

Kandidatnr 10028 og 10006

Måling av villfisk ved oppdrettsanlegg ved bruk av Stereokamera

BIA3002 - Bacheloroppgave i Biomarin
innovasjon, våren 2022

Bacheloroppgave i Biomarin Innovasjon

Veileder: Snorre Bakke

Medveileder: Anne Stene

Mai 2022

Kandidatnr 10028 og 10006

Måling av villfisk ved oppdrettsanlegg ved bruk av Stereokamera

BIA3002 - Bacheleroppgave i Biomarin innovasjon,
våren 2022

Bacheleroppgave i Biomarin Innovasjon
Veileder: Snorre Bakke
Medveileder: Anne Stene
Mai 2022

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



Kunnskap for en bedre verden

Forord

Denne bacheloroppgaven har blitt skrevet for Instituttet for Biologiske fag i Ålesund, ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), og er avsluttende for studiet Biomarin Innovasjon. Oppgaven er et resultat som følger av samarbeid med NTNU Ålesund våren 2022.

Anerkjennelse

Vi ønsker først og fremst å utbringe en stor takk til våre veiledere Snorre Bakke og Anne Stene ved NTNU Ålesund. Tusen takk for gode råd, veiledning og hjelp hvor det trengtes. Vi setter stor pris på deres tillit i forhold til dette prosjektet, og at vi har fått frie tøyler til å utforske denne oppgaven. Spesielt takk til Snorre for tålmodigheten og hjelp til det praktiske relatert til forsøkene.

Vi ønsker også å vise vår takknemlighet til Clara Sauphar og Lara Bromann som har hjulpet oss mye gjennom dette prosjektet. Takk for tålmodigheten deres gjennom mange av våre spørsmål, og for at dere har vært tilgjengelige ved behov. Vi setter stor pris på at de har brukt tid på oss, latt oss låne deres lisens på programvaren, samt lært oss hvordan vi bruker denne sammen med utstyret. Deres guide til bruk av stereokamera har vært til stor hjelp.

Ønsker også å takke Instituttet for Biologiske fag i Ålesund for at vi har fått denne muligheten til å gjennomføre oppgaven. Takk for tilliten og alle tilgjengelige ressurser, både materielt og litterært.

Til sist ønsker vi å rette en spesiell takk til Birgitte Paulsen Torset som har vært en lojal støttespiller for vår utdanning og klasse miljø de tre årene med Biomarin Innovasjon. Birgitte har vært inspirerende gjennom hele utdanningen, og alltid vært med å motivere interessen for forskning og høyere utdanning. Dette har vært merkbart gjennom hele studieløpet, men spesielt i forhold til bacheloroppgaven og forarbeidet med denne.

Sammendrag

Havbasert fiskeoppdrett påvirker miljøet og samfunnet både positivt og negativt. Gjennom den enorme veksten oppdrettsnæringen har hatt i Norge, har også miljøpåvirkningene blitt større og av viktigere betydning. Det settes stadig mer fokus på sikkerhet og det å være miljøvennlig. Et av punktene ved fiskeoppdrett det settes mer fokus på, er villfisk og hvordan denne blir påvirket av fiskeoppdrett. Ved å se på sammenhenger mellom biotiske og abiotiske faktorer, kan man se hva som påvirker villfisken, hvordan villfisken blir påvirket, og hva som kan gjøres i form av forebyggende miljøtiltak. Ved å analysere størrelse, utseende og atferd kan man få en generell forståelse for hvordan villfisken lever utenfor havbaserte oppdrettsanlegg.

Gjennom denne oppgaven vil fokuset være å måle nettopp dette. Det vil tas i bruk en kamerarigg for utsett ved et oppdrettsanlegg for å måle størrelsen til villfisk, i tillegg til artsidentifikasjon, utseende og atferd. Kamerariggen er bygget opp med inspirasjon i konseptet BRUV (Baited remote underwater video), og tar i bruk stereokamera som er en relativt ny kamerateknologi. Stereokamera er bruk av to eller flere kameraer samtidig for måling og analyse av objekter. Gjennom ulike tester med kamerariggen vil det dannes et grunnlag for hvorvidt kalibrering og grunnleggende tester må gjøres i vann eller kan forenkles og gjøres på land. Ved måling av villfisk i vann er det mange faktorer som spiller inn, både i forhold til årstid, dybde under vann, plassering og geografisk område.

Resultatene fra oppgaven viser at landkalibrering skiller seg negativt ut i forhold til vannkalibrering. Det er mye større unøyaktighet og feilmålinger med kalibreringen gjort på land kontra den gjort i vann. Dette er trolig på grunn av ulik lysbrytning i luft, kontra i vann. Etter måling av villfisk utenfor oppdrettsanlegg var det betydelig mengde av sei, og to tilfeller av torsk. Størrelsene på disse ble målt, og det ble analysert utseende og atferd. Det er tydelig at avstand og vinkel i forhold til kamera påvirker nøyaktigheten på målingene. Resultatene fra oppgaven viser at oppdrettsanlegg kan ha en viss påvirkning på villfisk i forhold til oppholdssted og størrelse, men det er uvisst om dette også påvirker atferd og utseende.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	2
Anerkjennelse.....	4
Sammendrag.....	6
Innledning:	10
Material og metode.....	14
Konstruksjon av kamerarigg	14
Kalibrering og måling	17
Kalibrering og måling i vann.....	21
Fullskala test ved oppdrettsanlegg	22
Resultat.....	24
Resultater del 1; Kalibrering og land-test av kamerarigg.....	24
Resultater del 2; kalibrering og måling under vann hos Bybadet Ålesund	25
Resultater del 3; Fisk i sjø ved oppdrettsanlegg.....	29
- Merd med små fisk, nordøstlig retning, motstrøms vannretning.....	31
- Merd med små fisk, vestlig retning, medstrøms vannretning.....	32
- Merd med stor fisk, sørvestlig retning, medstrøms vannretning	33
Diskusjon.....	36
Diskusjon resultater del 1	36
- Konstruksjon kamerarigg	36
- Opptak, kalibrering og måling.....	37
Diskusjon resultater del 2;.....	38
Diskusjon resultater del 3, Resultat av fisk i sjø ved oppdrettsanlegg	42
- Innledende diskusjon.....	42
- Fargeskifte i vannet	42
- Resultater påvirket av avstand og horisontal vinkel.....	43
- Sikt, lysforhold og partikler i vannet.....	44
- Potensielle feilkilder i oppgaven	45
Oppsummering	47
Referanser.....	48
Vedlegg	50

Innledning:

Norge har lenge vært en fiskeri-nasjon, og på slutten av 1950-tallet vokste det frem en interesse for å skape en næring av fisk i fangenskap. Gjennom de neste 10-årene ble det gjort ulike forsøk med regnbue-ørret og laks langs kysten av Norge. Fra 1970-tallet var oppdrettsnæringen i Norge et faktum, og flere aktører grep sjansen og ble nye pionerer i norsk fiskeri-historie. (Laksefakta, 2022). Denne næringen ble lenge sett på med skepsis blant det norske folk, men vokste raskt frem til å bli en av de største næringene her til lands. Ifølge Statistisk Sentralbyrå (SSB), sørger oppdrettsnæringen for over 70 milliarder kroner i førstehåndsverdi, med laks på 68 milliarder kroner i verdi alene (SSB - Statistisk Sentralbyrå, 2022). Gjennom en rapport fra Fiskeridirektoratet kommer det frem at mellom 8-9000 ansatte er direkte tilknyttet oppdrettsnæringen, med påfølgende 6-7000 personer ansatt i slakterier, fabrikker og lignende tilhørende næringen. (Fiskeridirektoratet, 2021).

Med fiskeoppdrett og dets massive vekst, har det også vokst frem ulike problemer og negative sider relatert til næringen. Som følger av veksten i oppdrett av laks og ørret, er det dukket opp ulike sykdommer som Infeksiøs Lakseanemi (ILA), Infeksiøs pankreasnekrose (IPN), furunkulose, bendelorm, bakteriell nyresyke og vintersår (Håstein, 2022), i tillegg til problemer som lakselus, rømming, og forurensing til miljøet (Misund, 2022). Dette er elementer som påvirker både miljø og villfisk negativt. Det jobbes godt i næringen for å begrense disse elementene, og forskning er et viktig arbeid for å forebygge dette. De miljøkonsekvensene næringen og forskere er mest bekymret over er lakselus og blanding av gener mellom villfisk og oppdrettslaks som følger av rømming. (Misund, 2022). Forurensing i form av kjemikalier, medisiner og fiskefôr står også høyt på listen over negative miljøpåvirkninger. Bunnfall og konsentrert oppsamling av fôr-rester kan påvirke bunnmiljøet og over tid føre til kritiske endringer, både kjemisk og biologisk. (Misund, 2022).

På bakgrunn av utdanningen Biomarin Innovasjon er det gjennom studiet tilegnet grunnleggende kunnskap om drift av oppdrettsanlegg, marin biologi og miljøpåvirkninger. Som et resultat av dette er det interesse for å se nærmere på villfisken som befinner seg rundt oppdrettsanlegg og hvordan disse eventuelt blir påvirket.

Oppgaven vil bli utført ved hjelp av video-opptak fra den selvbygde kamerariggen. Det skal gjennomføres flere tester av utstyret før riggen testes i fullskala ved et oppdrettsanlegg, hvor målet er å måle og analysere villfisk.

Ved måling av villfisk, finnes det flere ulike måter å gjennomføre dette på. ROV (remotely operated vehicle), BRUV (baited remote underwater vehicle) og DOV (diver operated stereo-video) er noen av de mest kjente metodene som finnes. Hver av disse fungerer godt til ulike situasjoner og formål. Studier viser at transekt-metoder som ROV og DOV, gjerne viser større diversitet innenfor gitte habitat, mens BRUV gjerne oppdager flere fisker og arter i samme tidsrom. (Schramm, et al., 2019). Studien konkluderte også med at BRUV kombinert med en transekt-metode ga 10% økning i den observerte diversiteten og at dette var mest optimalt for kartlegging av fisk. (Schramm, et al., 2019).

Ved sammenligning av ROV, DOV og BRUV er det en faktor som særlig skiller seg ut, nemlig at BRUV ikke trenger manuell styring. En BRUV blir gjerne satt ut ved et gitt område hvor man ønsker å undersøke artssammensetningen og ligger der et gitt tidspunkt, dette gjør at det ikke kreves mannskap for å styre den og de blir frie til å gjøre andre oppgaver. En negativ side ved BRUV derimot er at agnet kan trekke til seg arter som gir falske resultater.

Ved analyse under vann kan man også bruke enten et enkelt kamera, ofte kalt mono-vision, eller to kameraer, ofte kalt stereokamera. Stereokamera er to kamera som er festet ved en gitt avstand fra hverandre og gjerne er vinklet inn mot hverandre slik at arter kan bli observert fra to ulike vinkler samtidig. Et enkelt kamera har fungert godt tidligere og kan gi gode resultater dersom målet er å se på artsidentifikasjon eller telling av arter. (Harvey, Shortis, Stadler, & Cappelletti, 2002). Stereokamera derimot er en relativt ny teknologi som benytter seg av de to kameraenes posisjon i forhold til hverandre for å kunne se avstanden, størrelsen og selv vinkelen til en passerende fisk. Dette fungerer altså bedre dersom målet er å kunne definere størrelse og plassering til fisk i tillegg til telling og artsidentifikasjon. (Harvey, Shortis, Stadler, & Cappelletti, 2002).

En sammenligning av evnen til å måle størrelse på fisk ved enkeltkamera og stereokamera fra Academia, viste at stereokamera gir mer presise målinger i tillegg til at enkelt kamera var avhengig av helt spesielle betingelser for å oppnå relativt nøyaktige målinger (Harvey, Shortis, Stadler, & Cappelletti, 2002). Enkelt kamera fungerte greit dersom det målte objektet, her en fisk laget av plast, befant seg ved samme avstand som målestokken som ble brukt til kalibreringen, samt at fisken hadde en horisontal vinkel på 0° i forhold til kameraet.

Ved å plassere fisken nærmere enn målestokken kunne størrelsen øke så mye som +240% av opprinnelig størrelse, og ved å plassere den lenger unna enn målestokken kunne den minke så mye som -76% av opprinnelig størrelse. Bruken av stereokamera viser seg å være langt mer presist hvor fisken befant seg ved ulike avstander og vinkler. (Harvey, Shortis, Stadler, & Cappelletti, 2002)

Tema for denne oppgaven er “Måling av villfisk ved oppdrettsanlegg ved bruk av Stereokamera”, og tar utgangspunkt i villfisk ved oppdrettsanlegg. Gjennom denne bacheloroppgaven er det valgt å legge vekt på hvordan villfisk er påvirket av oppdrettsanlegg i form av størrelse, utseende og atferd. Dette skal gjennomføres ved bruk av stereokamera, ved hjelp av en egen-konstruert kamerarigg. Valget falt på å bruke dette oppsettet ettersom det gir bedre grunnlag for måling av størrelse og plassering, i tillegg til artsidentifikasjon. Oppgaven baserer seg på konstruksjon og testing av utstyr, før det til slutt vil gjennomføres en fullskala test i sjø utenfor oppdrettsanlegg for å ta opptak av villfisk og analysere disse i forhold til fysisk størrelse, utseende og atferd. Ved siden av målingen av selve villfiskene, vil det også bli kommentert sikt, vannkvalitet, strømrretning, artsidentifikasjon og andre nevneverdige observasjoner gjort av kameraene.

Fokuset er som nevnt villfisk som naturlig befinner seg utenfor oppdrettsanlegg, og det vil derfor ikke brukes agn til dette prosjektet. Det vil derfor kun bli observert fisk som allerede er naturlig til stede ved anlegget uten kunstig tillokking.

Selv om kamerariggen henter inspirasjon fra konstruksjon og bruksområdet til en BRUV, kan denne ikke defineres som dette da den ikke er agnet. Den riktige definisjonen vil dermed være RUV (remote underwater video) i dette prosjektet.

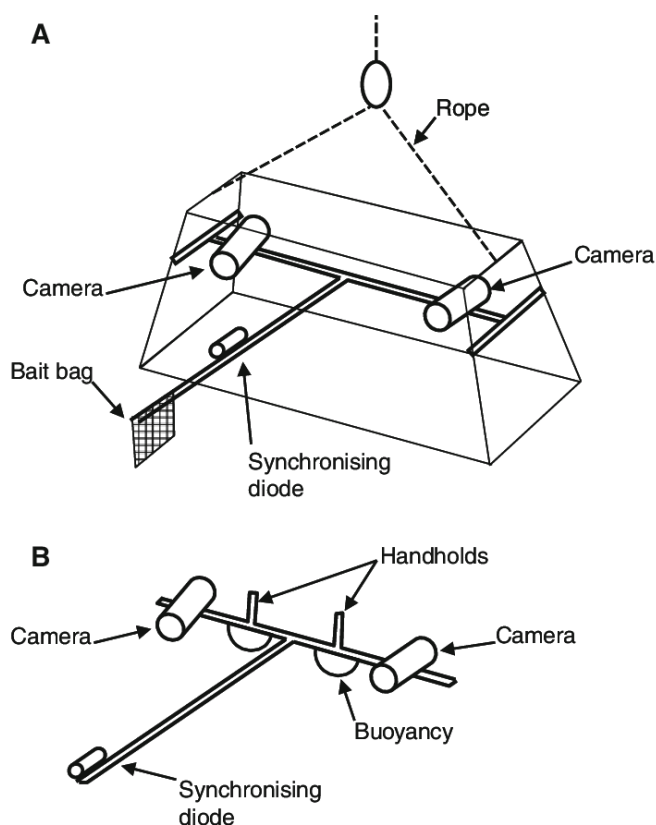
Oppgaven er todelt, hvor del 1 består av å bygge kamerariggen med stereokamera og kalibrere denne i dataprogrammet SeaGIS CAL. Del 2 av oppgaven er å utføre fysiske tester med denne riggen i kontrollerte miljøer før den til slutt tas i bruk utenfor et oppdrettsanlegg. Innsamlet data vil senere analyseres og måles gjennom dataprogrammet SeaGIS EventMeasure. Riggen som er bygget kan senkes ned for hånd og ta opptak av villfisk ned til en dybde på 20 meter. Disse opptakene vil deretter settes inn i SeaGIS-programmet som blir kalibrert for å måle størrelse av observerte fisker. Som et delmål for oppgaven vil det bli undersøkt hvorvidt en slik kalibrering må gjennomføres i vann, eller om den kan gjennomføres på land som et enklere alternativ.

På bakgrunn av studiet Biomarin Innovasjon, vil oppgaven først og fremst være mest relevant for fagområdene havforskning, akvakultur og marinbiologi. Basert på tidligere personlige erfaringer og forsøk gjennom studiet, er det tilegnet kunnskap om oppdrettsnæringen og dens påvirkning på miljøet. På bakgrunn av dette dukket det opp et ønske om å se nærmere på hvordan villfisk påvirkes av et havbasert oppdrettsanlegg. Oppgaven er med på å vise hvordan ulike metoder for måling og analysering av fisk, samt ulike teknologiske løsninger kan kombineres med praktisk feltarbeid og forskning.

Material og metode

Konstruksjon av kamerarigg

Første steg i prosessen var å få tak i egnet material og bygge en kamerarigg. Det ble tatt utgangspunkt i konseptet BRUV¹, hvor det ble hentet mye inspirasjon. En BRUV-rigg er som tidligere nevnt en “*Baited remote underwater video*”-rigg, og bygger på en konstruksjon bestående av en solid ramme med ett eller to kameraer, sammen med stang eller kurv med agn til fisk eller bunnlevende organismer. Denne riggen skal i tillegg være i stand til å heves og senkes ved hjelp av tau. Påfølgende skisse ble brukt som hoved-inspirasjon for vår konstruksjon.



Figur 1: Referanse-skisse av 2 ulike design på BRUV-rig. Variant A viser en kasse-konstruksjon med agn. Variant B viser en T-konstruksjon med lys.

(Bilde: Tim J. Langlois/University of Western Australia)

¹ Baited Remote Underwater Video. (Fjernstyrt undervannsvideo med agn)

Kamerariggen som ble bygget for oppgaven, ble forenklet som følger av budsjett og behov. Denne riggen var ikke ment til å brukes til bunn-observasjoner, dermed var det ikke behov for støtteben og “kasse-design” som i modell A i figur 1 over. Videre var fokuset på naturlig villfisk ved oppdrettsanlegg, og ikke tillokket fisk, og dermed ble agn og festemuligheter for agn tatt bort fra skissene. Kamerariggen var dermed forenklet og tilpasset oppgavens behov for bruk på en oppdrettsmerd. Det som var igjen av den originale skissen til inspirasjon, var en solid ramme-bjelke med to fastmonterte kameraer og festemuligheter for tau på sidene.

For konstruksjon ble det satt fokus på vekt, stabilitet, styrke og brukervennlighet. Som base ble det brukt en stålbjelke på 135 centimeter, hentet fra bedriften EA Smith. Stålbjelken måler 135cm*10cm*5cm og har en egenvekt på 14kg. På denne bjelken ble det montert 2stk GoPro Hero 8 action-kameraer.



*Figur 2: GoPro Hero 8 black edition actionkamera.
Kamera brukt til opptak på kamerariggen.
(Bilde: Skjerm bilde/Elkjøp)*

Stålbjelken ble rensert mekanisk og kjemisk, før det ble målt opp avstand og festepunkt til GoPro-kameraene. Stålbjelken ble først vasket i vanlig vann for å fjerne skitt og støv før den ble grundig pusset for hånd med sandpapir type 60 grov og deretter type 120 grov. Bjelken ble så rensert i flere omganger med Biltema Kraftvask for metall.

Denne ble skyllet av med vann etterpå for å fjerne alle kjemiske rester som kunne påvirke heft på overflaten. Ved endt rengjøring og heftforberedelse var overflaten på bjelken helt ren og støvfri og det var bart metall for best mulig heft.

Gjennom inspirasjon fra designene over, SeaGis sin nettside (SeaGis, 2022) og støtte fra veilederne i prosjektet, ble bestemt at GoPro-kameraene skulle monteres 70cm fra hverandre med omtrentlig 7 graders vinkel inn mot hverandre. For å feste kamera-husene til GoPro-kameraene, ble det limt fast en plastikkplate i bjelken som kamerahusene kunne festes på. Dette ble det solide bindeleddet mellom bjelken og kamera. Selve plastikkplaten ble limt fast med 2-komponents epoxy-lim. Det ble brukt Casco Strong Epoxy Metal (Obs Bygg, 2022). Denne limen var egnet for metall og plast, skulle tåle høy belastning og samtidig tåle påkjenningen fra saltvann over tid. Dette ble dobbeltsjekket på telefon hos Casco teknisk avdeling. Etter at plastikkplaten var limt fast ble den samme limen brukt til å lime kamerahusene fast i festepunktet i plast-platen. Dette ble gjort slik at det ikke skulle være mulig å endre vinkelen på kameraene da det vil kunne føre til feilmålinger om vinkelen endres under eller etter kalibrering. Limen fikk herde seg i et varmt rom de neste dagene før kamerariggen ble tatt med til et klasserom hos NTNU Ålesund, for kalibrering og sin første test.

Etter den første testen og kalibreringen var gjennomført, og det ble bevist at kamerariggen fungerte, var det tid for å montere tau for nedsenkning. Det ble boret 4 hull i stålbjelken, 2 på hver side i den øverste flaten. Det ble laget til tau for transport på omtrentlig 1 meters lengde, med løkke i ene enden og karabinkrok i andre enden. Karabinkroken ble festet i hullene på stålbjelken. Riggen kunne dermed transporteres på en enkel og behagelig måte. Det ble også laget til 2stk tau på 22 løpemeter. Disse ble laget for å heve og senke riggen i vann. Dette tauet ble merket per løpemeter for å kunne vite hvilken dybde riggen skulle befinne seg på. I ene enden av tauet ble det laget knute med karabinkrok, for å feste i løkken til transport-tauet.



Figur 3; Ferdigkonstruert kamera-rigg med transport-tau. (Bilde: Privat)

Etter konstruksjon fremstod kamerariggen som solid og velbygget. Alle komponenter satt fast, og ønsket design var oppnådd. Ved boring av hull til karabinkroker var stålbejelken hardere enn forventet og det tok mer tid og energi enn det var forventet på forhånd. Kamerariggens konstruksjon og tau-oppsett gjorde det lett å frakte den med seg.

Kalibrering og måling

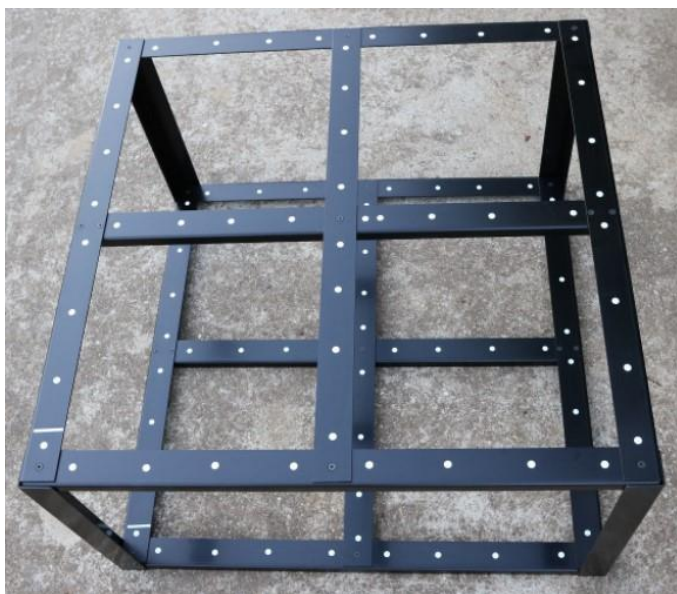
For kalibrering av stereokamera, ble det tatt i bruk en kalibreringskube fra det australske selskapet SeaGis. SeaGis er en australsk bedrift som spesialiserer seg på vitenskapelig måleutstyr i form av fysiske produkter, samt tekniske programmer. Deres hovedfokus baserer seg på forskning rundt marin økologi og marin biologi, og utvikler sine produkter deretter (SeaGis, 2022). Kalibrering av kamerariggen ble gjennomført ved å filme SeaGIS sin egen kalibreringskube ved bruk av våre GoPro Hero 8 action-kameraer. Kamerainnstillingene under opptakene var 60FPS², FOV³: Wide (16-34mm) og bilde-oppløsning: 1080 HD.

Kuben er konstruert av tynne metall-bjelker og er lakkert svart med hvite prikker. Kuben måler 1000mm*1000mm*500mm ved fullmontert størrelse, men denne kan demonteres for transport og lagring. Kuben har hvite prikker på fremsiden for kalibrering, resten av kuben er svart. Prikkene fungerer som referansepunkter for SeaGis's kalibreringsprogram SeaGis Cal.

² Frames per second (bilder per sekund)

³ Field of view (synsfelt)

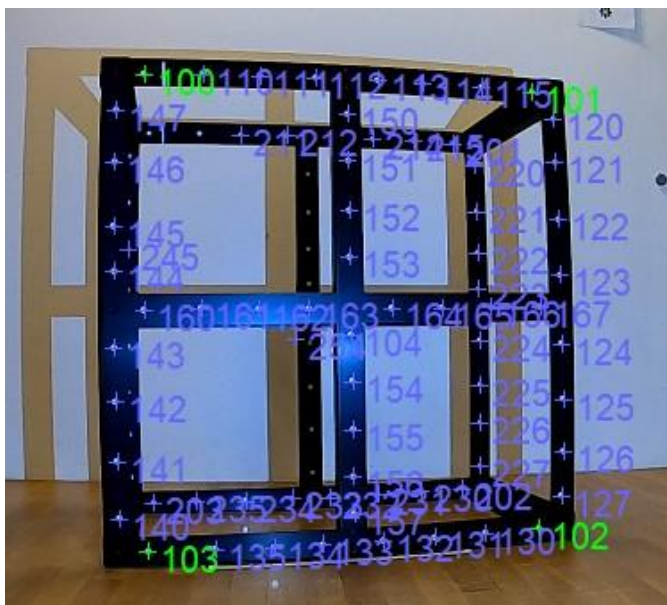
Kalibreringen danner grunnlaget for fremtidig måling, og gjøres for å skape grunnleggende referansepunkter for programvaren. Programvaren bruker kunstig intelligens som lærer opp i forhold til gjeldende referansepunkter og avstander på kalibreringskuben. Kalibreringskuben og den ferdigstilte kalibreringen påvirker hvordan programvaren måler punkt og objekter i fremtiden.



Figur 4, SeaGis's kalibreringskube. (Bilde: SeaGis)

Under den første kalibreringen, gjennomført innendørs ved NTNU Ålesund, ble kamerariggen plassert oppå en kasse for å komme litt opp fra gulvet, og få en mer direkte kameravinkel rett på kuben. Kalibreringskuben ble plassert omtrentlig 2,5 meter fra kamerariggen. Etter begge kameraene er satt på opptak er det viktig å skape et synkront øyeblikk før videre opptak. Dette gjøres for å finne et presist punkt i videoen for å samkjøre videofilene fra venstre og høyre kamera. Dette gjøres ved å blinke med lys som oppfattes av begge kameraene samtidig, for eksempel ved hjelp av en mobiltelefon eller en lommelykt. Siden det brukes to kameraer samtidig, altså stereo-kamera er det viktig å kunne samkjøre begge videofilene til samme øyeblikk. Uten dette synkron-øyeblikket kan det hende at programvaren ikke klarer å analysere videomaterialet godt nok og gi presise resultater. Det er viktig at dette gjøres hver gang det startes et nytt opptak. Kalibreringskuben ble deretter filmet i 20 ulike vinkler for å skaffe mest mulig kalibreringsmateriale. Vinklene er forhåndsbestemt av SeaGIS sin instruksjonsmanual, og innebærer nøytral, sidevendt venstre, sidevendt høyre, foroverlent og bakoverlent vinkel på kuben på hver av de fire sidene til kuben. (SeaGis, 2020).

Videoen av kuben ble deretter lastet inn i kalibreringsprogrammet SeaGIS CAL. Gjennom programmet CAL, lastes venstre og høyre videofil opp samtidig, og man får et “stereo-syn” i programmet. Her vises venstre og høyre video samtidig, og man finner man frem til det synkrone lys-øyeblikket laget med et lysblink. Venstre og høyre video synkroniseres til det samme stillbildet (frame) i videoene hvor lyset akkurat kommer på slik at forskjellen i stillbilder (frames) alltid er like stor og begge videoene alltid observerer nøyaktig samme tidspunkt. Videoene er dermed synkroniserte og kalibrering og måling blir nå presist utført. Dette gjøres en gang per video. For hver vinkel av kuben ble det stoppet på et tydelig stillbilde, og prikkene i kuben ble markert manuelt med musepeker på datamaskinen. Denne vinkelen av kuben er nå kalibrert, og kubens snus til neste vinkel. Hver for seg gir de ulike stillbildene en usikker kalibrering, men alle 20 stillbildene til sammen gir en god og kvalitetssikker kalibrering basert på ulike vinkler, avstander og plasseringer. Det er viktig at siden med prikkene alltid er vendt mot kameraene ved kalibrering, og at prikkene ikke skjules av gjenstander eller hender, samt at de er tydelige og oppfattes av kameraene.



Figur 5; Kalibreringskub under kalibrering i SeaGis Cal. (Bilde: Privat)

Ved fullført kalibrering, ble kalibreringsfilen lagret og deretter lastet inn i SeaGIS EventMeasure, som er et annet program fra SeaGIS, ment for måling av størrelser, avstand og utforming. På forhånd ble det også filmet en test-video av en fysisk målestokk fra SeaGIS. Her ble også kameraene synkronisert med lys-blits før resten av opptaket fant sted. Samme kamerainnstillinger som ved kalibrering er gjeldende her.

Målestokken fra SeaGis er av aluminium og har 3 sorte firkanter med en hvit prikk på seg i fastlåst distanse til hverandre. De 3 distansene er fast, og måler 359.6mm, 555.5mm og 915.1mm. (SeaGis, 2020). Denne ble beveget foran kamerariggen i ulike avstander og vinkler, i et forsøk på å simulere objekter av ulik størrelse i ulike avstander. Denne videoen ble lastet opp i EventMeasure for måling. I programmet EventMeasure ble kalibreringsfilene av kuben også lastet opp, sammen med video-opptakene som ble gjennomført av den fysiske målestokken. Kalibreringsfilene er “reglene” for denne målingen og påvirker hvordan programvaren leser kommende målepunkt. I første testfase ble det plukket ut 20 ulike stillbilder fra videoen og disse ble målt ved tre ulike distanser på målestokken. Prikkene på målestokken ble valgt manuelt i programmet ved hjelp av musepekeren, og programmet regnet dermed ut lengden mellom to av de valgte prikkene, basert på kalibreringsfilen fra kalibreringsprosessen. Resultatene ble lagret som en TXT-fil inne i programmet. I etterkant av testen ble det laget et Excel-ark hvor verdiene fra TXT-filen ble fylt inn for bedre oversikt og utførelse.

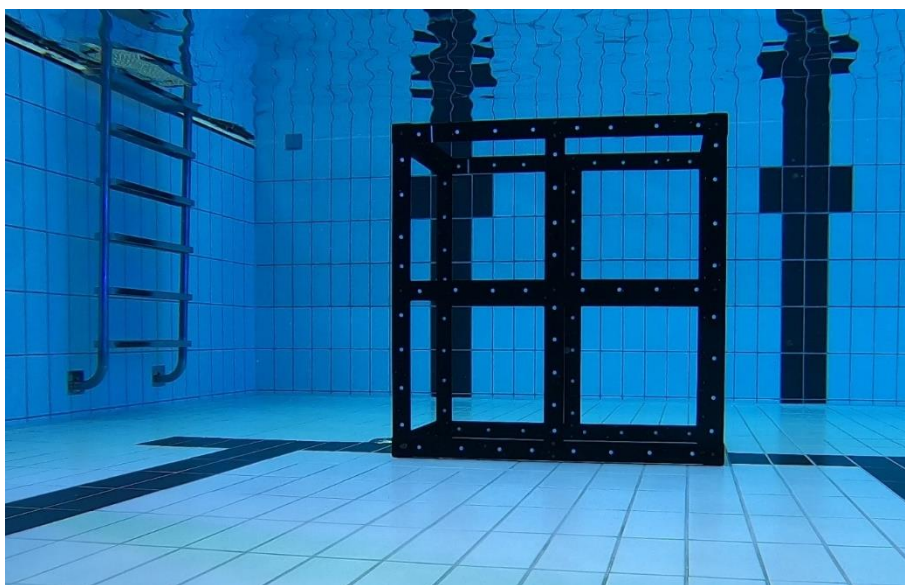


Figur 6; SeaGis's målestokk for lengdemåling (Bilde: SeaGis)

Kalibrering og måling i vann

Ved en senere anledning ble det gjennomført en ny kalibrering og ny objekt-måling under vann. Dette ble utført hos Bybadet Ålesund, hvor deres basseng ble benyttet for testing. Det ble brukt de samme GoPro Hero 8 action-kamera som ved tidligere opptak og kalibreringer. Kamerainnstillingene under disse opptakene var fremdeles 60FPS, FOV: Wide (16-34mm) og bilde-oppløsning: 1080 HD.

Den samme kalibreringskuben ble brukt sammen med vår egen kamerarigg, på samme måte som den tidligere landbaserte testen. Kuben ble plassert på bunnen av bassenget, med en avstand på omtrentlig 2,5 meter fra kamerariggen. Kamerariggen ble plassert oppå en kasse for å komme litt opp fra bunnen for å få fokus konsentrert midt på kuben. Under målingen hos Bybadet ble det igjen brukt SeaGIS's målestokk med hvite prikker, i tillegg til en 3D-printet fisk for å sette litt realitet på testen. Den 3D-printede fisken målte 175mm i lengde. Standard prosedyre for kalibrering og måling ble fulgt og det ble plukket ut mange stillbilder for måling av både målestokken og fisken. Videre behandling, kalibrering og måling ble gjennomført på samme måte som før.



Figur 7; Kalibreringskubee under vann ved testing i Bybadet Ålesund (Bilde: Privat)



Figur 8; 3D-printet fisk brukt til måling ved Bybadet Ålesund (Bilde: Privat)

Kalibreringen i vann ble utført til tross for at kalibreringen på land var vellykket. Dette var på bakgrunn av SeaGis's egne råd(SeaGis, 2020), samt et ønske om å sammenligne en lettvent landbasert kalibrering med en mer fysisk krevende kalibrering i vann for å sammenligne kvalitet og presisjon.

I etterkant av vann-testen hos Bybadet, ble det gjort en vurdering, og kamerahusene ble dobbeltsikret med gaffatape ettersom det ble observert små luftbobler fra limen brukt til å holde fast plastikkplatene til kamerahusene. Denne ble surret rundt stålbjelken og over plastikkplaten i tre omganger som en ekstra forsikring om at det ikke ville være noen uønsket bevegelse i oppsettet.

Fullskala test ved oppdrettsanlegg

Torsdag den 28. April ble det gjennomført fullskala måling av villfisk ved NTNU's oppdrettslokalitet på Gudmundset. Det ble filmet ved to oppdrettsmerder, hvor en merd var med små fisk og en merd med større fisk. Utstyret ble fraktet ut med båt og flyttet over til merdringene. Det ble brukt de samme GoPro Hero 8 action-kamera som ved tidligere opptak og kalibreringer. Kamerainnstillingene under disse opptakene var fremdeles 60FPS, FOV: Wide (16-34mm) og bilde-oppløsning: 1080 HD.

Ved start av opptak ble det som ved tidligere forsøk opprettet et synkront øyeblikk med blits fra telefonen. Kamerariggen ble deretter senket ned i vannet fra to ulike punkt fra hver oppdrettsmerd. Kamerariggen ble senket på utsiden av merden, med kameraene vendt bort fra merdringen, ettersom fokuset er villfisk. Dette ble gjort i nordøstlig retning og vest/sørvestlig retning på begge oppdrettsmerkene. Riggen ble senket ned på 6 meter og 15 meters dybde med ti minutters opptaksintervall på hver dybde. Selv om riggen kunne komme til å observere fisk før og etter de ønskelige dybdene, er det kun fisk som er observert på 6 meter og 15 meters dybde som er aktuelle for oppgaven. Riggen ble plassert på de ulike dybdene for å samle inn videomateriell om fiskene på utseende, størrelse og atferd, i tillegg til vannmiljøet, sikt og strømretning. Disse punktene ville bli analysert visuelt i ettertid. Strømretning ble dobbeltsjekket via Barentswatch's bølgevarsel (Barentswatch, 2022). For hver av intervallene ble tauene til riggen knyttet fast i oppdrettsmerkens rekkverk for stabilitet og sikkerhet. Kamerariggen var dermed stabil, og dette sørget for stabile videoopptak uten uønskede bevegelser og vibrasjoner.

Etter endt forsøk ble videoopptakene igjen lastet opp og analysert i måleprogrammet EventMeasure. Her ble det brukt kalibreringsfilen fra kalibreringen i vann hos Bybadet, ettersom den var den mest kvalitetssikre kalibreringsfilen. Fra opptakene ble det plukket ut et utvalg av fisk fra hver dybde, merd, og ulike svømmeretninger. Lengden på fisken ble målt på samme måte som ved tidligere målinger og EventMeasure fylte automatisk inn annen nyttig informasjon, som presisjon, vinkel på fisken, fiskens avstand fra kamera og RMS-verdi. Disse verdiene sier noe om hvor godt programmet klarer å forutse hvor fisken befinner seg i forhold til hvert enkelt kamera.

Resultat

Resultater del 1; Kalibrering og land-test av kamerarigg

Ved kalibrering og test innendørs opplevdes lysforholdene som ikke-optimale i etterkant. Videoene opplevdes mer kornete i kvalitet enn nødvendig, og lysforholdene gjorde at noen vinkler på målestokken ikke var like tydelige å markere i programvaren EventMeasure. Lysforholdene og den kornete kvaliteten gjorde noen av linjene og målepunktene ble vanskeligere å definere. Noen punkter og linjer virket større som følger av en skygge-effekt fra koringen over flere pixler. Alle resultater under kommer fra målinger utført med en avstand på 0,5 meter til 2 meter fra kamera.

Tabell 1 viser resultater fra måling innendørs ved NTNU Ålesund, med målestokken som hadde kjent størrelse. For den korteste lengden på 359,6mm var de fleste målingene svært presise bortsett fra et betydelig avvik målt til 72,6mm forskjell fra den faktiske lengden. Den minste forskjellen her var på 0,2mm ved 0,5 meters avstand til kamera, og det største avviket var på 72mm ved 0,7 meters avstand. Gjennomsnittsavviket var på 10,4mm, noe som var kraftig påvirket av det store avviket på 72,6mm. Ved å ta bort det største avviket på 72,6mm, blir snittavviket på 1,54mm, og det største avviket på 6,33mm ved 0,6 meters avstand. Sett bort fra ekstremverdien, endte gjennomsnittsstørrelsen på 360,54mm. Dette er et avvik på +0,94mm.

Ved økt lengde til 555,5mm ble resultatene mer ujevne enn ved 359,6mm. Det største avviket her var på 72,65mm, og det minste avviket var på 0,58mm. Gjennomsnittlig avvik på disse målingene ble på 21,54mm. Ved å ta bort de 2 største avvikene på 72,65mm og 28,68mm, blir gjennomsnittlig avvik på 9,89mm. Sett bort fra ekstremverdiene endte gjennomsnittsstørrelsen på 545,61mm. Dette er et avvik på -9,89mm.

Ved den lengste avstanden på målestokken, altså på 915.1mm, var det minste avviket på 2,71mm og det største avviket var på 119,22mm. Gjennomsnittlig avvik ble dermed på 32,96mm. Ved å fjerne de to største avvikene på 119,22mm og 50,39mm ble gjennomsnittlig avvik på 7,05mm. Sett bort fra ekstremverdiene, endte gjennomsnittsstørrelsen på 908,05mm. Dette er et avvik på -7,05mm.

Tabell 1; Resultater fra måling i klasserom ved NTNU Ålesund

Lengde målestokk	Faktisk størrelse	Målt lengde (mm)	Avvik fra faktisk størrelse (mm)	Presisjon (mm)	RMS (mm)	Avstand fra kamera (mm)
Liten	359,6	365,93	6,33	0,83	4,88	606,03
Liten	359,6	432,06	72,46	1,17	1,08	717,45
Liten	359,6	359,4	-0,2	0,93	0,23	563,474
Liten	359,6	358,17	-1,43	0,69	0,31	440,911
Liten	359,6	359,52	-0,08	0,92	1,40	679,694
Liten	359,6	359,2	-0,4	1,08	1,01	778,073
Liten	359,6	360,2	0,6	2,22	0,62	1124,444
Liten	359,6	361,37	1,77	4,58	0,66	1453,925
Medium	555,5	538,71	-16,79	2,40	5,44	1034,726
Medium	555,5	584,18	28,68	1,16	8,40	684,314
Medium	555,5	546,67	-8,83	3,22	0,86	1563,496
Medium	555,5	540,81	-14,69	3,68	1,51	1546,43
Medium	555,5	554,92	-0,58	3,44	1,15	1284,877
Medium	555,5	482,85	-72,65	1,72	22,22	889,988
Medium	555,5	546,92	-8,58	3,49	0,68	1429,088
Stor	915,1	965,49	50,39	1,18	28,31	641,939
Stor	915,1	909,61	-5,49	3,23	0,53	1565,783
Stor	915,1	795,88	-119,22	3,56	11,74	1623,615
Stor	915,1	903,38	-11,72	2,80	0,68	1222,5
Stor	915,1	906,83	-8,27	3,25	0,53	1292,657
Stor	915,1	912,39	-2,71	4,71	0,37	1358,75
Gjennomsnittlig målt størrelse, liten målestokk = 360,54mm						
Gjennomsnittlig målt størrelse, medium målestokk = 545,61mm						
Gjennomsnittlig målt størrelse, stor målestokk = 908,05mm						

Gjennom analysering og måling av innsamlet rådata, var det tydelig at målingene lengst unna kamerariggen var mest utydelige og ga de mest upresise målingene.

Resultater del 2; kalibrering og måling under vann hos Bybadet Ålesund

Kalibreringen og målingene utført i basseng var svært gode. Det var klart vann, god sikt og god belysning. Videoene var av god kvalitet uten korning og bilde-støy. Gjennom både Cal og EventMeasure var det mye lettere å velge referansepunkter fra videoene som følger av forholdene. Alle resultater under kommer fra målinger utført med en avstand på 0,5 meter til 4 meter fra kamera.

Tabell 2 viser resultatene fra målingene som ble gjort under vann hos Bybadet, av SeaGis's målestokk og vår 3D-printede fisk.

For den korteste lengden av målestokken på 359,6mm hadde alle målingene god presisjon. Det største avviket var 2,28mm ved 3,8 meters avstand, og det minste avviket var 0,29mm ved 0,8 meters avstand. Det gjennomsnittlige avviket var på 1,51mm. Målt gjennomsnittsstørrelse endte opp på 358,74mm. Dette er et avvik på -0,86mm.

Ved middels lengde på 555,5mm hadde flere av målingene god presisjon. Det største avviket var på 3,82mm ved 1,5 meters avstand, og det minste avviket var på 0,32mm ved 2,1 meters avstand. Det gjennomsnittlige avviket var på 2,64mm. Målt gjennomsnittsstørrelse endte opp på 553,67mm. Dette er et avvik på -1,83mm.

For den lengste avstanden på målestokken på 915.1mm, var det minste avviket på 0,23mm ved 2,1 meters avstand og det største avviket på 5,39mm ved 1,4 meters avstand. Det gjennomsnittlige avviket var på 3,54mm. Målt gjennomsnittsstørrelse endte opp på 913,05mm. Dette er et avvik på -2,05mm.

Den 3D-printede fisken hadde mål på 175mm, og målingene gjort av EventMeasure har god presisjon. Det minste avviket var på 0,01mm ved 0,6 meters avstand, og det største avviket på 2,43mm ved 1,2 meters avstand. Det gjennomsnittlige avviket var på 1,2mm. Målt gjennomsnittsstørrelse endte opp på 174,22mm. Dette er et avvik på -0,78mm.

Tabell 2; Resultater fra måling ved Bybadet Ålesund

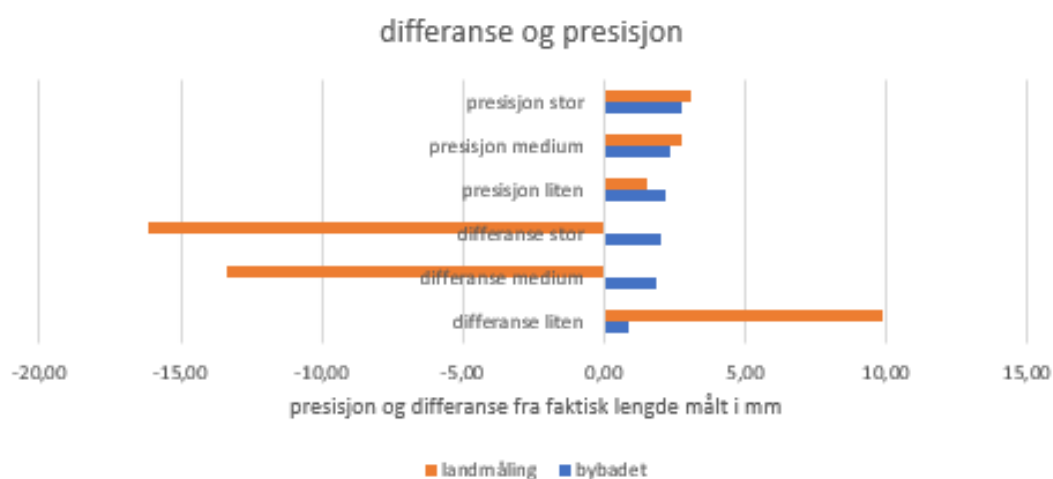
Målt objekt	Faktisk lengde (mm)	Målt lengde (mm)	Beregnet avvik (mm)	Presisjon fra Ev.Meas.(mm)	RMS (mm)	Avstand fra kamera (mm)	Horz. Dir. (deg)
Målestål Liten	359,60	357,59	2,01	1.693	0.223	1648.276	1.270
Målestål Liten	359,60	358,03	1,572	1.774	0.813	1397.921	15.808
Målestål Liten	359,60	359,30	0,299	0.903	0.952	887.873	4.301
Målestål Liten	359,60	358,76	0,843	3.328	0.231	2129.655	9.851
Målestål Liten	359,60	358,06	1,544	1.514	0.482	1444.554	3.889
Målestål Liten	359,60	357,56	2,041	1.613	0.868	1548.502	0.520
Målestål Liten	359,60	361,88	-2,28	4.232	0.756	3872.567	4.137
Målestål Medium	555,50	552,71	2,794	1.777	0.652	1634.087	1.538
Målestål Medium	555,50	551,68	3,82	2.319	0.539	1554.083	15.609
Målestål Medium	555,50	552,57	2,93	0.899	1.930	846.467	0.932
Målestål Medium	555,50	555,18	0,32	2.677	0.314	2140.346	8.982
Målestål Medium	555,50	551,94	3,57	1.476	0.588	1411.302	4.713
Målestål Medium	555,50	557,93	-2,428	5.036	1.090	3902.000	2.033
Målestål Stor	915,10	909,70	5,399	2.324	0.813	1477.524	15.687
Målestål Stor	915,10	911,52	3,582	1.022	1.947	840.234	2.267
Målestål Stor	915,10	914,87	0,229	3.238	0.212	2123.359	9.223
Målestål Stor	915,10	910,34	4,759	1.703	0.506	1405.427	4.358
Målestål Stor	915,10	918,84	-3,737	5.352	0.972	3880.391	2.585
3D-Printet Fisk	175,00	172,57	2,432	1.147	0.175	1270.476	2.350
3D-Printet Fisk	175,00	175,15	-0,15	0.716	3.411	751.602	8.523
3D-Printet Fisk	175,00	176,04	-1,04	0.917	0.487	1022.570	2.402
3D-Printet Fisk	175,00	175,91	-0,912	1.870	0.722	2029.408	4.084
3D-Printet Fisk	175,00	174,99	0,01	0.650	0.486	677.057	6.131
3D-Printet Fisk	175,00	173,11	1,89	0.680	0.591	727.608	2.781
3D-Printet Fisk	175,00	173,07	1,926	1.444	0.226	874.268	42.611
3D-Printet Fisk	175,00	174,16	0,84	1.343	1.402	1485.974	2.305
3D-Printet Fisk	175,00	173,41	1,589	1.492	0.729	1516.620	5.040
3D-Printet Fisk	175,00	173,75	1,25	1.469	0.701	1514.889	4.191
Gjennomsnittlig målt størrelse, liten målestokk = 358,74mm							
Gjennomsnittlig målt størrelse, medium målestokk = 553,67mm							
Gjennomsnittlig målt størrelse, stor målestokk = 913,05mm							
Gjennomsnittlig målt størrelse, 3D-printet fisk = 174,22mm							

Resultatene fra målingene gjort etter vann- og landkalibrering ble sammenlignet i figur 9 og 10. Figur 9 viser gjennomsnittet for differansen, som ble målt manuelt og presisjonen målt av EventMeasure. Presisjonen var ganske lik for vannkalibreringen over alle de tre størrelsene, mens for landkalibreringen var den bedre for de korte målingene og dårligere for de lengre målingene.

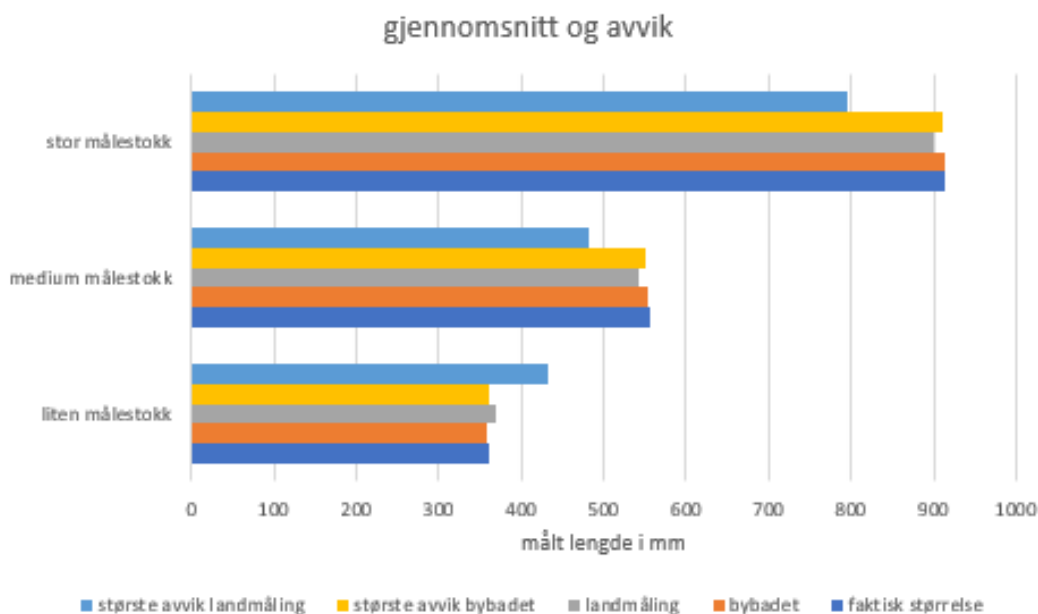
Gjennomsnittet for den faktiske differansen i målingene viser at resultatene fra Bybadet jevnt over var svært presise, særlig ved den korteste målingen. For målingen som ble gjennomført i klasserommet ser man en stor overestimering av lengden ved den korte målingen, denne er riktignok kraftig påvirket av et stort avvik. For den midterste og lengste målingen er det målt en stor underestimering av den faktiske lengden.

Figur 10 viser gjennomsnittsmålingene og det største avviket ved måling av målestokken etter land og vannkalibrering. Denne figuren viser at gjennomsnittet for vannmålingene er den som er nærmest den faktiske målingen ved alle lengder.

Det viser seg også at selv det største avviket for vannmålingene er mer presist enn gjennomsnittsmålingene for landkalibrering ved alle de målte lengdene. Den ene målingen som skiller seg spesielt ut fra de andre er det største avviket fra landmålingene, dette avviket skiller seg med 7-12cm fra de andre målingene. De gjeldende målingene viser altså at vannkalibreringen ga mer presise målinger og mindre avvik enn landkalibreringen.



Figur 9; viser gjennomsnittet av differanse og presisjon målt i mm for målingene gjort under kontrollerte omgivelser etter land- og vannkalibrering



Figur 10; viser gjennomsnittsmålinger og største målte avvik målt i mm for målingene gjort under kontrollerte omgivelser etter land- og vannkalibrering

Resultater del 3; Fisk i sjø ved oppdrettsanlegg

Tabell nr 3, 4, 5 og 6 viser resultatene fra målingene som ble gjennomført ved oppdrettsanlegget på Gudmundset. Arter observert under forsøket var sei og torsk. Alle målinger er gjort av sei, med unntak av to målinger av torsk. Ingen andre arter ble observert under dette forsøket. Figur 11 viser en sei, og figur 12 viser en torsk. Begge fiskene under ble observert ved Gudmundset og senere målt i EventMeasure.



Figur 11; Observert sei (Bilde: Privat)



Figur 12; Observert torsk (Bilde: Privat)

Ved målinger i sjøen utenfor oppdrettsanlegget var det varierende kvalitet på videomateriell. Sikten var til tider dårlig og det var en del partikler i vannet. Avhengig av vinkelen på kamerariggen, var det ikke alltid lyssettingen på videoene var like bra. Pga lys og partikler i vannet opplevdes noen stillbilder som kornete med lys-støy som følger av forholdene. På alle videoene, ved 10-12 meters dybde ble det observert et fargeskifte i vannet, hvor fargen gikk fra blått til grønt. I dette grønne beltet ble sikten merkbart dårligere. Under 12 meters dybde gikk fargen tilbake til blått.



Figur 13; Grønt fargebelte ved 10-12 meters dybde (Bilde: Privat)

Opptakene gjort ved Gudmundset viser betydelig mengde av sei, noe som dominerer 99% av artsidentifikasjonene. Foruten sei, ble det gjort observasjoner av 2stk torsk. Figur 14 viser forkortelser og rangering av resultatene i kommende tabeller.

Forkortelser	Himmelretning
FM? = Feilmåling?	N = Nord
FM! = Garantert feilmåling	S = Sør
	Ø = Øst
	V = Vest
Fargeskala	Avvik (mm)
Sterk grønn = Veldig gode resultat	0mm - 1,5mm
Svak green = Gode resultat	1,51mm - 2,5mm
Hvit = Helt ok, men brukbart resultat	2,51mm - 4,0mm
Svak rød = Ikke gode resultat	4,1mm - 9,5mm
Sterk rød = Veldig dårlige resultat	9,51mm +

Figur 14; Forkortelser og rangering av resultater i kommende tabeller.

- Merd med små fisk, nordøstlig retning, motstrøms vannretning

Målinger er utført i nordøstlig retning i motstrøms vannretning ved oppdrettsmerd med liten fisk. All målt fisk under denne målingen befant seg mellom 0,5 meter til 2 meter fra kamera.

Her ble det gjort målinger av 10 fisk, 6 stykk ved 6 meter dybde og 4 stykk ved 15 meter dybde. Det minste målte avviket var 0,76mm ved 0,5 meter avstand, og det største målte avviket var på 3,71mm ved 1,7 meter avstand. Det gjennomsnittlige avviket er beregnet til 1,59mm. Minste målte størrelse er 361,57mm og største målte størrelse er 552,93mm. Gjennomsnittsstørrelsen av all målt fisk ble beregnet til 428,09mm. Ved denne målingen hadde alle fiskene en horisontal vinkel i forhold til kamera på under 25 grader.

Tabell 3; Resultat Gudmundset opptak 1

Målt Lengde (mm)	Presisjon (mm)	RMS (mm)	Avstand fra kamera (mm)	Dybde (m)	Horz. Dir. (deg)	(Art, dybde, sted, himmelretning)
361,568	1,054	5.554	713.450	6	16.970	Sei, 6m, liten merd, NØ
399,823	0,767	7.744	574.922	6	4.260	Sei, 6m, liten merd, NØ
383,581	1,175	15.080	816.935	6	18.207	Sei, 6m, liten merd, NØ
380,644	1,468	5.981	882.473	6	22.215	Sei, 6m, liten merd, NØ
455,695	2,081	4.312	1333.001	6	0.095	Sei, 6m, liten merd, NØ
383,280	1,163	12.801	844.867	6	11.435	Sei, 6m, liten merd, NØ
440,033	0,91	4.529	667.285	15	6.994	Sei, 15m, liten merd, NØ
423,931	1,414	14.163	948.775	15	4.227	Sei, 15m, liten merd, NØ
552,934	2,133	8.936	1241.409	15	17.390	Sei, 15m, liten merd, NØ
499,418	3,713	20.757	1758.151	15	3.280	Sei, 15m, liten merd, NØ
Gjennomsnittsstørrelse målt sei: 428,091mm				Standardavvik for presisjon på målt sei: 0,87mm		

- Merd med små fisk, vestlig retning, medstrøms vannretning

Målinger er utført i vestlig retning i medstrøms vannretning ved oppdrettsmerd med liten fisk. All målt fisk befant seg mellom 0,5 meter og 3 meters avstand fra kamera.

I vestlig retning på oppdrettsmerden med liten fisk, ble det gjort målinger av 12 stk fisk. Det ble målt 6 stykk fisk ved 6 meter og 6 stykk fisk ved 15 meters dybde. Det var her målt 10 stykk sei og 1 stykk torsk to ganger.

Ved måling av sei, var det minste avviket 0,77mm ved 0,5 meter avstand, og det største avviket var på 20,87mm ved 2,8 meter avstand. Sett bort fra to ekstremverdier på 18,56mm og 20,87mm var det største avviket på 3,44mm ved 1,2 meter avstand. Sett bort fra disse ekstremverdiene er gjennomsnittlig avvik på sei er beregnet til 1,77mm. Minste målte størrelse av sei er 337,14mm, og største målte størrelse på sei utenom ekstremverdi, er 486,13mm. Gjennomsnittlig lengde på sei, utenom ekstremverdi, er beregnet til 414,95mm. Ved denne målingen ble det funnet flere fisker som hadde en horisontal vinkel på rundt 40 grader eller mer.

Ved måling av torsk var det minste avviket på 3,26mm ved 1,3 meter og det største avviket på 3,28mm ved 1,4 meter. Gjennomsnittlig avvik på torsk er beregnet til 3,27mm. Minste torskemåling er 822,20mm, og største torskemåling er 825,35mm. Gjennomsnittlig lengde på målt torsk er beregnet til 823,77mm. Disse ble hadde en horisontal vinkel på 18 og 33 grader i forhold til kamera.

Tabell 4; Resultat Gudmundset opptak 2

Målt Lengde (mm)	Presisjon (mm)	RMS (mm)	Avstand fra kamera (mm)	Dybde (m)	Horz. Dir. (deg)	(Art, dybde, sted, himmelretning)
390,563	0,884	9.106	635.716	6	15.949	Sei, 6m, liten merd, V
578,541	18,559	18.049	3003.172	6	42.746	Sei, 6m, liten merd, V (FM?)
567,830	20,87	19.954	2829.060	6	58.020	Sei, 6m, liten merd, V (FM?)
380,373	0,77	10.715	547.196	6	58.622	Sei (loddrett), 6m, liten merd, V
337,144	2,324	15.150	1199.270	6	32.273	Sei, 6m, liten merd, V
418,657	1,679	18.466	1237.867	6	5.664	Sei, 6m, liten merd, V
431,137	2,074	7.071	1230.825	15	1.487	Sei, 15m, liten merd, V
485,320	3,444	3.077	1286.645	15	34.057	Sei, 15m, liten merd, V
486,132	2,022	9.869	1471.292	15	6.048	Sei, 15m, liten merd, V
822,196	3,258	16.437	1300.011	15	33.175	Torsk, 15m, liten merd, V
825,345	3,281	18.814	1441.278	15	18.646	Torsk (samme), 15m, liten merd, V
390,284	0,985	6.771	711.547	15	11.133	Sei, 15m, liten merd, V
Gjennomsnittstørrelse målt sei: 446,598mm				Standardavvik for presisjon på målt sei: 7,6mm		
Gjennomsnittstørrelse målt sei uten avvik: 414,951mm				Standardavvik for presisjon på målt sei uten avvik: 0,9mm		
Gjennomsnittstørrelse målt torsk: 823,771mm				Standardavvik for presisjon på målt torsk: 0,02mm		

- Merd med stor fisk, sørvestlig retning, medstrøms vannretning

Målinger er utført i sørvestlig retning i medstrøms vannretning ved oppdrettsmerd med stor fisk. All målt fisk befant seg mellom 0,4 meter og 2,6 meter unna kamera.

Her var kun sei, og det ble det plukket ut og målt 15 fisk, 7 stykk ved 6 meter og 8 stykk ved 15 meters dybde. Fiskens horisontale vinkel i forhold til kamera varierte fra 0,03 grader til 89,25 grader. Det minste avviket var på 0,67mm ved 0,4 meter avstand, og det største avviket var på 3,61mm ved 2,6 meter avstand. Minste målte størrelse er 371,09mm og største målte størrelse er 545,91mm. Gjennomsnittlig lengde målt er 438,88mm. Ved denne målingen hadde alle horisontal vinkel på under 30 grader, med unntak av en ekstremverdi på 89 grader.

Tabell 5; Resultater Gudmundset opptak 3

Målt Lengde (mm)	Presisjon (mm)	RMS (mm)	Avstand fra kamera (mm)	Dybde (m)	Horz. Dir. (deg)	(Art, dybde, sted, himmelretning)
534,876	3,618	21.318	2585.937	6	8.451	Sei, 6m, stor merd, SV
423,908	1,744	6.613	1441.238	6	3.088	Sei, 6m, stor merd, SV
475,850	3,243	18.513	1743.792	6	16.294	Sei, 6m, stor merd, SV
468,371	2,674	7.332	1618.048	6	2.720	Sei, 6m, stor merd, SV
411,033	2,709	5.090	1191.850	6	27.732	Sei, 6m, stor merd, SV
471,883	3,528	8.437	1493.810	6	25.762	Sei, 6m, stor merd, SV
408,618	1,878	7.678	1333.602	6	6.245	Sei, 6m, stor merd, SV
371,090	1,309	2.996	838.686	15	4.060	Sei, 15m, stor merd, SV
392,322	1,133	12.934	861.729	15	0.031	Sei, 15m, stor merd, SV
398,483	1,182	3.516	883.426	15	7.962	Sei, 15m, stor merd, SV
443,337	1,191	16.586	828.261	15	11.498	Sei, 15m, stor merd, SV
448,207	0,669	4.210	469.964	15	14.070	Sei, 15m, stor merd, SV
376,542	0,702	9.872	505.233	15	89.245	Sei, 15m, stor merd, SV
545,907	0,974	11.851	673.385	15	4.386	Sei, 15m, stor merd, SV
412,768	1,178	21.746	777.641	15	20.816	Sei, 15m, stor merd, SV
Gjennomsnittstørrelse målt sei: 438,88mm				Standardavvik for presisjon på målt sei: 1,03mm		

- Merd med stor fisk, nordøstlig retning, motstrøms vannretning

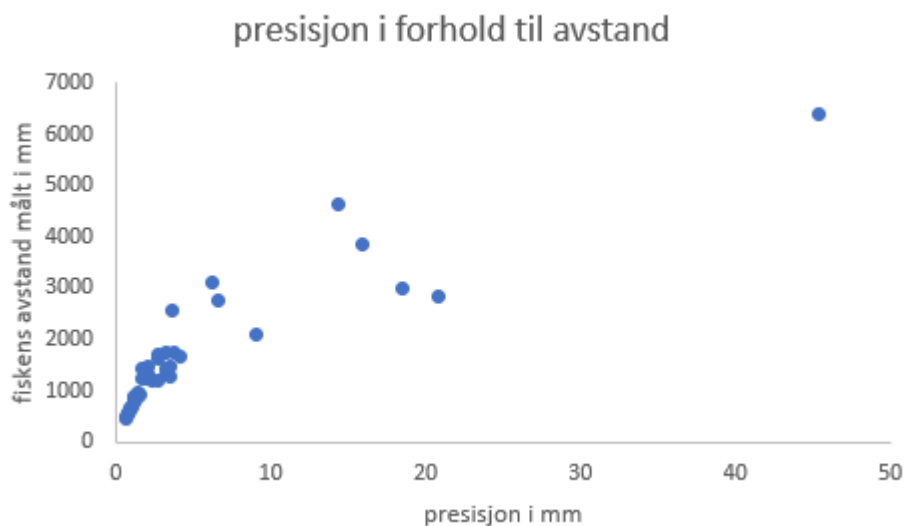
Målinger er utført i nordøstlig retning i motstrøms vannretning ved oppdrettsmerd med stor fisk. All målt fisk befant seg mellom 0,9 meter og 6,4 meter unna kamera.

I nordøstlig retning var det også kun sei, og det ble det gjort målinger av 9 ulike fisker. 4 stykk ved 6 meter og 5 stykk ved 15 meters dybde. Det minste avviket var på 1,59mm ved 0,9 meter avstand, og det største avviket var på 45,43mm ved 6,4 meter avstand. Denne målingen inneholdt mange ekstremverdier, og kun 6 av målingene var gode nok til realistiske målinger og resultat. Foruten ekstremverdiene var det største avviket på 9,12mm ved 2,1 meter avstand fra kamera. Dette utvalget av fisk, med påfølgende målinger var ikke av god kvalitet, og de fleste målingene kommer ut som godt over ønsket presisjonsverdi. Gjennomsnittstørrelsen av målt fisk med akseptabel presisjon endte på 469,46mm. Her hadde alle de målte fiskene en horisontal vinkel på under 40 grader.

Tabell 6; Resultater Gudmundset opptak 4

Målt Lengde (mm)	Presisjon (mm)	RMS (mm)	Avstand fra kamera (mm)	Dybde (m)	Horz. Dir. (deg)	(Art, dybde, sted, himmelretning)
680,028	15,943	20.884	3864.311	6	16.239	Sei, 6m, stor merd, NØ, (FM?)
496,269	9,116	10.545	2104.897	6	39.984	Sei, 6m, stor merd, NØ
416,991	1,588	18.754	911.437	6	26.264	Sei, 6m, stor merd, NØ
929,224	45,432	36.063	6386.890	6	22.051	Sei, 6m, stor merd, NØ, (FM!)
667,110	6,274	17.640	3129.071	15	1.691	Sei, 15m, stor merd, NØ, (FM?)
606,249	6,587	13.440	2766.617	15	11.837	Sei, 15m, stor merd, NØ, (FM?)
521,937	2,788	11.846	1718.893	15	6.756	Sei, 15m, stor merd, NØ
445,926	4,118	12.613	1683.562	15	1.357	Sei, 15m, stor merd, NØ
672,692	14,322	17.911	4618.503	15	4.967	Sei, 15m, stor merd, NØ, (FM?)
Gjennomsnittstørrelse målt sei: 604,047mm				Standardavvik for presisjon på målt sei: 13,53mm		
Gjennomsnittstørrelse målt sei uten avvik: 525,747mm				Standardavvik for presisjon på målt sei uten avvik: 2,77mm		
Gjennomsnittstørrelse målt sei med kun gode målinger: 469,464mm				Standardavvik for presisjon på målt sei med kun gode målinger: 0,85mm		

Grafen i figur 15 viser hvordan presisjon blir påvirket av fiskens avstand fra kamera. Ved korte avstander inntil 2,5 meter er presisjonen stabil, men ved avstander over dette øker risikoen for feilmålinger.



Figur 15; Målt presisjon i millimeter i forhold til avstand fra kamera.

Diskusjon

Diskusjon resultater del 1

- Konstruksjon kamerarigg

Konstruksjonen av kamerariggen gikk veldig bra. Riggen som ble bygget til denne oppgaven tok utgangspunkt i en tung og massiv stålbjelke som grunnlaget til kamerariggen. Dette er både positivt og negativt, alt etter formål. Det positive med dette utgangspunktet er at riggen tåler mye belastning både direkte og indirekte, kan modifiseres mye, og vil holde seg meget stabil i vannet til tross for strømretning. Spesielt sistnevnte var ønskelig i forkant av konstruksjon.

Det negative aspektet med dette designet er at den er mer krevende å flytte på, og det er mer fokus på at tau og karabinkroker må kunne tåle påkjenningen av vekt og transport. I tillegg øker også sikkerhetsrisikoen i forhold til kontakt med notpose i merdanlegg og håndtering av riggen fra båt/kanten på merdanlegg.

Etter å ha hatt bjelken i vann i flere omganger, da spesielt saltvann, er det kommet et lag med rust på stålbjelken. Dette kunne nok vært unngått ved å velge et annet materiale eller ha lagt på en rust-beskyttelse på forhånd. I første omgang vil denne rusten kun etterlate seg rust-støv på underlag og hud i berøring, ergo ingen reell påvirkning. Over tid kan rusten i verste fall føre til at limen og kamerahusene løsner. Dette er ikke et problem per nå, men kan bli et problem over flere års bruk. Denne riggen ble konstruert som en prototype for denne oppgaven, og det er store potensialer til å utvikle dette designet betraktelig, til en mer permanent løsning for senere oppgaver og forsøk. Bilder og tegninger det ble hentet inspirasjon fra er bevis på dette. Behovet og formålet til kamerariggen spiller inn, da det kan variere hva som er nødvendig og ikke. Figur 1 er et eksempel på dette, da denne viser to ulike konstruksjoner basert på samme grunnbase. (McClean, Harvey, Fitzpatrick, Langlois, & Shedrawi, 2010).

- Opptak, kalibrering og måling

I forhold til opptak, kalibrering og måling, var dette første forsøk med både kamerarigg og programvare, og det var forventet på forhånd at ikke alt ville være perfekt, og at noen justeringer måtte til. De største utfordringene med denne testen utført innendørs var nok lyset. Dette ble oppdaget først i ettertid, men rommet som ble benyttet til forsøkene, hadde ikke god nok belysning. Dette førte til at videoene hadde noe lys-støy i form av korning i skyggene, noe som gjorde at ikke alle målepunktene var like tydelige på videoen. Dette førte igjen til at ikke alle kalibreringspunktene og målepunktene var like presise. Dette kan være forklaringen på at målingene fra den første testen ikke var like presise som det var forhåpninger om.

Resultatene viser at det ikke alltid er lurt å benytte seg av all innsamlet data, ettersom det kan være noen få ekstremverdier som påvirker snitt-resultatet, i negativ favør. Det gjelder derfor å være kritisk ovenfor innsamlet data og se realistisk på en måling om den er aktuell å basere resultatene på eller ikke. Ekstremverdiene i denne testen er trolig forårsaket gjennom en kombinasjon av dårlig utvalg av stillbilder fra videoen, kornete video-kvalitet og upresise punkt-merking i programvaren.

Det er også observert at GoPro Hero 8 kameraene får enn viss krumming i opptakene som følger av kameralinsen og innstillinger. Hjørner og linjer ut mot kantene av videoen opplevdes å ende i en liten bue, til forskjell fra hjørner og linjer midt i videoen som fremstår rett. Dette var spesielt merkbart på en bærende søyle i rommet. Denne er i virkeligheten helt rett, men opplevdes noe buet på videoen. Figur 13 viser at døren og søylen i rommet bøyes, og målestokken oppleves med svak bue. Dette påvirker trolig nøyaktigheten til målingene.



Figur 16; Måling av målestokk i klasserom. Krumming av kameralinse påvirker rette linjer (Bilde: Privat)

Figur 9 viser at målestokken har et gjennomsnittlig avvik som ofte er mindre i størrelse enn hva faktisk størrelse på målestokken er. Dette kan være som følger av bildets krumming, og målestokken virker kortere enn hva den faktisk er, fordi objektet bøyes i bildet. Figur 10 viser sammenligningen mellom kalibreringene gjort i land og vann satt opp mot hverandre for hvor presise de ulike målte. Her ser man tydelig avvik fra den landbaserte kalibreringen og målingen. Her er det tydelig at kalibrering i vann sammen med måling i vann er mer presist enn kalibrering og måling på land. Dette er trolig som følger av vannets naturlige lysbrytning og at dette kansellerer bøyingen i bildet som forekommer på land. Opptak fra Bybadet viser kalibreringskuben, målestokken og flisene i bunnen med helt rette vinkler. Figur 17 viser målestokk i vann med fliser i bakgrunnen. Disse oppleves helt rette uten noen form for krumming. Dette er trolig hvorfor disse resultatene er svært presise.

Diskusjon resultater del 2; kalibrering og måling under vann hos Bybadet Ålesund

Kalibrering og måling i bassenget hos Bybadet ble utført under svært optimale forhold. Vannet i bassenget var helt klart uten noen form for partikler, noe som gjorde kvaliteten på opptakene svært gode. I tillegg var kontrasten med bakgrunnen svært god ettersom flisene i bassenget var svakt turkis-blå og utstyret som ble brukt var svart, grått og rødt.

Lysforholdene var også svært gode, både i forhold til naturlig lys fra vinduene, men også refleksjonen fra de lyse flisene i bassenget. Dette gjorde det lettere å analysere videoene og se forskjell på objekt og bakgrunn.

Dette er nok en av hovedårsakene til at målingene fra Bybadet var såpass presise. Ved testing under disse betingelsene har det blitt samlet inn gode resultater ved at kalibreringen er god. Dette gir et godt grunnlag for videre testing under mindre optimale forhold som for eksempel sjøen.

Totalt sett er målingene fra Bybadet utrolig nøyaktige med svært små avvik. Dette tyder på gode forhold for videoopptak, stabile kamera, god kalibrering og måling i programvaren. Resultatene danner grunnlaget for forsøket i sjøen ved oppdrettsanlegget. Dersom disse resultatene hadde hatt store avvik eller ikke hadde så god kvalitet, ville det vært behov for å gjøre kalibrering og måling i Bybadet på nytt, samt sjekke over kameraer og kamera-oppsett.

Testing og sammenligning viser stor forskjell på kalibrering og måling gjort innendørs kontra i vann hos Bybadet. Her er det flere faktorer som spiller inn, men hovedpunktene er belysning, kontrast, kamera og lysbrytning. En annen forklaring kan være programvarens bakgrunn, da dette programmet er utviklet for observasjoner og målinger gjort under vann.

I etterkant av begge forsøkene, blir det observert at videoene oppleves noe ulike som følger av lysbrytningen i luft kontra lysbrytningen i vann. Selv om kameraene hadde samme innstillinger under begge forsøkene, er det observert at videoene på land bøyer seg litt mer i kantene enn de gjør under vann. Forklaringen her er trolig lysbrytning og refleksjon fra vannet. I vann brytes lyset annerledes enn det ville gjort i luft og utligner den naturlige krummingen i kameralinsen. (Johansen & Bøhle, 2022). Bøyen i kameralinsen kan sammenlignes med begrepet "fiskeøye-effekt, som bøyer videoen for å gi videre synsvinkel. Lysbrytningen i vannet er trolig med på å utligne denne effekten, og opptakene oppleves mer lineære under vann enn på land.

Dette påvirker trolig de utførte kalibreringene og målingene, og kan være den enkle forklaringen på hvorfor målingene under vann var mye mer presise enn de som ble gjort på land.

Figur 9 viser at målestokken i vann har minimale avvik som nesten ikke synes. Dette er trolig som følger av vannets kansellering av fiskeøye-effekten, gode lysforhold og god kontrast til bakgrunnen. Figur 10 viser sammenligningen mellom kalibreringene gjort i land og vann satt opp mot hverandre for hvor presist de ulike målte. Her er det tydelig at kalibrering i vann sammen med måling i vann er mer nøyaktig enn kalibrering og måling på land. Opptak fra Bybadet viser kalibreringskuben, målestokken og flisene i bakgrunnen med helt rette vinkler. Figur 17 viser målestokk i vann med fliser i bakgrunnen. Disse oppleves helt rette uten noen form for krumming. Målestokk og bakgrunn oppleves helt lineære, og dette er trolig hvorfor disse resultatene er svært presise.



Figur 17; Måling av målestokk i vann. Målestokken og flisene i bakgrunnen oppleves helt rett. (Bilde: Privat)

Resultatene tyder på at kalibrering i vann og på land vil gi ulike resultater, men dette er enda usikkert. Grunnet påvirkninger som belysning, bakgrunn og avstand til objekt, er det ikke gjort tilstrekkelig med forsøk for å kunne konkludere med at landkalibrering ikke gir gode nok resultater. Den nåværende hypotesen er at fiskeøyeeffekten som oppstår ved landkalibreringen gjør at objekter krummes og gir upresise målinger. Figur 9 og 10 trekker frem disse ulikhetene fra land- og vannkalibreringene.

Resultatene viser særlig at ved lengre målinger, over 35cm, forekommer det oftere avvik og mindre presise målinger. For de feilmålte landmålingene ser man at gjennomsnittsmålingene er mye kortere enn den faktiske lengden. Dette er mest sannsynlig en konsekvens av kamerainnstillingen som ble brukt gjennom hele forsøket. Denne innstillingen var 60FPS, FOV: Wide (16-34mm) og bilde-oppløsning: 1080 HD. Den påvirkende faktoren her er trolig FOV: Wide (16-34mm). Denne innstillingen ble brukt da den ville gi best resultater under vann. Ved bruk av denne innstillingen på land, resulterte dette i at målestokken ble bøyd i bildet. Siden den digitale målelinjen i EventMeasure er rett ble den målte lengden kortere enn den faktiske lengden. Den optimale innstillingen å bruke på land ville muligens vært FOV: Linear (16-39mm), da denne innstillingen gjør bildet helt rett, men med en svak forstørret effekt. På bakgrunn av at man må benytte samme kamerainnstilling ved kalibrering og måling, ble det bare benyttet FOV: Wide, siden hovedtesten skulle gjennomføres i vann.

En uventet hendelse med testingen i Bybadet var måten stålbjelken reagerte med klorvannet. Ved kontakt med klorvannet fikk stålbjelken umiddelbart et svært tynt grå-brunt belegg på seg. Etter bjelken hadde utført sin jobb nede i vannet, hadde hele bjelken skiftet farge og var lys brun. Ved flytting av stålbjelken etterpå, smittet dette belegget over på huden og ble sittende noe fast. Belegget gikk bort fra huden med lett skrubbing i vann. Denne reaksjonen har trolig noe å gjøre med kjemien mellom klorvannet brukt i Bybadet og måten stålet i stålbjelken er fremstilt på. Til sammenligning var SeaGis's målestokk som er laget av aluminium, totalt uendret etter møtet med klorvannet. Valg av materiale kan dermed være viktig ved konstruksjon av slike instrumenter og måleapparater. Måling og opptak ble ikke påvirket av dette.

Diskusjon resultater del 3, Resultat av fisk i sjø ved oppdrettsanlegg

- Innledende diskusjon

Resultatene fra målingene som ble gjort viser at det ikke er noe klar sammenheng mellom størrelsen på målt villfisk, i forhold til størrelsen på oppdrettsfisk i merden eller dybden som ble filmet. Det er små ulikheter i gjennomsnittsstørrelse, noe som kan komme av tilfeldigheter som følge av for lite utvalg av fisk. Lite utvalg av fisk utgjorde særlig forskjell på målingene i den 4. videoen, noe som gjorde at tilgjengelig fisk ble målt under svært dårlige måleforhold.

I forhold til hvor fisken oppholdt seg er det større variasjoner. Gjennom innsamlet videomateriell er det tydelig at flertallet av fiskene, uavhengig av art og størrelse, finnes på 15 meters dybde sammenlignet med 6 meters dybde. Strømretningen har også påvirkning på dette, ettersom flertallet av observert fisk befant seg i medstrøms retning. Dette er også den siden av merdene hvor det ble observert fôr-pellets i vannet. Dette kan være en påvirkende faktor på hvorfor fisken befant seg på denne siden kontra i motstrøms vannretning.

Generelt sett på alle videoene ser man også en betydelig økning i antall fisk når kamerariggen blir senket under 10-12 meter i dybde. Dette kan også være en årsak til at målinger gjort på 15 meters dybde generelt sett har flere gode målinger og større presisjon, ettersom det var flere antall fisker å velge mellom.

- Fargeskifte i vannet

Ved nedsenkning ble det gjentatte ganger observert et grønt fargebelte på rundt 10-12 meters dybde. Dette fargebeltet gir en markant fargeendring fra blått til grønt og er synlig på alle video-opptak på samme dybde, uavhengig av strømretning og merd. Det grønne beltet befant seg konstant på 10-12 meters dybde. Det grønne beltet påvirket også sikten og gjorde fisk på avstand vanskeligere å tyde samt måle i programvaren.

Fisk på avstand nærmere enn 1,5 meter var fremdeles tydelig. Etter 12-13 meters dybde ble vannet igjen blått og sikten forbedret. Etter analyse av samtlige videoer er det konkludert med en hypotese. Hypotesen tilsier at dette fargebeltet kan være forårsaket av en konsentrert mengde alger i vannet. Observert fisk så ut til å være upåvirket i atferd, men det var betydelig større mengde fisk i dette feltet og under. Det kan være en sammenheng mellom dette såkalte algebeltet og mengden fisk, men det er ikke nok data tilgjengelig fra dette forsøket til å konkludere med dette. Dette er et punkt som i seg selv må forskes mer på for å få et vitenskapelig og pålitelig resultat annet enn antatt hypotese.

- Resultater påvirket av avstand og horisontal vinkel

Resultatene viser at faktorene som oftest påvirker presisjonen til målingene, er avstand og den horisontale vinkelen til fisken. I tillegg til dette var trolig lysforhold og bildekvalitet en påvirkende faktor for noen av målingene. Målingene som er minst presise har som fellestrekk at de befinner seg over 2,5 meter unna kamerariggen, eller at de har en horisontal vinkel som er høyere enn 40 grader. En kombinasjon av disse er også mulig, og gir som regel upresise målinger. Sammenhengen mellom presisjon og avstand fra kamera ble observert i figur 15 og stemmer overens med tidligere forskning. (Harvey, Shortis, Stadler, & Cappel, 2002). I den 2. videoen fra Gudmundset, er det to målinger som skiller seg ut med dårlig presisjon. Dette er måling nr 2 og 3, hvor målingene er over 2,8 – 3 meter unna kamera, i tillegg til at de har en skarp horisontal vinkel på 42 – 58 grader. Den neste målingen, nr 4, har riktignok en enda skarpere vinkel på 58,6 grader, men denne målingen hadde betydelig bedre presisjon. Dette er trolig som følger av at gjeldende fisk befant seg mye nærmere kamerariggen, nærmere bestemt 0,5 meter fra kamera, i tillegg til at den ble målt i vertikal posisjon. Dette ble gjort som et eksperiment for å se om målt fisk må være horisontal for å gi gode målinger. Selv om vinkelen på denne fisken var skarp, var hele fisken synlig og i rett posisjon, med godt presisjonsresultat.

Måling nr 13 i 3. video har målt fiskens vinkel til 89 grader samtidig som presisjonen ble målt til 0,7mm, noe som er veldig bra. I dette tilfellet hadde fisken veldig skarp vinkel, men siden den svømte vertikalt og befant seg nært kamerariggen, så endte det med en veldig nøyaktig måling. Denne målingen ble på lik linje med nr 2, 3 og 4 fra måling nummer 2, utført som et eksperiment for å se hvor nøyaktige målinger man kan oppnå selv om fisken har skarp vinkel. Dette indikerer altså at vinkelen på fisken kan være skarp og fortsatt gi gode målinger, gitt at hele fisken vises i bildet, og avstanden ikke er for stor.

- Sikt, lysforhold og partikler i vannet

Videoopptakene ble filmet mellom klokken 13 og 16, noe som sørget for at det var svært gode lysforhold. Det var stort sett god kvalitet på bildene, med unntak av de opptakene hvor kamerariggen pekte i nordøstlig retning ved merden med små fisk. Her ble det observert større mengder partikler i vannet, og dette hadde trolig en liten innvirkning på bildekvaliteten. Disse partiklene kom trolig av at kamerariggen pekte i motsatt retning av strømmen, mot en av de andre merdene. Selv om partiklene i seg selv ikke direkte påvirket det totale kvalitetsbildet, kan partiklene ha en medvirkende faktor på hvor nøyaktige målingene ble i denne strømreringen. Partiklene kan ha fått fisker i vannet til å virke lengre enn de faktisk er, da partiklene kan ha gjort det vanskelig å definere endepunktene på noen av fiskene.

Det ble også observert en betydelig større mengde fisk i vest/sørvestlig retning ved begge merdene. I denne retningen ble det også sett rester av fôr fra merden. Det ble altså observert at fisken samlet seg i den retningen som fôrrestene ble dratt av strømmen i vannet. Ved flere anledninger ble det observert villfisk som spiste rester av fôr-pellets som fløt i vannet. Det var ikke observert aggresjon eller målrettet bevegelse i sammenheng med dette, men fisken som befant seg nærmest fôr-pelletsen hadde en tendens til å nappe til seg denne på veien forbi. Det ble derimot ikke funnet noen korrelasjon mellom størrelsen på fôr-pellets brukt i merden og størrelsen på villfisken som ble observert rundt merden.

- Potensielle feilkilder i oppgaven

Ved denne typen målinger er det selvsagt muligheter for at det kommer mindre feil som følge av at målingene ble gjort manuelt. Både kalibrering og måling ble gjort manuelt ved hjelp av SeaGIS CAL og EventMeasure, i tillegg kan en liten bevegelse av kameraenes posisjon i forhold til hverandre utgjøre en forstyrrelse av målingene. Til tross for dette har de fleste målingene svært god presisjon, samt at resultatene viser at de mindre presise målingene har gitte faktorer som påvirker nøyaktigheten. Disse faktorene er enten at fisken har en skarp vinkel i forhold til kamera, lang avstand til kamera eller har dårlig posisjon i forhold til kamera, noe som påvirker hvor klart fisken blir observert i bildet. Partikler i vannet kan også være påvirkende faktor.

Andre årsaker til feilmålinger eller dårlig kalibrering kan være den menneskelige faktor, da mye av arbeidet baserer seg på øye-koordinasjon til personen som kalibrer og måler. Dersom personen med ansvar for dette er unøyaktig vil kommende målinger også være unøyaktige og gi upresise målinger.

Kamera-utstyr i bruk spiller også inn, og det er viktig at dette fungerer optimalt. Ved dårlig teknisk utstyr risikerer man dårlige videoopptak, noe som igjen resulterer i unøyaktige målinger. Ved bruk av stereokamera er det viktig at begge kameraer i bruk er identiske, med de samme innstillinger på teknisk oppsett. Dersom stereo-kameraene ikke er identiske vil dette føre til usynkron opptak, ulike bildekvaliteter, og upresise målinger.

Tidspunkt for forsøket kan være en påvirkende faktor. Dette gjelder både i forhold til aktiviteter ved oppdrettsanlegget som fôring, aktiviteter med og uten servicefartøy, avlusing, brakklegging og utsett av ny oppdrettsfisk. Det er også mulig at resultatene for villfisk ville sett annerledes ut om forsøket ble utført på en annen årstid. Årstiden kan ha innvirkning på vannkvaliteten og sikten i vannet, samt atferd til villfisken.

På bakgrunn av oppgavens utforming er tidsbegrensning en viktig faktor å nevne. Oppgavens innhold og forsøk er utformet og testet over en periode på 5 måneder, hvor praktisk arbeid har vært utført de 3 siste månedene i oppgavens tidsrom. Dette påvirker mengden data det er mulig å samle sammen og behandle.

Oppsummering

Med bakgrunn i problematikken som oppstår som følge av interaksjoner mellom villfisk og oppdrettsfisk, ble det sett på ulike metoder for å observere effektene på villfisk. For å undersøke dette nærmere ble det tatt utgangspunkt i en BRUV, uten agn, med kalibrerte stereokamera. Kameraene ble kalibrert både på land og i vann for å undersøke hvor godt hver av metodene fungerte. Det ble raskt funnet ut at vannkalibrering er den beste metoden for presise data. Etter kalibrering og testing, ble kamerariggen senket ned ved to merder med ulik størrelse fisk, i to ulike retninger og to ulike dyp. Opptakene fra forsøket ble videre analysert i dataprogrammet EventMeasure. Her ble det notert fargeendringer i vannet, arter av fisk som ble observert og fiskens størrelse, vinkel og avstand fra kamerariggen.

Resultatene viser hovedsakelig at landkalibreringen ikke ga like presise resultater som vannkalibreringen. Dette kan komme av at forholdene for kalibrering og måling ikke var ideelle, samt at det oppstod en fiskeøyeeffekt som førte til krumming av objekter mot endene av bildet. I tillegg ble det funnet at fiskens vinkel og avstand fra kamerariggen, samt lysforholdene var det som hadde mest innvirkning på nøyaktigheten ved målingene i vann. Det ble funnet en korrelasjon mellom mengde fôr-rester og mengde av fisk som ble observert, noe som tilsier at fôret kan være en årsak til at villfisken trekkes mot merdene. Det ble derimot ikke funnet noen umiddelbar sammenheng mellom størrelsen på fisken i og utenfor merden.

Referanser

- Barentswatch. (2022, April 28). *Bølgevarsel: Barentswatch*. Hentet fra Barentswatch: <https://www.barentswatch.no/bolgevarsel/>
- Bouchet , P., Meeuwig, J., Huveneers , C., Langlois, T., Letessier, T., Lowry, M., . . . Whitmarsh, S. (2018). *MARINE SAMPLING FIELD MANUAL FOR PELAGIC STEREO BRUVS (BAITED REMOTE UNDERWATER VIDEOS)*. Marine Diversity Hub.
- Elkjøp. (2022, Mai 18). *Hobby og fritid: Elkjøp*. Hentet fra Elkjøp: <https://www.elkjop.no/product/sport-hobby-og-fritid/kamera-og-foto/kamera/actionkamera/gopro-hero-8-black-actionkamera/51672>
- Fiskeridirektoratet. (2021). *Nøkkeltall fra norsk havbruksnæring 2020*. Bergen: Fiskeridirektoratet.
- Harvey, E., Shortis, M., Stadler, M., & Cappo, M. (2002). *A comparison of the accuracy and precision of measurements from single and stereo-video systems*. University of Western Australia.
- Håstein, T. (2022, April 28). *Fiskesykdommer: Store norske leksikon*. Hentet fra Store norske leksikon: <https://snl.no/fiskesykdommer>
- Johannes, S. (2022, Mai 14). *Totalrefleksjon: Store norske leksikon*. Hentet fra Store norske leksikon: <https://snl.no/totalrefleksjon>
- Johansen, A., & Bøhle, K. (2022, Mai 16). *Lysbrytning: NDLA*. Hentet fra NDLA: <https://ndla.no/nb/subject:1:f18b0daa-6507-4025-8998-b8a11c8ccc70/topic:5:dbc23651-7216-4610-bc38-dde58f013724/topic:3:2fc22d3b-beb8-45cf-9c14-a409d36190ff/resource:bdadbd27-7c5b-40cd-9d1a-893caa0229d0>
- Laksefakta. (2022, Mai 11). *Laksefakta*. Hentet fra Laksefakta: <https://laksefakta.no/>
- Love, M. S., Caselle, J. E., & Snook, L. (2022, Mai 12). *Health & Environmental Reaserch Online (HERO): EPA*. Hentet fra EPA: https://hero.epa.gov/hero/index.cfm/reference/details/reference_id/8658393
- McClean, D. L., Harvey, E. S., Fitzpatrick, B., Langlois, T. J., & Shedrawi, G. (2010). *Assessing reef Wsh assemblage structure: how do different stereo-video techniques compare?* Springer-Verlag.
- Misund, B. (2022, Mai 15). *Fiskeoppdrett-Miljøkonsekvenser: Store Norske Leksikon*. Hentet fra Store Norske Leksikon: <https://snl.no/fiskeoppdrett#-Milj%C3%B8konsekvenser>

- Obs Bygg. (2022, Mai 18). *Maling og tilbehør: Obs Bygg*. Hentet fra Obs Bygg:
<https://www.obsbygg.no/maling-tapet-og-tilbehor/lim-fug-og-sparkel/meget-sterkt-lim-casco-strong-epoxylim-metal-186cca0c?v=ObsBygg-7311980131152>
- Schramm, K. D., Harvey, E. S., Goetze, J. S., Travers, M. J., Warnock, B., & Saunders, B. J. (2019). *A comparison of stereo-BRUV, diver operated and remote stereo-video transects for assessing reef fish assemblages*. Perth: ScienceDirect.
- SeaGis. (2020). Instruction manual for SeaGis Cal and SeaGis EventMeasure. Australia: SeaGis.
- SeaGis. (2022, April 14). *About: SeaGis*. Hentet fra SeaGis:
<https://www.seagis.com.au/index.html#about>
- SeaGis. (2022, Mai 10). *Hardware: SeaGis*. Hentet fra SeaGis:
<https://www.seagis.com.au/hardware.html>
- SeaGis Pty. Ltd. (2022, April 15). *SeaGis*. Hentet fra SeaGis: <https://www.seagis.com.au/index.html>
- SSB - Statistisk Sentralbyrå. (2022). *Akvakulturstatistikk*. Oslo: Statistisk Sentralbyrå.
- Willis, T. J., & Babcock, R. C. (2022, Mai 10). *A baited underwater video system for the determination of relative density of carnivorous reef fish*. Hentet fra CSIRO PUBLISHING:
<https://www.publish.csiro.au/mf/mf00010>
- Willis, T. J., Millar B, R., & Babcock, R. C. (2022, Mai 14). *Inter-Research Science Publisher*. Hentet fra Inter-Research Science Publisher: <https://www.int-res.com/abstracts/meps/v198/p249-260/>
- Yoklavich, M. M. (2022, Mai 13). *Habitat associations of deep-water rockfishes in a submarine canyon: an example of a natural refuge*. Hentet fra Gale Academic Onefile:
<https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA64909354&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=00900656&p=AONE&sw=w&userGroupName=anon%7E16df614e>

Vedlegg



Vedlegg 1; Kart over geografisk område hvor ulike forsøk ble utført. Punkt 1 er NTNU Ålesund. Punkt 2 er Bybadet Ålesund. Punkt 3 er Gudmundset oppdrettsanlegg. (Bilde: Google Maps)



Vedlegg 2; Referanse-bilde av en variant av BRUV-rig. (Bilde: Snorre Bakke/NTNU Ålesund)



Vedlegg 3; Sikt og observasjon på 6 meters dybde. Fisk i bildet er sei. (Bilde: Privat)



Vedlegg 4; Sikt og observasjon på 15 meters dybde. Fisk i bildet er sei. Prikken bak fisken til høyre er rester av fôr-pellets. (Bilde: Privat)



Vedlegg 5; Stor mengde fisk observert på et tidspunkt. Bildet er tatt på 15 meters dybde. Fisk i bildet er sei. Prikken nederst til venstre er rester av fôr-pellets. (Bilde: Privat)



Vedlegg 6; Kammerarigg på merdkanten. Kammerarigg klar for utsett. (Bilde: Privat)



*Vedlegg 7; Utsett på merd. Nedsenkning av kamerarigg for hånd
(Bilde: Privat)*



Vedlegg 8; Casco Strong Epoxy Metal. 2-komponents epoxy-lim brukt til å feste kamerahusene til stålbjelken (Bilde: Skjerm bilde/Obs Bygg)

