

# Avveininger i valg av biomassekontrollsystemer

**Skrevet av:**

Antje Krieger

**Masteroppgave vår 2021**

Executive Master in Business Administration (EMBA)

Handelshøgskolen ved UiS





Universitetet  
i Stavanger

**HANDELSHØGSKOLEN VED UiS**  
**MASTEROPPGAVE**

STUDIEPROGRAM:

Executive Master in Business Administration

ER OPPGAVEN KONFIDENSIELL?

Ja:.....

Nei: x.....

TITTEL:

Avveiningen i valg av biomassekontrollsystemer

ENGELSK TITTEL:

Consideration factors for choosing biomass control systems

FORFATTER(E)

VEILEDER:

Kandidatnummer:

213995

Navn:

Antje Krieger

Gorm Kipperberg

## Sammendrag

Denne masteroppgaven undersøker avveininger i valg av biomassekontrollsystemer (BKS) i norsk oppdrettsnæring. Den skal nærmere besvare fordeler og ulemper med de mest brukte teknologiske systemene, hvordan deres potensial kan utnyttes bedre og på hvilken måte disse kan bidra til profittmaksimering for oppdrettere.

Grunnlagsmaterialet for studien er hentet inn via kvalitative semistrukturert intervju og benytter seg av Grounded theory som forskningsmetode. Teoretisk posisjonering er basert på fortjeneste maksimering, nåverdimetoden som beslutningsmodell for investering og biologisk økonomisk analyse for optimalt slaktetidspunkt.

Resultatene viser at BKS ikke blir brukt på best mulig måte av oppdrettsnæringen for tiden. Det ligger et stort potensial i det innsamlede datamateriale for å kunne forbedre kontroll på tilvekst, fiskehelse og lakselus status med BKS som planleggings- og beslutningsverktøy. Det konkluderes med at det trenges en generell holdningsendring fra selskapsledelse til driftstekniker-nivå om viktigheten av biomasseovervåkning gjennom hele produksjonssyklus. Verdiene skapes i denne perioden og disse må ses i sammenheng med salg og markedet. Det anbefales en økt investeringsvilje for slik teknologi fra oppdrettersiden. Masteroppgaven kommer også med konkrete forslag til hvordan teknologiens potensial bør utnyttes bedre. Videre påpekes mulighetene for å redusere produksjonskostnadene og øke inntektene for å oppnå en mer skånsom, lønnsom og effektiv produksjon.

**Nøkkelord** – biomassekontroll, oppdrettsnæringen, MTB, nøyaktighet, tilvekst, salg, investering, utnyttelse og data

## Forord

Bakgrunn for tema kom fra oppdrettsnæringen, men ble tilpasset til en akademisk masteroppgave i sammen med veileder. Det å få muligheten til å kartlegge status for avveiningen i valg av BKS innen næringen og kunne komme med anbefalinger for veien videre hørtes spennende og lærerikt ut for meg.

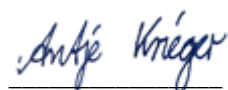
Sidespor og blindveier vises ikke i denne versjonen av masteroppgaven som nå foreligger. Arbeidet har til tider vært opplevd som utfordrende og krevende. Jeg er tysk og er i fulltidsjobb med turnus vest av Bergen i oppdrettsbransjen. Siste forelesning av studium måtte kombineres med oppgaven i begynnelsen. Min norsk samboer hadde mye aleneansvar for våre unger i første og tredje klasse med hjemmekontor i korona tiden. Jeg er veldig takknemlig for å ha en familie som har vist forståelse for tidvis egoistiske prioriteringer og fokus på fag fra min side. Tusen takk for støtten fra store og små.

Jeg vil takke kollegaer, samboer og venner for faglige diskusjoner, konstruktivt innspill, sosial avkobling og oppmuntring når motivasjonen ikke har vært på topp.

Jeg ønsker også å takke alle mine intervju informanter. Uten deres innsats og nyttige informasjon hadde ikke denne oppgaven vært mulig å gjennomføre.

Til slutt vil jeg takke min veileder Gorm Kipperberg for gode diskusjoner, samt kontinuerlige og konstruktive tilbakemeldinger.

Sandnes, august 2021



Antje Krieger

## Liste over figurer og tabeller

|   |    |
|---|----|
| Figur 1: Lokalitet med 6 x 160 m merder, vest for Bergen. Kilde Fiskeribladet .....   | 12 |
| Figur 2: Lokalitet med 14 stålbur 24 m x 24 m, nord for Bergen. Kilde Antje Krieger .....   | 13 |
| Figur 3: Vaki ramme på et stålanlegg, nord for Bergen. Kilde Antje Krieger .....  | 16 |
| Figur 4: Tilpasningen av produksjonen til et selskap med ønske om fortjeneste maksimering,<br>Kilde Andreassen et al. (2016), s.159 ..... | 21 |
| Figur 5: Salgsinntekten av fiskens biomasse fra utsett til optimalt slaktetidspunkt.....  | 24 |
| <br>  |    |
| Tabell 1: Grounded theory dataanalyse i tre steg .....  | 26 |
| Tabell 2: Oversikt over utvalget av informanter med BKS.....  | 30 |

# Innholdsfortegnelse

|   |    |
|---|----|
|   | 2  |
| Sammendrag  | 4  |
| Forord  | 5  |
| Liste over figurer og tabeller                              | 6  |
| 1. Innledning   | 9  |
| 2. Bakgrunn   | 11 |
| 2.1 Oppdrettsnæringen i Norge                               | 11 |
| 2.1.1 Merd, lokalitet, oppdrett                             | 11 |
| 2.1.2 Konesjoner, Biomasse, MTB                             | 13 |
| 2.1.3 Betydning av biomassekontroll                         | 13 |
| 2.1.4 Vektestimering og kvalitetsklasser                    | 14 |
| 2.2 Teknologier for biomasse overvåking                     | 15 |
| 2.2.1 Historie og nåværende status                          | 15 |
| 2.2.2 Utfordringer med BKS teknologien                      | 16 |
| 2.3 Avgrensning og problem forklaring                       | 18 |
| 3. Teoretisk posisjonering                                  | 19 |
| 3.1 Fortjeneste maksimering                                 | 19 |
| 3.2 Beslutningsmodell for investering                       | 21 |
| 3.3 Biologisk økonomisk analyse for gunstig slaktetidspunkt | 22 |
| 4. Metodisk tilnærming                                      | 25 |
| 4.1 Forskningsdesign  | 25 |
| 4.2 Datainnsamling  | 26 |
| 4.2.1 Primærdata - Semistrukturerte intervju                | 26 |
| 4.2.2 Utforming av intervjuguide                            | 26 |
| 4.2.3 Utvelgelse av intervjuobjekter                        | 27 |
| 4.2.4 Gjennomføring av intervju                             | 27 |
| 4.2.5 Reliabilitet og validitet                             | 28 |
| 4.2.6 Utfordringer med metoden                              | 28 |
| 5. Analyse og resultater                                    | 30 |
| 5.1 Nåsituasjon i bruken av BKS                             | 30 |
| 5.2 Ulemper av BKS  | 32 |
| 5.3 Fordeler av BKS   | 36 |
| 5.4 Effekter på biomassekontroll uansett valg av teknologi  | 38 |

|   |    |
|---|----|
| 5.5 Bedre utnyttelse av BKS sitt potensial fremover | 40 |
| 5.6 Økonomisk inntjening med BKS                    | 44 |
| 6. Diskusjon  | 47 |
| 6.1 Problemstilling og forskningsspørsmål           | 47 |
| 6.2 Ulemper med BKS                                 | 47 |
| 6.3 Fordeler med BKS                                | 48 |
| 6.4 Bedre utnyttelse av BKS sitt potensial fremover | 49 |
| 6.5 Økonomisk inntjening med BKS                    | 50 |
| 6.6 Metodiske utfordringer                          | 52 |
| 6.7 Forslag til videre forskning                    | 52 |
| 7. Konklusjon                                       | 53 |
| Referanser  | 54 |
| Vedlegg   | 57 |

## 1. Innledning

Oppdretter i havbruksnæringen har stadig behov for økt kunnskap og nye teknologiske løsninger for bedre estimering av biomasse som er den avgrensede størrelse i forvaltning av matfiskproduksjon i sjøen i Norge. Biomasse omfatter både snittvekt, antall og vektfordeling av fisken. Per i dag har biomasseovervåking vært basert hovedsakelig på manuell prøvetaking, som er tids- og arbeidskrevende (geografiske områder, vannvolumet, værforhold, hele året) og inngripende på fisken. I de siste årene er de største kostnadsøkninger i produksjon av laks og ørret knyttet til fôr, smolt, drift, brønnbåt og slakteri (Iversen et al., 2019). Feilestimeringen av biomasse ved sjøbasert oppdrett har store konsekvenser gjennom hele produksjonskjeden. Mange steg i produksjonen er avhengig av god kontroll på biomasse som daglig fôring og fiskens vekstpotensial, behandlinger av fisk, best mulig utnyttelse av kapasitet på brønnbåt og slakteri. Nøyaktig biomasse er viktig for evaluering av optimalt slaktetidspunkt i henhold til maksimal tillatt biomasse (MTB), prognose av vekt- og kvalitetsfordeling til salg for oppnåelse av høy markedspris, planlegging av produkt prosessering, distribusjon til marked og selskapets årlige økonomirapport (Bjelland et al., 2012; Aunsmo et al., 2013, Daoliang et al., 2020).

Utvikling av presise, ikke-stressende og kosteffektive metoder er ønskelig. Noen systemer for overvåking av biomasse er installert siden allerede for flere år siden hos oppdretterne (VAKI AS, Vard Aqua AS, Stingray Marine Solutions AS), mens andre er mer i testfasen (Aquabyte AS, OptoScale AS og andre). Alle systemer befinner seg under kontinuerlig utvikling med avanserte algoritmer, standardisering for maskinlæring programvare og kunstig intelligens for å forbedre overvåking og forståelse av fiskens vekst, lusetall, adferd, helsetilstand og miljøet rundt fisken. Disse systemene skal gi oppdretter et økt beslutningsgrunnlag og hjelpe til å sikre effektiv, bærekraftig og lønnsom drift av matfiskanlegg, salgsledet og transport (Bjelland et al., 2012). Dette vil føre til forbedret fortjeneste og kompensasjon for fallet i driftsmargin, og dermed opprettholder lønnsomheten i oppdrettsnæringen (Tveterås et al., 2019 og 2020). Mer presise biomassekontroll vil også støtte dokumentasjonskrav om fiskevelferd for lusebehandlinger, sykdommer og MTB kontroll som næringen må overholde opp mot myndigheter (Mattilsynet 2000, Fiskeridirektoratet 2016). Næringen og myndigheter har jobbet sammen for å ligge i forkant for den globale merkevare *Seafood from Norway*. For å kunne beholde konkurransefortrinn i fremtiden, bør vi ha data som kan gi forbrukerne en velferds garanti, samt å kunne vise frem en historikk over både vekst, helsetilstand og eventuelt behandling over hele livsløpet av fisken (Danielsen, 2021). Økt kunnskap og bedre teknologiske systemer for biomasseovervåking vil resultere i økt fiskevelferd. Fisken som trives og vokser



best mulig vil være friskere og mindre mottakelig for lus, patogener eller virus. Dette vil medføre forbedret vekst via kontinuerlig tilpasning av fôringsregime underveis, reduserte dødelighet og reduserte produksjonskostnader. Dessuten vil det også forbedre eksisterende predikasjoner over vekt- og kvalitetsfordeling for endelig slaktevolum til salg som skaffer bedre økonomi til oppdrettsselskaper (Gillund, 2021). Men for å komme dit er det nødvendig å endre holdninger og forståelse om viktigheten av biomasseovervåking i hele produksjonssyklus fra ledelsen og ned til basen på merdkanten i selskaper. Nøkkel til suksess vil være økt kunnskap, interesse, motivasjon og eierskap for biomassekontrollsystemer (BKS) og gode rutiner i daglig drift i samarbeid med leverandører, fiskehelseansvarlige og forskningsinstitusjoner. Dersom næringen ønsker å oppfylle den økende etterspørselen etter bærekraftig sjømat som følge av voksende globale forbruker bevisste verdens befolkning må oppdretterne være mer smartere og aktivere i bruken av teknologien (FAO, 2021; Føre et al., 2018). Det betyr at de bør benytte seg det enorme innsamlede datamateriale av hele produksjonssyklusen som analyse- og planleggingsverktøy for å kunne ta beslutninger underveis. Med bakgrunn i dette er problemstillingen for oppgaven:

*Bruker norske oppdretter biomassekontrollsystemer (BKS) best mulig i dag?*

For å belyse problemstillingen skal det finnes svar på de følgende forskningsspørsmål.

Hva er fordeler og ulemper av de mest brukte BKS i daglig drift?

Hva påvirker biomassekontroll uansett valg av system i daglig drift?

Hva bør oppdretter gjøre for å utnytte potensial av BKS på en best mulig måte fremover?

Hvordan kan BKS bidra til økonomisk inntjening hos oppdretter?

Denne masteroppgaven benytter seg av Grounded theory<sup>1</sup> som forskningsmetode og semistrukturert intervju for empiriske datagrunnlag. Dessuten presenteres nåverdimetoden for avveining om BKS investering vil være lønnsom og biologisk økonomisk analyse for beregning av optimalt slaktetidspunkt. Oppgaven er delt inn i 7 kapitler. I kapittel 2 presenteres bakgrunn for biomassekontroll med MBT, betydninger og teknologiske systemer for biomasse estimering. I kapittel 3 vises hvilket teoretisk grunnlag oppgaven er basert på, før i kapittel 4 metoden som ble benyttet i masteroppgaven blir forklart. I kapittel 5 presenteres resultater, og i kapittel 6 diskuteres resultater som legger grunnlaget for konklusjon i kapittel 7.

---

<sup>1</sup> Grounded theory blir brukt som metode og for å komme frem til en ny teori (Saunders et al., 2019, Johannessen et al., 2016). I denne oppgaven skal det anvendes som metode.

## 2. Bakgrunn

I dette kapittel presenteres status av oppdrettsnæringen i Norge, 2021. Derneft beskrives viktige begreper og definisjoner samt betydning av biomassekontroll for næringen. Videre forklares hvordan fiskens vekt måles og hvordan produktkvalitet defineres etter slakt. Historie og status av BKS med sine utfordringer blir presentert før nødvendige avgrensninger for oppgaven legges frem.

### 2.1 Oppdrettsnæringen i Norge

Fiskeoppdrett er en form av akvakultur for produksjon av akvatiske organismer som påvirker deres vekt, størrelse, antall, egenskaper eller kvalitet (akvakulturforskriften). Akvakultur i sjøen defineres som havbruk som er en eksportrettet næring med stor verdiskapingspotensialet som er teknologisk omfattende og i kontinuerlig forandring som funksjon av biologisk produksjon, reguleringer og etterspørsel. Næringen skaper også store økonomiske verdier for det norske samfunnet. I 2020 ble det eksportert laks og ørret for en verdi av 70 milliarder kroner som utgjør 2/3 av all sjømat eksport fra Norge (Grünfeld et al., 2021). Nær 75 av 120 selskapene er familieeide, som setter seg i sammen av både store, mellomstore og små selskaper. En stor andel av den totale produksjonskapasiteten, målt i antall kommersielle oppdrettstillatelser, blir kontrollert av de største selskapene (Nærings- og fiskeridepartementet, 2021). Kostnader for produksjonen la i 2005 hos 22,09 kroner per kilo, (målt i 2020-kroner). I 2019 hadde dette økt til 38,73 kroner. Dette kan begrunnes hovedsakelig med høyere fôr priser, miljø- og helseutfordringer, overgang til større smolt og økte investeringer i forbindelse med RAS-anlegg og økt reallønn. Lønnsomheten i næringen har vært god i den samme perioden, særlig de siste årene. Dette kan tilskrives økt etterspørsel kombinert med lav kroneverdi. (Nærings- og fiskeridepartementet, 2021, Bjørndal og Tusvik, 2020). Havbruk har en betydelig økonomisk risiko fremhever Tveterås et al. (2019) som inndeles i produksjonsrisiko (biologi, sykdom, uvær, temperaturer), markedsrisiko (etterspørsel, handelshindringer, valutakurs) og annen politisk risiko (endringer i politikk og reguleringer i inn- og utland).

#### 2.1.1 Merd, lokalitet, oppdrett

Bruk av åpen merd i sjø er den dominerende intensive metoden for oppdrett i Norge. En merd er enheten fisken produseres i på sjøen. En merd består av flere komponenter, hovedsakelig en såkalt flytekrage i plast (som er delvis over vann), et hoppegjerde (over vann) og en 20-80 m dyp not / nett under vann med omkrets på 160 meter. En merd kan maksimalt inneholde 200.000 fisk i henhold til norsk lovgiving (IntraFish, 2018). Nedsenkbare merder og lukkede anlegg for eksponert

og offshore havbruk er godt beskrevet i rapporter fra Tveterås et al. (2020 og 2021). Prosjekter med tildelt utviklingstillatelse fra Fiskeridirektoratet kan innses i MENON studie (Grünfeld et al. 2021).

Lakseyngel fra settefiskanlegg på land blir smolt med rundt 80-100 g etter har gjennomgått en smoltifisering fase og blir overført med rundt 100-160 g som vaksinert settefisk med brønnbåter til merder i sjøen. Denne perioden pågår over 14-20 måneder avhengig av lysregime. En settefisk kan også være en såkalt storsmolt (250-500 g) eller postsmolt (rundt 1 kg) og blir slaktet ved 4-7 kg som matfisk (IntraFish, 2018). Hele sjøfasen tar 9-24 måneder, avhengig av fiskestørrelsen, vanntemperatur og fôring. Sjøvann skaper med kontinuerlig gjennomstrømning et mer naturnært miljø (temperatur, oksygen og salinitet) for fisken. Som følge av åpen produksjonsmetode skjer det utveksling av smitte og avfallsstoffer med miljø utenfor. Ved skade på merd og fortøyninger er rømningsrisikoen. Uansett er det fortsatt den mest rimelige oppdrettsmetode (Espmark, 2019). Hver lokalitet har en egen MTB som er fastlagt i oppdretters konsesjon. Oppbyggingen mellom flere merder på en lokalitet er presentert i figur 1 og 2.



*Figur 1: Lokalitet med 6 x 160 m merder, vest for Bergen. Kilde Fiskeribladet*



*Figur 2: Lokalitet med 14 stålbur 24 m x 24 m, nord for Bergen. Kilde Antje Krieger*

### **2.1.2 Konsesjoner, Biomasse, MTB**

Akvakultur er en konsesjons basert næring (som følger lov om akvakultur). Hver enkelt konsesjon er avgrenset i maksimalt tillatt biomasse (MTB), både på lokalitets- og selskapsnivå. Biomassen er definert som mengde levende fisk (antall individer ganger snittvekt i kg) en oppdretter har stående til enhver tid i sjøen. En standard tillatelse til matfiskproduksjon av laks, ørret og regnbueørret ligger på 780 tonn (Troms og Finnmark inntil 945 tonn). Vanlige MTB-grense for en lokalitet omfatter 3-4.000 tonn og vil dermed altså består ofte av flere konsesjoner (Fiskeridirektoratet 2016a). For oppdrettsanleggene og selskapene gjelder det å utnytte MTB mest mulig effektivt. Selskapenes MTB sier hvor mye fisk de den kan ha i sjøen til enhver tid, og er i perioder av året styrende for hvilket totalvolum må tas ut hver uke. Videre må det også tas hensyn til lokalitets MTB, da den begrenser hvor mye fisk som kan stå på en lokalitet til enhver tid. Det vil altså være med å påvirke hvilken lokalitet det slaktes fra. Størrelsen på fisken og biologisk utvikling på lokalitetene observeres hele tiden. Slakteplanleggere i samråd med produksjonsledelsen vurderer fortløpende hvilken fisk som er mest hensiktsmessig til å slakte fra. Dette kan medføre at noen lokaliteter gjerne blir slaktet innenfor en relativt kort tidsperiode, mens andre blir slaktet ut over en lengre periode.

### **2.1.3 Betydning av biomassekontroll**

Feilestimeringen av biomasse kan har store konsekvenser for hele verdikjeden i produksjonen (Aarhus et al., 2009). Det er viktig å sikre fortløpende kontroll på MTB for å kunne utnytte

produksjonspotensial, hindre en overskridelse og rapportere korrekt til myndighetene. Fôr er den største variable kostnaden og derfor må fôringen optimaliseres ved å hindre overfôring, underfôring, fôrspill og forbedre biologisk fôrfaktor. Riktig biomasse er avgjørende i forhold til dosering ved medikamentell behandling. For fiskehelse og kvalitet av fisk som produkt bør det unngås for høy fisketetthet, håndtering og behandling som kan føre til stress, skader, sekundærinfeksjoner og nedklassing ved slakt. Spesielt for salgsleddet kan en feil prognose ha store konsekvenser fordi opptil 80 % av all laksen selges allerede før den slaktes. Målet er å sikre best mulig salgspris på hele biomassen. For mye fisk resulterer til at noe av fisken må selges til lavere pris, for lite fisk kan føre til at et selskap må kjøpe inn fisk til ugunstig pris for å overholde kontrakten og eventuelt kompensere for kundens ekstra transportutgifter. Feil innrapportering av størrelsesfordeling kan også medføre uheldig pris kan medføre lavere pris og påfølgende reklamasjoner. Slakterier legger opp planer basert på innrapporterte mengder cirka en uke i forkant. Dersom prognosen er ikke korrekt kan dette forårsake utfordringer i henhold til bemanningen og kapasitetsutnyttelse.

Matfiskanleggets kontroll på biomassen blir påvirket før fisken settes i sjø, under sjøperioden og frem til slakt. Ved operasjoner skjer ulike tellinger som avlusing, sortering, splitting og sammenslåing av fiskegruppen på ulike stadier i produksjonssyklusen (Bjelland et al, 2012) Aunsmo et al. (2013) bekreftet i en undersøkelse av 240 merder i 29 anlegg at standardavvik er større innenfor et anlegg enn mellom anleggene. Det henviser til at oppdrettere kjenner antall fra anlegg, men ikke i hver merd.

#### **2.1.4 Vektestimering og kvalitetsklasser**

Estimeringen av biomasse baserer seg på målinger av et tilfeldig utvalg fisk fra en merd. Ut ifra bilder eller sensorer måles kroppslengde, vekt på individene og en biomasse beregnes. Flere målinger gir et større statistisk utvalg og dermed mindre usikkerhet i verdiene som estimeres. Gjennomsnittsvekten beregnes fra et utvalg av fisk som enten bestemmes med utviklede vekstmodeller i et fôringsprogram og oppdretters erfaringer om tilvekst fra tidligere generasjoner, overvåking med teknologisystemer eller uttak under manuelle veiinger. Fôringsprogrammet kan integreres i produksjonsstyringssystemer som Fishtalk eller andre systemer for å planlegge og analyse produksjonen. Reelle produksjonsdata blir målt mot en faktisk plan, både på merd og lokalitetsnivå. Et visst spredningen i målte vekter skyldes både individenes ulike vekter og unøyaktighet i målemetodene som ligger rundt +/- 5 %, men kan også være mer eller mindre (Aarhus, 2009).

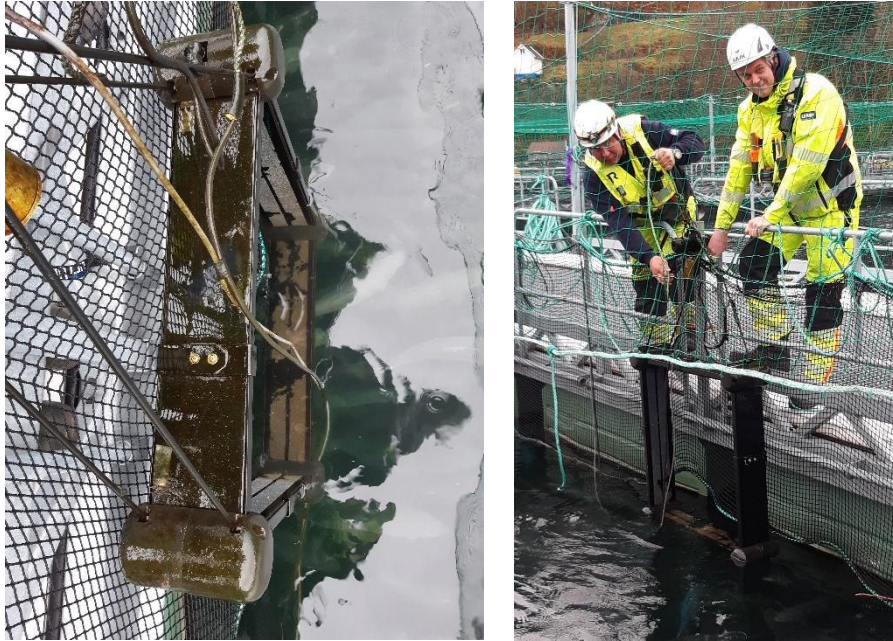
Desto mer nøyaktig biomasseestimeringen er til innhøstingstidspunktet, jo lettere er det å lage en prognose til slakt. En slik tar utgangspunkt i hvilket antall og hvilken snittvekt er sist registrert som skal slaktes. Her brukes variasjonskoeffisienten som estimat på spredning i vekten. Dermed beregnes hvor mye volum som havner i hver størrelsesgruppe som igjen blir brukt videre for å estimere kvalitetsklasser. For klassifiseringen av kvaliteten brukes det en etablerte standard fra United States International Trade Commission (1990). Denne karakteriserer produkt kvalitet etter slakt med superior (SUP), ordinary (ORD) og production (PROD). Målet til alle oppdrettere er å produsere en høy andel av superior som i sammen med ordinary er kategoriene for hel fisk med høyest eksportandel til utlandet. Produksjonsfisken (production) må videreføres før den eventuelt kan eksporteres eller at den blir for innenlands produksjon. I vedlegg 1 kan det ses på en anonymisert norsk slakt pakkelliste av 158 tonn laks med følgende kvalitetsklasser: 94 % superior, 4,7 % produksjon A og 1,3 % utsortert andel.

## **2.2 Teknologier for biomasse overvåking**

Forfatter gir et kort innblikk i historien og utviklingen av systemer for biomassekontroll fram til i dag. Her presenteres de mest brukte systemene i næringen for tiden, og utfordringene de har som skal kartlegges.

### **2.2.1 Historie og nåværende status**

I begynnelsen av 90 tallet introduserte VAKI AS og Vard Aqua AS (tidligere Storvik Aqua AS) biomasse ramme som design for estimering av biomasse til havbruksnæringen. Rammene som ble brukt i denne tiden er mye lik de som brukes i dag. Tidligere teknologien til å prosessere data var helt annerledes og tillot bare enkeltmålinger. Dette ga oppdretterne muligheten til å gjennomføre manuelle snittvekt målinger uten å ta opp fisken fra vannet som var revolusjonær. I 2008 introduserte VAKI programvare Biomass Daily noe som tok denne teknologien et skritt videre. Nå var det mulig å laste opp målinger kontinuerlig i en webportal og plasserer rammen i en merd over lengre tid. Slik kunne oppdretterne følge vekt, tilvekst og størrelsesfordeling på en helt ny måte. Andre leverandører for biomasseovervåking kom med sine teknologier senere på det norske markedet: Stingray Marine Solution AS (2018), Bio 3000 fra iTecSolutions Systems & Services AS (2019), Aquabyte AS (2020), OptoScale AS (2020) og Createview AS (2020). VAKI AS sine rammer har vært lenge i bruk i Norge, både i stålanlegg (Figur 3) og sirkelmerder. VAKI AS har i dag cirka 200 enheter i Norge og 500 på verdensbasis. Stingray Marine Solution AS har fordelt 500 enheter i Norge siden juni 2021.



Figur 3: Vaki ramme på et stålanlegg, nord for Bergen. Kilde Antje Krieger

Datateknologi, digitalisering og automatisering kan bidra til økt verdiskapning og en mer sikker drift i sjømatnæringen. Videre hjelper disse teknologiene å redusere miljøavtrykket i nærområdet. Digitale løsninger gir oppdretterne større innsikt om fisken trives i merden. De kan hjelpe å identifisere svakere fisk, eventuelle sykdomsutbrudd og lusesmitte. Digitaliseringen handler både om å kunne produsere mer og bedre data (big data), men også å sikre at disse blir utnyttet på en effektiv måte. Her er det mye potensial å hente fra oppdretters side. Desto mer som måles og estimeres, desto bedre grunnlag kan dannes for tiltak og beslutninger underveis. Næringen bør benytte seg mer aktiv av denne muligheten. Digitaliseringen forbedrer mange enkelte prosesser, men det kan ta tid før resultatene av digitaliseringen materialiseres. Genererte data kan føres inn i programmer for maskinlæring som kan brukes videre til å optimalisere produksjonsprosessene (Tveterås et al., 2020).

### 2.2.2 utfordringer med BKS teknologien

Flere av de store utfordringene til oppdrettsnæringen er knyttet til biologi og fiskehelse. Digitaliseringen og kunstig intelligens kan bidra til økt kunnskap på disse områdene og vil slik være til nytte for hele næringen. Oppdrettsselskapene som viser vilje til å ta i bruk ny teknologi vil kunne øke nøyaktigheten i biomasse estimering. *Real-time* informasjon om tilvekst, vektfordeling og kvalitet vil danne grunnlaget for korrigerende tiltak og beslutninger underveis gjennom hele produksjon. Bryton Chang (CEO Aquabyte AS) påpekte i Webinar Aquaculture AL - automatisk lusetelling (27.01.21) at *fish welfare is driven by biology and inspired by technology*. Han også henviste til at kunstig intelligens i akvakultur trenger et større team og

samarbeid med forskjellige fagdisiplinene innen algoritmer, biologi, fisk oppdrett, programvare og operasjoner. Teknologien for biomasseovervåking krever både erfaring fra produsent og oppdretter om bruken av utstyret for å oppnå størst mulig nøyaktighet. Summen av avvik i måling utgjør innebygget avvik i system og plassering av bruker. Selv mot direkte sammenligning av gode målinger mot slakterapport vet ikke bruker hvor mange prosent av avvik som skyldes innebygget avvik i biomasse overvåkingsteknologi og hva som skyldes bruk/plassering for å treffe på riktig utvalg av fisk i merden. Oppdrettere er avhengige av sine observasjoner og erfaringer underveis i produksjon. Derfor justeres beholdning av fisk på anlegg i Fishtalk med hjelp av målinger fra brønnbåter, manuell snittveiing, eventuelle biomasse rammer, kamerasystemer, og forventet reell tilvekst. Justeringene blir ofte utført av driftsleder i samarbeid med en biologisk controller i jevne mellomrom i produksjonssyklus. Slike korreksjonsfaktorer er erfaringsbasert og personavhengig.

Fiskens adferd er også en utfordring. Den vandrer i vannsøylen, avhengig av blant annet av temperatur, salinitet, konkurranse, fôr, oksygennivå og størrelsesfordeling i populasjonen (Folkedal et al., 2013). Adferden til små fisk er lite egnet til å måle, fordi fisken har ikke det svømmemønsteret som trengs for å kunne måle fisken systematisk. Det kan variere fra 100 g til 1 kg før den svømmer i steam. Faktorer som genetikk, settefiskanlegg, status på smoltifisering og annet spiller også inn. Når fisken begynner å svømme i et ordentlig mønster får man målt den systematisk. Videre påvirker fiskens svømmebevegelse om den fremstår som kortere når den strammer seg, og eller lengre når den slakker seg (muntlig kommunikasjon med produsent i januar 2021). I tillegg er avstand fra måleenheten viktig å vite. Hos noen BKS svømmer fisken gjennom en ramme eller et rør, hos andre blir det tatt bilder med kamera fra en side.

Det er flere faktorer som innvirke på overvåking av biomassen, som blant annet lokalitetens strømforhold, værforhold, årstid, når på døgnet (lysforhold), nærhet til fôringsområdet, fiskes helsestatus og ikke minst teknisk utforming av anlegget.

Når det gjelder kostnader for slik teknologi er det mulig å kjøpe, leie eller lease utstyr fra produsenter som også er leverandører. Basert på antall enheter, fiskens størrelse, fiskens tetthet, tiden i sjøen, stordriftsfordelene for bedrifter med flere anlegg, muligheten for å følge opp fra eget kontrollrom og andre faktorer kan påvirke pristilbud fra leverandør til oppdretter. Holan et al. (2017) kalkulerte kostnader for Stingray system med 1,18 kr/kg. Men både dette systemet og andre har forbedret kraftig sin merverdi og forholdet kost/nytte siden den gang. Stingray Marine Solutions AS (produsent) beregner 0,65 - 1,30 kr/kg ved bruk av laser med de før nevnte



forutsetninger. VAKI AS anslår kostnaden med å overvåke tilvekst i en hel generasjon til 6-10 øre per kg produsert fisk (anlegg på 6 merder med listepriis 3800 kr per måned, 15 måneder på sjø med cirka 180.000 fisk med en snittvekt på 5 kg til slakt). Produksjonskostnader for systemer med applikasjoner for lusetelling og gode kamera er dyre og resulterer dermed i høyere priser for oppdretter. For å respektere konfidensielle informasjonen blir ikke kostnader av andre produsenter nevnt.

Det tar tid og kunnskap for å realisere alle de mulighetene som ligger i datainnsamlingen med digitalisering og kunstig intelligens. Dette må først integreres i oppdretters egne prosesser og analyser, før potensialet kan fylt realiseres. Derfor er det et viktig strategisk valg av oppdretter å investere tid og penger i teknologien.

Bjelland et al. (2012) påpekte at det fantes ingen sertifiseringsordning for BKS i akvakultur frem til 2012. Fortsatt finnes ingen standard eller krav til metode, nøyaktighet eller hyppighet av målinger for snittvekt i fiskeoppdrett i dag (kommunikasjon med produsent i mai 2021). Standardisering er en forutsetning for digitalisering. Det bør innføres standardiserte tester for alt snittvekt måleutstyr som blir utført av et godkjent uavhengig sertifiseringsorgan. Slik vil også små oppdrettere få være med på utviklingen og tørre å investere i ny datateknologi for å kunne oppnå en mer lønnsom og bærekraftig produksjon (Tveterås et al., 2020).

### **2.3 Avgrensning og problem forklaring**

I denne masteroppgaven beskrives og studeres fordeler, ulemper og potensial av teknologiske systemer for biomassekontroll. Hovedfokuset ligger på VAKI AS system som settes i perspektivet med alternative systemer på nåværende marked. Forskeren ønsker å forstå valg av systemer og hvordan disse kan påvirke beslutninger i hele produksjonssyklus, salg og marked i havbruksnæringen.

### 3. Teoretisk posisjonering

I dette kapittel beskrives hvordan teknologien for biomassekontroll kan påvirke inntekter, kostnader og fortjeneste i et selskap. Det presenteres nåverdimetoden for avveining om investeringen i BKS vil være lønnsom. Videre forklares biologisk økonomisk analyse for beregning av optimalt slaktetidspunkt for et anlegg.

Det er et naturlig ønske i alle oppdrettsselskaper å få igjennom flest mulig smolt igjennom den kritiske sjøfasen frem til slakt. Da kan man lykkes med å få produsert ønsket volum til en høy markedspris til rett tid og sted. En forutsetning er at fisken vokser kontinuerlig under de biologiske vilkår og holder seg frisk gjennom hele produksjonsperioden. For at oppdrettere skal klare å produsere volum som planlagt må de holde en jevn biomasse og utnytte lokalitets og selskaps MTB best mulig gjennom året. Slik får de muligheten til å dekke produksjonskostnader og å få til en god fortjeneste. Høy pris og kostnader på fôr, smolt, lakselus behandling og mye syk fisk, påvirker kostnadene negativt. God fiskevelferd, større smolt og mindre håndtering vil resultere i et større volum og bedre kvalitet av fisken, og dermed økte inntekter. Med mindre lusebehandling og lavere dødelighet vil det være mulig å redusere produksjonskostnader og opprettholde mer volum av fisk frem til salg. Investeringen i teknologiske systemer for oppfølging av produksjon og økende fagkunnskap vil føre til bedre fiskevelferd og bedre økonomiske resultater til oppdretter. Systemene for nøyaktig overvåking av biomasse, lusestatus og fiskevelferd i sanntid er et viktig beslutningsverktøy for å planlegge, analysere og optimalisere produksjonen fortløpende gjennom hele perioden. Desto mer nøyaktig data er, jo bedre kan bedriften tilpasse produksjonen, som igjen gir mindre variable kostnader og lavere risiko for feilrapportering intern, og opp mot myndigheter. Dette vil føre til forbedret gevinst og kompensasjon for fallet i driftsmargin, og dermed opprettholder effektivitet og lønnsomheten i oppdrettsnæringen.

#### 3.1 Fortjeneste maksimering

Når en virksomhet investere i ny teknologi, er det alltid for å oppnå en økonomisk gevinst på lang sikt. Samtidig ønsker et selskap å maksimere fortjenesten sin og skape størst mulig kundeverdier som betyr størst mulig margin mellom totale inntekter og totale kostnader. Dette kan matematisk uttrykkes med fortjeneste funksjon:

$$(1) \quad F(x) = p \cdot x - (Cf + Cv(x))$$

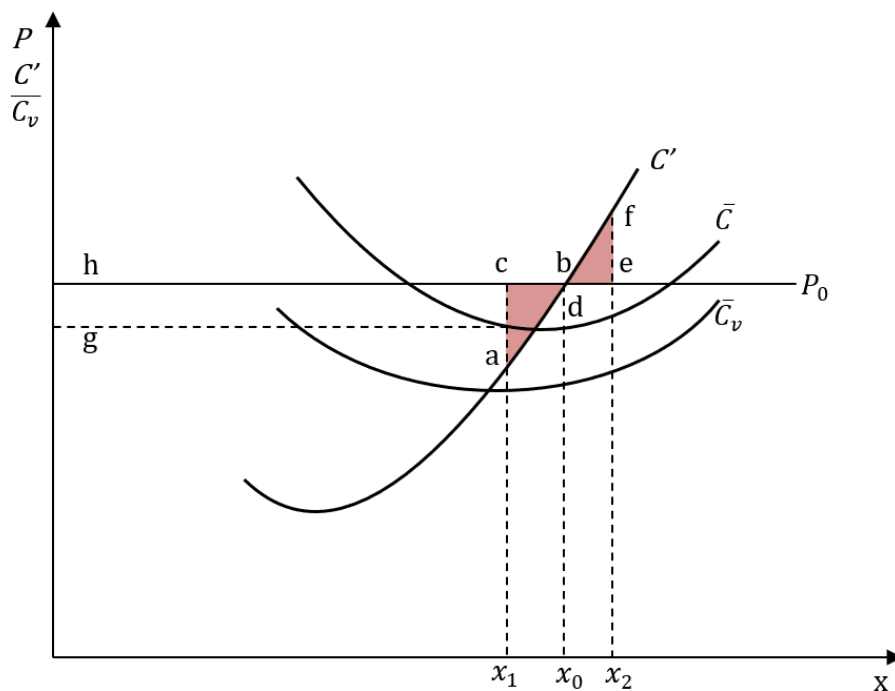
I ligning (1) er bedriftens fortjeneste ( $F$ ) med totale inntekter (pris per enhet ( $p$ ) og antall enheter ( $x$ )) og totale kostnader (variable kostnader ( $C_v$ ) og faste kostnader ( $C_f$ )) formulert som funksjon av produksjonsmengden  $x$ . For at fortjenesten skal være positiv, må inntekten  $p \cdot x$  være større enn kostnadene, det betyr  $p \cdot x > C_f + C_v(x)$ . Når ligning (1) deles på begge sider av likhetstegnet med produktmengde  $x$  vises at kravet om positiv fortjeneste innebærer at gjennomsnittsinntekten  $p$  skal være større enn gjennomsnittskostnadene  $\underline{C}(x)$ . Ved å derivere fortjeneste-funksjon med hensyn på mengde  $x$  og sette den deriverte funksjon lik 0, får man mengden som selskap bør produsere for å få maksimal fortjeneste. Første ordrebetingelsen (2) for fortjeneste maksimum blir da

$$(2) \quad F'(x) = p - C'(x) = 0 \rightarrow p = C'(x)$$

Andre ordrebetingelse (3) for fortjeneste maksimum er at

$$(3) \quad F''(x) = -C''(x) < 0 \rightarrow C''(x) > 0$$

For å sikre at fortjenesten skal være maksimalt er begge betingelsene nødvendig. Skal oppdrettere oppnå størst mulig gevinst, må de øker produksjon inntil  $C'(x)=p$ , det betyr hvor grensekostnadene er lik grenseinntekten. Kravet i ligning (3) betyr at grensekostnadene må være stigende i maksimalpunktet ( $C''(x) > 0$ ), (Andreassen et al., s.158, 2016). I figur 4 vises oppdretters tilpasning når prisen er lik  $p_0$ . I punktet b i figuren blir alle betingelser for maksimal fortjeneste oppfylt. Linjestykket  $x_0b$  som representerer gjennomsnittsinntekten er større en gjennomsnittskostnaden med linjestykket  $x_0d$ . Også er kravene om pris lik grensekostnad og at sistnevnte er stigende, og er dermed oppfylt. Gjennomsnittsfortjeneste i punkt b tilsvarer med linjestykket  $db$ . Arealet  $gdbh$  karakteriserer maksimale fortjenesten en oppdretter kan oppnå under produksjon av fisk (Andreassen et al., s.158, 2016). Punkt  $x_1$  viser en lavere produksjon. Når produksjonen blir økt fra  $x_1$  til  $x_0$  vil også fortjenesten øker med arealet  $abc$  fordi grenseinntektskurven i dette intervallet av produksjon ligger over grensekostnadskurven. En videre økning av produksjon fra  $x_0$  til  $x_2$  resulterer i motsatt effekt. Nå vil fortjenesten reduseres med arealet  $bef$  fordi grenseinntektskurven ligger under grensekostnadskurven i dette intervallet. Desto større avstanden mellom fra  $x_0$  til  $x_2$  vil bli, desto mer reduseres fortjenesten i produksjonen.



Figur 4: Tilpasningen av produksjonen til et selskap med ønske om fortjeneste maksimering, Kilde Andreassen et al. (2016), s.159

### 3.2 Beslutningsmodell for investering

Vi antar at et oppdrettsselskap har ingen teknologi for overvåking av biomasse eller har et enkelt system (produkt a) og ønsker å få et enkelt system eller et med flere applikasjoner (produkt b). Ved alle investeringsprosjekter investeres penger i dag med formålet å generere fremtidige inntekter i en bedrift som er minst like store som investeringskostnad pluss kostnader forbundet å drive den (Hoff og Helbæk, 2021). Når en bedrift planlegger en investering vet den ikke hva er fremtidens pengebeløp som den ville ha mottatt i dag. Også må en virksomhet bestemme forventet levetid for investeringen ( $n$ ), det vil si antall år prosjekt (b) produserer en positiv kontantstrøm. For å vurdere om investeringen er lønnsomt, må det settes en tidsverdi på de fremtidige kontantstrømmene investeringen forventes å gi, for så å måle disse mot investeringsutgiften ( $U$ ). Renten som benyttes i diskonteringen kalles kalkulasjonsrente og uttrykker avkastningskrav ( $r$ ) for pengebeløp som skal investeres. I konvensjonelt havbruk kan man bruke et avkastningskrav av rundt 8-10 % hos børsnoterte lakseselskaper. For nye teknologier som semilukkede og lukkede anlegg kan den legges rundt 10-16 % (Misund et al., 2020). I nåverdimetoden blir nåverdien av investering fremtidige kontantstrømmer sammenlignet med investeringsutgift på tidspunkt av investeringen. En investerings netto nåverdi ( $NNV$ ) er summen av de neddiskonterte årlige kontantstrømmene ( $K$ ) fratrukket

investeringsutgift. En investering kan anses som lønnsom dersom  $NNV > 0$ . Investerings levetid for biomasse teknologi blir antatt som maksimalt 20 år. Investerings  $NNV$  er definert i ligning (4):

$$(4) \quad NNV = -U_0 + \sum_{t=1}^n \frac{K_t}{(1+r)^t}$$

Dersom nåverdi er positiv gir kapitalen investert i prosjekt (b) en høyere avkastning enn kapitalkostnaden. Når  $NNV > 0$  bør prosjekt (b) gjennomføres. Når  $NNV < 0$  bør prosjektet forkastes (Bredeesen, 2015).

### 3.3 Biologisk økonomisk analyse for gunstig slaktetidspunkt

Den biologiske modellen forklarer endringer i en fiskegruppe/populasjon over tid som resultat av tilvekst og naturlig dødelighet over tid. Tilveksten betyr økt inntekt for oppdretter, mens dødeligheten innebærer at kostnader må fordeles på mindre antatt solgt fisk og dermed mindre inntekt. Bioøkonomiske analysen skal hjelpe oppdretter å finne slaktetidspunkt som vil skaffe maksimal fortjeneste under gitt biologiske vilkår (Asche og Bjørndal, 2011). For å forenkle analysen skal situasjonen vurderes på generell basis, det vil si uten kostnader for fôring og høsting. Det hadde blitt for omfattende for problemstillingen i studien, men kan innses i Asche og Bjørndal (2011). Produksjonssyklusen på matfiskanlegg varer fra smolt utsatt i sjøen ( $t$ ) til optimalt slaktetidspunkt ( $t^*$ ). Biomassen  $B(t)$  er definert som antall fisk  $N(t)$  ganger fiskevekt  $w(t)$ . Salgsinntekten av fiskegruppe er prisen  $p(w)$  per kg fisk ganger biomasse  $B(t)$  i ligning (5).

$$(5) \quad I(t) = p(w) \cdot B(t)$$

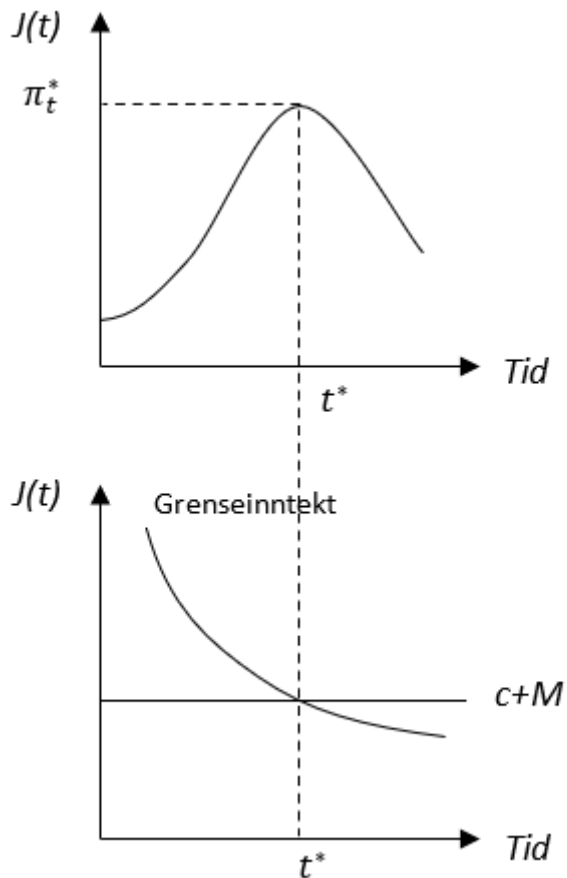
Utfordringen er at ikke all fisk oppnår maksimal individuell vekt samtidig på grunn av sesongeffekter eller dødelighet over tid. Derfor må en oppdretter planlegge å slakte et anlegg på det tidspunktet som maksimerer nåverdien av biomasse verdien  $\pi(t)$  sett på utsatt på sjøen

$$(6) \quad \pi_{max}(t) = I(t)e^{-ct}$$

Hvor  $c$  er kontinuerlig tidsrente og  $t$  forventet levealder av fisk eller alternativ tid av kjønnsmodning i ligning (6). Optimal tid for levering av fisk fra merd til slakteri finner man med derivering av ligning (6) og vil få ligning (7)

$$(7) \quad I'(t) = c \cdot I(t)$$

hvor  $c \cdot I(t)$  er alternativkostnaden for oppdretter som vil gi en avkastning på investeringen som er lik tidsrenten betalt for fiskens verdi. Endringen av biomasse salgssinntekt over tid vil være avkastning på investering (i form av fisk eller kapital i sjøen) for å holde fisken på sjøen. På optimale tidspunkt for levering til slakteri,  $t=t^*$ , tilsvarer avkastning på innskutt av kapitalen holdt i merder alternativet på en bank på land. Når  $I'(t) = c \cdot I(t)$  skal fisken ikke høstes hvis kapitalen i form av fisk gir en bedre avkastning enn en bank hadde betalt  $I'(t) > c \cdot I(t)$ . Start levering av fisk til slakteri når kapital i form av fisk gir lavere avkastning på investering enn man hadde fått av en bank betalt  $I'(t) < c \cdot I(t)$ . Optimal høstetiden for fisken er illustrert i figur 5 som viser maksimal biomasse og deres salgssinntekt med hensyn til tiden. Marginale inntekter skyldes veksten av fisken og tilhørende markedspris. Tilveksten av fisken avtar med tid, derfor blir også marginale inntekter lavere. Marginalkostnaden er sammensatt av alternative kapitalkostnad ( $c$ ) og naturlig mortalitetsrate ( $M$ ) som er kostnaden å holde fisken i merder, se i figur 5. Optimal leveringstid til slakteri er når grenseinntekt er lik grensekostnad (Asche og Bjørndal, 2011).



Figur 5: Salgsinntekten av fiskens biomasse fra utsett til optimalt slaktetidspunkt

Hver utsatt av fisk i sjøen er en ny investering for en oppdretter som roteres avhengig av produksjonssyklus lengde og ytre krav fra myndigheter. BKS kan være en lønnsom investering som kan bidra til å finne den mest gunstige tiden for innlevering til slakteri og selger den med etterspurt vekt til høy markedspris. Dermed vil teknologien bidra til å utnytte produksjonspotensial bedre, redusere variable kostnader og øke inntekten.

BKS kan kjøpes, leies eller leases. Leasing er en fast kostnad.

## 4. Metodisk tilnærming

I dette kapitlet beskrives og begrunnes valg av forskningsdesign og metode for å besvare problemstillingen i oppgaven. Videre forklares gjennomføring av datainnsamling og dataanalyse før reliabilitet og validitet av studiet vurderes. Avslutningsvis beskrives problematikk med denne tilnærmingen.

### 4.1 Forskningsdesign

Forskningsdesign betegnes som formgiving av en undersøkelse i forskningen. Det beskrives hva og hvem skal undersøkes, og hvordan undersøkelsen skal gjennomføres (Johannessen et al., 2016). Masteroppgaven benytter seg av Grounded theory som forskningsmetode. Det empiriske datagrunnlag benytter seg av kvalitative intervjuer hvor informantene beretter om sine detaljerte erfaringer, forståelse og holdninger knyttet til bruken av teknologiske systemer for biomassekontroll i nåsituasjon.

Grounded theory (GT) er en induktiv metode til analyse av kvalitative data. Teorien ble utviklet av sosiologene Glaser og Strauss (1967) som en teoretisk forklaring for sosiale interaksjoner, sammenhenger og prosesser i en videre og mer generelle kontekst. Teorien kan også brukes i virksomhets- og ledelse relaterte studier (Saunders et al., 2019). Betegnelsen GT anvendes både om selve metoden og om produktet av metoden (for å komme frem til en GT). I masteroppgaven skal GT anvendes som forskningsmetode. Det vil resultere i en dypere forståelse om bruken av teknologiske systemer for biomassekontroll, dens fordeler, ulemper og potensial med hensyn til å optimalisere produksjon av fisk relatert effektivitet og lønnsomhet som fenomen eller kjernekategori. Datainnsamling, organisering av data og dataanalyse foregår parallelt i GT. Forskeren må analysere data underveis, slik at den får en oppfatning om hva er kjernen i datagrunnlaget og avgrensner deretter. I denne prosessen er koding, hvor data brytes ned, kategoriseres og bygges opp til en dypere forståelse med etterfulgt beskrivelse, veldig sentralt (Johannessen et al., 2016). Ifølge Strauss og Corbin (1990) har koding tre steg fra første informant er valgt og all data er hentet inn, se tabell 1.



Tabell 1: Grounded theory dataanalyse i tre steg

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Åpen koding                 | Undersøker, sammenlikner, definerer og identifiserer egenskaper og verdier ved fenomenene som studeres og kategoriserer disse. |
| Koding langs handlingsaksen | Kartlegg forbindelsene mellom en kategori og dens underkategorier, den såkalte paradigme modellen.                             |
| Selektiv koding             | Integrer kategorier for å bygge et teoretisk rammeverk rundt en kjernekategori eller et fenomen.                               |

Forskningsstudiene stiller krav om at avhengig av problemstillingene må det samles inn data som er mest mulig relevante og pålitelige. Kvalitative data kan samles inn via observasjoner og intervjuer. De må dokumenteres i form av tekst, lyd og/eller bilder som har større frihet og fleksibilitet når man undersøker og utvikler i begreper, kategorier og typologier. Derimot kvantitative data foreligger ofte i form av utfylte spørreskjema, er strengt strukturert og lite fleksibelt når undersøkelsen først er sendt ut (Johannessen et al., 2016).

## 4.2 Datainnsamling

### 4.2.1 Primærdata - Semistrukturerte intervju

Primærdata er unike data man selv har samlet inn og som gir dermed førstehånds kjennskap til et fenomen i en studie. I masteroppgaven ble semistrukturert intervju valgt som primærdata som har en overordnet intervjuguide, mens spørsmål, temaer og rekkefølge kan variere. Slik dannes en uformell atmosfære som gjør det lettere for informanten å snakke. I et strukturert intervju er både tema, spørsmålene og rekkefølge på forhånd fastlagt. Dermed kan i semistrukturert intervju informanten svarer helt fritt med egne ord og forskere har mindre innvirkning på informantens svar. Forskerne ønsker å utvikle en helhetsforståelse av et fenomen som ikke er mulig ved forhånds kodede spørreskjemaer. Det gir også rom for oppfølgingsspørsmål fra forskeren. På denne måten blir det mulig å oppnå en forståelse mellom intervjuer og intervjuobjekt om hva som etterspørres, og det sikrer at innsamlede data er tilstrekkelig (Johannessen et al., 2016).

### 4.2.2 Utforming av intervjuguide

En intervjuguide er en liste over temaer og spørsmål som skal gjennomgås. Den overordnede målsetning er å lære om informantenes perspektiver og meninger på det aktuelle tema. Intervjuguiden ble utformet deretter med mest mulig åpne spørsmål. I de innledende spørsmål

skal det finnes ut hvilken stilling og havbrukserfaring informanten har. I hoveddelen behandles faktorer og forutsetninger for strategiske valg av teknologiske systemer, driftsrutiner og målinger. I siste delen etterspørres det mulige bytter av teknologi, utnyttelse av potensial og bedriftens strategi fremover i henhold til biomassekontrollsystemer. Samme intervjuguide blir benyttet for intervjuobjektene i de forskjellige gruppene, om det er oppdretter, leverandører eller eksperter. Intervjuguide kan innses i vedlegg 2.

Masteroppgaven ble innmeldt til Norsk senter for forskningsdata (NSD) i sammen med intervjuguide og samtykkeerklæring, og ble godkjent.

#### **4.2.3 Utvelgelse av intervjuobjekter**

Intervjuobjekter ble funnet via eget nettverk innen havbruksbransjen og anbefalinger. Henvendelse om deltagelse på intervju ble sendt ut på e-post. Noen svarte raskt og andre forsinket etter flere påminnelser. En del oppdrettere var opptatt med forskjellige prosjekter og kunne ikke være med i denne omgangen. Enkelte hadde ikke passende ressurser eller erfaring for å delta, og andre ønsket ikke å gå ut med interne opplysninger angående biomassekontroll. En leverandør informerte om at den ikke vil delta fordi produkt var fortsatt var under utvikling og testfasen. Noen fiskeinnkjøpsbedrifter ga kort informasjon om deres utfordringer med innrapporterte prognoser på e-post, men anbefalte heller å kontakte bedrifter/oppdretter som innehar både produksjon og salg. For å kunne danne seg et godt helhetsbilde og styrke troverdigheten relatert problemstillingen i denne oppgaven, ble det valgt å intervju oppdrettere og leverandører fra næringslivet siden, myndighetene, og organisasjonen fra samfunnsdelen. Myndigheten og organisasjonen fra samfunns siden.

#### **4.2.4 Gjennomføring av intervju**

Alle intervjuene ble som følge av Koronatiden gjennomført over Microsoft Teams og varte mellom 40 minutter opp til en time. For dataregistrering ble det benyttet lydopptak, og i noen grad supplert av notater for å styrke validiteten til det kvalitative datamaterialet. Dette fungerte godt, og ga intervjuer muligheten til å holde fullt fokus under selve intervjuet. Lydopptakene ble transkribert i ettertid for å kunne fremstille en god oversikt og sammenligningsgrunnlag av de ulike erfaringene og kunnskapene som intervjuobjektene hadde opparbeidet seg. Intervjufasen foregikk over syv uker fra februar til mars 2021, med unntak av et intervju som ble gjennomført i mai 2021.

Teams var en god måte å gjennomføre intervjuene på grunn av geografisk fordeling aller informanter i Norge, tidsbesparelse og kjent situasjon å avholde møter i korona pandemien. Det var gode informative faglige møter med behagelig atmosfære mellom forsker og informanter.

Totalt ble det utført 22 semistrukturert intervju. Intervjuobjektene fordeler seg på følgende måte: elleve representanter fra oppdrettsnæringen, fem representanter for leverandører av systemer for biomassekontroll, en representant for en fôrprodusent, en representant myndighet og en representant for en privat organisasjon. Utvalget av informanter inkluderte daglig ledere, driftsledere, produksjonsledere, prosjektansvarlige, ledere for kvalitet, FoU og teknikk, salg og logistikkansvarlige og rådgivere.

Intervjuene ble i henhold til NSD retningslinjene anonymisert, og lydopptakene vil bli slettet etter ferdigstilling av masteroppgaven.

#### **4.2.5 Reliabilitet og validitet**

Reliabilitet blir påvirket fordi det benyttes samtale som styrende datainnsamling og ikke strukturerte innsamling teknikker. Informantene sine meninger og erfaringer kan være verdiladet og kontekstavhengig. Forskeren som har sin egen erfaringsbakgrunn, vil også innvirke hvordan all informasjonen skal tolkes. Dermed vil det være umulig for en annen forsker å duplisere denne studiet. Kvalitative studier skiller seg fra kvantitative i at funnene ikke kan kvantifiseres. Dermed er validitet i kvalitative forskning avhengig av forskerens fremgangsmåte og om funn reflekterer pålitelig formålet med studien, og fremstiller virkeligheten (Johannessen et al., 2016). For å styrke validiteten og kvaliteten av datamaterialet blir utvalget av intervjuobjekter utvidet til leverandører, dette for å kunne innhente meninger om bruken av biomassekontroll i næringen. Lydopptaket avsikret at utsagn, meninger og fakta kunne transkriberes riktig og fullstendig som ikke hadde vært mulig med bare notater under intervju. Forskeren prøvde å fremstille alle informasjonen relatert til underliggende fem spørsmål for problemstillingen på en best mulig måte.

#### **4.2.6 utfordringer med metoden**

Kandidaten har ikke hatt erfaring med intervju som empiriske datagrunnlag fra før og burde har lest mer inngående om teknikken for å gjennomføre et intervju. Det vil si hva forskeren ikke burde gjøre under intervju for å påvirke informanten sine meninger og holdninger. Kandidaten kommet med innspill relatert egne erfaringer eller generell hørte informasjon fra andre informanter som kanskje har påvirket positivt eller negativt nåværende intervju.

Dessverre kunne ikke alle forespurte intervjuobjekter stille opp på grunn av tidspress, å være opptatt med andre prosjekter eller og følte å ikke inneha nok kompetanse på område. Uansett er forfatteren av masteroppgaven sikker på at utvalget av intervjuobjektene representerer hovedsakelige og varierte meninger og holdninger for forståelsen av fenomen.

Kandidaten ikke visste på forhånd hvilke BKS informantene hadde i bruk. Dermed presenterer elleve oppdrettere ufullstendig bruk av alle nåværende systemer på markedet eller under testing i havbruksnæringen.

Utfordrende var det også av og til å holde seg til tidsramme i intervju, på grunn av avsporing fra de opprinnelige spørsmålene inn i daglige utfordringer i næringen.

Det var et tidkrevende arbeid med å finne frivillige deltaker for undersøkelse og kunne gjennomføre selve intervju og transkripsjon av alle intervjuene.

## 5. Analyse og resultater

Resultatene fra kvalitative intervjuer gir et innblikk i praksisene og erfaringene fra ulike havbruks aktører, produsenter, myndigheter og organisasjonen, relatert til biomassekontroll teknologi på matfiskanlegg i Norge. Analysen vil være grunnlag for å kunne besvare om norske oppdrettere bruker biomassekontrollsystemer (BKS) best mulig i dag. For å belyse denne problemstillingen skal funnene i spørsmålene fra kapittel 1 presenteres.

### 5.1 Nåsituasjon i bruken av BKS

Tabell 2 viser informantene som representerte oppdrettere i undersøkelsen og informasjonen relatert til deres bruk av BKS.

Tabell 2: Oversikt over utvalget av informanter med BKS

| Informant    | Region i Norge | Nåværende biomassekontrollsystem |
|--------------|----------------|----------------------------------|
| Informant 1a | Nord           | VAKI*                            |
| Informant 1b | Midt           | VAKI*                            |
| Informant 1c | Sør            | VAKI                             |
| Informant 1d | Sør            | VAKI                             |
| Informant 2  | Nord           | Aquabyte*, Stingray, CreateView  |
| Informant 3  | Midt           | Aquabyte                         |
| Informant 4  | Sør            | Manuell*                         |
| Informant 5  | Nord og Sør    | Aquabyte, OptoScale              |
| Informant 6  | Midt           | Manuell*                         |
| Informant 7  | Midt           | Aquabyte*, Vard Aqua             |
| Informant 8  | Midt           | Aquabyte                         |
| Informant 9  | Midt           | Manuell*                         |
| Informant 10 | Midt           | Aquabyte                         |
| Informant 11 | Midt           | VAKI                             |

Note: \*testet andre BKS tidligere som for eksempel VAKI, Vard Aqua, Bio3000, Aquametric.

Tabellen viser frem at åtte av elleve intervjuete oppdretter har en BKS i bruk i sine anlegg. Fem av disse bruker Aquabyte, to VAKI og ellers andre systemer. Tre oppdrettere er avventende, to av dem har testet forskjellige systemer tidligere. Ni av elleve oppdrettere påpekte viktigheten av bruken av BKS gjennom hele produksjonssyklus. Dette for å kunne tidlig sette inn korrigerende tiltak underveis for optimalisering av produksjon, og kunne gi en god prognose for salg og slakt. En oppdretter benytter BKS en tidsbegrenset periode i produksjonen på grunn av teknisk utforming av anlegget (nedsenkbare merd). En oppdretter har truffet bra med prognoser til salg uten BKS.

Bruken av BKS har tydelig økt i havbruksnæringen de siste årene, men kravene om nøyaktigheten diskuteres alltid mellom oppdretter og produsent/leverandør. Hva kan årsakene til dette være?

Informanten 12 fremhevet at *"nøyaktigheten i målingene avhenger av en rekke faktorer og det vil i prinsippet være umulig å oppnå 100 % nøyaktighet med mindre man tar opp all fisk og veier dem enkeltvis."* Også blir det påpekt at oppdrettere krever 1-2 % nøyaktighet fra leverandørsiden mens samtidig eksisterer usikkerhetsfaktorer i produksjonsprosessen på oppdretters siden. Kalibreringen av fôranlegget og *"rapporteringen til slakt er en educated guess basert på utførte målinger og erfaringer"*, noe som gjør det vanskelig for leverandører å love en eksakt nøyaktighet.

Undersøkelsen blant flertallet av produsentene i Norge viser at det varierer en del på hvor nøyaktig og hvor mye data som samles inn, samt hvor mye data som brukes fra BKS. Det kom også fram blant flertallet av produsentene at det er forskjell på hvor nøyaktig og hvor mye data samles inn, og hvor mye data brukes bevisst fra BKS. Noen oppdrettere er allerede flinke til å bruke mye av data. Informant 12 fortalte at flere mulige kunder hadde fortalt at *"de kunne godt tenke seg å bruke verktøy, men at de egentlig ikke hadde ressursene i organisasjonen for å utnytte det."* En slik situasjon er en utfordring både for produsentene av utstyret og oppdrettere som bruker av teknologien. En annen leverandør tydeliggjorde at de siste årene har *"det vært en modningsprosess for å forstå kost/nytte fra oppdretters siden."* Avanserte kamerateknologien og programvare har blitt bedre og blir det hver dag fordi *"de hadde mange bilder å trene på."* Dette førte til at oppdretter har sett at de har fått økt kost/nytte situasjon som har muliggjort for leverandørsiden å komme med nye applikasjoner fordi oppdretter ser merverdien av det. Generell kan man si at BKS har allerede hjulpet med å ha bedre kontroll over MTB i merdene enn for ti år siden. Dette bekrefter informant 1a.

*"Vi har mye bedre kontroll i vår databasen i dag enn for fem til åtte år siden. Vi har historikken bygget på data, samt ser nytteverdi i forhold til fôrfaktor på gitt størrelser som hele tiden kan styres inn, og vi ser det på tilveksten. Vi har nå et verktøy for å følge produksjonen hele veien, det er fantastisk."*

Informant 2 i Nord-Norge presiserte mange fordeler med overvåkingsteknologi.

*"BKS gir et bedre grunnlag for å ta avgjørelser og kan løse mange utfordringer og gir åpenhet og troverdighet. Det gir mulighet til å dele data og ikke noe som er lagt inn*

*manuelt fra en røkter på en lokalitet. Dette gir oppdretter et fortrinn blant kundene og i forvaltningen som dermed kan ta kunnskapsbaserte valg, og ikke bare være avhengig av erfaringsbaserte."*

Fiskeridirektoratet har opplevd på innmeldte biomasse tallene fra oppdrettere at avviket mellom antatt antall utsatt fisk og antall fisk slaktet kan være uvanlig stor. Både hos myndighetene og havbruksnæringen er det en felles erkjennelse av at kontrollen på individnivå er ikke god nok og dermed er ikke biomassekontroll tilfredsstillende i dag.

## **5.2 Ulemper av BKS**

Det finnes en misvisende definisjon av begrep biomassemåler på hjemmesiden til BKS produsenter relatert tematikken. Informant 17 nevnte det samme. *"De nye systemene som VAKI, Aquabyte og andre er ikke en biomassemåler. De går kun på snittvekt måling av enkelte fisk, men de blir markedsført som en biomassemåler."*

### *Daglig registrering av fisk*

Antall daglige registreringer av fisk varierer mellom teknologien for estimering av biomasse uavhengig av biologi, miljø og drift. VAKI AS system måler 20-8000 fisk per dag, OptoScale AS system klarer opptil 20.000 fisk per merd per dag, og Stingray Marine Solutions AS system klarer halve antall til 1,5 ganger antall fisk fra hele anlegg per dag. Informant 2 kommenterte at *"av systemene de har i bruk har Stingray vanvittige passeringer. Nesten all fisk på et anlegg har passert på et døgn, mens det er minimum 500 fisk per dag i de andre to systemer."*

### *Feilmargin i forhold til snittvekt*

De fleste oppdrettere ønsker seg fra BKS produsenter maksimal *"1-2 % feilmargin i forhold til snittvekt prognose mot slakt."* Noen mener 2-4 % avvik er innenfor og bedre enn tidligere feilestimeringer. En oppdretter i Nord-Norge sa at *"så lenge avvik mellom prognose og slakterrapport kommer ned under 5 % med et system er det et verktøy som vi kan bruke."* Informant 1b informerte om at VAKI AS system viser stort sett litt for stort fisk, men *"dersom vi trekker 3-5 % fra vekten til BKS i sammenheng med lusetellingsvekt, Fishtalk vekt og litt erfaringstall med fôrfaktor treffer vi godt med slakterrapport."* Slike marginer ønsker ikke alle produsenter for biomasse teknologi å love til oppdretter fordi det ligger mange usikkerhetsfaktorer bak. En produsent hevdet at

*"Det er viktigere å bruke tall materiale fra alle målinger som ble gjort enn å hele tiden ender opp i en diskusjon om 1 eller 1,5 % fra. Det er viktigere å se hva vi kan utnytte den informasjonen vi sitter med gjennom hele produksjonen for å forbedre det vi selv gjør."*

En annen produsent påpekte at "å forvente 1-2 % avvik på biomasse måling mot slakt det kan man egentlig bare glemme fordi på slaktevekt har man allerede 3-5 % avvik." På grunn av følgende årsaker er det vanskelig for leverandørene å love 1-2 % til oppdretter: forskjellige sløye prosent mellom leverandører eller mellom oppdretter, fisk generasjon med Pankreassykdom (Pancreas Disease – PD) eller uten PD og erfaringsbaserte justeringer fra tidligere utsett. Dette ville gi en korrekt tall på sløye-, blodvann- og sultesvinnprosent. To andre produsenter opplyste derimot at om de klarer kravene fra oppdretter. "Det vil si 1-2 % avvik i snitt i absolutt vekt, delvis under 1 %. Kundene er veldig fornøyde med nøyaktighet og presisjon. Noen får større avvik, og det hender med fisk større 8 kg fordi det finnes ennå ikke nok datasett basert på maskinlæring."

Fra myndighets siden kunne de fortelle at også de er veldig opptatt av å ha kontroll på fisk gjennom hele produksjonssyklusen, ikke kun når oppdretter leverer til slakt, fordi det kan være at fisk kan blir kjøpt og solgt mellom samme kvalifiseringspartner, eller flyttet til en annet anlegg. Med tanke på rømning er det viktig om det er 200 eller 20.000 fisk som har rømt, som igjen kan ha en stor effekt på villfisken avhengig av årstid og ikke minst størrelsen på fisken.

*"Feilmarginen er jo kanskje greit for oppdrettsnæringen, men ikke for oss som skulle kontrollere biomasse, og da er feilmarginen for stor. Det å basere antall målinger fra og leie inn en dyr brønnbåt til dette arbeidet<sup>2</sup> etterpå, for å så gå gjennom og finne ut at du tok feil, er svært uheldig. De nye biomasse teknologiene er blitt flinke på å bestemme snittvekt på fisken med ca. 1 %, men det hjelper ikke hvis man bommer med rundt 15 %."*

---

<sup>2</sup> Brønnbåter kalibrerer ofte tellerne sine når de skal leverer fisk til slakt (vekt rund 5 kg med lite spredning). Går båten til en avlusning hvor snittvekt er 2 kg (med større spredning) blir telling av fisk ikke korrekt. Det gjøres noen justeringer, men er ikke så lett og ikke rett i praksis (informant 19).



### *Drift uten BKS*

Oppdrettere på den andre siden gjorde rede for hvorfor de ikke bruker BKS aktiv i dag. Misnøye med systemene, tvil om investeringskostnader og innrapportering på vanlig Fishtalk må anses som årsaker. Informant 4 sa at de er litt skuffet over det som leverandørene hadde lovet når systemet ikke har blitt som forventet. En oppdretter i Midt Norge informerte at de ikke bruker noe fast system fortiden.” *"De har ikke funnet et som de har troen på nå og føler de får igjen for. Hvis utstyret bare lager arbeid, gir det ingen motivasjon for de som skal jobbe med det."* Store selskapene som Mowi ASA blir brukt i markedsføring som firma som tester ut, men de har andre FoU-midler bak seg. Små og mellomstore familiebedrifter synes at det er mer troverdig dersom en mindre oppdretter har tatt et system i bruk. Frem til da bruker slike bedrifter som regel Fishtalk som produksjonsstyring program. Samme informant kunne fortelle at med kvalitetsprøver av 100 fisk cirka 14 dager per merd før slakt få salg en pekepinn om hva de kan forvente med levering om 14 dager (vektklasser, finneskader, skjelltap, sår, kjønnsmodenhet, deformiteter), og det stemte ganske bra. Etter første slakt før salg dermed fort en trend om resten av fisken ligger over eller under prøven. Aktøren nevnte at de ligger 4-5 % over Fishtalk, 200 g over innrapporteringen (brukes restriktive fôrtabeller, og med hensyn til fôrfaktor). Informant 9 rapporterte om misnøye med tall nøyaktigheten på testede systemer, og at de kun sjekke snittvekt. Så lenge det ikke finnes en god og skånsom måte vil de fortsette å bruke fôringssystem for å estimere biomasse, og kalibrere fôringssystem og videre rapportere i Fishtalk. Slik har de i 90 % av tilfeller fått et bedre estimat med å se på utfôringmengde og beregning av snittvekt enn å ta faktiske prøver. Men det ble gitt tilbakemelding at problemet med manglende biomassekontroll er først og fremst knyttet til potensiale for feilrapportering til myndigheter, noe som kan gå direkte ut over konsesjons utnyttelse og lavere prisoppnåelse i markedet. Informant 11 i Midt karakteriserte holdninger angående bruk av nye teknologiene som veldig variable. Noen er meget opptatt av ny teknologi for å estimere biomasse, og andre synes ikke det er så viktig.

*"Det er mer viktigere å utnytte fiskens vekstpotensial maksimalt (det vil si å føre på appetitt og atferd,) enn å melde inn helt eksakt mengde fisk. De store oppdrettsselskapene klare å bufre seg for innrapporterte usikkerheten til slakt, og de har lært opp salgsavdeling så den jobber slik at konsernet alltid er tilpasset markedet."*

## *Investering i BKS*

BKS er en kostnad som skal forsvares å være lønnsomt og er avhengig av brukte applikasjoner og innebygde teknologier. Undertegnende har forpliktet seg overfor de deltakende produsentene å ikke gå ut med informasjon rundt kostnader grunnet konfidensiell og forretningsmessige forhold, men ønsker likevel å formidle oppdretterne sine meninger rundt det. En av informantene fra Midt-Norge beskrev at de fokuserer på optimalisering av interne prosesser for tiden. *"Vi er litt redd å bruke masse penger på et nytt system når ikke dagens prosedyrer fungerer godt nok. Oppdretterne er litt skeptiske."* Dette gjenspeilte også utsagn av informant 7. *"Storvik ramme (nå Vard Aqua) ligger på cirka halv pris av Aquabyte, men systemet må også fungere."* En aktør i Nord fortalte at de leaser Stingray nodene fordi de er billigere enn Aquabyte`s AS sitt kamera.

*"Prisen er vanvittig. Vi klarer ikke å regne hjem prisen, du må være kreativ for å kunne regne hjem merverdien av denne, vi har prøvd mange forskjellige regnestykker. Stingray frister mest, men er dyreste, så må vi se fremover med hvilket system vi er mest komfortable med hensyn til pris og verdi."*

Informant 3 og 8 i Midt-Norge har Aquabyte AS system i prøvefasen. Den første mente *"Vi tester Aquabyte i både biomasse og lusetelling, men ellers er vi litt i venteboksen på grunn av prisen, også vi ser på kost/nytte ut fra det."* Den andre tester Aquabyte AS teknologi og kommenterte *"for dyrt for bruken så langt, også dagens laksepris og dersom en skal ha en i hver merd."* Dette karakteriserer betalingsvillighet fra oppdretters side for ny teknologi og eventuelt vilje til risiko.

*"Oppdretter ønsker å ha biomasse teknologi per merd, men er ikke villige å betale mye for det fordi de får det til likevel. For at noen små teknologi selskaper skal ta en stor risiko og investerer i utvikling av avanserte systemer bør oppdrettere være villige å betale for denne teknologien, nemlig hva det faktisk koster, og ikke sammenligne det med et vanlig fôringskamera."* (Informant 11)

Når anleggene har mye utfordringer med lusebehandlinger og økt utgang av syk fisk ble det rapportert fra flere oppdrettere at de ikke fikk tid å jobbe kontinuerlig og ordentlig med biomasse rammer. Dermed foreligger det ingen stabile dataserier i datainnsamlingen på slike tidspunkt.

## *Design av BKS*

Design av BKS har også en feilkilde på antall registreringer per døgn. En ramme eller et rør er avhengig av at fisken svømmer gjennom. Et kamera basert system er bare avhengig av at fisken kommer nærme nok påpeker informant 13. *"Hos oss sitter folk og jobber med optimal posisjonering både på dagtid, kveldstid og natt (folk fra Australia). Når fisken går ned på 20 m om natten, justerer våre ansatte også teknologien på 20 m."* Andre systemer blir ikke overvåket 24 timer per døgn, her er mer innsats fra anleggspersonell nødvendig. Oppfølgingen er ikke den samme og investeringen er rimelige fremhevet samme informant.

### **5.3 Fordeler av BKS**

Verdensledende havbruksteknologi hjelper næringen med overvåking av tilvekst målinger, fiskevelferd og bildebasert lusetelling i sanntid. Fôret utgjør den største variable kostnaden. Oppdrettere får et analyseverktøy for å evaluere og optimalisere produksjon fortløpende, som resulterer i bedre fiskevelferd, reduserte kostnader, økte inntekter og bedre produksjonsavkastning.

#### *Analyse – og planleggingsverktøy*

Informant 1a i nord som bruker VAKI AS system påpekte at *"biomassekontroll er lovpålagt og det må tas seriøst."* Samtidig spiller den inn i planlegging av produksjon, optimalisering, selskapets MTB og konsesjon.

*"BKS hjelper å ha kontroll på fôringsstrategi for å unngå å ende opp på 1,20 biologisk fôrfaktor med slaktetidspunkt. Dette er ikke bra for bærekraft, for miljø og omdømme. Derfor jobber vi aktiv med biomasse kontroll i Power BI og jevne milepæl evalueringer for å justere oss inn."*

En annen oppdretter synes det er litt rart at det ikke er mer fokus på BKS og begrunnet det med følgende utsagn

*"For oss er biomassekontroll grunnlag for alt. Det har med fôrforbruk, KPI, å vite løpende hvordan man prestere fra start til mål. Er det ting som har skjedd? Må vi justere? Da må du ha et system som gir den løpende utviklingen. Fishtalk er jo bare en modell."*

Informant 5 som tester Aquabyte AS og OptoScale AS systemer tydeliggjorde at første prioritet med pilotprosjektene er å få verifisert om biomassemålinger er gode nok, og leverer det som er

lovet før neste skrittet med automatisk lusetelling og velferdsparametre blir verifisert. *"Hvis verktøyet virker, så vil det være en god referanse for å ha en god daglig biomassekontroll som kan brukes med mye større sikkerhet enn prognoser som vi har i Fishtalk."* For oppdretter 1a ser på BKS som et analyseverktøy for å få inn jevne ukentlig målinger i tillegg til manuelle veiinger. Slik blir det mulig å se om det utvikler seg positivt trend mellom veiet vekt og beregnet Fishtalk vekt fra fôrfaktormodell. Dette gjør oppretteren for å finne ut om man er på riktig vei i fôringsstrategien med forventet mot reell plan og ønske om å ha kontroll på MTB i merder fra utsett frem til slakt. Vaki-, bulk- og individ målinger blir brukt for å korrigere seg inn i forhold til snittvekt og biomasse i merder underveis i produksjonen.

En informant fortalte at for selskapet var det viktig å kunne bruke Aquabyte AS sin teknologi som var allerede godkjent fra myndighets side for automatisk lusetelling. Selskapet ønsker å kunne telle lus automatisk i nedsenkbare merder for å unngå å måtte ta opp merder til overflaten og risikerer et lusepåslag.

Alle informanter har gjort erfaringen om det å ikke ha helt kontroll på antall fisk dersom en får et sykdomsutbrudd eller har økt utgang av svak fisk etter en behandling. Da blir det gjetting og ikke telling. Derfor er et BKS en viktig støttefunksjon internt i en bedrift og opp mot myndighetene.

Informant 20 anser generell utviklingen rundt biomassekontroll teknologi som veldig bra. *"Vi er jo veldig positiv til alle disse nye teknologiene som kan gi mer informasjon og skal se på ulike velferdsparametre. Systemene er jo en lavere belastning for fisken sammenlignende med dagens håndteringer."*

#### *Telling av samme fisk og fisk ID?*

Oppdrettere har etterspurt om BKS teller samme fisk to ganger og om fisk identifikasjon (fish ID) er allerede mulig. Noen produsenter uttalte seg på følgende måte. Informant 12 opplyste om at fisk som overlappes kan måles, men det avhenger av at de ikke overlapper i alle dimensjoner. Fisk som overlapper vil bli godkjent om man klarer å skille dem fra hverandre og bli forkastet om ikke det er mulig. Videre utdypet informanten at det ikke så viktig hvordan hudsår utvikler seg på en enkelt fisk, men heller hvordan status utvikler seg på hele fiskegruppen over tid i prosent. *"Enkeltindivid er ikke så viktig, men antall fisk i prosent som man ser et problem på fordi det sier mer om utvikling."* Informant 13 fortalte at de *"registrerer ikke per dags dato den nøyaktige identifikasjon til hver fisk"* (det kommer etter hvert). Derimot

*"basert på populasjonsdata, statistikk og distribusjon i merden, med flere forflytninger i vannsøylen hver eneste dag, så har de veldig god kontroll på både populasjonen og enkeltindivider."* En tredje produsent (informant 14) fremhevet at deres program *"skiller fisken slik at den ikke blir telt to ganger for lus fordi den har fisk identifikasjon med gjenkjenning mønster av finner, hodet og skinn."* Dermed kan historikken av fisken ses over tid.

#### *Ingen kritiske hendelser med BKS*

I følge av alle informanter ble det så langt *"ikke rapportert om noen kritisk hendelse i forhold til rømning eller slitasje på anleggsutstyr i daglig drift forårsaket av BKS bruk."* De "fleste oppdrettere fortalte at de klarer å justere systemene inn i merder uansett teknologien som er i bruk." En oppdretter bemerket at det er vanskelig å få fisk gjennom et registreringsverktøy i en større merd i forhold til en liten merd. VAKI AS systemet er lettere å drifte i et stålanlegg enn i en 200 m merd. En produsent fortalte at *"nesten alt utstyr er testet ut siden 2011 i over 100 anlegg, alt fra 5 x 5 m bur til 200 m ringer, semi-lukkede anlegg og Ecomerden."*

### **5.4 Effekter på biomassekontroll uansett valg av teknologi**

Som allerede nevnt i bakgrunn kapittel er det en del eksterne faktorer som ikke kan påvirkes av oppdrettere for å redusere kostnader eller øke inntekter under produksjonen. Men det kan jobbes med og prøves å tilpasse produksjonen på best mulig måte relatert til fiskens biologi/atferd, miljø og daglig drift.

#### *Fiskens atferd*

Informant 1a i Nord-Norge fortalte at fisken kan reagere generelt mer "var" fordi den er vekselvarm og har en lavere forbrenning med lavere temperaturer over lengre perioder enn i Sør-Norge. Atferden av fisken blir påvirket av vær, temperaturer, havstrøm, miljø parameter, plante- og zooplankton og annet. Dette fører i Nord til biologiske utfordringer som økt utgang på grunn av vintersår og stor vekt spredning. I Midt og Sør-Norge derimot sliter oppdrettere med høyere lusepress, tap i følge av sultingen før behandlinger og utgang via Pankreassykdom (PD). Taperfisk og PD fører til feil kondisjonsfaktor og snittvekt ved biomasse estimering. Plasseringen av BKS i anlegg er viktig for daglig registreringer. Dersom for lite fisk går gjennom må det ses hvor rammen henger i forhold til hvor fisken går og justeres om nødvendig. Informant 1c fortalte at *"fisken kan skille seg i perioder med en gruppe oppe og en gruppe lengre nede, hvorved stor fisk går dypere i merden, taperfisk og kjønnsmodne fisk oppholder seg i de øverste vannmassene."* Informant 13 forklarte hvordan fiskens atferd og

svømmemønster påvirker målinger. "*Vaki ramme kan måle alle størrelser av fisk, men du får ikke målt den før den begynner å steame og svømmer i et ordentlig mønster.*" Når fisken er små, egner seg ikke atferden til å måles fordi fisken har ikke svømmemønster som trengs for å kunne måle fisken på en systematisk måte. "*Det varierer fra 100 g til 1 kg før den svømmer i steam (forskjellen på genetikken, fra hvilket settefiskanlegg smolten kommer fra og status på smoltifisering).*" Fisken beveger seg ved å stramme og slakke muskulatur. Når fisken strammer musklene på en side, skaper den bølgebevegelse på andre siden. Når fisken da strammer vil den fremstår som kortere og når den slakker ut vil den fremstår som lengre. Avhengig av hvor fisken er i svømmebevegelse når man tar bilde av den eller når den svømmer gjennom rammen så vil man få forskjellige utslag på det.

### *Miljøfaktorer*

Flere informanter påpekte at feilsøk i produksjonen er ikke lett fordi det er mange *variabler som fjordstruktur, vær, lokalitet, sykdom, antall avlusinger, vannkvalitet (alger, salinitet, oksygen status og vanntemperatur), flo og fjære, rene eller skitne nøter, skjørt eller ikke skjørt* som spiller inn i analysen for å finne ut hvor man bommer under fôringen eller hvorfor man ikke får gode nok daglige registreringer med BKS. Alle optiske kamera har problemer med alger i våroppblomstringen som fører til at man får mindre godkjente målinger i denne perioden understreket informant 14. Strømmen fra forskjellige retninger på en lokalitet er også utfordrende. Oppdretter 1d fremhevet at biomasse rammene må ha et systematisk oppsett. De på øst må ligge mye lengre ut i nota og dypere enn de som går inn fra vest. Fisken står mye mer mot NW i ringen gjennom hele året. Årstiden påvirker målinger også fortalte oppdretter 1c "*På våren kommer fisken opp og står bedre fordelt slik vi får bedre målinger. På vinteren står fisken mer nede, da trengs det et stort og dypt kastenot for å få gjennomført milepæl målinger.*"

### *Driftseffekter*

Relatert til daglig drift kan det hende at "*støy og bevegelse fra notspyling eller service båt på anlegg stresser fisken slik de kan trekke seg i dypere lag som resulterer i ny justering av dybde av BKS*" henviste en informant på. Samme oppdretteren tydeliggjorde videre at fra august behandles i snitt hver merd hver 3./4. uke frem til slakt med høy lusepress i Sør-Norge. Dette fører til inn og ut av BKS som resulterer i ujevne registreringer over tid. Biomasse rammer bør plasseres litt sides stilt i forhold til fôringsområde og ikke for nærme skjul område, litt mer i et område som er roligere der fisken naturligvis svømmer gjennom, fortalte to oppdretter. Også godt samarbeid mellom tilvekstsenter og lokalitetsansvarlige er viktig for å finne gode

posisjoner for daglige registreringer med BKS. Alle oppdrettere fortalte at de har innarbeidet gode rutiner og oppfølgingsmøter mellom biomasse teknologi produsent, daglig leder, produksjonsleder og lokalitetsansvarlig driftsleder.

## 5.5 Bedre utnyttelse av BKS sitt potensial fremover

Hva bør oppdretter gjøre for å integrere BKS bedre i daglig drift og å utnytte potensial av systemene på en bedre måte fremover?

### *Utnyttelse av BKS data*

Det ligger et stort potensial i en bedre utnyttelse av innsamlede data, spesielt for å optimalisere vekstpotensial og å levere mest nøyaktige snittvekt tall og størrelsesklasser til salgssavdeling. Korrigerende tiltak og beslutninger underveis vil redusere kostnader og øke inntjeningen for oppdretteren. Informant 11 påpekte at *"det skapes mye data på et anlegg året rundt som inneholder et stort potensial."* Videre oppfordret informanten oppdretterne å bli bedre kjent med lokaliteten på en mer finmasket måte som betyr en mer systematisk innsamling og bearbeiding av lokalitets data (profil av strøm, temperatur, salinitet gjennom hele vannsøylen, fysiske i anlegget i seg selv med merder på utsiden kontra på innsiden). Etter denne analysen vil det være enklere for et selskap å velge teknologien som vil være riktig for denne lokaliteten. En oppdretter som bruker Vaki ramme i Sør-Norge støtter dette utsagnet.

*"Vi må bruke mer potensial fremover ved å gjennomføre mer intensive analyse av datamengde relatert til 'Hvor havner vi ut?', 'Hvor ligger vi an?', 'Viser VAKI AS system konstant 5 % mer en fisken veier?', 'Hvor mange fisk må vi ha gjennom 14 dager før slakt for å få en nøyaktig snittvekt?', 'Kan vi bruke tallene for å melde fisken inn?', 'Kan vi se på størrelsesfordelingen om det er verdt å sortere fisken før slakt?'"*

Det er viktig at oppdrettere eier data og har innsikt i data internt, og etterspør seg selv hvilke data trengs av alt som tilbydes fra leverandører. Informant 3 fremhevet at *"det å nyttiggjøre seg data med verktøy som Power BI internt, omsatt det i praksis for å få gode analyser, og ikke minst kunne gjøre konkrete tiltak deretter. Det er den viktigste jobben."* Oppdretteren i Midt-Norge tydeliggjorde at for å kvalitetssikre egne innsamlede data i produksjonssyklus frem til slakt lagde de en Excel-regneark-oversikt over anlegg med ukentlige fisk vekt registreringer av 4 trender: Vaki ramme, 20 fisk som telles lus i fra, beregnet utføret mengde ifra Fishtalk og eventuelle tall fra brønnbåt under behandling, se vedlegg 3. *"Når det nærmer seg slakt så er vi ganske sikkert på innrapporterte tall +/- 50 g fisk vekt med denne metoden. Vi bommet med hele +/- 60 g i snitt på alle merder på siste utsett."*

### *Aktiv bruk av BKS og data integrering i ukes møte*

Det er viktig at ansatte i næringen får nyttige informasjonen relatert til teknologien i det daglige for å forstå disse og å kunne jobbe aktivt med dataene selv. Informant 1a i Nord påpekte på flere faktorer. *"Man bør ikke har for mye tabellføring i bakhodet, fisken spiser hva den spiser. Fôransvarlig operatør må ha kontroll til syvende og sist."* I ukesmøtet med fagtekniker blir det under punkt fôring også gjennomgått en App som viser fôringen opp mot prognose og plan de syv siste dagene. Den tar opp utfordringer og hendelser som har vært samt den prognoserer mulige fremtidige ting som kan skje som kan påvirke appetitten til fisken. Det har vist seg for eksempel at spylebåten og sulting for en lusebehandling påvirker appetitten. For å kunne avsikre ytre funksjonalitet av BKS bør disse være en del av den daglige sjekke rutinen på anlegget.. Når det er ramme system installert bør disse løftes opp, tømmes for rognkjeks og senkes forsiktig ned igjen. *"Det tar to minutter. Men gjør du det, da lykkes du"* fortalte informant 1c. En annen viktig faktor som to informanter fremhevet, er betydningen av å gi en til to ansatte på hvert skift hovedansvar for volum av daglige fiske-registreringer og foreta sjekken av den daglige rapporteringen hvis det er noe som avviker. I deres faste ukesmøte er VAKI ramme som BKS også fast agendapunkt med presentasjonen av innsamlede vekttall, trends og om det skjer felles evaluering relatert posisjonering og utfordringer.

*"For å få økt motivasjon og eierskap i daglige operasjoner må det legges til rette fra ledelsen i bedriften slik at ansatte forstår at data fra biomasse monitoring blir brukt for å forbedre produksjonen. De fleste på lokaliteten har tilgang til programvaren og kan gå inn og sjekke selv. Da er det større sjanse for å få gang på det og å lykkes. God kommunikasjon mellom fôransvarlige, anleggsansvarlige og driftsleder med tanke på jevne justering av BKS dybde nevntes i tillegg."*

Informant 1c i Sør påpekte som negativt at programvare Fishtalk og programvare fra VAKI AS ikke snakker i sammen. *"BKS programvare bør bli integrert i Fishtalk for å få ut grafer om forventet tilvekst-prognose, brønnbåt og VAKI-målinger for å se trender"* og kunne ta korrigerende tiltak dersom nødvendig underveis. Det er behov for integrasjon av forskjellige systemer fremover for å forbedre oversikt, og for å kunne ta avgjørelser tidsnok.

### *Holdningsendring*

Havbruksnæringen er på god vei med bruk av BKS, men *" det er fortsatt litt for tidlig til å rulle teknologien ut på alle lokaliteter, men målet er klart at alle merder skal ha en BKS, automatisk luse-tellesystem, og kunne gå helt bort fra fisk håndtering"* presiserte oppdretter 2. En ting som



kommer tydelig frem i alle intervjuene er at det trengs en generell holdningsendring i de fleste norske selskapene fra ledelse til driftstekniker-nivå på hvorfor bruk av BKS er nyttig fremover. Informant 2 deltok på et fagmøte i Nordland og fortalte at *"holdningen til en oppdretter var en negativ innstilling mot BKS fordi de tror at de- da blir lovpålagt oppdretter, noe som gjør produksjon dyrere og ikke fungerer som angitt"*. Oppdrettere har *"ikke lyst og tid til daglig oppfølging av systemer, og hvorfor skal de endre på noe som gikk de siste 50 årene."* De fleste oppdrettsaktørene *"ser ikke verdien av slike systemer og hvor viktig det er i et helhetsbilde. Det vil si hvordan produksjon, salg og markedet henger i sammen og hvordan man best utnytter kapasiteten av disse."* Informant 3 støtter argumentasjon fra informant 2 med å fortelle at *"det å forankre biomassemåling, inkludert tilvekst-kontroll i en forståelse i ledergruppe, og at dette her er et viktig langsiktig forebyggende arbeid for å tjene mer penger."* Personen kunne videre fortelle at det har vist seg at *"økt intern kunnskap om BKS og integrering av biologer/veterinærer i fremtidig planlegging og strategier har blitt suksesskriterier hos selskap"* med redusert dødelighet, færre lusebehandlinger og bedre kvalitet på fisken frem til slakt. Neste steg for selskap er å ta i bruk alle de teknologiske verktøyene og maskin syn/læring som skal løfte det enda et høyere nivå. For å unngå at teknologien ikke bare ble hevet ut i merden og ingen fulgte det riktig opp fremhevet en oppdretter *"at det er viktig å forankre nye teknologier fra ledelsen til basis for å få et eierskap og motivasjon."* Det samme tydeliggjorde informant 11. *"VAKI system er forankret i konsernledelse, produksjonsledelse, driftsleder og røkter. Dette er viktig for å kunne ha et godt eierskap til verktøyet og prøver å få den rette faglige diskusjonen gjennom hele organisasjon."* Via prestasjonsmålinger om nåværende og tidligere utsett/generasjoner, daglige registreringer av BKS, fiskehelse rapporter og dagbok i Fishtalk er det enkelt å se og filtrere ut når ting har skjedd (fôring, sykdom og lus). Da kan man finne ut bakenforliggende årsaker og sette i gang korrigerende tiltak/avbøtende tiltak. Oppdretter 3 mente at leverandører og Mattilsynet bør komme på besøk på merdkanten for å lære seg og å forstå hvordan prosessene er og hva det er oppdretter trenger for å kunne tilrettelegge for teknologiutvikling, MTB i trafikklyssystem 2022 og havbruksstrategi fremover. Videre fortalte tre informanter at de vil ansette folk fremover med kvalifikasjon for teknologiske oppfølgingen av slike systemer, biologer/fiskehelsebiologer for å kunne utnytte mer av kunnskapen koblingen teknologi og biologi gir. En organisasjon fortalte om et prosjekt mellom Veterinærinstituttet og settefiskanlegg rundt i Norge og gav følgende uttalelse og informasjon fra et matfiskanlegg.

*"De som jobber med fisken har ofte sterke meninger og sitter på mye kunnskap om hva de ulike behovene er, og hva som kan gjøre prosessene bedre, men de blir ikke alltid hørt på av ledelsen. Det er en vanlig frustrasjon. Det kunne har vært løst mye hvis folk i ledelsen hadde blitt mer bevisstgjort på fiskevelferd. Det er noe vi vil jobbe mye mer med at fiskevelferdskurs og -kompetanse er ikke bare noe for dem som jobber direkte med fisken, men må også være for dem som tar avgjørelsene."*

### *BKS fra utsett til slakt*

Alle leverandører av BKS anbefaler oppdrettere å bruke dette analyse- og planleggingsverktøy gjennom hele produksjonsperioden for å muliggjøre tiltak og beslutninger fortløpende, og for å arbeide mer på en forebyggende måte. Dette vil resultere i bedre fiskevelferd, bedre kontroll på MTB, bedre innmelding til salg og slakt samt være med å gi en mer effektiv produksjon med reduserte kostnader. Informant 12 konkluderte med at så langt har veldig få oppdretter bruker BKS hele tiden. *"Man er flinkere til å benytte potensial på det som går frem mot slakt enn som går på registrering av hvor vi er underveis i produksjonen. Verdiene skapes ikke mellom 5 kg og slakt, de skapes mellom 100 g og 5 kg."* For at systemet skal ha en virkelig verdi, så må du *"bruke det hele tiden, og da må du forstå hva du kan bruke det til."* Leverandør 14 anbefaler oppdrettere å få et aktivt forhold til systemene ved hjelp av skikkelig bruk og rådfører oppdrettere slik de kan se nytten (se på trender over tid, sammenligne merder nå og med tidligere generasjoner, prioritere rekkefølge på avlusning og annet). Produsent 13 har observert at *"det er folk som vil få det til og de blir stadig flinkere. Oppdrettere ønsker å utnytte mer av potensial."* Samme produsent understreket at teknologien og automatisering av systemene kan lette hverdagen i næringen og at man ikke kommer til å kjenne den igjen om 10 år. På toppen av manuell og automatiserings potensial kommer det data-uthenting-potensial og utnytte som produksjonsressurs. *"Bruken av data fra tidligere kan optimalisere fôringen, kan redusere forspillet, kan utnytte temperatur i sjøen, hvor anlegget skal plasseres, osv."* Samme produsenten har en egen avdeling med cirka 20 ansatte som består av biologi, analyse, posisjonering og forskning. De jobber bare med fiskevelferd, oppfølging, biologisk rådgiving (første fiskehelsebiolog ble ansatt i 2013 i bedriften) som gir råd til selskapene og er en samtalepartner. Leverandør 15 kommenterte at *"kundene har veldig lite ressurser innen analyser og biologi som er tilgjengelig og man kan se på. Vi må bli bedre på snittpunkt biologi og teknologi og forstå muligheter og begrensninger fra et biologisk perspektiv."* Firmaet vurderer å ansette folk som har den analysekompetansen og å ansette en veterinær for å få mer informasjon og kunnskap om fisken.

## 5.6 Økonomisk inntjening med BKS

Med hjelp av BKS er det mulig å overvåke produksjonen i sanntid. Teknologien viser status i produksjonsforløpet som støtter oppdretter i å evaluere og tilpasse planlegging, prognoser og beslutninger. Slik blir det mulig å føre presist, utnytte bedre lokaliteten, selskapets MTB og å gi mer nøyaktige vektdata til salg/slakting. Kostnadene kan bli mer kalkulerbar, inntektene kan økes og dette kan føre til en mer lønnsom og effektiv produksjon.

En aktør i Sør-Norge definerte verdien av overvåkningsteknologien på følgende måte.

*"Største verdien av BKS er å se hvordan produksjonen har vært og kan korrigeres og motiverer de som jobber med fisken. Dersom man hadde et system som kunne se tilbake til hvordan det gikk i denne måned, planen var sånn, hvordan ligger vi an nå. Da hadde vi fått en mye mer nøyaktig tilbakemelding som hjelper absolutt alle, de som fører fisken, de som skal behandle fisken og de som slakter fisken. Slik vil vi få bedre beslutninger, bedre motivasjon og bedre produksjon. Det er stort behov for dette."*

I Midt regionen påpekte en oppdretter at det vil også være "veldig verdifullt å kunne gi en komplett størrelsesfordeling på fisken i god tid før slakt til salg." I tillegg kan et BKS gi real-time informasjon om tilvekst fra dag til dag. Det kan også brukes som et "barometer på tilstand til fisken" og kan være med som "beslutningsstøtte for å avgjøre om fisken er i stand til å takle behandlingen eller om andre tiltak er mer fornuftig." Det er ikke lønnsomt å behandle svak og syk fisk fordi påkjenningen av behandlingen medfører stress og eventuelle håndtering skader, og dermed resulterer i enda svakere fisk som kan også død under selve behandlingen.

Holdningsendringen og vilje å investere i noe selv om det er forbundet med en viss risiko er viktig for å øke inntjeningen og å kunne jobbe mer effektiv og bærekraftig fremover. Informant 1b støttet dette med sitt utsagn.

*"Mye er avhengig av holdninger til produksjonssjef og driftsleder på anlegg og i regionen. Forståelsen for betydningen av biomassekontroll i ledelsen og i basen er viktig for å lykkes. Vår produksjonssjef har brukt mye energi på å få biomassekontroll i rutiner, har skjønt hva det betyr, fordi det kan spares mye penger når biomasse blir målt mye bedre. Vi jobber mer effektivt og sparer inn penger og kan derfor investere i forbedringer på anlegg og ansette en til teknikker, osv."*

En oppretter i Midt påpekte at ny kamerateknologi blir et supplement for å løse akutte problemstillinger i løpet av en produksjonsperiode. Det kan fange opp sykdom og lakselus utviklingen og man "*kan komme inn med tiltak tidlig som styrker fiskevelferden.*" Mindre håndtering er både bra for fisk og gir bedre vekst og vil hjelpe forebyggende på lang sikt. "*Når man ikke må behandle i åpen merd inne i fjorden og nesten slipper behandling etter flytting til påvekst merder etterpå, har man strategier der man kan hente inn de store pengene.*" Flere oppdrettere påpekte at "*økonomisk gevinst ligger i å ha god kontroll på riktig tildeling av fôr, månedlige tilvekst og vurdering av når det føres det bra og når det blir for mye*" (best utnyttelse av fôr og kost). Dette danner grunnlag for en god prognose på hva som skal slaktes, og som kan selges med riktig snittvekt, vektklasse fordeling samt kvalitetsevaluering og hvordan dette treffer opp mot salgsmarkedet igjen (stor verdi). Dersom man får en overraskelse fordi fisken er større eller mindre enn forventet får man ikke solgt den til markedspris. Da må det betales erstatning og bestillingen må endres, noe som gjør logistikken vanskelig og gir en kompleksitet i kostnadsstruktur. Litt avvik må kunne aksepteres fordi havbruk er biologisk produksjon med de risikoelementene som der medfølger. Det er derfor viktig å estimere dataene så riktig så mulig til salg for å få kunne hente ut så stor økonomisk gevinst som mulig.

For leverandørene er det ikke alltid lett å forsvare kost/nytte av teknologien til oppdretter som en verdifull investering.

*"Det å ha riktige tall hele veien er viktig. Det å forklare til oppdretterne og fått lært dem til å sette pris på og forstå verdien er nøkkel til at man kan forsvare kostnaden som medfølger og ha slikt utstyr tilgjengelig og i bruk."* (Informant 12)

Leverandørene må i mye større grad klare å vise verdien av teknologisk kunnskap. Dersom et oppdrettsselskap må bestille en "Slicekur" (fôr med innblandet medikament for å drepe alle parasittiske stadier hos lakselusen) er det nødvendig å vite nøyaktig doseringen av Slice.

*"Men dersom et selskap har på grunn av rapporterings hensyn underestimert vekten blir den nødt til å bestille Slice på bakgrunn av underestimert vekt. Så får lokaliteten ikke den dosen som den skal ha. Dermed virker det ikke som det skal, uavhengig av sjøvannstemperatur"* henviste informant 12.

Selv med middels kamerateknologi gjør det mulig å melde inn til salgsavdeling at det vil bli en stor andel fisk med kvalitetskategori PROD. Dette gir et selskap en mulig for å kunne planlegge det arbeidet som må gjøres i forkant for å kunne forbedrede hele markedets apparat på en

kvantitativ god måte. Dermed blir velferdsovervåking en verdifull funksjon slik man har kontroll på de kriteriene som selskapene vil ha dokumentert som gir nedklassing.

For tiden er Akvakulturdriftsforskriften med krav om 1 % avvik på innrapporterte antall fisk under høring hos Nærings- og fiskeridepartementet. Myndigheten var allerede i kontakt med oppdrettsselskaper og har gitt inntrykk av at kravet må komme først og næringen vil måtte reagere etterpå. Før var det mye frem og tilbake, alle visste at antall fisk relatert MTB er et problem, men ingen har visst hva som må gjøres. Nå er det en dialog for å finne en balanse om kravet og felles mål/interesse for å få løst problemet med mer nøyaktighet i å telle antall fisk.

## 6. Diskusjon

Formålet med masteroppgaven har vært å finne ut om norske oppdretter bruker teknologiske systemer for biomassekontroll best mulig i dag og hvilke avveininger som påvirker bruk og valg i den daglige driften. Diskusjonen i dette kapitlet vil støtte seg på analyse av funnene i kapittel 5. Til slutt presenteres metodiske utfordringer og forslag til videre forskning.

### 6.1 Problemstilling og forskningsspørsmål

Analysen av den kvalitative datainnsamlingen via intervju bekrefter at alle informanter har testet BKS tidligere og de fleste bruker disse aktiv nå for å ha en bedre kontroll over biomassen i merdene til enhver tid. På den andre siden bruker bare halvparten av oppdretterne BKS gjennom hele produksjonssyklusen. Det er fordi mange befinner seg i testfasen med nye teknologisystemer for kortere perioder. Biomasseovervåkingen av hele produksjonsperioden er den grunnleggende forutsetningen for å kunne evaluere og optimalisere fôringsstrategi, fiskevelferd og kvaliteten av produktet fortløpende i produksjonen og dermed å være i stand til korrigerende tiltak underveis. Med satsing på mer fremtidige investeringer i BKS på oppdrettersiden vil det bli mulig å samle inn mer nøyaktige data, tilpasse bedriftens produksjon tidsnok og minimere risiko for feilrapportering internt og mot myndigheter. For å kunne vise hvorfor norske oppdrettere ikke er helt der ennå vil forsker kort og systematisk se på hovedargumenter og årsaker opp mot problemstillingen og underliggende forskningsspørsmål.

### 6.2 Ulemper med BKS

Det ble påpekt av både oppdretter og teknologileverandører at 100 % nøyaktighet innen måling av biomasse ikke er mulig med dagens teknologi på grunn av en rekke faktorer nevnt i siste kapittel. Det betyr at et avvik mellom 2-5 % innrapportert prognose og slakterapport er realistisk for tiden selv om noen teknologisystemer klarer å levere ønske om 1-2 % fra oppdrettersiden. Det er store forskjeller i daglige registreringer av antall fisk, design og modul-applikasjoner på systemer som er tilgjengelig på markedet. Det gjenspeiler seg i prisnivå for utstyret. Oppdrettere som ikke bruker systemer aktiv for tiden er misfornøyd med nøyaktighet på snittvekt og har delvis ikke troen på nåværende systemer relatert til kost/nytte. Manglende eierskap og forståelsen for viktigheten av biomassekontroll, skepsis for investering i slikt utstyr samt erfaringen at noen får bedre estimat med å se på utfôringsmengde og beregning av snittvekt støtter denne holdningen. Størrelse av bedriften/selskap spiller også inn i viljen til å investere i nye teknologi. Derfor bør det innføres standardiserte tester for alt snittvekt måleutstyr med godkjenning av et uavhengig sertifiseringsorgan og forankres i NYTEK-forskriften og

NS9415. Dette vil bidra til at også mindre oppdrettere får være med på utviklingen og tør å investere i ny datateknologi for å kunne oppnå en mer lønnsom og bærekraftig produksjon (Tveterås et al., 2020).

### 6.3 Fordeler med BKS

Digital havbruksteknologi muliggjør bedre produksjonskontroll av tilvekst, status av fiskehelse og lusestatus med forbedret overvåking og brukes som analyseverktøy og beslutningsstøtte for å evaluere og optimalisere produksjon fortløpende fra vaksinerings til slakt. Med hjelp av et slikt system kan det analyseres hvordan man ligger an i forhold til planlagt utfôring og reell utfôring, og om fisken bør sorteres en gang før slakt, valg av behandlingsmetode ved utbrudd av sykdom eller høy lakselus nivå, osv. Kontroll på biomasse er ikke nok bare på månedsbasis, det må skje hver dag, hvert minutt med rett dataovervåking av alle parametre som påvirker fiskens vekst og helse. Dette gir en mye større produksjonssikkerhet enn prognose ut fra Fishtalk som er bare en modell. Oppdretter som treffer bra med prognose til salg bruker BKS aktiv som hjelpemiddel ved siden av bulk- og individ målinger for å korrigere seg inne i forhold til snittvekt og MTB under produksjonssyklus. Her ble det rapportert avvik mellom innrapportering til salg og slakterrapport med +/- 60 g i snitt per merd, mens det kan oppstå avvik med +/- 200 g og mer i snitt på estimat bare basert på fôringssystem og Fishtalk data.

Et annet relevant punkt for BKS er at disse er en verdifull støttefunksjon for å ha kontroll på antall fisk i perioder med sykdomsutbrudd eller forøkt utgang av svak fisk etter behandling. Her blir det i praksis ofte gjetting og dermed vil BKS hjelpe å få kontroll på beholdning av fisk internt og opp mot myndigheter.

Allerede godkjente BKS for automatisk lusetelling av Mattilsynet vil bidra til mindre håndtering av fisk som parallelt vil føre til bedre biologiske og økonomiske resultater.

God biomassekontroll gagnar hele verdikjeden, fra riktige valg som tas fra planlegger med å finne hvilket volum som skal slaktes relatert MTB, fordelt på slakteri, dag, lokalitet og merd. God innrapportering av vekt- og kvalitetsfordeling hjelper slakteri å planlegge best mulig og å redusere ekstrakostnader. Salgsleddet trenger mest mulig korrekte informasjon om hvor mye av fisken som slaktes havner innenfor ulike størrelse- og kvalitetsgrupper for å oppnå høyest mulig pris i markedet. En investering i biomasseteknologi er en forutsetning for å kunne forbedre utnyttelse av MTB potensialet, redusere variable produksjonskostnader og vil dermed øke totalinntektene i selskapene. Med fokus på reduksjon av produksjonskostnader og minst

mulig håndtering av fisken vil marginen mellom totale inntekter og totale kostnader bli større og vil gjøre det mulig å investere i nye teknologier. Med nåverdimetoden kan et selskap beregne om en slik investering ville vært lønnsom eller ikke.

#### **6.4 Bedre utnyttelse av BKS sitt potensial fremover**

På den ene side bør havbruksnæringen investere i overvåkingsteknologi som sensorer og kameraer og i maskinlæring teknologi som gjør datamaskiner i stand til å finne mønstre og håndtere store mengder data på en intelligent måte som bedrer mulighetene for å kunne følge anbefalingene til systemene og hjelpe beslutningstakerne på god vei. På den andre siden trenger næringen personer med spesialkunnskap som kan forstår komplekse problemstillinger mellom biologi og teknologi for å sikre at data blir utnyttet på en effektiv måte. Det kom tydelig frem i intervjuene at det er et stort potensial i bedre utnyttelse av innsamlede data. På grunn av allerede eksisterende og nye data, bør det nå foretas detaljerte lokalitets analyser som kan fortelle selskaper hvilke lokaliteter er best egnet for produksjon med tanke på omringende miljø, om fisken trives i merden, og forutsi sykdomsutbrudd og lusesmitte som gjør det enklere å velge teknologi som er riktig for hvert anlegg fremover (Tveterås et al., 2020). Det er også behov for mer intensive og aktive dataanalyser som vil komme til gode fôringsstrategien, behandlingsstrategien, optimaliseringen av biologisk produksjon og driften med tanke på fiskehelse og kvaliteten av fisken frem til utslakting. En annen relevant punkt i denne sammenheng er at det må skje en holdningsendring i de fleste norske selskaper fra ledelses til driftstekniker-nivå om hvorfor slik teknologi er så viktig gjennom hele produksjon og at den henger i sammen med salg og markedet. Bruken av teknologien må forankres i hele bedriften for å skape forståelse, kunnskap, eierskap og motivasjon om viktigheten og bruken av biomassekontroll gjennom hele produksjonsperioden. Ledelsen må tilrettelegge integrasjon av BKS i den daglige driften. Analogt bør det ansettes mer fagfolk med kompetanse i snittpunkt mellom biologi, miljø og teknologi både hos oppdretter og leverandører. Dette utdypes videre gjennom Takle og Løberg Tangen (2021) som påpeker at for å kunne utnytte bærekraft-potensialet til havbrukssektoren innen digital teknologi må det investeres i mer målrettet forskning og utvikling (FoU). Forfattere appellerer til enda tettere samarbeid mellom privat sektor, forskningsinstitusjoner og offentlige organer for å legge til rette for effektiv utvikling og implementering av digitale løsninger. FHF-prosjekt "Bedret kontroll med antall laks i oppdrett" utløst 2021, er et samarbeidsprosjekt mellom Fiskeridirektoratet og FHF (Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering), og har som mål å undersøke potensialet for bedret individkontroll fra vaksinerings til ferdig slaktet laks i havbruksnæringen. Det skal



dokumenteres og evalueres hva som er mulig nøyaktighet med bruk av dagens tilgjengelige teknologimetoder for kontroll med antall laks under realistiske arbeidsforhold. Påvirkningsgraden til viktige feilkilder i tellenøyaktigheten, både under kontrollerte forhold og gjennom vanlige arbeidsoperasjoner skal kartlegges.

Etter at regjeringens havbruksstrategi 2021 ble offentliggjort påpekte fagsjef i Norsk Industri i en artikkel av Drønen (2021) at "*nye teknologiutvikling ordninger og økonomiske insentiver må på plass for å sikre utvikling og implementering av ny oppdrettsteknologi i en næring som i hovedsak benytter tradisjonell oppdrettsteknologi.*"

## **6.5 Økonomisk inntjening med BKS**

Det kom frem i intervjuene at oppdretter som bruker BKS aktiv har muligheten til å føre mer presist, utnytte bedre lokalitets og selskapets MTB samt å gi mer nøyaktige vektdata prognose til salg/slaktning. Med BKS er det mulig å vite hvordan man ligger an i produksjonen i forhold til planen og kan korrigere seg inn dersom det er nødvendig. Nøyaktige tilbakemeldinger hjelper og motiverer alle som jobber med fisken, både de som fører, de som skal behandle, de som planlegge, de som skal rapportere til salg, de som skal slakte fisken og de som rapporterer til myndigheter. Dette resulterer i bedre beslutninger, bedre produksjon under gitte biologiske og miljømessige begrensninger. Stor verdi ligger i korrekt innrapportering av størrelse- og kvalitetsfordeling for salgsavdelingen for å kunne levere det som er lovet til kundene for en god pris og ikke får reklamasjoner og andre kompleksitetskostnader grunnet erstatninger, ombestillinger og endret logistikk.

Som nevnt i kapittel 2.1 er 75 av 120 selskapene i Norge familieeide. I en norsk studie fra Asche et al. (2018) om innvirkningen av bedriftsstørrelse og prisvariasjon på lønnsomheten i tidsperioden 2000-2014 ble det konkludert med jo mindre en bedrift er, desto mer positiv påvirker pris variabiliteten bedriftens lønnsomhet. Larsen og Asche (2011) fant ut at store selskaper mer sannsynlig benytter seg fastpriskontrakter enn små bedrifter. Dermed kan små selskaper selge mer enheter av produksjonen til spotpris på marked og kan benytte seg av fordelene at høyere priser følger pris variabiliteten. Spesielt for små og mellomstore bedrifter er det viktig å investere i BKS for å kunne bedre utnytte slik pris fleksibiliteten.

Her kan det spares kostnader og oppnås større inntekter og dermed økte fortjenester for et selskap. En annen viktig punkt er overvåking av helsestatus med BKS som kan bidra til å fange opp veldig tidlig om fisken er syk eller utsatt for høyere lusepress. Da kan det settes inn tidligere

tiltak som er mest fornuftig og som styrker fiskevelferden slik at dødeligheten er mindre og mer volum står igjen enn dersom en hadde ventet lengre med et behandlingstiltak. Fôr er den største variabel kostnadsdel for en oppdretter. Derfor er det en økonomisk gevinst å ha god kontroll med hjelp av BKS på tildeling av fôr, periodisk tilvekst og riktig fôrmengde. Selv om lønnsomheten og driftsmargin har vært god i oppdrettsbransjen i de siste årene (Tveterås et al, 2020) påpekte Blomgren et al. (2019) at i årene fremover vil marginene bli lavere enn i dag, delvis på grunn av lavere laksepriser og delvis høyere kostnader (for eksempel fôrråstoffer og behandlinger av lakselus) i produksjonen.

Til tross for at havbruksnæringen har mange lusebehandlinger i løpet av en produksjonssyklus med sulteperioder i Midt- og Sør-Norge, klarer mange selskaper å opprettholde en høy produksjon fordi det befinner seg en høy biomasse i sjøen. Endret utsettings-mønster og postsmoltsatsingen resulterer i muligheten å holde en jevn biomasse og forbedre utnyttelse av MTB gjennom året. Større smolt er sterkere, har en kortere periode i sjøen, er utsatt for mindre behandlinger og dermed mindre dødelighet som er positiv for fiskevelferd og bivirkninger på miljø. Bjørndal og Tusvik (2020) viser frem hvordan antall behandlinger og pris per behandling påvirker variable produksjonskostnader ved smolt av 100 g, 500 g og 1000 g. Dersom prisen for en behandling øker fra 0,5 til 1,00 NOK/kg rund fisk vil også produksjonspris øker for 100 g smolt fra 33,80 NOK/kg til 36,90 NOK/kg for 10 behandlinger. Samtidig vil utslaktet biomasse og snittvekt for 100 g smolt være lavere enn for 1000 g smolt som gikk gjennom 2 behandlinger. Dette gjenspeiler hvor viktig det er med investering i teknologi for å kunne overvåke biomasse og fiskehelsestatus til enhver tid og å sette i gang tidlig forebyggende tiltak besluttet med hjelp av overvåkingsteknologi som kan spare selskaper kostnader, øker inntekter med høyere biomasse til beregnet slaktetidspunkt fra planlegger og oppnår dermed forhåpentlig høyere fortjenester.

Spesielt kontroll på lakselus nivå i perioder med høyere sjøtemperaturer er avgjørende om produksjonsmålene nås i slutten av et år.

Biologiske utfordringer og COVID-19 kollaps i markedet førte til at mange oppdrettsselskaper tapte penger i 2020 og 2021 og oppnådde lavere driftsmarginer. Men med åpninger av globale markeder vil situasjonen bedre seg fordi etterspørsel etter laks og ørret er høy på markedet. For å oppnå gode markedspriser er det viktig å produsere høy andel SUP og ORD. Derfor er det viktig at oppdrettere jobber fremover med å finne optimal utsettings- størrelse for fisk når det

kommer til både økonomi og biologi og har god kontroll på hele produksjonssyklus med støtte av BKS.

## **6.6 Metodiske utfordringer**

Opprinnelig var det planlagt å gjennomføre både kvalitative og kvantitative metoder i denne undersøkelsen. På grunn av konfidensielle aspekter til temaet og mange usikkerhetsfaktorer av antall fisk, ble kvantitativ case analyse avlyst og en ren kvalitativ analyse basert på intervjuer gjennomført. Utvalg av informanter ble utvidet med flere oppdrettere, leverandører, myndighet or organisasjoner. Innsamlingen av kvalitative data ble også begrenset fordi ikke alle spurte aktørene var villige å delta i undersøkelsen. Kandidaten tror at det utvidete utvalget av informanter har fått frem et godt helhetsbilde av holdninger, meninger og erfaringer rundt tema om bruk av BKS av oppdrettere i Norge for tiden og styrker validiteten av studien.

## **6.7 Forslag til videre forskning**

Denne masteroppgaven har lagt et grunnlag for avveiningen i valg av systemer for biomassekontroll innen oppdrettsbransjen. For å ta dette tema et steg videre kunne det vært interessant å gjennomføre en kost/nytte undersøkelse relatert valg av BKS med kvantitative analysemetoder. Dette for å gi et empirisk datagrunnlag i en ny masteroppgave eller i et forskningsprosjekt. I dag blir oppdrettet rognkjeks og villfanget leppefisk mye brukt som ikke medikamentell metode for behandling av lakselus hos laks og ørret. Dette resulterer i en stor variable kostnad for levende fisk, fôr, skjul, vask av skjul og eventuelt påfyll av oppdrettet rognkjeks etter perioder med sykdom (personlig erfaring). Mattilsynet krever også dokumentasjon fra næringen hvorfor det er så høy dødelighet av rensfisk under produksjon av matfisk. Teknologien fra Stingray Marine Solutions AS tilbyr både avlusing, bildebasert lusetelling, overvåking av fiskevelferd og tilvekstmålinger. Her kunne det vært interessant å se på kost/nytte med kvantitative analysemetode av Stingray teknologien opp mot kjøp av rensfisk for å finne ut om en slik investering vil være mer lønnsomt, skånsom og etisk forsvarlig enn en enklere BKS gjennom bruk av rensfisk.

## 7. Konklusjon

Denne studien har sett på avveininger i valg og bruk av BKS i norsk oppdrettsnæring. Konklusjonen av utførte intervju er at norske oppdrettere ikke bruker BKS på en optimal måte.

Mange oppdrettere har testet forskjellige BKS. Noen bruker disse aktivt og noen har en avventende holdning fordi de ikke har troen på kost/nytte vurdering på nåværende systemer i dagens marked. Avvik mellom 2-4 % i innrapporterte prognoser til salg og slakterapporert anses som realistisk for tiden. BKS gir oppdrettsselskaper bedre kontroll over MTB, tilvekst, fiskehelse og lusestatus samt er en beslutningsstøtte for eventuelle korrigerende tiltak underveis i produksjonen. Det forutsetter en investeringsvilje i slik teknologi fra oppdrettersiden. Det er behov for en holdningsendring fra selskapsledelse til driftstekniker-nivå for å skape en forståelse av eierskap, kunnskap og motivasjon om viktigheten av biomasseovervåkning gjennom hele produksjonssyklusen. Verdiene som skapes i denne perioden, må ses i sammenheng med salg i markedet. Ledelsen bør tilrettelegge for en god integrering av BKS i den daglige driften.

Det bør ansettes fagpersonell eller dannes fagteam rundt snittpunkt biologi og teknologi for å kunne gjennomføre mer intensive analyser av innsamlet datamateriale. Disse vil resultere i bedre fôrings- og behandlingsstrategi og optimalisering av biologisk produksjon og drift, samt med tanke på fiskehelse og kvaliteten av fisken frem til utslakting.

Økonomisk verdi av BKS vil gi utslag i en mer presis fôring, en bedre utnyttelse av lokalitets og selskaps MTB og dermed en mer korrekt prognose av størrelse- og kvalitetsfordeling til salgsavdeling og slakteri. Jevne tilbakemeldinger fra BKS vil støtte og motivere alle som jobber med fisk i hele verdikjeden. Bedre fiskevelferd gir lavere produksjonskostnader og økte inntekter som igjen gir muligheten for fortjeneste maksimering for selskapet.

## Referanser

- Andreassen, V., Bredeesen, I., & Thøgersen, J. (2016). *Innføring i mikroøkonomi–for økonomisk-administrative studier*, 2. Utgave, Cappelen Damm akademisk.
- Asche, F., & Bjørndal, T. (2011). *The economics of salmon aquaculture*, 2. Utgave, John Wiley & Sons.
- Asche, F., Sikveland, M., & Zhang, D. (2018). Profitability in Norwegian salmon farming: The impact of firm size and price variability. *Aquaculture economics & management*, 22(3), 306-317.
- Aarhus, I. J., Sandberg, M. G. & Martinsen, S. (2009). Konsekvensanalyse-utredning rundt følgene av feilestimering av biomasse i sjøbasert oppdrett. Åpen SINTEF-rapport nr. SFH A, 96045.
- Aunsmo, A., Skjerve, E. & Midtlyng, P.J. (2013). Accuracy and precision of harvest stock estimation in Atlantic salmon farming. *Aquaculture*, 396-399, 113-118.
- Bjelland, H. V., Høy, E., Rundtop, P., Frank, K. & Sunde, L.M. (2012). Løsninger og utfordringer for utøvelse av biomassekontroll i lakseoppdrett, Funn fra arbeidsområde 4 i forskningsprosjektet EXACTUSNFR prosjektnummer 199788/S40, FHF prosjektnummer 900481, SINTEF
- Bjørndal, T. & Tusvik, A. (2020). Economic analysis of on-growing of salmon post-smolts, *Aquaculture Economics & Management*, 24(4), 355-386.
- Billund, B. (2021). Automatisk lusetelling: Aquaculture AL -Webinar II, foredrag «Fiskehelse og maskinsyn», 27.04.2021
- Blomgren, A., Tveterås, R., Reve, T., Haus-Reve, S., Misund, B. (2019). *En konkurransedyktig og kunnskapsbasert havbruksnæring*. Handelshøyskolen BI.
- Bredsen, I. (2015). *Investering og finansiering*, 5. utgave, Gyldendal Norsk Forlag
- Danielsen, T. L. (2021). Neste generasjons teknologi i havbruket, Hentet 14.06.21  
<https://ilaks.no/neste-generasjons-teknologi-i-havbruket/>
- Daoliang, L., Yinfeng, H. & Yanqing D. (2020). Nonintrusive methods for biomass estimation on aquaculture with emphasis on fish: a review, *Reviews in Aquaculture* 12, 1390-1411.
- Drønen, O. A. (2021). Norsk Industri støtter havbruksstrategien, men mener at den er for lite konkret. Stål Heggelund, fagsjef i Norsk Industri sier de teknologiske ambisjonene også er for svake, Hentet 13.07.21  
<https://www.kyst.no/article/de-teknologiske-ambisjonene-i-strategien-er-for-svake/>
- Espmark, Å.M.O. (2019). Ulike typer oppdrettsanlegg, Hentet 23.05.21  
<https://nofima.no/verdt-a-vite/ulike-typer-oppdrettsanlegg/>
- FAO (2021). OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030, Hentet 18.07.21  
<https://doi.org/10.1787/19991142>
- FHF (2021). Prosjekt: Bedret kontroll med antall laks i oppdrett, Hentet 24.04.21  
<https://www.fhf.no/utlysninger/utlysninger/bedret-kontroll-med-antall-laks-i-oppdrett/>

Fiskeridirektoratet (2016). Biomasse

Folkedal, O., Stien, L. H., Nilsson, J., Torgersen, T., Fosseidengen, J. E., & Oppedal, F. (2012). Sea caged Atlantic salmon display size-dependent swimming depth. *Aquatic Living Resources*, 25(2), 143-149.

Føre, M., Frank, K., Norton, T., Svendsen, E., Alfredsen, J. A., Dempster, T. & Berckmans, D. (2018). Precision fish farming: a new framework to improve production in aquaculture. *Biosystems engineering*, 173, 176-193.

Glaser, B.G. & Strauss, A.L. (1967). The discovery of the grounded theory, Strategies of qualitative research, Chicago, IL: Aldine

Grünfeld, L. A., Mee Lie, C., Nygård Basso, M., Grønvik, O., Iversen, A., Espmark, Å.M. O., Rossvoll Jørgensen, M. (2021). Evaluering av utviklingstillatelser for havbruksnæringen og vurdering av alternative ordninger for fremtiden, MENON Publikasjon nr. 155

Hoff, K.G. & Halbæk, M. (2021). Bedriftens økonomi, 9.utgave, Universitetsforlag

Holan, A.B. m. fl. (2017). Beste praksis for medikamentfri metoder for laksekontroll (MEDFRI), Rapport 10/2017 Nofima

IntraFish, (2018). Ordforklaringer, Hentet 23.05.21

<https://www.intrafish.no/nyheter/ordforklaringer/2-1-429925>

Iversen, A., Hermansen, Ø., Nystøyl, R., Junge Hess, E., Rolland, K. H., Garshol, L. D. & Anders Marthinussen, A. (2019). Kostnadsutvikling og forståelse av drivkrefter i norsk lakseoppdrett, Rapport 35/2019, Nofima og KONTALI

Johannessen, A., Tufte, P. A. & Christoffersen, L. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (5. utgave ed.). Oslo: Abstrakt forlag.

Larsen, T. A., & Asche, F. (2011). Contracts in the salmon aquaculture industry: An analysis of Norwegian salmon exports. *Marine Resource Economics*, 26(2), 141-150.

Mattilsynet (2020). Fisk og Akvakultur

Misund, B., Osmundsen, P., Tveterås, R., Folkevold, B., Nystøyl, R. & Rolland, K.R. (2020). *Grunnrenteskatt i havbruk – Et kunnskapsgrunnlag. Faglig sluttrapport*. UiS Rapport nr. 88/2020

Nærings- og fiskeridepartementet (2021). Et hav av muligheter – regjeringens havbruksstrategi

Saunders, M.N., Lewis, P. & Thornhill, A. (2019). *Research methods for business students*, 8. utgave, Pearson education

Strauss, A.L. & Corbin, J.M. (1990). *Basics of qualitative research*, Sage publications

Takle, H. & Løberg Tangen, K. (2021). Vi trenger mer FoU og digitalisering, Hentet 06.7.21

<https://www.tu.no/artikler/vi-trenger-mer-fou-og-digitalisering/511749>

Tveterås, R., Hovland, M., Reve, T., Misund, B., Nystøyl, R., Bjelland, H. V., Misund, A. & Fjelldal, Ø. (2020). Verdiskapningspotensiale og veikart for havbruk til havs,

Hovedrapport, Center for Innovation Research Universitetet i Stavanger, Norge, BI, Universitetet i Stavanger OTICS, Kontali og Sintef.

Tveterås, R., Bruland, G., Bryde, M.H., Handeland, S., Misund, B., Nilsen, A. & Solberg, T. (2021). Bærekraftig vekst med lukkende anlegg i sjøen, Oppdragsgiver for rapporten er Flo Sjø / Stiim Aqua Cluster

United States International Trade Commission. (1990). Fresh and chilled Atlantic salmon from Norway, Hentet 29.05.21 fra United States International Trade Commission [https://www.usitc.gov/publications/701\\_731/pub2272.pdf](https://www.usitc.gov/publications/701_731/pub2272.pdf)

## Vedlegg

### Vedlegg 1: Pakkeliste av slaktet laks på slakteri av en norsk oppdretter

| Fiskeslag                               | Størrelse | Ant. kasser  | Ant. fisk     | Nettovekt         | Snitt       |
|---|-----------|--------------|---------------|-------------------|-------------|
| <b>Salmon GUTTED FRESH Superior</b>     | 1-2 kg    | 72           | 789           | 1 225,91          | 1,55        |
|   | 2-3 kg    | 251          | 1637          | 4 232,87          | 2,59        |
|   | 3-4 kg    | 664          | 5362          | 19 216,98         | 3,58        |
|   | 4-5 kg    | 1 267        | 10625         | 48 047,03         | 4,52        |
|   | 5-6 kg    | 1 738        | 8837          | 48 162,98         | 5,45        |
|   | 6-7 kg    | 1 121        | 3362          | 21 522,29         | 6,40        |
|   | 7-8 kg    | 228          | 682           | 5 020,98          | 7,36        |
|   | 8-9 kg    | 33           | 67            | 560,55            | 8,37        |
| 9+ kg                                   | 1         | 2            | 18,62         | 9,31              |             |
| <b>Sum Superior</b>                     |           | <b>5 375</b> | <b>31363</b>  | <b>148 008,21</b> | <b>4,72</b> |
| <b>Salmon GUTTED FRESH Production A</b> | 2-3 kg    | 24           | 211           | 548,57            | 2,60        |
|   | 3-6 kg    | 283          | 1434          | 6 252,72          | 4,36        |
|   | 6+ kg     | 32           | 97            | 643,64            | 6,64        |
| <b>Sum Production A</b>                 |           | <b>339</b>   | <b>1742</b>   | <b>7 444,93</b>   | <b>4,27</b> |
| <b>Salmon &lt;1kg Utsortert</b>         | 0-99kg    | 1            | 1395          | 1 367,00          | ,98         |
| <b>Salmon Prod Utsortert</b>            | 0-99kg    | 1            | 162           | 252,00            | 1,56        |
| <b>Salmon Vrak Utsortert</b>            | 0-99kg    | 2            | 91            | 432,00            | 4,75        |
| <b>Sum Utsortert</b>                    |           | <b>4</b>     | <b>1648</b>   | <b>2 051,00</b>   | <b>1,24</b> |
|   |           | <b>5 718</b> | <b>34 753</b> | <b>157 504,14</b> | <b>4,53</b> |
| <b>Total sum</b>                        |           | <b>5 718</b> | <b>34 753</b> | <b>157 504,14</b> | <b>4,53</b> |





- Tas BKS under produksjonssyklusen ut? Når og hvor lenge?
- Hva er deres erfaringer med daglige målinger av antall fisk, snittvekt, størrelsesfordeling og kondisjonsfaktor?
- Har målinger med BKS gitt et representativt utvalg av vektklasser?
- Hvor presis er snittvekt estimat og biomasse estimat fra driftsleder med levering til slakteri i forhold til slakterapport etterpå? Avvik (%) til produksjonsrapporteringssystem (f.eks. Fishtalk)?
- Hvordan fungerer målinger i værutsatte lokaliteter med vind og bølger? Sterk strøm? Magneter og alger?
- Er brukerhåndbøker fra leverandører gode nok? Gir de tilstrekkelig informasjon rundt bruk og vedlikehold?
- Har dere egne opplæringsplaner for håndtering av BKS?
- Har dere opplevd hendelser med sårutbrudd eller gjelleskader som følge av BKS?
- Er det observert problemer/utfordringer knyttet til rensefiskens velferd ved bruk av BKS?

#### **4. Holdninger til BKS fremover**

- Har dere tenkt på å erstatte nåværende BKS med en annen teknologi som kan gi bedre presisjon? (Aquabyte, Optoscale, Stingray, ...) Hvis ja, hvilken da og hvorfor?
- Er dere villig å betale høyere priser for BKS dersom disse jobber mer presis med tanke på automatisk lustelling, biomasse og fiskehelse overvåking (Vaki, Aquabyte, OptoScale, ...)?
- Bruker dere fullt ut potensial av BKS slik leverandør anbefaler?
- Hvilken rolle har BKS i bedriftens strategi fremover?
- Hvordan oppfatter dere holdningen til biomasse kontroll i havbruksnæringen?

#### **5. Avslutning:**

Er det noe du vil legge til eller utdype?

Takke for bidrag

### Vedlegg 3: Tips for anlegg uten VAKI AS erfaring

Hvis du har råd til det og har 8 merder: Ta 4 med VAKI ramme og 4 uten for å sammenligne.

1. Telle lus hver uke på 20 fisk med ramme og uten ramme.
2. Ta vekt og lengde av de 20 fisk som blir lusetelt hver uke.
3. Bulkvekt fra milepæl målinger
4. Lage Excel oversikt med 3 grafer

Snittvekt fra 20 fisk lusetelling per uke, beregnet snittvekt fra Fishtalk utfôring og bulkvekt og jobbe med det frem til slutten av utsett.

Treffer sikkert bedre mot slakt med rund 1 % avvik enn med kanskje 5 %.

Husk bulkvekt er bare en pekepinn.

Det treffes mye bedre med Vaki ramme enn hvis du bare hadde lusetellingsvekt.

(Kilde informant 1b)