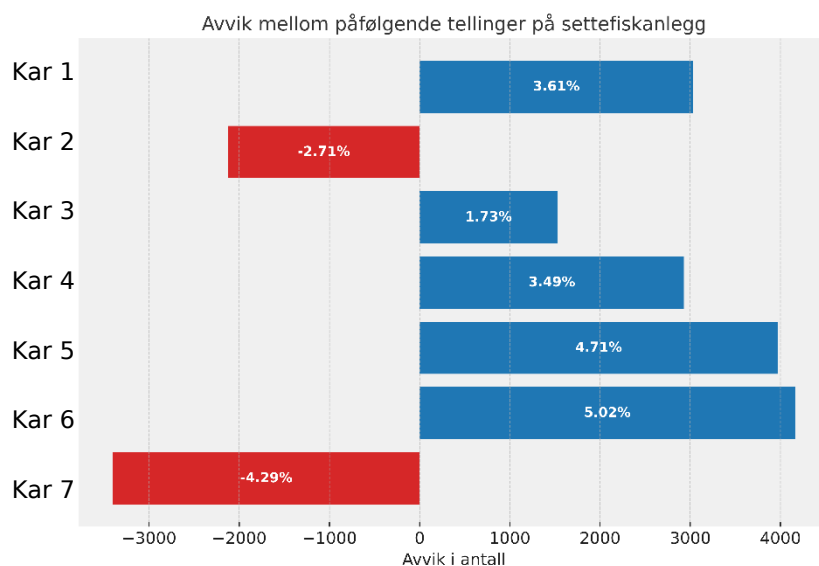
#### Avvik på settefiskanlegget

For å kunne vurdere og dokumentere størrelsesorden på mulige avvik som kan oppstå inne på settefiskanlegget, så vi først på data relatert til flytting av settefisk kombinert med deling av kar. Dataen involverte to påfølgende tellinger av samme kar med samme teller slik at det var mulig å dokumentere avviket mellom de to tellingene. Hvert kar inneholdt i gjennomsnitt 71 000 fisk og tellingen ble gjennomført to ganger ved bruk av tørrtellere. Resultatet av

avvikene var relativt vilkårlige der påfølgende telleoperasjon kunne telle både færre og flere fisk for det samme karet (se Figur 1). Det største avviket (+5.02%) tilsvarte at det ble telt omtrent 4100 flere fisk med samme teller ved telling nummer to. Dette tydet på det relativt fort kan oppstå usikkerhet tidlig i prosessen på settefiskanlegget spesielt ved gjennomføring av operasjoner som sortering og deling av kar.

#### Avvik settefiskanlegg og brønnbåt

Vi analyserte hvordan tellinger utført av brønnbåten under levering til merd i sjø korresponderte med registrerte tall fra settefiskanlegget. Hensikten var å identifisere og dokumentere eventuelle avvik mellom disse to punktene. Gjennomgangen av det spesifikke datasettet viste varierende avvik, både positive og negative, med et gjennomsnittlig absolutt avvik på 1.68% (se Figur 2). Det største registrerte avviket var litt



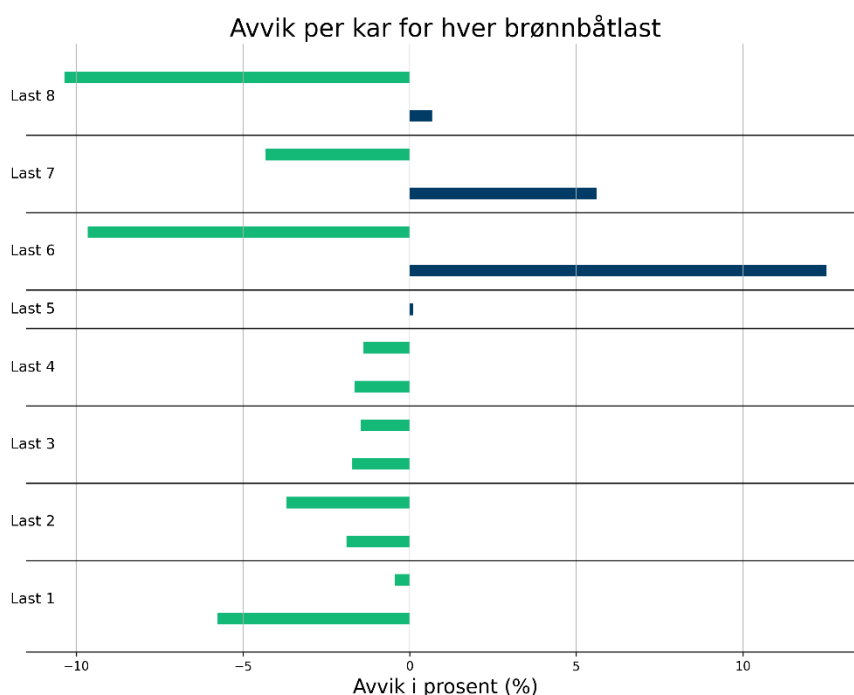
**Figur 1:** Avvik mellom påfølgende tellinger på settefiskanlegg før og etter deling av kar.

over 5%, noe som representerte en differanse på omtrent 8000 fisk i forhold til settefiskanleggets tall. Hver overføring til brønnbåten involverte rundt 150 000 fisk, og typisk ble fisk fra to separate kar lastet per last.

Videre sammenligning av brønnbåtens telledata med individuelle kar på settefiskanlegget avslørte større variasjoner i avvik (Figur 3). Her var det gjennomsnittlige absolutte avviket 4,09%, med to tilfeller hvor avviket oversteg 10%, tilsvarende 9329 og 8615 fisk. Dette indikerer at det prosentvise avviket var mer markant per kar enn per last. Oversikten over avvik per kar for hver brønnbåtlast viste også at enkelte laster fra brønnbåten kombinerte fisk fra kar med både positivt og negativt avvik. Dermed kan avviket mellom settefiskanlegg og lastetelling på brønnbåt i enkelte tilfeller bli tilfeldig utjevnet. Konsekvensen blir at grunnlaget for å vurdere avvikene ved levering til sjø kan være misvisende hvis data fra flere kar kombineres.



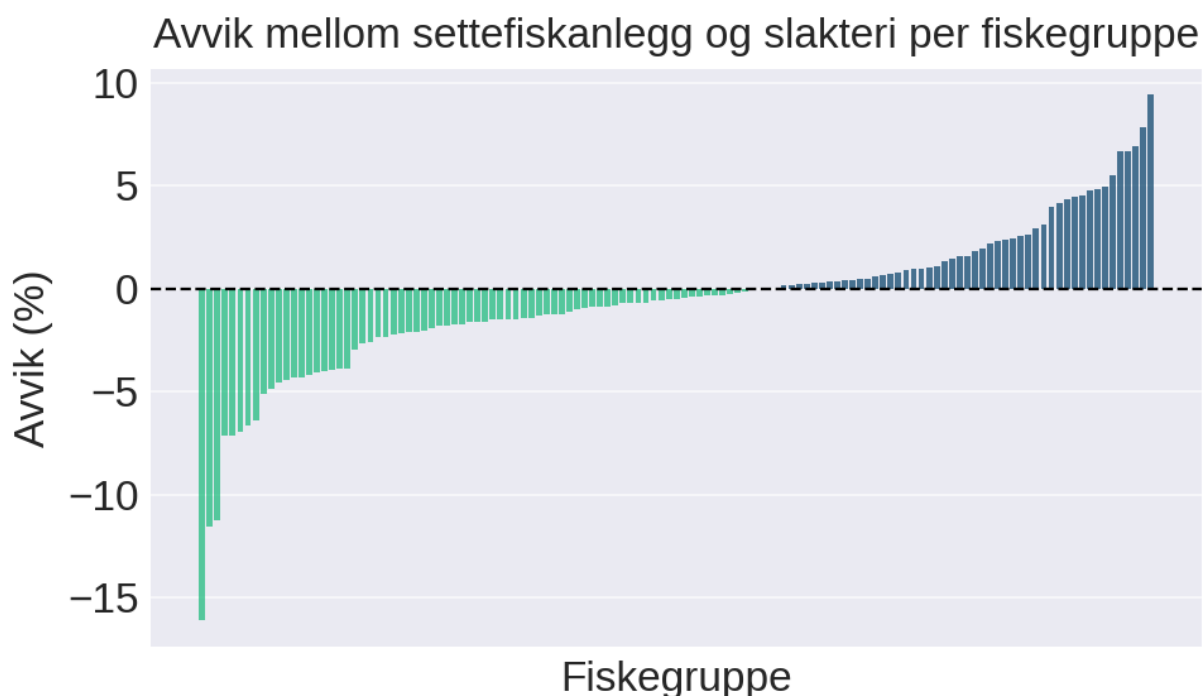
**Figur 2:** Avvik mellom antall i produksjonsstyringsverktøy på settefiskanlegg og telling av brønnbåt under last ved utsett i sjø. Avvik er sortert basert på størrelse.



**Figur 3:** Avvik mellom antall i produksjonsverktøy på settefiskanlegg og telling av brønnbåt for hvert kar. Oppdelingen viser kombinasjonen av avviket for to kar som kombineres i samme last.

### Avvik settefiskanlegg og slaktetall

For å se nærmere på den overordnede nøyaktigheten av dataene fra settefiskanlegget, sammenlignet vi det totale antallet fisk satt ut fra anlegget med summen av slaktet fisk og dødfiskregistrering i sjøfasen. Her var tallet på utsatt fisk i form av referanseverdien, det vil si vaksinasjonstallet minus dødfisk frem til utsett i sjø. Vi så på 125 individuelle fiskegrupper (Figur 4) og netto utsett fordelt på 24 ulike lokaliteter (samme fiskegrupper). Dataene indikerte at det kan være betydelige avvik for enkelte fiskegrupper. I flere tilfeller var avviket så høyt som 8-10%, og for en spesifikk fiskegruppe ble det slaktet 16% færre fisk enn forventet basert på settefiskdataene. Likevel var det et gjennomsnittlig absolutt avvik på 2.5% og tilsvarende median på 1.60%. Altså er flertallet av avvikene lavere enn snittet. Avvikene var generelt også lavere når man så på netto utsett per lokalitet i forhold til netto antall. Det største avviket for en lokalitet var da 4%, men over halvparten av lokalitetene viste avvik på under 1% ved summering av alle fiskegruppene.



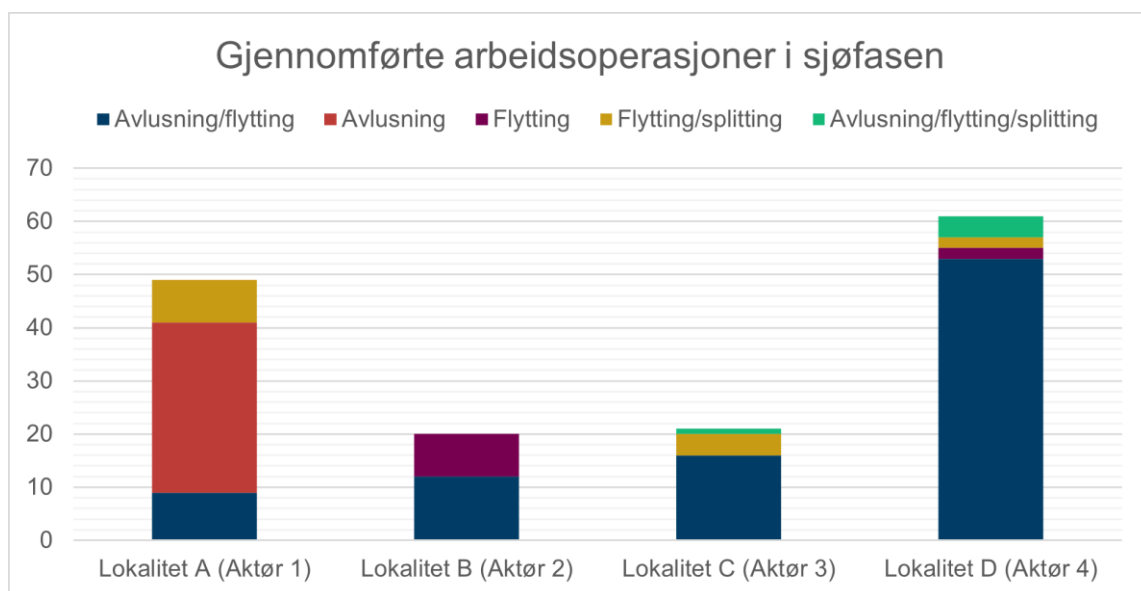
**Figur 4:** Fordeling av avvik mellom utsatt fisk fra settefiskanlegg og tilsvarende slaktet antall per fiskegruppe. Avvik er sortert ut ifra størrelse. 125 forskjellige fiskegrupper og 24 ulike lokaliteter.

## Sjøfasen

I resultatene for sjøfasen fokuserte analysen primært på en evaluering av kontrollpunkter knyttet til antallskontroll av hver produksjonsenhet. Dette innebar en systematisk gjennomgang av ulike arbeidsoperasjoner og medfølgende tellinger med hensikt å vurdere samsvaret mellom tall i styringsverktøy og fra brønnbåt.

### Oversikt over arbeidsoperasjoner i sjøfasen

Figur 5 illustrerer fordelingen av arbeidsoperasjoner gjennomført på fire ulike lokaliteter tilknyttet tre ulike aktører. Antallet telleoperasjoner er basert på gjennomgang av tidslinjer fra styringsverktøy. Hver enkelt arbeidsoperasjon, utført på en fiskegruppe, ble registrert hver for seg. Det vil si at dersom det ble gjennomført avlusning på åtte forskjellige fiskegrupper, tilsvarte dette åtte arbeidsoperasjoner. Basert på mottatt produksjonsdata var det en tydelig overvekt av avlusningsaktiviteter. Av totalt 151 registrerte arbeidsoperasjoner var det 127 som ikke involverte avlusning. Størst andel av avlusningsoperasjonene involverte også flytting av fiskegrupper mellom merdene. Ved en gjennomført arbeidsoperasjon er det vanlig med en tilhørende tellerapport som kan brukes som et kontrollpunkt underveis i sjøfasen.



**Figur 5:** Oversikt over gjennomførte arbeidsoperasjoner (med tilknyttet telling) for fire ulike lokaliteter (3 ulike aktører). Ved flere arbeidsoperasjoner for samme farge er disse gjennomført parallelt.

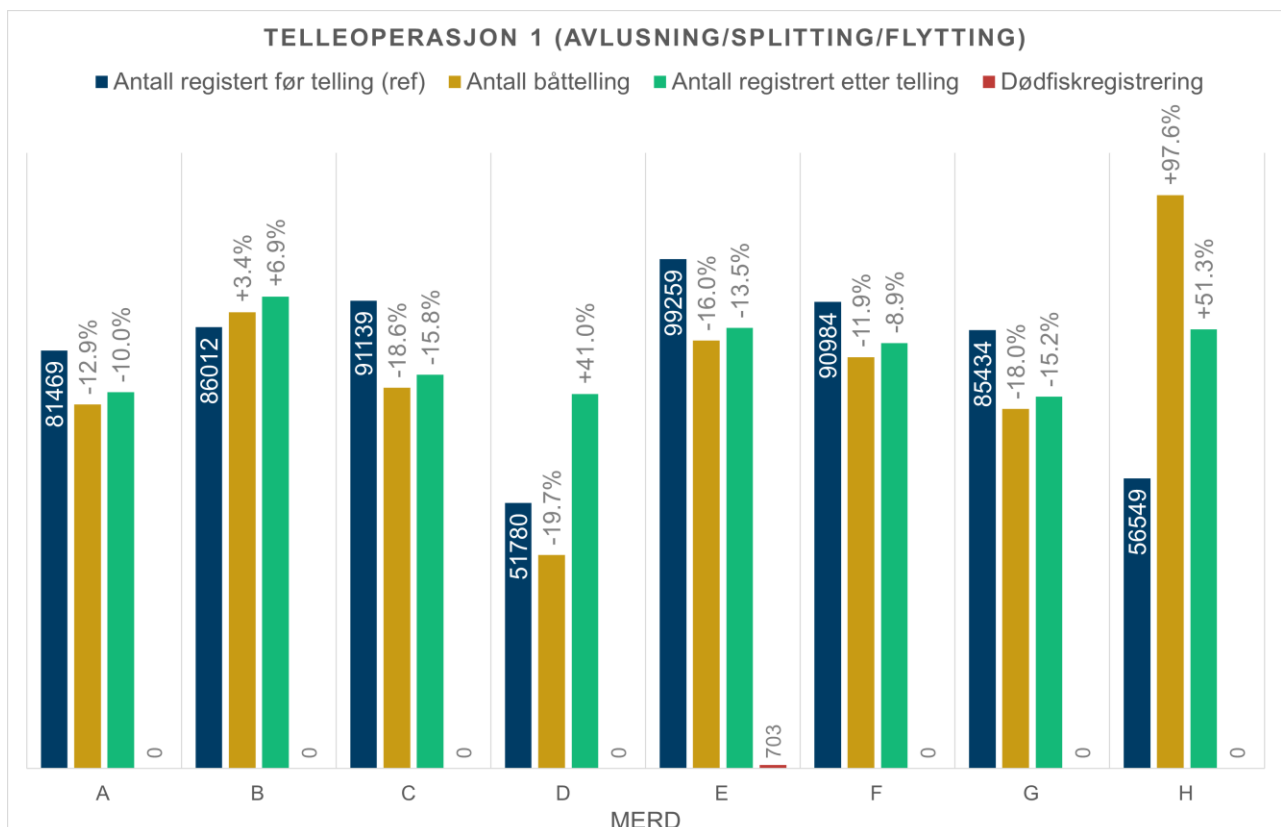
### Evaluering av telleoperasjoner og prosedyrer i styringsverktøy

Alle arbeidsoperasjoner med tilgjengelig teller rapport, ble sammenlignet med korresponderende antall registrert i styringsverktøyet for hver fiskegruppe. Ved å sammenligne antallet fisk før og etter en gjennomført telleoperasjon, var det mulig å vurdere hvordan resultatet fra telleoperasjonen påvirket oppdateringen av beholdningen i styringsverktøyet. Med andre ord, var det mulig å vurdere om gitt telleoperasjon ble brukt aktivt som et kontrollpunkt.

Basert på mottatt produksjonsdata, var det sjeldent at tall fra brønnbåtene medførte en oppdatering av beholdningen i styringsverktøyet. Av 133 arbeidsoperasjoner var det 14 tilfeller som direkte medførte endring av antallet for minst en fiskegruppe. Alle tilfellene var tilknyttet splitting av fiskegrupper, hvor en oppdatering av antallet i styringsverktøyet er en integrert del av operasjonen. Videre var det også ett tilfelle hvor et vesentlig avvik mellom den registrerte beholdningen og brønnbåttellingen resulterte i en større justering av tallene i styringsverktøyet for alle fiskegruppene på lokaliteten (Figur 6). For de øvrige arbeidsoperasjonene ble det ikke observert noen endring i beholdningstallene i styringsverktøyet, og antallet før og etter den rapporterte tellingen forble omtrent det samme.

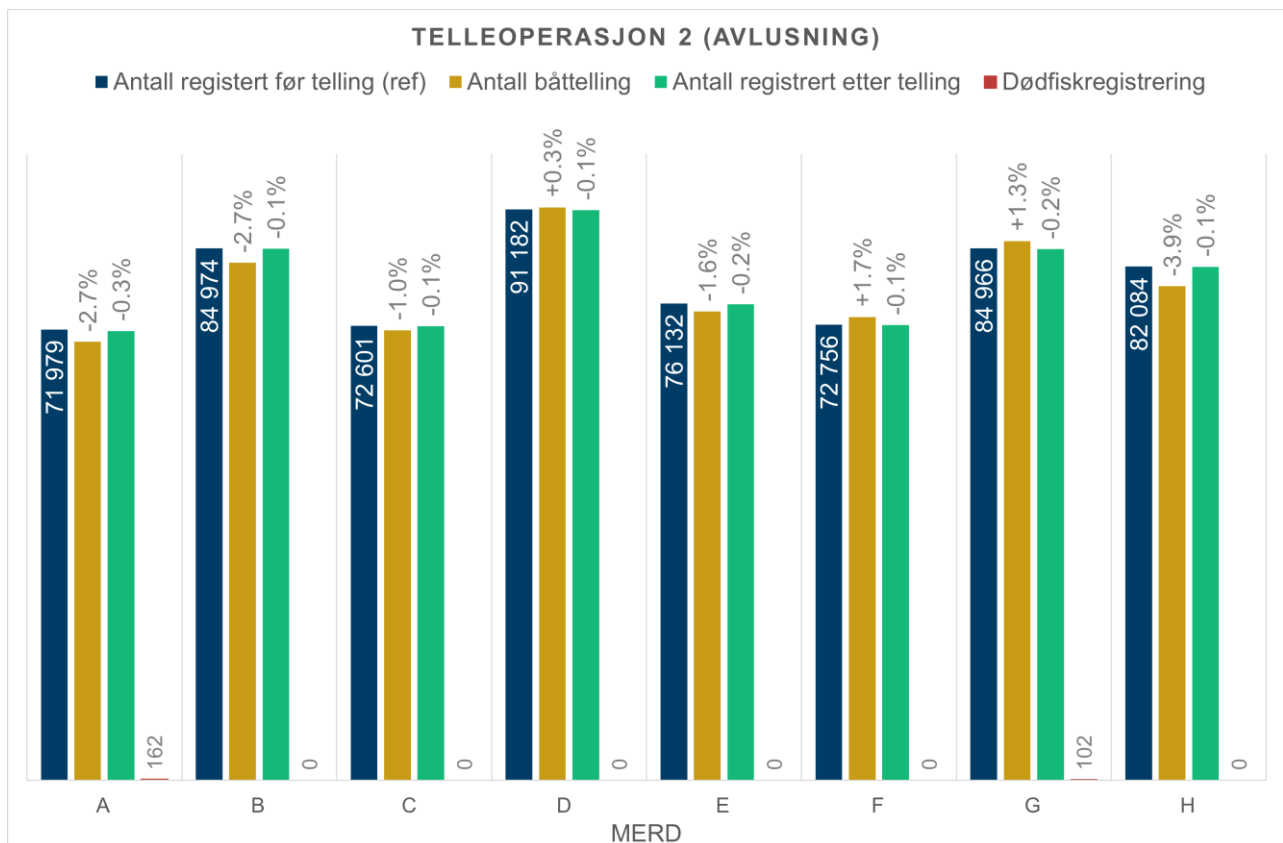
Det ble sett nærmere på tre eksempler der teller rapporter fra brønnbåt ble sammenlignet og vurdert opp mot tall fra styringsverktøyet før og etter en arbeidsoperasjon (alle fra samme lokalitet). Figur 6 representerer tilfellet der det ble gjennomført en større antallsoppdatering i styringsverktøyet. Figur 7 og Figur 8 involverte to telleoperasjoner (under avlusningsoperasjoner) som ikke førte til endringer i styringsverktøyet. Antall registrert før og etter telling er basert på definert referanseverdi for sjøfasen. I Telleoperasjon 1 og 2 inneholdt merdene samme fiskegruppe før og etter, men Telleoperasjon 1 involverte flere fiskegrupper som ble splittet, flyttet og deretter kombinert med to andre fiskegrupper. Alle tall for dødfiskregistrering var basert på dødfisk som ble registrert i styringsverktøyet samme dag eller dagen etter arbeidsoperasjonen ble gjennomført. En detaljert beskrivelse av resultatene, sammen med spesifikke merknader for hver figur som representerer de ulike telleoperasjonene, presenteres i oversikten som følger.

Telleoperasjon 1 (Figur 6)	
Arbeidsoperasjon	Kombinasjon av avlusning, splitting og flytting av fiskegrupper
Resultatbeskrivelse	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Store avvik for alle fiskegrupper mellom brønnbåttelling og registrert antall både før og etter telleoperasjonen.</li> <li>➤ Merd H hadde en og en halv ganger så mange registrert fisk i styringsverktøyet etter tellingen som før. Dette kommer etter en dobling av antall telt av brønnbåten.</li> <li>➤ Merd D hadde også en stor økning i antall registrert etter telleoperasjonen grunnet fordeling av fisk fra andre merder.</li> <li>➤ Det store avviket mellom brønnbåt og styringsverktøy for Merd H er grunnet oppsamling av fisk fra flere merder som så ble fordelt i Merd D og H.</li> <li>➤ De resterende merdene hadde relativt store avvik i forhold til antall registrert i styringsverktøy før og etter telling, men mindre avvik mellom brønnbåt og antall registrert etter telling.</li> </ul>
Merknader	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Flere fiskegrupper ble splittet og fordelt i Merd D og H.</li> <li>➤ 1 av 8 fiskegrupper med registrert dødfisk tilknyttet arbeidsoperasjonen.</li> <li>➤ Ble gjennomført vektprøve og følgende oppdatering av registrert snittvekt etter telleoperasjonen.</li> </ul>



**Figur 5:** Oversikt over Telleoperasjon 1 gjennomført under avlusning, splitting og flytting av fisk. «Antall registrert før telling» og «Antall registrert etter telling» er tall fra styringsverktøy. «Antall båttelling» er telt antall fisk fra brønnbåt. Prosenttallene tilsvarer avviket i forhold til «Antall registrert før telling».

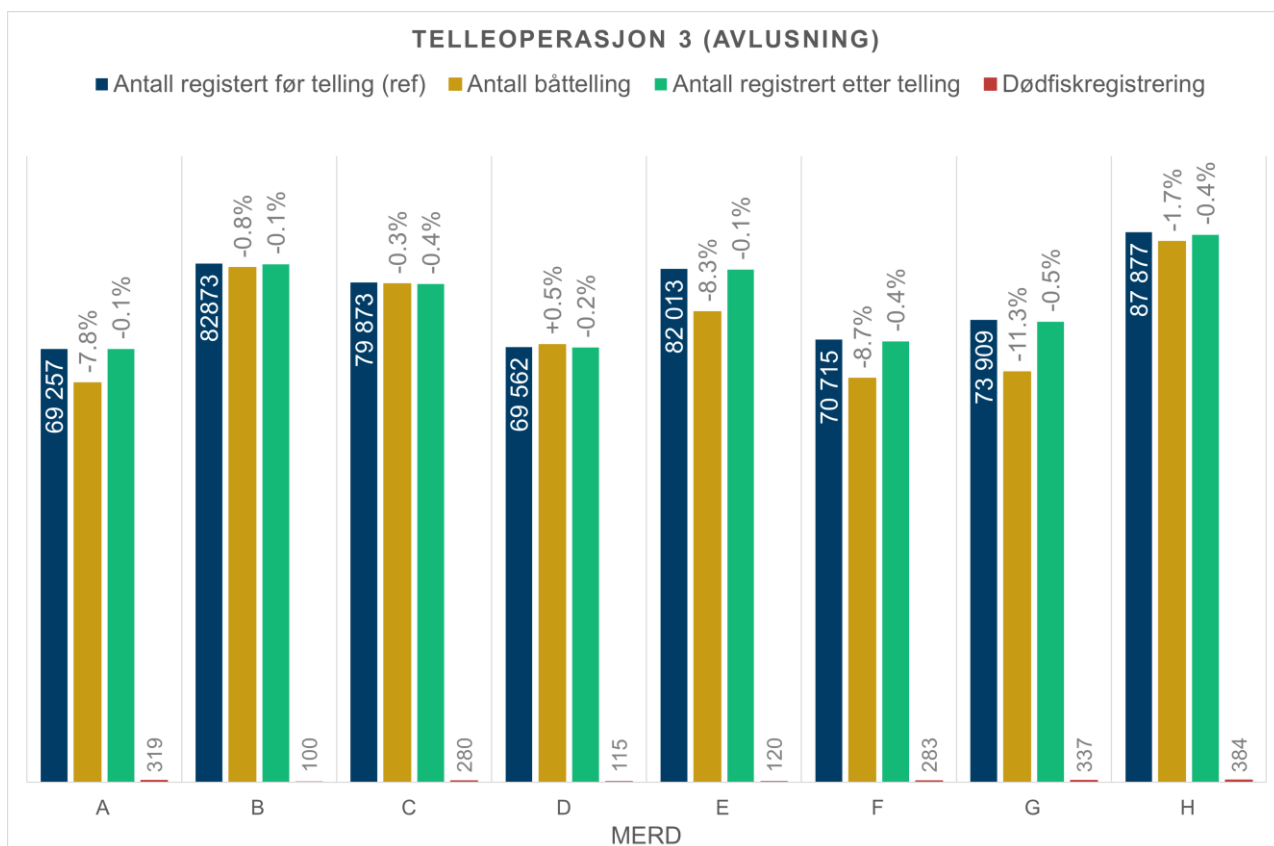
Telleoperasjon 2 (Figur 7)	
Arbeidsoperasjon	Avlusning.
Resultatbeskrivelse	Relativt små avvik både for båt og antall registrert etter telling der sistnevnte var tilnærmet uendret.
Merknader	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2 av 8 fiskegrupper med registrert dødfisk tilknyttet arbeidsoperasjonen.</li> <li>➤ Det kan antas at avvik mellom antall registrert i styringssystemet før og etter telling var grunnet dødfisk selv om dødfiskregistreringen i praksis viser 0.</li> </ul>



**Figur 6:** Oversikt over Telleoperasjon 2 gjennomført under avlusning. «Antall registrert før telling» og «Antall registrert etter telling» er tall fra styringsverktøy. «Antall båttelling» er telt antall fisk fra brønnbåt. Prosenttallene tilsvare avviket i forhold til «Antall registrert før telling».

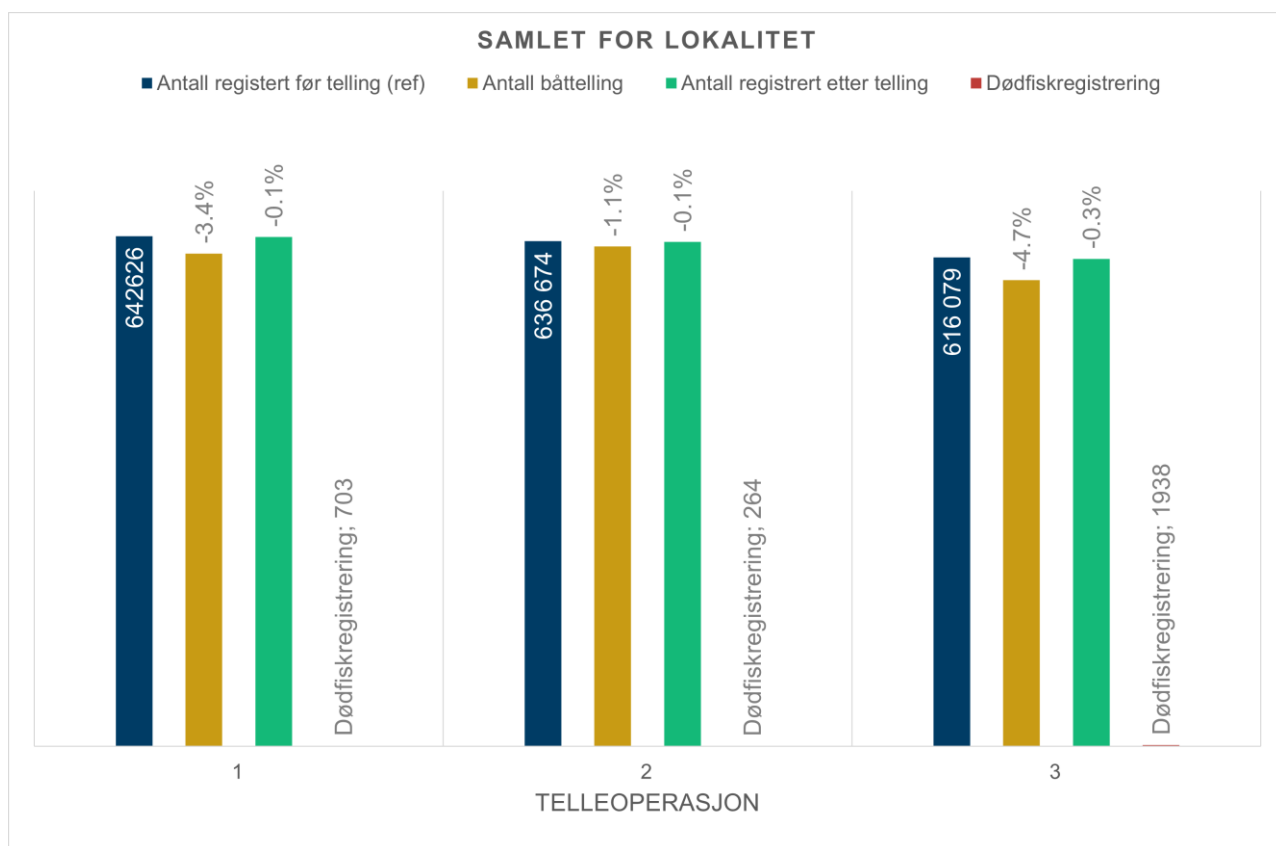


Telleoperasjon 3 (Figur 8)	
Arbeidsoperasjon	Avlusning.
Resultatbeskrivelse	Tilfeller ved avvik rundt 10% mellom båttelling og referanseverdi før telleoperasjonen. Antall registrert før og etter var tilnærmet uendret.
Merknader	➤ 8 av 8 fiskegrupper med registrert dødfisk tilknyttet telleoperasjonen.



**Figur 7:** Oversikt over Telleoperasjon 3 gjennomført under avlusning. «Antall registrert før telling» og «Antall registrert etter telling» er tall fra styringsverktøy. «Antall båttelling» er telt antall fisk fra brønnbåt. Prosentallene tilsvarer avviket i forhold.

Samlet per lokalitet var det lite som skilte antallet registrert i styringsverktøyet før og etter telleoperasjonene (Figur 9). Dette tilsvarte et gjennomsnittlig avvik på 1020 fisk av totalt litt over 600 000 fisk mellom de tre lokalitetene. Summen av absoluttverdien for avvikene ga tilsvarende avviksprosent for Telleoperasjon 2 og 3 som vist i figuren, men et avvik som tilsvarte 17.7% (omtrent 110 000 fisk) forskjell mellom registrering før og etter telling for Telleoperasjon 1. Totalt sett var resultatet av Telleoperasjon 1 et tegn på at antallskontrollen kan være god samlet sett for lokaliteten, selv med flere splittings involvert, men likevel er det stor usikkerhet for antallskontrollen per enhet. Avslutningsvis, siden antallet registrert av brønnbåtene ikke stemte overens med tallene i styringsverktøyet etter noen av telleoperasjonene, tydet dette på at justeringen i Telleoperasjon 1 enten bare delvis ble basert på brønnbåtens tall, eller var helt uavhengig av telt antall.



**Figur 8:** Summen av positive og negative avvik for telleoperasjon 1, 2 og 3 samlet per lokalitet.

## Slaktefasen

Datasettet mottatt for slaktefasen gjorde det mulig å presentere en mer kvantitativ og representativ oversikt over forventet nøyaktighet ved telling på brønnbåter under realistiske forhold. I motsetning til settefisk- og sjøfasen, var datagrunnlaget fra slaktefasen mer omfattende og med en mer pålitelig referanseverdi. Alle telleoperasjoner ble utført under transport til slakteanlegg, og avvikene ble presentert basert på en sammenligning mellom laks transportert av brønnbåt og registrert slaktet laks fra slakteriets produksjonsdata.

I løpet av en treårsperiode, med grunnlag i 829 separate telleoperasjoner, viste produksjonsdata et samlet nettoavvik<sup>7</sup> på +0.34%, som tilsvarte et avvik på 153 054 individer for mange telt av totalt 45 559 908 slaktet laks (Tabell 5 og Tabell 6).

**Tabell 5:** Sammendrag datasett for slaktefasen.

Variabel	Antall
Slakterier	3
Brønnbåter	22
Lokaliteter (fra)	84
Tellinger gjennomført	810
Fisk telt av brønnbåt	45 712 962
Fisk slaktet	45 559 908
Snitt antall pr. slakt	54958

## Avvikfordeling samlet for flere brønnbåter

Til tross for en tilsynelatende høy nøyaktighet basert på netto avvik, avdekket en nærmere gjennomgang av individuelle telleoperasjoner tidvis betydelige variasjoner i presisjonen. Gjennomsnittlig netto avvik per telleoperasjon var på 0.13 %, men tilsvarende resultat for absoluttverdiene av avvikene indikerte lavere nøyaktighet, med et snitt på 2.19%. Årsaken til lavere netto avvik er et resultat av utjevning i form av positive og negative avvik over tid (se Figur 10 og Figur 14). Funnene fremhevet at selv om det samlede nettoavviket kan være lite (høy nøyaktighet), reflekterte det høyere absoluttavviket en betydelig variasjon mellom individuelle telleoperasjoner (lav presisjon).

**Tabell 6:** Snittmessig og overordnet avvikstall basert på gruppering av datapunkter.

Gruppering <sup>8</sup>	Antall observasjoner	Absolutt avvik snitt (%)	Netto avvik snitt (%)	Totalt avvik (%)
Telleoperasjoner	810	2.19	0.13	-
Brønnbåter*	10	2.28	0.90	-
Slakteri	3	2.37	0.61	-
Overordnet	1	-	-	<b>0.34<sup>9</sup></b>

\* Brønnbåter med minst 10 eller flere gjennomførte telleoperasjoner

<sup>7</sup> Positive og negative avvik summert.

<sup>8</sup> Verdiene er gitt som et snitt av snittet for hver gruppering.

<sup>9</sup> Sum av antall laks telt minus antall laks slaktet, som en prosentvis verdi av slakteantall.

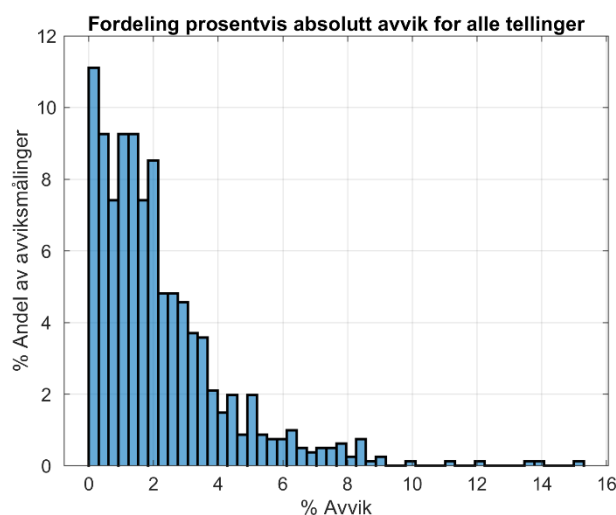
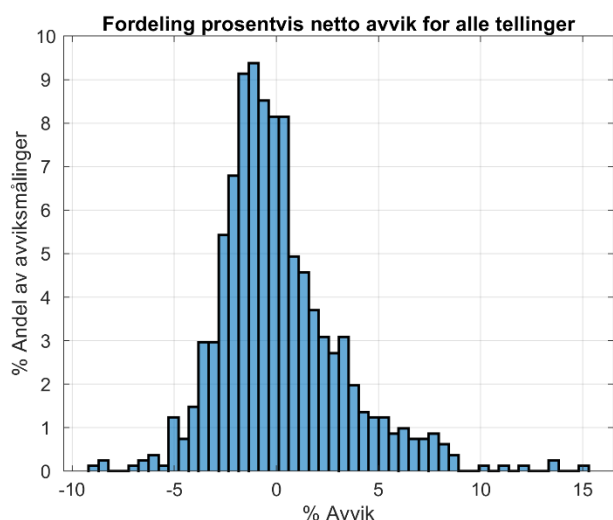
Videre analyse av avviksfordelingen per telleoperasjon understreket ytterligere variabiliteten for enkelttellingene (Tabell 7). Standardavvikene på 2.03% for nettoavvik og 2.98% for absoluttavvik, betydde at selv om mange tellinger lå nær gjennomsnittet, viste den store spredningen at flere tellinger avviker merkbart. Denne variabiliteten ble ytterligere understreket av minimum og maksimum avvik, med et netto minimum på -9.02% og et maksimum på 15.30%. For maksavviket var slaktet antall omtrent 70 000 og antall telt av båt 80 000. Disse ekstremverdiene la grunnlag for at noen telleoperasjoner betydelig over- eller underrapporterer antall fisk. Medianverdiene, -0.38% for nettoavvik og 1.63% for absoluttavvik, indikerte at halvparten av operasjonene har mindre avvik enn disse tallene, men den negative netto medianen antyder en svak tendens til underrapportering.

For å forstå variasjonen relatert til størrelsesordenen av avviksfordelingen bedre, så vi på 25%- og 75%-persentilene for absoluttavvik. Disse verdiene viste at halvparten av avvikene lå mellom 0.80% og 3.01%. Sagt på en annen måte betyr det at en fjerdedel av tellingene hadde et avvik på mer enn 3%. Ved å gå enda dypere inn i tallene, så vi at 9% av tellingene hadde en feil på mer enn 5% (Figur 14).

Samlet sett demonstrerte analysen av telleoperasjoner i slaktefasen en betydelig variabilitet i presisjonen, til tross for et lavt gjennomsnittlig nettoavvik. Dette avslører en kompleksitet i antallskontrollen, hvor individuelle operasjoner kan vise betydelige avvik, skjult bak det tilsynelatende lave samlede nettoavviket.

**Tabell 7:** Beskrivende statistikk relatert til Figur 13.

Variabel	Verdi
<b>Minimum avvik (%)</b>	
Nettoverdier	-9.02
Absoluttverdier	0.01
<b>Maksimum avvik (%)</b>	15.30
<b>Median (%)</b>	
Nettoverdier	-0.38
Absoluttverdier	1.63
<b>Standardavvik (%)</b>	
Nettoverdier	2.03
Absoluttverdier	2.98
<b>Persentiler (25%-75%)</b>	
Nettoverdier	-1.72-1.51
Absoluttverdier	0.80-3.01



**Figur 10:** Histogrammer over prosentvis netto- og absolutt avvik samlet for alle brønnbåter i gitt datasett.

### Avviksfordeling per brønnbåt

Hensikten med å se nærmere på avviksfordelingen for hver brønnbåt var for å oppnå en mer detaljert og nøyaktig forståelse av resultatene relatert til Figur 14, som ikke var synlig i en samlet analyse for flere brønnbåter. Denne tilnærmingen muliggjorde en vurdering av hvordan operative forhold og ytelsesindikatorer for enkelte brønnbåter påvirket avviksnivået.

I Figur 11 presenteres et boksplo<sup>10</sup> for brønnbåter som utførte minst 10 tellinger i perioden 2020-2022. Tabell 8 viser antall tellinger og medianverdier for disse båtene. Spesielt hadde Båt A og B det høyeste antallet tellinger, henholdsvis 284 og 149, noe som ga dem en betydelig innvirkning på de samlede resultatene i Figur 14. For en mer detaljert innsikt, viser Figur 15 avviksfordelingen for Båt A, B og C.

Båtene C, E og G har avvikene med størst utliggere (ekstremverdier) der de overestimerte antallet i tellingen med mellom 14-16%. Dette tilsier at avvik i denne størrelsesordenen ikke er relatert til bare en båt, men kan skje for flere båter. Eneste sammenhengen mellom de tre båtene var at Båt G og C har samme tellerleverandør om bord. Det var likevel for få båter til å kunne si at dette hadde en reell sammenheng. Utliggere i form av underestimering var på omtrent -9% (Båt D). For den gitte fordeling av båter var det flere utliggere tilknyttet overestimering enn underestimering.

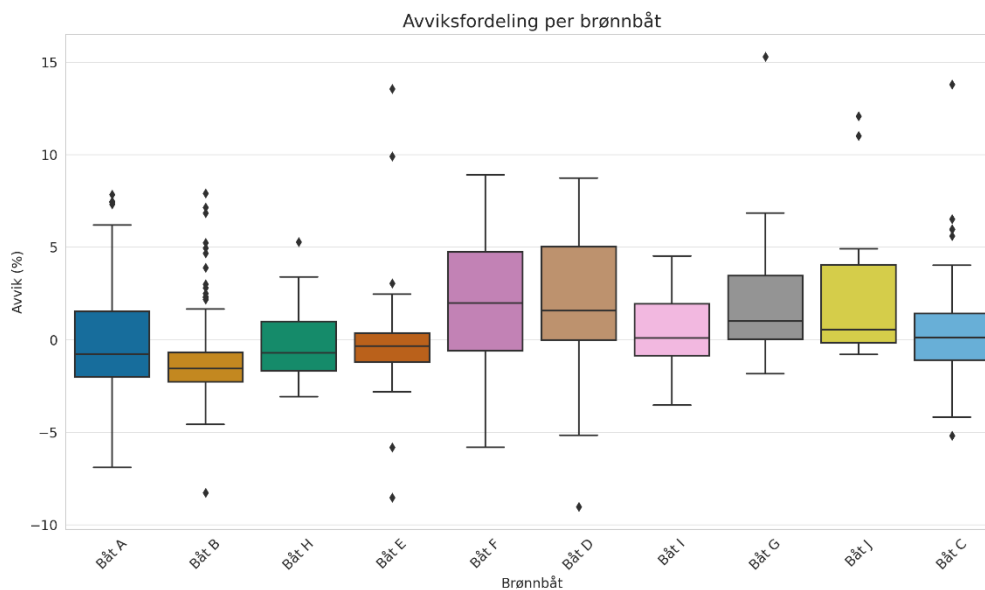
Spredningen av data for hver båt varierte. Båt B og E hadde minst spredning i avvik, men også flest tilfeller av ekstremverdier. Dette tydet på relativt konsekvente avvik, men med sporadiske tilfeller av unormalt store avvik sammenlignet med resten av tellingene til disse to båtene. Båt B er i likhet med Båt J en bløggébåt. Båt F og D hadde størst spredning av avviksverdier der rundt halvparten av alle avvikene lå på mellom -1 og +5%. Disse to båtene hadde tellere fra samme leverandør.

Når det gjelder medianen (det typiske/forventede avviket) for de forskjellige båtene er det ingen som ligger over eller under  $\pm 2\%$ . Båt C kom best ut, med telleoperasjoner som hadde et forventet avvik på +0.13% basert på 83 tellinger. Båtene B, D og F kom derimot dårligst ut med verdier på henholdsvis -1.55%, +1.99% og 1.58%.

**Tabell 8:** Antall tellinger og prosentmessige medianverdier relatert til Figur 11.

Båt	A	B	H	E	F	D	I	G	J	C
Tellinger (#)	284	149	17	53	36	54	11	24	11	83
Median (%)	-0.78	-1.55	-0.70	-0.34	1.99	1.58	0.10	1.00	0.56	0.13

<sup>10</sup> Et boksplo viser hvordan data er spredt og gruppert. I gitt figur representerer hver boks rekkevidden av avvik for en brønnbåt (farget boks tilsvarer 50% av alle avvikene), med en linje som markerer det typiske (median) avviket. De små diamantene representerer avvik som er uvanlig høye eller lave, og er ansett som utliggere (ekstremverdier) tilknyttet datafordelingen per båt.



**Figur 11:** Boksplot over avviksfordeling per brønnbåt med minst 10 tellinger. Maks: +14-16%. Minimum: -7-9%. Båtene [A B C G J], [F D], [E J] og [H] har alle forskjellige leverandører av tellere [henholdsvis til grupperingen]. Båt E og J er bløggebåter.

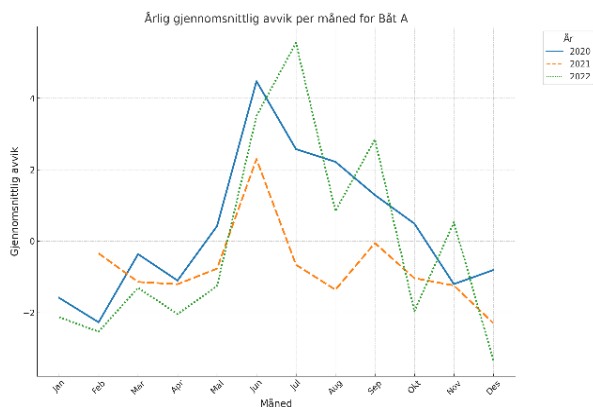
### Sesongvariasjon i avviksfordelingen

Avviksfordelingen for 2020-2022, illustrert i Figur 12 og Figur 13, viste antydninger til sesongbaserte avvik karakterisert av lengre perioder med over- og underestimering på Båt A. Juni måned utmerket seg med en gjennomgående overestimering av antall fisk over alle tre år. I 2021 ble lignende mønstre også observert i februar og mars, og i 2022 i månedene juli, august, september og november. Vintermånedene, spesielt fra desember til februar i 2020 og 2022, viste en tendens til underestimering. Året 2021, som inkluderte flest avviksmålinger, viste en mer variert avviksfordeling gjennom året. Disse sesongbaserte tendensene kan imidlertid også påvirkes av faktorer som individuelle brønnbåter og deres operative forhold.

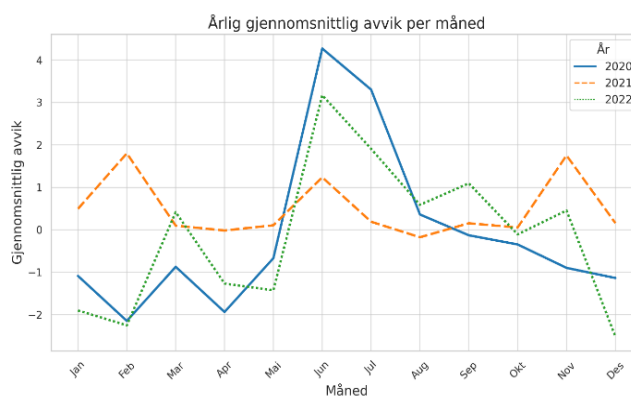
Avviksfordelingen i Figur 14 og Figur 15 illustrerer videre sesongbaserte avvik for de tre båtene med flest telleoperasjoner totalt. Båt A fulgte det generelle mønsteret med overestimeringer i juni og underestimering i vinter- og vårmånedene (desember-april). Båt B og C hadde for få datapunkter for å bekrefte samme trend i juni, men Båt B hadde tilsvarende trend for desember-april. Generelt sett hadde Båt C en balansert fordeling av over- og underestimeringer, men med relativt få datapunkter i forhold til Båt A. Båt B viste derimot en tydelig overordnet tendens til underestimering, men med nesten ingen tellepunkter fra mai til juli.

Kalibrering av tellerne på brønnbåtene gjøres ofte i samråd med slakteanlegg og ble iblant notert ned i mottatt avviksskjema fra slakteanleggene. Det var ytterst få tilfeller av slike kommentarer og lite som tydet på en merkbar endring relatert til beregnet avvik for etterfølgende tellinger. To av de kommenterte kalibreringene var angående luftbobler underveis i tellingen for Båt A i løpet av juni, og kan dermed vagt tolkes som en mulig feilmargin relatert til overestimeringen.

Samlet viste analysen av avvik fra 2020 til 2022 tegn til sesongmessige mønstre for gitte datasett og brønnbåter, særlig med overestimeringer i juni og varierende avvik i andre måneder. Disse sesongtrendene kan imidlertid være grunnet flere ulike faktorer, inkludert operasjonelle forhold på brønnbåtene. Videre var antallet telleoperasjoner i juni dominert av Båt A, og var derfor ikke representativt for brønnbåtene samlet sett. Ut ifra gitt datasett var det dermed ikke mulig å fastslå om sesongrelaterte resultater var gjeldene på generell basis.

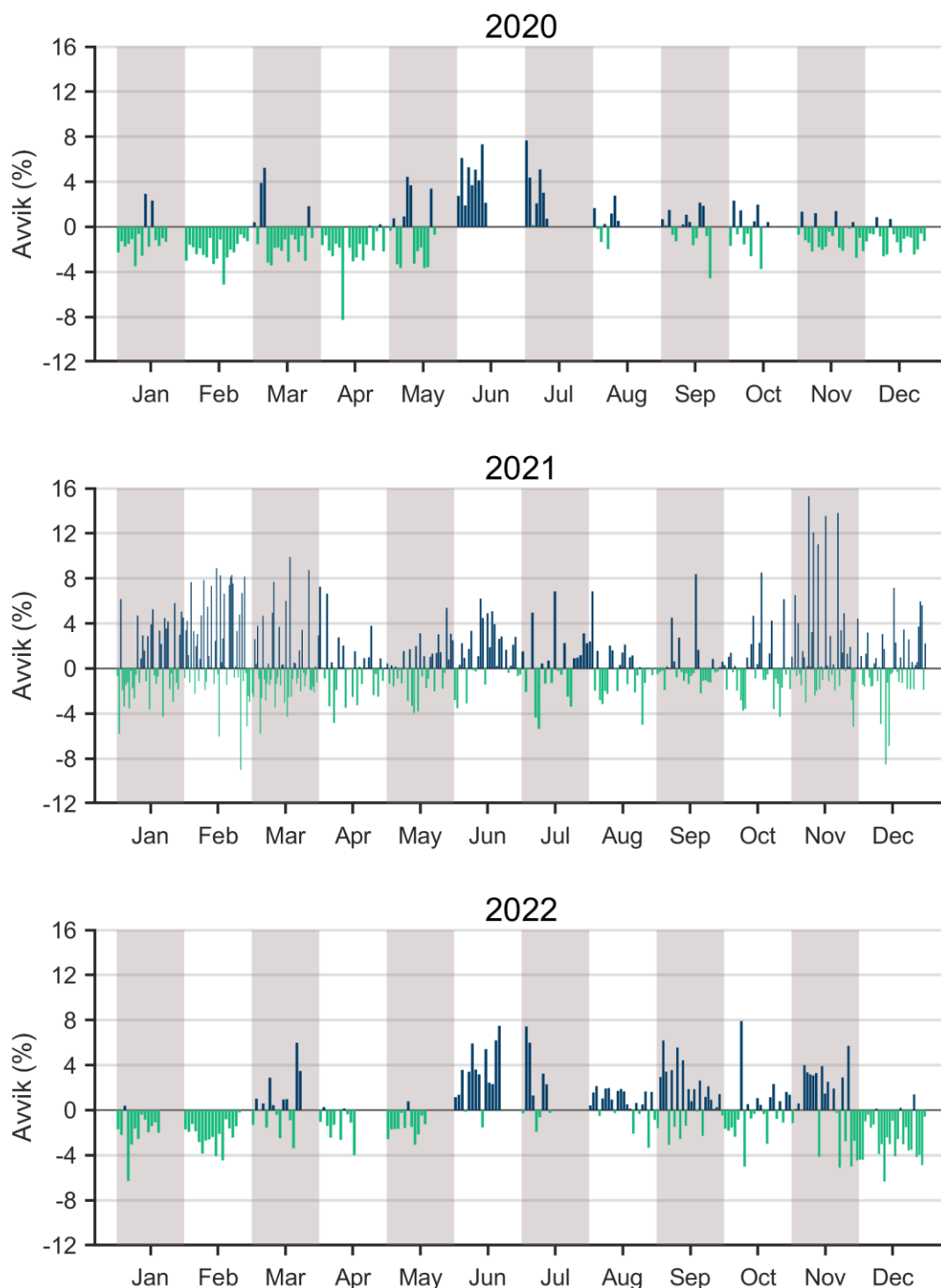


**Figur 12:** Årlig sesongvariasjon for Båt A. Tilsvarende Båt A i Figur 15



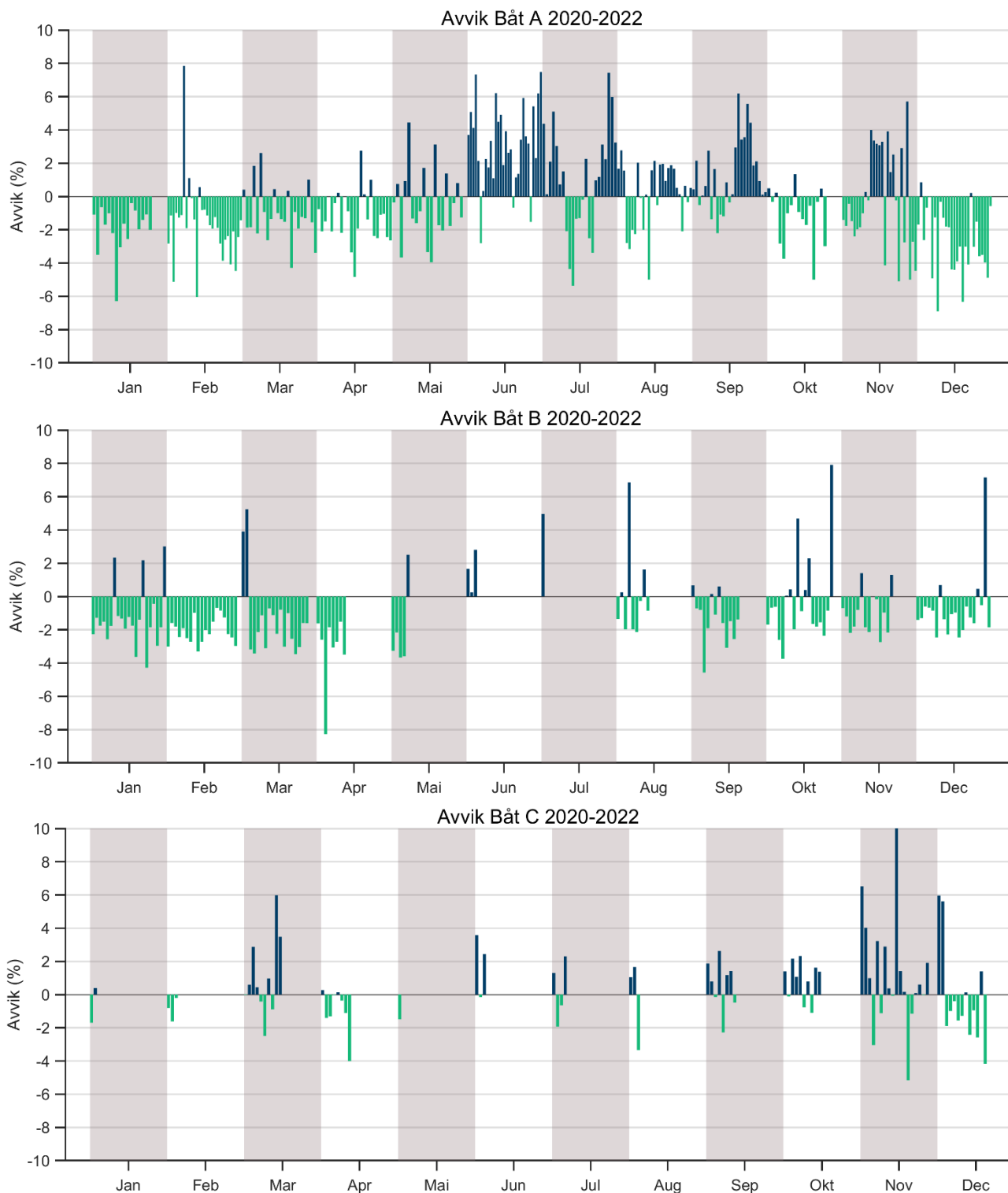
**Figur 13:** Årlig sesongvariasjon 2020-2022 for alle brønnbåter samlet.

## Avvik brønnbåter samlet



**Figur 14:** Avviksfordeling for slaktefasen plottet per år. Basert på datasett beskrevet i Tabell 6 som involverer 829 telleoperasjoner. Hver søyle representerer avviket mellom en brønnbåttelling og tilsvarende slaktetall.





**Figur 15:** Avviksfordeling for de tre båtene i datasettet med flest telleoperasjoner totalt. Tellingene er i løpet av 2020-2022, og kategorisert per måned. Hver søyle representerer avviket mellom en brønnbåttelling og tilsvarende slaktetall.

## 4.2 Diskusjon

Den kvantitative analysen viser utfordringer med nøyaktigheten i tellinger og antallskontroll gjennom hele produksjonsprosessen. Det ble spesielt identifisert problemer i sjøfasen, hvor usikkerheten rundt referanseverdier og telleprosedyrer var fremtredende. Videre viste analysen at variasjoner og avvik i tellingene i både settefisk- og slaktefasen indikerer et behov for forbedringer i nøyaktighet og pålitelighet i datahåndtering og antallskontroll, fra produksjonsstart til slutt.

### **Lite verdi i nøyaktig vaksinasjonstall grunnet etterfølgende sortering og deling mellom kar**

På settefiskanlegget telles fisken ved vaksinerings og under sorteringsoperasjoner. Vaksinasjonstallet er kjent for høy nøyaktighet og blir ofte ansett som det mest pålitelige tallet gjennom hele produksjonssyklusen (Bjelland *et al.*, 2012; Misund and Eilertsen, 2021). Imidlertid avtar denne påliteligheten etter vaksinasjon, hovedsakelig på grunn av utfordringer knyttet til deling og sortering av kar. Hver slik operasjon som gjennomføres fram til utsett, reduserer tilliten til kontrollen på antallet fisk som befinner seg i hvert kar. I produksjonsdata mottatt fra settefiskanlegg observeres det avvik på opp mot 5% i påfølgende tellinger av samme kar. Resultatet bekreftes basert på intervjuer gjennomført i tidligere rapporter der det nevnes at dette tallet typisk ligger i området 2-5% (Misund and Eilertsen, 2021). Hver sortering og deling mellom kar har dermed sjanse for å produsere tilsvarende avvik. I verste fall kan ugunstige forutsetninger føre til at det totale avviket over tid blir betydelig. Betydelige avvik vil undergrave verdien av disse dataene som en referanseverdi for vurdering av antall telt av brønnbåt ved transport og utsett til sjø.

### **Større avvik mellom settefiskanlegg og brønnbåt på merdnivå gir et utfordrende utgangspunkt for antalls kontroll i sjøfasen**

Tallet som brønnbåten teller inn fra settefiskanlegget gir mulighet for å sammenligne tellingen med tilsvarende tall fra settefiskanlegget. Ettersom fisken kommer fra ulike kar og skal fordeles i forskjellige merder, er nøyaktig telling under lasting og lossing til og fra brønnbåten viktig for å oppnå et best mulig utgangspunkt for antallskontroll i sjøfasen. Dette blir spesielt viktig under sortering til flere merder fra samme brønnbåt, hvor presise tall er avgjørende. Sammenligning av tilsvarende tall fra settefiskanlegg og brønnbåttellinger ved transport til en gitt lokalitet, samsvarer stort sett godt. Likevel kan avvikene på karnivå i enkelte tilfeller stige til over 10%. Et avvik på enhetsnivå i denne størrelsesordenen, som overføres inn i sjøfasen, gir et utfordrende utgangspunkt for å opprettholde antallskontroll gjennom produksjonen fram til slakt.

### **Usikkerhet tilknyttet referanseverdi i sjøfasen**

Den kontinuerlige oppdateringen av produksjonsstyringssystemet gir oss den mest pålitelige referanseverdien basert på produksjonsdata tilgjengelig per i dag. Denne referanseverdien fungerte også som det mest hensiktsmessige sammenligningsgrunnlaget for å vurdere nøyaktigheten av tellinger utført av brønnbåter gjennom produksjonsdata. Som det står nå, er manuell overvåking via video den eneste metoden for å kvalitetssikre en telleoperasjon. Dette er imidlertid ressurskrevende og strider mot hensikten med automatiserte tellere. Uten bruk av manuell kontroll var det derimot umulig å fastslå om tall fra produksjonsverktøyet eller brønnbåten var nærmest sannheten. Ved store avvik mellom den bokførte beholdningen og antall fisk telt av brønnbåt kan feil potensielt forekomme fra begge parter.

Basert på gjennomførte intervjuer i den kvalitative delen var det lite tillit til brønnbåtallene og større tiltro til den løpende kontoføringen i produksjonsstyringsverktøyet. I praksis finnes det ingen annen måte å dobbeltsjekke tellingen i sjøfasen på annet enn ved å sammenligne med en potensielt unøyaktig referanseverdi.

### **Usikkerhet tilknyttet kontrollpunkter i sjøfasen**

Oversikten over arbeidsoperasjonene i sjøfasen viste at flertallet av telleoperasjonene ved bruk av brønnbåt skjedde primært i forbindelse med avlusningsoperasjoner. Selv om dette på en side indikerte at tellingen ikke nødvendigvis er hovedfokus for arbeidsoperasjoner i sjøfasen, var det ikke nok sammenhengene data til å konkludere i hvor stor grad tellenøyaktigheten påvirkes. Observasjonen understreket likevel et viktig aspekt ved antallskontrollen i sjøfasen: usikkerhet tilknyttet mulige kontrollpunkter underveis. Gitt at nøyaktigheten potensielt kan være avhengig av telleoperasjonens prioritet og kontekst er dette et område som krever ytterligere forskning for å fastslå påvirkningsgraden.

### **Utfordringer ved større avvik og splitting/sammenslåing av fiskegrupper**

Basert på mottatt produksjonsdata, forekom oppdateringer i produksjonsstyringsverktøyet grunnet avvik mellom referanseverdi og brønnbåt bare ved betydelige avvik tilknyttet splitting og sammenslåing av fiskegrupper. I slike tilfeller er oppdretterne stort sett nødt til å stole på tall fra brønnbåtene. I tillegg oppstår det spesifikke utfordringer med sporing og tolkning av gitte avvikstall etter splitting og eventuell sammenslåing av fiskegrupper. Det ble ikke observert at dette medførte direkte feil i den endelige beholdningen per lokalitet, men det ble bemerket midlertidige avvik mellom brønnbåt og antatt antall fisk i gitte merder basert på tellerapportene. Avvikene skyldtes i stor grad splitting og sammenslåing av fiskegrupper kombinert med strukturelle begrensninger i hvordan dataene var organisert i forhold til de utførte arbeidsoperasjonene. Selv om disse midlertidige avvikene ikke påvirket den endelige registreringen i produksjonsstyringsverktøyet, kompliserte de sporingen av individuelle arbeidsoperasjoner. Utfordringer grunnet dataregistrering som er uforenelig med produksjonsprosessen kan føre til problemer med å spore og analysere dataene i ettertid. Videre øker de strukturelle svakhetene i dataoppsettet risikoen for feil ettersom nye tall må føres inn manuelt i styringsverktøyet.

### **Slaktefasen, ideell for referansemåling av tellenøyaktigheten på brønnbåtene**

Nøyaktig antallskontroll spiller en sentral rolle både operasjonelt og økonomisk for slaktefasen ved å danne basis for produksjonsplanlegging og salg. Produksjonsplanleggingen på slakteriene baseres først på et tidlig estimat innmeldt fra produksjonsstyringsverktøyet i sjøfasen og oppdateres deretter fram mot slakt. Siste estimat er fra brønnbåtens tall ved transport inn til ventemerdene. Det er rutine med løpende dialog mellom brønnbåtene og slakteriene for å kontrollere tallene og kalibrere tellerne ved eventuelle avvik. Det indikerer sterk motivasjon for å sikre best mulig antallskontroll underveis i slaktefasen. Dermed var slaktefasen best egnet for å gjennomføre en pålitelig vurdering av nøyaktigheten til tellinger gjennomført av brønnbåter. Imidlertid vil resultater fra slaktefasen være basert på den antatt forventet beste nøyaktigheten sammenlignet med sjøfasen.

### **Metodens begrensninger ved evaluering av tellenøyaktigheten i sjøfasen**

Selv om slaktefasen er godt egnet for å måle tellenøyaktigheten på brønnbåter, er det usikkerhet knyttet til overføring av resultatene til sjøfasen. I slaktefasen er det sterkere insentiver for presis telling, gitt dens

direkte påvirkning på økonomi og drift. Dette kan resultere i en høyere grad av nøyaktighet sammenlignet med sjøfasen, hvor slike direkte drivkrefter kan være mindre uttalte. Dermed kan slaktefasen gi et noe skjevt bilde av den generelle tellenøyaktigheten i produksjonssyklusen, og muligens undervurdere utfordringene man møter i sjøfasen.

#### **Påliteligheten til resultater om sesongbaserte avvik.**

Analysen av mulige sesongbaserte avvik viste at Båt A samlet over en treårsperiode viste tendenser til overestimering i juni og underestimering i desember-april. Resterende brønnbåter hadde ikke tilstrekkelig datagrunnlag til å bekrefte samme trend. Trenden for Båt A indikerer at sesongavhengige avvik kan være avhengig av kalibrering og spesifikasjoner tilknyttet utstyr eller andre operasjonelle faktorer som kan variere over tid. Likevel, selv om det potensielt kan være sesongbaserte trender i tellenøyaktigheten, kreves det gjennomgang av et større datasett for å bekrefte påliteligheten av disse trendene. Det vil da være viktig å vurdere om disse tendensene er konsekvente over tid og over forskjellige båter, eller om de er resultat av forhold eller tilfeldigheter knyttet til enkeltstående operasjoner.

## 4.3 Sammendrag overordnede resultater

### Settefiskfasen

- Variasjon i telleavvik på settefiskanlegget, med avvik på opptil 5% ved gjentakende telling av samme kar.
- Ved sammenligning av brønnbåtdata med settefiskanleggets data, var gjennomsnittlig avvik på 1.68%. Enkelte kar viste avvik i størrelsesorden på over 10% som ga større feilmargin sammenlignet med prosentmessig avvik per last.
- I sammenligning av settefiskdata med slaktetall, viste enkelte fiskegrupper avvik i størrelsesorden på opptil 16%. Flertallet av avvikene var likevel under snittverdien for datasettet (2.5%).

### Sjøfasen

- I resultatene for sjøfasen fokuserte analysen primært på en evaluering av kontrollpunkter knyttet til antallskontroll av hver produksjonsenhet. Hovedsakelig grunnet tvil om nøyaktigheten av referanseverdier basert på dødfiskregistreringer
- Arbeidsoperasjoner involverte ofte avlusning, med tellinger som sjelden påvirket oppdatering av beholdning i styringsverktøy.
- Gjennomgang av individuelle telleoperasjoner viste større avvik mellom brønnbåt og styringsverktøy i enkelte tilfeller, men lite avvik i samlet registrert fisk totalt per lokalitet.

### Slaktefasen

- Slaktefasen hadde et mer robust datagrunnlag enn settefisk- og sjøfasen, som muliggjorde en mer omfattende statistisk analyse.
- Datasettet viste et samlet nettoavvik på +0.34% over en treårsperiode, basert på 829 telleoperasjoner. Dette representerte summen av alle positive og negative avvik per telling.
- Gjennomsnittlig absolutt avvik på 2.19% og tilsvarende median på 1.63% samlet for alle observerte brønnbåter. Disse verdiene indikerte at mens det var en viss grad av variasjon i dataene, er de fleste avvikene relativt moderate (1-2%), med en tendens til større avvik i enkelte tilfeller.
- Det var betydelige variasjoner i enkelte telleoperasjoner, med tilfeller av avvik på over +10% og under -8%. Feilmarginen var størst ved overestimering der brønnbåt telte mer enn slakteantallet.
- Det generelle forventede avviket på båtnivå som holdt seg innenfor  $\pm 2\%$  for de fleste båter, tydet på en overordnet tilfredsstillende nøyaktighet. Observasjoner av vesentlige utligger i enkelte tilfeller, som overestimeringer på opptil 14-16% og underestimeringer rundt -9%, indikerte at visse båter og utstyrskonfigurasjoner kan oppleve tellinger med mye større feilmargin enn forventet.
- En av brønnbåtene hadde delvis sesongavhengige avvik, med påfallende tendenser til overestimeringer i juni og andre kortere perioder i løpet av året. To av brønnbåtene viste tendenser til underestimering spesielt i perioden desember-februar. For de resterende brønnbåtene var det imidlertid for få datapunkter til å vurdere sesongmessige trender over tid.

### Dataregistrering

- Utfordringer tilknyttet datakvalitet ble identifisert i alle faser av produksjonen, noe som understreker potensial for forbedringer i håndteringen av data og metodene for dataregistrering tilknyttet antallskontroll.
- En gjennomgående utfordring er mangel på standardiserte prosedyrer for telling og dataregistrering på tvers av produksjonsfaser.



## 5 Feltforsøk på brønnbåt - påvirkningsgraden fra kjente feilkilder

Prosjektet har hatt som målsetning både å dokumentere hvilken nøyaktighet som er mulig å oppnå med dagens tilgjengelige metoder for telling. Arbeidspakke 2 skulle kartlegge påvirkningsgraden til viktige feilkilder i tellenøyaktigheten, både under kontrollerte forhold og gjennom vanlige arbeidsoperasjoner med brønnbåt. I både Bjelland *et al*, (2012) og Misund og Eilertsen (2021) vises det til flere faktorer som kan påvirke nøyaktigheten til tellingene. Det er imidlertid lite kunnskap hvor ofte og i hvilken stor grad disse faktorene kan påvirke tellenøyaktigheten. I PRESAL-prosjektet har det vært gjennomført felt- og observasjonsstudier i forbindelse med håndteringsoperasjoner – avlusning og sorteringsoperasjonene med mål om å gi bedre forståelse på disse spørsmålene.

Målsettingen: *Formålet vil være å kartlegge påvirkningsgraden til sentrale feilkilder.*

### Metode og materialer

For å få et tydelig svar på spørsmålene om nøyaktighet på telleutstyret var det nødvendig å finne båter som har utstyr som faktisk gjør det mulig å ettergå nøyaktigheten. I dette tilfellet ble det forutsatt at det var mulig å gjøre en manuell opptelling av fiskene som passerer linja i serie med fisketelleren, samtidig som fisketelleren loggføres. På denne måten blir det mulig å sammenligne manuell telling med fisketelleren, og kvantifisere avvik på tellerne, og kanskje gi noe svar på når avvik oppstår.

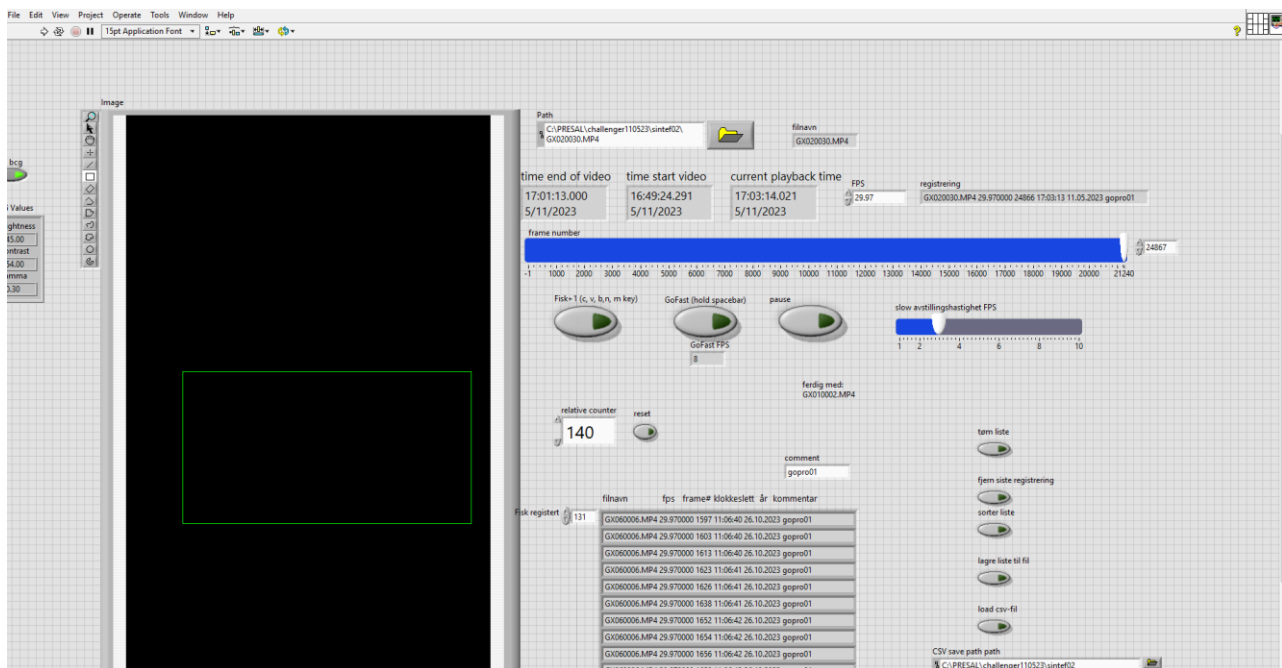
Feltarbeidet har vært gjennomført på 4 brønnbåter og 1 avlusingslekter. I løpet av prosjektet har det blitt innhentet data fra 3 ulike typer tørrtellerer og 1 type fullvannsteller.

GoPro-kamera ble montert over avsilingsrister eller sorteringsrister før eller etter fisken gikk over teller. I flere av forsøkene fordeles fisken over flere avsilingsrister slik at det ble benyttet opptil 10 synkroniserte GoPro-kamera samtidig for å utføre tellingen. Kameraene ble i to av forsøkene montert på lekter for å få et overblikk over hele avsilingsristen og for å unngå vannsprut når fisken passerte. I de andre forsøkene ble kamera montert på bro eller rett over teller der det var muligheter for montering.

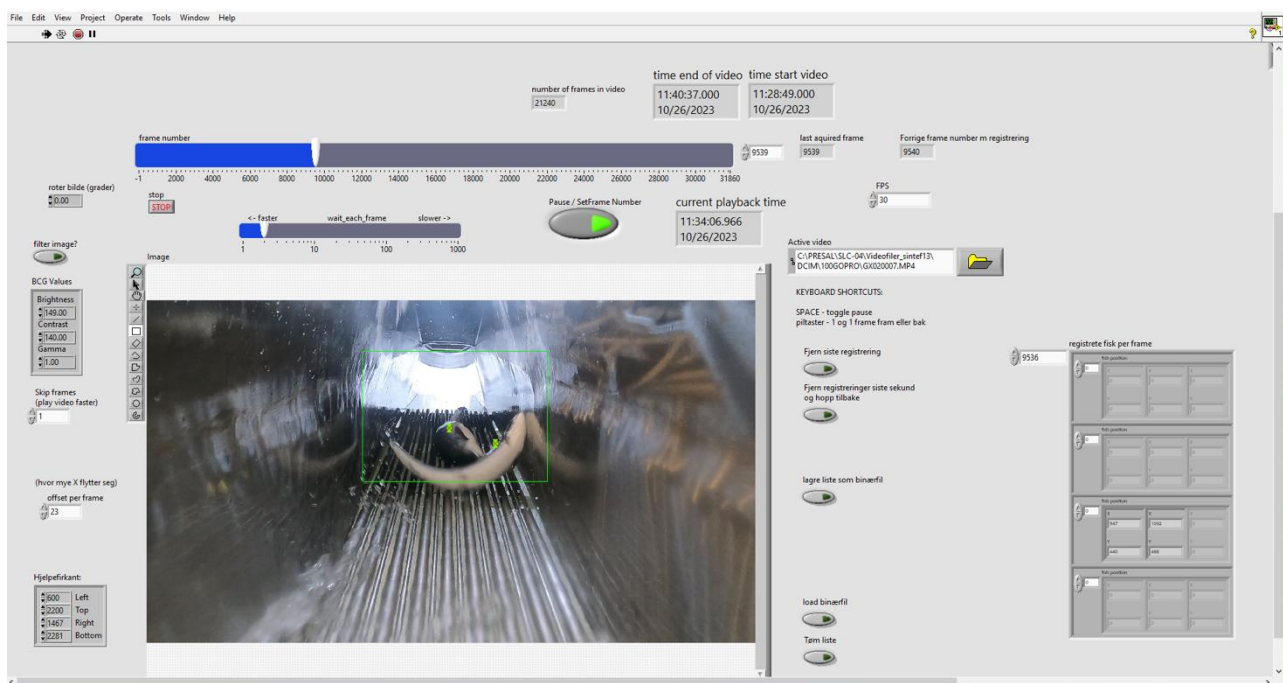
På bro ble det montert et kamera med oversikt over den kontinuerlige tellingen fra telleren. Disse videofilene ble i etterkant avlest med OCR (optical character recognition) for å få en kontinuerlig graf av tellingen.

## Bearbeiding og analyser av videomaterialet

Det ble utviklet 2 ulike programmer i LabVIEW for å manuelt gå over videofilene, og assistere i den manuelle tellingen (Figur 16 & Figur 17).



Figur 16: Telleregistrator v1. Første versjon av programmet brukt til å registrere fisk.



Figur 17: Telleregistrator v2. Andre versjon av programmet brukt for å registrere fisk. Nye funksjoner som markering (X) av fisk som passerer lagt til.



Telleregistrator v1 (Figur 16) er en forenklet versjon av programmet der man kunne trykke på tastene «C V B N M» på tastaturet for å registrere hver fisk som passerer en linje i bildet. Hastigheten på avspillingen kan justeres, og det er mulig å holde Space-tasten for å kjøre opp hastigheten på avspillingen i perioder med lite fisk, og det er mulig å pause avspillingen hvis man trenger å ta pause. For hver fisk som registreres lagres forskjellig metadata (filnavnet på videofilen som brukes, framerate på videoen, klokkeslettet fisken passerte).

I telleregistrator v2 (Figur 17) brukte man musepekeren for å sette kryss på hver fisk som passerte. Hver X forflyttet seg deretter i samme retning som fisken, og følger omtrentlig bevegelsen til fisken. På denne måten blir det enklere å se hvilke fisker man har trykket på når det er veldig mange fisk som kommer samtidig og er kaotiske tilstander. Også i dette programmet kan hastigheten justeres, eller video settes på pause. På denne versjonen er det også mulig å gå tilbake i video og spille av tellingen som har blitt utført.

I tilfellene der det var brukt flere GoPro-kamera samtidig må man gå over og telle på videofilene fra alle kameraene og lagre tellelogg fra hver enkelt.

Det ble laget et LabVIEW-program som brukes til å lese av tellerens verdi fra skjermbildet hvert sekund ved hjelp av OCR. Dette ble benyttet der det var mulig. I noen av tilfellene var kvaliteten på video for dårlig til at avlesning kunne gjøres automatisk, og da ble dette plottet manuelt med ca. 20 sekunder mellomrom mellom hver avlesning.

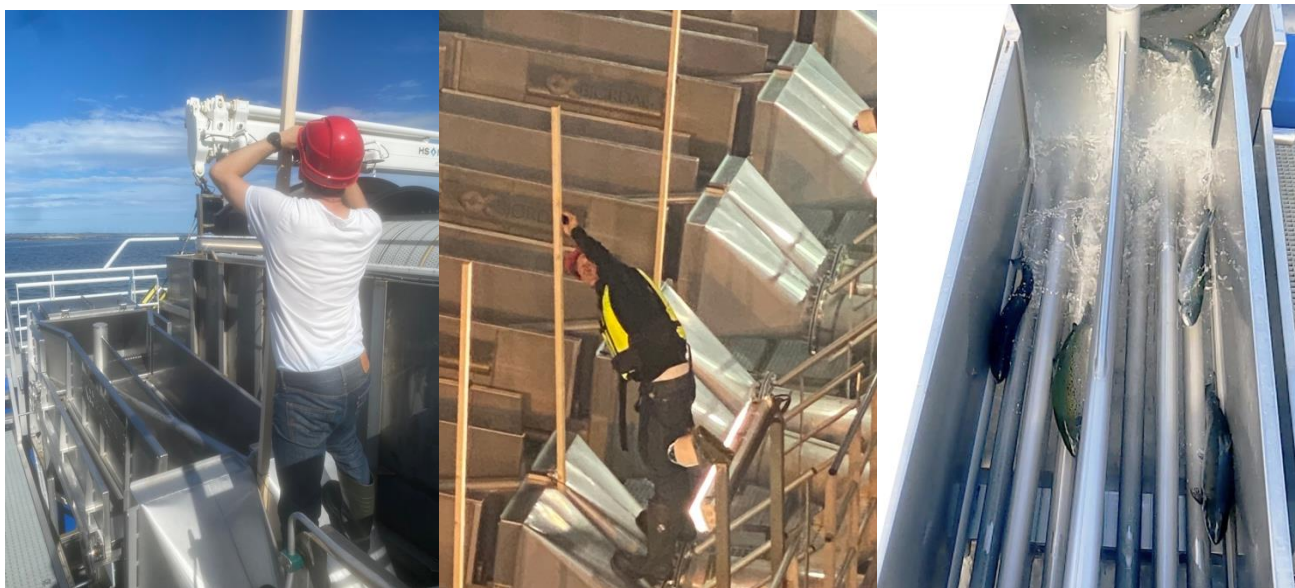
Det ble så utviklet LabVIEW-program som tar inn tellelogg-filene. I tilfellene der det ble benyttet flere kamera samtidig blir de kameraene som hører til en teller summert sammen, og sammenlignet opp mot loggfilene fra OCR eller manuell registrering av telleskjermen. Resultatene vises i dette programmet som grafer. Det ble lagt inn mulighet til å sette på forskyvning av grafene i tid, for å ta hensyn til at det er en tidsforsinkelse mellom telleren og GoPro-kamera, men også å forskyve på antall, for å legge grafene over hverandre og se hvor god de følger hverandre over tid.

## 5.1 Case 1

Case 1	
Dato	19.08 - 20.08.2022
Varighet	17:00 - 02:00
Arbeidsoperasjon	Mekanisk avlusing
Værforhold	Sol, lite vind, sjø og strøm
Type fartøy	Brønnbåt
Type teller	2 x fullvannsteller på 8 linjer
Utstyr	Kastenot og kulerekke
Beholdning (anlegg)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Merd 10 – 132 262 stk, snittvekt 2,971</li> <li>• Merd 11 – 139 473 stk, snittvekt 3,066</li> </ul>
Snittvekt (anlegg)	Ca. 3 Kg
Tall fra teller	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Merd 10 – 112 265 stk, snittvekt 3,053</li> <li>• Merd 11 – 149 833 stk, snittvekt 3,129</li> </ul>
Antall merder	2
Antall kast	2
Kulerekke	Ja

### Oppsett

Avsilerne på fartøyet er åpne enheter som muliggjør videodokumentering av fisken som går inn i avlusingsystemet. Ved fire avsilingsenheter ble det stripset fast lekter m/kamera på som gir et tydelig bilde av fisken som pumpes over enheten (Bilde 7).



**Bilde 7:** Rigging av GoPro (linje 1 til venstre, linje 2 i midten). Foto: Andreas Misund/Morten Bondø, SINTEF Ocean.

Fisken som passerer en teller fordeles til fire avsilingsrister og dermed 4 GoPro-kamera. Det ble bare montert kamera på 4 av 8 linjer, korresponderende til én teller. Det ble også montert et kamera på akterenden av fartøyet med oversikt over merd, orkastnot/kulerekke og trengeprosessen. To kameraer ble montert inne i styrhuset som dokumenterte tellingen på skjermen. Kameraene måtte startes manuelt før pumpeprosessen ble startet. For å øke både lagring og batterikapasitet så ble oppløsningen satt til 1080 og frameraten til 30 frames per sekund.

### Observasjoner under arbeidsoperasjonen

Det var utfordringer med oksygenbobler i slangen. Noe av dette kom fra oksygentilsetting, mens noe kom av at det ble sugd "falsk luft" i en lekkasje mellom flenser på linja. Vannet som førte laksen gjennom telleren var til tider "grumsete" pga. oksygenboblene. Disse faktorene ble fremhevet av mannskapet/operatørene på fartøyet.

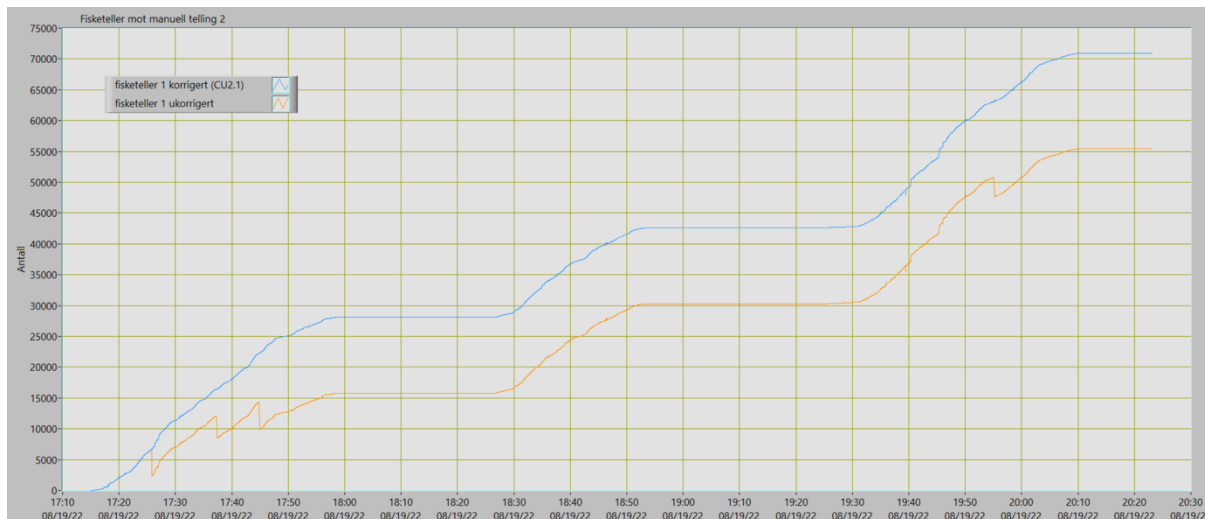
Lyskilden til de to tellerne som ble benyttet (CH02 & CH03) virker å ha ulik belyningsgrad. CH02, omtalt som teller 1 i grafene og notert som CU2.1 på tellerverket, virker å ha et lys som er konsentrert i 2 striper og er litt svakere enn de andre. CH03, omtalt som teller 1 i grafene og CU1.3 på telleverket, hadde et bredere overeksponert felt der de to stripene går mer sammen (Figur 18). På CH03 passerte det stadig en del større luftbobler, sannsynligvis som følge av en flens som ikke var helt tett og dermed inntak av luft. Fisken ser ut til å være litt lysere eller mer grålig på CH02, mens det er hardere kontrast på CH03. I perioder kunne det også vannet være "grått" av mikrobobler, som gjør at bildet blir enda mere grått/tåkete. Dette var spesielt tydelig på CH02, og i mindre grad tydelig på CH03. I løpet av pumpingen dukket det opp feilmeldinger om «clean/rub window» på CH02. Når denne feilmeldingen ble bekreftet ved "clear error" gjorde telleren et hopp tilbake og ble redusert med noen tusen fisk. Det er sannsynlig at problemet skyldes at oksygeneringen var festet på pumpe-slangen som går til CH02.



**Figur 18:** Bildet viser skjermene hvor fisken går over teller. CH02 og CH03 ble benyttet, og hadde litt ulik innstilling.

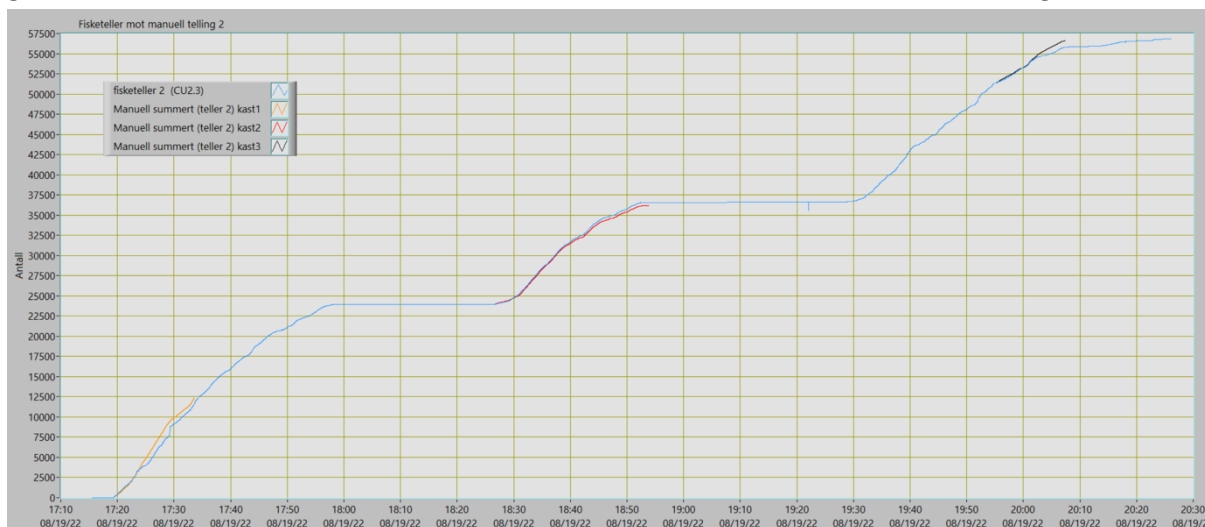
## Resultat fra forsøket i Case 1

For fisketeller 1 ble det ikke montert opp kamera på linjene, men telleren sine tall ble registrert. Registreringen av telleren ble gjort med optisk avlesning (OCR), og tegnet som en oransje linje på Figur 19. Det skjedde flere ganger at det kom opp feilmelding for "clean window" hvorpå telleren synker når feilen blir nullstilt. Dette vises som dropp i den oransje linjen. Vi har i ettertid generert den blå kurven hvor disse sprangene er korrigeret, for å få en korrigeret verdi.



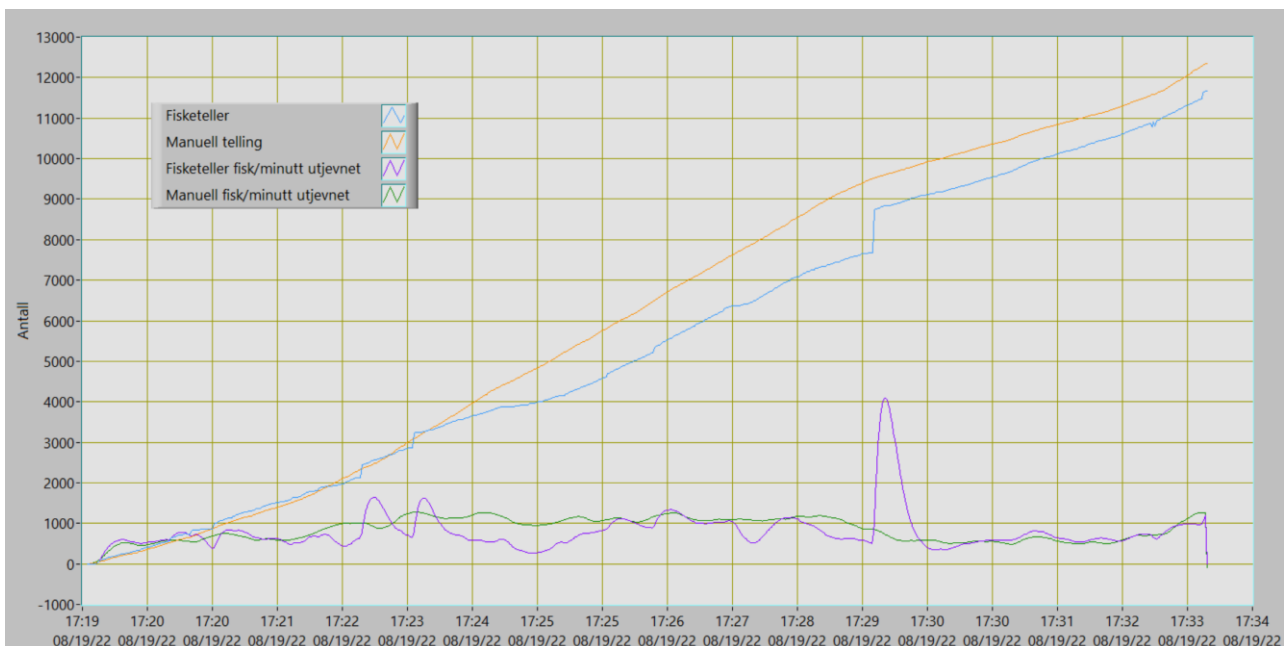
**Figur 19:** Fisketeller 1 på merd 10. Telleverdi i oransje og korrigeret verdi i blå.

Grafen i Figur 20 viser tall fra fisketeller 2 (OCR). Det ble utført litt manuell telling på hver av de tre kastene som ble gjennomført. Fisketeller 2 er den blå linja. Det ble telt 12 355 fisk manuell på kast 1, vist som en oransje linje. Hele kast 2 ble telt manuell, 12 617 fisk vist som rød linje. I kast 3 ble det gjort telling en periode midt i kastet, 4437 fisk, vist som sort linje. Fisketelleren sin telling er forskjøvet 19 sekunder pga estimert transporttid mellom fisketeller og punktet hvor manuell telling skjer. Transporttiden kan variere med pumpehastighet, og gjør at sammenligningen mellom den manuelle tellingen og fisketelleren ikke kan garanteres for deler av et kast, men som for kast 2 når hele kastet er tellet blir det riktige tall.



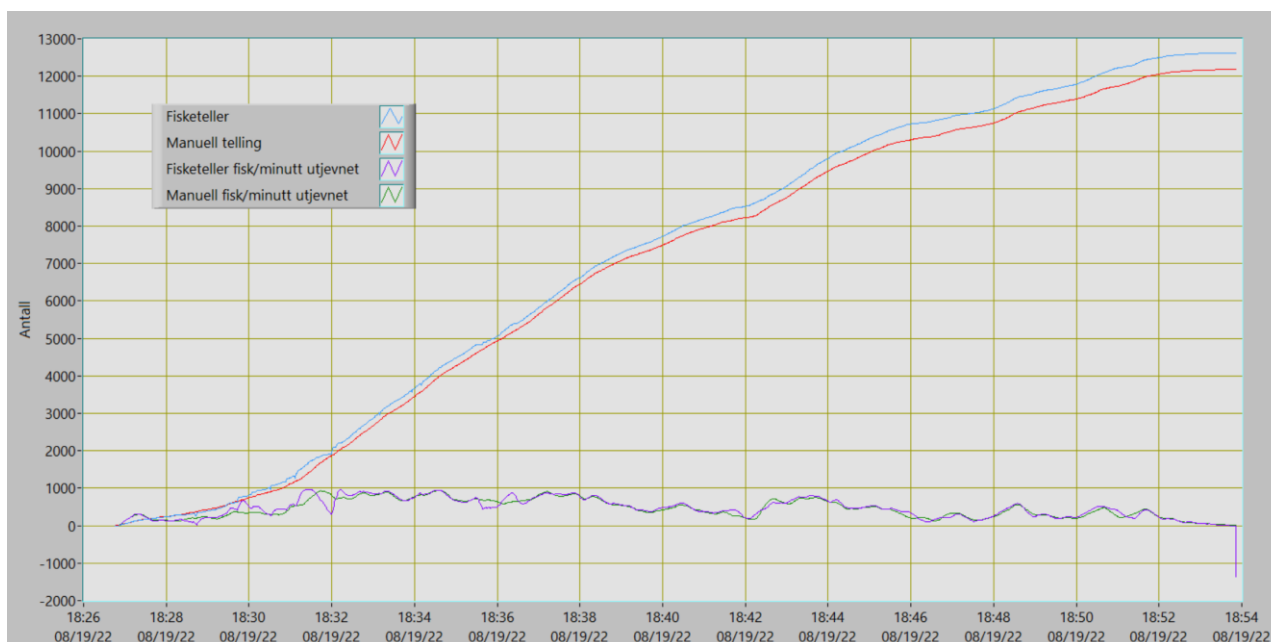
**Figur 20:** Fisketeller 2 på merd 10. Fisketeller og manuelle tellinger på 3 kast.

Figur 21 viser resultater fra kast 1. Manuell telling er registrert i blå, og fisketeller i oransje. Videre viser kurven fisk per minutt for manuell registrering i grønn, og fisketeller i lilla. Disse kurvene er glattet for å kunne sammenlignes. Vi ser at registreringene følger hverandre veldig godt fram til 17:22 når fiskeraten ligger rundt 600 fisk per minutt. Fra det tidspunktet øker fiskeraten til overkant av 1000 fisk per minutt og det oppstår et større avvik i denne perioden. Det kan virke som telleren gjør en forsinket korrigering av dette kl. 17:29 der telleren plutselig gjør et større sprang. Rundt kl. 17:30 synker fiskeraten ned til cirka 600 fisk per minutt, og manuell og fisketeller stemmer igjen godt overens. Det ble registrert 12 355 fisk manuelt og telleren viste 11 674 i perioden. Det er et avvik på -5.55% eller 686 fisk for lite. Sprangene telleren gjør kan skyldes en etterkorrigering på prosesseringen, og gjør analysen av tallene vanskeligere, men det er en tendens til at fisketelleren teller for 1-3% for mye når fiskeraten er rundt 600, og teller ned mot -10% for lite når fiskeraten er over 1000 fisk/min.



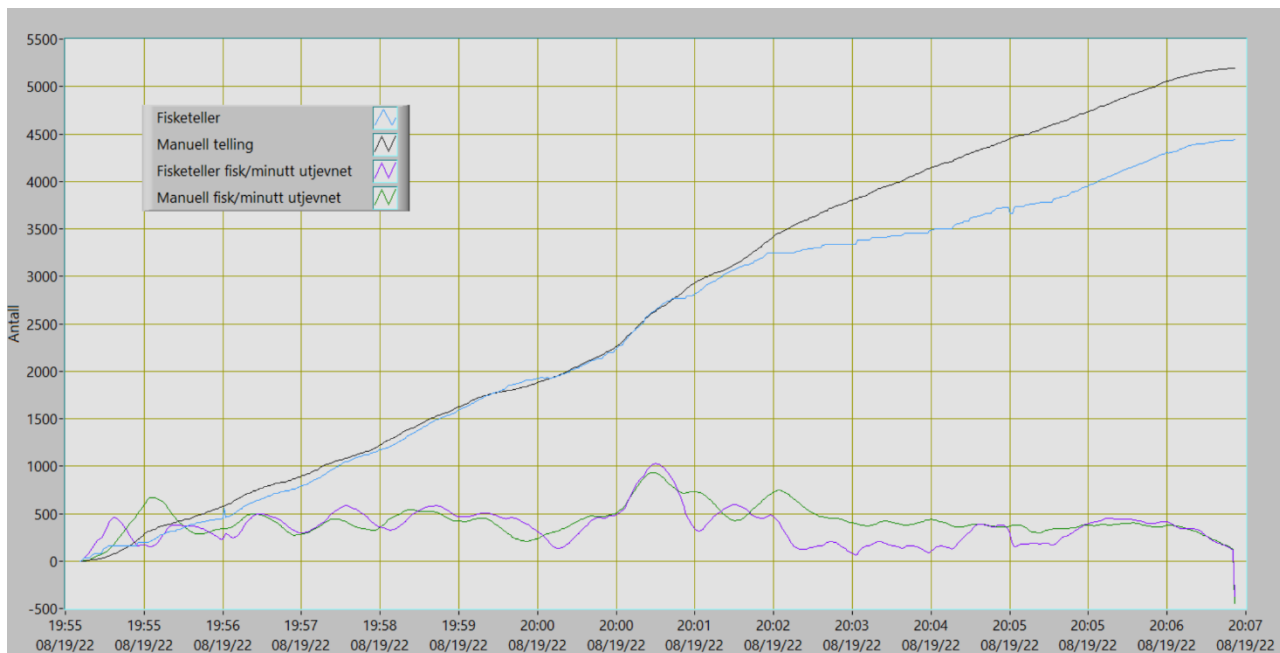
**Figur 21:** Merd 10, kast 1, teller og manuell telling, med fiskerate.

For kast 2 ble hele kastet registrert, slik at avvik som følger av at deler av kastet ikke er et problem. Som Figur 22 viser for kast 2 så følger også manuell og fisketeller godt de første minuttene mens fiskeraten er lav. Så begynner telleren å telle mer enn den manuelle tellingen. Fra og med kl. 18:29-18:30 begynner grafene å avvike fra hverandre. I løpet av det andre kastet forekom det ikke noen feilmeldinger om «rub window». Fisketelleren øker relativt jevnt, men har noen små sprang rundt kl. 18:35 og kl. 18:39 og kl. 18:50. Det ble registrert 12 184 fisk manuelt og telleren viste 12 617 i perioden. Det er et avvik på +3.55%.



**Figur 22:** Merd 10, kast 2, teller og manuell telling (fisketeller for kastet +3.55%).

For kast 3 ble det telt manuelt bare midten av kastet. Resultatet vises i Figur 23. I perioden ble det telt 5190 fisk, og fisketeller registrerte 4437 fisk på samme periode. En differanse på -14.5%. Det som var spesielt her er at telleren ser ut til å fungere likt som på kast 1 og 2 i første del av tellingen, med ganske presis telling og tracking mellom linjene. Men, i perioden mellom kl. 20:01 og 20:05 ser vi at telleren registrerer veldig lite fisk og delvis står stille. Det ble registrert normalt bilde på fisketellerens skjerm under denne periode, og selv i perioder hvor telleren sto helt i ro kom det fisk forbi skjermen og telleren så ut til å fungere. Den registrerte en, høyst sannsynlig for lav vannhastighet i perioden, men den oppdaterte seg. Det ble aldri lagt på noen positive sprang på tellingen mot slutten av tellingen, så her er registreringen totalt sett litt for lav. Det virket sannsynlig at det er en softwarefeil på telleren i denne perioden på cirka 4 minutter som gjør at den ikke teller som den skal.



**Figur 23:** Telling midt i kast 3, med mulig softwarefeil i perioden kl. 20:01 til 20:05.

**Tabell 9:** Oppsummering manuell telling, korrigerede tall og tall fra teller.

	Teller 1 (CU1.3)	Manuell teller 1	Avvik	Teller 2 (CU2.1)	Teller 2 korrigert	Teller 1+2	Teller 1+2 (korrigert)
Til 17:33	11 674	12 355	-5.5 %			19 905	24 250
Kast 1	23 948			15 768	28 090	39 714	52 038
Kast 2	12 617	12 184	3.5%	14 495	14 495	27 131	27 112
Kast 3, telling	4 437	5 190	-14.5%				
Kast 3	20 156			25 143	28 307	45 420	48 463
<b>M10 sum</b>	56 721			55 406	70 892	112 127	127 613

**Tabell 10:** Informasjon fra teller rapportene fra teller. Sammenligner tall fra oppdretter, teller, og med avvik.

	Beholdning (oppdretter)	Antall tellere	Avvik beholdning - teller	Gjennomsnitt m/s	Avvik snittvekt mellom teller 1 & 2
<b>M10</b>	132 262	112 127	-20 135 (-15,2%)	1.80 og 1.90	131 gram
<b>M10*</b>	132 262	127 750	-4 512 (-3,4%)		
<b>M11</b>	139 473	149 833	10 360 (7.4%)	2.22 og 1.78	227 gram

Sammenligning mellom beholdning og teller viser et betydelig avvik på 20 135 stk fisk (-15.2%) for M10, og 10 360 stk fisk (7.4%). Om vi legger til sprangene som teller 1 mister er det et avvik på 4 512 fisk (-3,4%) for M10. Samtidig viser tellerappen at det er en snittvektsdifferanse på 131 gram mellom de to tellerene under tellingen av M10. For M11 var differansen 227 gram mellom de to tellerne – det er likevel viktig å påpeke at det passerte betydelig mye mer fisk over den ene telleren enn den andre.

Det er ingen måling av hastigheten på pumpevannet om bord. Det kjøres en fastsatt frekvens på fiskepumpene. Fisketellerne oppgir likevel en estimert vannhastighet. Denne varierte mye i forhold til at det så ut til å være en svært konstant vannstrøm på linjene. Oppgitt gjennomsnittshastighet på telleren på begge pumpingene var likevel under de optimale parameterne som er satt av leverandøren (2.5-3.5 m/s).

Videre når det gjelder feilmeldinger om «clean/rub window» på CH2, så tok SINTEF i etterkant kontakt med mannskapet og fikk tilsendt manualen til telleren. I manualen var ikke denne feilmeldingen beskrevet. Men etter å ha søkt på nett kom vi over en manual til en annen type teller fra samme leverandør hvor feilmeldingen var beskrevet. Ifølge manualen så er det spesielle filtrerings-algoritmer for å håndtere partikler. Når denne alarmen oppstår så stopper tellingen og man mister antallet fisk som passerer tellingen mens feilmeldingen er aktiv. Det var ikke beskrevet hvorfor det ble trukket fra et antall fisk. Vi vil påpeke at det er en mulighet for at dette er bedre beskrevet i eventuelt nyere versjoner av manualene som følger med telleren. Denne problemsstillingen ble diskutert med en informant fra brønnbåtsektoren. Ifølge han burde man teknisk sett stoppe tellingen og vaske av linsen når denne feilmeldingen dukket opp. I manualen står det at det er en inspeksjonsluke som kan åpnes under tellingen hvor man kan sjekke om lyskilden er ren og/eller om det er dråper på linsevinduet.

For teller 2, som ikke opplevde problemer med "clean window", ble det observert antydninger til for lav telling på kast 1 når fiskeraten var lav og antydning til for høy telling på kast 2 når fiskeraten var høy. Avviket på denne telleren lå mellom -5.5% og +3.7%. På kast 3 så det ut til at telleren opplevde en softwarefeil i en periode på 4 minutter hvor den teller for få fisk og delvis står helt i ro.

Teller 1 hadde mye problemer med "clean window" feilmelding gjennom forsøket og tellingen.



## 5.2 Case 2

Case 2	
Dato	19-20.04.2023
Varighet	19:00-14:00
Arbeidsoperasjon	Termisk avlusing og sortering
Værforhold	Rolig sjø, nesten blikkstilte
Type fartøy	Brønnbåt
Type teller	2 x tørrteller, 2 x fullvannsteller og 1 x fullvannsteller
Utstyr	Kastenot, kulerekke
Beholdning (anlegg)	169 599
Snittvekt (anlegg)	2 Kg
Tall fra teller	181 502 (Tørr), 174 109 (Fullvann)
Snittvekt (teller)	2,6 Kg (Tørr), 1,91 Kg (Fullvann)
Antall merder	1
Antall kast	2
Kulerekke	Ja
Annet	

### Oppsett

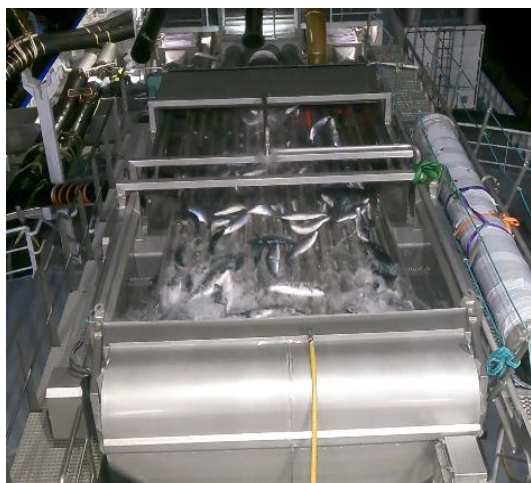
Fisken skal avluses termisk og deretter sorteres (stor/liten). Den ble fraktet fra en merd for deretter å splittes opp i to merder. GoPro-kameraene ble satt opp inne på broen. 1 stk GoPro-kamera ble satt opp med god oversikt over fisken som går over sorteringsristen og 1 stk GoPro-kamera over skjermen hvor man følger tellingen. Sorteringsristen som fisken gikk over har to nivåer, hvor all fisken går over det første nivået, mens på det andre nivået så går den mindre fisken igjennom.

### Utfordringer/begrensninger under forsøket

Utfordringer med overoppheting av kameraene på dagtid. Dette forårsaket at GoProene slo seg av flere ganger i løpet av utpumpingen. Årsaken til dette var at kameraene var plassert innendørs ved et vindu hvor det dannet seg varme fra solskinnet. Solskinn var også en utfordring siden det ga gjenskinnsrefleksjoner på laksen når det gikk over sorteringsrist. Dette gjorde det vanskeligere å differensiere mellom enkeltindividene under den manuelle tellingen. Opptak fra kast på nattetid ble ansett som det mest pålitelige å bruke for manuell gjennomgang av videofilene.

## Observasjoner under arbeidsoperasjonen

Under tellingen ble det observert stor variasjon i mengden fisk som gikk over tørrteller (Bilde 8 & 9).



**Bilde 8:** Varierende fiskerate inn til teller. Foto: Andreas Misund/Morten Bondø, SINTEF Ocean.

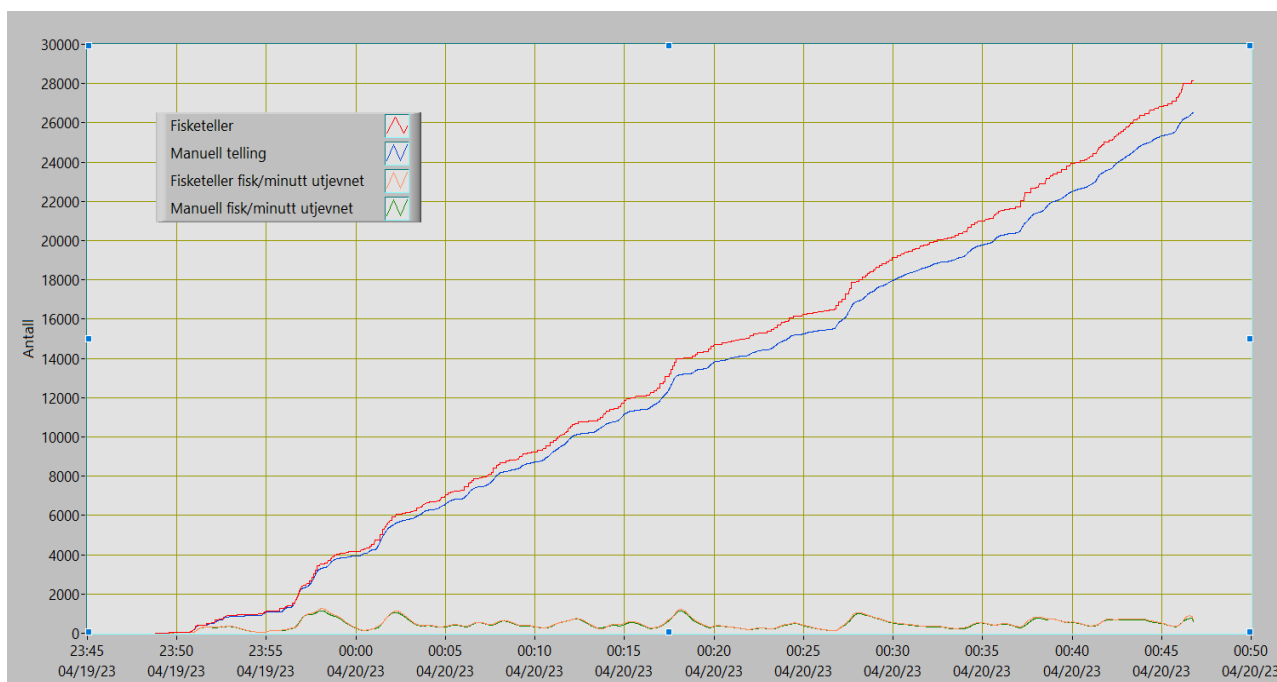


**Bilde 9:** Under kast 2 på dagtid var det mye refleksjon fra sol som gjorde det vanskelig å telle nøyaktig. Foto: Andreas Misund/Morten Bondø, SINTEF Ocean.

I denne casen gikk fisken gjennom termisk avlusing før den passerer tørrtelleren. Fiskeraten varierte i løpet av arbeidsoperasjonen. Bildene ovenfor viser hvordan det i perioder kom store mengder fisk over sorteringsristen og telleren, mens i andre perioder var fiskeraten lav.

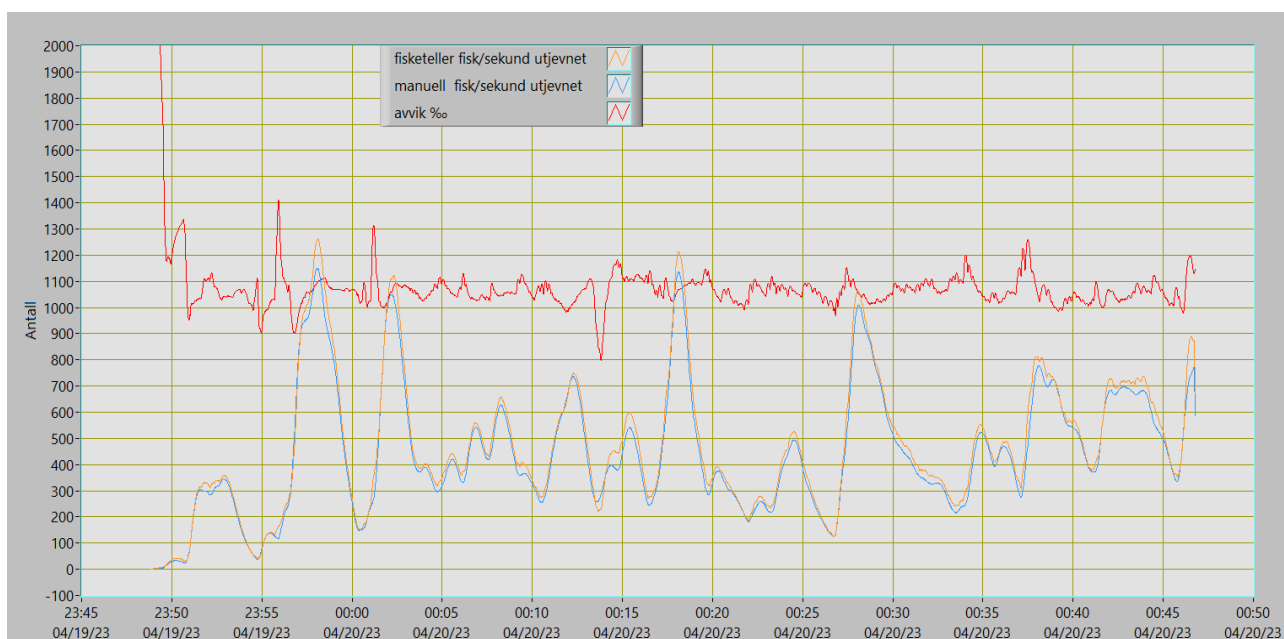
## Resultater fra forsøk i Case 2

Figur 24 viser den manuelle tellingen (blå) sammenlignet med tellerenheten (rød). I tillegg vises fisk/minutt for manuell (grønn) og fisketeller (oransje). Som grafen viser så følger den manuelle tellingen tallene fra tellerenheten nokså jevnt. Et gradvis avvik oppstår tydelig fra kl. 00:02 og utover til 00:45. Manuell telling var på 25 278 fisk, mens fisketelleren hadde 26 859, et avvik på 6,23%.



**Figur 24:** Fisketeller og manuell telling for den første delen av merden.

Figur 25 viser en mer detaljert analyse av fiskeraten for manuell og fisketeller, og en graf som viser avviket mellom dem (fisketeller dividert på manuell telling) i promille (rød). Det er tydelig av fiskeraten varierer mye. Grafene med fiskerate er utjevnet for å gjøre det lettere å sammenligne, så i realiteten er svingningene enda større. I korte perioder kommer det godt over 1000 fisk per minutt, mens i andre perioder var nede under 200 fisk per minutt. Den røde grafen viser ikke noe klar tendens til at fisketelleren teller mer eller mindre feil avhengig av om fiskeraten er høy eller lav, men ligger på det jevne på mellom 3 og 10% for høy telling.



**Figur 25:** Fiskerate og avvik for fisketeller og manuell teller.

Tall oppgitt fra oppdretter var 169 599, mens telleren endte på 181 502 for hele lasten. Avvik mellom beholdning i merd og teller var på 7,02%. Avviksantallet var på 11 903 fisk.

Bare et utvalg på cirka 15% av hele merden ble registrert manuelt. Hvis man antar at avviket mellom fisketeller og manuell telling var 6.23% gjennom hele forløpet ville det gitt en sum på 170 818, som er 0.7% høyere enn oppgitt beholdning.

Når fisken ble lastet om bord ble det brukt en fullvannsteller fra samme teknologileverandør. Ved lastning av fisk endte antallet på 174 109 fisk, et avvik på 2,66% sammenlignet med oppgitt beholdning. I ettertid ble det forsøkt å innhente slaktetall fra merden. Problemet var at «slumper» med fisk hadde blitt flyttet over i merdene i etterkant av sorteringen og før slakting. Slaktetallene ble dermed vurdert som upålitelige om de skulle ha blitt sammenlignet med tallene fra telling.

Merden som ble lastet ombord hadde ikke vært håndtert før sortering og avlusing. Beholdning oppgitt av oppdretter er tall fra settefisk minus antall dødfisk. Beholdningstallet kan ha vært relativt pålitelig i denne casen, men det avhenger av om det er vaksinasjonstallet som er benyttet som referanseverdi/utgangspunkt.

**Tabell 11:** Oppsummering av beholdning, tall fra tørr og fullvannsteller med avvik mellom tellertall og beholdning.

Beholdning anlegg	Fullvannsteller	Avvik antall	Prosentavvik behold.	Tørrteller	Avvik antall	Prosentavvik behold.	Differanse fullvanns- tørrteller (antall)
169 599	174 109	4 510	2,66%	181 502	11 903	7,02%	7 393

### 5.3 Case 3

Case 3	
Dato	11.05.2023
Varighet	14:00-19:30
Arbeidsoperasjon	Mekanisk avlusing
Værforhold	Overskyet, lite strøm, vindstille, ikke noe bølger
Type fartøy	Brønnbåt
Type teller	2 x fullvannsteller på 8 linjer
Utstyr	Kastenot, kulerekke
Beholdning (anlegg)	127 000
Snittvekt (anlegg)	4,7 Kg
Tall fra teller	100 732
Snittvekt (teller)	4,8 Kg
Antall merder	1
Antall kast	2
Kulerekke	Ja

#### Oppsett

Det ble montert GoPro-kameraer på 8 linjer. Kameraene ble skrudd fast på lekter som var stripset fast til avsilingskassene før fisken gikk inn i hydroliceren/mekanisk avlusing. Fullvannstellerene var montert på innpumpingsslangen før fisken gikk inn til avsilingskassene. Dette er samme fartøy som i case 1, men her ble det montert kameraer på alle linjene og begge tellerne, og ikke bare på 1 teller og 4 linjer.

#### Observasjoner

##### Kast 1:

- Kl. 15:20 – Oppstart
- Kl. 15:25-15:26 - Mye oksygen/luft
  - Lave oksygenverdier så oksygensystemet kjører på hardere enn vanlig
- Kl. 15:30 - Error: Clean window/rub window på linje 2
- Kl. 15:45 - Error: Clean window på linje 2
  - Vannet er litt uklart, «duggete»
- Kl. 16:05 - Lite trenging

##### Kast 2:

- Kl. 16:41 – Oppstart
- Kl 17:17 – 17:18 - Notlinsug
- Begge linjene er pauset. Starter opp igjen 17:18
  - Mye fisk ved oppstarten
- 17:28 - Stenger oksygenet
- 17:30 - Stenger ned

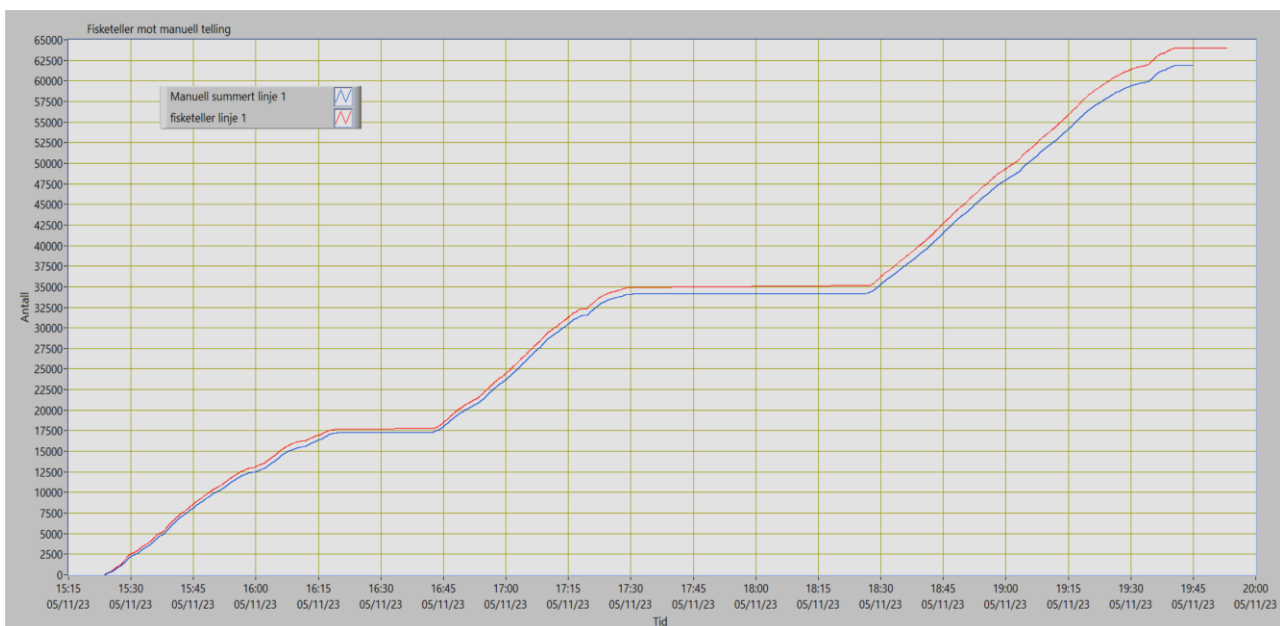
### Kast 3 (kulerekke):

- 18.26 - Oppstart
- 18:32 - Øker oksygentilførsel
- 18:33 – Gir beskjed om å redusere trengingen
- 18:38 – Error- Clear window/rub window (minus ca 2000 fisk) på linje 2
- 18:45 – Senker “oksygenbommen”
- 19:06 – Error - Clear window
- 3 fisk gikk forbi GoPro 9 under skifte av batteri helt mot slutten av kastet

## Resultat fra forsøk i Case 3

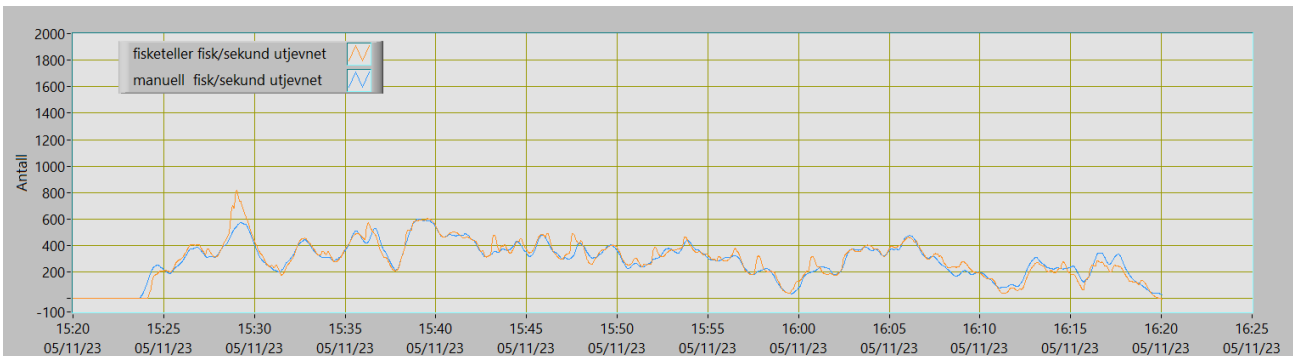
### Linje 1

På denne linjen fulgte fisketeller og manuell telling hverandre gjennom hele merden, slik som det vises i Figur 26. Det var ikke noen perioder som skilte seg ut som spesielt problematiske, og det akkumulerer seg bare gradvis et større avvik over tid.



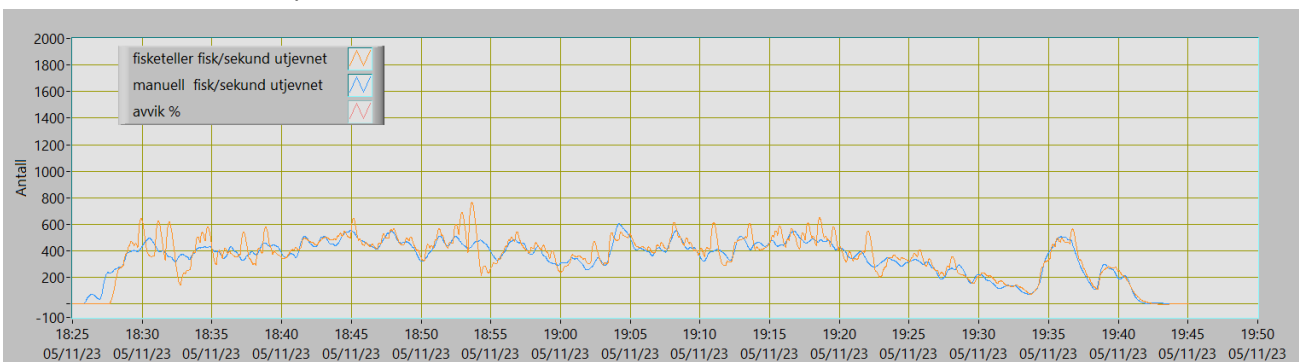
Figur 26: Linje 1, alle 3 kastene (Fisketeller +3,3%).

Når man ser nærmere på fiskeraten for manuell og fisketeller i Figur 27 ser man at fiskeraten for det meste er ganske lik, men at den oransje linjen for fisketeller går litt over (teller for mye) innimellom. Kurvene er utjevnet for å være enklere å sammenligne, men det kan se ut som det er små toppler der den teller for mye, uten at fiskeraten er spesielt høy.



**Figur 27:** Fiskerate på linje 1, kast 1.

Fiskerate på kast 3, vist i Figur 28, viser litt samme trend, men med noen enda tydeligere toppler der fisketelleren teller for mye.

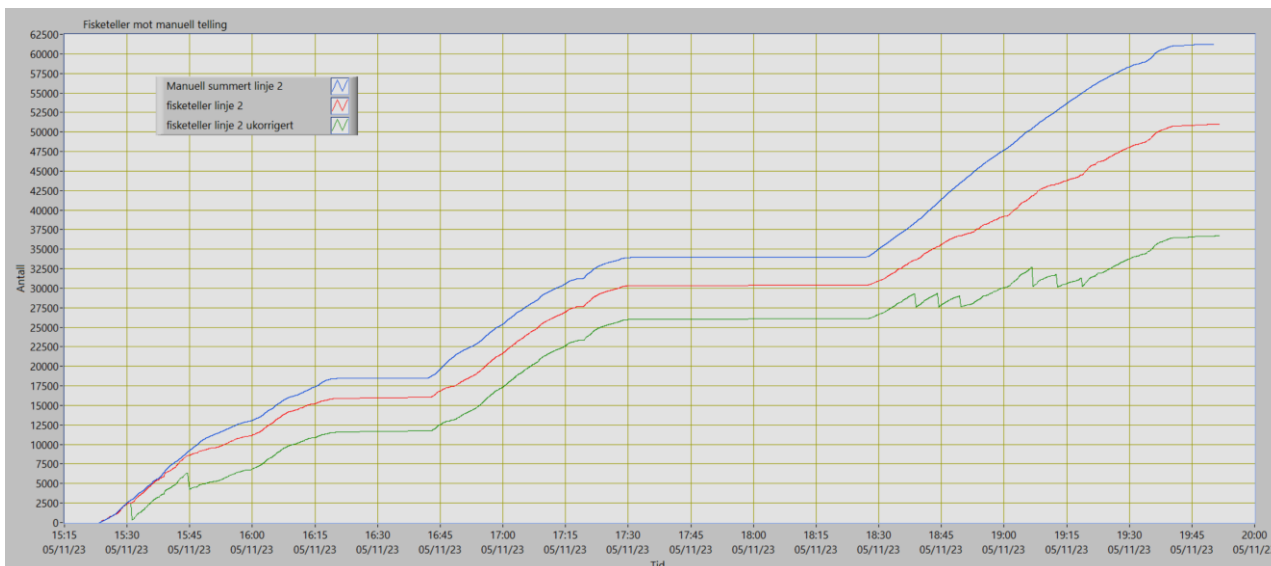


**Figur 28:** Fiskerate på linje 1, kast 3.



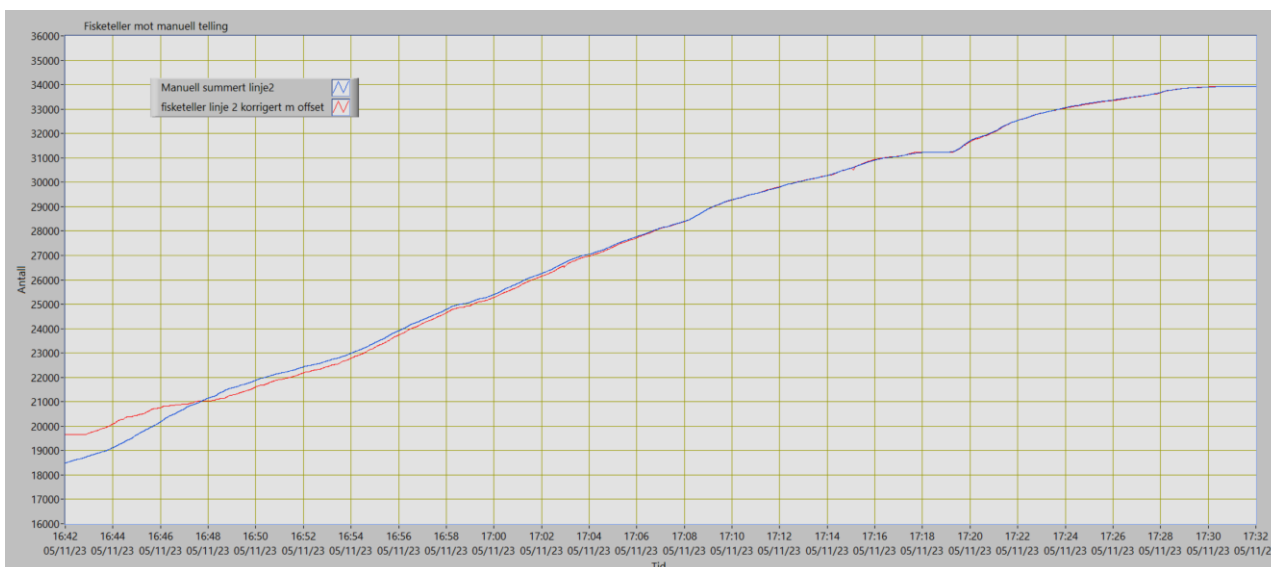
## Linje 2

For Linje 2 var det en del problemer med "clean window" feilmelding, og denne inntraff to ganger i kast 1 og 6 ganger i løpet av kast 3 slik som figur 29 viser. Den blå linjen viser manuell telling. Den grønne er fisketellerens verdi, og den røde er en linje der sprangene når feilmelding kommer blir lagt til automatisk igjen.



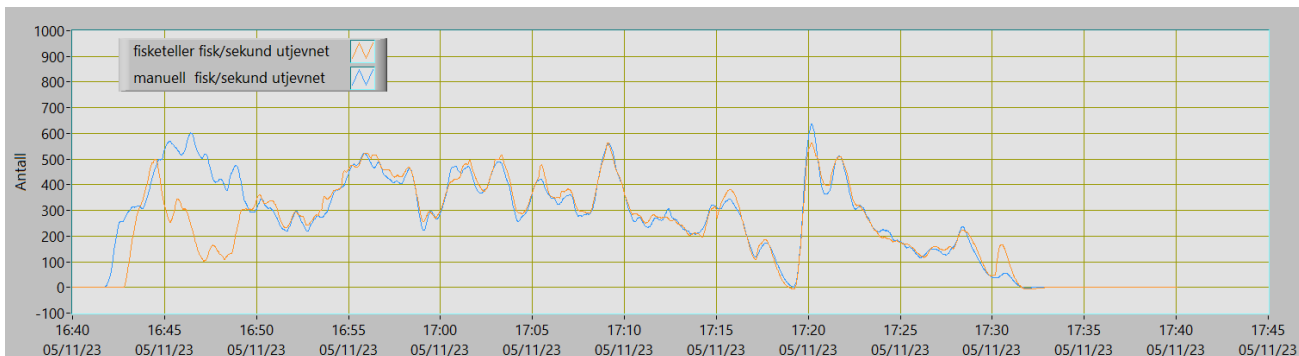
**Figur 29:** Linje 2, alle 3 kastene (fisketeller -16,8%).

Figur 30 viser resultater kun kast 2 der det ikke var noen feilmeldinger, og med linjene forskjøvet slik at de matcher opp ved notlinsug kl. 17:17. Det ser ut til at teller og manuell telling følger hverandre veldig godt i denne perioden. Det er helt i starten av kastet at det er dårligst samsvar mellom teller og manuell telling.



**Figur 30:** Linje 2, kast 2, manuell telling mot fisketeller. Viser god korrelasjon i perioden kl. 17:08 til 17:30. Større avvik i starten av kastet. Notlinsug oppsto i perioden med nøyaktig telling, kl. 17:17.

Fiskeraten viser også at det er godt samsvar på kast 2, det meste av tiden, men at fisketelleren teller betydelig for lite i perioden mellom kl. 16:44 og 16:50 (Figur 31).



**Figur 31:** Linje 2, kun kast 2, fiskerate manuell telling mot fisketeller.

**Tabell 12:** Oppsummering av resultater fra Case 3. Manuell telling, tall fra teller inkl. korrigering.

	Kast 1	Kast 2	Kast 3	Sum
<b>Fisketeller linje 1</b>	17 582	17 362	28 866	63 899
<b>Manuell telling linje 1</b>	17 269	16 861	27 780	61 830
<b>Avvik</b>	1,81%	2,97 %	3,9 %	3,34 %
<b>Fisketeller linje 2</b>	11 577	14 424	10 742	36 743
<b>Manuell telling linje 2</b>	18 452	15 485	27 284	61 232
<b>Avvik</b>	-37,3 %	-6,85 %	-60,6 %	-40,0 %
<b>Fisketeller linje 2 inkl. "sprang"</b>	15 899	14 424	20 632	50 949
<b>Manuell telling linje 2</b>	18 454	15 485	27 292	61 232
<b>Avvik</b>	-13,8 %	-6,85 %	-24,4 %	-16,8 %
<b>Fisketeller linje 1+2 inkl. «sprang»</b>	33 570	31 786	49 772	115 018
<b>Linje 1+2 manuell</b>	35 720	32 357	55 065	123 142
<b>Avvik</b>	-6,0 %	-1,8 %	-9,6 %	-6,6 %

På linje 2 hadde telleren utfordringer med at tellingen stoppet opp. Feilmeldingen «Rub/clean window» dukket opp på skjermen på bro. Når operatøren lukket feilmeldingen, ble det trukket fra et par tusen fisk. Dette skjedde gjentatte ganger i løpet av arbeidsoperasjonen. Operatøren noterte ned antallet for hver gang. Totalt avvik på linje 2 var på 40%. Korrigert for sprang så ble avviket redusert til 16,8%.

På linje 1 hadde telleren et totalt avvik på 3,34% på alle tre kastene. Under de to første kastene var avviket på 2,3 %, som er i sjiktet av hva telleren oppgir som feilmargen.

Beholdningen i merd var oppgitt til å være 127 000. Den manuelle tellingen endte på 123 142. Et avvik på 3,1%. Fisketelleren endte opp på 100 732 (-18,2%), men mannskapet beregnet et tillegg på 17 000 fisk på grunn av feilmelding på linje 2 og rapporterte 117 732 (-4,4%).

Notlinsug oppstod kl. 17:17, og vises i Figur og Figur der man ser at det slutter å komme fisk i en periode. Pumpingen ble avbrutt/pauset før den startet opp igjen. Ut fra grafene så hadde ikke dette noe særlig innvirkning på fullvannstelleren, i dette tilfellet. Tvert imot så telleren ut til å telle svært nøyaktig akkurat i denne perioden og grafene (manuell vs. teller) fortsatte å følge hverandre etter denne hendelsen. Under den manuelle tellingen av videofilene ble det tydelig at det kom mer fisk enn vanlig en kort periode ved oppstart av pumpingen igjen etter denne hendelsen.

For linje 2, var det kun kast 2 det var tydelig at store deler av avviket oppstår i perioden mellom kl. 16:42 og 16:50, uten at det ble registrert noen spesielle forhold akkurat under denne perioden. Dette vises i Figur 30 og Figur 31.

I etterkant ble det innhentet slaktetall fra merden. 113 729 stk laks ble slaktet ut fra merden. Fra forsøket til slakt var det en akkumulert dødelighet på 9724 stk. Oppdretter beregnet det til å være rundt 123 453 stk laks på behandlingsdagen basert på disse tallene.

## 5.4 Case 4

Case 4	
Dato	21.06.2023
Varighet	14:00-19:30
Arbeidsoperasjon	Mekanisk avlusing
Værforhold	Fint vær, lite sjø, vindstille
Type fartøy	Brønnbåt
Type teller	2 tørrtellerer x 2 fullvannstellere
Utstyr	Kastenot
Beholdning (anlegg)	194 000
Snittvekt (anlegg)	2 Kg
Tall fra teller	
Snittvekt (teller)	
Antall merder	1
Antall kast	1
Kulerekke	Nei

### Oppsett

Fire GoPro montert over sorteringsrister i trykkrom. Det ble montert 2 kameraer i ulike vinkler over risten før fisken gikk over tørrteller. I tillegg ble det montert 2 kamera på bro - 1 kamera på (Leverandør C) skjerm og 1 kamera på (Leverandør A) teller.

### Utfordringer/begrensninger

En utfordring var at kameraene måtte rigges opp inne i et trykkrom. Dette gjorde det ikke mulig å kontrollere og sjekke kameraer underveis. I tillegg var det mørkt og mye vann som kom samtidig med fisken underveis i pumpeprosessen (Bilde 10). Det var derfor ikke mulig å telle fisken manuelt nøyaktig nok i etterkant.



**Bilde 10:** Mengden fisk over teller. Foto: Andreas Misund/Morten Bondø, SINTEF Ocean.

## Observasjoner

Det var få hendelser i løpet av arbeidsoperasjonen. Det ble brukt rundt en time å laste all fisken i kastet om bord. Det var til tider litt trenging mot slutten av kastet.

- Kl.18:13 - Oppstart
- Cirka Kl. 19:30 - Ferdig pumpet

I denne casen ble tallene fra fullvannstelleren sammenlignet med tallene fra tørrtelleren.

## Resultat

**Leverandør A:** 96 099 stk.

**Leverandør C:** 90 753 stk.

**Differanse:** 5346 stk, 5.9%

Siden det ikke var mulig å telle manuelt er det vanskelig å si hvilke av tellerene som er mest riktige her. Det er likevel interessant å registrere at det er over 5% forskjell mellom tellerne.

## 5.5 Case 5

Case 5	
Dato	26.10.2023
Varighet	08:00-14:00
Arbeidsoperasjon	Mekanisk avlusning
Værforhold	Litt sjø
Type fartøy	Avlusingslekter
Type teller	Tørrteller x 5
Utstyr	Catchlice kastenot
Beholdning (anlegg)	187 665
Snittvekt (anlegg)	2 Kg
Antall merder	1
Antall kast	2
Kulerekke	Nei
Annet	Rensefisk - Rognkjeks

### Antall kast:

- Kast 1. Antall: 76 184 (Kastet før forsøket).
- Kast 2. Antall: 42 309.
- Kast 3. Antall: 23 516.

### Oppsett

Fem GoPro kamera ble montert på avsilingskassene rett før fisken gikk over teller. Ett kamera ble montert på bro over skjermen som viste antall. Det var fem linjer ut fra avlusingsenheten til hver tellerenhet.

### Observasjoner

Det hadde blitt gjennomført et kast før ankomst. Kameraene ble rigget opp før kast nummer to.

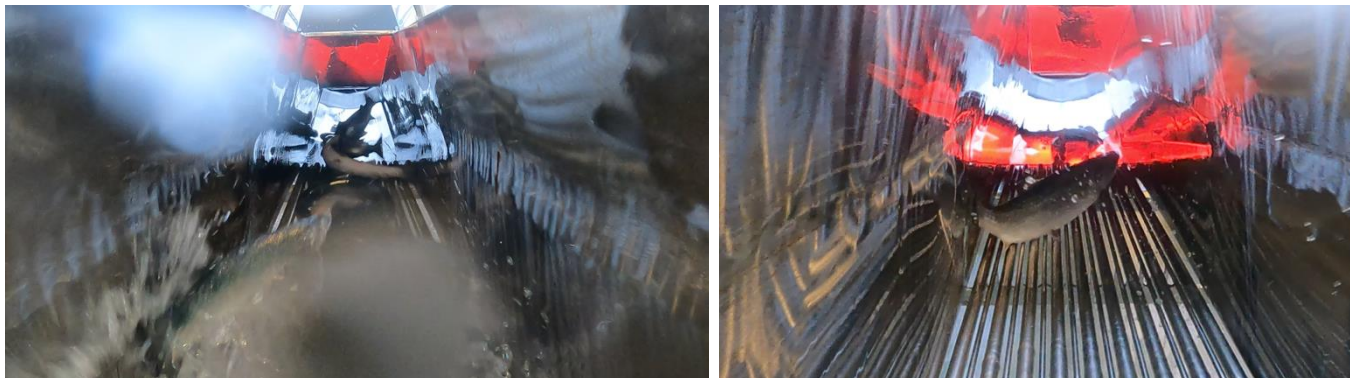
- Pumpingen startet 10:25. Kastet ble sluppet kl. 11:06.
- Ulik fiskerate gjennom de fem tørrtellerene.
- Ikke registrert noe notlinsug eller stopp/start i løpet av forsøket.

### Utfordringer/begrensninger

Det var vanskelig å komme til enkelte av avsilingskassene. Man måtte klatre over avsilingskassene for å nå alle festepunktene. Det ble brukt klammer for å montere GoPro-kameraene på en stang som gikk på tvers over avsilingskassene. Utfordringen var at kameraene kom for nært åpningen hvor fisken kom over risten. Dette resulterte i at det tidvis kunne komme vanndråper på kameralinsen. I dette forsøket ble det tatt sekvenser av tellingen når det ble manuelt registrert fisk i LabVIEW . Høy fiskerate i kombinasjon med vannsprut gjorde at manuell telling i perioder var vanskelig og man måtte avbryte tellingen (Bilde 11 &12).

Inntrykket etter gjennomgangen av videomaterialet fra alle linjene var at vannmengden inn til avsilingsrist varierte mellom linjene.

Det ble brukt en app som kameraene ble synkronisert med. På enkelte kameraer ble tidspunktene feil med 1 time, så 10:30 ble 11:30. Innstillingene for minutt var derimot korrekt.



**Bilde 12:** Vanndråper på linse (venstre). Ren linse (høyre). Foto: Andreas Misund, SINTEF Ocean.

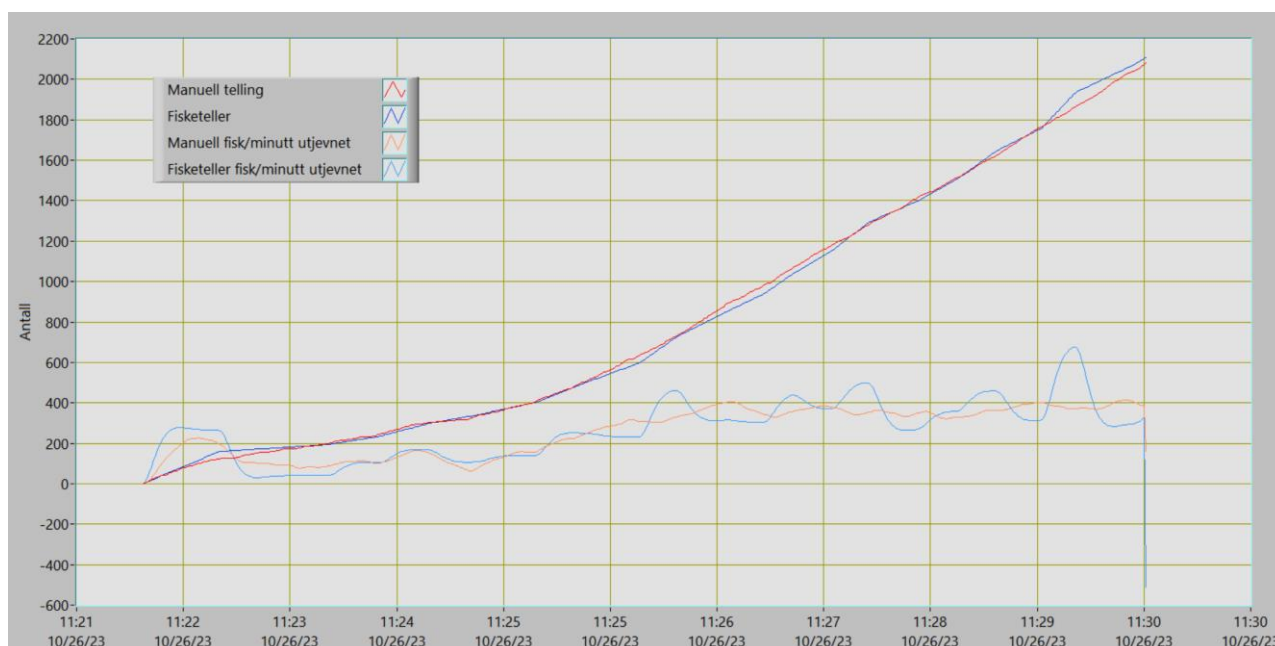


**Bilde 11:** Fisketetthet kombinert med vann (venstre). Fisk over teller (høyre). Foto: Andreas Misund, SINTEF Ocean.

## Resultater fra forsøk i Case 5

### Linje 1

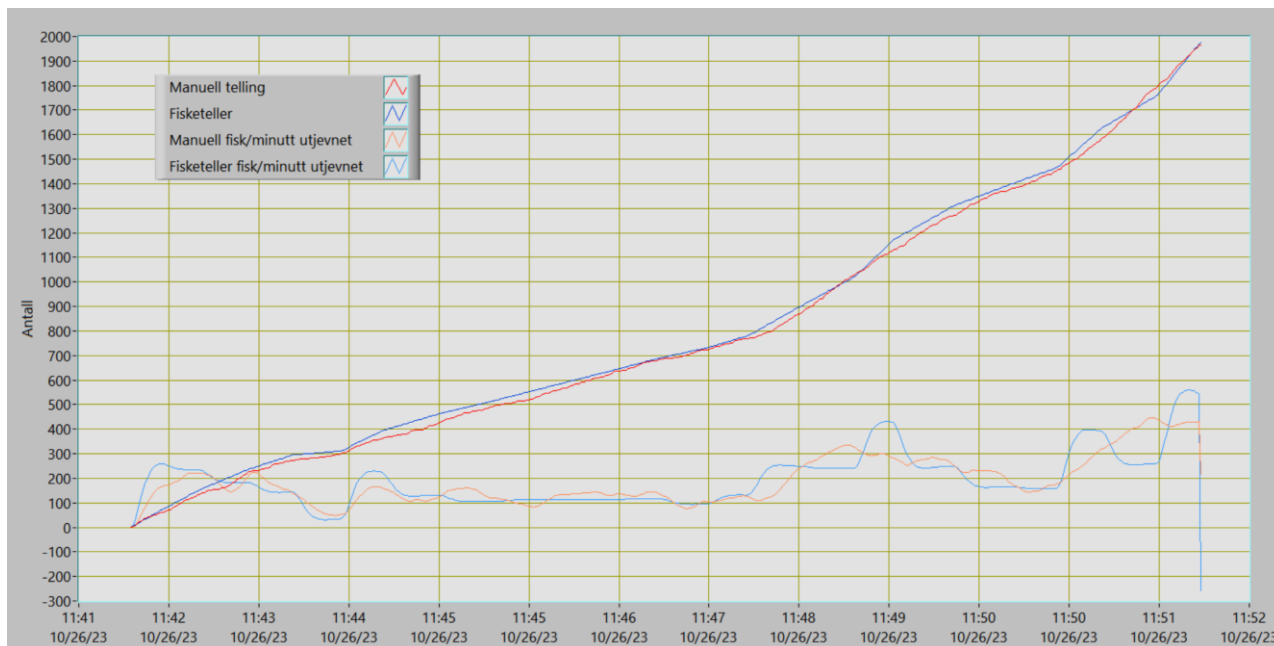
Over linje 1 gikk det tidvis tett med fisk gjennom sammenlignet med andre linjer i samme tidsrom. I løpet av 9 minutter viste den manuelle tellingen 2082 stk fisk vs. 2127 stk fisk fra fisketelleren. Et prosentvis avvik på 2.2%. Som Figur 32 viser så følger (tracker) begge tellingene hverandre ganske jevnt, men med et lite gradvis avvik mot slutten. Siden det er telling over kort tid, og fisketellerens verdi kan ha ulik forsinkelse avhengig av fiskerate er sammenligning av avvik på utvalg midt i en telling som dette vanskelig og må tas med en klype salt. Likevel ser vi en tydelig korrelasjon mellom kurvene, og ser at fiskeraten fra 11:25 ble høyere. Det var til tider uklare linser som gjør manuell telling mindre sikker. Videoen ble her gått over «frame for frame» og sekvenser gått over flere ganger.



**Figur 32:** Linje 1, manuell mot fisketeller kl. 11:22 til 11:30.



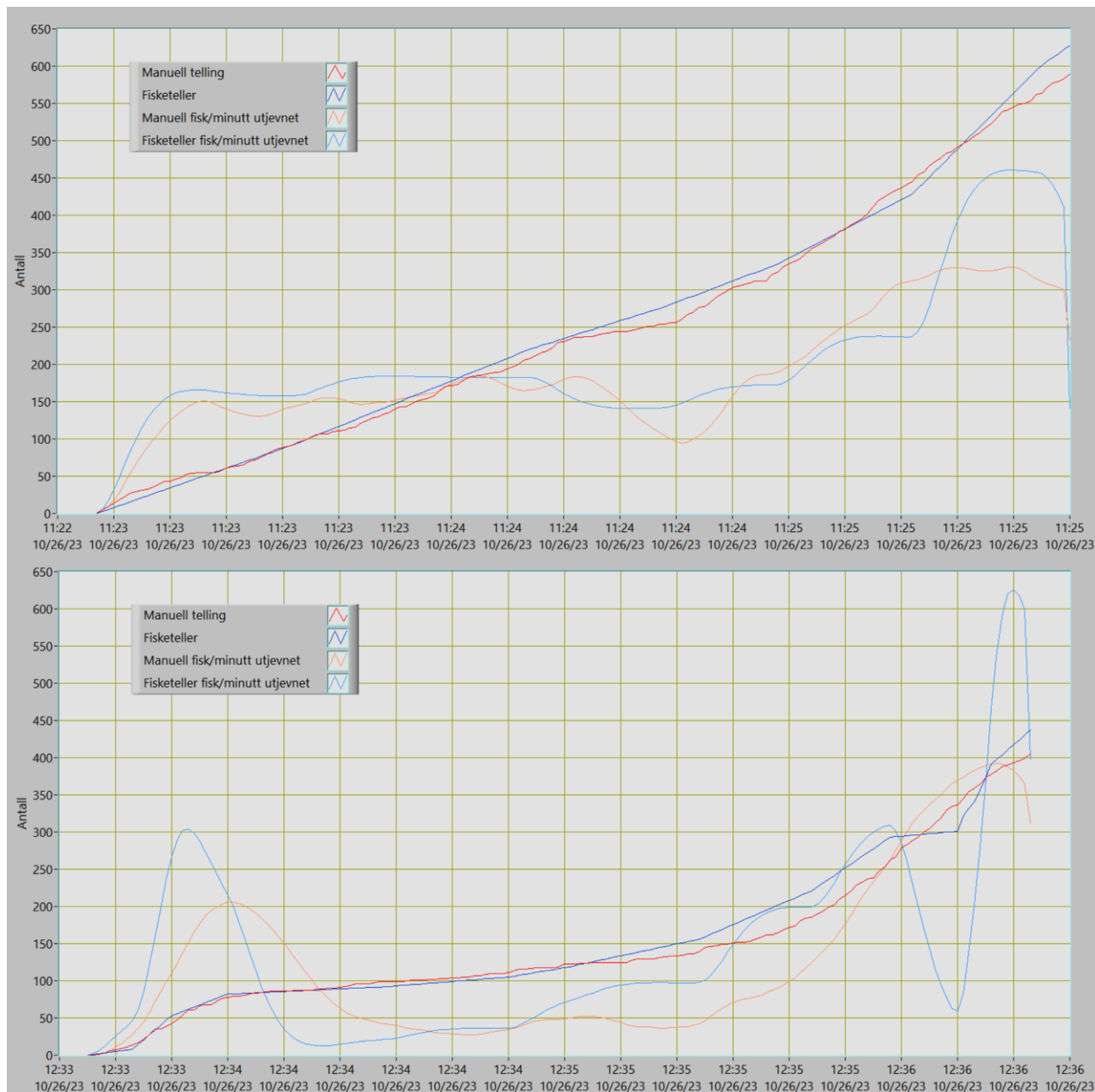
Den manuelle tellingen og telleren tracket hverandre ganske godt også fra kl. 11:41 til 11:52 (Figur 33). Manuell tellingen viste her 1965 stk mens fisketelleren vist 1954 stk i samme tidsrom. Avvik på cirka -0.5%. Også her økte fiskeraten gjennom teller underveis og avsluttet med høy fiskerate som kan påvirke avvikstall avhengig av forsinkelse på fisketellers display. Fra 11:47 kom det bølger med fisk gjennom telleren, uten at det påvirket nøyaktigheten de neste 5 minuttene i noe særlig grad.



**Figur 33:** Linje 1, manuell mot fisketeller Kl. 11:41 til 11:52.

## Linje 2

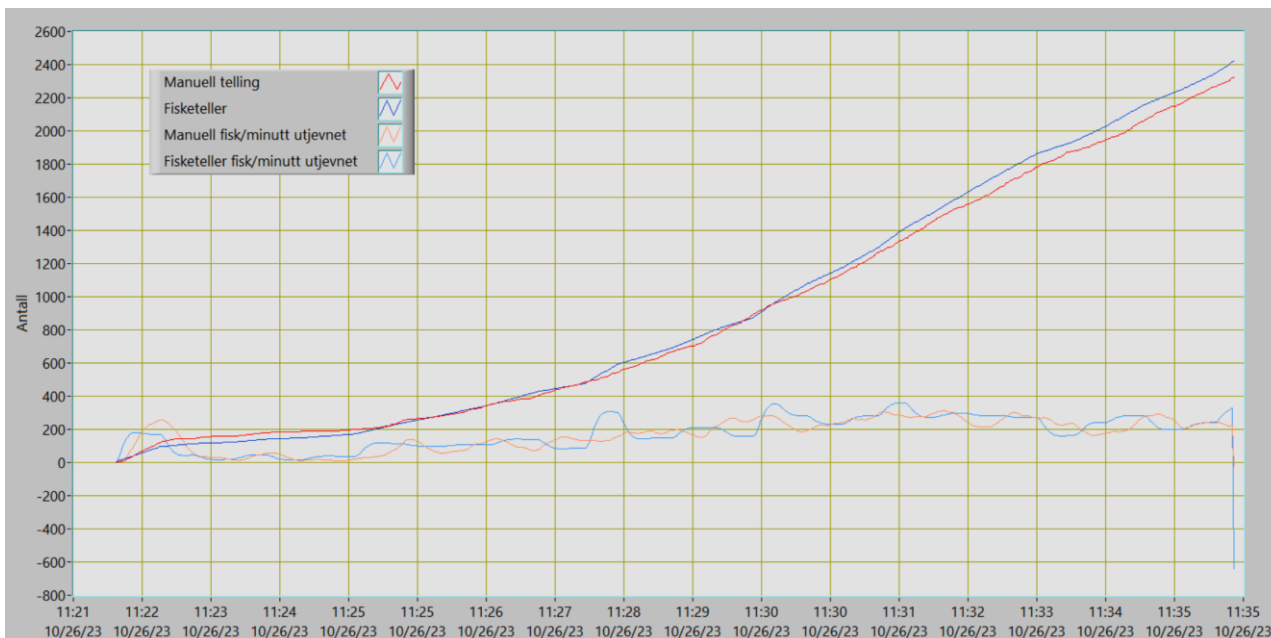
Figur 34 viser tellingen av Linje 2. Deler av kast 2 ble også gjennomgått manuelt (fra 12:33-12:36). Kun 4-5 minutter ble gjennomgått. Det gir liten mening å sammenligne avvikstall på så korte sekvenser og samplingsraten på fisketellerens display og variabel forsinkelse utgjør for stor andel av feilmargin i målingen, men vi ser en ganske grei korrelasjon mellom kurvene her også.



**Figur 34:** Linje 2, manuell mot fisketeller, kl. 11:23 til 12:25 og 12:33 til 12:36.

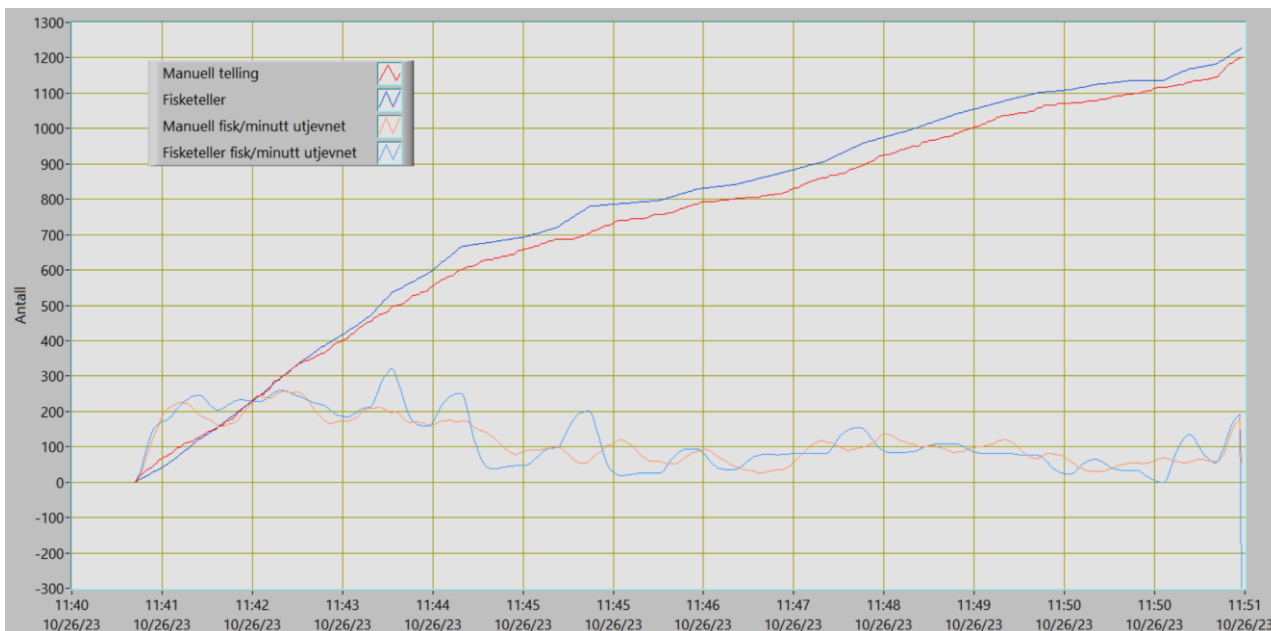
### Linje 3

På Linje 3 tracket kurvene hverandre jevnt frem til 11:31 hvor det gradvis oppstår et avvik (Figur 35). I løpet av denne perioden ble det registrert 2321 fisk manuelt og 2416 fisk ble registrert av telleren. Dette er et avvik på 4%. I løpet av denne sekvensen så kom det jevnt med fisk gjennom teller i løpet av de 18 minuttene.



**Figur 35:** Linje 3, manuell mot fisketeller 11:20 til 11:35.

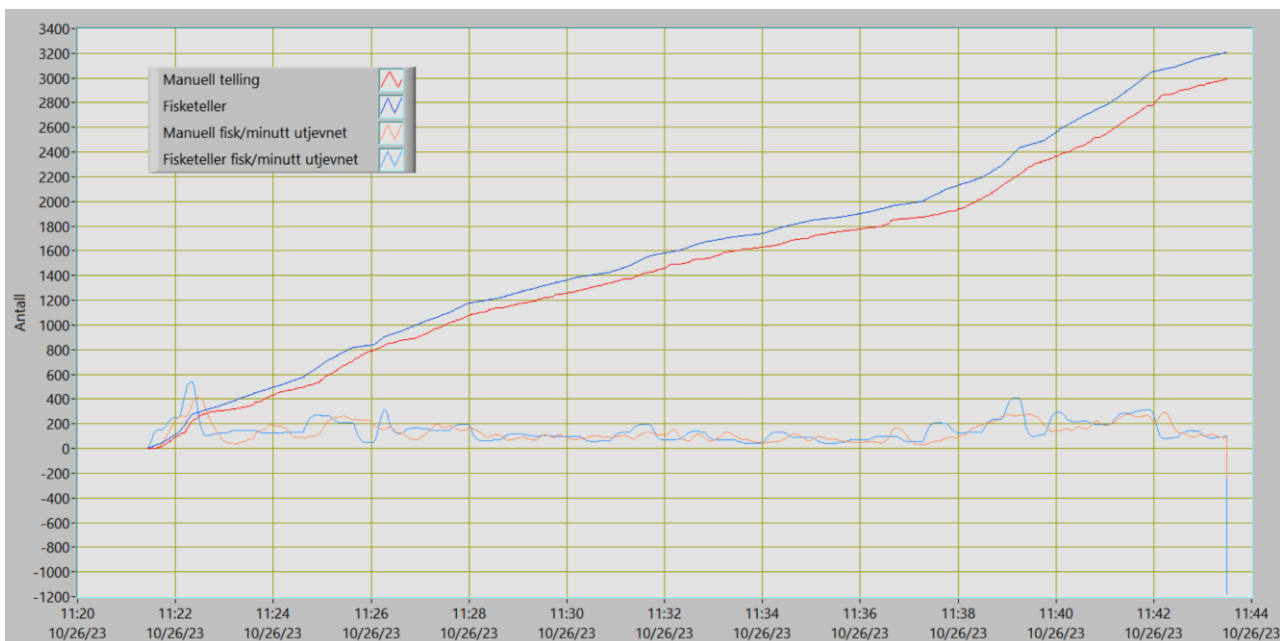
På linje 3 mellom kl. 11:41 og 11:51 var også korrelasjonen grei, og det ble telt 1202 fisk manuelt og 1231 fisk på telleren, et avvik på cirka 2.4% (Figur 36). Igjen, er det en relativt kort periode så det små forskyvelser påvirker nøyaktigheten. Det kan likevel se ut som at mye av avviket oppstår rundt kl. 11:44.



**Figur 36:** Linje 3, manuell mot fisketeller 11:41 til 11:51.

## Linje 4

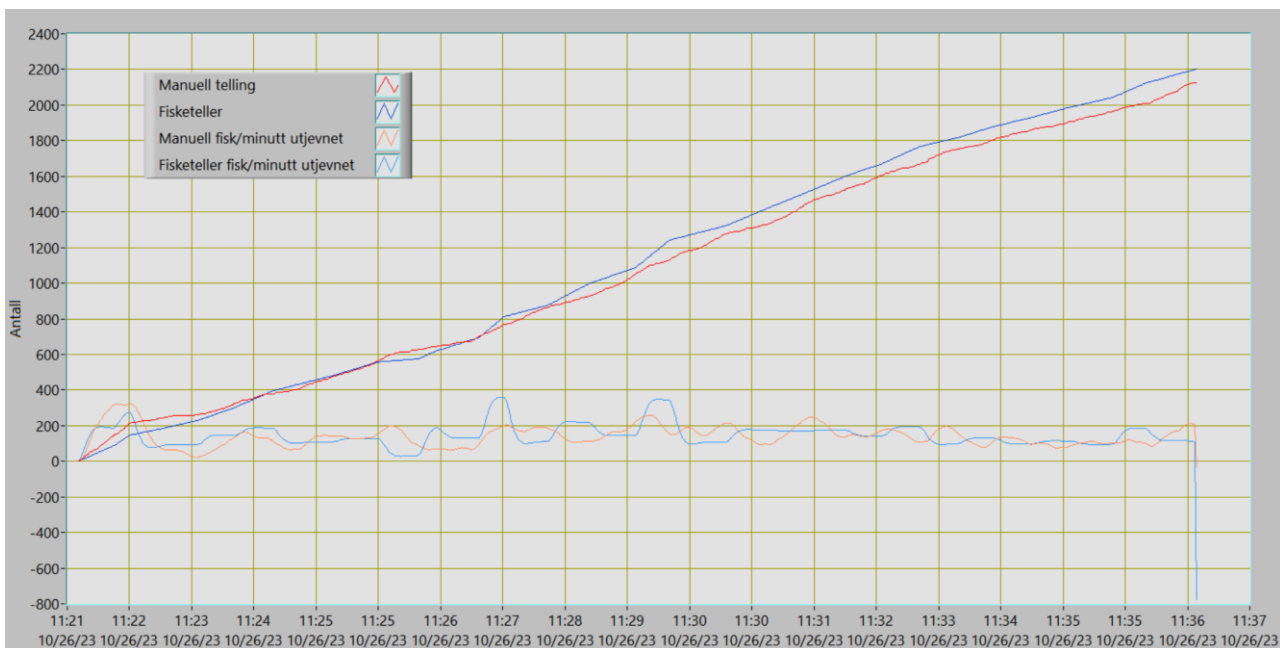
Linje 4 ble registrert mellom kl. 11:21 og 11:43, og det ble registrert 2993 manuelt og 3208 på fisketelleren (Figur 37). Et ganske stort avvik på 7%. Forskjellen øker jevnt utover, men særlig mot slutten når fiskeraten er litt høyere ble forskjellen mellom kurvene økende.



**Figur 37:** Linje 4, manuell mot fisketeller, kl. 11:21 til 11:43.

## Linje 5

På Linje 5 ble det registrert 2127 fisk manuelt og 2292 på fisketelleren, et avvik på 7.7% (Figur 38). Det ser ut som det oppstår et større avvik rundt kl. 11:29, men ellers følger kurvene hverandre ganske godt.



**Figur 9:** Linje 5, manuell mot fisketeller 11:21 til 11:37.

## Oppsummering av Case 5

For Case 5 var det vanskelig å telle på grunn av plasseringen av Gopro-kameraene og at det ble et kaotisk bilde som tidvis ble forstyrret av dråper. Derfor ble det bare gjort manuell telling i perioder, noe som gjør at resultatene er sårbare for tidsforsinkelse på fisketelleren, eller om den eventuelt bufrer opp noen tellinger og etterregistrer. Trenden viste likevel at det var varierende avvik mellom linjene og for nesten alle linjene så det ut til at fisketelleren registrerte flere fisk enn den manuelle tellingen. Det var litt forskjell imellom linjene. Generelt så fisketeller og teller ut til å følge hverandre bra, men så oppstod mye av avviket i perioder.

## 5.6 Diskusjoner av resultater fra feltarbeidet – Case 1 til Case 5

Det viste seg å være svært vanskelig å finne gode case for feltforsøkene. De fleste båtene som kjører fullvannstellers kjører gjerne lukkede system der en hel merd lastes om bord i en brønn uten at fisken passerer punkter som gjør det mulig med in-line kontrolltelling. Av casene som ble valgt var det bare Case 1 og Case 3 som var forholdsvis enkle å telle, selv om også disse casene var tidkrevende. Case 2 var også mulig å få gode manuelle tellinger på selv om det var ekstremt tidkrevende. For Case 4 viste seg å være helt umulig å gjennomføre kontrolltelling, og Case 5 var bare mulig å telle i perioder der linsene på våre kameraer var fri for vann.

Siden forsøkene ble gjennomført under tilfeldig valgte forhold og forsøkene ble gjennomført som del av normal drift av båtene var det ikke mulig å isolere spesielle miljøforhold som kunne påvirke tellingen. Men, likevel var det variasjon i driftsbetingelsene i form av både fiskerate/pumpehastighet, oksygenering, notlinsug og ulik størrelse på kast.

Feltforsøkene som ble gjennomført viste likevel hvordan tellerne brukes, hvordan de er vedlikeholdt/kalibrert, samt at eksterne faktorer som oksygenering kan ha stor innvirkning på nøyaktigheten. Når båten har flere like tellere viste forsøkene at det er forskjell på presisjon på de forskjellige tellerne om bord (Case 1, 3 og 5), uten at nøyaktig årsak til avvikene er avdekket. Det er sannsynlig at en kombinasjon av kalibrering og oksygenering på slangetuten har påvirket den ene telleren på Case 1 og 3, mens det i Case 5 var betydelige forskjeller i fordeling av fisk mellom linjene og muligens også ulikt vedlikehold og innjustering mellom dem. I alle tilfellene det var mulig å telle, ble det observert betydelige ujevnheter i fiskerate, som så ut til å påvirke nøyaktigheten til tellerne.

Ingen av tellerne som ble undersøkt i feltforsøkene så ut til å gi et konsistent avvik på mindre enn 2-3%. Men, for fullvannstellers i Case 2 var det ikke mulig å verifisere avviket. For Case 3 var det heller ikke mulig å verifisere annet enn at de to tellerne som ble benyttet ikke samsvarte i tellingene sine. Siden avviket virker å kunne gå begge veier vil det til en viss grad utjevne resultatet totalt sett.

Det var også interessant å observere at en stor del av avviket gjerne kunne oppstå i løpet av en kortere periode (som det f.eks. ble sett i Case 3, Linje 2, kast 2), noe som gjør etterkontroll av resultatene mer utfordrende. Hvis et større avvik kan oppstå f.eks. kun i starten av et kast, mens man kontrollerer tellingen på et utvalg i midten av kastet, vil det kunne påvirke sluttresultatet betydelig.

En annen interessant observasjon under feltforsøkene var at det på den ene telleren i en periode så ut til å være fint bilde på fisketellerens skjerm og fisk passerte, men telleren registrerte likevel ingen fisk. Dette virket rett og slett til å være en form for softwarefeil eller funksjonsfeil på telleren som inntraff i noen minutter og førte til underregistrering av antall.

Det var overraskende at etterkontroll av tellenøyaktighet på utstyret viste seg å være såpass utfordrende, og disse forsøkene viste at etterbehandling av data og en presis tolkning av tellingene ikke er helt rett fram. For å få helt nøyaktige tall med hensyn til eventuelle forsinkelser i software, og variasjon i tellenøyaktighet i perioder, ser det ut til å være nødvendig og telle minimum et helt kast, men aller helst en hel merd for å få nøyaktige tall. Videre har vi ikke fått undersøkt variasjonen som eventuelt måtte være om man teller flere merder med samme teller, da arbeidet var for tidkrevende.



## 6 Tiltaksforslag rettet mot økt presisjon i antall fisk – kategorisering og evaluering av mulige tiltak basert på identifiserte feilkilder

Målsettingen i arbeidspakke 3 var å identifisere og utarbeide tiltak som kan være med å forbedre presisjonen i tellinger, herunder organisatoriske, driftsmessige, operasjonelle og teknologiske tiltak. Identifiseringen og utviklingen av tiltaksforslag bygger på arbeid og kunnskapsgrunnlaget etablert i de foregående arbeidspakkene, samt arbeidsmøter i arbeidspakke 3. Her har målsettingen vært å «*evaluere og diskutere mulige nye løsninger og tiltak for økt presisjon i individkontroll, med søkelys på hvordan dette kan øke presisjonen med dagens teknologier.*»

I løpet av prosjektperioden har det blitt utarbeidet tiltaksforslag som kan bidra til å forbedre antallskontroll og presisjon ved telling av fisk gjennom produksjonskjeden. Tiltakene er kategorisert og rangert etter oppfattet innvirkning/påvirkning på presisjon ved telling, samt etter verdikjedeledd avvik og feilkilder som kan forekomme. Dette er basert på resultatene fra feltarbeidet, intervjustudien og kvantitative analysene.

Først rangeres påvirkningsgraden til sentrale feilkilder som kan oppstå under telling. Kvantifiseringen av påvirkningsgraden baserer seg på funn og observasjoner gjort i løpet av studien, og det understrekes at det empiriske fundamentet er basert på få caser av feltarbeid.

Etter rangeringen av påvirkningsgraden på telling så rangeres feilkilder som kan påvirke antallskontrollen på matfiskanlegg, settefiskanlegg og slakteri. Det har også blitt utarbeidet tiltaksforslag som kan bidra til å forbedre tellinger og/eller antallskontrollen i de forskjellige leddene.



## 6.1 Påvirkningsgraden til sentrale feilkilder

Feilkildene er listet opp etter hvilken grad de vurderes å ha en påvirkning på nøyaktigheten til tellingene (Tabell 13). Feilkildene er sammensatt i den forstand at det er et årsak-virkning forhold mellom dem.

Påvirkningsgraden er rangert etter hvor kritisk de vurderes å være. Fargekodene indikerer:

- Sort – svært kritisk
- Rød – kritisk
- Gul – middels kritisk
- Grønn – lite kritisk

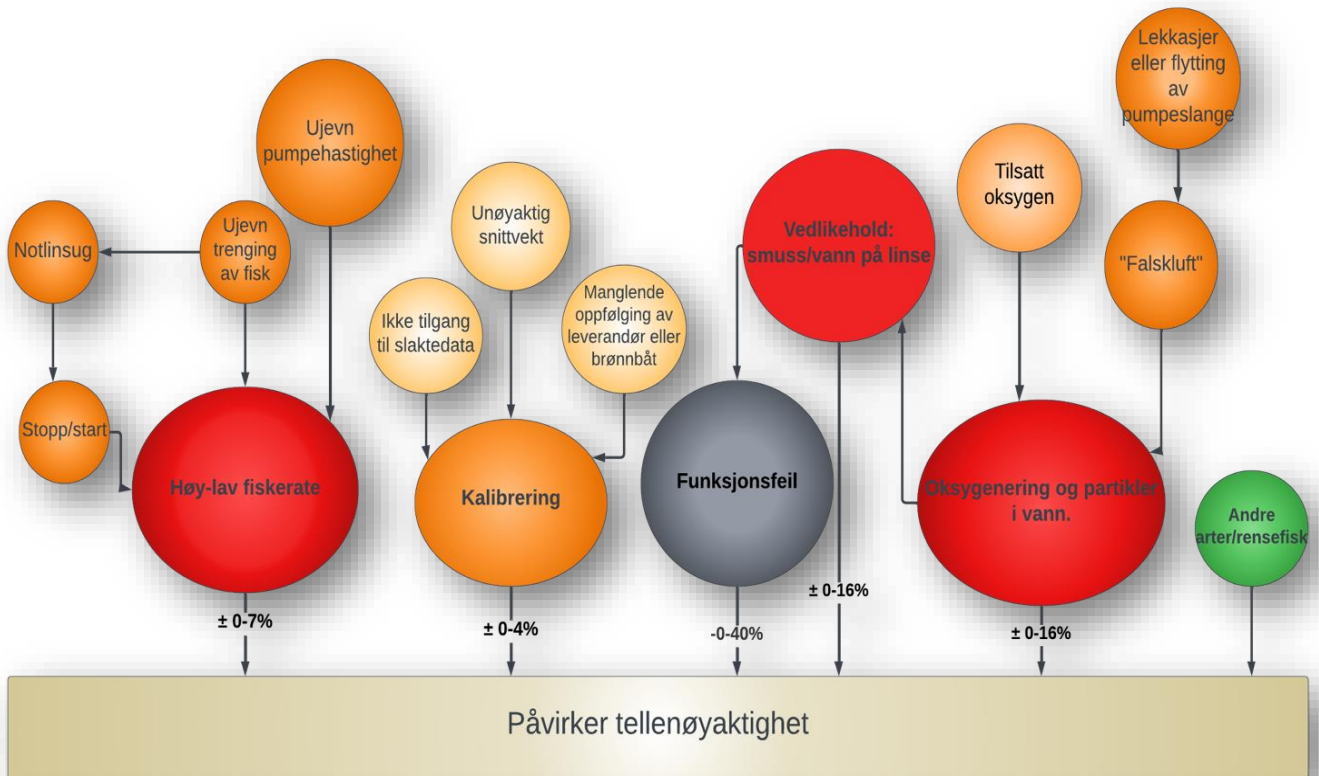
Rangeringen tar utgangspunkt i vurderinger basert på datagrunnlaget i de foregående arbeidspakkene.

Vurderingene er dermed til dels subjektive, og feilkildene må ofte vurderes ut ifra konteksten de forekommer i.

**Tabell 13:** Rangering av påvirkningsgraden til sentrale feilkilder for tellenøyaktighet.

Nr	Kritisk	Påvirkningsgraden til sentrale feilkilder	Potensiell avviksgrad	Mulige årsaker
1	Sort	Funksjonsfeil teller	0-40%	Feil på programvare/ software/innstillinger
2	Rød	Ujevn fiskerate - Fullvannsteller	± 0-6 %	Hard trenging, ujevn pumpehastighet, start/stopp (f.eks.notlinsug)
3	Rød	Ujevn fiskerate - Tørrteller	± 0-7%	Ujevn pumping av fisk over teller
4	Rød	Oksygenering og partikler - Fullvannsteller	± 0-16%	Oksygenslange for nære slangetut. Teller kan tolke det som skitten linse
5	Rød	Vann/dråper eller skitt på linse	± 0-16%	Manglende vedlikehold. Oksygenering kan gi feilaktig inntrykk av at linsen er skitten
6	Gul	Feil kalibrering	± 0-4%	Unøyaktig snittvekt, manglende tall å kalibrere imot
7	Gul	Vannmengder - Tørrteller	N/A	Avhengig av pumpeystem og avsilingsrist
8	Gul	Falskluft	N/A	Lekkasjer på slange, eller at slangen løftes over vannlinjen under pumping
9	Gul	Andre arter	N/A	Kommer inn merd som yngel. Sei/torsk
10	Grønn	Rensefisk	N/A	I de fleste tilfeller er de for små til at de kan telles

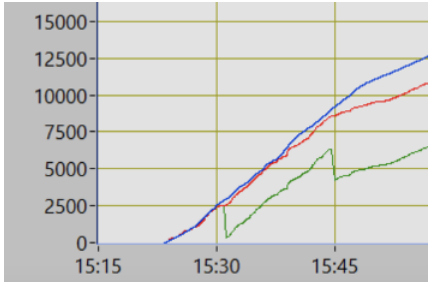
Figur 39 illustrerer flere av de sentrale påvirkningskildene og sammenhengen, samt årsak-virkningsforholdene mellom dem. Disse årsakene er påvirkningsfaktorer som er identifisert i feltarbeidet, og er sammenstilt med informasjon fra intervju, arbeidsmøter og kvantitativ studie. Fargene til boblene i figuren speiler rangeringen fra tabell 13.

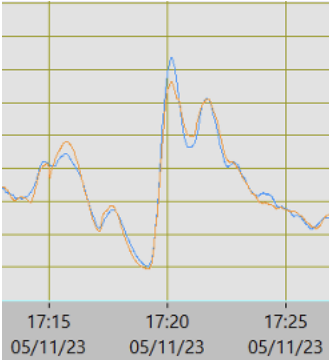


**Figur 39:** Påvirkningsfaktorer på tellenøyaktighet. Figur av: Andreas Misund, SINTEF Ocean.

## 6.2 Tiltaksforslag rettet mot økt presisjon ved telling av fisk.

Det har blitt utarbeidet tiltaksforslag som kan bidra til å øke presisjonen ved telling på brønnbåt og avlusningsfartøy, samt ved bruk av tellere på settefiskanlegg.


Feilkilde	Funksjonsfeil på programvare og software
<b>Årsak/bakgrunn</b>	<p>Enkelte tellere fra en leverandør får opp en feilmelding om at det er behov for vedlikehold av linse/vindu. Telling av fisk stopper når feilmeldingen oppstår. Lukking av feilmeldingen gjør at flere tusen fisk trekkes i fra tellingen. Feilmeldingen kan forekomme hyppig i løpet av et kast eller arbeidsoperasjon.</p>  <p>På samme teller var det perioder hvor teller sluttet å registrere fisk, til tross for at fisk fortsatt gikk over teller. Oppholdet i tellingen varte flere minutter.</p>
<b>Konsekvens</b>	Færre registrerte antall fisk. I én case resulterte feilen til at telleren registrerte -40% feil. Korrigert for sprangene viste telleren 16%.
<b>Mulig tiltak</b>	<p>Leverandør av teller bør kontaktes for rette opp i funksjonsfeilen. Det er få konkrete tiltak som brukere av systemet kan gjøre. Det mannskapet på en brønnbåt gjorde var å skrive ned hvor mye fisk som ble trukket fra hver gang de fikk opp feilmelding. Dette ble notert ned i turrapporten.</p> <p>Andre funksjonsfeil som at telleren slutter å telle er vanskeligere å oppdage ettersom det kan skje uten forvarsel og at det kan vare bare noen minutter.</p>
<b>Basert på</b>	Feltarbeid.

Feilkilde	Høy eller lav fiskerate
<b>Årsak/bakgrunn</b>	<p>Både høy og lav fiskerate over teller kan påvirke nøyaktigheten til telleren. De fleste tellere oppgir vannstrømningshastigheter mellom 2,5 m/s til 4 m/s. Følgende kan være årsaker:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Ujevn pumping som forårsakes av:             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Notlinsug – stopp/start</li> <li>b. Justering ved flytting av pumpe slang</li> <li>c. Ustabilt pumpe system</li> </ol> </li> <li>2) Trenging av fisk             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Ujevne mengder fisk går inn i pumpe systemet og teller.</li> <li>b. Store mengder pumper inn over et lengre tidsintervall</li> </ol> </li> </ol> 




	<p>Trengegraden av fisk avhenger ofte av sykdomsstatusen til fisken under håndtering. Svekket og syk fisk burde etter beste praksis behandles mer skånsomt under trenging. I samtaler med brønnbåtmannskap har det blitt fortalt at dette er ofte noe som kommuniseres mellom oppdretter og brønnbåt i forkant av en håndteringsoperasjon.</p> <p>Trengegraden vurderes ofte basert på kapasiteten (f.eks. tonn/timen) som oppgis av teller under pumping eller visuell observasjon av trengingen – altså hvor tett det er med fisk i orkastnot eller kulerekke basert på f.eks. mengden ryggfinner som bryter overflaten.</p>
<b>Konsekvens</b>	<p>Feil antall fisk under telling.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Høy fiskerate kan øke tettheten med fisk og redusere vannmengden gjennom teller. Forholdet mellom fisk og vann blir for ulik. Kan gi høyere grad av «klumping» ved passering som gjør det vanskeligere differensiere enkeltindivid.</li><li>2) Lav fiskerate kan gi feiltellinger om kalibreringen er feil. Tellerenhetene har noen parametere de jobber innenfor og om kalibreringen er feil så vil tellerenheten kompensere ved lav fiskerate. I slike tilfeller kan den telle for mye selv om telleren skal fungere som den skal. Dette gjelder både fullvanns- og tørrteller.</li></ol>
<b>Mulig tiltak</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Pumper som fungerer optimalt ved at de sørger for en jevn flyt av fisk.</li><li>2) Forhindre notlinsug eller stopp/start.</li><li>3) Korrekt vinkel/plassering av teller (tørrteller).</li><li>4) God kalibrering av teller</li><li>5) Alarm/varsling ved for hard trenging – ulikt mellom leverandører</li></ol>
<b>Basert på</b>	Intervju, feltarbeid og arbeidsmøter.



Feilkilde	Tilsetning av oksygen under/ved pumping
Årsak/bakgrunn	<p>Oksygen tilsettes ved flere arbeidsoperasjoner som involverer håndtering og trenging av fisk. Dette kan gjøre at vannet kan fremstå som «grumsete» eller «tåkete». Oksygen tilsettes først og fremst på grunn av fiskevelferdshensyn. Tilsettes oksygen i nærheten av tuten til pumpeslangen øker det sjansen for at vannet blir «tåkete». I denne casen var oksygeneringen festet på den ene pumpeslangen.</p> 
Konsekvens	<p>Kan ha en negativ effekt på tellingen av fisk ettersom det vanskeliggjør identifisering av silhuetten og dermed differensiering av individer. Det kan også føre til at tellerenheten «tolker» oksygenet som at linse/vindu er skitten, og dermed vil varsle om behov for vedlikehold. Dette kan gjøre at det registreres mindre fisk. I ekstreme tilfeller -16%.</p>
Mulig tiltak	<p>Unngå at tilsetning av oksygen skjer i nærhet av innsuget til pumpeslangene. Ulike brønnbåtfartøy har ulike metoder for å tilsette oksygen;</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Slanger ned ved notveggen</li><li>2) Eller dyser ved skutensiden</li></ol>
Utfordring	Kan komme i konflikt med fiskevelferdshensyn.
Basert på	Intervju og feltarbeid.

Feilkilde	Forstyrrelser på linsevindu eller lyskilde
Årsak/bakgrunn	<p>Forstyrrelser som vanndråper, smuss og dugg på linsevindu eller lyskilde til tellerenhet kan forårsake feiltellinger.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Smuss på linsevindu kan være forårsaket av manglende vedlikehold.</li><li>2) Vanndråper og dugg kan være forårsaket av sprelling og vannsprut.</li><li>3) Mange av tellerenhetene har en lyskilde som fisken passerer. Redusert lysstyrke forårsaket av smuss eller redusert lysstyrke kan ha effekt på dannelsen av silhuetter og tellerenhetens evne til å skille disse fra hverandre.</li></ol>

	Oksygenering og partikler i vann kan mistolkes av tellerenheten (observert hos 1 leverandør) som at linsen/vindu er skitten.
<b>Konsekvens</b>	Feil antall fisk registrert, der indikasjonene er at det telles færre fisk. Uklare bilder av fisken som passerer teller gjør det vanskelig å differensiere mellom enkeltindivider.
<b>Mulig tiltak</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Jevnlig vedlikehold av linser/speil og lyskildene.</li> <li>2) Jevnlig sjekk av statusen til linse</li> </ol> <p>Tellerenheter fra de ulike leverandørene har i softwaren en mulighet til å overvåke og sjekke graden av skitt/urenheter på linsen. I en manual til en leverandør står det at ideelt så bør dette gjøres mellom bruk av enheten.</p>
<b>Basert på</b>	Intervju, feltarbeid og dokumentanalyse (manualer)


<b>Feilkilde</b>	<b>Vannmengder inn i tørrteller</b>
<b>Årsak/bakgrunn</b>	<p>Store vannmengder inn i tørrteller kan være forårsaket av:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Kort avsilingsrist.</li> </ol> <p>Om det er kort avsilingsrist er det større sjanse for at vann føres videre inn i tørrteller. Lengre avsilingsrister kan sørge for at vannet avsiles i større grad. På den andre siden, fra et fiskevelferdsperspektiv, så kan det argumenteres med at en kortere avsilingsrist er bedre for fisken.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2) Innpumping av vann med for høyt trykk eller ugunstig vinkel.</li> </ol> <p>Mengden vann som fisken transporteres i over avsilingsrist kan være avhengig av utforming og design av fartøyet, samt type pumping. Hvordan enkelte tellerenheter er montert kan også ha betydning med tanke på vinkel eller tilting av enheten, og dette har også betydning for fiskens hastighet gjennom teller.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3) Vann føres inn ved store mengder fisk.</li> </ol> <p>Om fisken spreller så kan det føre til en del vannsprut når fisken passerer teller. Større mengder (bolker) med fisk kan potensielt føre med seg større andeler vann over teller.</p>
	
<b>Konsekvens</b>	Feiltellinger og avvik på tellingen



<b>Mulig tiltak</b>	1) Endre på pumpesystem hvor man kan regulere pumpingen av fisk. Ifølge enkelte leverandører burde hastigheten ligge rundt 2,5-3,5 m/s.
<b>Utfordring</b>	Kan komme i konflikt med fiskevelferdshensyn.
<b>Basert på</b>	Intervju, arbeidsmøter, dokumentanalyser, observasjoner under feltarbeid.


<b>Feilkilde</b>	<b>Manglende eller feilaktig kalibrering</b>
<b>Årsak/bakgrunn</b>	<p>Tellerenhetene kalibreres på ulike vis, avhengig av leverandør og type teller (smolt, matfisk). Ideelt skal antallet kalibreres mot mer nøyaktig referanseverdi eller en fasit.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Enkelte tellerenheter kalibreres ved å plote inn snittvektstall oppgitt av kunde/oppdretter. Nøyaktigheten til snittvektstallet som oppgis avhenger av:<ol style="list-style-type: none"><li>a) fôrfaktor</li><li>b) sykdomshistorikk</li><li>c) antallet manuelle snittvektsmålinger og/eller automatiske snittvektsmålinger</li><li>d) I hvilken grad snittvektstallet er representativt for populasjonen i produksjonsenheten</li></ol></li><li>2) Enkelte tellerenheter bruker slaktetall for å kalibrere<ol style="list-style-type: none"><li>a. Avhengig av å få tilbakemelding fra slakteri</li></ol></li><li>3) Kalibrering av lysstyrke på bakgrunnslyset i telleren</li></ol> <p>Snittvekten til fisken i en merd kan påvirkes av sykdom, som f.eks. PD. Dette kan bidra til økt spredning i snittvekten til fisken i merden.</p>
<b>Konsekvens</b>	Feil kalibrering kan resultere i feilregistrering av fisk, både i positiv og negativ ( $\pm$ ) retning. Kalibrering bidrar til å sette noen parametere som telleren jobber innenfor. Unøyaktig kalibrering av teller kan forårsake avvik i en størrelsesorden $\pm 0-4\%$ .
<b>Mulig tiltak</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Gode snittvektstall fra oppdretter/kunde</li><li>2) Kalibrere opp imot slaktetall. Fartøy som ikke kjører slaktefisk burde få muligheten til å hente inn slaktetall i ettertid med akkumulert dødelighetstall fra håndteringsdagen frem til slakt</li><li>3) Kalibrering av bakgrunnslys må gjøres av leverandør. Mulig det er et behov for et varslingsystem for om lysstyrken svekkes/endrer seg hos enkelte leverandører</li></ol>
<b>Basert på</b>	Intervju og feltarbeid.



Feilkilde	«Falskluft»
Årsak/bakgrunn	<p>Det kan danne seg luftbobler – «falskluft» under pumpingen. Årsakene til forekomsten av dette er blant annet:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Flytting av pumpe­slangen underveis i arbeidsoperasjonen slik at den bryter overflaten</li><li>2) Pumpe­slangen ligger for høyt opp mot vannoverflaten</li><li>3) Lekkasje­er på pumpe­slangen, f.eks. en flens som ikke tilstrekkelig festet</li></ol>  <p>Luft suges inn i pumpe­slange som danner luftbobler som videre går gjennom fullvannsteller.</p>
Konsekvens	Luftboblene kan registreres av teller som et objekt eller bare generelt bidra til forstyrrelser av tellingen i form av støy. Luftbobler ble observert under feltforsøk, men det kan ikke dras slutninger eller estimeres påvirkningsgrad basert på observasjonene.
Mulig tiltak	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Unngå flytting av pumpe­slange</li><li>2) Sørg for at det pumpe­ tilstrekkelige mengde vann gjennom systemet før telling starter. Gjelder både ved oppstart og hendelser som stopp/start og notlinsug</li><li>3) Vedlikehold og reparasjon av mulige lekkasjer på pumpe­slangen</li></ol>
Basert på	Feltarbeid

Feilkilde	Andre arter (sei, torsk, hyse)
Årsak/bakgrunn	Yngel av arter som sei og torsk kan komme seg inn i noten, eller de kan komme seg inn ved notskifte. Under arbeidsoperasjoner med brønnbåt kan disse artene registreres av teller. Det bør imidlertid sies at dette avhenger av størrelsen på de andre artene. Under feltforsøk ble det observert andre arter under den manuelle tellingen. Men det var svært få, og de var liten i størrelse. Forekomsten og graden av andre arter i merd kan være lokalitetsavhengig.
Konsekvens	Feilregistrering under telling.
Mulig tiltak	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Utviklingen av algoritmer som luker ut andre arter ved telling. Noen leverandører skal ha slike funksjoner på sine tellere, men det er uklart hvor nøyaktig det er.</li></ol>
Basert på	Arbeidsmøter, intervju og feltarbeid.



Feilkilde	Rensefisk	
<b>Årsak/bakgrunn</b>	<p>Rensefisk bør optimalt sett fjernes før laksen pumpes ned i brønn. Rensefisk har blitt nevnt som en mulig feilkilde, og at de kan registreres under telling. Det ble observert rensefisk under flere av de manuelle tellingene, men ikke av betydelige mengder. I case 5 ble det observert at rognkjeks gikk over teller uten at det gjorde utslag på tellingen. Men det skal heller ikke utelukkes at rensefisk kan registreres blant enkelte tellere.</p>	
<b>Mulig konsekvens</b>	Avvik ved telling, men i svært liten grad.	
<b>Mulig tiltak</b>	Fjerne rensefisk før den går over teller. <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Avsilingsystemer før teller som sorterer ut rensefisk.</li> </ol>	
<b>Basert på</b>	Intervju, feltstudier og observasjoner.	

## Feilkilder relatert til antallskontroll ved daglig drift på matfiskanlegg rangert

De forskjellige feilkildene som kan forekomme i den daglige driften på et matfiskanlegg har blitt rangert. I tillegg har det blitt utarbeidet flere tiltaksforslag. Det er lite data som kan si noe om påvirkningsgraden til feilkildene i disse tilfellene. Rangeringen er i hovedsak basert på data fra intervjustudien.

**Tabell 14:** Mulige feilkilder ved daglig drift på matfiskanlegg rangert.

Nr	Kritisk	Mulig feilkilde - Daglig drift	Potensiell avviksgrad	Mulige årsaker
1		Estimering av dødfisk	N/A	Ujevn fiskestørrelse/snittvekt. Opptak med ensilasjefartøy
2		Svinn i åpne merder	N/A	Dødfisk råtner før opptak (smolt), predatorer.
3		Feil ved føring av tall i produksjonsstyringsverktøy	N/A	Menneskelig feil.

Feilkilde	Estimering ved forhøyet dødelighet
<b>Årsak/bakgrunn</b>	<p>Hendelser med forhøyet dødelighet kan resultere i at oppdretter estimerer dødfisk fremfor å telle. Årsaken kan være sykdom, mye håndteringsoperasjoner og stress, og ofte en kombinasjon av faktorer som bidrar til akutt og/eller økt dødelighet. Ved høy dødelighet kreves det ofte mye ressurser og det hyres inn eksterne fartøy til å pumpe fisk. Det er ukjent hvor presist antall beregnes av eksterne fartøy ettersom det regnes i kubikk.</p> <p>Estimering av dødfisk kan følge ulike formler eller prinsipper:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Vekt/snittvekt * antall kar/beholdningsenheter = estimert antall</li> <li>2) Telling av smolt i stamp/pøs for så fylle den X antall ganger uten telling = estimert antall</li> <li>3) Estimering av kubikk</li> </ol> <p>Estimering av dødfisk kan foregå både på settefiskanlegg, matfiskanlegg og slakteri.</p>
<b>Konsekvens</b>	<p>Feil antall/beholdning i produksjonsenhetene på en lokalitet. Større mengder og ujevn snittvekt gjør at estimering kan skape avvik. Eksempelet nedenfor illustrerer forskjellene som oppstår om man estimerer med feil snittvekt.</p> <p><u>Eksempel:</u></p> <p>Eks.1: <math>1000/2,3 = 434 \text{ stk} * 5 \text{ kar} = 2170 \text{ stk}</math></p> <p>Eks.2: <math>1000/2,5 = 400 \text{ stk} * 5 \text{ kar} = 2000 \text{ stk}</math></p> <p>(antall kg fisk/snittvekt i kg * antall kar)</p>



	Unøyaktigheten ved estimering av dødfisk avhenger av dødelighetsomfanget, hvor nøyaktig snittvekten er, sykdomshistorikk og andelen taperfisk.
<b>Mulig tiltak</b>	1) Manuell telling av dødfisk (må vurderes med tanke på mengde og størrelse på fisk). Dette kan også være problematisk med tanke på arbeidskapasitet og arbeidsbelastning blant røktere/driftsoperatører.
<b>Basert på</b>	Intervju og arbeidsmøter.

<b>Feilkilde</b>	<b>Svinn i åpne merder – dødfisk og predatorer</b>
<b>Årsak/bakgrunn</b>	I løpet av en produksjonssyklus når fisken står i merd (eller ventemerd) er det en risiko for at en liten andel tas av predatorer (skarv, hegre, måker, oter, ol.). Forhøyet dødelighet av smolt de første månedene i sjø er ikke uvanlig. Mindre fisk råtner fortere opp, og de kan f.eks. legge seg i notsidene ved sterk strøm. Dårlig vær kan forhindre opptak av dødfisk i perioder. Vanskelig å identifisere individer når dødfisken utgjør en «masse» med beinrester.
<b>Konsekvens</b>	Feil i antall, men omtales som det har liten effekt på antallskontrollen. Ukjent effekt og vanskelig å kvantifisere.
<b>Mulig tiltak</b>	1. Fuglenett med god innfestning/innknytning til merd eller andre løsninger som forhindrer predatorer tilgang inn i merd. Godt innstrammet med en maskevidde som forhindrer tilgang til fisken
<b>Basert på</b>	Intervju.

<b>Feilkilde</b>	<b>Feil ved dokumentering og føring av tall i produksjonsstyringsverktøy</b>
<b>Årsak/bakgrunn</b>	1) I noe av produksjonsdataen fantes det tilfeller av inntastingsfeil i produksjonsstyringsverktøyene. Det var blant annet manglende siffer enkelte steder 2) Produksjonsdata kan til tider også være ustrukturert og uoversiktlig 3) Produksjonsdata kommuniseres/overføres også imellom ulike ledd og personer
<b>Mulig konsekvens</b>	Følgefeil gjennom produksjonen.
<b>Mulig tiltak</b>	1) Kvalitetssikring av tallmaterialet 2) Standardisering av dokumentasjonsprosessen 3) Økt brukervennlighet
<b>Basert på</b>	Dokumentstudie

## Mulige feilkilder relatert til antallskontroll på settefiskanlegg rangert

Feilkildene på settefiskanlegg baserer seg på intervjuer, arbeidsmøter og produksjonsdata fra enkeltcaser. Kvantifisering av avviksgrad er derfor ufullstendig. Rangeringen tar utgangspunkt i vurderinger basert på datagrunnlaget i arbeidspakke 1. Vurderingene er dermed til dels subjektive.


**Tabell 15:** Mulige feilkilder relatert til antallskontroll på settefiskanlegg rangert.

Nr	Kategori	Mulige feilkilder	Potensiell avviksgrad	Datagrunnlag
1		Splitting/sortering til flere kar etter vaksinerings	Antallsavvik mellom $\pm 0-5\%$ . I ekstreme tilfeller 10-15%.	Intervju, dokumentanalyse, arbeidsmøter
2		Telling om bord til brønnbåt	$\pm 2-5\%$	Intervju, dokumentanalyse, arbeidsmøter
3		Nedtapping av kar ved levering av smolt	N/A	Arbeidsmøter, dokumentanalyse
4		Feilkobling av slanger	N/A	Intervju, arbeidsmøter
5		Feil ved føring av tall i produksjonsstyringsverktøy	N/A	Arbeidsmøter, dokumentanalyse
6		Skum i vannet ved levering	N/A	Arbeidsmøter
7		Vaksineringsmaskin	$<0,5\%$	Intervju, arbeidsmøter

Feilkilde	Splitting/sortering til flere kar etter vaksinerings
<b>Årsak/bakgrunn</b>	<p>På grunn av manglende kapasitet på settefiskanlegg, store kar eller planlagte utsettsplaner om del-leveringer kan det oppstå tilfeller hvor fisken splittes eller sorteres etter vaksinerings.</p> 
<b>Konsekvens</b>	Feil antall i de ulike karene. Selv om man har kontroll på den totale fiskegruppen så kan det bli feil på kar/merdnivå. Avvik mellom $\pm 0-5\%$ , i ekstreme tilfeller 10-15%.
<b>Mulig tiltak</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Legge opp produksjonsplanene og utsettsplanene slik at man sikrer kapasiteten på settefiskanlegget er tilstrekkelig. Unngå del-leveringer. Sikre at vaksinasjonstallet fortsatt er referanseverdi ved levering og overføring til merd.</li> </ol>

<b>Effekt av tiltak</b>	Gitt at vaksinasjonstallene er 99,7% nøyaktige og dødfisk håndteres optimalt frem til levering, burde tiltaket i teorien kunne redusere avvikene ned til < 2%.
-------------------------	--

<b>Feilkilde</b>	<b>Nedtapping av kar ved levering av smolt – lasting om bord brønnbåt.</b>
<b>Årsak/bakgrunn</b>	Ujevn nedtapping av smoltkar ved levering kan gi ujevn strøm av fisk over teller, noe som igjen øker risiko for redusert presisjon ved telling/sortering om bord til brønnbåt. Høy tetthet med fisk i kombinasjon med liten størrelse på fisken kan vanskeliggjøre tellingen.
<b>Konsekvens</b>	Store mengder med fisk kan forårsake okkludering og/eller økt vannstrøm som kan påvirke tellenøyaktigheten ved at vann registreres av teller. Tall fra et settefiskanlegg viste at avvikene under lasting kunne variere med 2-5% per last. Enkelt tilfeller viste at det i ekstreme tilfeller kunne komme opp i 10%. I ett tilfelle ble telling avbrutt av for mye vann over avsiler (fra tellerapport).
<b>Mulig tiltak</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Kompetanse og erfaring hos operatøren/personell ble fremhevet i ett arbeidsmøte.</li> <li>2) Etterlevelse eller utforming av prosedyrer som hensyntar en jevn strøm av fisk ved levering. Kan brukes i opplæring av nyansatte.</li> <li>3) Enklere med jevn strøm om kar ligger høyere enn båt ble nevnt under arbeidsmøte.</li> <li>4) Tilstrekkelig avsiling.</li> </ol>
<b>Basert på</b>	Arbeidsmøter og dokumentstudie.

<b>Feilkilde</b>	<b>Feilkoblinger av slanger på settefiskanlegg</b>
<b>Årsak/bakgrunn</b>	<p>Det har vært hendelser hvor operatører/personell på settefiskanlegg har feilkoblet slanger ved leveranser eller sortering/splitting.</p> 
<b>Konsekvens</b>	Følgefeil gjennom produksjonen om det ikke oppdages. Ukjent påvirkningsgrad, forekomst og hyppighet.
<b>Mulig tiltak</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) God merking av koblinger/slanger/kar. Se bilde<sup>11</sup>.</li> <li>2) God planlegging og prosedyrer på gjennomføring av arbeidet.</li> </ol>
<b>Basert på</b>	Arbeidsmøter.

## Mulige feilkilder relatert til antallskontroll på slakteri rangert

<sup>11</sup> Foto: Hans Tobias Slette.

Sentrale feilkilder som kan bidra til feil antall på slakteri har blitt rangert. I prosjektet har det vært lite fokus på antallskontroll på slakteri, men det er noen feilkilder som har blitt nevnt.

**Tabell 16:** Mulige feilkilder i antallskontroll på slakteri rangert.

Nr	Kritisk	Mulige feilkilder	Potensiell avviksgrad	Datagrunnlag
1		Utkastfisk	<0-1%	Intervju, arbeidsmøter
2		"Gulvfisk" eller annet svinn på slakteri	N/A	Intervju, arbeidsmøter
3		Pakkegrader	N/A	

Feilkilde	Estimering av utkastfisk
<b>Årsak/bakgrunn</b>	Utkastfisk på slakteri er fisk som er kjønnsmoden, skader eller av dårlig kvalitet. Denne fisken sorteres ut inne på slakteriet. Ved større mengder utkastfisk kan det forekomme tilfeller av estimering av utkastfisk. Dette er noe som kan variere fra slakteri til slakteri.
<b>Mulig konsekvens</b>	Slaktetallene omtales ofte som en fasit. Estimering kan føre til feil antall i fasiten, spesielt om det er ujevn fiskestørrelse.
<b>Mulig tiltak</b>	1) Manuell telling av utkastfisk med god dokumentasjon
<b>Basert på</b>	Intervju

Feilkilde	«Gulvfisk»
<b>Årsak/bakgrunn</b>	«Gulvfisk» er fisk som tas ut i løpet av prosesseringen, faller av transportbånd eller ligger igjen i maskineriet.
<b>Mulig konsekvens</b>	Antallet som forsvinner i løpet av prosesseringen ansees å være lav.
<b>Mulig tiltak</b>	1) Gode prosedyrer og rutiner på registrering av fisk 2) Opplæring av personell
<b>Basert på</b>	Intervju

### 6.3 Andre feilkilder og påvirkningsfaktorer

I løpet av prosjektperioden har flere mulige påvirkningsfaktorer blitt nevnt. En rekke av disse er vanskelig å kategorisere og rangere, men de vil bli kort presentert og gjennomgått i det følgende delkapitlet.

#### Påvirkningsfaktorer på tellenøyaktighet

- Rørdimensjoner på brønnbåt
  - Store rørdimensjoner muliggjør flere fisk å passere teller samtidig som igjen kan øke sjansen for okkludering/klumping
- Orienteringen til fisk når den passerer teller
  - Hvordan fisken passerer teller kan ha innvirkning på estimeringen av størrelsen til fisken. Det kan ikke utelukkes at dette også har innvirkning på tellenøyaktigheten.
- Fremmede objekter pumpes gjennom teller
  - Tang/tare, ol.

#### Miljøforhold – Værbetingelser

I den innledende fasen av prosjektet var det en målsetting å undersøke hvordan ulike miljøforhold som vind, bølger og strøm kunne påvirke tellingen under håndteringsoperasjonene. I alle 5 feltforsøkene har det ikke vært tilfeller hvor det har vært dårlig vær, og under de fleste forsøkene så har det vært så og si optimale forhold. Flere forsøk ble utsatt eller kansellert på grunn av at det var meldt dårlig vær i perioder. Under det ene forsøket ble det diskutert at neste merd måtte utsettes på grunn av at det var meldt sterk vind. Diskusjonen var mellom kaptein og driftsleder på lokalitet. Hvorvidt man gjennomfører håndteringsoperasjoner som avlusing og sortering betinges av at værforholdene tillater det. Mange oppdrettere har avbruddskriter for når arbeidsoperasjoner skal utsettes på grunn av værforhold. Det betyr likevel at det ikke skjer. Som det har blitt påpekt tidligere så har værforhold forårsaket at man har avbrutt tellingen av smolt, og en informant fortalte at værforhold var ofte avhengig av geografisk lokalisering. Noen områder er mer utsatt/eksponert for dårlig vær enn andre. I turrapportene med slaktefisk kunne det av og til kommenteres om det var dårlig vær, men ikke noe om i hvilken grad.

Mulige miljøfaktorer som kan påvirke nøyaktigheten til tellinger kan være:

- Strøm:
  - Sterk strøm kan bidra til mer trenging av fisk – avhengig av strømrretning – som igjen kan bidra til ujevn fiskerate inn i teller. Kan muligens øke risikoen for notlinsug om det blir for mye løslin som presses opp av strømmen. Sterk strøm kan også gjøre opplining av kastenot tyngre og vanskeligere.
- Bølger:
  - Bølger kan bidra til mer bevegelse i både merd og fartøy – som igjen gir mer bevegelse i pumpeplange. Dette kan øke sjansen for inntak av «falskluft» om slangetuten bryter overflaten. Bevegelse i slangen kan muligens også påvirke jevnheten i pumpingen – som påvirker fiskeraten inn. Det er imidlertid lite sannsynlig at brønnbåt legger til merdstrukturerer i tilfeller hvor bølgehøyden (h/s) er så stor. Her med tanke på fiskevelferd, strukturelle skader og HMS for folk.

Vi vil påpeke at dette er subjektive vurderinger fra prosjektdeltakerne.

### Rømming

Rømming og «drypprømming» har ikke blitt eksplisitt diskutert i rapporten. Det er åpenbart at rømming er en faktor som kan forårsake avvik på merdnivå, men grunnen til at det ikke omtales mer omfattende er at det er driveren bak prosjektet – er det mulig å ha kontroll på nøyaktig antall fisk i sjø, og om er det mulig for teknologien å kontrolltelle ved slike hendelser på et tilstrekkelig nivå ( $\pm 2\%$ ).

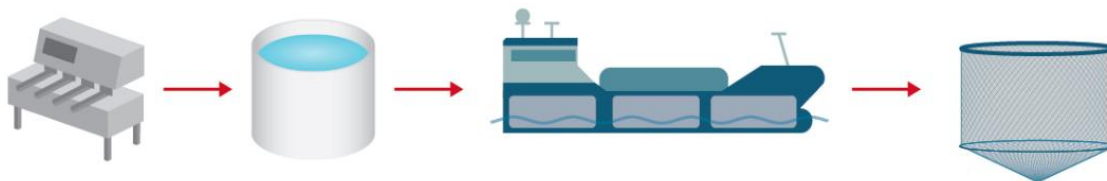
### Standardisering og validering av en tredjepartsaktør

Avgjørende for operasjonell tillit til presisjon er at telleutstyr testes/valideres og godkjennes på standardisert måte eller av kompetent myndighet (f.eks. Justervesenet). Alle kan si/påstå at de har en høy presisjon på sitt utstyr om det ikke testes. Man kan også tro at en teller har god presisjon ( gjerne med god grunn) selv om den ikke er testet. Men usikkerheten og (mis)tilliten til tallet som foreligger kan være stor i en «skarp» situasjon om telleren ikke er sertifisert. Så, for at bransjen faktisk skal oppnå god nøyaktighet på tall så er det avgjørende at utstyr sertifiseres. Dette bør også helst være «realistiske» tester.

### Hva kan gi optimal antallskontroll?

I en mer teoretisk øvelse for hvordan god antallskontroll i hver produksjonsenhet gjennom produksjonssyklusen kan oppnås, er følgende foreslått:

- 1) Ikke splitte fiskegrupper på settefiskanlegget etter vaksinerings
- 2) Én fiskegruppe i ett kar til brønnbåt og videre til én merd
- 3) Manuell registrering av dødfisk (individbasert) – ikke estimering ved høy dødelighet
- 4) Ikke sortere eller splitte fisken i ulike merder
- 5) Benytte seg av vaksinasjonstallet – minus dødfisk, frem til slakt



Utfordringene med denne ideelle tilnærmingen er at det er forskjeller på settefiskanlegg med tanke på kapasitet og utstyr, hvor ikke alle settefiskanlegg har de samme forutsetningene for å kunne gjennomføre en slik praksis. For eksempel er det ikke alle settefisk som benytter seg av vaksinasjonsmaskiner, og det kan være forskjeller mellom ulike leverandører av vaksinasjonsmaskiner. Sortering og splitting av fisk utføres for å redusere biomassen i en produksjonsenhet. I tillegg er sortering av fisk økonomisk gunstig siden fisken som er mindre kan stå lengre i sjø og nå optimal vekt før slakt. I tillegg så er dødelighetshendelser en faktor som kan føre til avvik.



## 7 Avslutning og konklusjon

Prosjektet «Presisjon ved telling av laks» (PRESAL) har hatt som målsetting å undersøke hvilket potensial det er for nøyaktig kontroll av antall laks i sjøfasen. Gjennom prosjektperioden har det blitt kartlagt feilkilder som kan påvirke presisjonen ved tellinger og antallskontroll gjennom alle ledd i verdikjeden. Det har også blitt utarbeidet tiltaksforslag med formål å forbedre tellinger på brønnbåt og antallskontroll i produksjonskjeden.

Ingen av tellerne som ble undersøkt i feltforsøkene så ut til å gi et konsistent avvik på mindre enn 2-3%. Avviket kunne gå begge veier, slik at et gjennomsnittlig resultat kan komme bedre ut enn enkelttellinger. Dette gjelder generelt for utstyret som benyttes av flåten, og med typiske driftbetingelser. Det har ikke vært undersøkt spesielt om noen av produsentene har utstyr som under relativt ideelle driftsbetingelser kan forvente avvik på under 1%. Det var tidvis store avvik når man sammenlignet tall fra en manuell ettertelling med tallene som fisketelleren oppgir. Basert på observasjonene gjort under feltforsøkene så er det mye som tyder på at det er flere ting kan påvirke nøyaktigheten til tellingen:

- Høy/lav fiskerate,
- Variert/ujevn fiskerate
- Oksygenert vann
- Kalibrering

Det ble også observert funksjonsfeil, som muligens kan tilskrives oksygeneringen, som forårsaket betydelige avvik. Fiskeraten og kalibrering påvirker både fullvanns- og tørrteller, mens oksygenering påvirker fullvannsstellere.

I gjennomgangen av produksjonsdata, brønnbåtall vs. slaktetall, så var det en trend med sesongvariasjon i avvikene observert for en av brønnbåtene. I sommermånedene så var det mer positive avvik, men det var mer negative avvik på vinter/høst på det ene fartøyet. Det var også forskjeller mellom fartøy når det kommer til avviksgrad, hvor enkelte fartøy hadde jevnt over større avvik enn andre.

I likhet med feltforsøkene ser vi at ingen båter konsekvent har avvik under 2-3%, og at noen teller i snitt teller litt for mye og noen litt for lite, slik at snittet for båtene i sum likevel kan være under 1%.

Det har blitt presentert flere tiltaksforslag som kan bidra til å forbedre presisjonen ved telling av fisk. Blant tiltakene som er foreslått er:

- Passe på at oksygeneringen har avstand fra pumpe­slangen for å unngå «støy»
- Jevn pumping og fiskerate
- Jevnlig vedlikehold/rengjøring av linser og linse­vindu
- Kalibrering mot slaktefisk.

Det har også blitt foreslått hva som må til for å oppnå god antallskontroll fra utsett til slakt. Et kar med vaksinert fisk overført til en merd som ikke splittes eller sorteres i løpet av produksjonen. Det er derimot

muligens en del praktiske faktorer som forhindrer dette. Som f.eks. kapasitet på settefiskanlegg og høy dødelighet.

Potensialet for nøyaktig kontroll av antall laks i sjøfasen med hjelp av brønnbåttellinger er vanskelig å fastslå. Basert på datamaterialet fra denne studien kan det sies at det er urealistisk å forvente avvik mindre enn  $\pm 2\%$  om grunnlaget er brønnbåttellinger.

### **Videre forskningsbehov**

Gjennom prosjektet dukket det opp flere nye problemstillinger som bør undersøkes nærmere.

Mer omfattende innsamling og årsaksanalyse av produksjonsdata for å utforske faktorer som påvirker graden av avvik, eksempelvis relatert til «sesongbaserte variasjoner». Dette krever en mer omfattende og detaljert datainnsamling, og burde gjøres i samarbeid med leverandører av skytjenester/datahåndteringssystemer.

Videre burde det også samles inn mer data omkring smoltleveranser og splitting/sortering av kar på settefiskanlegg. Med lignende metodikk som under feltforsøkene i PRESAL og/eller i samarbeid med teknologileverandør.

Det hadde vært interessant å undersøke nøyaktigheten på markedets mest avanserte/"state of the art" fisketellere som benytter mer avanserte maskinsyns algoritmer med arealkamera i flere vinkler. Har disse tellerne potensiale til å telle mer nøyaktig så lenge de blir benyttet på en optimal måte og er korrekt vedlikeholdt? Foretrukket som et samarbeid med leverandør og et rederi, slik at utfordringer med å få samlet inn data og slippe til om bord blir mindre.

## Referanser

Aunsmo, A., Skjerve, E. and Midtlyng, P.J. (2013) 'Accuracy and precision of harvest stock estimation in Atlantic salmon farming', *Aquaculture*, 396–399, pp. 113–118. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.03.001>.

Bjelland, H.V. *et al.* (2012) *Løsninger og utfordringer for utøvelse av biomassekontroll i lakseoppdrett*, 35. SINTEF Fiskeri og havbruk. Available at: <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/handle/11250/2473765> (Accessed: 11 October 2023).

Grefserud, E.S. *et al.* (2023) *Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2023*. 6. Available at: <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2023-6> (Accessed: 13 November 2023).

Haugholt, K.H. *et al.* (2010) *EXACTUS Technical Report. T1.1 Technology Survey*. Technical report. Available at: [https://www.sintef.no/globalassets/upload/fiskeri\\_og\\_havbruk/havbruksteknologi/exactus/dokument/exactus\\_ra1\\_t11.pdf](https://www.sintef.no/globalassets/upload/fiskeri_og_havbruk/havbruksteknologi/exactus/dokument/exactus_ra1_t11.pdf).

Li, D. *et al.* (2021) 'Automatic counting methods in aquaculture: A review', *Journal of the World Aquaculture Society*, 52(2), pp. 269–283. Available at: <https://doi.org/10.1111/jwas.12745>.

Misund, A and Eilertsen, E (2021) 'Telleteknologi i lakseoppdrett'. Fiskeridirektoratet. Available at: [https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Dokumenter/Rapporter/tellermetodikk-tekniske-losninger-og-utfordringer-i-forhold-til-antall-fisk-copy/\\_/attachment/download/cf9bcf38-aad1-4106-a291-bbb38259d5:6eeb217ce4d47f8736040680f09ac63fb884f05f/tellermetodikk-sintef-tekniske-losninger-og-utfordringer-i-forhold-til-antall-fisk-2021.pdf](https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Dokumenter/Rapporter/tellermetodikk-tekniske-losninger-og-utfordringer-i-forhold-til-antall-fisk-copy/_/attachment/download/cf9bcf38-aad1-4106-a291-bbb38259d5:6eeb217ce4d47f8736040680f09ac63fb884f05f/tellermetodikk-sintef-tekniske-losninger-og-utfordringer-i-forhold-til-antall-fisk-2021.pdf).

NOU 2023:23 (2023) *Helhetlig forvaltning av akvakultur for bærekraftig verdiskaping*. Nærings- og fiskeridepartementet. Available at: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2023-23/id2995224/>.

Sommerset, I. *et al.* (2023) *Fiskehelse rapporten 2022*. 5. Veterinærinstituttet. Available at: <https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2023/fiskehelse rapporten-2022>.

The Mathworks, Inc (2023) 'IQR'. Hentet fra Matlab: <https://se.mathworks.com/help/matlab/ref/iqr.html>

Zhang, L. *et al.* (2020) 'Automatic fish counting method using image density grading and local regression', *Computers and Electronics in Agriculture*, 179, p. 105844. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105844>.