



— 70 years —
1950-2020

TELLETEKNOLOGI I LAKSEOPPDRETT

PROSJEKT NUMMER: 302005717

OPPDRAGSGIVER: FISKERIDIREKTORATET

Andreas Misund : andreas.misund@sintef.no

og

Espen Eilertsen : espen.eilertsen@sintef.no

Avd. Havbruk, SINTEF Ocean, Mai 2021

ST Telleteknologi i lakseoppdrett

- Formål: Gjennomgang av dagens fisketelleutstyr med fokus på påvirkninger på tellenøyaktighet
- Levering: Sammenstilling av informasjon i PowerPoint format
- Kvalitetssikring: Leif Magne Sunde

Beskrivelse av oppdraget

Fiskeridirektoratet har etterspurt en gjennomgang og dokumentasjon av dagens fisketelleutstyr i lakseoppdrett. Ved siden av en beskrivelse av de tekniske spesifikasjoner og prinsipper for tellerteknologier, så skal det også belyses operasjonelle og økonomiske sammenhenger som kan ha påvirkning på tellenøyaktigheten. Oppdraget skal fokusere på tekniske løsninger og utfordringer i forhold til antall fisk ved utsett av smolten i sjø. I andre prioritet ønskes disse vurderinger i sammenheng med flytting av større fisk. Målet for leveransen er å gi Fiskeridirektoratet et grunnleggende teknisk fundament for videre dialog om telletematikken.

Metodisk tilnærming

Kvalitativ tilnærming

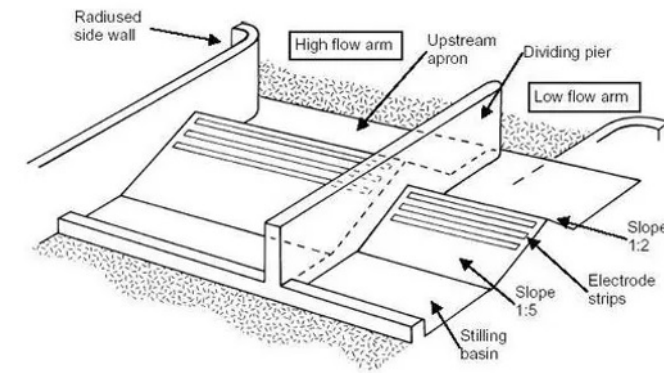
- Det har blitt utført intervjuer med flere aktører i de forskjellige produksjonsstadiene for å innhente innsikt og innspill fra industrien.

Litteratur/dokument studie

- Tellenøyaktighet og teknisk data er hentet fra datablad fra utstysleverandør.
- Informasjon om teknologien er hentet fra litteratur fra leverandører av utstyr, samt publiserte artikler som omhandler samme tema.

Innholdsfortegnelse

- Tellemetoder/teknologier
 - Elektrisk resistans telling
 - Optisk telling
 - Hydroakustisk telling
 - Leverandører av tellere i norsk akvakultur
 - Alternativ teknologi og tilleggsinfo
 - Oversikt
- Smoltanlegg
- Brønnbåter
- Matfiskanlegg
- Slakteri
- Teknologileverandører



Resistive Counter Diagram, from the Loughs Agency (2016)

Elektrisk resistans telling

- Denne typen tellere er ikke spesielt vanlig å se i akvakultur industrien. Den baserer seg på elektroder som måler den elektriske resistansen til alt det kommer i kontakt med. Basert på den elektriske resistansen kan man "gjette seg til" hva det er som har passert elektrodene. Normalt sett brukes denne typen teller til å overvåke elver.
- En negativ side med denne type tellere er at det ikke alltid er mulig å spesifisere hva som måles. Det å skille typer fisk fra hverandre er vanskelig kun basert på resistans.

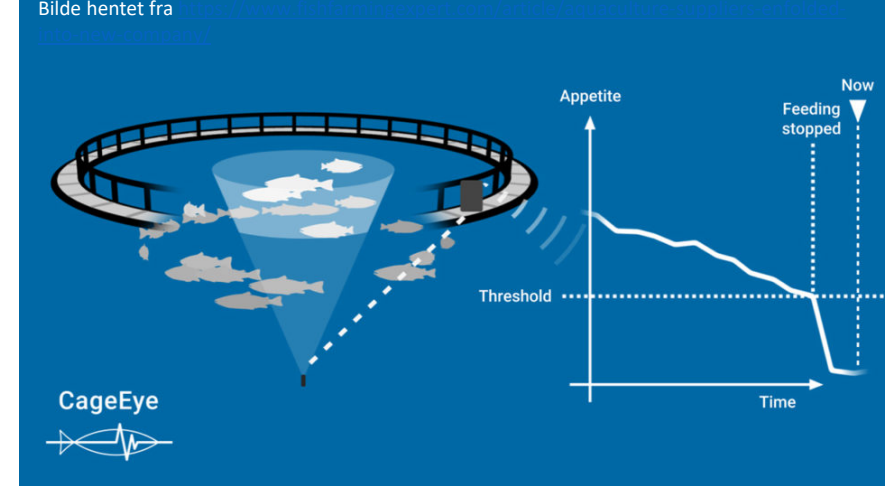
Optisk telling

- Optiske tellere er en fellesbetegnelse på alle typer tellere som baserer seg på billedtagning og optiske sensorer. Denne typen tellere er ofte å finne i akvakulturindustrien. En vanlig metodikk for optiske tellere er å ha et kamera kombinert med en lyskilde i et oppsett slik at man får et klart bilde av silhuetten til fisken som passerer telleren. Ved hjelp av maskinlæring og bildebehandling kan man da telle fisken som passerer ved å trene en maskinlæringsagent til å kjenne igjen silhuetten til en fisk. Dette trenger ikke være utstyr som arbeider i det synlige lysspekteret, IR-kamera og lys blir også brukt til telling.

Optisk telling

- Optiske tellere kan både være tørrtellere eller våttellere. Tørrtellere vil si at de tørrlegger fisken under registrering av antall. Denne typen tellere er ofte mer nøyaktige, men mindre skånsomme mot fisken. Med våttellere forlater aldri fisken sine naturlige omgivelser, og derfor er våttellere mer skånsomme mot fisken, men kan oppleves som mindre nøyaktige og har flere potensielle feilkilder.

Hydroakustisk telling



- Hydroakustisk telling vil som oftest omhandle telling ved hjelp av et ekkolodd eller en sonar. Dette er en sensor som sender ut en lydbølge og registrerer intensiteten til akustikken som blir reflektert tilbake. Ved å se på forskjellige parametere er det mulig å estimere hvor mye biomasse som er inne i beamen* til ekkoloddet. I nyere tid har man utviklet mer avanserte ekkolodd hvor det er mulig å detektere og følge enkeltfisk til en viss grad. Dette kan potensielt gjøre det mulig å telle antall fisk i beamen til, istedenfor å kun estimere biomasse.

- * Med beam menes den akustiske kjeglen som ekkoloddet sender ut, se bildet øverst på slide.

Hydroakustisk telling

- En utfordring med å telle fisk med ekkolodd er at man kun ser en del av merden, og ikke hele. Dette betyr at man ikke har mulighet til å se om man teller en fisk flere ganger fordi de kan svømmer inn og ut av beamen, for eksempel. Hvorvidt man klarer å registrere fisk som er "skjermet" fra beamen bak flere andre individer er også uvisst enn så lenge.

Leverandører av tellere i norsk akvakultur:

Eksempler

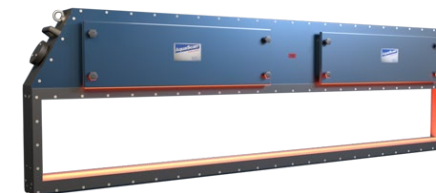
- Wingtech
 - https://wingtech.no/pdf/wingtech_produkblad.pdf
- Aquascan
 - <https://www.aquascan.com/products>
- Vaki
 - <https://vakiiceland.is/counters/>
- Skala maskon
 - <https://www.skalamaskon.no/aquakultur/vaksinering>
 - <https://www.skalamaskon.no/aquakultur/rognsortering>

Tørrtellere

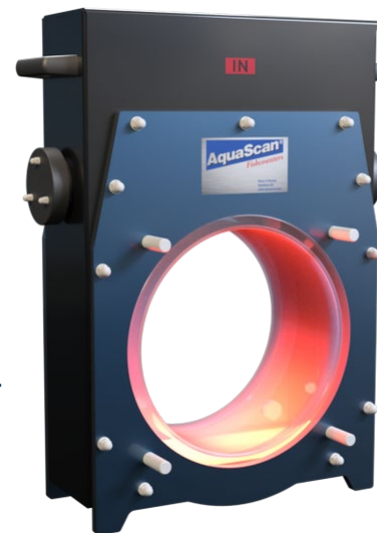
- Tørrlegger fisken før den telles
- Lyskilde lager silhuett, silhuett blir tatt bilde av og antall registreres
- Wingtech: WFD1000/1200x2
 - +-2% feilmargin – 50 g til 15 kg fiskestørrelse – tilkobles sorteringsmaskin – 500 tonn/time for 5 kg fisk
- Aquascan: CSW27600
 - 98-100% nøyaktighet – 25 g til 18 kg fiskestørrelse – tilkobles sorteringsmaskin – 333 tonn/time for 5 kg fisk
- Aquascan: CSE3500
 - 98-100% nøyaktighet – 30 g til 18 kg fiskestørrelse – tilkobles rør – 75 tonn/time for 5 kg fisk



Bilde hentet fra <https://www.wingtech.no/>



Bilde hentet fra <https://www.aquascan.com/>



Bilde hentet fra <https://www.aquascan.com/>

Våttellere

- Våttellere fungerer på samme måte som tørrtellere, men uten å tørrelegge fisken
- Lyskilde lager silhuett av fisk som blir avbildet og antall registreres
- Mer skånsom mot fisken enn tørrtellere
- Wingtech: WFP1200
 - +/-2% feilmargin – 0.5 til 15 kg fiskestørrelse – tilkobles rør – 200 tonn/time for 5 kg fisk
- Aquascan: CSF6000
 - 98-100% nøyaktighet – 500 g til 30 kg fiskestørrelse – tilkobles rør – 258 tonn/time for 5 kg fisk

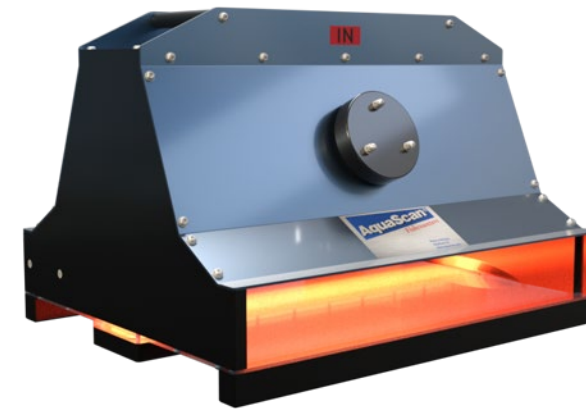


Bilde hentet fra <https://www.wingtech.no/>

Bilde hentet fra <https://www.aquascan.com/>

Smolttellere

- Smolttellere er enten tørr- eller våttellere som er beregnet til å telle smolt. Tellerne er laget for å telle fisk av betydelig mindre størrelse
- Wingtech: WFD500/777
 - Tørrteller 20 g – 10 kg – tilkobles sorteringsmaskin
- Aquascan: CSW5600
 - Tørrteller 0.2 - 90g – tilkobles sorteringsmaskin



Bilde hentet fra <https://www.aquascan.com/>



Bilde hentet fra <https://www.wingtech.no/>

Kommentar til feilmargin på tellere

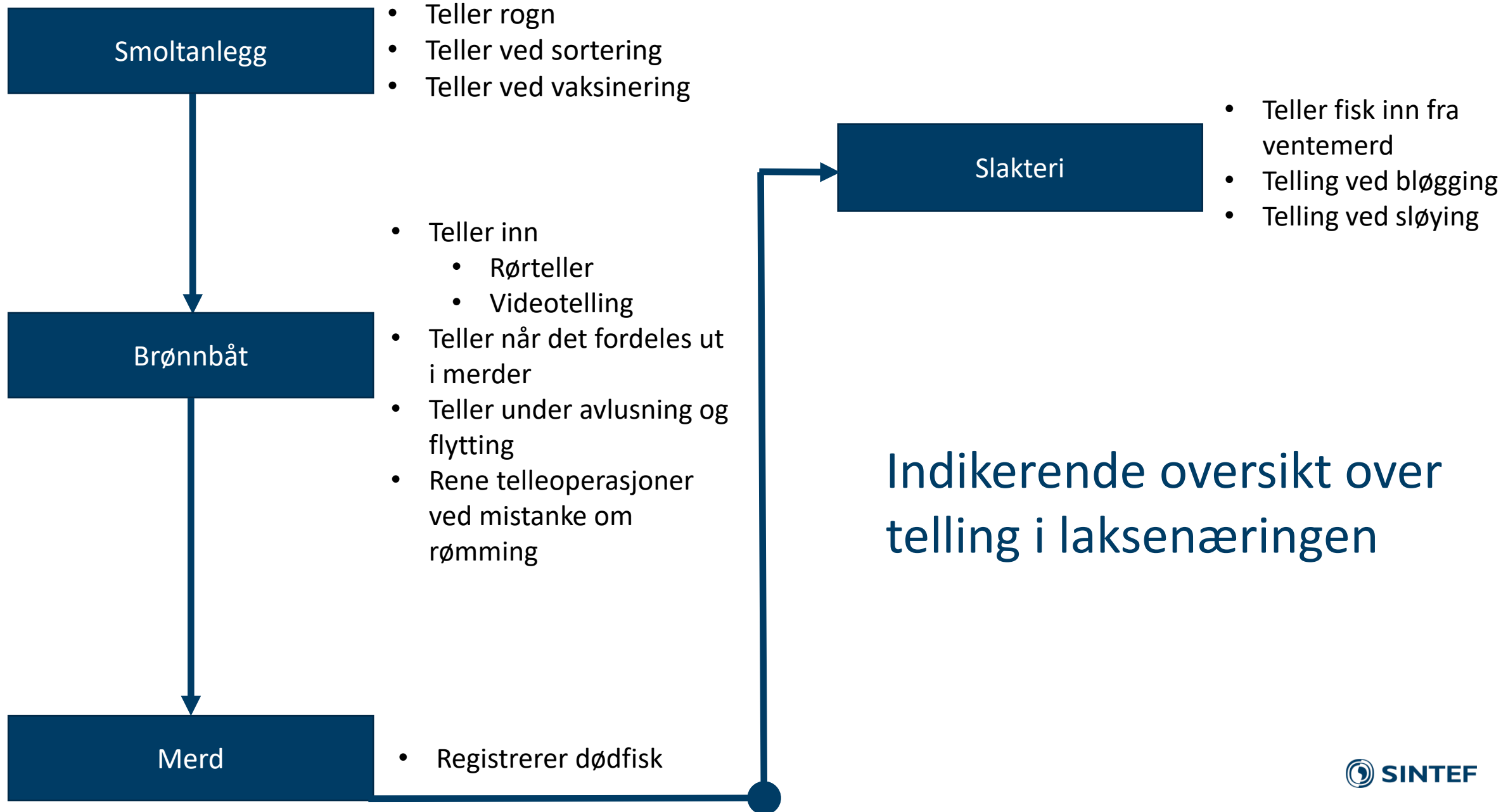
- Alle de gitte eksemplene for de ulike tellerne har en oppgitt feilmargin på $\pm 2\%$ fra produsentens side. Under hvilke tilstander denne feilmarginen er målt er derimot ikke gitt. Brukere av utstyret blir veiledet av produsent for hvordan oppnå best mulig resultat, men det er ikke gitt at det er under reelle forhold feilmarginen er beregnet.

Alternativ teknologi og tilleggsinfo

- **Røntgenteller**
 - SINTEF har gjort forsøk på å telle fisk ved bruk av røntgen. Metoden var god på å skille fisk som kommer inn samtidig, men var en for kostbar løsning for industrien på det aktuelle tidspunkt da teknologi ble prøvd.
- **Biomasseramme**
 - Biomasserammer er en ramme som henger i merden og registrerer fisk som svømmer gjennom. Denne brukes hovedsakelig til biomasse estimering og mindre til ren telling.
- **Exactus-prosjektet**
 - Denne rapporten konkluderer at vi trenger mer kunnskap om feilkilder og å utarbeide et godt grunnlag for spissing av systemer som brukes i dag.
- **Vaki Bioscann**
 - Fungerer ved å sende IR lys i en V kanal hvor kun 1 fisk om gangen kan passere
 - Passer best til små produksjoner, er ikke optimal for sjøbasert oppdrett.

Oversikt

Videre i presentasjonen vil vi gå gjennom resultater fra de fire forskjellige "produksjonsleddene" i akvakulturindustrien (settefiskanlegg, brønnbåter, matfiskanlegg og slakteri), basert på intervju både av teknologileverandører og industriaktører for å undersøke tellemetodikk. Det gjennomgående tema er når og hvordan det telles i hvert produksjonsledd, hva som kan være potensielle feilkilder, samt et sammendrag av innspill fra bedrifter som arbeider innad i det gitte produksjonsleddet. Innspillene er hentet fra en intervjurunde med flere deltagere angående tellemetodikk.



SMOLTANLEGG

Smoltanlegg

- I smoltanlegg blir antallet fisk registrert i flere omganger og det finnes mye forskjellig teknologi for å telle populasjonen. Rogn bestilles og telles slik at man har kontroll fra start av. Det finnes automatiserte maskiner som teller rogn og sorterer ut ubefruktet eller skadet rogn. I tillegg finnes det smolttellere som kan brukes under gradering og sorteringsoperasjoner. I tillegg til dette telles antall vaksiner administrert av vaksinemaskiner. Vaksinetall ansees å være de mest nøyaktige tallene som kommer fra smoltanlegg

Vaksinemaskiner

Vaksineringsmaskiner har det siste 10-året hatt en økt bruk i landbasert smoltproduksjon. Disse maskinene utfører autonom vaksinerings av smolt og gir et veldig nøyaktig populasjonstall. Maskinen fotograferer fisken, regner ut hvor den skal plassere sprøytenålen, og vaksinerer hver enkelt fisk ved bruk av bildebehandling og maskinsyn. Populasjonstall gis ut fra antall doser vaksine som blir gitt, og dette ansees som å være det mest nøyaktige populasjonstallet som det er mulig å oppdrive fra smoltprodusentene sin side.

Feilkilder

- Vaksinemaskin teller antall doser
 - Vil gi feil om en fisk blir vaksinert flere ganger eller fisk sniker seg gjennom uten å bli vaksinert. Dette skjer ytterst sjeldent, men kan forekomme om smolt ikke har blitt tilstrekkelig bedøvet.
 - Sortering etter vaksinasjon kan føre til at man mister det gode tallgrunnlaget om telling blir gjort med lav nøyaktighet her.
- Smolttellere (våt- og tørrteller) sliter med "bunter" av fisk
 - Om det kommer flere fisk inn samtidig sliter maskinen å skille individuelle silhuetter fra hverandre, og 2-3 fisk kan da telles som 1.
 - Pumpehastighet og snittvekt er avgjørende for nøyaktighet.
 - Skum og luft i systemet kan påvirke bildekvaliteten og redusere nøyaktighet i våttellere.
 - For tørrtellere er det viktig at man ikke overskrider kapasiteten på vannavsileren.

Feilkilder

- Feilregistrering av dødfisk
 - Om man ikke får med seg en dødfisk eller to vil dette føre til "feil" antall. Dette er mer vanlig i matfiskanlegg da det er vanskeligere å holde nøyaktig kontroll på dødfisk i den produksjonsfasen.
- Uforutsette hendelser
 - Eksempler:
 - Strømbrudd avbryter telleoperasjonen
 - Uoppdaget rømming etter vaksinerings

Intervjurunde settefiskanlegg

- Rogn:
 - Industrien teller og sorterer rogn ved ankomst. Det blir ofte levert mer enn bestilt, under forutsetningen av at noe rogn blir kastet ut/destruert. Derfor kan man ende opp med 3% mer rogn enn bestilt. Dette varierer derimot fra produsent til produsent, og kan komme opp mot 6%. Rognen telles og døde/ubefruktede egg fjernes. Dette er sett på som en teoretisk kontroll frem til vaksinasjon.

Intervjurunde: settefiskanlegg

- Sortering
 - Industrien har mulighet til å telle fisken under sorteringsoperasjoner og gjør ofte dette. Fisken blir ofte fôret opp til 6-7 gram for så å bli sortert mellom små, mellomstor, stor fisk og noen individer som går til destruksjon. Med disse tellerne* kan det være 50-100 individer i forskjell. Det er størst avvik med mindre fisk enn med større fisk. Det meldes fra industrien at det ofte foretas 2-3 tellinger med et gitt system og dette gir 2-5% mer fisk enn det faktisk er. Hvor ofte det telles avhenger av hvor ofte det sorteres fisk på anlegget. Det meldes også at personell har inntrykk av at de kan stole mer på noen utstysleverandører enn andre.
 - ***SINTEFs tolkning:** "Med disse tellerne" er forstått som smolttellere som brukes i forbindelse med sortering.

Intervjurunde: settefiskanlegg

- Vaksinerings
 - Fisken vaksineres når den har blitt omtrent 50 g. Nesten alle som ble intervjuet for denne rapporten melder at de bruker Skala Maskon sin vaksineringsmaskin og at den har en ekstremt god tellernøyaktighet. En melder 100% nøyaktig, mens en annen informant sier 99.7%. En informant melder at det er mulig at maskinen "tror" den vaksinerer uten å faktisk gjøre det dersom fisken ikke er tilstrekkelig bedøvd. Dette er en enormt sjelden hendelse, men det kan forekomme og leder da til feiltelling om det ikke blir oppdaget. En informant melder at de fremdeles bruker manuell vaksinerings. I dette tilfellet er vaksinepistolene utstyrt med tellere. Tallene fra vaksinepistolene blir så sammenlignet opp mot tall fra smolttellere.

Intervjurunde: settefiskanlegg

- Kalibrering
 - Tellere som brukes under sortering må kalibreres for å opprettholde nøyaktigheten. Dette gjøres ved å føre inn forventet snittvekt på populasjonen. Snittvekten beregnes på mellom 25-100 fisk, eller flere om fisken er av en mindre størrelse. Det er mulig at man har avvik på faktisk snittvekt, og dette vil ha negative konsekvenser for telling. Det er også flere som benytter seg av ekstern hjelp til kalibrering.
- utfordringer
 - Det meldes at kapasiteten på tellersystemet har veldig mye å si. Om det skulle komme mye fisk på samme tid så vil tellersystemet ofte få problemer.

Intervjurunde: settefiskanlegg

- Fra smoltanlegg til brønnbåt
 - Siste telling som involverer smoltprodusentene er når smolten tas ombord i brønnbåten. Her teller brønnbåten inn fisken og dette tallet blir sammenlignet med tallet fra smoltprodusenten, som er vaksinetallene minus dødfisk. Det meldes at dersom disse tallene samstemmer innenfor 2% antas det å være riktig. Ved signifikante avvik teller brønnbåten gjennom manuelt via video.

Oppsummering for settefiskanlegg

- Teller rogn som kommer inn, ved sorteringsoperasjoner og administrerte vaksiner.
- Vaksineringsstall ansees til å være 99% korrekte.
- Feilkilder:
 - Feil ved vaksinerings
 - "Bunter" med fisk inn i teller
 - Feilregistrering av dødfisk
 - Uforutsette hendelser som strømbrudd

BRØNNBÅTER

Brønnbåter

- Kan utføre tellinger
 - Ved lasting ved smoltanlegg
 - Under avlusningsoperasjoner eller sorteringsoperasjoner
 - Ved lasting/pumping fra merd
 - Ren telleoperasjon (veldig sjeldent)
- Brønnbåter bruker rørtellere (våt- og/eller tørrtellere) til å utføre telling. Båtene har også mulighet for manuell telling i ettertid via video, men dette er en tidskrevende og kostbar operasjon.

Feilkilder

- Pumpehastighet og snittvekt er avgjørende for rørtellere
- Fisk i klynger fører til større avvik
- Villfisk i merden kan føre til "feil" telling
- Rensefisk kan bli tatt med
- Om pumpen suger notlin under operasjonen
 - Forårsaker forstyrrelser i vann, påvirker vannstrøm gjennom rør og forårsaker at operasjonen må stoppes/startes for å få ut notlinet
- Stor variasjon i størrelse på fisk kan gi økt feil

Intervjurunde: Brønnbåter

- Tellersystemer
 - Fra intervjurunden kommer det frem at brønnbåter hovedsakelig bruker tellere fra to teknologileverandører. De bruker både våt- og tørrtellere. Det meldes at tørrtellere er mer nøyaktige, men at disse er mindre skånsomme mot fisken. De har også egne smolttellere ombord for de brønnbåtene som frakter smolt ut til matfiskanleggene. Det meldes at det ofte brukes tellere fra flere produsenter ombord på samme båt. Noe som oppleves som en standard er å ha 5-6 tellere ombord. En pr brønn, en på lossing og 2 tellere på sorteringsmaskinen.

Intervjurunde: Brønnbåter

- Avvik
 - Det meldes at enkelte tellere kan slite hvis det er stor variasjon i fiskestørrelse i populasjonen man teller. Dette høres rimelig ut ettersom snittvekten ser ut til å spille en rolle i kalibrering. Tellere ligger generelt på rundt 2% avvik, men det meldes at inntil 10% har forekommet. Innsug av notlin under lasting pekes på som en stor bidragsyter når man skal telle fisk fra merder. Pumping av fisken i et jevnt tempo, og trengning under operasjonen, spiller også en stor rolle for nøyaktigheten til tellerne. Rensefisk og villfisk er også bidragsytere til avvik. Inntrykket fra brønnbåtene er at det alltid vil være noe avvik på tellerne, og at det oppleves litt for høye krav og forventinger til nøyaktighet, både fra merdkanten og statlige organer.

Intervjurunde: Brønnbåter

- Kalibrering
 - Kalibrering blir gjort forskjellig avhengig av produsent. Fra intervjurunden vet vi at noen tellere blir sendt inn til kalibrering, mens andre sammenligner med en "fasit", som antas å være slaktetallene*. Det meldes fra brønnbåtene sin side derimot at de ikke alltid har 100% tillit til at slaktetallene er helt riktige. Om dette stemmer så vil heller ikke tellerne bli riktig kalibrert.
 - *Antagelsen kommer fra informanten.
- utfordringer
 - Klynger av fisk pekes på som et problem for tellere også på brønnbåter.

Intervjurunde: Brønnbåter

- Forhold til andre industriledd
 - Brønnbåtene melder at de har god tillit til tallene de får fra smoltprodusentene, og melder at tilliten jevnt over er veldig bra.
 - Fra matfiskanleggene meldes dødfisk som en stor bidragsyter til tellefeil. At man får feil snittvekt, og at det er lett å bomme på dødfisk i matfiskanleggene, vurderes av brønnbåtene til å være et problem. Også sortering blir vurdert som problematisk. At det blandes fisk på anlegget under sortering kan gi større avvik ifølge brønnbåtene. Om man hadde holdt all fisk i en merd under hele operasjonen ville antageligvis tallene vært mer nøyaktige, ifølge informanten.

Oppsummering brønnbåt

- Teller inn fra settefiskanlegg og ved operasjoner ved matfiskanlegg
- Bruker både tørr- og våttellere
 - Hovedsakelig fra to teknologileverandører
 - Varierende grad av nøyaktighet, men som regel +/-2% avvik
- Feilkilder:
 - Klynger med fisk kommer inn samtidig
 - Innsuging av not under lasting
 - Feil trengintensitet
 - Feil snittvekt
 - Høy variasjon i størrelse på fisk
 - Villfisk/renefisk

MATFISKANLEGG

Matfiskanlegg

- Ansatte på anlegget har ansvar for å registrere dødfisk og trekke dette antallet fra tallene de får fra smoltanlegget, som er vaksinetallene. I teorien vil dødfisktelling være nok for å ha kontroll på populasjonen om vaksinetallene er 100% riktige. Andre muligheter for å kontrollere antall fisk i merden er via tellere montert på brønnbåter. Slik telling gjøres ofte under andre operasjoner som transport eller avlusning.

Feilkilder

- Dødfisk går i oppløsning før de blir registrert
- Dødfisk kommer under dødfiskhåven/LiftUp
- Dødfisk kommer ikke ned til dødfiskhåven/LiftUp
- Manglende rapportering grunnet de tidligere nevnte punktene
- Uoppdaget rømming

Intervjurunde: Matfiskanlegg

- Intervjurunden med røktere bekrefter tilstanden beskrevet tidligere. De har tallene fra settefiskanlegget og får telt fisken ved hjelp av brønnbåter under operasjoner som sortering og avlusning. Røkterne registrerer dødfisk i hver merd og trekker dette fra tallet de har fått fra brønnbåtene. Det meldes at tallene fra brønnbåter ofte ikke stemmer med de tallene de har fra før. Utover dette estimerer røkterne biomassen i merdene basert på snittvekt som beregnes ut fra ca. 100 individer.

Oppsummering matfiskanlegg

- Får tall fra settefiskanlegg og brønnbåter
- Registrerer dødfisk og trekker fra kjent antall
- Feilkilder:
 - Dødfisk legger seg under dødfiskhåv
 - Dødfisk råtner før oppdagelse
 - Dødfisk når aldri dødfiskhåv/LiftUp (sitter for eksempel fast i notvegg)
 - Feilrapportering av dødfisk
 - Høy dødelighet hos smolt vanskeliggjør dødfisktelling
 - Massedød i matfiskanlegg

SLAKTERI

Slakteri

- Slakteriene teller som oftest ved tre "punkt":
 - Ved inntak fra ventemerden
 - Ved bløgging
 - Ved sløyning
- Telling ved bløgging og sløyning skjer ved hjelp av automatiserte prosessmaskiner som utfører jobben og teller antall individer. Tallene fra alle maskinene i en fabrikk kan så slås sammen til et helhetlig tall.
- Disse tallene anses å være veldig nøyaktige ettersom maskinen teller hver enkelt fisk den håndterer. Men det kan forekomme forskjell mellom bløgging og sløyning. Dette fordi det er noe utkast av fisk mellom de to leddene (utkast av fisk med vintersår og/eller gytefisk). Utkastfisken telles også med, men det er et ledd hvor det er mulig at menneskelig feil kan forekomme.

Tellere

- Inn fra ventemerden telles fisken oftest ved bruk av en rørteller, som brukes på brønnbåt. Denne typen tellere "lider av" samme feilmargin og potensielle feilkilder som på brønnbåtene.
- I tillegg til telling inn fra ventemerden er det telling på slaktelinja. Både bløggerobot og sløyerobot har ofte mulighet for å telle.
 - Eksempler:
 - Bløggerobot til Optimar bruker visjonssystem for å registrere fisk inn
 - Sløyerobotene til Baader bruker fotocelle for å registrere hver individuelle fisk.
- I tillegg til dette er det vanlig at det telles gjennom manuelt til sist. Dette skjer ved at ansatte teller esker med et kjent antall fisk i.

Feilkilder

- Rørteller inn fra ventemerden har samme potensielle feilkilder som nevnt for tellere på brønnbåter.
- Det kan forekomme feil i telling på slaktelinja ved mangelfull registrering av utkastfisk. Hvis dette gjøres manuelt kan menneskelige feil forekomme.

Intervjurunde: Slakteri

- I intervjurunden melder informanten fra slakteriet at det telles på en vekt, som både teller og sorterer fisken på slaktelinja, før den blir manuelt observert. Tallene blir sammenlignet med det brønnbåten har telt og det oppleves å være både god kommunikasjon og samarbeid jevnt over her. Kalibrering av tellere blir gjort av Justervesenet. Villfisk blir sortert ut og kommer sjeldent i store mengder. Informanten melder at det er minimal feilmargin mellom brønnbåtene og slakteriet.

Applikasjonsområde	Tellertype	Nøyaktighet	Operasjonelle utfordringer på nøyaktigheten	Fordeler	Næringens synspunkt	Kommentar
Rognteller	Optisk	Uvisst	N/A	Tidsbesparende for smoltprodusenter.		
Smoltteller	Optisk	~98%	Sliter med å skille fisk som kommer i bunter. Avhengig av pumpehastighet og størrelse på smolt		Næringen ser på dette som "teoretisk kontroll" frem til vaksinasjonen som gir helt riktige tall.	Basert på samme teknologi som våt- og tørrtellere.
Vaksinetelling	Teller doser	~99-100%	Maskinen kan bomme på vaksine om smolten ikke er tilstrekkelig bedøvd før vaksinerings	Gir veldig nøyaktige tall. Telling av fisk er et biprodukt av en ellers nødvendig operasjon.	Anses for å være 100% nøyaktig av industrien. Mye tillit til disse tallene fra brønnbåter.	
Våttellere	Optisk	~98%	Sliter med å skille fisk som kommer i bunter. Avhengig av riktig snittvekt. Avhengig av pumpehastighet og trengintensitet.	Mer skånsomme mot fisken. Teller fisken på fiskens premisser. Telling kan utføres samtidig som andre operasjoner.	Gir blandet resultat. Mye som kan påvirke nøyaktighet. Merdkanten etterlyser mer nøyaktig teknologi. Brønnbåter opplever urealistiske forventninger til nøyaktighet.	
Tørrtellere	Optisk	~98%	Pumpehastighet er en faktor. Er veldig stressende for fisken, ikke like skånsom som våttellere.	Mer nøyaktige enn våttellere. Telling kan utføres samtidig som andre operasjoner. Har mindre problemer med bunter grunnet telleprinsipp.	Opplevs som mer nøyaktige enn rørtellere, men dårligere for velferden til fisken.	
Manuell telling (brønnbåt)	Video	~100%	Tidskrevende operasjon som forutsetter at brønnbåten filmer lasting og lossing av fisk.	Vil antageligvis gi nær 100% riktig tall.		Veldig dyr operasjon som kun utføres om absolutt nødvendig.

Intervju med teknologileverandører

- For å kartlegge hva teknologileverandørene vet angående feilkilder, og disses påvirkning på tellernøyaktighet, ble det utført intervju rundt temaet med leverandører, via telefon og mail.

Kjente påvirkninger på telleresultat

- Snittvekt på fisk
- Vektfordeling på fisk i merd
- Pumpehastighet
- Flyt av fisk gjennom rør
- Størrelse på fisk
- Fisk i bunter, eller klynger
- Notlin i pumpe
- Trengintensitet
- Villfisk og rensefisk

Feilmargin: Teknologileverandør

- De fleste teknologileverandører går god for en feilmargin på +/-2% for sine produkter. Men det er uvisst hvordan de har kommet frem til denne prosentandelen og under hvilke forhold dette gjelder. Det ble stilt spørsmål angående dette.
- Informant nevner at kravet om spesifikt +/-2% feilmargin var noe som kom "over natten" fra ASC (Aquaculture Stewardship Council). Det eksisterte krav om tellernøyaktighet før dette også, men målet til næringen er å drifte i henhold til ASC-sertifisering som er grunnen til at man legger seg på +/-2%
- Når spurt om feilkilder nevner informanten kjente feil som er forklart tidligere. Han mener også det er viktig at det telles "på samme måte" hver gang, og at det er den praktiske gjennomførbarheten, mer enn teknologien, som er utfordrende. Det er også stor forskjell mellom tellerprinsippene som brukes

Feilkilder, mer om 2%: Teknologileverandør

- Vi stilte spørsmål spisset inn mot 2% feilmarginen og hvordan den "bekreftes".
 - Informanten bekrefter at det kjøres tester for å tallfeste feilmargin, men at 2% er et krav satt av næringen. Ifølge informanten kan også telleren i mange tilfeller være mer nøyaktig enn 2%.
 - Informanten sier også at de har mulighet til å etterkontrollere alle tellingene som utføres med deres systemer med manuell telling av video, blant annet. Dette gjøres ved påstand om store avvik. Dette brukes også for å lage egne "fasiter" til kalibrering og estimering av potensiell feilmargin. Fasiten selv har et forventet avvik på promillenivå.
 - **SINTEFs tolkning:** Ut fra dette tolker SINTEF at de fasitene som blir generert er enormt nøyaktige, men har et lite avvik på promillenivå opp mot virkeligheten. Dette blir sammenlignet med tallet fra selve tellersystemet som er bevist å ligge innenfor 2% om designparameterne er fulgt. Dette virker å være hovedsakelig empirisk bevist.
 - Informanten sier også at det kan være avvik i tall fra både slakteri og smoltprodusenter, i tillegg til tallene oppdretter mener han har i merden. Som eksempel nevnes det at selv om vaksinasjonstall er veldig solide, så kan man miste det solide underlaget om man splitter eller sorterer populasjonen etter vaksinasjon. Informanten nevner også at det kan telles feil med vaksinemaskiner, noe vi har diskutert tidligere i denne rapporten.
 - Med sin "egen fasit" og kontroll tilbyr de kunder supportavtaler hvor de utfører logging av nøyaktighet. Her kontrollteller informanten operasjoner og loggfører nøyaktigheten til tellingene. I tillegg nevner informanten at selskapet kan komme med løpende tilbakemelding til kunde om avvik og forventet nøyaktighet.

Feilkilder og brukerfeil: Teknologileverandør

- Vi stilte informanten spørsmål angående generelle feilkilder. Dette gjelder både feilkilder som oppstår naturlig, som forstyrrelser i vannet, og brukerfeil som kan oppstå. Vi prøver å få innsikt i hva slags oversikt de har over feilkildenes påvirkning på nøyaktighet.
 - Informanten ønsker ikke å komme med full informasjon om hvor mye de forskjellige feilkildene påvirker nøyaktigheten til tellerne deres.
 - Når bedt om å utdype sier informanten at det er flere ulike feilkilder som påvirker. Notlinsug er nevnt spesifikt sammen med luftsug. Luftsug lager forstyrrelser i vannet gjennom telleren som påvirker nøyaktighet. Notlinsug forårsaker at hevert blir brutt og fisken kan gå frem og tilbake gjennom telleren, og at man må foreta en "start, stopp" operasjon. Slike operasjoner gjøre at noe fisk kan gå gjennom telleren flere ganger. Om hastigheten er for lav kan det også oppstå "svømmere".
 - Det er viktig at lastemønsteret er repeterbart. Dette er vanskelig i en reel situasjon ettersom vær, vind, strøm og andre forhold påvirker lastemønsteret.
 - Andre arter kan også forekomme og kan skilles ut.
 - Bunteproblematikken er også tilstede, men kan i noen tilfeller filtreres bort. Når det kommer til fremmede arter som renseskild eller villfisk så er det ikke alltid at brønnbåtene ønsker å filtrere dette bort, selv om det er mulig. Dette fordi at de gjerne vil ha kontroll på biomasse i brønnen ettersom all fisk bruker oksygen.

Feilkilder og påvirkning: Teknologileverandør

- Vi stiller spørsmål om hvilken feilkilde de tror har størst påvirkning på nøyaktigheten.
 - Informanten mener at det er en kombinasjon av alle feilkildene som er problemet, mer enn at det er en klart størst feilkilde.
 - Informanten mener også at det er viktig å få til et repeterbart lastemønster for å opprettholde nøyaktig telling, og at dette er vanskelig i praksis i alle situasjoner og under alle laste-/lossesituasjoner. Det er altså ikke tellingen i seg selv som er vanskelig, men det er å kontrollere forholdene rundt. Tellingene blir vanskelig om ikke vilkårene er til stede for god telling ettersom tellingen forstyrres av forholdene rundt.

Feilkilder og ideelle forhold: Teknologileverandør

- Med antagelsen av at leverandører ønsker at eget utstyr skal kjøres optimalt stilte vi spørsmål rundt hvilken informasjon kunden får for å klare dette. Vi stilte også noen oppfølgingsspørsmål angående etterkontroll av data, som ble nevnt under besvarelsen.
 - Informanten melder at det blir gitt brukerveiledning og opplæring av mannskapet når de leverer utstyr for å sikre best mulig nøyaktighet, men ønsker ikke å gi disse instruksene i detalj under intervjuet.
 - Informanten nevner at det er hjelpefunksjoner installert i softwaren som veileder brukere under kjøring. Brukerne vil få beskjed om hva de skal justere basert på noen gitte parametere, blant annet hastighet og makskapasitet.
 - Telleren vil ikke slutte å telle om den kjører under suboptimale forhold, men vil si ifra til bruker at man må justere parametere. Den vil fortsette å gi det beste estimatet den klarer.
 - Informanten nevner at etterkontroll av data ofte gir mer nøyaktige tall. Dette kan gjøres om det har blitt kjørt telling under suboptimale forhold, eller hvis det er spesielle "episoder" man ønsker å se på, for eksempel ved mistanke om rømning etc.

Hvordan fungerer tellingen: Teknologileverandør

- Vi stilte spørsmål for å få et bedre innblikk i teknologien som brukes. Dette ble litt utfordrende da det er flere spørsmål informanten ikke ønsker å svare på.
- Informanten bekrefter at det er telling av silhuetter ved bruk av maskinlæringsalgoritmer som er måten det gjøres på, men ønsker ikke si noe om detaljer på algoritme, hardware eller hvilke features som brukes til detektering. Informanten forteller at de har både kamera og stereokamera i ulike utgaver av sine tellere, som kan tilgjengeliggjøre dybdeinformasjon, men at det ikke alltid er det beste valget å bruke dette.
- Mer detaljert informasjon enn dette ønsker ikke informanten å komme med.
- Informanten nevner at de har mulighet for å skille forskjellige arter.

Teknologiske utfordringer: Teknologileverandør

- Vi stilte spørsmål mer rettet mot teknologi i forbindelse med utfordringer med telling. Målet er å få innsikt i om noen av utfordringene kan møtes med teknologisk videreutvikling.
 - Informanten ønsker ikke å svare utfyllende på dette spørsmålet, men sier de driver med kontinuerlig utvikling av systemene sine.
 - Informanten mener at det ikke er noe begrensning innenfor hardware teknologi. Komponentene som brukes er mer enn gode nok og en videreutvikling av f.eks. kamera mener de ikke vil føre til umiddelbar bedre tellenøyaktighet.
 - Informanten sier at økonomi alltid spiller inn, men at strengere krav til nøyaktighet har gjort industrien mer betalingsvillig når det kommer til utstyr.
 - Informanten mener at å sette krav til dokumentasjon av nøyaktighet over hele kjeden høyst sannsynlig vil føre med seg mer nøyaktige tall.
 - Det at det brukes tellere fra forskjellige produsenter pekes på som en utfordring. Om man bruker en teller som teller med mindre nøyaktighet så vil man endre antatt biomasse på dårlig grunnlag. Informanten mener at det å ha kontroll over hele prosessen vil føre til økt nøyaktighet, og at dette kan forsvinne når man teller med tellere fra forskjellige selskap som ikke har mulighet til å etterkontrollere og dokumentere sin nøyaktighet. Etterkontroll og sammenligningsgrunnlag med tidligere tellinger er da ikke tilgjengelig.

Hvor ville du satt krav: Teknologileverandør

- Som et avsluttende spørsmål spurte vi informanten om hvor de ser for seg man bør sette inn krav for å forbedre nøyaktigheten.
- Informanten mener at det å sette krav til dokumentering og kontroll, kontra et rent nøyaktighetskrav, vil være mest effektivt.
 - **SINTEFs tolkning:** Det Informanten mener med å dokumentere og kontrollere er at man burde kunne dokumentere sin egen tellernøyaktighet ved hver operasjon. Dette medfører at man må ha tilgang til tellefilen i ettertid for å kunne kontrollere sin egen nøyaktighet i ettertid.
- Informanten mener myndigheten ikke er godt nok informert om de praktiske utfordringene knyttet til å utføre telling ute på sjøen. Dette innebærer blant annet værforhold og generell, praktisk utførelse av telling. Vanskeligheten med å hode styr på dødfisk i en merd dras frem som et eksempel.

SINTEF's avsluttende refleksjoner (1 av 2)

- Vi får inntrykk av at $\pm 2\%$ tallet kommer fra ASC. Leverandørene bruker da innsamlet data fra etterkontroll med video sammenlignet med tellertall til å få en empirisk bekreftelse på at de ligger innenfor disse $\pm 2\%$.
- Vi får inntrykk at det ikke blir gjort noe direkte målrettet forsøk på å tallfeste hvilke feil som skjer oftest eller hvilke feil som påvirker nøyaktighet mest.
- Man kan anta at det blir gjort noe testing for å se på kapasitet og kartlegge optimale forhold for telleren, men at informantene ikke ønsker å gå ut med dette. Det virker ikke som om det gjøres for mye for å kartlegge påvirkningsgraden til feilkilder. Vi får inntrykk av at informantene har en erfaringsbasert oversikt over hvor mye de forskjellige feilkildene påvirker nøyaktigheten, men at det ikke er noe som er blitt gjort målrettet for å tallfeste dette.
- Teknologisk sett ser det ut til å være lite som kan gjøres for å forbedre nøyaktigheten direkte (unntak av nye konsepter). Bedre kamera, for eksempel, vil ikke automatisk gi økt nøyaktighet. Teknologien som brukes kan hos noen leverandører alt skille arter og har mulighet for å innhente dybdeinformasjon via stereokamera.
- Det er hovedsakelig operasjonelle faktorer som påvirker nøyaktigheten, mer en teknologi.
- Verken brønnbåter eller leverandører nevner noe om manglende vedlikehold som feilkilde.

SINTEF's avsluttende refleksjoner (2 av 2)

- Hvilken av de kjente feilkildene forekommer oftest, og hvilken påvirker mest?
- Er teller så god som leverandør påstår?
- Følges leverandørens anbefalinger?
- Hva tenker oppdrettere?
- Forskjellige tall fra forskjellige kilder?
- Hvilket tellerprinsipp blir minst påvirket av operasjonelle feilkilder?
- Kanskje man må se på hvordan bygge brønnbåter til telling og ikke hvordan bygge tellere til brønnbåter?
- Kartlegge hvilke forhold som må til for å få mest mulig nøyaktig telling, og sammenligne dette med hvor lenge fisken da må trenes og hvordan dette påvirker velferd?



— 70 år —
1950-2020

Teknologi for et bedre samfunn