



*Utvikling av system for automatisk veiing,  
telling og sortering av levende torsk*

**FHF Prosjekt 901597**

*Utarbeidet av Egga Utvikling AS ved Yvonne Bakken  
i samarbeid med SINTEF Ocean ved Elling Ruud Øye*

*Finansiert av FHF*

*Versjon 1 - 03.10.2022*

## Sammendrag

Levendelagring av torsk utgjør en mulighet for hvitfisknæringen til å strekke produksjonen sin over en større del av året og sikre stabil råstofftilgang til markedet også utenom sesong. Prosjektets formål har vært å utvikle et system for automatisk vektestimering og telling av fisk som kan benyttes av denne delen av fiskerinæringen. Et automatisk system for vektestimering og telling av fisk; fra båt til merd, mellom merder og fra merd til slakteri, vil både innfri på vilkår satt i dispensasjon, samt gi hvitfisknæringen et generelt løft med hensyn til ressurskontroll, fiskehelse og råstoffkvalitet. Per i dag er status at vektestimering og telling utføres manuelt, med de feilmarginer dette medfører.

Melbu Systems AS er prosjekteier og har bygget en prototype installasjon der fisken blir telt og veid av et skanne-system som på bakgrunn av bilder teller og estimerer vekten på hver enkelt fisk. Alle data samles, lagres og kan tas ut til egnet bruk i etterkant. Det ble gjennomført to tester av systemet i løpet av prosjektet. I første test i 2021 ble systemet satt opp mellom to merder, mens det i 2022 ble plassert på båtripe koblet mot merd. Fisken ble da ledet gjennom skanneren for å bli telt og veid på vei ut i merden.

Data ble vurdert og kontrollert av Sintef. De viktigste kravene til ytelse for systemet var en kapasitet på en fisk i sekundet, en tellenøyaktighet på +/- 1 % og en batchvekt-nøyaktighet på batcher større enn 1000 kg på +/- 3 %. Basert på testene i 2021 og 2022 yter systemet innenfor kravene nevnt her. Vektestimering ble kontrollert basert på individveiing i etterkant, mens kapasitet og telling ble vurdert basert på større batcher der fiskene ble telt manuelt inn i batchen.

Systemet med skanneren viser med dette at den egner seg til tenkt bruk, det at den kan telle og veie levende fisk nøyaktig nok til å kunne forutse hva en har i merdene. Det vil samtidig være hensiktsmessig med noe mer testing i fullskala før man eventuelt ser seg sikker på resultatet og brukervennligheten.

## Innledning

Hvitfisknæringen er sterkt sesongbetont og det fiskes store kvanta på kort tid. Dette kan resultere i kvalitetsforringelse av råstoffet, og fisken må produseres og selges til lavere fortjeneste enn ønskelig/nødvendig. For helårlig aktivitet, stabil råstofftilgang til markedet og økt lønnsomhet i hvitfisknæringen kan levendelagring av torsk være en viktig bidragsyter. Nasjonale myndigheter tok i 2008 initiativ til ei bonusordning som belønner fiskere som leverer levendefisk til mottak. Nytt regelverk innført i 2015 gav økt fleksibilitet og mer håndterbare rammer knyttet til levendelagring av torsk. Flere hvitfiskaktører langs kysten av Nord-Norge har investert i anlegg for levendelagring av torsk fangstet i sesong. På denne måten kan aktørene få strukket produksjonen sin over en lengre periode, og kan oppnå bedre kvalitet og god pris på produktet sitt. I tillegg er ordningen gunstig i forhold til mer helårlig aktivitet og stabilitet for ansatte i fiskeindustrien. Parallelt med investering i mellomlagring, har det blitt investert på fartøysiden for levendefangst, både for levering til mellomlagring og for levende levering direkte til fiskebruk. Utøvelsesforskriften åpnet i utgangspunktet for at fisk kan holdes i mellomlagringsmerd i inntil 12 uker før den må slaktes eller overføres til akvakulturanlegg. 4. februar 2019 ble dispensasjonsadgang for levendelagring i inntil 20

uker tatt inn i forskriften. Dispensasjon må søkes og ved innvilget søknad forplikter søker seg å innfri på vilkår satt til ressurskontroll og fiskevelverd. Som medlem av bedriftsklyngen Arena Torsk ønsker Melbu Systems AS å bidra til videreutvikling av hvitfisknæringen, samt gjøre det mulig å innfri på vilkår satt til ressurskontroll og fiskevelferd i 20-ukers dispensasjon. Arena Torsk søkte og fikk innvilget dispensasjon på vegne av fire mellomlagringsaktører. Dispensasjonen utløper 31. desember 2020, og for evt. forlengelse/permanent utvidelse av antall uker, må det gjennomføres forskning og utvikles systemer som innfrir satte vilkår.

Et automatisk system for vektestimering, telling og sortering av fisk; fra båt til merd, mellom merder og fra merd til slakteri, vil både innfri på vilkår satt i dispensasjon, samt gi hvitfisknæringen et generelt løft mht. ressurskontroll, fiskehelse og råstoffkvalitet. Pr. i dag er status at vektestimering, telling og sortering utføres manuelt, med de feilmarginer dette medfører. I tillegg til implementering på mellomlagringsanlegg vil teknologien være overførbar til fartøy som investerer i levendefangst. Teknologien kan også benyttes til andre områder, for eksempel stenging av notsei og oppdrett, og har i så måte et potensielt stort virkeområde. Pålitelig og nøyaktig dokumentasjon, som et slikt system vil levere, kan legge grunnlag for kunnskapsproduksjon og fremme næringsutvikling.

Prosjektets styringsgruppe består av: Prosjekteier Melbu Systems AS, som også står for bygging av prototypen og videreutvikling etter prosjektets avslutning. SINTEF Ocean har bistått med utvikling av kamera og programvare. Nofima har vurdert systemets egnethet med tanke på fiskevelferd og kvalitet. Gunnar Klo AS er sluttbruker i prosjektet og har stilt merder og levendelagret torsk til disposisjon for testing og utprøving av systemet. Prosjektet ble ledet av Egga Utvikling AS. Observatører er FHF, Fiskeridirektoratet og Mattilsynet.

## *Problemstilling og formål*

Prosjektets nytteverdi på kort sikt vil for levendelagringsaktørene være å innfri på vilkår i dispensasjonen for lagring i 20 uker. På lengre sikt vil nytteverdien være mer omfattende teknologiutvikling, som dette prosjektet er del av. Det vil kunne være med på å løfte hele næringen, både levendelagring og hvitfisknæringen generelt, til et høyere nivå. Målsetningen er at teknologien som utvikles i dette prosjektet også skal kunne implementeres på fartøysiden. Automatisk system for veiing og telling vil dermed legge grunnlag for gjennomgående rapportering i hele verdikjeden, fra fangst til marked. Dette vil styrke både ressurskontrollen og næringens omdømme.

Best råstoffkvalitet oppnås ved å levere fisken levende til landanlegg. Ved å få på plass teknologi for automatisk veiing og telling, vil en viktig brikke være på plass for videre utvikling av mellomlagringsnæringen, med økte volumer av den beste kvalitet som et av resultatene. I tillegg vil fartøy som er rigget for levendefangst også kunne levere levende fisk direkte til landanlegg, uten å gå veien via mellomlagring. Forsøk utført av Nofima på hyse, gjennom FHF-prosjekt 901279, er et direkte resultat av dette. Forsøket viser at levendelevert hyse gir betydelig bedre på kvalitet og økt utbytte, enn tradisjonell fangst og leveranse av hyse. Det er også sannsynlig at teknologien videre blir aktuell for andre hvitfiskarter, eksempelvis sei.

Ved å strekke sesongen vil produksjonskapasiteten på landsiden oppnå økt utnyttelsesgrad. Det vil også gi ringvirkninger i form av mulighet for økt utnyttelse av restråstoff. Ved landing av store volumer på kort tid, vil produksjonskapasitet være en flaskehals.

På fartøysiden vil et automatisk system for veiing og telling erstatte manuelle arbeidsoperasjoner, og risiko for slitasjeskader i armer, skuldre etc. blant mannskapet vil bli redusert. I tillegg oppnår man en større trygghet blant mannskapet i form av at utført veiing og telling er nøyaktig og riktig, ved at man unngår de feilkilder manuelle operasjoner medfører.

Hovedfokuset til prosjektet ble å utvikle en maskinsynskanner som på best mulig måte håndterer utfordringene med å veie og telle levende fisk. Dette betyr at systemet må fungere selv om fisken spreller og er i bevegelse og at kapasiteten til systemet håndterer antall fisk som skal sendes gjennom. For velferden til fisken må skanning ta minst mulig tid slik at fisken raskt kommer videre og ned i merd. Systemet som ble utviklet av Melbu Systems AS består av en lukket metallsklie hvor fisken blir avbildet i 3D mens den sklir forbi. Innmating og utgang fra sklien kobles til samme type rør som allerede brukes for flytting mellom båt til merd og merd til merd. Hver fisk registreres av kameraet, telles og vektestimert i sanntid, slik at bruker får tilbakemelding på vekt og antall under kjøring. All data lagres og kan hentes ut i etterkant.

I løpet av prosjektet ble systemet testet to ganger, en test i 2021 og en i 2022. I 2021 ble systemet satt opp mellom to merder mens det i 2022 ble plassert på båtriipe koblet mot merd. Testene ble delt i to, hvor man i første del manuelt plukket ut en og en fisk som så ble sendt gjennom skanneren og så avlivet og veid individuelt. I del to ble en større andel fisk sendt gjennom skanneren i realistisk hastighet for å teste kapasitet og telle-evne.

Det ble imidlertid registrert større avvik på batch ved veiing med bomvekt på kran i etterkant, men denne målingen har betydelige usikkerheter som hvor nøyaktig kranvekta måler og hvordan bevegelsen til fiskene i batchen påvirker vektcellen. Batchvekt blir brukt fordi estimering av vekt av enkeltindivid kan ha store variasjoner. Spesielt når individet er levende og er i bevegelse. Over tid er likevel denne feilen ofte normalfordelt og ved å summere vekt over mange individ kan man oppnå betydelig bedre nøyaktighet.

## Prosjektgjennomføring

I prosjektet var det to hovedutfordringer som måtte løses mht. skanning av levende fisk:

- 1) Å få fisken til å ligge i ro på en skånsom og effektiv måte og
- 2) å få til en god avbildning/skanning av fisken i bevegelse.

Fisken som skal skannes må komme inn i installasjonen der kamera er plassert på en måte som gjør at farten blir riktig, jevn og at fisken ligger mest mulig i ro.

I tidlig fase ble følgende tre metoder for presentasjon/skanning av fisken vurdert:

Metode 1: Dagens praksis ved overføring av fisk fra båt til merd (fisken glir gjennom slange)

Metode 2: Fisken transporteres på/med et V-formet bånd.

Metode 3: Fisken transporteres på/med et sandwich-formet bånd.

Metode 1 er foretrukket metode, da det medfører et minimum av ekstra påkjenning for fisken. Fisken glir da fra sorteringsbordet gjennom installasjonen med skanneren før den går videre gjennom slangen og ned i merden. Installasjonen ble da en forlengelse av slangen fisken likevel skal gjennom på vei til merden. I tidlig fase av prosjektet ble det imidlertid besluttet at en ønsket å søke FOTS (forsøksdyrutvalget) om godkjenning for metode 2 og 3, som plan B og C dersom foretrukket metode 1 ikke lykkes. FOTS-søknad ble utarbeidet for alle tre metoder, men vi opplevde motstand i FOTS-systemet på metode 2 og 3. Videre ble derfor planen å teste ut metode 1 og snap shot-kamera på

død fisk i (simulert) bevegelse før vi evt. går videre og søker FOTS-godkjenning av metode 2. Metode 3 er ikke lengre aktuell etter tilbakemelding fra FOTS. Metode 1 fungerte fint, det ble derfor ikke søkt godkjenning for metode 2.

Fisken som skal skannes er tenkt å komme fra rommet til båten og pumpes opp på et sorteringsbord før den går videre ned i merden, evt inn på fiskebruk. Melbu Systems AS har laget en installasjon som er plassert mellom sorteringsbordet og slangen ut fra båten. Installasjonen er lukket og i toppen er det plassert et skap med systemets elektronikk og skanner. Sintef har jobbet med å samle datagrunnlag for programmering av skanneren og laget et program som kjører analyse og lagrer data. Skanneren består av 3D-kamera som har implementert en programvare med sorteringsalgoritme som tolker bildet av fisken og estimerer vekt på den. 3D-kameraet tar bilde av hele fisken som et vanlig kamera, bare at bildet i stedet måler høyde per pixel i stedet for farge. En slik løsning tolererer at fisken spreller fordi vi måler hele fisken samtidig og ikke en og en linje som en linjelaser-skanner. Kameraet var før dette forsøket testet av SINTEF i lab-skala med gode resultater.

Det ble også utarbeidet kravspesifikasjon:

Nøyaktighet vektestimering: +- 3% på batchnivå (100 eller 1000 fisk).

Nøyaktighet antall: +- 1 %.

Sortering: To løp for to ulike vektklasser.

Kapasitet: En fisk/sekund.

Rapporter: PDF/Excel-format.

Det lå ei forventning om at systemet skulle generere landingsseddel, sluttseddel og evt. fangstdagbok automatisk. Etter dialog med Råfisklaget ble det enighet om at seddelføring må foregå som i dag, men rapporter fra systemet skal gjøres tilgjengelig i elektronisk format for Fiskeridirektoratet og Råfisklaget. Direkte generering av seddel fra systemet vil være et eget (større) prosjekt, som må løses når vi ser at nøyaktigheten er god nok. Komponent- og materialvalg, samt hensyn til sikkerhet, er ihht. gjeldende standarder og regelverk, herunder maskinforskriften. Systemet er videre designet i form av en kompakt og flyttbar enhet som plasseres på båt og kan evt. tilpasses merd.

Testen var i utgangspunktet planlagt gjennomført ved overføring med telling, veiing og sortering av fisk fra båt til merd. I og med at internsortering og evt. uttak fra merd vil være ulikt fra aktør til aktør, samt at systemet som utvikles er flyttbart, skulle sorteringsbiten ikke bli testet ut i forsøk i prosjektet.

Melbu Systems AS bygget en prototype og første funksjonstest ble gjennomført på land hos samarbeidspartner Gunnar Klo AS i februar 2021. I skanne-riggen ble det brukt et Realsense L515 Lidar RGB-D- kamera. De innledende testene ble gjort på død fisk av ulik størrelse. Metode 1 ble benyttet og fisken ble ledet forbi kamera med simulert bevegelse. Det ble en vellykket testing, programmering og kalibrering av kamera. Konklusjonen var da at kameraet tok bilder når det ble registrert et objekt i et definert område, og at bildene ble lagret i harddisk som forventet. Riggen kunne derfor sies å være klar for datainnsamling.



Figur 1. Prototype skanner fra Melbu Systems AS

Pga. dårlig vær ble det første ordinære forsøket utsatt, og ved neste mulighet 26.mai 2021 var det kun mulig å kjøre test fra merd til merd, og ikke fra båt til merd slik det var opprinnelig planlagt. Skanneriggen måtte ombygges noe, slik at det lot seg gjøre å stå støtt på merden i stedet for å henge på rekkverket til en båt. På forsøket ble det sendt 550 stk. torsk gjennom skanneren der 50 stk. av disse ble veid individuelt og de 500 stk. andre batchvis fordelt over 16 batcher. Fisken ble trengt i merden før den ble håvet ut i en stor håv. Videre ble en og en fisk sluppet ned på sorteringsbordet før fisken ble ledet gjennom skanneren og så ned i merden igjen.

Det ble gjennomført evaluering etter testen og levert rapporter fra SINTEF, Nofima og Melbu Systems AS. SINTEF oppsummerer forsøket med resultater fra kamera og feilkilder. NOFIMA skriver at sorteringsbordet var tørt da første fisk kom på bordet og gled derfor ikke selv videre til skanner. Etter hvert var det blitt fuktig og sleipt på bordet, og da gled fisken lettere. Siste fisken som kom på bordet hadde hengt ei tid i håven, og tiden varierte mellom 1 minutt, og 2 minutter 38 sekunder. Selve veiingen tok bare noen sekunder, men tiden i håven varierte og ble vurdert til å være for lang tid i luft, samt at fisken nederst i håven ble presset av fisken som lå over denne i håven. Noen fisk sprellet da den kom på bordet, og ble liggende på tvers foran åpningen inn til skanneren. Fisken som lå nederst kunne da bli skadet mot kantene på skanneren. Dette vurderes ikke å være forenlig med god fiskevelferd. Mattilsynet mottok også rapportene i etterkant av forsøket, og de påpekte det samme som Nofima hadde gjort i sin rapport. Dette er lignende håndtering som gjøres i praksis i dag, men fisken holdes ikke så lenge i håven som på denne testen. Dette prosjektet vil kunne gjøre at det blir unødvendig med batchveiing av levende fisk i håv på bomvekt, og dermed unngå det som blir påpekt i Nofima sin rapport. Nofima sine punkter angående fiskevelferd er hensyntatt i de videre planene.

Melbu Systems AS oppsummerer i sin rapport hvilke erfaringer som er gjort så langt, og endringer som skal på plass før neste test i 2022. F.eks. større trakt på vei inn i skanner, vinkel på skanner slik at fisken glir med riktig fart, riggen skal gjøres lystett for å roe fisken, samt at smalere rigg vil forhindre

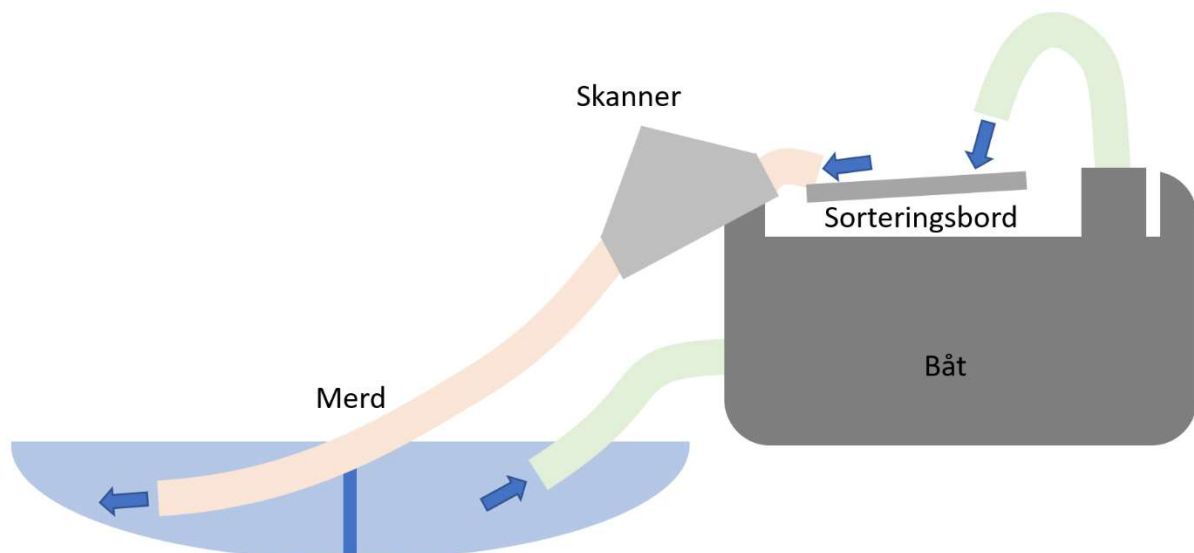
fisken fra å snu seg underveis i skanneren. Det er forventet at justeringene vil ha betydning for nøyaktigheten av skanneren og at avviket på veiing av fisken vil bli redusert.

Siste test i prosjektet var planlagt skreisesongen 2022. Det viste seg å bli en laber sesong der fisken stod langt unna og den var full av åte. Det var fangstet noe skrei som ble satt i levendelagringsmerder tidlig på sesongen. Opprinnelig plan var å teste skannesystemet på fisk som ble pumpet fra rommet på båten til sorteringsbordet gjennom skanner før den ble satt i merd. Planen måtte endres til å bruke fisken som ble satt i merd tidlig på sesongen, og pumpe denne om bord for skanning.

Under forsøket ble skanneren montert på utsiden av ripa til båten. Innløpet til skanneren ble koblet mot sorteringsbordet om bord på båten, mens utløpet av skanneren ble koblet til et rør med utløp nede i merd. Fisk ble hentet fra merd og løftet opp i båt, enten ved hjelp av håv eller med pumpe, for å så bli sendt fra sorteringsbord gjennom skanner og ned i merd. Fisken kjøres over grader og gjennom skanner. Det er gjort utbedringer i form av større trakt på vei inn i skanner, vannavsiling før og vanntilførsel etter riggen, i tillegg er skanneren gjort lystett for å roe fisken, samt at smalere rigg forhindrer fisken fra å snu seg underveis i skanneren. Riggen er utformet slik at det er mulig å regulere vinkelen, og dermed bestemme farten fisken får forbi kameraet.

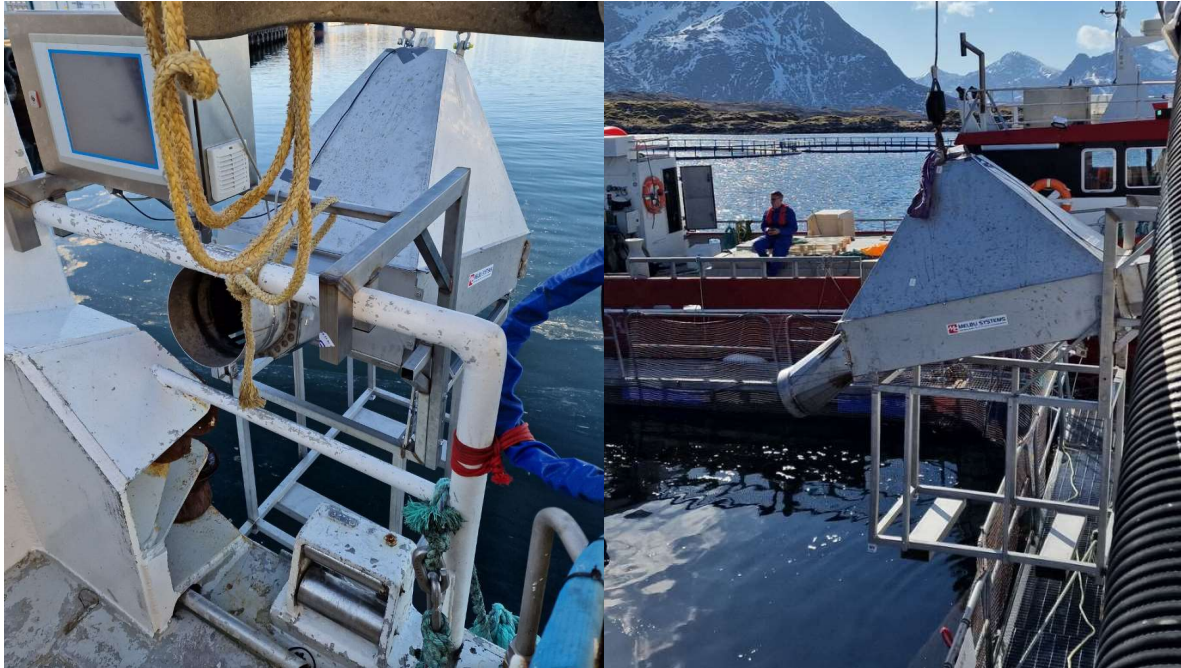
Forsøket ble gjennomført i to deler:

1. Test på individvekt – Fisken ble hentet med håv fra merd, løftet opp til sorteringsbord og sendt gjennom skanneren. Slangen fra skanneren ble løftet mot merdkanten slik at fisken som kom ut kunne avlives og bli veid. 30 fisk ble sendt gjennom skanneren på denne måten.
2. Test på batchvekt – Fisk ble pumpet opp på sorteringsbordet fra merd ved hjelp av pumpen om bord på båten. Fra sorteringsbordet ble fisken sendt videre gjennom skanner og så videre ut i eget avlukke i merden. Ved utløpet i merden havnet fisken først i en håv som lå i vannet tilkoblet en kran med veicelle, og ble så hevet og veid før den ble sluppet tilbake i merden. 345 fisk fordelt på 6 batcher ble sendt gjennom skanneren på denne måten.



Figur 1: Illustrasjon av oppsett

Nofimas rapport etter denne testen var positiv. De forbedringene som var gjennomført på veieenheten og de endringene som ble gjort ved gjennomføringen av forsøket i 2022 medførte at fiskevelferden ble godt ivaretatt under forsøket. Hvis veieenheten blir konstruert slik den er i dag og benyttes på tilsvarende måte som i forsøket, vil ikke enheten skape noen ekstra belastning på fisken, i forhold til hvordan lossing gjennomføres i dag, uten veieenheten. Ved produksjon av veieenheten er det viktig at bedriften har fokus på å unngå kanter som kan skade fisken og gi redusert velferd. Selve skanneren er bl.a. laget noe smalere slik at fisken ledes forbi og ikke kan sprelle og snu seg og slik skape feilkilder for skanneren.



Figur 3 viser skanneren. Høyden på innløpet kan justeres slik at helling og dermed hastigheten til fisken blir riktig.

## *Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon*

De viktigste kravene til ytelse for systemet var en kapasitet på en fisk i sekundet, en tellenøyaktighet på +/- 1 % og en batchvekt-nøyaktighet på batcher større enn 1000 kg på +/3 %. Batchvekt blir brukt fordi estimering av vekt av enkeltindivid kan ha store variasjoner. Spesielt når individet er levende og er i bevegelse. Over tid er likevel denne feilen ofte normalfordelt og ved å summere vekt over mange individ kan man oppnå betydelig bedre nøyaktighet.

Basert på testene i 2021 og 2022 yter systemet innenfor kravene nevnt over. Vektestimering ble kontrollert basert på individveiing i etterkant, mens kapasitet og telling ble vurdert basert på større batcher. Det ble imidlertid registrert større avvik på batch ved veiing med bomvekt på kran i etterkant, men denne målingen har betydelige usikkerheter som hvor nøyaktig kranvekta måler og hvordan bevegelsen til fiskene i batchen påvirker vektcellen. Det betyr imidlertid at det er hensiktsmessig med noe mer testing i fullskala før man eventuelt ser seg sikker på resultatet.

Skanneren virkemåte kan deles inn i tre deler:



1. Deteksjon og sporing av enkeltfisk
2. Prosessering og kalibrering av utvalgt bilde av enkeltfisk.
3. Estimering av vekt basert på målinger i det kalibrerte bildet.

Under forsøket i 2022 ble det tidlig oppdaget at vektestimeringen fra skanneren konsekvent estimerte for høy vekt. Etter en rask inspeksjon av bildene som hadde blitt lagret frem til da ble det konkludert med at det ikke var noen feil med kvaliteten på bildene. Siden forsøket da allerede var i gang, ble det bestemt å fortsette forsøket i stedet for å bruke tid på feilsøking. Resultatene som presenteres her er derfor basert på prosessering i ettertid av dataene som skanneren samlet inn.

I etterkant ble det klart at programvaren kjørte med feil kalibreringsfil under selve forsøket. Dette påvirket ikke dataene som ble samlet inn (bildet av hver fisk), men førte til at vektanalysen ble gjort på data som ikke hadde rette måleverdier. Ved å prosessere dataen med korrekt kalibreringsfil ble resultatet mer i samsvar med resultatet fra 2021.

For testing på individ ble 30 fisk i varierende størrelse (1,7 kg til 11 kg) ble sendt gjennom skanneren, avlivet og veid i etterkant. Tid mellom hver fisk var i snitt ca. 1 minutt. Resultatene viser vektestimering for hver av de 30 fiskene samt avviket for samlet vekt for alle individene. Modellen estimerer vekt på enkeltindivider med en absolutt snittfeil på +/- 16 %. Dette er noe høyere avvik enn det vi målte under forsøket i 2021 (+/- 13 %).

For test på batch ble til sammen ca. 345 fisk sendt gjennom skanneren fordelt over seks batcher, hvor hver batch ble veid med kran. Hver fisk ble telt med telleverk før den ble sendt gjennom. Under selve forsøket ble det observert at skanneren ikke greide å analysere / telle alle fiskene som passerte. Skanneren telte bare litt over 80 % av de 345 fiskene.

Ved nærmere inspeksjon i etterkant av forsøket viste det seg derimot at alle bortsett fra én enkelt fisk hadde blitt avbildet, men at skanneren ikke klarte å skille mellom alle de forskjellige fiskene når de kom for tett. Dette skyldes i hovedsak feil innstilling på kalmanfilteret, men også noen tilfeller at fiskene kommer så tett at de ikke har noe rom mellom seg. Ved å justere for feil verdier i kalmanfilteret og deteksjon av dobbelfisk blir oppdatert antall -1 stk fisk.

Kjente utfordringer med å estimere vekt på levende fisk ved hjelp av 3D-kamera er målefeil på enkeltfisk. Varierende fart på levende fisk forbi kameraet kan gjøre at det kan bli feil sammenligning på en fisk som glir veldig raskt forbi og en som glir rolig forbi skanneren. Fisk som spreller raskt fra side til side kan oppfattes som tynnere enn den er, eller den kan oppfattes som tykkere dersom den spreller opp mot skanneren. Dersom to fisk kommer svært tett eller inntil hverandre kan de telles som en større fisk i stedet for to stk. fisk. Pga. dette ble Kalmanfilteret implementert. Denne predikerer hvor fisken bør være i neste kamerabilde basert på hvor det var i det forrige. Dersom dette filteret ikke er rett innstilt kan det føre til at fisk blir telt flere ganger, eller at flere fisk blir telt som samme individ (som vi hadde problem med under testen).

Tellefeilene som oppstod under batch-måling skyldes i hovedsak feil på sporing ved hjelp av Kalmanfilter. Likevel var det noen få fisk også ble tolket som enkeltfisk selv om de var to. Sammenlignet med forsøket i 2021 ser det derimot ut til at det er færre tilfeller av fisk som kommer så tett at de telles som enkeltfisk. Dette kan komme av flere grunner som helning på skanner, ekstra kanter inne i skanneren eller at oppsettet for mating av fisk inn til skanner var noe annerledes under denne testen.

Testen som ble gjennomført hos Gunnar Klo verifiserte at vektmodellen som ble utviklet basert på data fra forsøk i 2021 også gir lignende resultat i årets forsøk. For de 30 fiskene som ble sendt gjennom og veid individuelt estimerte modellen vekten med en absolutt snittfeil på +/- 16 %. Feilen

er normalfordelt med snitt rundt 0 % av korrekt vekt, men har et ganske høyt standardavvik på 21 %. Dette fører igjen til at estimert vekt av flere fisk sammen oftere har mindre avvik enn én enkelt fisk. For eksempel ble totalvekten av de 30 stk fiskene (ca. 160 kg) estimert med bare 39 gram i avvik. Ved å ta ut et tilfeldig sett av 25 stk fisk fra det totale datasettet på 30 stk og beregne avvik for alle mulige uttak får man fremdeles en normalfordelt feil med snitt rundt 0 % av korrekt vekt, men standardavviket har sunket til 1,5 % med et absolutt snittfeil på +/- 1,2 %.

For test på batch ble resultatet noe dårligere, med en skeivfordeling av avvik per batch som igjen førte til overestimering av vekt per batch og totalt. Samtidig var dette en viktig del av forsøket for å teste kapasitet og arbeidsflyt under realistiske forhold. Basert på resultatene fra batchtesten ble det klart at Kalmanfilteret for sporing måtte tunes bedre for å telle korrekt antall fisk og at dobbelfisk fremdeles forekommer, men ser ut til å være et mindre problem enn under testen i fjor.

Når det kommer til veien videre, vil dette være avhengig av hvordan markedet for levendelagring utvikler seg. Usikkerhet rundt støtteordninger og dårlige resultater for denne sesongen gjør at man ikke er like sikker på hvor stort markedet for systemer rettet mot levendelagring-operasjoner vil være i fremtiden sammenlignet med hvordan situasjonen var ved oppstart av prosjektet. Samtidig har systemet vist seg å fungere godt, så et annet alternativ kan være å se på andre markeder hvor behovet for en slik skanner er like store.

## Hovedfunn

- Hvordan lede fisken gjennom skanneren på best måte? Dagens praksis ved overføring av fisk fra båt til merd der fisken glir gjennom en slange fungerer bra både fiskevelferdsmessig og effektivt.
- Skanneren fungerer ihht. kravspek på nøyaktighet på telling
- Skanneren fungerer ihht. kravspek på nøyaktighet på vektestimering
- Skanneren er bygget, funksjonstestet og feilrettet.
- Skanneren fungerer etter planen og kan telle og veie fisk fra båt til merd, og kan tilpasses for å evt. brukes fra merd til merd og fra båt/merd til slakteri

## Leveranser

Referat fra møter i SG:

01.02.20 (L1): Levert 20.01.20

01.05.20 (L2): Levert 15.04.20

01.11.20 (L3): Levert 15.10.20

01.03.21 (L4): Levert 01.03.21

01.07.21 (L5): Levert 21.06.21

01.07.22 (L6): Etter avtale med Frank Jacobsen hos FHF skal vi ha avsluttende styringsgruppemøte etter at rapporten er ferdigstilt 14.09.22. Kommer tilbake med tidspunkt på denne.

Faglige delrapporter:

01.11.20 (L3): Levert 10.12.20

01.07.21 (L5): Levert 25.11.21 (Forsinket ihht avviksmelding sendt inn etter SG møtet 21.06.21)

Sluttrapport og prosjektrekskap:

01.07.22 (L7): Leveres ihht avtale 14.09.22

Populærvitenskapelig sammendrag:

01.07.22 (L7): Leveres ihht avtale 14.09.22

Faktaark:

01.07.22 (L7): Leveres ihht avtale 14.09.22

3D-tegninger og animasjoner:

01.07.22 (L7): Leveres ihht avtale 14.09.22