

Vått mottak

Første testrunde om bord på M/Tr. Kongsfjord

Stein Harris Olsen og Gustav Martinsen





Nofima er et næringsrettet forskningsinstitutt som driver forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien.

Nofima har om lag 390 ansatte.

Hovedkontoret er i Tromsø, og forskningsvirksomheten foregår på fem ulike steder: Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra, Alta og Tromsø

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9–13
Postboks 6122 Langnes
NO-9291 Tromsø

Ås:

Osloveien 1
Postboks 210
NO-1433 ÅS

Stavanger:

Måltidets hus, Richard Johnsensgate 4
Postboks 8034
NO-4068 Stavanger

Bergen:

Kjerreidviken 16
Postboks 1425 Oasen
NO-5844 Bergen

Sunndalsøra:

Sjølsengvegen 22
NO-6600 Sunndalsøra

Alta:

Kunnskapsparken, Markedsgata 3
NO-9510 Alta

Felles kontaktinformasjon:

Tlf: 02140

E-post: post@nofima.no

Internett: www.nofima.no

Foretaksnr.:

NO 989 278 835

Rapport

Tittel: Vått mottak – Første testrunde om bord på M/Tr. Kongsfjord	Rapportnr.: K-98/2020
Forfatter(e)/Prosjektleder: Stein Harris Olsen og Gustav Martinsen	Tilgjengelighet: Konfidensiell
Avdeling: Sjømatindustri	Dato: 7. desember 2020
Oppdragsgiver: Lerøy Havfisk AS	Ant. sider og vedlegg: 20
	Prosjektnr.: 12602
	Oppdragsgivers ref.: Odd Johan Fladmark
Sammendrag/anbefalinger: Ut fra testrundene er det uklart om vannfordelingen opp gjennom flat eller skråstilt bunnplaten skiller seg fra hverandre, med tanke på overlevelse og velferd til fisken. På grunn av lav pumpekapasitet (1300 liter/min), varierende mengde fisk i de ulike tankene falt oksygenmetningen dramatisk i mottaket rett etter at fisken var tatt om bord og det var betydelig forskjell mellom tank 3 og 4. Dette indikerer stor forskjell i mengde fisk mellom de ulike tankene. Etter 2 timer i mottaket var dødeligheten svært høy (opp mot 80–90 %). De fiskene som fortsatt var i live viste lite tegn til restituering og mengde blodfeil økte betydelig, sammenlignet med fisk som ble slaktet da fisken ble tatt om bord. Spesielt i buk og sporstykket ble det observert betydelig økning i rødfarge. Det ble ikke funnet store forskjeller i blodfeil mellom fisk som var levende i 2 timer før bløgging og utblødning, sammenlignet med el-bedøvet og direktesløyet fisk, som ble tatt ut fra produksjonslinjen, 2 timer etter at fisken var tatt om bord. Oksygenanlegget ble forsøkt testet, men pga. lite fisk i mottaket under testrunden fikk man ikke testet potensialet i anlegget. Overvåkning av oksygenmetningen i tankene er vanskelig å utføre av de som drifter mottaket. Dette bidrar også til at regulering av oksygentilsetning og vanngjennomstrømming i de ulike tankene er utfordrende.	
Publisering av resultater: Oppdragsgiver kan offentliggjøre sluttrapporten fra prosjektet når resultatene gjengis på en måte som ikke er misvisende. Det skal alltid angis at rapporten er produsert av Nofima AS, og deltakende forskere skal navngis i samsvar med god skikk. Før offentliggjøring skal materialet forelegges oppdragstaker for godkjenning. Offentliggjøring på internett er ikke tillatt uten særskilt samtykke fra oppdragstaker.	

Innhold

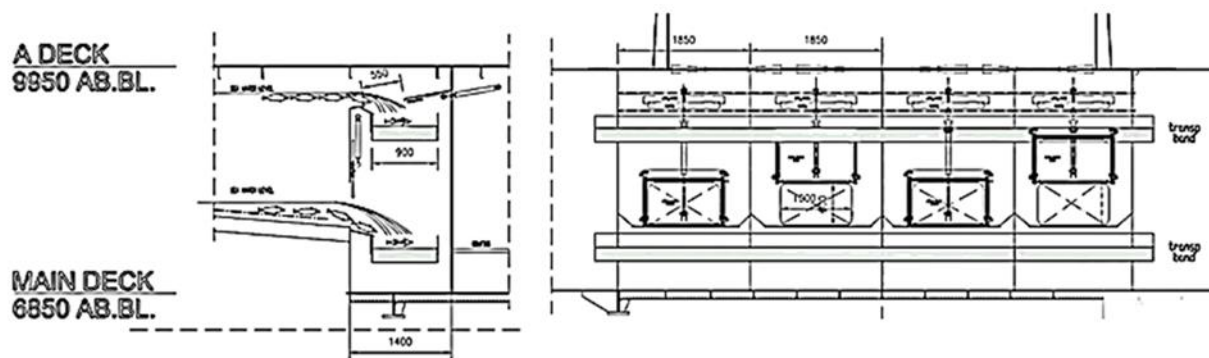
1	Innledning	1
2	Mottaksbingene for levendefisk.....	2
3	Oksygen- og vannbehov hos torsk etter fangst	3
4	Plan for gjennomføring av tokt 1.....	4
5	Test av vannutskiftning i mottaksbingene	5
6	Observasjoner og resultater	6
6.1	Fangstfelt, tauetid og halstørrelse	6
6.2	Fiskens kondisjon.....	7
6.3	Fiskens fysiologi (blodglukose, -laktat og -pH)	7
6.4	Logging av oksygennivå i bing 3 og 4.....	8
6.5	Dødelighet i tankene	11
6.6	Bedømming av farge og blodfeil på filet	12
7	Forslag til endringer	18
8	Konklusjon.....	19
9	Referanser	20

1 Innledning

Trålfanget fisk er vanligvis utmattet etter å ha svømt i trålen og blitt løftet mot overflaten. Den ellers hvite muskulaturen har mye blod i seg og fileten vil farges rosa dersom den ikke avlives umiddelbart. I praksis er dette umulig ved store fangster og blodmengden og rødfargen øker jo lenger den lagres i mottaksbingene før produksjon. Et alternativ til dagens metode, er å holde fangsten levende om bord fram til utslakting, eventuelt lagre fisken levende lenge nok (over 6 timer) i vått mottak, fram til fisken har kvittet seg med mye av blodet i muskelen, før den bløgges og sløyes. Lerøy Havfisk AS har som mål å forbedre kvaliteten på trålfanget fisk, med utgangspunkt i å holde fangsten levende om bord, fram til hele fangsten kan slaktes ut på en kontrollert måte. Prosjektet vått mottak (finansiert av Lerøy Havfisk, Innovasjon Norge og FHF) er eid og styrt av Havfisk AS, og Nofima er forespurt om å bidra med kunnskap rundt design av levendefisktanker, levendelagring av hvitfisk og kvalitet. Som en del av prosjektet vått mottak skal Nofima bidra med å teste og evaluere mottaket med tanke på fiskens overlevelse før slakting, hvilke effekter lagring i vått mottak har på fiskens fysiologi, samt mengde restblod i muskel etter slakting.

2 Mottaksbingene for levendefisk

Fartøyet har 6 mottaksbinger på cirka 12 m³ som er designet og bygget for hold av fangsten levende, fram til fisken slaktes. Fangsten slippes samfengt ut fra codend og ned i mottaksbingen. Bingene for hold av levende fisk er bygget etter oppstrømsprinsippet, der sjøvann pumpes opp gjennom en perforert bunn, med avløp i toppen av bingen. To sjøvannspumper har kapasitet til å levere opp mot 300 m³ med friskt sjøvann per time inn i mottaksbingene. En av bingene (nr. 3 på styrbord side) er bygget med flat bunnrist, de resterende fem bingene har skråstilt bunnrist som kan slås opp langs veggen ved behov (reke, uer og blåkveitefiske). For å unngå skader på bunnristen på grunn av stein som kommer inn med trålen, er det ikke bunnperforering rett under mottakslukene. Bingene var opprinnelig designet med mulighet å hente ut fisk som flyter (flytere, død fisk), gjennom en sluse i øverste del av bingen (Figur 1). Dette viste seg å være vanskelig å gjennomføre og slusene ble fjernet etter første pre-test tidligere i 2020.



Figur 1 Plantegning av mottaket med mulighet for å ta ut flytere på toppen av bingen

3 Oksygen- og vannbehov hos torsk etter fangst

Oksygenforbruk hos torskefisk øker ved stress/belastning og avtar normalt under restitusjon (Midling *et al.*, 2008). Når fisken er uthvilt ligger oksygenforbruket (O_2) normalt mellom 0,5 og 0,7 mg O_2 /(kg*minutt) ved cirka 5 °C (Schurmann & Steffensen, 1997; Claireaux *et al.*, 2000; Humborstad *et al.*, 2013). Når fisken er utmattet rett etter fangst har den et betydelig større behov for oksygen. Midling *et al.* (2008) rapporterte i 2008 et oksygenforbruk hos torsk på rundt 5,3 mg O_2 /(kg*minutt) rett etter fangst. Samt at oksygenforbruket hos fisken var relativ høyt (3,3 mg/(kg*minutt), selv etter 24 timer med restitusjon.

Oksygenforbruket reduseres ved lavere temperatur hos fisk, samtidig bidrar lavere temperatur til at vannet binder mer oksygen. Det vil si at vannet har mer tilgjengelig oksygen som fisken kan benytte. I fangstbasert akvakultur er det en tommelfingerregel at fisken bør ha tilgang på cirka 0,5 liter sjøvann/(kg*minutt), for å dekke O_2 -behovet rett etter fangst. Det vil si at et 10 tonns hal med fisk (rund fisk), krever tilgang på opp til 5 000 liter sjøvann i minuttet, dersom den skal holdes levende. Oppstrøms-prinsippet (gjennom perforert bunn) vil også sørge for at fisken ikke klemmes mot hverandre, og fisken vil ha mulighet til å pumpe oksygenrikt vann over gjellene, selv om tettheten er stor (400–500 kg/m³).

4 Plan for gjennomføring av tokt 1

I henhold til prosjektplan, var oppgave og aktivitet for tester under første forsøks-tokt følgende:

1. Teste ut sjøvannssystemet og instrumenteringen:
 - a. Hva er faktisk utskifting av sjøvann (liter i timen) med en tank i bruk, to tanker, osv.
 - b. Sjekke at instrumenteringen er riktig og at de verdiene som måles er riktige og representative for det sjøvannet som er i tankene.
 - c. Gjennomgang av video og belysning.
2. Teste ut O₂-anlegget:
 - a. Klarer vi å styre O₂ i sjøvannet effektivt?
 - b. Hvor mye oksygen må vi tilføre for å få økt O₂-nivå?
3. Teste overlevelse
 - a. Gjøre forsøk der vi ser på overlevelse etter 0 min, 30 min, 60 min osv (0–6 timer) med forskjellig utskifting av vann og tilføringer av oksygen
 - b. Er det noen forskjell i overlevelse mellom de to måtene vi tilfører sjøvann (forenklet kontra komplisert)
4. Teste kvalitet
 - a. Se på forskjell i kvalitet på fisken for tørt mottak kontra vått mottak (0–6 timer)
5. Annet
 - a. Måle effekt av utblødning ved direktesløyning, bløgget rett før sløyning og bløgg/utblødd før sløyning.

5 Test av vannutskiftning i mottaksbingene

På grunn av underdimensjonerte rørsystem fra sjøvannspumpene og fare for lekkasjer til maskinrom under drift av vått mottak var pumpekapasiteten nedjustert med 57 % effekt. I utgangspunktet skulle pumpene levere opp til 300 m³/time med sjøvann (ca. 5000 liter/minutt). Det ble gjennomført test med tanke på fyllingstid på mottaksbinge 3 og 4 samtidig. Testen startet med tomme binger, med samlet volum på cirka 24 m³. Fyllingstiden for disse to bingene vil gi en god indikasjon på vannutskiftningen under drift. Fra pumpene ble startet og fram til vannet begynte å strømme ut av utløpet tok det 17 minutter. Dette tilsvarer en vanngjennomstrømming på cirka 1300 liter/minutt. Dette vannvolumet dekker kun oksygen (O₂) behovet for cirka 2600 kg fisk, så må en forvente at oksygennivået raskt faller under 70 % og høy dødelighet kan forventes på større enkelfangster, før all fisk er slaktet.

6 Observasjoner og resultater

Nofima deltok på tokt i perioden 19. til 27. oktober 2020, og gjennomførte registrering og innledende forsøk i tilknytning til fisk. Videre i notatet, beskrives funn og resultater fra arbeidet.

6.1 Fangstfelt, tauetid og halstørrelse

På grunn av varierende tilgang på fisk på fangstfeltene, ble det stor variasjon i både tauetid (2,5–7,0 timer) og halstørrelse (3,0–22,8 tonn rund fisk) mellom de ulike enkelthal (se Tabell 1). Fra tidligere prosjekt vet vi at både halstørrelse og tauetiden spiller inn med tanke på restitusjon og dødelighet etter fangst.

Tabell 1 Viser fangstfelt, tauetid og hal størrelse, fangstvolumet er oppgitt i rund vekt før sløyving

Hal	Dato	kl	Satt pos.	Område	Dato	kl	Hiv pos.	Tauetid	Fangst tot. kg	Torsk rund kg
1	20. okt	21:57	71.59.586 N 033.05.177 E	Tidly	21. okt	02:59	71.59.586 N 033.05.610 E	05:02	11 687	9 979
2	21. okt	03:56	72.00.838 N 033.03.890 E	Tidly	21. okt	09:07	72.02.387 N 033.17.157 E	05:21	10 022	8 530
3	21. okt	09:56	72.00.838 N 033.03.890 E	Tidly	21. okt	15:00	71.57.767 N 033.10.618 E	05:04	8 226	6 742
4	21. okt	15:44	71.55.571 N 033.03.890 E	Tidly	21. okt	20:57	71.59.586 N 033.46.170 E	05:13	10 898	8 242
5	22. okt	15:17	73.50.034 N 018.59.869 E	Sørbakken Bjørnøya	23. okt	00:16	73.52.809 N 018.18.914 E	06:59	8 296	7 990
6	23. okt	01:30	73.51.529 N 018.04.253 E	Sørbakken Bjørnøya	23. okt	07:12	73.53.304 N 018.16.546 E	05:42	14 872	14 152
7	23. okt	07:57	73.53.478 N 018.15.255 E	Sørbakken Bjørnøya	23. okt	11:54	73.54.295 N 018.15.460 E	04:00	14 194	13 510
8	23. okt	12:35	73.53.958 N 018.13.884 E	Sørbakken Bjørnøya	23. okt	17:17	73.50.034 N 017.45.435 E	04:42	3 306	3 126
9	23. okt	17:27	73.50.418 N 017.44.154 E	Svalbardsonen Bjørnøya	23. okt	19:49	73.55.755 N 018.08.767 E	02:22	6 987	6 195
10	24. okt	00:24	73.55.935 N 018.06.212 E	Svalbardsonen Bjørnøya	24. okt	06:39	73.55.749 N 017.55.742 E	05:55	9 657	8 284
11	24. okt	07:29	73.56.901 N 017.53.384 E	Svalbardsonen Bjørnøya	24. okt	12:34	73.54.664 N 017.43.312 E	05:05	15 964	14 092
12	24. okt	13:20	73.54.043 N 017.41.863 E	Svalbardsonen Bjørnøya	24. okt	18:14	73.49.830 N 017.50.153 E	04:54	9 619	8 191
13	24. okt	18:57	73.52.546 N 017.45.835 E	Svalbardsonen Bjørnøya	25. okt	00:19	73.49.830 N 017.18.783 E	05:22	22 785	22 515
14	25. okt	01:04	73.49.772 N 017.22.410 E	Svalbardsonen Bjørnøya	25. okt	05:54	73.54.487 N 017.03.663 E	05:50	18 787	18 331
15	25. okt	07:09	73.57.518 N 016.53.082 E	Svalbardsonen Bjørnøya	25. okt	12:47	73.56.350 N 016.51.203 E	05:38	11 589	11 265
16	25. okt	13:43	73.58.519 N 016.46.787 E	Svalbardsonen Bjørnøya	25. okt	18:53	74.08.869 N 017.03.210 E	05:10	3 050	2 744
17	25. okt	19:51	74.08.155 N 017.05.744 E	Svalbardsonen Bjørnøya	25. okt	23:59	73.54.355 N 017.34.006 E	04:08	4 047	3 795

6.2 Fiskens kondisjon

Kondisjonen på torsken var noe lav, spesielt ved fiskefeltet Tidly (se Tabell 2). Ved Tidly hadde de fleste torskene lite eller ingenting i magen. Kun de aller største torskene hadde noe i magen (rester av mindre torsk og små hyse). Kondisjonen til torsken ved Bjørnøya (Tabell 3) var noe bedre (ca 1 % større lever) og det ble funnet noen rester av lodde i magesekken. Ellers var størrelsen på torsken ganske lik mellom fangstfeltet.

Tabell 2 Torskens kondisjon ved fiskefeltet Tidly, den 21.10 2020 (n=22, antall torsk undersøkt)

	Rund vekt (Kg)	Lengde (cm)	K-faktor	Lever (g)	HSI	Gonader (g)	GSI	Sløyd m/hode (Kg)
Gj.snitt	2,8	70	0,75	92	3,2	22	0,68	2,4
Std.	1,3	11	0,06	63	1,1	29	0,65	1,1

Tabell 3 Torskens kondisjon ved fiskefeltet Sørbakken Bjørnøya, den 23.10 2020 (n=20, antall torsk undersøkt)

	Rund vekt (Kg)	Lengde (cm)	K-faktor	Lever (g)	HSI	Gonader (g)	GSI	Sløyd m/hode (Kg)
Gj.snitt	2,8	70	0,79	121	4,3	19	0,65	2,4
Std.	1,1	7	0,09	80	1,6	13	0,34	0,9

6.3 Fiskens fysiologi (blodglukose, -laktat og -pH)

Som forventet er fisken utmattet etter fangst og det ble målt blod-pH på rundt pH 7,2–7,3. Til sammenligning ligger normal blod-pH i en uthvilt torsk rundt pH 8,0. Laktat og glukoseverdiene varierte mye mellom de ulike halene rett etter fangst. Både tauetid, halstørrelse og tidspunktet når fisken går i trålen bidrar i så måte til variasjonene (Tabell 4). På grunn av hastigheten på slaktingen av fisken, fikk vi kun tatt ut prøver av levende fisk inntil 2 timer etter fangst. Uavhengig av om bunnen er skråstilt eller flat, så øker både laktat- og glukoseverdiene i blodet fra fangst til utslakting etter 2 timer. Når det gjelder blod-pH ser vi ikke noen endringer, 2 timer etter fangst. På grunn av lite tilgang på oksygenrikt sjøvann og lav oksygenmetning på tankene, så kan det se ut til at de fiskene som fortsatt er i livet etter 2 timer ikke restituerer.

Tabell 4 Viser fiskens fysiologi rett etter landing av fangsten og etter 2 time i vått mottak (tank nr. 3, flat bunn og tank nr. 4, skråstilt bunn). Kun levende fisk er tatt ut til prøvetaking.

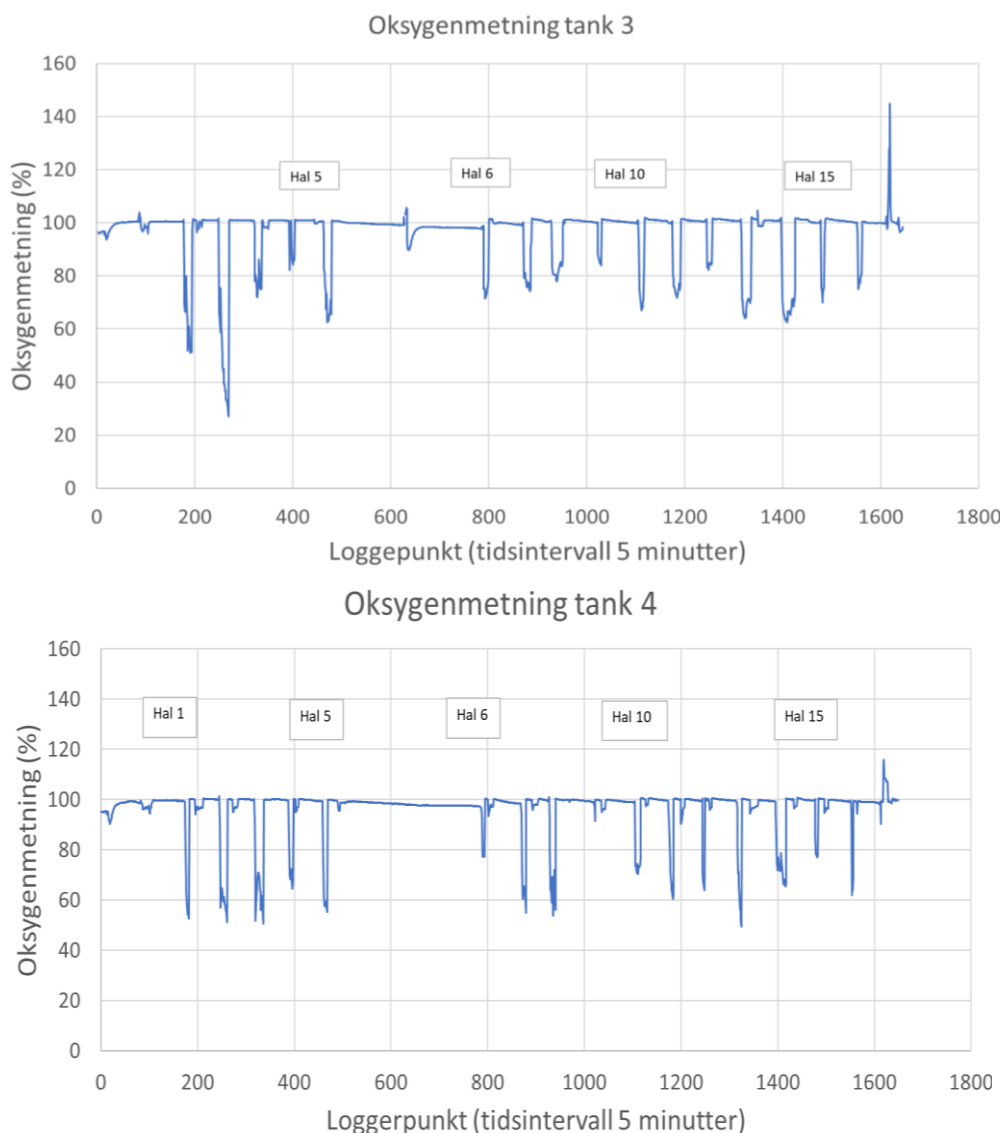
21.okt	Hal nr. 2	pH blod	Laktat (mmol/L)	Glukose(mmol/L)
Rett etter fangst	Snitt (n=10)	7,29	8,93	5,48
	Std.	0,08	2,68	1,54
Levende 2 timer (Skrå bunn)	Snitt (n=10)	7,36	10,19	6,11
	Std.	0,10	3,53	1,40
24.okt	Hal nr. 11	pH blod	Laktat (mmol/l)	Glukose (mmol/l)
Rett etter fangst	Snitt (n=10)	7,35	3,78	4,16
	Std.	0,11	1,56	1,00
Levende 2 timer (Flat bunn)	Snitt (n=10)	7,37	6,33	4,92
	Std.	0,12	3,02	2,08
25.okt	Hal nr. 15	pH Blod	Laktat (mmol/L)	Glukose (mmol/L)
Rett etter fangst	Snitt (n=10)	7,19	2,30	3,80
	Std.	0,09	1,64	0,94
Levende 2 timer (Flat bunn)	Snitt (n=10)	7,23	5,79	5,39
	Std.	0,12	2,59	2,10

6.4 Logging av oksygennivå i bing 3 og 4

Det ble montert optiske oksygenloggere i tank 3 og 4 (Se rød pil i Bilde 1). Oksygenmetningen ble logget kontinuerlig under hele toktet (Figur 2).



Bilde 1 Montering av oksygenlogger i mottaksbingen av Gustav Martinsen



Figur 2 Diagram som viser oksygenmetning i tank 3 (flat bunn) og tank 4 (skrå bunn) fra 17 trålhal

Som det kommer frem i Figur 2, så svingte oksygenmetningen betydelig fra hal til hal og mellom tank 3 og 4. Årsak til dette er mengden fisk i hvert hal og hvordan fisken fordeles i mottaksbingene. På grunn av bredden på mottaket og at sekkene er stroppet sammen under tømning, så ble det observert at fisken fordelte seg noe ujevnt inn i mottaksbingene. Dette påvirker også det totale oksygenforbruket i hver enkelttank og kan forklare forskjellen i oksygenmetningen mellom tank 3 og 4.

Lang tauetid er også utfordrende og det er vanskelig å beregne når fisken går i trålen. Det vil si at en ukjent andel fisk vil være kraftig utmattet, død eller døende ved ombordtaking av fangsten. Fisk som er død eller dør rett etter at de er kommet i bingene vil i liten grad bidra til oksygenforbruket og dette gjør at den gjenlevende part har tilgang på mer oksygen.

I de tilfellene der fangsten er stor og det meste er levende ved ombordtaking, kan liten tilgang på oksygenrikt vann bidra til at oksygennivået raskt faller under kritisk nivå ($> 70\%$ metning). Fisken klarer ikke å restituere og begynner etter hvert å dø av utmatting (krisefysiologi). Det vil kun være de som oppholder seg i nær tilknytning til de områdene i tanken, der friskt vann kommer inn som vil overleve.

Når tilstrekkelig mengde fisk er død, vil oksygenmetningen etter hvert flate ut og på sikt stige til akseptabelt nivå.

Det er fra fabrikk, montert oksygensensorer i mottakstankene som kontinuerlig logger oksygenmetningen. To av oksygensensorene (FWD Top og AFT) fungerer og virker som de skal i tank 3 og alle tre oksygensensorene fungerer i tank 4. Når det gjelder pH-sensorene, så fungerer ikke disse som de skal. pH-sensorene er mer følsomme for uttørking og vil over tid slutte å virke som de skal. Disse sensorene trenger hyppig vedlikehold og kalibrering.

Monitoren som viser oksygenmetningen og pH i hver tank, er plassert inne på verksted. Dette fører til at overvåkingen av O₂-nivå og pH er noe sporadisk. Det er operatørene ved sløyemaskinene som styrer vanntilførsel til de ulike tankene, men de har ikke mulighet til å overvåke O₂-nivået fra denne posisjonen. Normalt skal oksygentilsetningen justeres i forhold til oksygenmetningen på avløpsvannet (70–100 %). Dersom det ikke er mulig å kontinuerlig overvåke oksygennivået på tankene og eventuelt regulere oksygentilsettingen når oksygenanlegget er i drift, kan dette blant annet føre til overoksygenering og unødvendig stort forbruk av oksygen. Alternativt får fisken for lite oksygen og fisken begynner å dø.

Det er montert oksygenanlegg om bord og slik skal det være mulig å øke oksygenmengden i mottaksbingene ved behov. Rørene fra oksygentankene og fram til mottaksbingene går via verksted/maskinrom. Det er noe bekymring for at eventuelle lekkasjer av oksygen (O₂) til maskinrom kan øke risiko for ulykker/brann. Anlegget har kun vært testet en gang tidligere, rett etter at fartøyet var levert. Siste dag på toktet ble oksygenanlegget testet ut. Dessverre var det lite fisk i siste hal (3000–4000 kg) og behovet for ekstra oksygentilsetning var derfor liten. Oksygennivået steg raskt opp mot 150 % metning, men all fisk fra dette halet ble raskt slaktet ut (ca. 1 time etter ombordtaking av fangsten). Det var god aktivitet på fisken og det meste av fisken var i livet (> 90 %) da de kom ut av tankene, men på grunn av lite fisk i halet fikk vi ikke testet potensialet med ekstra oksygentilsetting.

Under full drift med stor fisketetthet i tankene og der man benytter oksygentilsetning for å holde høy oksygenmetning i tankene, så må en være obs på at CO₂-mengden i vannet øker. Dersom fisken forbruker 3–5 mg O₂ per kg/minutt, så dannes det cirka 3–5 mg med CO₂. Dersom man oksygenerer vannet i tankene, uten å tilføre nok friskt sjøvann, så kan CO₂-nivået bidra til at pH faller under pH 7 og fisken får problemer med opptak av oksygen. På toktet ble det hentet ut vannprøver fra utløpet til tank 1, 2 og 3, for måling av pH på avløpsvannet. Avløpet fra disse tankene samles i et utløp på styrbord side oppe på tråldekk, så det er ikke mulig å hente prøver fra enkelttanker, uten at mottakslukene åpnes. Det ble gjennomført pH-måling i utløpsvann fra 5 hal og den laveste pH som ble målt var fra hal 7 som vist pH 7,5, cirka 1 time etter ombordtaking av fangsten. Utfordring med disse målingene er at dette er et snitt fra de tre tankene. På grunn av ulik fordeling av mengde fisk i de enkelte tankene, kan man ikke utelukke at pH kan være betydelig lavere i enkelttanker. Det er en direkte sammenheng mellom mengde CO₂ i sjøvannet og sjøvannets pH. Det vil si at pH etter hvert vil falle til under pH 7, selv om O₂ tilsettes.

For mye CO₂ og lav pH i vannet vil føre til at fisken får dårligere opptak av O₂, spesielt rett etter fangst og dette vil bidra til økt dødelighet. Ved bedre pumpekapasitet og bedre vannutskiftning på tankene vil ikke pH (CO₂-akkumulering) være en begrensende faktor. Oksygen kan derfor brukes i kombinasjon med god utskiftning av sjøvann som transporterer bort avfallsstoffer og CO₂. Dersom man ikke har tilgang på nok vann, kan man strippe vannet for CO₂. Dette gjøres blant annet om bord på brønnbåter

som fører laks, i områder der det er pålagt å gå med lukkede sjøvannsventiler for å unngå smittespredning. Stripping av CO₂ fra vann er en relativ plass- og kostnadskrevende prosess, så økt pumpekapasitet som leverer tilstrekkelig mengde sjøvann er å foretrekke.

6.5 Dødelighet i tankene

Det ble registrert stor dødelighet (80–90 %) i tankene, fram mot utslakting. Det er flere årsaker til den høye dødeligheten. Blant annet lang tauetid, trykkfallsyke, mye fisk i enkeltbinger (vanskelig å beregne mengde fisk inn på tankene) og lav tilgang på oksygenrikt sjøvann. Rask heving av trålen kan bidra til at fisken ikke klarer å kvitte seg med tilstrekkelig mengde gass underveis til overflaten, og dette bidrar til gassansamlinger i bukhole, blodbanen og diverse organer. Fisken har også utfordringer på grunn av utmattelse når den kommer om bord, og på grunn av lav vanntilførsel faller oksygennivået i tankene raskt under 70 %. På grunn av lav oksygenmetning klarer ikke fisken å restituere og dette bidrar til at mye fisk dør i mottaksbingene, før den blir slaktet.



Bilde 2 *Fisken kommer ut av tankene og går på transportbånd fram til el-bedøving og direktesløyting. En del fisk bærer preg av trykkfallsyke (gassansamlinger i øyne og blod)*

Hal 2:

Rett etter ombordtaking ble det registrert 40 % dødelighet ($n = 70$) i tank 6. På grunn av lekkasje til maskinrommet fra denne tanken, ble tanken kun benyttet som standard tørr mottaksbinge. Slaktingen startet derfor umiddelbart etter ombordtaking av fangsten fra denne bingen.

1 time etter ombordtaking ble det registrert 81 % dødelighet i tank 4 ($n = 160$). Det ble registrert lite eller ingen aktivitet på båndet når fisken kom ut av tanken. Mye av fisken hadde slitt skinn og bar preg av lang tauetid.

Hal 7:

Rett etter ombordtaking ble det registrert 14 % dødelighet i tank 6 (n = 70). God aktivitet på fisken når den kommer ut på båndet.

1 time etter ombordtaking ble det registrert 48 % dødelighet i tank 4 (n = 70). Redusert aktivitet på fisken når den kommer ut på båndet.

2 timer etter ombordtaking ble det registrert 90 % dødelighet i tank 3 (n = 80). Lite eller ingen aktivitet når fisken kommer ut på båndet. Vanskelig å se om fisken er i live.

Det ble observert varierende praksis for tømning av vannet fra tankene. Enkelte operatører stanser vanntilførselen og begynner å drenere vekk vann fra neste tank, før de er ferdig å sløye unna i tidligere tank. Dette vil bidra til mere belastning og forhøyet dødelighet før fisken når sløyemaskinene.

Hal 11:

Rett etter ombordtaking ble det registrert 15 % dødelighet i tank 6 (n = 70). God aktivitet på fisken når den kommer ut på båndet.

1 time etter ombordtaking ble det registrert 32 % dødelighet i tank 4 (n = 70). Redusert aktivitet på fisken når den kommer ut på båndet.

2 timer etter ombordtaking ble det registrert 74 % dødelighet i tank 3 (n = 70). Lite eller ingen aktivitet når fisken kommer ut på båndet.

6.6 Bedømming av farge og blodfeil på filet

Torsk ble tatt ut og slaktet rett etter ombordtaking (n = 10) og etter 1–2 timer levende i mottaksbinge (n = 10). Fisken ble bløgget med strupekutt og utblødd i 30 minutter i rennende sjøvann, før sløying, filetering og visuell bedømming av filetene. Som sammenligningsgrunnlag ble det tatt ut fabrikkprøver 1–2 timer etter ombordtaking av fangsten. Fabrikkprøven (n = 10) ble tatt ut rett etter utblødning, på transportbåndet i forkant av greider (størrelsessorteringen). Som figurene fra de ulike halene viser, figurene 3 til 6, så blir grunnfargen på filetene rødere, fra fisken kommer om bord og fram til utslakting 2 timer senere. Spesielt gjelder dette fisk som er døende/død ved slakting (Figur 3). Blåflekke/blodfeilene blir også mer alvorlig og vises bedre (Bilde 3 og 4), de første timene de holdes i livet før de slaktes. Dette har også blitt observert tidligere i andre prosjekt, blant annet CRISP (NFR), Optipro-2 og Optipro-3 (FHF). Uansett, på dette toktet var det ikke tilstrekkelig mengde med oksygenrikt sjøvann som fisken kunne benytte til restituering. I så måte kan dette ha bidratt til større belastning på fisken og noe dårligere resultater enn forventet.



Bilde 3 *Kraftig blødninger i bukvegg*



Bilde 4 *Store variasjoner i rødfarge i filetene etter 2 timer i vått mottak*

Det er spesielt i buk og spor vi ser de største endringene i grunnfarge, både i fisk som er holdt levende i 1–2 timer før slakting og fisk som er tatt ut fra linjen i fabrikken (Figur 4, Figur 5 og Figur 6). Ut fra visuell bedømming av filetene, så er det lite eller ingen forskjell mellom fisk som er holdt i livet i inntil 2 timer før bløgging og utblødning, sammenlignet med fisk som ble hentet ut fra produksjonslinjen på samme tidspunkt. Det er også stor variasjon innad i hver gruppe. Enkelte fileter kan være helt hvite og feilfri og andre fileter er kraftig rødfarget. Bløgging og utblødning i forkant av sløying kan i så måte ha liten betydning for resultatet, sammenlignet med el-bedøving og direktesløying.

Kriterier for visuell bedømming av farge og blodfeil på filet:

Farge på filet (skår 0: homogen hvit, skår 1: rosa, skår 2: rød). Farge på loin, buk og spor (fra gatt og bakover) bedømmes separat fra hverandre. Blodfylte årer (0: ingen synlige årer, 1: synlige årer i bukvegg, 2: synlige årer både i buk og loin). Blåflekker (0: ingen blåflekker, 1: noen små i buk eller i spor, 2: blåflekker i loin, eller store i buk og spor).



Figur 3 Farge og blodfeil i filet fra fisk slaktet 2 timer etter fangst, fra hal 4

Figur 4 Farge og blodfeil i filet fra fisk slaktet rett etter fangst og 2 timer etter fangst, fra hal 11

Figur 5 Farge og blodfeil i filet fra fisk slaktet rett etter fangst og 2 timer etter fangst, fra hal 15

I hal 15 ble det observert kraftig blødning i muskel i 2 av 10 fisk, som var holdt levende i 2 timer. Blødningene stammer fra bruddskade i rygg og skader etter sprengt svømmeblære. Tilsvarende skader har tidligere vært observert på torsk som fanges av snurrevadfartøy og føres levende til land. Fisk som er påført skade under fangst eller ombordtaking og fortsatt lever, vil kunne få større blødninger/blodflekker rundt skadestedet. En del av disse skadene som påføres vil ikke være synlig før fisken fileteres, selv om skaden kan være betydelig.

Figur 6 Farge og blodfeil i filet fra fisk slaktet rett etter fangst og 1 time etter fangst, fra hal 17

7 Forslag til endringer

Etter planen skulle det blant annet gjennomføres forsøk der vi ser på overlevelse og kvalitetsendringer på fisken over tid (0–6 timer), med og uten tilføringer av oksygen. På grunn av designet på mottaksbingene og uttaket av fisk fra de ulike tankene er det utfordrende å hente ut en prøvemengde med fisk, uten at tanken på forhånd er drenert. Dette vil påvirke resultatene betydelig, dersom tankene skal dreneres for vann med jevne mellomrom for å få ut fisken. Alternativet er å gjennomføre forsøk med bruk av 3–4 tanker. Det vil si at fisken tas ut fra tank 1 (1,5 time etter fangst), tank 2 (3 timer etter fangst), tank 3 (4,5 time etter fangst) og tank 4 (6 timer etter fangst). For å få dette til uten for store variasjoner (fiskemengde, vanntilførsel, oksygenmetning, etc.) mellom de ulike tankene, så må blant annet vanntilførselen (pumpekapasiteten) økes betydelig. I tillegg må man ha bedre kontroll med oksygenmetningen på de ulike tankene, når forsøkene gjennomføres.

Når det gjelder logging av vann-pH så fungerer disse sensorene ikke som de skal og er utsatt for å tørke ut når mottaket driftes uten vanntilførsel. Dersom vannutskiftningen økes, så vil ikke behovet for logging av pH være til stede, slik driften av mottaket er planlagt. Det vil si å slakte ut fisken så raskt som mulig etter ombordtaking av fangsten.

Om oksygeneringsanlegget skal benyttes må det være mulig å regulere oksygenmengden i de ulike tankene til ønsket nivå, under levendelagringen. Det må også vurderes kostnader for drift av oksygenanlegg og sammenligne mot kostnader for økt pumpekapasitet. Det må også vurderes fordeler, ulemper og brukervennlighet av oksygenanlegget opp mot økt pumpekapasitet.

Kameraovervåkning inne på tankene fungerer dårlig på grunn av svært høy fisketetthet og mye partikler (fiskerist, mageinnhold, leire, etc.) i vannet. Lyskilden er plassert midt i taket på tankene og kameraet er plassert i fremre tankvegg. På grunn av fisk som flyter i et lag mot toppen av tanken, så skjules lyset og kameraet får ikke tilstrekkelig med lys. Det ble testet ut kamera med ekstra lyskilde, men på grunn av fisketetthet var det ikke mulig å få tilstrekkelig god nok film, som viser adferden til fisken inne på tankene. Det kan se ut til at kameraovervåkning ikke er hensiktsmessig under kommersiell drift av mottaket.

Menneskelig faktor spiller i mange tilfeller inn på resultatene. Hvordan de ulike operatørene/mannskap gjennomfører driften av det våte mottaket kan variere. Driften av anlegget bør forenkles og standardiseres. Dersom man skal holde mesteparten av fisken i livet fram til utslakting, vil kapasiteten på det våte mottaket være bestemt ut fra tilgjengelig vanngjennomstrømning og/eller tilsetning av oksygen. Ved store hal vil kapasiteten i mottaket bli sprengt. På grunn av lav vannutskiftning vil fisken ikke få tilstrekkelig mengde oksygen og begynner å dø. Fisk som dør av kvelning/utmattelse, uavhengig om det er i tørt eller vått mottak, bidrar til økt rødfarge i muskel. Dersom det ikke oppnås bedre overlevelse, kvalitetsforbedringer, eller bedre pris på produktene med vått mottak, så må det vurderes om det er hensiktsmessig å bruke ressurser på pumping av store mengder vann, eller drift av oksygenanlegg.

8 Konklusjon

På grunn av lav pumpekapasitet (1300 liter/min), varierende mengde fisk i de ulike tankene og høy dødelighet, så er det uklart om vannfordelingen opp gjennom flat eller skråstilt bunnplate skiller seg fra hverandre. Oksygenmetningen falt dramatisk i mottaket rett etter at fisken var tatt om bord og det var betydelig forskjell mellom tank 3 og 4. Dette indikerer stor forskjell i mengde fisk mellom de ulike tankene.

De fiskene som fortsatt var i live etter 2 timer i mottaket viste lite tegn til restituering og mengde blodfeil økte betydelig, sammenlignet med fisk som ble slaktet umiddelbart etter at fisken ble tatt om bord. Oksygenanlegget ble forsøkt testet, men på grunn av lite fisk i mottaket under testrunden fikk man ikke testet potensialet i anlegget. Overvåkning av oksygenmetningen i tankene er vanskelig å utføre av de som drifter mottaket. Det er vanskelig å regulere oksygen og vanngjennomstrømming i tankene ut fra oksygenmetningen på de ulike tankene.

9 Referanser

- Claireaux, G., D.M. Webber, J.-P. Lagardere & S.R. Kerr (2000). Influence of water temperature and oxygenation on the aerobic metabolic scope of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *J. Sea Res.*, **44**, pp. 257–265.
- Humborstad, O.B., B. Isaksen, J. Nilsson, L. Rindal, R. Pedersen, B. Enerhaug, K.Ø. Midling, C. Noble & T. Evensen (2013). Teknologiutvikling for fangst, føring og håndtering av levende villfanget torsk. Rapport fra Havforskningen 20-2013.
- Midling, K.Ø., T.H. Evensen & F. Kristiansen (2008). Levende hyse. Overlevelse, utmattelse og restitusjon hos hyse fanget med snurrevad. Restitusjon og forløp av rigor mortis post mortem. Rapport 31/2008, Nofima, Tromsø.
- Schurmann, H. & J.F. Steffensen (1997). Effects of temperature, hypoxia and activity on the metabolism of juvenile Atlantic cod. *J. Fish Biol.* **50**, pp. 1166–1180.

