

2022:01164 - Åpen

Rapport

Konsistent slagbedøving ved bruk av Baader 101

Forfatter(e)

Ulf Erikson, Bendik Toldnes, Morten Bondø, Hanne Digre, Cecilie Salomonsen, Marte Schei, Hanne Dalsvåg

[Co-Authors]



SINTEF Ocean AS

Postadresse:
Postboks 4762 Torgarden
7465 Trondheim
Sentralbord: 46415000Foretaksregister:
NO 937 357 370 MVA

Rapport

Konsistent slagbedøving ved bruk av Baader 101

[Sub Title]

RAPPORTNR	PROSJEKTNR	VERSJON	DATO
2022:01164	302005546	2	2022-11-11

EMNEORD:Havbruk, laks,
slagbedøving,
fiskevelferd**FORFATTER(E)**

Ulf Erikson, Bendik Toldnes, Morten Bondø, Hanne Digre, Cecilie Salomonsen, Marte Schei, Hanne Dalsvåg

[Co-Authors]

OPPDRAAGSGIVER(E)

FHF

OPPDRAAGSGIVERS REF.
Eirik Ruud Sigstadstø**ANTALL SIDER:**
51

GRADERING	GRADERING DENNE SIDE	ISBN
Åpen	Åpen	978-82-14-07931-9

SAMMENDRAG

Prosjektet ble gjennomført for å undersøke muligheten for å forbedre fiskevelferd i forbindelse med automatisert slagbedøving og bløgging ved bruk av Baader 101 – maskiner. Typisk blir 95 % av slaktelaks bedøvd i de nevnte slagmaskinene men andel bedøvd fisk ønskes økt ut over dette nivået. Metodene som ble brukt for å vurdere effekt av slagbedøving var måling av fiskens stressnivå, atferd, samt ulike velferdsparametre relatert til hvorvidt fisken var bedøvd eller ikke. Videoanalyse ble foretatt av fisk inne i slagmaskiner samt under etterkontroll der eventuell back-up bedøving ble foretatt. Tekniske data relatert til prosessflyt og bedøving ble registrert. Årsakene til at 4,8 % av fisk (n= 1083) fra rigg ikke ble bedøvd var: (a) feilaktig orientering av fisk før slagbedøving (2,0 %), (b) at to fisk kom inn like etter hverandre ved innmating til slagmaskinene (0,7 %), og (c) at enkelte fisk hadde kraftige vridninger inne i maskinene (2,1 %). Effektiviteten til selve back-up slagmaskinene som sådan var 100 %. I praksis var andel bedøvd fisk fra slakteri "opp mot 100 %", fordi operatørens vurdering av antall fisk som trengte backup-bedøving vil være forbundet med en viss usikkerhet. Høy biomasseflyt i korte perioder øket risikoen for redusert fiskevelferd fordi det da ble mer krevende for operatørene å ta ut og vurdere fisk til back-up bedøving.

**UTARBEIDET AV**

Ulf Erikson, Bendik Toldnes, Morten Bondø

*Ulf Erikson***KONTROLLERT AV**

Guro M Tveit

Guro M Tveit
Guro Møen Tveit (Nov 15, 2022 11:59 GMT+1)**GODKJENT AV**

Merete Bjørgan Schrøder

Merete B. Schrøder

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
2	2022-11-11	Sluttversjon

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	SAMMENDRAG/ABSTRACT	4
2	INNLEDNING.....	6
3	PROSJEKTETS OMFANG OG ORGANISERING	8
4	PROBLEMSTILLING OG FORMÅL	9
5	FASE I - PROSJEKTGJENNOMFØRING	9
5.1	Slakting om bord på prosessbåten Taupiri	9
5.2	Trenging og uttak av fisk fra merd	11
5.3	Pumping, sortering, swim-in system, slagbedøving og etterkontroll (back-up bedøving)	12
5.4	Observasjonskar for vurdering av fisk etter slagbedøving og bløgging	16
5.5	Resultater og diskusjon.....	16
5.5.1	<i>Stressnivå av fisk i merd.....</i>	<i>16</i>
5.5.2	<i>Rutinemessig kontroll av bedøving ved oppstart av tømning av notkast.....</i>	<i>17</i>
5.5.3	<i>Evaluering av øyerull, atferd og respirasjon etter slagbedøving og bløgging</i>	<i>17</i>
5.5.4	<i>Antall fisk bedøvd i Baader 101-maskiner i rigg vs antall fisk bedøvd i back-up maskiner</i>	<i>21</i>
5.5.5	<i>Videoanalyse av fisk.....</i>	<i>22</i>
5.6	Vurdering av Baader 101-slagmaskinen: dialog med Baader	26
5.7	Evaluering av Fase I.....	26
6	FASE II – EVALUERING ETTER OPTIMALISERING AV SLAKTELINJEN	28
6.1	Endringer på slaktelinjen før ny evaluering	28
6.2	Forsøksgjennomføring	30
6.3	Resultater og diskusjon.....	30
6.3.1	<i>Fisk og merd</i>	<i>30</i>
6.3.2	<i>Fiskens stressnivå.....</i>	<i>31</i>
6.3.3	<i>Fordeling av fisk i rigger</i>	<i>32</i>
6.3.4	<i>Rutinemessig kontroll av bedøving ved oppstart av tømning av hvert notkast</i>	<i>33</i>
6.3.5	<i>Videoopptak av fisk inne i Baader 101-maskiner med samtidig evaluering av fisk fra maskinens utløp</i>	<i>34</i>

6.3.6	Evaluering av fisk fra Baader 101-maskiner i rigger for "små" og "store" fisk	36
6.3.7	Antall fisk til back-up bedøving – Effekt av fiskestørrelse	37
6.3.8	Vurdering av levende fisk ved etterkontroll	38
6.3.9	Effekt av økt innlastingshastighet observert ved etterkontroll.....	38
6.3.10	Videoanalyse av fisk ved etterkontroll	39
6.3.11	Biomasseflyt og kapasitet for slaktelinjen	44
7	OPPSUMMERING AV FASE I og FASE II	45
7.1	Modifisert utstyr på slaktelinjen	45
7.2	Fiskevelferd	46
7.2.1	Håndteringstress og swim-in system	46
7.2.2	Sortering av fisk.....	46
7.2.3	Baader 101 slagmaskiner.....	47
7.2.4	Etterkontroll	47
7.2.5	Hvordan kan fiskevelferden forbedres på Taupiri?	48
8	HOVEDFUNN	49
9	REFERANSER.....	50
10	LEVERANSER.....	51

Forord

Forfatterne ønsker å takke referansegruppen for innspill samt Baader og Napier for godt samarbeid. Spesiell takk til personell på prosessbåten Taupiri for hjelp og tilrettelegging om bord, noe som var helt nødvendig for å kunne gjennomføre dette prosjektet!

1 SAMMENDRAG/ABSTRACT

Prosjektet ble gjennomført for å undersøke muligheten for å forbedre fiskevelferd i forbindelse med automatisert slagbedøving og bløgging ved bruk av Baader 101 – maskiner. Forsøkene ble gjennomført om bord på prosessbåten Taupiri. Typisk blir 95 % av slaktelaks bedøvd i rigger bestående av de nevnte slagmaskinene. De aktuelle næringsaktørene ønsket imidlertid at andel bedøvd fisk økes ut over dette nivået. For om mulig å oppnå et bedre resultat var målsetningen å klarlegge betydningen av: (i) ulike forhold før bedøving, som fiskens tilstand og stressnivå etter trenging i merd, sortering med hensyn på fiskestørrelse før bedøving, biomasseflyt (prosesseringshastighet) gjennom slaktelinjen, og (ii) forhold knyttet til Baader 101-maskinene som innmating av fisk til maskin, design av innløpskanal og prinsipper for fastholding av fisk inne i maskinene som sikrer riktig treffpunkt for slagbedøving og bløggekniv. Prosjektet ble gjennomført i to faser hvor første fase representerte evaluering av situasjonen før eventuelle endringer ble foretatt. Basert på resultatene derfra var målet å vurdere hvilke endringer som eventuelt kunne gjøres på slaktelinjen for eventuelt å oppnå bedre fiskevelferd ved ny evaluering. Metodene som ble brukt for å vurdere effekt av slagbedøving var måling av fiskens stressnivå, atferd samt ulike velferdsparametre relatert til hvorvidt fisken var bedøvd eller ikke. Videoanalyse ble foretatt av fisk inne i slagmaskiner samt under hele etterkontrollen der eventuell back-up bedøving foretas. Flere tekniske data relatert til prosessflyt og bedøving ble registrert under hele slakteprosessen. Basert på resultater fra første evaluering ble det anbefalt å foreta bedre sortering av små fisk (slagmaskinene stilles inn etter fiskestørrelse), forbedre styringen av biomasseflyten for å oppnå jevn flyt og for å unngå overbelastning av systemet, samt utskifting av sideplater i slagmaskiner beregnet for "små fisk". Resultater fra begge evalueringene viste at under normale driftsbetingelser bedøves om lag 95 % av fisken rutinemessig fra Baader 101-riggene mens effektiv back-up bedøving, med manuell innmating til Baader 101-maskiner, sørget for at andel bedøvd fisk var 100 %. I praksis er det trolig mer korrekt å si at slakteresultatet var "opp mot 100 %" fordi det alltid vil være en viss usikkerhet forbundet med operatørens vurdering av hvilke fisk som trenger backup-bedøving. Årsakene til at om lag 5 % av fisken ikke ble bedøvd på riggnivå var, basert på videoopptak av 1083 fisk inne i slagmaskinene, (a) feilaktig orientering av fisk før slagbedøving (2,0 %), (b) to fisk kom like etter hverandre ved innmating til slagmaskinene (0,7 %), og (c) at enkelte fisk hadde kraftige vridninger under posisjonering/fiksering inne i slagmaskinene (2,1%). Høy biomasseflyt i korte perioder øket risikoen for redusert fiskevelferd fordi det ble vanskeligere for operatørene å finne og vurdere hvilke fisker som trengte back-up bedøving.

Abstract: The goal of the project was to identify possible measures to improve fish welfare when Atlantic salmon are subjected to automated percussion stunning & bleeding by Baader 101-machines. Previous stunning results had shown that about 95 % of the fish were rendered unconscious by these machines. However, the involved parties in this project aimed for a larger percentage of the fish to be rendered unconscious instantly. The project was carried out in two phases where in the first phase, the status of the slaughter line on board a fish processing vessel, Taupiri, was assessed. Based on the initial findings, the slaughter line was modified and re-assessed in the second phase. In addition to the Baader 101 machines themselves, crowded fish from the cage were also assessed according to their stress level. Furthermore, onboard sorting of fish according to their size, before they entered a swim-in system placed in front of the stunning machines, was also assessed. Stunned fish were sampled directly from the outlet of the machines as well as 10-20 sec later, at the site for routine welfare inspection by trained personnel. Here, conscious fish were back-up stunned by manual feeding into another set of Baader-101 machines. To evaluate the effectiveness of percussion stunning, various groups of fish were evaluated using eye roll, respiration (gill movement) and behaviour (movement). Videos were recorded of fish during fixation and stunning inside Baader 101-machines as well as of the entire post-stunning welfare inspection process to evaluate issues related to back-up stunning. In addition, various technical data, such as fish flow rate, were collected. The first assessment showed that the speed of fish across the size grader was too high for adequate sorting of the smallest salmon (2-3 kg). This was problematic since the reason for sorting is to guide fish of a given size to the corresponding Baader 101 machines to achieve the best possible stunning efficiency. Before the second assessment, the speed of fish across the grader was reduced and a new swim-in system had been installed. Nevertheless, the results showed that a stunning efficiency of about 95 % (before back-up stunning) still persisted. Video analysis of 1038 fish inside the stunning machines showed that about 5 % (in total) of the fish were not stunned or bled properly due to (i) fish entering the machine upside down or tail (rather than head) first (2.0 %), (ii) two fish entering the machine closely after one another (0.7 %), and (iii) excessively wriggling fish inside the machine during stunning/bleeding (2.1 %). However, the fish fed into the backup-machines were effectively rendered unconscious (100 %) about 10-20 sec later. In practice, however, the collective stunning rate for the slaughter process can be expected "to approach 100 %" since there will always be some uncertainty related to the operators assessment of fish on the processing line that required re-stunning. A prerequisite for achieving acceptable welfare for practically all fish was to avoid excessive flow rates as was sporadically observed in both phases since the capacity of the stunning and back-up system were briefly exceeded.

2 INNLEDNING

Etter utfasingen av karbondioksid som bedøvelsesmiddel for laksefisk i Norge blir oppdrettsfisk nå automatisk bedøvd ved bruk av slagmaskiner eller elektrisitet. Uavhengig av metode skal fisken, ifølge gjeldende regelverk, gjøres momentant (< 1 sek) bevisstløs. Selve avlivingen skal skje ved bløgging av bevisstløs fisk som innebærer at fisken dør som en følge av blodtap. Videre kreves at fisken ikke gjenvinner bevisstheten i løpet av utblødningen. Ulike aspekter, som fiskevelferd og slaktekvalitet av laks ved bruk slagmaskiner og elektrisk bedøving, er beskrevet av Mejdell et al. (2009). Slagmaskinene baserer seg på at en slagbolt skal treffe hodet i riktig posisjon, rett over posisjonen hvor hjernen ligger. Avhengig av kraften som slagbolten har i det den treffer hjernen kan det tenkes at fisken blir avlivet direkte av slaget. Dette er imidlertid ikke problematisk med tanke på å sikre god utblødning i og med at fisken umiddelbart går til utblødning. I noen type slagmaskiner, som i Baader 101, blir fisken automatisk bløgget så å si samtidig med at de blir bedøvet. I Baader 101-maskinene blir fisken/hodet fiksert i en gitt posisjon for slag i hodet og bløgging underifra ved at en kniv føres opp i området nær kverken. For effektiv og human bedøving og bløgging er det essensielt at både slagbolt og kniv treffer på riktig sted. Det er følgelig innlysende at eventuelle feilslag eller feilstikk medfører dårlig fiskevelferd.

Under norske forhold, slaktes ofte store mengder laksefisk per tidsenhet. For eksempel er det ikke uvanlig at minst to fisk må slaktes per sekund for at ønsket produksjon skal oppnås per skift. Dette betyr at storskala produksjon av laksefisk i seg selv kan være en stor utfordring når en enhetsoperasjon som slakting skal optimaliseres med hensyn på håndteringsstress og fiskevelferd.

Slakteprosessen starter som regel med at fisk trenges i avkast i ventemerde før den pumpes inn på slaktelinjen, enten på et tradisjonelt slakteri eller på et slaktefartøy hvor fisken avlives på oppdrettslokaliteten. Fram til etter utblødning, er slakting på land og fartøy i hovedsak sammenlignbare prosesser der også samme type teknisk utstyr benyttes. Dersom en skal analysere effektivitet og velferd i forbindelse med slagbedøving, bør dette skje ved å sette slagmaskinene inn i en kommersiell kontekst fordi det erfaringsmessig er flere forhold før og etter bedøving som kan ha innvirkning på selve bedøvingen og avlivingen ved bløgging. I utgangspunktet bør følgende operasjoner tas i betraktning: (1) Trenging i merd (ved for stor stressbelastning i merd kan dette påvirke fiskens svømmeatferd i et swim-in system); (2) Pumping til slaktelinje bør sørge for jevn og passende biomasseflyt uten at systemet overbelastes (ofte vil pumpeoperasjonen medføre en ytterligere stressbelastning for fisken); (3) Hvor godt fungerer swim-in systemet, det vil si fordelingen av fisk til flere slagmaskiner, samt selve innmatingen av enkeltfisk til hver slagmaskin; (4) Riktig treffpunkt for slagbolt og kniv etter at fisken er fiksert inne i maskinen; (5) Etterkontroll for å sikre at fisken er bevisstløs og blør godt ut. Hvis ikke, skal fisken gå til back-up bedøver.

Det er godt dokumentert at trenging i merd og flytting av fisk med trykk-vakuumpumping stresser laks, ofte i betydelig grad (Erikson, 2008; Gatica et al., 2010; Merkin et al., 2010, Roth et al., 2012; Lerfall et al., 2015). Stresseffekten er større ved høye enn ved lave sjøtemperaturer. Det har etter hvert blitt mer vanlig å benytte swim-in system foran elektrobeøver og slagmaskiner. Fra et velferdsperspektiv er dette en bra løsning fordi en unngår at fisken blir eksponert for luft før bedøving. Det er dokumentert at både bedøving med slag og strøm kan oppfylle regelverkets krav om at fisken skal gjøres bevisstløs umiddelbart. Lambooij et al. (2010) viste at dette var tilfelle, basert på analyse av hjerneaktivitet og hjerterate. Eksempelvis kan nevnes for en type slagmaskin (ikke Baader 101) at det var nødvendig å bruke et lufttrykk på minst 8,1 bar på slagbolten for at laks skal kunne gjøres bevisstløs umiddelbart. Det ble imidlertid påvist skader på kjeve og øyne på en del fisk når dette trykket ble anvendt. Lambooij et al. (2010) testet en slagmaskin produsert av SeaSide AS der slagbolten hadde en diameter på 40 mm koplet til et stempel (1,4 kg) og en arm med en slaglengde på 200 mm. Boltens treffpunkt på hodet var litt i forkant av øynene. Når det gjelder slagbedøving i laksenæringen i dag benyttes maskiner fra Baader i stor grad der anbefalt lufttrykk på slagbolten er 6 bar. Siden utformingen av slagmaskinene fra de to produsentene ikke er like, kan man ikke uten videre gå ut fra at data gitt av Lambooij et al. (2010) også gjelder for Baader 101-maskiner.

På generelt grunnlag har det vist seg at når nytt utstyr settes inn i storskalaproduksjon av laksefisk så kan dette by på ulike utfordringer. Ofte må utstyret tilpasses og optimaliseres før det skal kunne fungere etter intensjonene. Faktorer som kan påvirke hvor godt et system fungerer under daglig drift kan være: riktig innstilling av kritiske maskinparametre, ujevn biomasseflyt, overbelastning av systemet (når antall fisk per tidsenhet overskrider en viss grense), fiskens atferd, tilstand og stressnivå, samt rutiner for vedlikehold og kontroll av at utstyret fungerer tilfredsstillende.

Det kan nevnes at vi tidligere har observert for et liknende system (Seafood Innovations SI-5 maskiner) at utmattet fisk kan bli matet inn i maskinene opp-ned eller at de kan blokkere innløpet til enkelte maskiner i en rigg. Ifølge personell på den aktuelle bedriften fungerte *swim-in* systemet betydelig bedre når fisken var mindre stresset fordi den i større grad svømte rett mot kanalene og videre inn til slagmaskinene.

Når det gjelder Baader 101 slagmaskiner, har det vist seg at enkelte fisk ikke blir tilstrekkelig bedøvde og/eller at treffpunktet for bløggekniven (maskinene har automatisk bløgging ved stikk i kverken) er feilaktig. I en studie som fokuserte på å finne årsaken til dette, ble det gjort en del observasjoner som er relevante for dette FHF-prosjektet. I korthet kan nevnes at hoveddelen (95 %) av fisken ble bedøvd og bløgget i henhold til regelverket. Imidlertid var det en del avvikende fisk (rundt 5 %) som ikke var bedøvde og som enten manglet bløggekutt eller hadde feilstikk. Det ble konkludert med at en mulig årsak til dette kan ha vært feilposisjonering av fisken inne i maskinen når slag og stikk ble foretatt. Det kan imidlertid tenkes at dette var en konsekvens

av overbelastning av systemet, eventuelt i kombinasjon med at fisken var betydelig stresset etter trenging og pumping inn til swim-in systemet. Biomasseflyt, fiskens stressnivå og atferd i swim-in systemet ble imidlertid ikke vurdert i denne studien (Erikson et al., 2020).

3 PROSJEKTETS OMFANG OG ORGANISERING

Prosjektet ble gjennomført i to faser som følger:

Fase I: Feltarbeid for evaluering av slakteprosessen om bord på valgt fartøy. Hensikt: beskrive dagens tilstand for om mulig å kunne finne kritiske punkter/årsaker til at en del fisk ikke ble tilfredsstillende bedøvd. Prosessering og analyse av innsamlede data, eventuelt med forslag til forbedring av kritiske punkter langs prosesslinjen.

Fase II: Feltarbeid på samme fartøy etter at eventuelle foreslåtte tekniske endringer i prosesslinjen om bord hadde blitt gjennomført. Analyse av data og rapportering av hele prosjektet.

Prosjektorganisering:

SINTEF Ocean

Ulf Erikson, seniorforsker (prosjektleder, analyse av data, feltarbeid Fase II, og hovedforfatter)
Bendik Toldnes, forsker (vurdering av maskin, videoanalyse av etterkontroll og forfatter)
Morten Bondø, forsker (vurdering av maskin, videoanalyse av Baader 101-maskin, feltarbeid Fase I og II og forfatter)
Cecilie Salomonsen, MSc (videoanalyse)
Hanne Digre; forskningssjef (feltarbeid Fase I)
Marte Schei, senioringeniør (feltarbeid Fase II)
Hanne Dalsvåg, MSc (feltarbeid Fase II)
Guro Møen Tveit, seniorforsker (kvalitetssikring)

Baader Norge AS

Modulf Barstad, Sales Manager (Baader Norge AS)
Jonas Emde, Project Manager R&D (Baader Food Processing Machinery, Tyskland)

Napier

Kåre A Cederström, Quality Manager, Napier

Referansegruppe

Ulf G Erikson, SINTEF Ocean
Kurt O Oppedal, Mowi ASA
Ivar H Melingen, Austevoll Laksepakkeri AS
Knut R Sivertsen, Hardanger Fiskeforedling AS

I tillegg ble Modulf Barstad (Baader Norge) og Kåre Cederström (Napier) invitert til å delta i gruppen.

4 PROBLEMSTILLING OG FORMÅL

Ifølge gjeldende forskrift for slakting av oppdrettsfisk skal fisken bedøves umiddelbart. Videre skal varigheten av bedøvingen være tilstrekkelig lang slik at fisken dør som følge av blodtap (utblødning). Dersom disse betingelsene ikke oppfylles, vil det innebære uakseptabel fiskevelferd. Tidligere erfaringer om bord på Taupiri har vist at andel fisk som ikke blir tilfredsstillende bedøvd fra rigg ligger rundt 5 % ved bruk av Baader 101-maskiner. Tilsvarende maskiner er i utstrakt bruk i laksenæringen og det er viktig at denne slaktemetoden optimaliseres slik at man oppnår høyest mulig andel bedøvd fisk. På vegne av laksenæringen ble slakting om bord på Taupiri valgt som en egnet "case-study".

Basert på tidligere erfaringer (se Innledning) var målsetningen *i utgangspunktet* å klarlegge betydningen av:

- *Ulike forhold før bedøving*: fiskens tilstand og stressnivå etter trenging i merd, biomasseflyt og mulig overbelastning av *swim-in* systemet plassert foran Baader 101-maskinene
- *Baader 101-maskinene*: Innmating av fisk til maskin, design av innløpskanal og mulige prinsipper (i skisseform) for fastholding av fisk inne i maskinene som sikrer riktig treffpunkt for bedøving og bløgging.

5 FASE I - PROSJEKTGJENNOMFØRING

FASE I beskriver analyse av status for slagbedøving, bløgging og slakting av laks om bord på en prosessbåt.

5.1 Slakting om bord på prosessbåten Taupiri

Prosessbåten Taupiri ("Stun & Bleed"), tilhørende rederiet Napier. Noen relevante tekniske prosesseringsdata for fartøyet er vist i Figur 1. Oppsettet av Baader 101-maskinene om bord er vist i Figur 2 og noen relevante data for ytelsen av disse maskinene er gitt i Tabell 1.



Taupiri - Noen tekniske data

Fisk fra merd til slakting om bord

Pumpetype: SeaQuest 16" skovlpumper (3 stk, parallellkoplet)

Pumpelengde: ca 20 m

Løftehøyde: ca 4 – 5 m

Maksimal kapasitet: 13 000 fisk/time

Normal prosessering: 10 000 fisk/time

Ved dårlig/svak fisk: 6 000 - 8 000 fisk/time

Prosesslinje: Fisken pumpes til sorteringsbord → "liten" og "stor" fisk → swim-in system → Baader 101 slagbedøving og bløgging → etterkontroll (med eventuell back-up bedøving) → utblødning og lagring i RSW-tanker (4 stk med totalt lastevolum på 414 m³)

Figur 1 – Prosessbåten Taupiri slakter laksefisk på merdkanten for transport i lukket RSW-system til slakteri for videre prosessering. Fisken pumpes om bord med en av SeaQuest-pumpene (de andre brukes til lossing). Foto: Napier.



Figur 2 - Baader 101-maskiner for automatisert bedøving og bløgging av laksefisk om bord på Taupiri. Oppsettet består av 4 x 4 rigger Baader 101-maskiner (**Rigg 1:** 1-2-3-4; **Rigg 2:** 5-6-7-8; **Rigg 3:** 9-10-11-12; **Rigg 4:** 13-14-15-16). En maskin består av 4 kanaler. I denne rapporten bruker vi imidlertid terminologien maskin 1 – 16 (M1 – M16) i stedet for kanal 1 – 16.

Tabell 1 – Kapasitetsdata for Baader 101 – slagmaskiner som oppgitt av Baader**.

Fiskestørrelse	Gjennomstrømning per kanal	Gjennomstrømning per maskin*	Total gjennomstrømning med 4 maskiner**
2 – 9 kg	12 – 15 fisk/min	48 – 60 fisk/min	192 – 240 fisk/min

* Gjelder for en maskin med fire kanaler (en Baader 101 maskin består av fire kanaler hver med sin slagmaskin. I denne rapporten har vi nummerert kanalene/maskinene fortløpende (4 X 4 kanaler/maskiner) som M1-M16; **Som benyttes på Taupiri. **<https://fish.baader.com/products/baader-101>.

Fase I ble gjennomført den 17. september 2020 under lasting av laks fra Merd 3 på Mowi-lokaliteten Vedøya. Forsøket ble gjennomført under rutinemessige forhold, typisk for Taupiri. Fisken hadde blitt sultet i 6 dager før slakting. Slaktingen foregikk ved å trenge fisken i merd før pumping, via et sorteringssystem med hensyn på fiskestørrelse, til et swim-in system der fisken svømmer til respektive Baader 101-slagmaskiner hvor de automatisk slagbedøves og bløgges. Fisken passerte deretter etterkontrollen hvor effektiviteten av bedøvingen ble sjekket av to operatører. Fisk som ble vurdert som ikke bedøvede ble ført manuelt inn i en back-up Baader 101 maskin for bedøving og bløgging. Deretter gikk fisken videre til utblødning og RSW-lagring (0,5°C) for transport til slakteri for videre prosessering. Avgangstiden fra merd var kl 19:45 og fartøyet ankom slakteriet etter en transporttid på 11 t 35 min.

5.2 Trenging og uttak av fisk fra merd

Som tidligere nevnt, vet vi at dersom fisk i merd stresses for mye ved trenging, slik at de blir utmattet, kan dette føre til problemer for biomasseflyten i et swim-in system. Dette kan være blokkering av kanaler inn til slagmaskinene og feilaktig orientering av fisken inne i maskinene som i sin tur kan føre til feilslag og dårlig fiskevelferd. Det var derfor av interesse å måle fiskens stressnivå i notkast før pumping. Dette ble gjort ved å måle initial pH i hvit muskel som er et uttrykk for hvor mye energi fisken har brukt for anaerob svømmeaktivitet (som fluktrespons). Denne energiomsetningen er temperaturavhengig, i det fisken "tappes for energi" raskere ved høye sjøtemperaturer enn ved lave.

Sjøtemperaturen i merden var relativt høy, nemlig 12°C. Første notkast (4490 fisk) startet kl 11:00 og ble avsluttet kl 12:10. Pumpingen om bord fra notkast til slakting startet kl 11:40. Fisk fra merd (n = 20) ble håvet ut enkeltvis fra Notkast 2 (noten ble trukket om lag kl 12:15) og fisken ble tatt ut mellom kl 12:40 – 13:46. Notkast 2 inneholdt 8188 fisk. Siste notkast 3, som inneholdt 5442 fisk, var tømt kl 14:05. Umiddelbart etter håving av enkeltfisk (Notkast 2 og 3) ble fisken avlivet med slag i hodet og initial pH ble målt i hvit muskel mellom laksens sidelinje og ryggfinne. Fisken ble bløgget, sløyd manuelt, og lagt på is umiddelbart deretter. Fisken ble noen dager senere analysert med hensyn på kvalitet i forbindelse med et annet, internt prosjekt i Mowi.

Napier benytter en trengingsveileder (score 1-5) for å bedømme fiskens atferd (og tilsynelatende stressnivå) i merden. Graderingen er som følger: 1. *Veldig bra (grønn)*; 2. *Akseptabelt (grønn)*; 3. *Uønsket (gul)*; 4. *Uakseptabelt (rød)*; 5. *Ekstremt uakseptabelt (rød)*. Ifølge denne trengingsveilederen, ble fisken i notkastene i vårt tilfelle vurdert som "score 2 – akseptabel" (Figur 3) og som score 2-3 når det gjelder siste avkast → kulerekke. Vurderingen ble utført av personell på Taupiri.

2	Akseptabel		<ul style="list-style-type: none"> • Få ryggfinner bryter vannoverflaten. • Ingen hvite buker å se. • Normal svømmeadferd. • Lavt stressnivå.
---	-------------------	--	---

Figur 3 – Mesteparten av trengingen av fisk i merd under lasting ble av personell om bord på Taupiri vurdert som akseptabel tilsvarende Napier sin trengingsveileder vist her.

5.3 Pumping, sortering, swim-in system, slagbedøvning og etterkontroll (back-up bedøving)

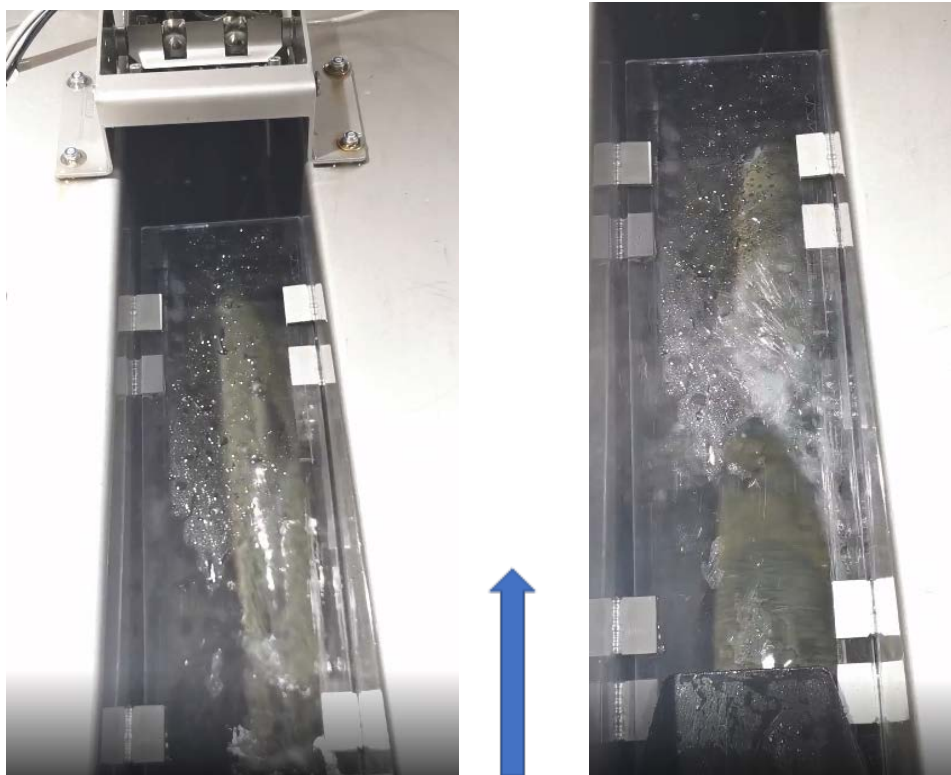
Etter pumping fra merd med skovlpumpe (se tekniske data i Figur 1) og sortering med hensyn på fiskestørrelse (Figur 4), viser Figur 5 - 7 henholdsvis fisk ved innløpssiden av swim-in systemet, innløpet til en slagmaskin, samt utløpet fra en rigg. Bedøvd og bløgget fisk gikk deretter på transportbånd til etterkontroll.



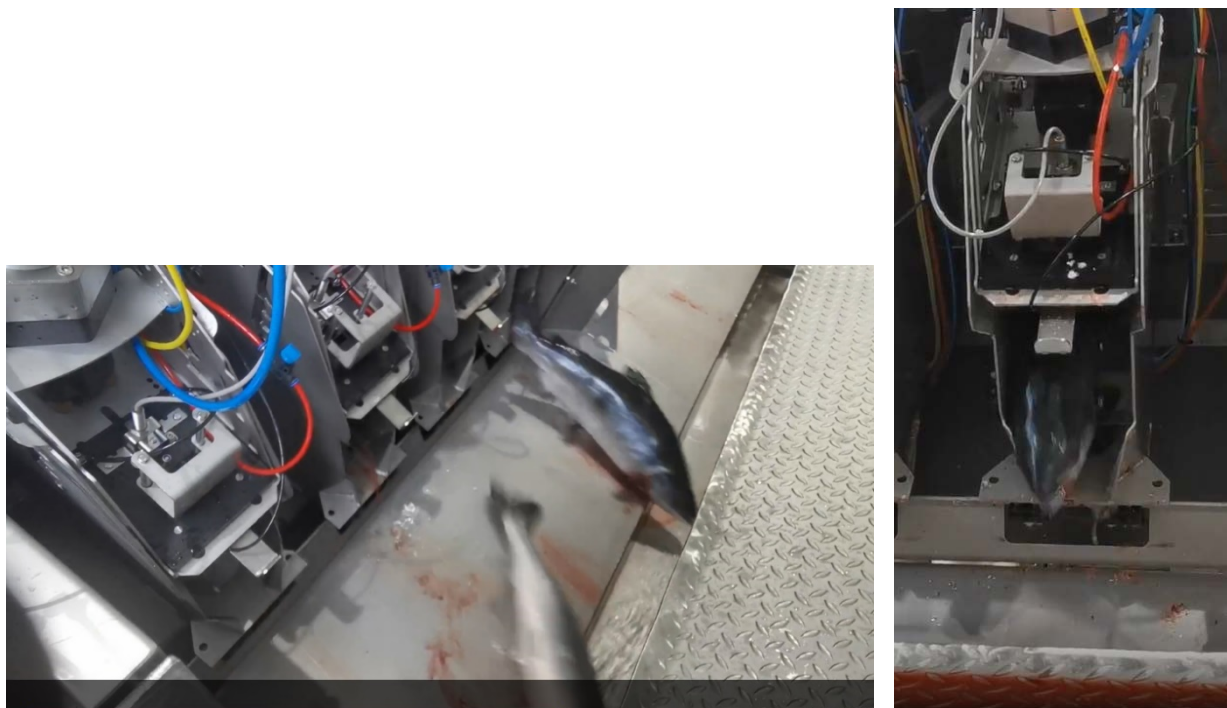
Figur 4 – Fisken passerer et sorteringsbord før den går videre til swim-in systemet. Sorteringen foregår i tre plan: (i) "Stor laks" → Rigg 3 og 4; (ii) "Små laks" → Rigg 1 og 2 (se Figur 2); (iii) Utkast (laks < 200 g, rensefisk og småsei). Foto: Napier.



Figur 5 - Pumpet fisk i swim-in systemets innløp.



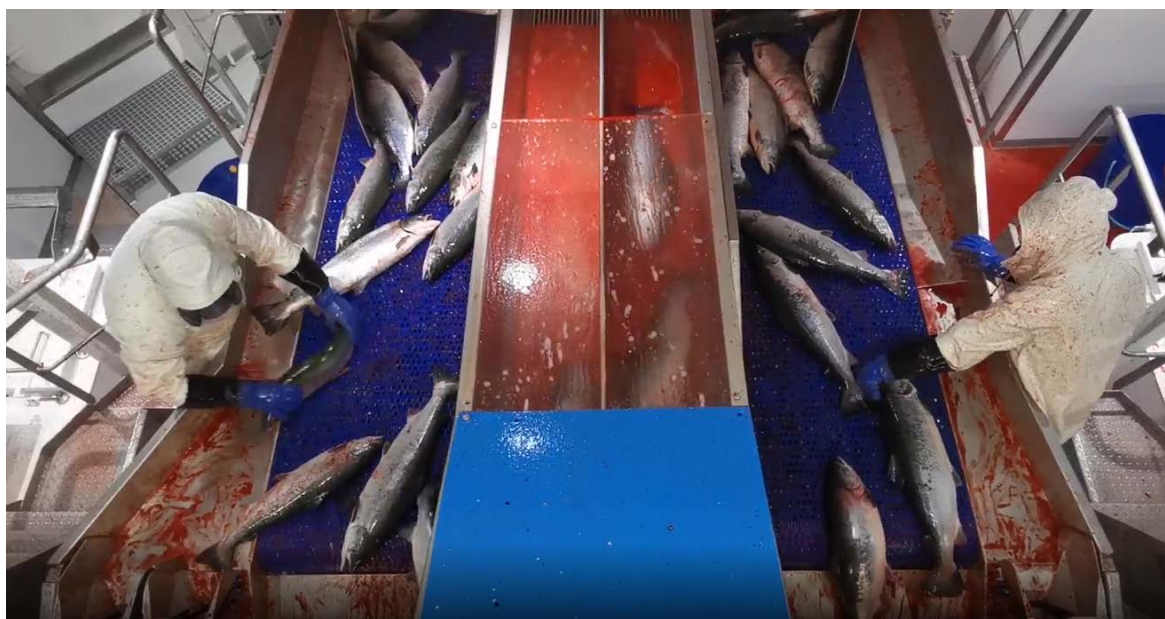
Figur 6 – Innløp til en Baader 101 slagmaskin. I bildet til høyre svømmer to fisk like etter hverandre.



Figur 7 – Bedøvd og bløgget fisk ut fra en Baader 101 rigg. Lufttrykket for slagbedøvningen ble kontrollert under slakting kl. 11:45: Rigg 1 + 2: 7 bar; Rigg 3 + 4: 7 bar (tilsvarer anbefalt trykk).

I alt benyttes tre back-up Baader 101-maskiner i forbindelse med etterkontrollen. To transportbånd, ett for "små" fisk og ett for "stor" fisk, bringer fisk fra Baader 101-riggene. To operatører kontrollerer hvorvidt fisken er bedøvd (Figur 8) før fisken går videre til utblødning og RSW-lagring. Fisk som blir vurdert som ikke bedøvd blir plukket ut manuelt fra transportbåndet for back-up bedøving. I tillegg har en person på etterkontrollen fortløpende kontakt med broen på fartøyet for å sikre at systemet fungerer tilfredsstillende, både med hensyn til innlasting fra merd, bedøvelseseffektivitet og biomasseflyt. Ved oppstart kontrolleres systemet rutinemessig ved at 50 tilfeldig valgte fisk sjekkes ved etterkontrollen med hensyn på *kroppsbewegelse, øyebewegelse og gjellebewegelse*. Dette gjøres for hvert notkast.

Etterkontrollen blir rutinemessig videofilmet under slaktingen. SINTEF fikk av Napier tilgang til videoopptak av etterkontrollen den aktuelle dagen. I ettertid ble dette materialet gjennomgått for om mulig å tallfeste hvor stor andel fisk som tilsynelatende ikke var bedøvd, hvor stor andel som ble plukket ut for back-up bedøving, og om det var en sammenheng mellom effektiviteten av bedøvingen og biomasseflyt (antall fisk gjennom systemet per tidsenhet). Resultatene ble også sammenholdt med den automatiserte registreringen av antall fisk som passerer Baader 101-maskinene.



Figur 8 – Etterkontroll. Ubedøvd fisk blir tatt ut for back-up bedøving før fisken går videre til utblødning og RSW-lagring om bord. Venstre og høyre transportbånd på bildet er tiltenkt henholdsvis "små" og "store" fisk.

5.4 Observasjonskar for vurdering av fisk etter slagbedøving og bløgging

For å kontrollere hvor effektiv bedøvingen og back-up bedøvingen virkelig var, ble det tatt ut fisk for nærmere analyse av atferd og hvorvidt fisken var bevisstløs opp til 10 min etter bedøving. For å undersøke dette, ble det satt opp ett 1000-L observasjonskar fylt med sjøvann. Tilfeldig valgte fisk ble tatt ut med håv fra utløpet på Baader 101-maskiner i en rigg (Figur 7). Fisken ble deretter overført til observasjonskaret for kontroll av øyerull (VOR: score 0 = fisken er bevisstløs eller død; score 1 = fisken er levende) og atferd (svømming, likevekt, respirasjon /gjellelokkbevegelse). Fisken ble observert i 10 min etter bedøving. Dersom fisken ikke våkner opp innen da, regnes fisken som død som følge av blodtap (eller eventuelt, direkte avlivet ved slag i hodet).

Tre grupper fisk ble vurdert:

Gruppe 1 – Slagbedøvd fisk som også hadde bløggestikk.

Gruppe 2 – Fisk som hadde passert riggene som åpenbart ikke var bedøvd, tatt ut fra transportbåndet. Dette kan forekomme dersom fisken er feilposisjonert inne i slagmaskinen, slik at treffpunktet for slagbolten blir feilaktig. Samtidig kan feilposisjonering også føre til feilstikk som kan føre til at fisken blør som følge av skade og ikke ved kutting av hovedpulsåren, en situasjon som selvfølgelig er betenkelig når det gjelder fiskevelferd.

Gruppe 3 – Ubedøvd fisk tatt ut fra transportbåndet av operatørene ved etterkontrollen, evaluert etter de hadde passert back-up maskinene.

5.5 Resultater og diskusjon

5.5.1 Stressnivå av fisk i merd

Som vist i Tabell 2, var midlere pH 6,9, noe som viser at fisken var betydelig stresset, men ikke utmattet (Referansetilstander: hvile pH $7,5 \pm 0,1$ vs pH i utmattet laks $6,7 \pm 0,1$). Vi ser også at det ikke var signifikant forskjell mellom fisk tatt fra to notkast. Sjøtemperaturen ($12 - 13^{\circ}\text{C}$) var relativt høy, noe som gjør at fisken stresses lettere ved håndtering enn ved lavere temperaturer (fisken er mer aktiv ved høye temperaturer). Spesielt bør det nevnes at det ikke var helt enkelt å ta ut fisk med håv fra merd. Prøveuttaket i seg selv kan ha medført en viss stresseffekt. På den annen side pumpes fisken fra merd til swim-in systemet, noe som også vil stresser fisken i noen grad. Slik sett, er det ikke usannsynlig at de målte pH-verdiene representerer pH ved slakting om bord på Taupiri denne dagen.

Tabell 2 – Initial pH og temperatur i hvit muskel hos laks tatt fra merd under trening før pumping.

Uttak	Initial pH i hvit muskel	Kroppstemperatur
Notkast #2 – 12:40 til 13:16 (n=14)	6,88 ± 0,24 ^a	
Notkast #3 – 13.30 til 13:46 (n=6)	7,05 ± 0,13 ^a	
Totalt (n =20)	pH 6,9 ± 0,2 (SD) SEM: 0,05 (variasjonsbredde: 6,44 – 7,32)	13,0 ± 0,4 °C

"a" betyr at pH i fisk fra Notkast 2 og 3 var statistisk sett like ($p > 0,05$)

5.5.2 Rutinemessig kontroll av bedøving ved oppstart av tømning av notkast

Napier har som rutine at resultatet av slaktingen skal sjekkes ved start av hvert notkast. Dette gjøres for å verifisere at slagbedøvingen med Baader 101-maskinene fungerer tilfredsstillende. Parametre relatert til fiskevelferd som sjekkes er øyerull (VOR), kroppsbevegelse og gjellebevegelse (respirasjon). Femti tilfeldig valgte fisk sjekkes av operatørene ved etterkontroll. Resultatet ved oppstart av lasting fra de fire avkastene den 17 september 2020 er vist i Tabell 3. Kun et fåtall av fiskene var ikke bedøvd. Vi ser at av alle 250 fisk som ble sjekket, hadde 3,2 % kroppsbevegelse, 0,4 % øyerull og 2,0 % respirasjon. Videre kan vi slutte at effektiviteten av bedøvingen ikke endret seg nevneverdig i løpet av dagen.

Tabell 3 – Kontroll av atferd, øyerull og respirasjon etter slagbedøving og bløgging ved oppstart av ulike notkast. Verdiene er angitt som antall per 50 fisk fra hvert avkast. Data fra Napier.

Notkast #	Antall fisk per notkast	Kl.	Kroppsbevegelse	VOR	Gjellebevegelse
1	4490	11:40	2/50	0/50	1/50
2	8188	12:40	1/50	0/50	1/50
3	5442	13:38	1/50	1/50	1/50
4	14980	14:30	2/50	0/50	1/50
Kulerekke	28878	16:10	2/50	0/50	1/50
Totalt	61978		8/250 (3,2%)	1/250 (0,4%)	5/250 (2,0%)

5.5.3 Evaluering av øyerull, atferd og respirasjon etter slagbedøving og bløgging

Gruppe 1 – Bedøvd og bløgget fisk fra rigg

Tilstedeværelse av bløggekutt ble sjekket før fisken ble lagt i observasjonskaret for evaluering i 10 min. Generelt var det vanskelig å observere fisken kontinuerlig i karet på grunn av blod i vannet. Fiskens status ble derfor kun evaluert ved uttak etter 10 min. Tre grupper fisk ble observert på ulike tidspunkter (Tabell 4, 5 og 6).

Tabell 4 – Øyerull, respirasjon og atferd etter slagbedøving og bløgging evaluert etter 10 min i observasjonskaret (n=5). Fisk fra Notkast 4; Løst oksygeninnhold og sjøvannstemperatur i observasjonskaret: 98-100 % metning og 12 - 13 °C.

Tid	VOR * (0 eller 1)	Respirasjon** (0 eller 1)	Atferd
15:01	0	0	Buk opp
	0	0	Buk opp
	1	0	Buk opp, men halebevegelse når fisken ble løftet
	0	0	Buk opp, men halebevegelse når fisken ble løftet
15:11	0	0	Buk opp, men halebevegelse når fisken ble løftet

*VOR: Score 0 = fravær av øyerull indikerer at fisken er bevisstløs; Score 1 = fisken har øyerull, dvs fisken er ved bevissthet; **Respirasjon, her definert som gjellelokkbevegelse: Score 0 = ingen gjellelokkbevegelser; Score 1 = fisken har gjellelokkbevegelser.

Tabell 5 - Øyerull, respirasjon og atferd etter slagbedøving og bløgging evaluert etter 10 min i observasjonskaret (n=5). Fisk fra Notkast 4. Løst oksygeninnhold og sjøvannstemperatur i observasjonskaret: 97 % metning og 12 °C.

Tid	VOR* (0 eller 1)	Respirasjon** (0 eller 1)	Atferd	Utblødning*** (0 - 2)
15:27	0	0	Buk opp	2
	0	0	Buk opp, kramper	2 (feilstikk)
	0	0	Buk opp	2
	0	0	Buk opp	2
15:37	0	0	Buk opp	2

*VOR: Score 0 = fravær av øyerull indikerer at fisken er bevisstløs; Score 1 = fisken har øyerull, dvs fisken er ved bevissthet; **Respirasjon, her definert som gjellelokkbevegelse; Score 0 = ingen gjellelokkbevegelser; Score 1 = fisken har gjellelokkbevegelser; ***Utblødning: 0 – ingen avrenning av blod; 1 – noe avrenning; 2 – god avrenning.

Tabell 6 - Øyerull, respirasjon og atferd etter slagbedøving og bløgging evaluert etter 10 min i observasjonskaret (n=10). Fisk fra kulerekke. Løst oksygeninnhold og sjøvannstemperatur i observasjonskaret: 90 - 92 % metning og 11 °C.

Tid	VOR* (0 eller 1)	Respirasjon** (0 eller 1)	Atferd	Utblødning*** (0 - 2)
18:27	0	0	Buk opp	2
	0	0	Buk opp	2
	0	0	Buk opp	2
	0	0	Buk opp	2
18:37	1	0	Ligger på bunnen, kramper	2
18:44	0	0	Buk opp	2
	0	0	Buk opp	2
	0	0	Ligger på siden på bunnen	2
	0	0	Buk opp	2
18:54	0	0	Ligger på siden på bunnen	1

*VOR: Score 0 = fravær av øyerull indikerer at fisken er bevisstløs; Score1 = fisken har øyerull, dvs fisken er ved bevissthet; **Respirasjon, her definert som gjellelokkbevegelse; ***Utblødning: 0 – ingen avrenning av blod; 1 – noe avrenning; 2 – god avrenning.

Gruppe 2 – Ubedøvd fisk fra rigg

Noen stikkprøver ble tatt av fisk som åpenbart ikke var bedøvd (basert på atferd) rett etter å ha passert slag- og bløggemaskinene (Tabell 7). Hensikten var å undersøke om slike fisk også manglet bløggestikk og om de fremdeles var i live etter 10 min i observasjonskaret. Dersom fisken ikke var bedøvd ved slag, men derimot hadde korrekt bløggestikk, ville de troligvis dø som en følge av blodtap i løpet av 10 min i observasjonskaret, noe som ikke nødvendigvis viste seg å være tilfelle her (fisk evaluert kl 17:18).

Tabell 7 - Øyerull, respirasjon og atferd etter slagbedøving og bløgging evaluert etter 10 min i observasjonskaret (n=4). Fisk fra kulerekke. Løst oksygeninnhold og sjøvannstemperatur i observasjonskaret: 96 % metning og 12 °C.

Tid	VOR* (0 eller 1)	Respirasjon** (0 eller 1)	Atferd	Utblødning*** (0 - 2)
15:48	1	1	Regelmessige gjellelokkbevegelser, svømmer, feilstikk i hode	0
17:15	1	0	Buk opp, OK bløggekutt	NA
17:18	1	1	Svak respirasjon, spreller, OK bløggekutt	NA
17:28	1	1	Regelmessig respirasjon, ikke bløggekutt, spreller	0

*VOR: Score 0 = fravær av øyerull indikerer at fisken er bevisstløs; Score1 = fisken har øyerull, dvs fisken er ved bevissthet; **Respirasjon, her definert som gjellelokkbevegelse; Score 0 = ingen gjellelokkbevegelser; Score 1 = fisken har gjellelokkbevegelser; ***Utblødning: 0 – ingen avrenning av blod; 1 – noe avrenning; 2 – god avrenning; NA = ikke vurdert.

Gruppe 3 – Fisk etter back-up bedøving

Tilfeldig valgte fisk etter back-up bedøving ble overført til observasjonskaret i to omganger (Tabell 8 og 9). Evalueringen av fisk vist i Tabell 8 foregikk omtrent samtidig med at siste notkast (siste batch for lasting og transport til slakteri) var tømt for fisk kl. 19:10. Hensikten var å evaluere effektiviteten av back-up bedøvingen og om fisken hadde riktig bløggekkutt.

Tabell 8 - Øyerull, respirasjon og atferd etter back-up bedøving evaluert etter 10 min i observasjonskaret (n=10). Fisk fra kulerekke. Løst oksygeninnhold og sjøvannstemperatur i observasjonskaret: 93 % metning og 12°C.

Tid	VOR* (0 eller 1)	Respirasjon** (0 eller 1)	Atferd	Bløggekkutt? (ja eller nei)
17:57	0	0	Ingen bevegelse	Ja
	0	0	Ingen bevegelse	Ja
	0	0	Ingen bevegelse	Ja
	0	0	Ingen bevegelse	Ja
18:10	0	0	Ingen bevegelse	Ja
18:13	0	0	Ingen bevegelse	Ja
	0	0	Ingen bevegelse	Ja
	0	0	Ingen bevegelse	Ja
	0	0	Ingen bevegelse	Ja
18:23	0	0	Ingen bevegelse	Ja

*VOR: Score 0 = fravær av øyerull indikerer at fisken er bevisstløs; Score1 = fisken har øyerull, dvs fisken er ved bevissthet; **Respirasjon, her definert som gjellelokkbevegelse; Score 0 = ingen gjellelokkbevegelser; Score 1 = fisken har gjellelokkbevegelser.

Tabell 9 - Øyerull, respirasjon og atferd etter back-up bedøving evaluert etter 10 min i observasjonskaret (n=5). Fisk fra kulerekke; Løst oksygeninnhold og sjøvannstemperatur i observasjonskaret 89 % metning og 11°C.

Tid	VOR* (0 eller 1)	Respirasjon** (0 eller 1)	Atferd	Bløggekkutt (ja eller nei)
19:06	0	0	Ingen bevegelse	Ja
	0	0	Ingen bevegelse	Ja
	0	0	Ingen bevegelse	Ja
	0	0	Ingen bevegelse	Ja
19:16	0	0	Ingen bevegelse	Ja

*VOR: Score 0 = fravær av øyerull indikerer at fisken er bevisstløs; Score1 = fisken har øyerull, dvs fisken er ved bevissthet; **Respirasjon, her definert som gjellelokkbevegelse; Score 0 = ingen gjellelokkbevegelser; Score 1 = fisken har gjellelokkbevegelser.

Samlet vurdering av resultatene fra observasjonskaret

Oppsummert hadde 2 av 20 fisk (10 %) i **Gruppe 1** (bedøvd og bløgget fisk fra rigg) VOR-score på 1, noe som indikerer utilstrekkelig bedøving. Imidlertid viste ingen fiskene tegn til respirasjon eller et atferdsmønster som entydig skulle tilsi at de ikke var bedøvd. Tre fisk i gruppen hadde halebevegelse ved uttak fra observasjonskaret, men vi kan ikke utelukke at dette kan ha skyldtes refleksbevegelser eller muskelkramper. En av 15 fisk hadde feilstikk (stikk utenfor bløggesonen) mens en annen fisk hadde dårlig utblødning. De resterende 14 fiskene hadde god utblødning.

Når det gjelder **Gruppe 2** (ubedøvd fisk fra rigg), hadde som ventet alle fire individene i gruppen øyerull og tre av disse hadde også gjellelokkbevegelser. Av de to fiskene som ble sjekket med hensyn på utblødning, hadde en fisk feilstikk (i hodet) mens den andre fisken var ikke stukket. Dette tyder på at fisken i slike tilfeller havner i feil posisjon inne i maskinen slik at hverken slagbolten eller bløggekniven treffer på riktig sted. På den annen side hadde de to andre fiskene riktig bløggekutt, men til tross for dette, hadde de øyerull og en av disse hadde dessuten gjellelokkbevegelser.

Etter back-up bedøving av fisk i **Gruppe 3**, hvor fisken ble manuelt matet inn i slagmaskinen, ble alle 15 fiskene effektivt bedøvd og bløgget siden det hverken var tegn til øyerull eller respirasjon samtidig som ingen av fiskene beveget seg. All fisk var stukket riktig i sonen rundt kverken. Siden det er samme type maskin som benyttes for back-up bedøving som i riggene, kan dette resultatet tyde på at Baader 101-maskinene fungerer tilfredsstillende når innmatingen foregår på en kontrollert måte og systemet ikke overbelastes (ved back-up bedøving tas en fisk av og til fra transportbåndet).

5.5.4 Antall fisk bedøvd i Baader 101-maskiner i rigg vs antall fisk bedøvd i back-up maskiner

Antall fisk som slaktes registreres på hver Baader 101 – maskin i riggene samt på back-up maskinene. Resultatene i Tabell 10 og 11 viser hvor stor andel av fisken som måtte bedøves på nytt, vurdert av operatørene ved etterkontrollen. Det viste seg at 2 954 av 62 229 fisk ikke ble bedøvd i riggene, noe som tilsvarer **4,7 %** av den totale biomassen.

Tabell 10 – Antall slaktede fisk per maskin (totalt 16 maskiner) og rigg under hele slakteperioden på 7 t 25 min er vist i tabellen. Maskinene i Rigg 1 og 2 var innstilte for å bedøve "små" fisk, mens Rigg 3 og 4 var innstilte for å bedøve "stor" fisk. Totalt antall fisk slaktet (Σ Rigg 1 – 4) var 62 229 stk. Med snittvekt på 4,4 kg tilsvarer dette en total biomasse på 273 808 kg.

Rigg 1		Rigg 2		Rigg 3		Rigg 4	
1	3885	5	4658	9	3028	13	5116
2	3549	6	3830	10	2625	14	4344
3	3548	7	3939	11	2808	15	4273
4	4067	8	4742	12	3166	16	4651
Σ	15 049		17 169		11 627		18 384

Tabell 11 - Antall fisk som ble slagbedøvd i forbindelse med etterkontroll.

Back-up maskin 1 (småfisklinje)	Back-up maskin 2 (småfisklinje)	Back-up maskin 3 (storfisklinje)	Totalt
262 (8,9 %)	1429 (48,4 %)	1263 (42,8 %)	2954

Antall fisk som passerte back-up maskinene var basert på en subjektiv vurdering av operatørene. Vi ser at 57 % av fisk til back-up bedøving ble tatt fra småfisklinjen. For nærmere vurdering, se Videoanalyse nedenfor.

5.5.5 Videoanalyse av fisk

Videoopptak av fisk i prosesslinjen ble vurdert i ettertid.

Sorteringsbord - Det ble ikke foretatt en grundig analyse av størrelsessorteringen av laksen på sorteringsbordet (Figur 4). Imidlertid kan bemerkes at fisken kom inn på rullegraderen i relativt høy hastighet som i ukjent grad medførte dårligere sortering. Spesielt forekom det at små fisk skled på tvers over rullene, noe som førte til at en del fisk av denne størrelsen ikke ble sortert ut på riktig måte. Følgen av dette var at fisk av "feil" størrelse gikk til "feil" rigg.

Innmating til slagmaskin - På grunn av at sikten var begrenset når fisken fra swim-in systemet kom fram til slagmaskinens innløp, var det begrenset hva vi kunne få ut av å gjøre videoopptak (se Figur 6). Dette til tross, viste videoopptak (GoPro-kamera) av fiskens atferd under innmating til en av slagmaskinene at dersom swim-in systemet ble overbelastet, kunne det forkomme at enkelte fisk

ble presset videre med halen først (av fisk like bakenfor), noe som i sin tur trolig førte til feilposisjonering av fisken inne i slagmaskinen under slagbedøving og bløgging. Videre ble det i noen tilfeller observert at to "små" fisk kunne komme nesten samtidig inn i innmatingsmekanismen, noe som også kan tenkes å føre til feilslag.

Etterkontroll - Etterkontrollen ble videofilmet av Napier hvorpå SINTEF gikk gjennom videoopptakene i ettertid. Analysen viste at i løpet av slaktingen forekom det i relativt korte perioder at systemet ble overbelastet. Det var tydelig sammenheng mellom stor biomasseflyt fra riggene og antall ubedøvede fisk inn til etterkontrollen. Flere levende fisk kom da samtidig på transportbåndet inn til etterkontroll, noe som gjorde det vanskelig å vurdere hvilke fisker som burde gå til back-up bedøving. I slike tilfeller kan bemanningen ved etterkontrollen økes. Pumping fra merd (biomasseflyt) styres av en tredje person på etterkontrollen. Rask tilbakemelding herfra sørget imidlertid for at overbelastningen var av kort varighet.

Videre så det fra videoanalysen ut som at enkelte, tilsynelatende bedøvede fisk, ble ført inn i back-up maskinene i rolige perioder. Siden antall fisk gjennom maskinen registreres fortløpende vil dette føre til et man får et noe feilaktig bilde hvor effektive riggene egentlig er for å oppnå bedøving. Her må dog bemerkes at våre observasjoner (hvorvidt fisken lå urørlig på båndet) er baserte på videoanalyse med samme utsnitt som vist i Figur 8. Det kan derfor tenkes at operatøren la merke til at fisken pustet eller hadde øyerull, noe som rettfærdiggjorde at fisken ble tatt ut til back-up bedøving. Vi ser følgelig at det er faktorer som i noen grad kan påvirke effektiviteten av i positiv eller negativ retning. Totalt sett anslår vi likevel at registrert prosentandel ubedøvd fisk (4,7 %, se ovenfor) ikke ville ha blitt dramatisk endret dersom de nevnte forholdene hadde blitt tatt i betraktning. Dermed kan vi konkludere med at **bedøvingseffektiviteten** fra rigg denne dagen var om lag **95 %** (før back-up bedøving).

Som nevnt ovenfor, sorters fisken med hensyn på "små" og "store" laks før fisken fordeles til tilhørende rigger. Deretter går fisken på hvert sitt transportbånd inn til etterkontroll (Figur 8). Ut ifra en visuell betraktning fra videoopptak var det i praksis vanskelig å se om det egentlig var forskjell i størrelse på fisken på de to båndene. Dette tyder på at størrelsessorteringen av fisken ikke fungerte optimalt.

Videoanalysen viste tydelig at det var flest "små" fisk som ikke ble bedøvede i riggen. Siden Baader 101-maskinene stilles inn etter fiskestørrelse, ser det derfor ut til at det trolig var en sammenheng mellom dårlig sortering og bedøvingseffektivitet fordi en del "små" laks passerte slagmaskiner som egentlig var innstilt for større laks.

Statistikk og etterkontroll - Videofilmen ble gjennomgått minutt for minutt ved etterkontroll. Tre tallstørrelser ble registrert for hver gjennomgang: (a) antall fisk på båndet, (b) antall sprellende fisk på båndet og (c) antall fisk som ble bedøvd i back-up maskinene. Gjennomsnittsverdier er vist

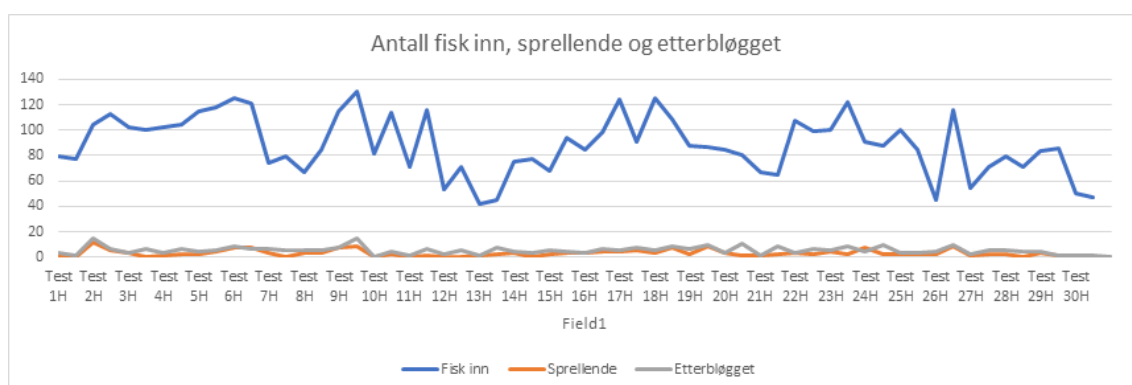
i Tabell 12. Vi ser at 3,6 % av fisken inn til etterkontroll var sprellende, mens 6,4 % av fisken ble tatt ut til back-up bedøving.

Tabell 12 – Kategorisering av fisk ved etterkontroll.

Kategori	Antall fisk/min *	Midlere prosentvis fordeling
Fisk inn til etterkontroll	88,7 ± 22,8	-
Sprellende fisk	2,9 ± 2,6	3,6
Fisk til back-up bedøving	5,1 ± 3,1	6,4

Middelerverdi ± SD

Variasjonen for de tre kategoriene fisk over tid er vist i Figur 9. Vi ser at det var en tendens til at når antall fisk inn (blå kurve) var på sitt høyeste, sammenfaller toppene med noen av de høyeste toppene for ubedøvd fisk (oransje og grå kurver). Imidlertid var ikke tendensen entydig idet det også forekom at et visst antall fisk ikke ble bedøvd i riggen når biomasseflyten var på sitt laveste. Dette indikerer at overmating av maskinene alene ikke er eneste faktor som påvirket bedøvingseffektiviteten.

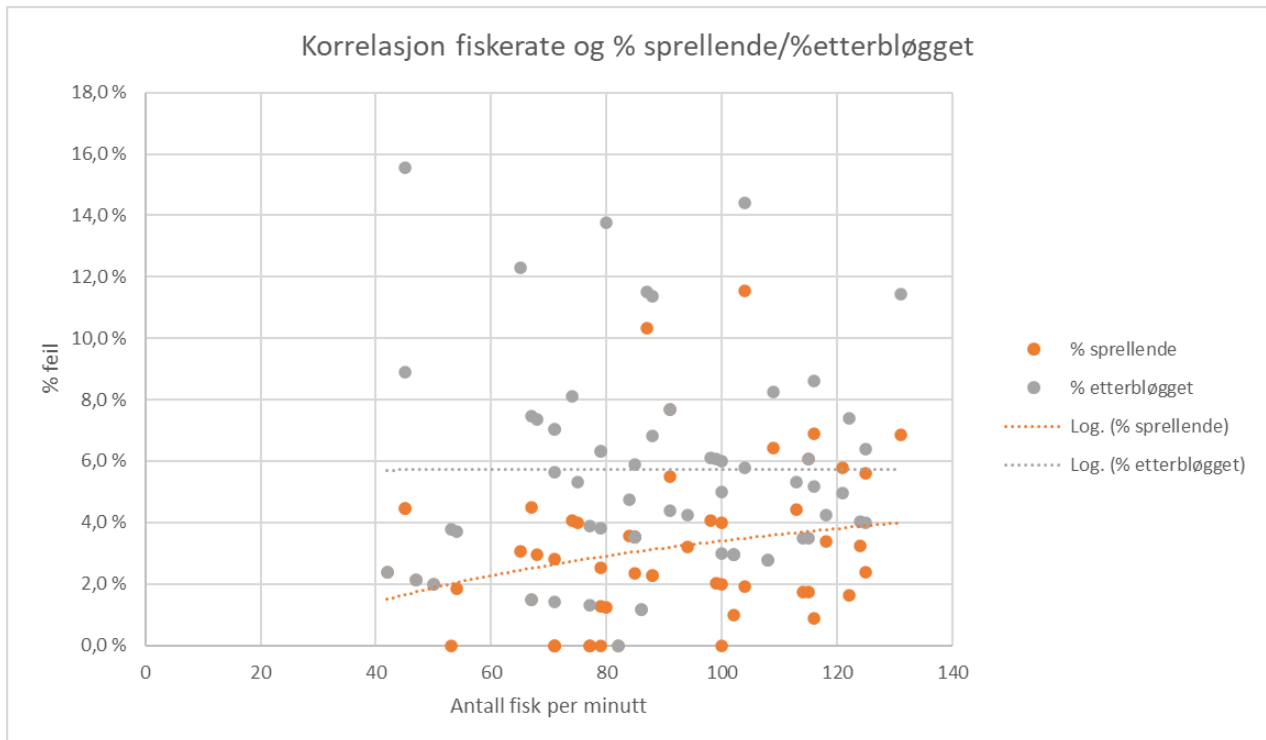


Figur 9 – Antall fisk (y-aksen) inn til etterkontroll per transportbånd, antall sprellende fisk, og back-up bedøvd fisk under slakting om bord på Taupiri. Resultatene er basert på videoanalyse i ettertid.

Figur 10 viser sammenhengen mellom % feilrate (antall ubedøvd fisk i forhold til totalt antall fisk fra merd målt over tid) og biomasseflyt gitt som antall fisk per minutt. Fra trendlinjene ser vi at mengde observert sprellende fisk i videogjennomgangen synes å øke noe med økende antall fisk inn til slakting (oransje trendlinje). Likevel er prosent fisk til back-up bedøving tilnærmet konstant ca. 5,9 %. Forskjellen kan skyldes at fisk som på video observeres som sprellende kan i virkeligheten være fisk som er bløgget og bedøvd/døde men som har krampetrekninger. Vurderingen til operatørene ved båndet, som har mulighet til å observere alle velferdsparametere, kan derfor gi ulik vurdering av hvor mye fisk som virkelig skal gå til back-up bedøving.

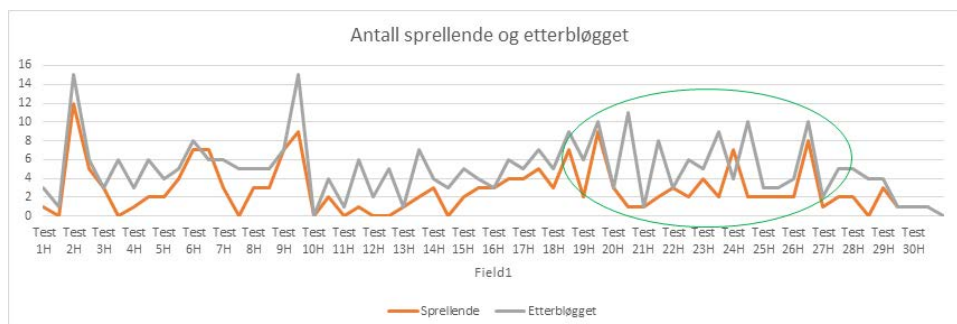
Hvis begge trendlinjer hadde vist et nullpunkt (f.eks. ved 40 fisk/min) ville dette antydnet at det fantes en optimal hastighet/kapasitet for Baader 101 maskinene der mengde feilbløgget fisk var

null. Så er ikke tilfelle. Vi kan derfor ut fra disse tallene ikke si entydig om Baader 101- maskinene er dominerende feilkilde (og har et forbedringspotensial) eller om mengde feil skyldes andre forhold. Operatørens vurderingsevne av fiskens tilstand kan dessuten tenkes å ha avgjørende betydning i denne sammenheng.



Figur 10 – Sammenhengen mellom biomasseflyt per transportbånd (det er to transportbånd inn til etterkontroll) og prosent feilrate for slagbedøvet laks fra riggene. Antall "sprellende fisk" og antall fisk tatt ut til back-up bedøving (etterbløgget fisk) ble bestemt ut fra videoopptak av etterkontrollen.

Figur 11 viser at antall fisk som ble tatt ut til back-up bedøving alltid var høyere enn antall fisk som sprellet. Videoanalysen viste at det i noen grad ble tatt ut rolig (=bedøvd?) fisk til bedøving, tilsynelatende uten at det var behov for det (vurdert ut fra videoopptak). En årsak til dette kan være at bedriften legger vekt på at fisken skal være godt utblødd. Selv om fisken er bedøvd, blir enkelte fisk tatt ut til etterbløgging dersom operatøren vurderer at bløggekuttet ikke er godt nok for å sikre god utblødning. Konsekvensen av dette kan være at antall fisk registret av back-up maskinen ble for høyt slik at tallene som oppgitt i forbindelse med Figur 10 kan være noe overestimerte. Dessuten kan det også være at operatøren, i sin nærhet til fisken, la merke til at den hadde øyerull eller respirasjon (gjellelokkbevegelser) noe som påkrevde at fisken skal bedøves på nytt. Det primære her må likevel være at dersom operatørene er i tvil om hvorvidt en fisk er bedøvd eller ikke, så skal den for sikkerhets skyld bedøves på nytt.



Figur 11 – Antall fisk (y-aksen) som ble tatt ut til back-up bedøving ("etterbløgget") var gjennomgående høyere enn antall sprellende fisk ifølge videoanalyse. Eksempelvis viser grønn ring en periode hvor antall fisk til back-up bedøving var større enn antall sprellende fisk. Test 1H-30 H (x-aksen) er antall 1-minuttsintervaller hvor tellinger av fisk ble foretatt ved videoanalyse.

5.6 Vurdering av Baader 101-slagmaskinen: dialog med Baader

SINTEF var i kontakt med Baader i januar 2021 via e-post og telefonsamtaler med Modulf Barstad (Baader Norge) og Jonas Emde (Project Manager in R&D, Baader Lübeck). For å kunne vurdere mekanikken i Baader 101, med særlig fokus på mekanismen for fiksering av fisken før slag, fikk SINTEF oversendt AutoCAD 3D tegninger av de relevante delene i maskinen. Tegningene ble gjennomgått for å studere funksjonalitet og mulige forbedringer. Mekanismene og tegningene av utstyret er konfidensielle og gjengis ikke her.

I Fase I ble kun fiskens atferd i innløpet til Baader 101-maskinene videofilmet. Samtidig ble muligheten for å kunne ta videoopptak inne i maskinen vurdert under drift (slagbedøving). For å skaffe tilveie informasjon om hvilken innvirkning fikseringsmekanismen (eller mangel på det samme) i maskinene hadde på fisk i bevegelse ble det derfor besluttet å forsøke å filme inne i maskinene når Fase 2 ble gjennomført.

5.7 Evaluering av Fase I

Oppsummering

- Stresset fisk ble slaktet, men det var ingen indikasjoner på at dette i seg selv skapte problemer for hverken biomasseflyt i swim-in systemet eller under innmating til slagmaskinene i riggene (vurdert under normal drift).
- Sorteringsbordet fungerte ikke optimalt. Spesielt "små" laks (i høy hastighet) beveget seg på tvers av rullene og ble derfor ikke alltid utsortert riktig.
- Anslagsvis 95 % av fisken fra rigg ble bedøvd (før back-up bedøving).
- Når to "små" laks kom rett etter hverandre/samtidig inn til innmating, så det ut til at dette kunne skape problemer med hensyn til posisjonering og treffpunkt for slag og bløggestikk.
- Det var flest "små" laks som ikke ble bedøvde.

- Spesielt når slaktelinjen ble overbelastet (antall fisk prosessert per tid) resulterte dette i et dårligere resultat med hensyn til fiskevelferd på grunn av flere feilslag og feilstikk (oftest for "små" fisk, trolig på grunn av feilsortering slik at fisken gikk til rigg beregnet på større fisk).
- Ut ifra visuelle observasjoner var det tilsynelatende liten, eller ingen, forskjell i fiskestørrelse på fisk på de to transportbåndene fra rigger til etterkontroll. Dette skyldtes trolig feilsortering med hensyn på størrelse (sorteringsbord).
- Back-up bedøving viste seg å være en god og effektiv metode for å sikre god velferd og utblødning.

Videre arbeid (Fase II)

Det var sterke indikasjoner på at sorteringen av "små" vs "store" laks må bli bedre for å sørge for at flere laks blir bedøvede og får riktig bløggestikk uavhengig av størrelse. Videre viste resultatene at biomasseflyten fra merd må kontrolleres bedre for å unngå at systemet blir overbelastet. Før ny evaluering ønsket Napier at det skulle fortas relevante endringer i slaktelinjen. Hovedmål for Fase II var dermed:

- **Kontroll av biomasseflyt** – Installasjon av fisketeller ved inntak fra merd og kontroll av biomasse fra broen på Taupiri.
- **Sorteringsbord** – Endringer foretas som sørger for bedre sortering på fiskestørrelse.
- **Swim-in system og innmating til slagmaskin** - Sikre at fisk av gitt størrelse fordeles til slagmaskiner beregnet for tilsvarende størrelse.
- **Innmatingsmekanisme/posisjonering/fastholding i maskin** – Hvis mulig å få til, installere videokamera inne i Baader 101-maskiner. Ønsket plassering av kameraet var i øvre ende av maskinen med vinkel mot utløpet/fikseringen av fisken der hvor slagbolten treffer fiskens hode.
- **Bedøvelseeffektivitet etter modifisering av slaktelinjen** - Uttak av fisk for analyse av øyerull, respirasjon og atferd på ulike steder i linjen relatert til forhold rundt slagmaskiner og etterkontroll. Evaluering av *tilsynelatende* bedøvd fisk som passerer etterkontrollen.

6 FASE II – EVALUERING ETTER OPTIMALISERING AV SLAKTELINJEN

Basert på resultatene fra første evaluering av slaktelinjen var det enighet i møter med referansegruppen om at det skulle foretas relevante tekniske endringer på slaktelinjen for om mulig å oppnå en større andel (>95 %) bedøvd fisk med korrekt bløggestikk:

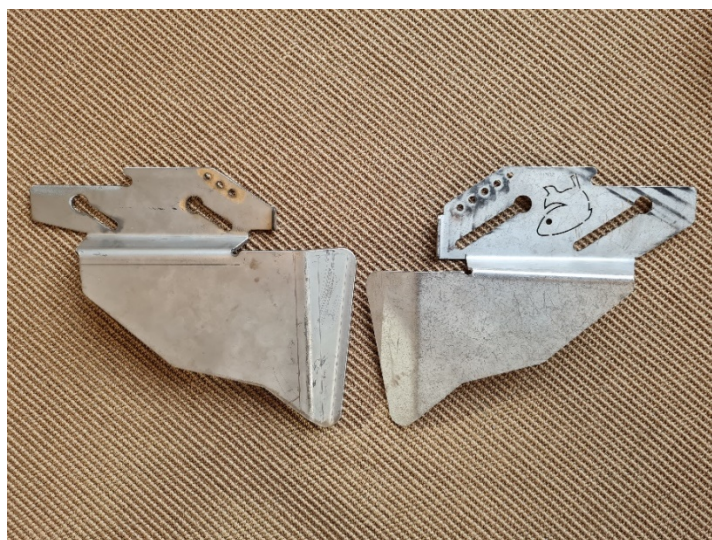
- Automatisert innmating av fisk fra merd basert på fisketeller for å holde jevn flyt av biomasse for å unngå overbelastning av systemet.
- Senke hastigheten på fisk inn på sorteringsbordet for å oppnå bedre sortering med hensyn på fiskestørrelse.
- For å unngå feilposisjonering av "små" laks (typisk 2-3 kg) i Baader 101-maskinene, undersøke om justering av geometrien på innløpsiden av maskinene kan forbedre resultatet med hensyn til bedøving og bløgging.

Imidlertid ble gjennomføringen av Fase II betydelig forsinket av flere årsaker, som forsinket/utsatt ombygging av fartøyet for å oppnå automatisert innlasting, og deretter på grunn av koronaepidemien som forhindret feltarbeid. Som resultatene fra Fase I viste, var det det flest "små" fisk som ikke ble bedøvd. Siden det var ønskelig å gjennomføre Fase II med liten fiskestørrelse (2-3 kg, "worst case"- evaluering) ble prosjektet ytterligere forsinket fordi det er ikke ofte at fisk på denne størrelsen slaktes. Vi måtte derfor vente til en passende anledning dukket opp.

6.1 Endringer på slaktelinjen før ny evaluering

Følgende endringer ble foretatt på slaktelinjen på Taupiri før Fase II ble gjennomført:

- Automatisering av innmating av fisk fra merd viste seg å være vanskelig å få til innen overskuelig framtid. Det ble derfor besluttet å simulere kontroll av biomasseflyt ved å regulere trengingen i avkastet i merden slik at færre fisk per tidsenhet ble matet inn på slaktelinjen. Tanken var å gjøre dette innledningsvis, før innmatingshastigheten etter hvert skulle økes.
- Det ble benyttet matte ved innløpet til sorteringsbordet under hele slaktingen for å redusere hastigheten til fisken for å oppnå bedre sortering til riktig rigg.
- Det ble benyttet modifiserte sideplater (Figur 12) montert i Baader 101-maskiner innstilt for bedøving av "små" fisk. I Fase II var to av riggene innstilt for å slakte "små" fisk og to rigger for å slakte "stor" fisk.
- Innløpskaret i swim-in systemet var endret i forhold til forrige evaluering (Figur 13).



Figur 12 – Sideplater montert i Baader 101-maskinene. Til høyre i bildet vises en original sideplate fra Baader. Slike plater ble benyttet i alle maskiner under første evaluering (Fase I). Modifisert sideplate (Napier), som vist til venstre i bildet, ble benyttet i Fase II i Rigg 1 & 2 beregnet for "små" fisk, mens originale plater ble benyttet i Rigg 3 & 4 beregnet for "stor" fisk. Napier har erfaring med at innmatingen av "små" fisk fungerer bedre med egenproduserte plater. Antall hull i sideplatene (3 vs 5 i de to typene) er relatert til innstilling i forhold til ønsket fiskestørrelse. Foto: Napier.



Figur 13 – Nytt innløpskar/swim-in system ble installert siden forrige evaluering av slaktelinjen. Ifølge Napier gir dette karet gir kortere oppholdstid for fisken og sørger for bedre flyt i rennen inn mot slagmaskinene. Foto: Napier.

6.2 Forsøksgjennomføring

Hvis mulig, var det ønskelig å foreta videoopptak av enkeltfisk inne i en Baader 101-maskin i det fisken ble bedøvd og bløgget. Hensikten var å undersøke om det er en sammenheng mellom fiskens posisjonering, eller eventuell bevegelse, og feilslag/feilstikk. Det ble benyttet et GoPro Hero 8 og et GoPro Hero 9 kamera for å filme ned i bløggemaskinene. Som lyskilde ble det benyttet en kraftig LED lommelykt med flere strålebredder som kan tilpasses det som blir filmet.

Det ble dessuten foretatt rutinemessige videoopptak av sorteringsbordet og etterkontrollen under slakteprosessen av Napier. Kopier av opptak ble sendt SINTEF Ocean for analyse i ettertid.

Med hensyn til evaluering av fiskevelferd, var opprinnelig plan å:

- ta ut enkeltfisk fra utløpet av en Baader 101-maskin som hadde blitt filmet under bedøving og bløgging for å undersøke om det er en sammenheng mellom fiskestørrelse, posisjonering og feilslag og feilstikk. Tanken var å studere hvert individ i et observasjonskar i 10 min for evaluering av atferd, respirasjon, øyerull og angivelse av treffpunkt for bløggeknav.
- ta ut et tilfeldig utvalg av fisk fra etterkontrollen (før overføring til RSW-tanker) for å undersøke om tilsynelatende rolig fisk (som ikke ble tatt ut til back-up bedøving) virkelig var bedøvde og om de hadde riktig bløggestikk. Meningen var at også disse fiskene skulle evalueres i 10 min i observasjonskar med samme kriterier som nevnt ovenfor.

Det viste seg imidlertid raskt at vi måtte endre planen noe fordi kontinuerlig overvåking av få individer i 10 min ble for tidkrevende, noe som ville ha ført til at for få fisk ville ha blitt evaluert. Slaktevolumet denne dagen var relativt beskjedent, slik at prosesseringen av fisk var av forholdsvis kort varighet. I stedet ble det foretatt punktobservasjoner av et større antall fisk. Fiskens stressnivå og kroppstemperatur ved slaktning ble bestemt på et utvalg av fisk tatt ut ved etterkontrollen.

6.3 Resultater og diskusjon

6.3.1 Fisk og merd

Basert på resultatene fra Fase I, var det ønskelig å gjennomføre Fase II med laks av størrelse 2-3 kg. Normalt slaktes ikke laks på den størrelsen, men etter hvert kom det opp en mulighet 19. mai 2022 der fisk av størrelse 3,9 – 4,2 kg skulle slaktes ut på Mowi-lokaliteten Valøyan utenfor Frøya. Hovedsakelig studerte vi fisk fra Merd 6 (andre notkast) mens en del fisk fra Merd 1 (første notkast) ble deretter vurdert. Fisken i begge merdene hadde PD (pankreassykdom) og CMS (kardiomyopatisyndrom) og fisken var på forhånd vurdert av oppdretter som svak. Det var relativt stor dødelighet på lokaliteten noe som var årsaken til at fisken ble slaktet ut. Fisken var sultet i 6 dager ved en sjøtemperatur på 7,6 °C. Totalt ble det lastet 38927 fisk (157 641 kg) om bord på Taupiri. Lastingen forgikk som følger:

Merd 6: Notkast 1 – kl. 20:25 til 22:25 (120 min) og Notkast 2 - kl. 23:45 til 00:40 (75 min)

Merd 1: Notkast 3 – kl. 00:55 til 01:35 (40 min).

I gjennomsnitt tilsvarer dette en biomasseflyt på 166 fisk/min (2,8 fisk/sek).

Trengegraden (skala 1-5) under lasting ble etter gjeldende rutiner vurdert av personell fra Napier som score 2-3 (Figur 14).

<p>2 Akseptabel</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Få ryggfinner bryter vannoverflaten. • Ingen hvite buker å se. • Normal svømmeadferd. • Lavt stressnivå.
<p>3 Uønsket</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Oppjaget adferd med hektisk svømming i forskjellige retninger. • Mange ryggfinner bryter overflaten. • Noen hvite sider av fisken er synlige.

Figur 14 – Vurdering av trengesoperasjonen under pumping av laks til slaktning om bord på Taupiri. Vurderingen ble foretatt av Napier. Bilde med tilhørende tekst er tatt fra Napier sin trengingsveileder.

6.3.2 Fiskens stressnivå

Fiskens stressnivå, definert som grad av anaerob svømmeaktivitet (som for eksempel sprelling eller fluktrespons), ble denne gangen målt på bedøvd fisk fra slaktelinjen (ved etterkontroll) mellom kl. 21:07 og 21:24 (42 og 59 min etter start innlasting fra Notkast 1). De samme individene ble også vurdert med hensyn på fiskevelferd. Midlere initial pH ble målt som 7,20 (Tabell 13). Som tidligere nevnt, varierer pH i hvit muskel hos levende laks mellom pH $7,5 \pm 0,1$ (hviletilstand) og pH $6,7 \pm 0,1$ (utmattet fisk). Sett i lys av dette ser vi at fisken var noe stresset men i mindre grad enn antatt med tanke på at fisken hadde blitt utsatt for trenging i merd, pumping, sortering og transport fram til bedøving/avliving i Baader 101-maskinene. Stressnivået var lavere enn ved forrige evaluering (Fase I) der fisken ble tatt ut direkte fra merd. Dette kan ha sammenheng med

at sjøtemperaturen denne gang var lavere (7,6 °C) enn ved forrige evaluering (12 – 13°C) da det er velkjent at fisk stresses lettere ved høye enn ved lave vanntemperaturer. Siden fisken denne gangen var svak i utgangspunktet, kan det også tenkes at stressresponsen (her definert i hvit muskel) ved håndtering var lavere enn normalt (mer apatisk fisk).

Tabell 13 – Midlere initial pH i hvit laksemuskel som stressindikator målt etter slagbedøving.

Antall fisk	Initial pH i hvit muskel	Kroppstemperatur
n = 10	pH 7,20 ± 0,21* (variasjonsbredde: 6,86 – 7,51)	8,3 ± 0,4 °C

*Middelverdi ± SD

6.3.3 Fordeling av fisk i rigger

To rigger (Rigg 1 og 2) ble stilt inn for slakting av "små" fisk og to rigger (Rigg 3 og 4) ble stilt inn for slakting av "stor" fisk. Sideplatene (Figur 12) var ulike i de to tilfellene. Fordelingen av antall fisk til hver av de 16 maskinene i 4 rigger (Figur 2) og gjennomsnittlig slaktehastighet per maskin er vist i Tabell 14. Antall fisk per maskin er tatt fra de ulike maskinenes telleverk. Vi ser at fordelingen av fisk per maskin var relativt jevn, noe som reduserte muligheten for overbelastning av enkeltmaskiner. Til sammenlikning kan det nevnes at Baader anbefaler en slaktehastighet på maksimalt 12 – 15 fisk/min per kanal (her kalt maskin, se Tabell 1), avhengig av fiskens størrelse.

Tabell 14 – Antall fisk slaktet per Baader 101-maskin og gjennomsnittlig slaktehastighet. M1 – M8 (Rigg 1 & 2) var innstilte for "små" fisk, mens M9 - M16 (Rigg 3 & 4) var innstilte for "stor" fisk.

Baader 101 (Maskin/kanal #)	Antall fisk	Midlere hastighet (fisk/min)
M1	2473	10,5
M2	2421	10,3
M3	2592	11,0
M4	2841	12,1
M5	2799	11,9
M6	2247	9,6
M7	2073	8,8
M8	2280	9,7
M9	2224	9,5
M10	2264	9,6
M11	2432	10,4
M12	2388	10,2
M13	2827	12,0
M14	2430	10,3
M15	2453	10,4
M16	2337	9,9

6.3.4 Rutinemessig kontroll av bedøving ved oppstart av tømning av hvert notkast

Resultatet av Napier sin egenevaluering av slakteprosessen ble utført på 100 fisk ved oppstart av hvert notkast, se Tabell 15. Av til sammen 300 fisk, hadde 2,0 % kroppsbevegelse, 1,3 % øyerull og 1,0 % respirasjon.

Tabell 15– Rutinemessig kontroll av atferd, øyerull (VOR) og respirasjon etter slagbedøving og bløgging ved oppstart av tre notkast. Verdiene er angitt som antall per 100 fisk fra hvert notkast. Data fra Napier.

Notkast #	Antall fisk per notkast	Kl.	Kroppsbevegelse	VOR	Gjellebevegelse
1	19507	20:25	1/100	2/100	0/100
2	12093	23:25	3/100	1/100	1/100
3	7327	00:55	2/100	1/100	2/100
Totalt	38927		6/300 (2,0 %)	4/300 (1,3 %)	3/300 (1,0 %)

6.3.5 Videoopptak av fisk inne i Baader 101-maskiner med samtidig evaluering av fisk fra maskinens utløp

Det ble tatt i overkant av 2 timer med GoPro-video inne i Baader-maskiner for å vurdere fiskens fiksering og posisjonering ved slag og bløgging. Det ble vekslet mellom hvilken av maskinene det ble filmet i. Videoene ble filmet med 120 bilder/sek slik at det var mulig å se i etterkant hvordan fisken beveger seg gjennom maskinen. Det ble laget et program i LabVIEW for videoavspilling der det er mulig å se gjennom videoene i ettertid og markere tidspunkt for fiskepassering og merke hver fisk. I alt ble 1083 fisk vurdert og merket etter hvorvidt de tilsynelatende lå riktig posisjonert, var sprellende eller om de vridde seg gjennom maskinen ("vridning"), om to fisk kom inn i maskinen samtidig ("dobbeltfisk"), lå med buken oppover ("opp/ned"), eller om de kom inn i maskinen med sporden først ("bak/fram"). Fra Tabell 16 ser vi at 4,8 % av fisken var, av ulike årsaker, feilposisjonert i maskinen.

Tabell 16 – Vurdering av antall riktige og feilposisjonerte fisk inne i Baader-101 maskiner basert på videoanalyse.

Fiskens posisjonering i maskin	Antall	Prosentvis andel
Riktig posisjonert	1031	95,2
Vridning	23	2,1
Dobbeltfisk	8	0,7
Opp/ned	15	1,4
Bak/fram	6	0,6
Antall fisk vurdert totalt	1083	100,0 %

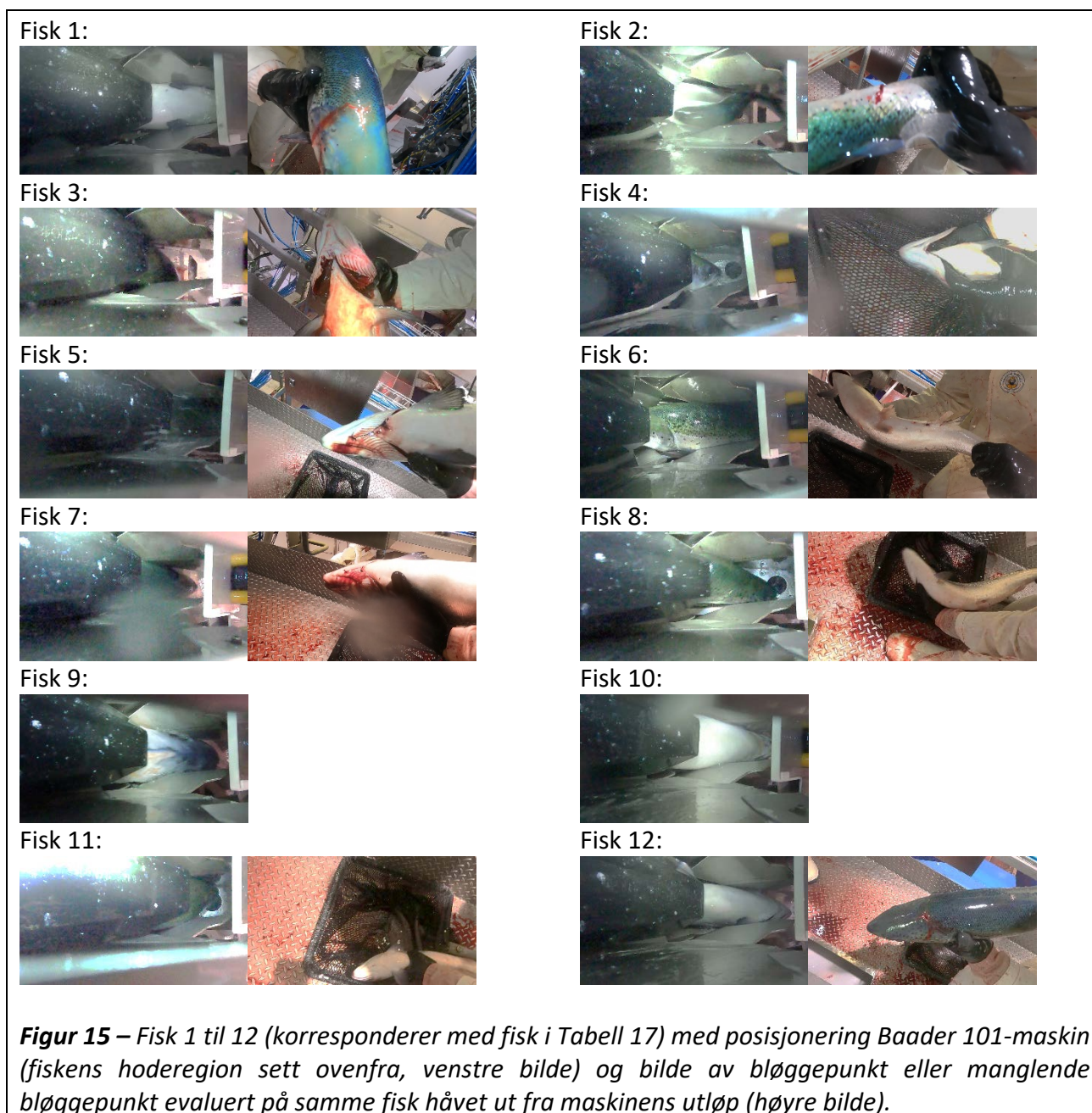
I en periode ble det satt en håv som fanget opp ett individ i gangen ved utløpet fra en Baader-maskin. Fiskens tilstand ble evaluert umiddelbart. Dersom fiskens posisjonering inne i maskinen så riktig ut i forhold til treffpunkt for slagbolt og bløggekniv, og i tillegg så livløs ut, ble fisken med tre unntak, sluppet videre og talt opp. Dersom fisken var antatt feilposisjonert i maskinen, basert på visuell observasjon, ble den fanget opp i håven og evaluert med hensyn på VOR, respirasjon og atferd (bevegelse). All fisk ble deretter lagt tilbake på slaktelinjen. Evalueringen ble foretatt mellom kl. 21:36 og 22:24, det vil si mot slutten av Notkast 1 (Merd 6). Totalt passerte 162 fisk i denne perioden. Av disse var 150 fisk tilsynelatende riktig posisjonert i maskinen. Basert på visuell observasjon av tilsynelatende feilaktig posisjonering inne i maskinen (dog vanskelig å bedømme med stor sikkerhet akkurat i det øyeblikket slag og stikk foretas på grunn av høy hastighet), ble de resterende 12 fisk (7,4 %) undersøkt nærmere, se Tabell 17. Fra tabellen ser vi at slakteresultatet likevel var tilfredsstillende for halvparten av disse individene, inklusive for de tre veide "små" fiskene. Totalt sett hadde 2 - 3 av fiskene øyerull, mens 5 fisk viste tegn til respirasjon. To - tre av fiskene var ikke tilfredsstillende bløgget, men disse hadde derimot ikke VOR, noe som kan tyde på at det ikke alltid er en direkte sammenheng mellom feilslag og feilstikk. Halvparten av disse fiskene beveget seg i håven ved uttak. Det er viktig å presisere at disse målingene ble foretatt umiddelbart etter fisken hadde passert maskinen. Trolig blir fisken så å si umiddelbart gjort bevisstløs dersom slagboltten treffer riktig. På den annen side kan det tenkes at både respirasjon og bevegelse har en

noe lenger responstid i tillegg til at krampetrekninger ofte kan forekomme. Dersom treffpunktet for bløggesticket er riktig, vil levende fisk dø i løpet av få minutter, men dette er imidlertid ikke optimalt med hensyn på fiskevelferd. Videre er det mulig at fisken avlives direkte ved slag, noe som i så fall innebærer at utblødning ikke er nødvendig dersom vi kun legger et velferdsaspekt til grunn. Totalt sett er det derfor ut fra Tabell 16 vanskelig å trekke sikre konklusjoner når det gjelder fiskens posisjonering inne i maskinen versus fiskevelferd på grunn av det lave antall fisk som ble undersøkt. Resultatene tyder imidlertid på at riktig posisjonert fisk blir bløgget riktig mens fisk som spreller og vrir seg (med hodet riktig vei) får feilstikk. Når det gjelder slagbedøvelsen, bevissthet og respirasjon sett under ett, er bildet ikke entydig. Korresponderende bilder fra video av de aktuelle fiskene inne i maskinen er vist i Figur 15, der bildene viser kriteriene for nærmere vurdering av fisken vist i Tabell 17.

Tabell 17 – Tolv av 162 fisk ble håvet fra utløp av en Baader 101-maskin på grunnlag av visuell observasjon av tilsynelatende feilposisjonering inne i maskinen (se Figur 15). Score "0" betyr ingen øyerull (VOR), respirasjon eller bevegelse, samt riktig bløggestikk, mens score "1" betyr at fisken enten er ved bevissthet, puster, beveger seg/spreller, har feilstikk eller eventuelt manglende stikk.

Fisk	Vekt (kg)	VOR (0 eller 1)	Respirasjon (0 eller 1)	Bløgget (0 eller 1)	Bevegelse (0 eller 1)	Posisjonering i maskin
1	-	1*	0	1	0	Opp/ned
2	-	0	1	1	1	Bak/fram
3	-	1	1	0	1	Riktig pos.
4	-	0	1	1	1	Spreller/vridd
5	3,0	0	0	0	0	Riktig pos.
6	-	0	1	1	1	Bak/fram
7	3,7	0	0	0	0	Riktig pos.
8	-	1	1	1	1	Spreller/vridd
9	-	0	0	0	0	Død fisk
10	-	0	0	1	0	Opp/ned
11	-	0	1	1	1	Spreller/vridd
12	3,0	0	0	1	0	Opp/ned

*Vanskelig å bedømme



6.3.6 Evaluering av fisk fra Baader 101-maskiner i rigger for "små" og "store" fisk

Denne evalueringen ble utført med fisk fra Merd 1 Notkast 3. Hensikten var å undersøke hvor stor andel av fisken som var bedøvd etter å ha passert **Maskin 2** innstilt for "små" fisk og **Maskin 15** innstilt for "stor" fisk. En fisk i gangen ble tatt ut med håv fra maskinens utløp og vurdert på samme måte som vist i Tabell 17 før den ble lagt tilbake på prosesslinjen. Fiskens gaffellengde ble målt for å få et inntrykk av sammenhengen mellom maskininnstilling og fiskestørrelse. I tillegg viser denne evalueringen hvor godt fisken var sortert og fordelt til riktig rigg/maskin.

Resultatene er vist i Tabell 18. Når det gjelder "små" fisk, var det 1 av 25 fisk (4 %) som hverken var bedøvd eller bløgget (ett og samme individ fikk score 1 på alle parameterne). Denne fisken hadde lengde på 60 cm og var derfor tilpasset riktig maskin. Alle 23 fisk fra maskinen innstilt for "stor" fisk var bedøvde, men en av disse, med lengde 67 cm, var ikke bløgget.

Når det gjelder sorteringen med hensyn på fiskestørrelse inn til de to slagmaskinene, ser vi at det var tydelig forskjell i midlere fiskestørrelse. Det var imidlertid en del "små" fisk som gikk til maskinen innstilt for "stor" fisk (se variasjonsbredde i Tabell 18). Til tross for dette, ble disse fiskene bedøvde og bløgget tilfredsstillende. Det ble ikke observert "stor" laks inn til maskinen beregnet for "små" laks.

Tabell 18 – Velferdsparametre evaluert ved utløpet av to slagmaskiner innstilt for henholdsvis "små" og "stor" laks. Tabellen viser fiskestørrelse og hvor mange individer av totalt 23-25 fisk som ikke var bedøvde eller bløgget tilfredsstillende.

Baader 101	n	Lengde* (cm)	VOR	Respirasjon	Bløgget	Bevegelse
Maskin 2 - "Små" fisk	25	62 ± 3 [#] (58 - 68) ^χ	1 [♠] /25	1 [♠] /25	1 [♠] /25	1 [♠] /25
Maskin 15 – "Stor" fisk	23	71 ± 6 [#] (61 – 84) ^χ	0/23	0/23	1/23	0/23

*Fire fisk ble veid før instrumentet sluttet å fungere. Sammenhengen mellom rundvekt og gaffellengde for disse individene var: (a) 3,30 kg & 65 cm; (b) 3,50 kg & 61 cm; (c) 4,37 kg & 68 cm; (d) 3,18 kg & 67 cm; #: Middelerverdi ± SD; χ: Variasjonsbredde (minste & største fisk); ♠ - Individ med lengde 60 cm

6.3.7 Antall fisk til back-up bedøving – Effekt av fiskestørrelse

Som Tabell 18 indikerer, var det etter sortering tydelig forskjell i fiskestørrelse mellom riggene for "små" og "stor" fisk. Vi må derfor anta at dette også gjenspeilet seg fordelingen av fisk inn til etterkontrollen (småfisk-linje vs storfisk-linjen). Følgelig vil det også være rimelig å anta at antall fisk bedøvd med henholdsvis maskiner for "små" og "stor" fisk i hovedsak stemmer med faktisk fiskestørrelse. Tabell 19 viser antall fisk til back-up bedøving som vurdert av operatører på slaktelinjen. Tallene vist i tabellen er framkommet ut fra avlesning av telleverkene til de respektive maskinene. Vi ser at behovet for back-up bedøving var størst for små fisk (3,7 %) mens totalt sett ble 5,4 % av fisken bedøvd ved etterkontrollen. I tråd med dette benyttes to av tre back-up maskiner på linjen for "små" fisk.

Tabell 19 – Antall fisk til back-up bedøving etter slakting av totalt 38927 fisk fra tre avkast. Data fra Napier.

Back-up Baader 101-maskin (M _{b-u} #)	Antall fisk	Fisk til back-up bedøving totalt
M _{b-u} 1 (småfisklinjen)	1309 (3,4 %)	5,4 %
M _{b-u} 2 (småfisklinjen)	134 (0,3 %)	
M _{b-u} 3 (storfisklinjen)	672 (1,7 %)	

6.3.8 Vurdering av levende fisk ved etterkontroll

Et mindretall av fisken som ankom etterkontrollen var tydelig levende (definert som Bevegelse Score 1) etter å ha passert slagmaskinene i riggene. Førtitre fisk ble tatt ut for vurdering. Hensikten var å undersøke nærmere om fisken var utsatt for feilslag eller feilstikk. Merk at disse fiskene ble tatt ut foran operatørene som betjente back-up maskinene. Etter umiddelbar vurdering ble fisken lagt tilbake på transportbåndet for etterkontroll. Fra Tabell 20 ser vi at mesteparten av den levende fisken var ikke bløgget. Det var imidlertid vanskelig å se om fisken hadde blitt utsatt for feilslag fordi det ikke var noen tydelige merker etter slagbolten. Fisk med mindre bevegelser, som slag med halen, viste seg å være bevisstløse og de hadde også riktig bløggestikk. Trolig er dette refleksbevegelser like etter bedøving. To fisk som var stukket i henholdsvis hale og hode viser at disse individene ble matet feil vei inn i maskinen (*opp-ned*, eventuelt *hale først*).

Tabell 20 – Velferdsparametre vurdert på levende fisk ved etterkontroll. Score "1" betyr at fisken var ved bevissthet, pustet, beveget seg/sprellet, eller hadde enten feilstikk eller manglende stikk.

Observasjonssted	n	VOR (Score 1)	Respirasjon (Score 1)	Bevegelse (Score 1*)	Bløgging (Score 1)
Ved etterkontroll	43	35 [¤] /43 (81 %)	35 [¤] /43 (81 %)	43/43 (100 %)	37 [#] /43 (86 %)

*Kriterium for uttak fra slaktelinjen (bevegelse); ¤ De resterende 8 fiskene (av totalt 43 stk) hadde Score 0 på alle parametrene, disse fiskene hadde mindre bevegelser som slag med halen; #En liten fisk var stukket i halen mens en annen var stukket i nakken.

6.3.9 Effekt av økt innlastingshastighet observert ved etterkontroll

I løpet av pumpingen av fisk om bord ble det periodevis observert at antall levende fisk per tidsenhet inn til etterkontroll økte, noe som gjorde det utfordrende for operatørene å ta ut fisk til back-up bedøving. Når dette skjedde, ble det gitt beskjed om å redusere hastigheten på inntak av fisk fra merd. Varigheten av slike perioder var dermed relativt kort. Et eksempel kan nevnes for Merd 6 Notkast 1 som ble tømt mellom kl. 20:25 og kl. 22:25. Når det nærmet seg slutten av

notkastet, ble det ved etterkontrollen, mellom kl 22:00 og kl. 22:20, observert hyppigere overbelastning av systemet. Tilsvarende situasjon ble observert mot slutten av tømningen av Merd 1. Dette kan tyde på at det kan være vanskeligere å styre pumpehastigheten mot slutten av notkastet når fisken står tett i et lite volum.

6.3.10 Videoanalyse av fisk ved etterkontroll

I likhet med Fase I, fikk SINTEF ettersendt videoopptak av hele etterkontrollen (Figur 8) den aktuelle slaktedagen. Opptakene ble analysert på tilsvarende måte som for Fase I. Tre forskere observerte samtidig videoene fra Taupiri ett minutt av gangen og telte (a) antall fisk inn, (b) antall sprellende fisk, og (c) antall fisk til back-up bedøving. Både høyre og venstre transportbånd (bånd for "stor" og "små" fisk) ble gjennomgått hver for seg på samme måte og for samme tidsrom. Et tilfeldig utvalg enkeltminutter av videoen ble gjennomgått, spredt utover videoene med ca. 5 min mellomrom. Totalt ga dette et datasett med 60 stikkprøver (30 stikkprøver for hver side).

I Fase 1 var flyten i slaktelinjen for ujevn til å kunne fastslå i hvilken grad manglende bedøving ("feilprosent") eventuelt skyldtes selve Baader 101-maskinene eller andre forhold som ikke var direkte relatert til disse maskinene.

Observasjoner basert på videoene i Fase II viste at biomasseflyten fortsatt varierte en del, fra null fisk (stopp) til godt oppunder maksimalkapasiteten som Baader har oppgitt for maskinene (Tabell 1). Høyeste hastighet observert var 238 fisk/min (klokken 20:50-20:51). På dette tidspunktet var det tydelig at det var utfordrende for operatørene å ta unna all sprellende fisk til back-up bedøving. Det var også fortsatt en del variasjon i fiskestørrelsen på begge linjene (for "små" og "stor" fisk), dog var det tilsynelatende mindre variasjon enn observert i Fase I. Statistikken fra begge fasene er sammenlignet i Tabell 21. Vi ser at midlere biomassestrøm inn til etterkontroll var 81-89 fisk/min, noe som er godt under maksimal anbefalt kapasitet for hele systemet som er 192-240 fisk/min (Tabell 1). Dette til tross, ser vi at 5 % av biomassen gikk til back-up bedøving, noe som samsvarer med tidligere driftserfaringer. Ut fra størrelsen på standardavvikene ser vi det ikke var statistisk forskjell mellom Fase I og Fase II, til tross for at det, som nevnt ovenfor, ble foretatt tekniske endringer på slaktelinjen. Det er interessant å merke seg at summen av ulike årsaker til at en andel av fisken ikke ble bedøvd også lå på rundt 5 % (Tabell 16).

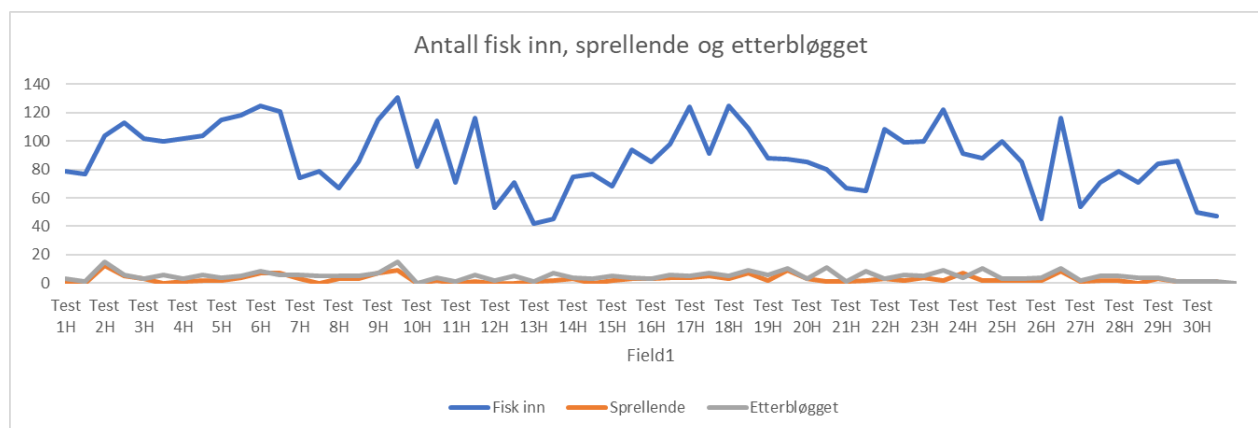
Tabell 21 – Sammenligning mellom Fase I og Fase II med hensyn til midlere antall fisk/min \pm SD (a) inn til etterkontroll (EK), (b) antall sprellende fisk inn til etterkontroll (SP), og (C) antall fisk til back-up bedøving (BU). Resultatene er framkommet på grunnlag av analyse av videoer fra etterkontroll.

Gruppe fisk	Fase I - 2020		Fase II - 2022	
	Antall/min	Prosentandel	Antall/min	Prosentandel
EK	88,7 \pm 22,8	-	80,6 \pm 22,7	-
SP*	2,9 \pm 2,6	3,1 \pm 2,4	7,4 \pm 3,9	9,1 \pm 3,6
BU	5,1 \pm 3,1	5,7 \pm 3,3	4,9 \pm 3,5	5,9 \pm 3,4

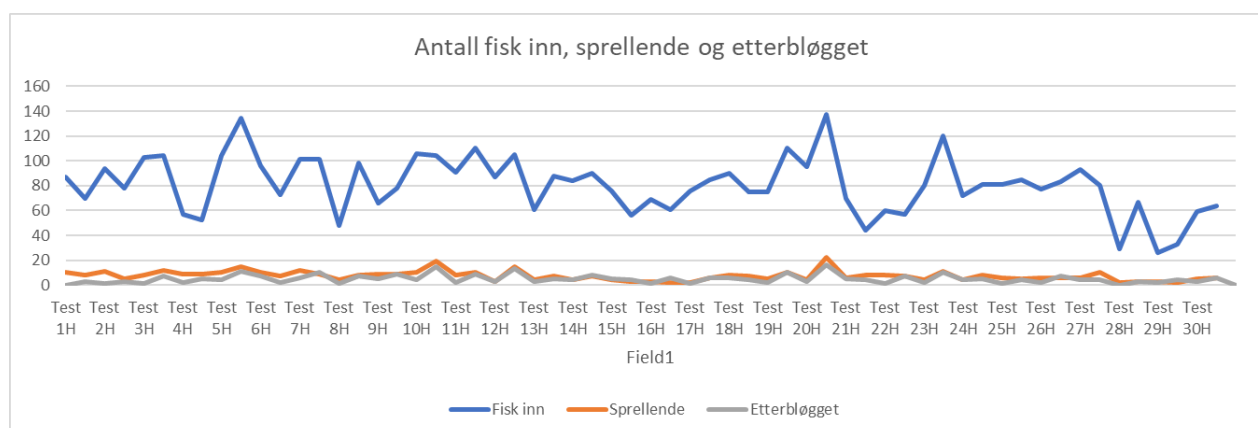
* Sammenligningen mellom Fase I og Fase II er noe usikker på dette punktet fordi det kan være tilfeller der krampetreknninger (slag med halen rett etter bedøving) forveksles med sprell levende fisk.

I Figur 16 sammenlignes antall fisk inn til etterkontroll samt andelene sprellende fisk og fisk til back-up bedøving under slakting i Fase I og Fase II. I begge tilfellene var biomassestrømmen ujevn i løpet av slakteperioden der antall fisk inn til etterkontroll per transportbånd varierte mellom 40 – 130 fisk (Fase I) og 30 – 140 fisk (Fase II) per observasjonsperiode på 1 min. I Fase I var antall sprellende fisk lavere enn antall fisk til back-up bedøving (ses tydelig når y-aksen gis bedre oppløsning, ikke vist her). Spesielt tydelig er dette i området mellom Test 19H og Test 27H. Betydningen av dette er uklar. Enten kan det bety at flere fisk tas ut til back-up bedøving enn strengt tatt nødvendig, eller så kan det hende at operatørene vurderer flere parametre enn kun sprelling slik som tilstedeværelse av respirasjon og øyerull, noe som krever back-up bedøving. I Fase II var det periodevis motsatt, flere sprellende fisk på slaktelinjen enn de som ble tatt ut til back-up bedøving. Spesielt tydelig ses dette i området Test 1H – Test 11H. Se også Figur 19 under for illustrasjoner av "overbedøving" og "underbedøving".

Fase I 2020

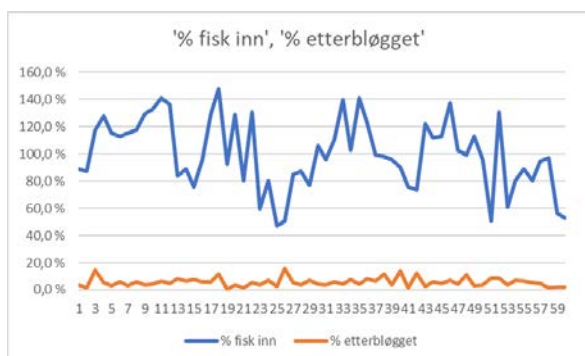
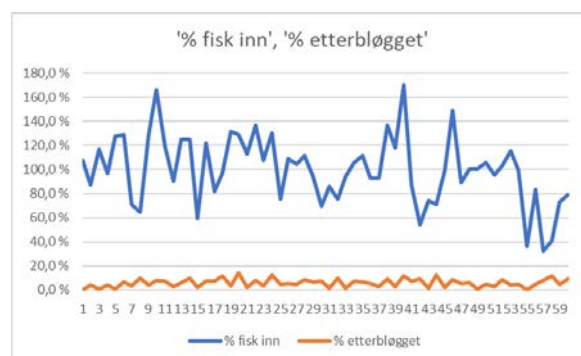


Fase II 2022



Figur 16 - Antall fisk (y-aksen) inn til etterkontroll per transportbånd, antall sprellende fisk, og antall back-up bedøvd fisk under slakting om bord på Taupiri. Resultatene er baserte på videoanalyse i ettetid (Test 1H/V – 30H/V). Etterbløgget fisk er synonymt med fisk til back-up bedøving. Av tekniske årsaker er ikke alle målepunktene i kronologisk rekkefølge sett i forhold til tidspunkt for slakting.

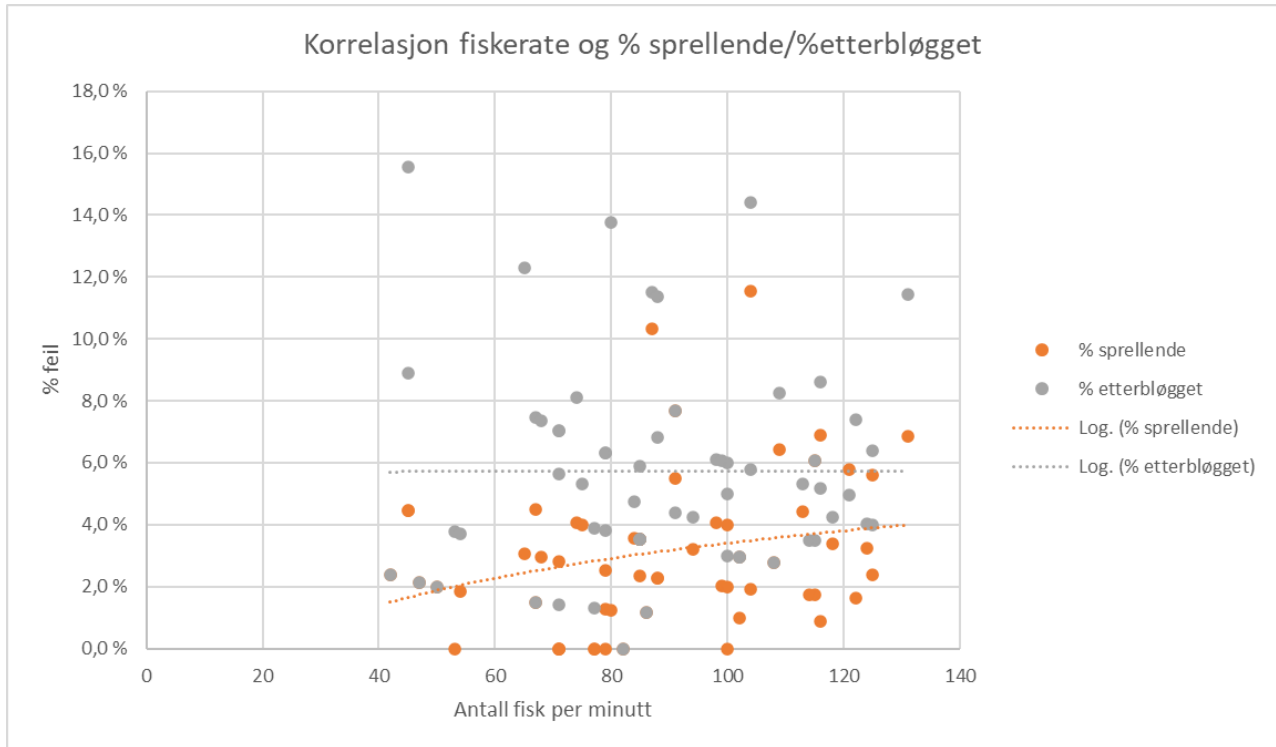
Figur 17 viser sammenhengen mellom prosentvist avvik fra midlere biomassestrøm per transportbånd inn til etterkontroll og korresponderende behov for back-up bedøving gitt som prosentvis andel av biomassen. I tillegg til at vi ser at biomasseflyten var ujevn, legger vi merke til at det ikke er en åpenbar sammenheng mellom biomasseflyt og andel fisk til back-up bedøving, verken i Fase I eller Fase II til tross for $\pm 50 - 60\%$ forskjell i biomasseflyt. Prosentandelene fisk til back-up bedøving var relativt lave og varierte i liten grad i begge fasene av prosjektet.

Fase I 2020

Fase II 2022


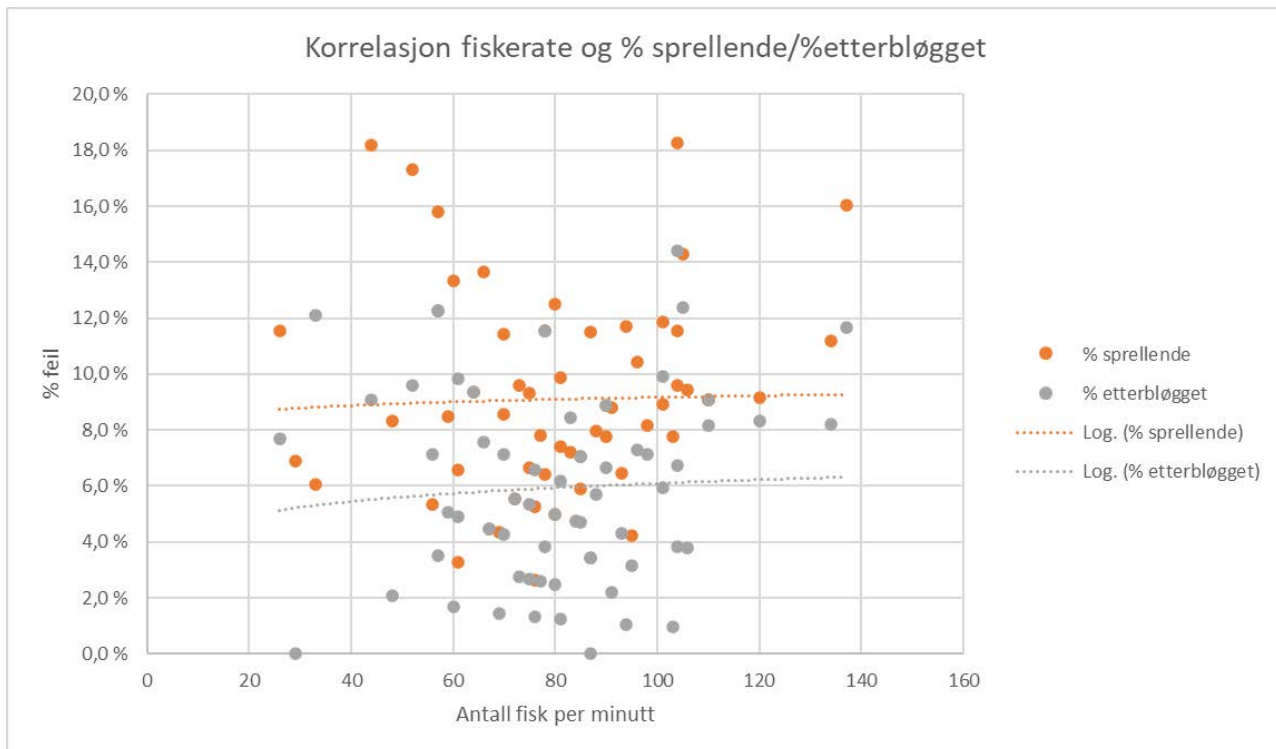
Figur 17 – Prosentvis avvik fra midlere biomasseflyt per bånd inn til etterkontroll (satt lik 100 %) versus prosentandel fisk til back-up bedøving (etterbløgging). Punktene på x-aksen viser Testnummer 1-59 der annethvert målepunkt i figurene viser henholdsvis venstre og høyre transportbånd.

For å undersøke om det var en sammenheng mellom biomasseflyt gitt som antall fisk per minutt og andel sprellende fisk ved etterkontroll og fisk til back-up bedøving, viser Figur 18 situasjonen for Fase I og Fase II. Vi ser at i området opp til 130 – 140 fisk/min (per transportbånd), som ligger under maksimal kapasitet gitt av Baader for hele systemet (Tabell 1), så er det i beste fall en svak sammenheng mellom biomasseflyt og andel fisk som må til back-up bedøving. Som vi ser, er spredningen stor uavhengig av biomasseflyt i det gitte området. Trendlinjene i Figur 18 har intet nullpunkt. Det vil derfor alltid være en viss feilprosent (manglende bedøving) noe som kan tyde på at Baader 101 maskinene alene ikke vil kunne eliminere dette forholdet. Uansett mengde fisk gjennom slaktelinjen er feilprosenten til stede og tilnærmet konstant innenfor det målte området for biomasseflyt, noe som antakelig kan relateres til årsakene til at en andel fisk blir, av ulike årsaker, ikke bedøvd i rigg (Tabell 16 og 17).

Fase I 2020



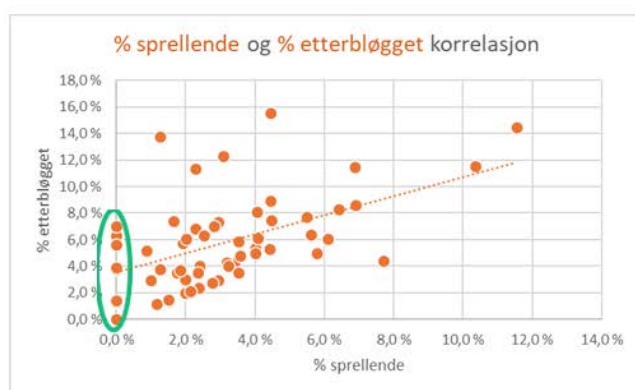
Fase II 2022



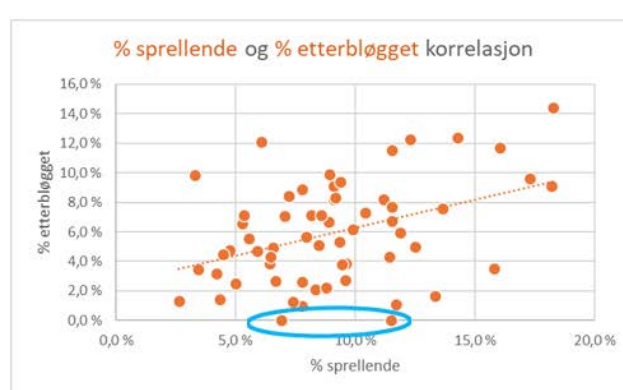
Figur 18 - Sammenheng mellom biomasseflyt (antall fisk/min per transportbånd) og prosentvis andel sprellende fisk og fisk til back-up bedøving (y-akse) i Fase I og Fase II.

Ideelt sett skulle lineærregresjonene representert av trendlinjene i Figur 19 hatt 45 graders helning og gått gjennom origo. Dette ville gitt full korrelasjon mellom uttatt/etterbløgget fisk og observert sprellende fisk. *Grønn omringing* kan enten tyde på at flere fisk enn "nødvendig" (for eksempel bedøvd fisk som trengte nytt bløggekkutt) ble tatt ut til back-up bedøving, eller at vår vurdering basert på videoanalyse av kun bevegelse var ufullstendig. Se også forklarende tekst til Figur 16. *Blå omringing* viser to sprellende fisk som ikke ble tatt ut til back-up bedøving. Følgelig er det en viss usikkerhet både ved operatørens vurderinger av fiskens tilstand - og i perioder mulighet for å ta ut all fisk til back-up bedøving når kapasiteten overskrides - og våre muligheter for å gjøre korrekte vurderinger basert på videoobservasjon. Med hensyn til fiskevelferd er det uansett bedre å ta ut for mye fisk til back-up bedøving enn for lite. Overordnet viser dette at man bør, ut fra et statistisk synspunkt, være varsom med å benytte forholdstallet mellom antall fisk til back-up bedøving og antall fisk slaktet totalt som et nøyaktig estimat på effektiviteten til slagmaskinene i riggene.

Fase I - 2020



Fase II – 2022



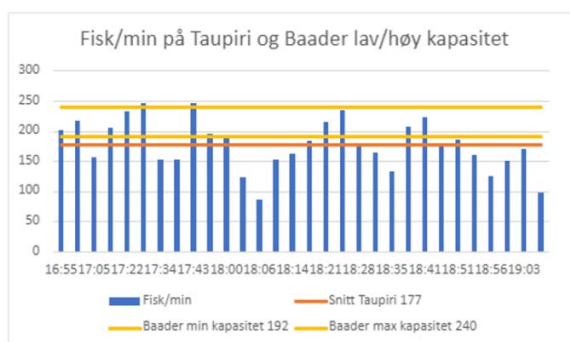
Figur 19 – Korrelasjon mellom operatørens vurdering og uttak av fisk til back-up bedøving (y-akse) og våre observasjoner av sprelling basert på videoanalyse (x-akse). Grønn og blå omringing: se tilhørende tekst.

6.3.11 Biomasseflyt og kapasitet for slaktelinjen

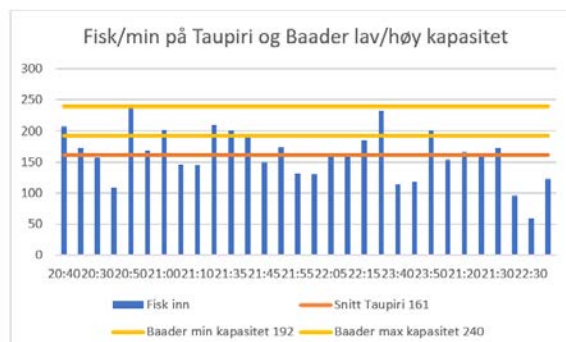
Som beskrevet ovenfor, er prosesseringshastigheten (biomasseflyten) en viktig faktor når det gjelder å opprettholde best mulig fiskevelferd gjennom hele slakteperioden. Som Tabell 1 viser, anbefaler Baader 12 – 15 fisk/min per kanal, avhengig av størrelse på fisken. Totalt for linjen på Taupiri gir dette et maksimumsintervall i området 192 – 240 fisk/min. Figur 20 viser samlet biomasseflyt for begge transportbåndene inn etterkontroll. De blå søylene viser antall fisk/min i flere perioder vurdert ut fra videoanalyse. Som vi ser, var biomasseflyten ujevn der den varierte mellom omtrent 60 fisk/min (Fase II) til nesten 250 fisk/min i begge fasene. Linjer for gjennomsnittlig biomasseflyt på Taupiri, 177 fisk/min (Fase I) og 161 fisk/min (Fase II), samt linjer for anbefalt maksimalkapasitetsintervall (192 – 240 fisk/min) er tegnet inn i figuren. Bildet var i

prinsippet likt for Fase I og Fase II med gjennomsnittlig biomasseflyt under det anbefalte maksimumsintervallet. I perioder ser vi imidlertid at biomasseflyten lå innenfor maksimumsintervallet og i et par tilfeller i Fase I, litt over dette. I slike tilfeller ble det observert mye sprellende fisk på transportbåndene, noe som førte til at kapasiteten til operatørene ved etterkontrollen ble overskredet.

Fase I



Fase II



Figur 20 – Variasjon i total biomasseflyt i Fase I og Fase II. Linjer for gjennomsnittlig biomasseflyt og anbefalt maksimumskapasitetsintervall er tegnet inn, y-aksen viser biomasseflyt (fisk/min) og x-aksen viser klokkeslett for evaluering av biomasseflyten basert på videoanalyse.

7 OPPSUMMERING AV FASE I og FASE II

7.1 Modifisert utstyr på slaktelinjen

Som nevnt ovenfor, var det på grunnlag av evalueringen i Fase I foreslått å redusere hastigheten på fisken over sorteringsbordet for å oppnå bedre sortering av “små” vs “store” fisk. Det ble derfor i Fase II lagt inn matte for å oppnå dette. Noen målinger av fiskestørrelsen på rigger tiltenkt “små” og “stor” fisk i Fase II, samt vårt generelle inntrykk ut fra videoanalyse, var at sorteringen i hovedsak var bedre, men at enkelte “små” fisk fremdeles var å finne i feil rigg. Det er imidlertid ikke mulig å tallfeste den sannsynlige forbedringen siden det ikke ble foretatt sammenlignbare målinger i de to fasene (problemet ble kun identifisert i Fase I).

Modifiserte sideplater (Figur 12) ble benyttet i maskiner tiltenkt “små” fisk i Fase II. Av samme grunn som nevnt i forbindelse med sorteringsbordet, tillater ikke våre forsøksdata at vi kan konkludere med hvorvidt modifiserte sideplater eventuelt fungerer bedre enn originale sideplater med hensyn på “små” fisk.

Det samme gjelder også for effekten av nytt swim-in system (Figur 13). For å konkludere sikkert med hensyn til effekt av matte, sideplater og swim-in system, måtte vi i så fall ha laget et spesielt forsøksdesign for å studere effekten av disse faktorene hver for seg. Med hensyn til statistikk og

tilgjengelig tid for å samle inn en tilstrekkelig mengde data, måtte sannsynligvis hele slaktetiden den aktuelle dagen ha blitt tilegnet til dette formålet alene.

Automatisering og styring av biomasseflyten fra merd til slaktelinje ble i Fase I identifisert som en sannsynlig måte å forbedre fiskevelferden på. Av ulike grunner ble ikke relevant utstyr montert om bord før ny evaluering. Se for øvrig under neste punkt om fiskevelferd.

7.2 Fiskevelferd

Fokus i dette prosjektet var på fiskevelferd i forbindelse med slagbedøving ved bruk av Baader 101- maskiner. Målsettingen var å øke andelen bedøvd fisk ut over 95 % fra rigg som tidligere har vist seg å være det som over tid oppnås ved slakting om bord på Taupiri. Resultatene fra dette prosjektet viste at det er for snevert å fokusere kun på Baader 101-maskinene. Som en kanskje kunne forvente, er det nødvendig å fokusere på hele slaktelinjen for å bedre fiskevelferden. I det følgende tar vi for oss sentrale punkter relatert til velferd. Andre forhold som produktkvalitet knyttet til stress, rigor mortis og utblødning/restblod, blir ikke vurdert her.

7.2.1 Håndteringstress og swim-in system

Håndteringsstress ble kvantifisert i tilfelle det skulle vise seg at dette var en faktor som hadde innvirkning på fiskens atferd i swim-in systemet eller under innmating i Baader 101-maskinene. Vi har tidligere observert for andre swim-in system brukt i laksenæringen at dersom de ikke er utformet på riktig måte kan betydelig stresset eller utmattet fisk fra merd for eksempel legge seg på tvers og blokkere kanaler som i sin tur kan skape kaos og forstyrre biomasseflyten gjennom systemet. Denne type atferd ble ikke observert i dette prosjektet, med andre ord synes design av begge swim-in systemene (Fase I og II) å være tilfredsstillende på dette punktet, i alle fall for fisk med de stressnivå som ble målt i denne studien.

7.2.2 Sortering av fisk

Sammenhengen mellom sortering og fiskevelferd i denne studien ligger i det at feilsortert fisk kan gå til en rigg innstilt for bedøving av fisk av en annen størrelse ("små" fisk vs "stor" fisk). Studien (Fase I) har vist at dette gjelder i hovedsak for feilsortering av "små" fisk. Dersom disse fiskene går til rigg innstilt for "stor" fisk vil en viss andel av disse fiskene ikke bli slagbedøvd og feilstikk kan forekomme. Ved å redusere hastigheten på fisk inn på sorteringsbordet i Fase II, ble utsorteringen av "små" fisk trolig bedre, noe som i prinsippet kan ha ført til at en større andel fisk ble bedøvd (j.fr. kapittel 7.1).

7.2.3 Baader 101 slagmaskiner

Baader 101 – maskinene fungerte effektivt under slakting. Ved etterkontrollen ble det likevel observert en viss andel fisk som ikke var bedøvd eller bløgget. En del feilstikk forekom. Basert på visuell observasjon (video) av 1083 fisk inne i Baader 101-maskiner under slagbedøving viste det seg at 95,2 % av fisken var riktig posisjonert for slag og bløgging inne i maskinen, mens 2,1 % av fisken vridde seg inne i maskinen noe som kan medføre feilaktig treffpunkt for slagbolten og feilstikk. Videre forekom det at to fisk kom rett etter hverandre inn i maskinen (0,7 %). Dessuten kom 1,4 % av fisken opp/ned, mens 0,6 % av fisken kom bak/fram inn i maskinen. For de to siste kategoriene er det åpenbart at dette måtte føre til feilslag og feilstikk. Merk at 95 % var riktig posisjonert noe som samsvarer med tidligere slaktedata (95 %) på Taupiri. Videre innser vi at to av faktorene (fisk som kommer opp/ned eller bak/fram) ikke har med selve slagmaskinen å gjøre. To fisk rett etter hverandre kan ha noe med selve innmatingsystemet å gjøre eller for stor biomasseflyt inn mot maskinene. Når det gjelder posisjonering av en fisk inne i maskinen, kan en eventuelt vurdere om det er mulig å lage en innretning som hindrer at fisken vrir seg i det slagbolten treffer hodet. Fisk som kommer feil vei kan eventuelt sorteres fra, eller rettes opp, før fisken går inn i maskinene, men det spørres om dette er veien å gå siden andelen synes lav (totalt 2 %). Disse individene kan for eksempel være svimere eller dødfisk fra merd, eller eventuelt (svak) fisk som presses feil vei gjennom kanalen dersom biomassen i swim-in systemet blir for stor. Med tanke på at maskinene kontinuerlig skal behandle biologisk materiale i høyt tempo, noe som innebærer slagbedøving av fisk av ulik størrelse og form (K-faktor), ulik helsetilstand, samt ulikt stressnivå (evne til "sprelling") er det kanskje urimelig å forvente at 100 % av fisken i en stor populasjon skal kunne bedøves i riggene. Under de gjeldende prosesseringsbetingelsene, og med fiskens tilstand som i dette prosjektet, kunne som sagt 2,1 % av 5 %-andelen ubedøvd fisk fra rigg tilskrives selve Baader 101-maskinene som sådan, noe som bør betraktes som et svært godt resultat. Prosjektet har vist at påfølgende manuell back-up bedøving av resterende andel ubedøvd fisk fungerer effektivt. Dersom vi ut ifra et fiskevelferdsperspektiv godtar at en viss andel levende fisk går til back-up bedøving anslagsvis 10 – 20 sek etter å ha passert slagmaskinene i rigg, vil total andel fisk som bedøves økes betydelig i forhold til gjennomsnittstallet på 95 % fra rigg, trolig opp mot 100 %. Denne vurderingen gir med andre ord ikke grunnlag for å si at forbedring av fikseringsmekanismen i Baader 101 vil medføre vesentlige forbedringer for linjen som helhet. Det er også en viss risiko for at økt grad av fiksering av fisken tvert om kan ha uheldige bivirkninger på fiskevelferden, for eksempel hvis sorteringen svikter og stor fisk fikseres i en mekanisme tiltenkt liten fisk.

7.2.4 Etterkontroll

Det må presiseres at etterkontrollen fortas rett etter at fisken kommer fra riggene, noe som kan gjøre det vanskelig å tolke fiskens tilstand med sikkerhet. Fisk som viser tegn til liv kan i virkeligheten være døende. De kan for eksempel ha krampetrekninger eller eventuelt dø senere som følge av blodtap ved utblødning. Dette er årsaken til at vi i forskningssammenheng helst bruker observasjonskar for sikrere vurdering av fisken 10 min etter bedøving. I industriell skala

kan tilsvarende gjøres etter en buffer- eller bløggetank, men om bord på Taupiri er nok dette av åpenbare årsaker vanskelig å få til i praksis. Vi må derfor konkludere med at det er en viss usikkerhet i vår evaluering av velferdsparametrene i de tilfellene hvor observasjonskar ikke ble benyttet. Tilsvarende usikkerhet gjelder for fisk som passerer etterkontrollen under kommersiell drift.

Periodevis ble det observert ved etterkontroll at biomasseflyten tiltok i betydelig grad. Samtidig med dette var det tydelig at flere fisk var sprell levende. Det kunne også forekomme at fisken kom "i flere lag" på transportbåndet. I sum førte dette til at operatørene hadde problemer med å ta unna all fisk til back-up bedøving. Når dette inntreffer, blir det rutinemessig gitt tilbakemelding til broen om å redusere inntaket av fisk. Disse periodene var derfor av kort varighet.

Av ulike årsaker er det en viss andel fisk som ikke blir bedøvd etter å ha passert riggene (se ovenfor), blant annet fiskens tilstand og orientering for slagbedøving. Dersom det blir for mye fisk i swim-in systemet på grunn av for høy innlastingshastighet, kan det tenkes at dette forstyrrer jevn flyt av fisk med riktig orientering inn mot slagmaskinene. Videre kan det tenkes at sannsynligheten for at to fisk kommer etter hverandre (Figur 6) inn i maskinen øker. Dette er forhold som eventuelt kan forklare hvorfor flere fisk ikke blir bedøvd når systemet blir overbelastet. En annen mulighet, som vi ikke kan utelukke, er at det ganske enkelt skyldes at flere fisk som går gjennom systemet, med samme andel ubedøvd fisk fra riggene. I tillegg må det sies at under slike forhold lå biomasseflyten i grenseland av hva som er anbefalt for disse maskinene (Figur 20). Dette tyder på at nedre kapasitetsgrense (Figur 20) anbefalt av Baader (Tabell 1) gir en pekepinn på maksimal prosesseringshastighet gjeldende for slaktelinjen på Taupiri (slik den står nå).

Vi konkluderer med at når pumpingen av fisk til slaktelinjen blir for intensiv, utgjør den høye biomasseflyten størst risiko for redusert fiskevelferd når alle faktorer i dette prosjektet tas i betraktning. Under normal drift derimot, når kapasiteten slaktelinjen ikke overskrides, har vi vist at endringer i biomasseflyt synes å ha liten innvirkning på antall sprellende fisk og antall fisk som trenger back-up bedøving. Det er da praktisk mulig for operatørene å selektere ut det nødvendige antall fisk til back-up bedøving. Av ulike årsaker kan man ikke si med sikkerhet at antall fisk som går til back-up bedøving stemmer overens med antall fisk som ikke blir bedøvd i riggene.

7.2.5 Hvordan kan fiskevelferden forbedres på Taupiri?

Kontroll av biomasseflyt – For høy biomasseflyt bør unngås i henhold til spesifikasjoner fra produsent av slagmaskinene (Tabell 1). Dersom høy biomasseflyt likevel skulle forekomme periodevis kan en løsning være å sette inn flere operatører for å sikre at det blir praktisk mulig å ta ut all fisk som trenger back-up bedøving. Dagens system, hvor overbelastning rapporteres tilbake fra etterkontroll, det vil si etter "skaden" er skjedd, kan forbedres ved automatisering på innløpssiden (mot merd) slik at en i forkant har kontroll på biomasseflyten inn på slaktelinjen.

Normal drift - Under normale driftsbetingelser, med passende biomasseflyt kan man oppnå god fiskevelferd med følgende strategi:

- 95 % av fisken bedøves rutinemessig etter å ha passert Baader 101 – riggene.
- De resterende 5 % levende fisk tas ut til backup-bedøving 10-20 sek senere.
- Sørge for tilstrekkelig bemanning slik at all fisk som åpenbart er levende tas ut til back-up bedøving. Prosentandelen fisk som da bedøves totalt vil da være tilnærmet 100 %.

For å bedre fiskevelferden ytterligere kan man eventuelt vurdere teknologi for å ensrette og snu fisk riktig vei før innmating til slagmaskinene. Dette vil føre til bedre fiskevelferd ved at andel fisk som blir utsatt feilslag og feilstikk blir redusert. Imidlertid bør dette vurderes opp mot den lave andelen fisk dette gjelder for samt at disse individene ellers kan gå til back-up bedøving kort tid etterpå.

8 HOVEDFUNN

- Under normale driftsbetingelser, i henhold til slagmaskinenes anbefalte kapasitet, bedøves rundt 95 % av fisken fra Baader 101-riggene. Effektiv back-up bedøving sørger imidlertid for at prosentandelen bedøvd fisk fra slakteri er tilnærmet 100 %.
- Årsakene til at om lag 5 % av fisken ikke blir bedøvd på riggnivå syntes å være: (a) feilaktig orientering av fisken før slagbedøving (2%), (b) at to fisk kommer umiddelbart etter hverandre ved innmating til slagmaskinene (1%), og (c) at enkelte fisk har kraftige vridninger under posisjonering inne i slagmaskinene (2%).
- Stor biomasseflyt ved pumping fra merd til slaktelinje medførte i korte perioder overbelastning av systemet, noe som kan resultere i større risiko for redusert fiskevelferd på grunn av større utfordringer med å sortere ut fisk til back-up bedøving.

9 REFERANSER

Erikson U (2008). Live chilling and carbon dioxide sedation at slaughter of farmed Atlantic salmon: A description of a number of commercial case studies. *J. Appl. Aquaculture* **20**: 38-61.

Erikson U, Bondø M, Schei M (2020). Treffpunktzone for bløgging av laks. SINTEF-rapport 2020:00296 Fortrolig, 23 sider.

Gatica MC, Monti GE, Knowles TG, Gallo CB (2010). Effects of commercial live transportation and preslaughter handling of Atlantic salmon on blood constituents. *Arch. Med. Vet.* **42**: 73-78.

Lambooij E, Grimsbø E, van der Vis JW, Reimert HGM, Nortvedt R, Roth B (2010). Percussion and electrical stunning of Atlantic salmon (*Salmo salar*) after dewatering and subsequent effect on brain and heart activities. *Aquaculture* **300**: 107-112.

Lerfall J, Roth B, Skare EF, Henriksen A, Betten T, Dziatkowiak-Stefaniak A, Rotabakk BT (2015). Pre-mortem stress and subsequent effect on flesh quality of pre-rigor filleted Atlantic salmon (*Salmo salar* L) during ice storage. *Food Chem.* **175**: 157-165.

Mejdell CM, Midling KØ, Erikson U, Evensen TH, Slinde E (2009). Slaktesystemer for laksefisk i 2008 – fiskevelferd og kvalitet. Veterinærinstituttets rapportserie, Rapport 01, 2009, 61 sider.

Merkin GV, Roth B, Gjerstad C, Dahl-Paulsen E, Nortvedt R (2010). Effect of pre-slaughter procedures on stress responses and some quality parameters in sea-farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* **309**: 231-235.

Roth B, Grimsbø E, Slinde E, Foss A, Stien LH, Nortvedt R (2012). Crowding, pumping and stunning of Atlantic salmon, the subsequent effect on pH and rigor mortis. *Aquaculture* **326-329**: 178-180.

10 LEVERANSER

- Det ble gjennomført tre Teams-møter i referansegruppen i forbindelse med diskusjon av resultater etter første evaluering av status ved bruk av Baader 101 – maskiner (Fase I) og deretter i forbindelse med planlegging av forsøk for evaluering av modifisert slaktelinje (Fase II). I sist nevnte møte kom referansegruppen med anmodning om, hvis mulig, å sjekke effekten av prosesseringshastighet på fiskevelferd (hva er optimal/maksimal hastighet?). I et tredje møte ble et utkast til sluttrapport diskutert, noe som førte til noen endringer i sluttrapporten.
- Faglig og administrativ sluttrapport.
- Presentasjon på FHF-samling etter nærmere avtale med FHF (leveranse etter prosjektavslutning).

Merk at forhold relatert til teknisk beskrivelse av fiksering av fisk i Baader 101-maskiner er konfidensiell informasjon som følgelig ikke er inkludert i denne rapporten.